Desarrollo multiplataforma en C.

Programar con NAPPGUI

Francisco García Collado

Desarrollo multiplataforma en lenguaje C

Como crear aplicaciones de alto rendimiento para sistemas Windows, macOS y Linux.

Versión 1.5.2.6383 [1]

© 2015-2025 Francisco García Collado[2]

frang@nappgui.com

www.nappgui.com

3 Julio 2025

[1] Este libro se ha editado en LaTeXgenerado automáticamente por **ndoc**.

[2] Todos los derechos reservados. Este libro se proporciona solo para uso personal. Prohibido estrictamente el uso, reproducción y/o distribución no autorizados.

Índice general

1 Guía del usuario **3**

1 Inicio rápido **5**
1.1 Inicio rápido 5
1.2 Inicio rápido en Windows 5
1.3 Inicio rápido en macOS 7
1.4 Inicio rápido en Linux 8
1.5 Licencia MIT 10
1.6 Conocimientos previos 10
1.7 ¿Y ahora que? 11

2 Bienvenidos a NAppGUI **13**
2.1 Bienvenidos a NAppGUI 13
2.2 APIs originales 15
2.3 Basado en C 16
2.4 Sin editores visuales 16
2.5 Dependencias 18
2.6 Bajo y alto nivel 21

3 ¡Hola Mundo! **23**
3.1 ¡Hola Mundo! 23
3.2 El programa completo 24
3.3 El esqueleto 26
3.4 El constructor 27
3.5 El panel principal 28
3.6 El destructor 28
3.7 Lanzar la ventana 28
3.8 Formato del Layout 29
3.9 Saliendo del programa 29
3.10 Eventos Button 30

4 Uso de C **31**
4.1 Uso de C 31
4.2 Tipos básicos 32
4.3 Estructuras y uniones 34
4.4 Control 35

4.5 Funciones 37
4.6 Ámbitos 38
4.7 Punteros 39
4.8 Preprocesador 40
4.9 Comentarios 41
4.10 Entrada/Salida 43
4.11 Algoritmos matemáticos 43

5 Uso de C++ 45
5.1 Uso de C++ 45
5.2 Encapsulación 46
5.3 Callbacks de clase 46
5.4 Combinar módulos C y C++ 48
5.4.1 Uso de C desde C++ 48
5.4.2 Uso de C++ desde C 49
5.5 Sobrecarga de new y delete 49
5.6 Hola C++ completo 50
5.7 Plantillas matemáticas 53

6 Gestión de errores 57
6.1 Gestión de errores 57
6.2 Pruebas exhaustivas 57
6.3 Análisis estático 58
6.3.1 Estándares 58
6.3.2 Avisos del compilador 60
6.4 Análisis dinámico 61
6.4.1 Deshabilitar Asserts 63
6.4.2 Depurando el programa 63
6.4.3 Registro de fallos 64
6.4.4 Auditor de memoria 64

7 Compilar NAppGUI 65
7.1 Compilar NAppGUI 65
7.2 Enlace estático 65
7.3 Enlace dinámico 66
7.4 Opciones de CMake 67
7.5 Opciones de compilación 68
7.6 Empaquetado e instalación 69

8 Crear nueva aplicación 71
8.1 Crear nueva aplicación 71
8.2 Uso de find_package() 72

8.3 NAppProject.cmake 73
8.4 Añadir archivos 75
8.5 Aplicaciones por línea de comandos 76
8.6 Proyectos de ejemplo 78
8.7 Estándar C/C++ 78

9 Crear nueva librería 81
9.1 Crear nueva librería 81
9.2 Librerías estáticas 81
9.3 Librerías dinámicas 85
9.3.1 Ventajas de las DLLs 86
9.3.2 Desventajas de las DLLs 87
9.3.3 Comprobar vínculos con DLLs 89
9.3.4 Carga de DLLs en tiempo de ejecución 92
9.3.5 Ubicación de DLLs 94
9.4 Símbolos y visibilidad 95
9.4.1 Exportación en DLLs 96
9.4.2 Comprobación en DLLs 97

10 Recursos 99
10.1 Recursos 99
10.2 Tipos de recursos 100
10.3 Crear recursos 101
10.4 Internacionalización (i18n) 102
10.5 Traducción en ejecución 104
10.6 Editar recursos 106
10.7 Gestión manual 106
10.8 Procesamiento de recursos 107
10.9 Distribución de recursos 108
10.10 Avisos de nrc 109
10.11 Icono de aplicación 111

11 Generadores, compiladores e IDEs 113
11.1 Generadores, compiladores e IDEs 114
11.2 Concepto de portabilidad 114
11.3 Generadores CMake 115
11.4 Visual Studio 116
11.4.1 Platform toolset 118
11.4.2 Visual C++ Redistributable 119
11.4.3 Soporte WindowsXP 120
11.4.4 Soporte SSE 121

11.5 MinGW 121
11.5.1 MSYS2 121
11.5.2 MinGW-GCC 123
11.5.3 MinGW-Clang 123
11.6 Xcode 124
11.6.1 Base SDK y Deployment Target 126
11.6.2 xcode-select 128
11.6.3 macOS ARM 128
11.6.4 macOS 32bits 130
11.7 macOS Make 131
11.8 Linux GCC 132
11.8.1 Múltiples versiones de GCC 136
11.8.2 Linux 32bits 137
11.8.3 Linux ARM 137
11.9 Linux Clang 138
11.10 Linux GTK 139
11.11 Ninja 139
11.12 Configuraciones 141
11.13 Eclipse CDT 143
11.14 Visual Studio Code 143

2 Introducción al API 149

12 NAppGUI SDK 151
12.1 NAppGUI API 151
12.2 Recursos online 153
12.3 Un poco de historia 153

13 Librería Sewer 157
13.1 Sewer 158
13.1.1 La librería estándar de C 158
13.2 Asserts 161
13.3 Punteros 162
13.4 Unicode 163
13.4.1 Codificaciones UTF 165
13.4.2 UTF-32 165
13.4.3 UTF-16 165
13.4.4 UTF-8 166
13.4.5 Uso de UTF-8 167
13.5 Matemáticas 168
13.5.1 Números aleatorios 168

13.6 Funciones estándar 169
13.6.1 Conversión de fechas 169
13.7 E/S Estándar 170
13.8 Memoria 171
13.8.1 Segmento Stack 172
13.8.2 Segmento Heap 172

14 Librería Osbs 175
14.1 Osbs 176
14.2 Procesos 177
14.2.1 Lanzando procesos 177
14.2.2 Ejemplos multi-procesamiento 178
14.3 Hebras 180
14.3.1 Lanzando hebras 181
14.3.2 Variables compartidas 182
14.3.3 Ejemplo multi-hilo 182
14.4 Exclusión mutua 185
14.4.1 Cerrojos 185
14.5 Carga de librerías 185
14.5.1 Rutas de búsqueda de librerías 186
14.5.2 Orden de búsqueda en Windows 187
14.5.3 Orden de búsqueda en Linux/macOS 187
14.6 Archivos y directorios 187
14.6.1 Sistema de archivos 187
14.6.2 Archivos y flujos de datos 188
14.6.3 Filename y pathname 188
14.6.4 Home y AppData 189
14.7 Sockets 189
14.7.1 Ejemplo Cliente/Servidor 191
14.8 Tiempo 193
14.9 Log 194

15 Librería Core 197
15.1 Core 199
15.2 Heap 201
15.2.1 Memoria múlti-hilo 202
15.2.2 Como funciona Heap 203
15.3 Buffers 205
15.4 Strings 205
15.5 Arrays 207
15.5.1 Crear arrays 208
15.5.2 Acceso a elementos y recorrido 209

15.5.3 Copia de arrays 210
15.5.4 Serialización de arrays 211
15.5.5 Ordenar y buscar en arrays 211
15.5.6 Comparadores y claves 212
15.5.7 Insertar y eliminar en arrays 213
15.5.8 Declaración de tipos en arrays 214
15.5.9 Limitaciones de arrays 214
15.6 Arrays (punteros) 215
15.6.1 Crear arrays de punteros 216
15.6.2 Copia de arrays de punteros 216
15.7 Sets 217
15.7.1 Crear sets 218
15.7.2 Insertar y eliminar elementos en sets 219
15.7.3 Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores 220
15.7.4 Comparativa arrays y sets 222
15.8 Sets (punteros) 223
15.8.1 Crear sets de punteros 223
15.9 Data binding 225
15.9.1 Registrar tipos de datos 225
15.9.2 Alias de tipos 226
15.9.3 Creación de objetos 227
15.9.4 Inicialización de objetos 228
15.9.5 Copia de objetos 229
15.9.6 Edición de objetos 229
15.9.7 Tipos básicos 229
15.9.8 Objetos anidados 230
15.9.9 Objetos binarios 231
15.9.10 Uso de arrays 232
15.9.11 Valores por defecto 233
15.9.12 Rangos numéricos 234
15.9.13 Comparación de objetos con DBind 235
15.9.14 Serialización con DBind 236
15.9.15 Importar y exportar a JSON 236
15.9.16 Sincronización con interfaces gráficas 238
15.10 Streams 238
15.10.1 Tipos de stream 239
15.10.2 File stream 239
15.10.3 Socket stream 240
15.10.4 Block stream 240
15.10.5 Memory stream 241
15.10.6 Standard stream 243
15.10.7 Null stream 243

15.10.8 Stream binario 244
15.10.9 Stream de texto 244
15.10.10Tokens 245
15.10.11Identificadores 247
15.10.12Cadenas 248
15.10.13Números 249
15.10.14Símbolos 249
15.10.15Comentarios 249
15.10.16Ventajas de los streams 250
15.10.17Unificar la serialización 250
15.10.18Mayor elegancia 251
15.10.19Mayor productividad 252
15.10.20Mayor rendimiento 252
15.10.21Orden de bytes 252
15.10.22Estado del stream 253
15.11 Expresiones regulares 254
15.11.1 Definir patrones 255
15.11.2 Lenguajes regulares y autómatas 256
15.12 Eventos 257
15.13 Búfer de teclado 258
15.14 Operaciones con archivos 259
15.15 Paquetes de recursos 261
15.16 Fechas 261
15.17 Relojes 261

16 Librería Geom2D 263
16.1 Geom2D 263
16.2 Vectores 2D 264
16.2.1 Ángulos CW y CCW 266
16.2.2 Proyección de vectores 266
16.3 Tamaños 2D 267
16.4 Rectángulos 2D 268
16.5 Transformaciones 2D 268
16.5.1 Clasificación de transformaciones 270
16.5.2 Composición de transformaciones 271
16.5.3 Descomposición e inversa 273
16.6 Segmentos 2D 274
16.7 Círculos 2D 275
16.8 Cajas 2D 276
16.9 Cajas Orientadas 2D 276
16.10 Triángulos 2D 278

16.11 Polígonos 2D 279
16.11.1 Centro del polígono 280
16.11.2 Descomposición de polígonos 280
16.12 Colisiones 2D 281

17 Librería Draw2D 283
17.1 Draw2D 284
17.2 Contextos 2D 285
17.2.1 Sistemas de referencia 287
17.2.2 Sistemas cartesianos 290
17.2.3 Antialiasing 291
17.2.4 Pantallas retina 292
17.3 Primitivas de dibujo 293
17.3.1 Dibujo de líneas 294
17.3.2 Figuras y contornos 295
17.3.3 Gradientes 296
17.3.4 Transformación del gradiente 297
17.3.5 Gradientes en líneas 298
17.3.6 Límites del gradiente 299
17.3.7 Dibujar texto 300
17.3.8 Dibujar imágenes 303
17.3.9 Parámetros por defecto 303
17.4 Dibujo de entidades Geom2D 304
17.5 Colores 305
17.5.1 Espacio HSV 306
17.6 Paletas 307
17.6.1 Paleta predefinida 308
17.7 Pixel Buffer 309
17.7.1 Formatos de píxel 309
17.7.2 Imágenes procedimentales 310
17.7.3 Copia y conversión 311
17.8 Imágenes 312
17.8.1 Cargar y visualizar imágenes 313
17.8.2 Generar imágenes 314
17.8.3 Acceso a píxeles 314
17.8.4 Guardar imágenes: Codecs 315
17.9 Fuentes 317
17.9.1 Crear fuentes 317
17.9.2 Fuente del sistema 318
17.9.3 Fuente monoespaciada 319
17.9.4 Estilo de la fuente 320
17.9.5 Tamaño y métricas 320

17.9.6 Tamaño en puntos 321
17.9.7 Ancho de fuente 321
17.9.8 Fuentes Bitmap y Outline 322
17.9.9 Unicode y glifos 323

18 Librería Gui 325
18.1 Gui 328
18.1.1 Composición declarativa 328
18.1.2 Anatomía de una ventana. 329
18.1.3 Eventos GUI 330
18.2 GuiControl 334
18.3 Label 335
18.3.1 Label multilínea 335
18.3.2 Label en formularios 336
18.3.3 Label dinámicos 336
18.4 Button 338
18.4.1 RadioGroup 339
18.4.2 Atajos de botón 341
18.4.3 Márgenes interiores 341
18.5 PopUp 341
18.6 Edit 343
18.6.1 Validar textos 343
18.6.2 Filtrar textos 344
18.6.3 Selección del texto 346
18.6.4 Operaciones con el portapapeles 347
18.7 Combo 347
18.8 ListBox 348
18.9 UpDown 349
18.10 Slider 349
18.11 Progress 350
18.12 View 351
18.12.1 Dibujar en vistas 351
18.12.2 Vistas con scroll 352
18.12.3 Dibujo de overlays 353
18.12.4 Uso del ratón 354
18.12.5 Uso del teclado 355
18.13 TextView 357
18.13.1 Formato de carácter 357
18.13.2 Formato de párrafo 357
18.13.3 Formato del documento 359
18.13.4 Aplicar formato 359
18.13.5 Filtrar texto insertado 360

18.13.6 Seleccionar texto 360
18.13.7 Portapapeles 360
18.13.8 Ajuste del texto 360
18.14 WebView 361
18.14.1 Dependencias de WebView 361
18.14.2 WebView en Windows 361
18.14.3 WebView en macOS 363
18.14.4 WebView en Linux 363
18.14.5 Deshabilitar WebView 363
18.15 ImageView 363
18.16 TableView 364
18.16.1 Conexión de datos 366
18.16.2 Caché de datos 368
18.16.3 Selección múltiple 369
18.16.4 Navegación por la tabla 369
18.16.5 Configurar columnas 370
18.16.6 Notificaciones en tablas 371
18.16.7 Apariencia de la tabla 372
18.17 SplitView 372
18.17.1 Añadir controles 374
18.17.2 Posicionando el divisor 374
18.17.3 Tamaño mínimo del divisor 376
18.18 Layout 376
18.18.1 Dimensionado natural 377
18.18.2 Márgenes y formato 379
18.18.3 Alineación 379
18.18.4 Sub-layouts 381
18.18.5 Expansión de celdas 382
18.18.6 Interfaces dinámicas 382
18.18.7 Reemplazo de paneles 383
18.18.8 Layouts dinámicos 385
18.18.9 Tabstops 385
18.19 Cell 387
18.20 Panel 388
18.20.1 Panel multi-layout 388
18.20.2 Entendiendo el dimensionado de paneles 390
18.21 Window 394
18.21.1 Tamaño de la ventana 395
18.21.2 Cierre de la ventana 396
18.21.3 Ventanas modales 397
18.21.4 Ventanas superpuestas 399
18.21.5 Foco del teclado 400

18.21.6 Cambio del foco 400
18.21.7 Protocolo del foco 401
18.21.8 Tablist sin ciclos 402
18.21.9 Botón por defecto 402
18.21.10Atajos de teclado 402
18.22 GUI Data binding 404
18.22.1 Vinculación de tipos básicos 404
18.22.2 Límites y rangos 408
18.22.3 Estructuras anidadas 408
18.22.4 Notificaciones y campos calculados 412
18.23 Menu 414
18.23.1 Barra de menú 415
18.23.2 Particularidades de macOS 416
18.23.3 Menú emergente 417
18.23.4 Perspectiva histórica 418
18.24 MenuItem 418
18.25 Diálogos comunes 418

19 Librería OSApp 423
19.1 OSApp 423
19.2 main() y osmain() 423
19.3 Aplicaciones síncronas 427
19.4 Tareas multi-hilo 428

20 Librería Encode 431
20.1 Encode 431
20.2 Base64 431
20.3 JSON 432
20.3.1 Análisis de JSON y conversión a datos en C 434
20.3.2 Mapeo entre Json y C 437
20.3.3 Convertir desde C a JSON 437
20.4 URL 440

21 Librería INet 443
21.1 INet 443
21.2 HTTP 444

22 Librería OGL3D 447
22.1 OGL3D 447
22.2 Contextos 3D 448
22.3 Operación de dibujo 449
22.4 GLEW 450

3 Aplicaciones de ejemplo **453**

23 Die **455**
23.1 Die 455
23.2 Uso de sublayouts 456
23.3 Uso de vistas personalizadas 458
23.4 Dibujo paramétrico 459
23.5 Redimensionado 461
23.6 Uso de recursos 464
23.7 Die y Dice 465
23.8 El programa Die completo 465

24 Bricks **471**
24.1 Bricks 471

25 Fractals **479**
25.1 Fractals 479

26 Bode **489**
26.1 Bode 489

27 Products **497**
27.1 Products 497
27.2 Especificaciones 499
27.3 Modelo-Vista-Controlador 500
27.4 Modelo 500
27.4.1 JSON WebServices 501
27.4.2 Escribir/Leer en disco 503
27.4.3 Añadir/Eliminar registros 504
27.5 Vista 505
27.5.1 Panel de Login 506
27.5.2 Ocultar columnas 508
27.5.3 Gráficos de barras 508
27.5.4 Traducciones 509
27.5.5 Temas *Dark Mode* 510
27.6 Controlador 512
27.6.1 Login multi-hilo 512
27.6.2 Sincronizar Modelo y Vista 513
27.6.3 Cambiar la imagen 514
27.6.4 Gestión de memoria 516
27.7 El programa completo 517

28 ¡Hola GUI! **557**

28.1 ¡Hola GUI! 558
28.2 ¡Hola Label! 558
28.3 ¡Hola Button! 561
28.4 ¡Hola PopUp y Combo! 565
28.5 ¡Hola Edit y UpDown! 568
28.6 ¡Hola TextSel y Clipboard! 575
28.7 ¡Hola TextEditor! 583
28.8 ¡Hola ListBox! 590
28.9 ¡Hola Slider y Progress! 593
28.10 ¡Hola TextView! 595
28.11 ¡Hola TableView! 598
28.12 ¡Hola SplitView! 604
28.13 ¡Hola Modal Window! 607
28.14 ¡Hola Overlay Window! 611
28.15 ¡Hola Button Padding! 617
28.16 ¡Hola Gui Binding! 620
28.17 ¡Hola Struct Binding! 625
28.18 ¡Hola Sublayout! 632
28.19 ¡Hola Subpanel! 636
28.20 ¡Hola Multi-layout! 637
28.21 ¡Hola Scroll-Panel! 639
28.22 ¡Hola Layout dinámico! 641
28.23 ¡Hola Menu dinámico! 656
28.24 ¡Hola IP-Input! 664
28.25 ¡Hola Font Width! 665

29 ¡Hola Draw2d! 673
29.1 ¡Hola Draw2d! 673

30 ¡Hola WebView! 693
30.1 ¡Hola WebView! 693

31 ¡Hola Gráficos 3D! 701
31.1 ¡Hola Gráficos 3D! 701

32 ¡Hola Colisiones 2D! 729
32.1 ¡Hola Colisiones 2D! 729

33 Dibujando en una imagen 773
33.1 Dibujando en una imagen 773

34 DrawBig 783
34.1 DrawBig 783

34.2 Layout de DrawBig 783
34.3 Expansión de DrawBig 786
34.4 Vista de dibujo en DrawBig 787
34.5 Overlays en DrawBig 788
34.6 Multilayout en DrawBig 789
34.7 Animaciones en DrawBig 790
34.8 Coloreado de layouts en DrawBig 791
34.9 Ventanas superpuestas en DrawBig 792
34.10 Código fuente de DrawBig 793

35 Imágenes desde URLs 813
35.1 Imágenes desde URLs 813

36 Tabla de colores 821
36.1 Tabla de colores 821

37 Lectura/Escritura de Json 827
37.1 Lectura/Escritura de Json 827

38 Alternativa a STL 835
38.1 Alternativa a STL 835

4 Referencia de la librería 843

39 Librería Sewer 845
39.1 Tipos y Constantes 845
39.2 Funciones 850

40 Librería Osbs 905
40.1 Tipos y Constantes 905
40.2 Funciones 910

41 Librería Core 943
41.1 Tipos y Constantes 943
41.2 Funciones 954

42 Librería Geom2D 1101
42.1 Tipos y Constantes 1101
42.2 Funciones 1107

43 Librería Draw2D 1175
43.1 Tipos y Constantes 1175

43.2 Funciones 1180

44 Librería Gui **1237**
44.1 Tipos y Constantes 1237
44.2 Funciones 1253

45 Librería OSApp **1403**
45.1 Funciones 1403

46 Librería Encode **1409**
46.1 Tipos y Constantes 1409
46.2 Funciones 1409

47 Librería INet **1419**
47.1 Tipos y Constantes 1419
47.2 Funciones 1419

48 Librería OGL3D **1427**
48.1 Tipos y Constantes 1427
48.2 Funciones 1429

Parte 1

Guía del usuario

Capítulo 1

Inicio rápido

"...el número de instalaciones UNIX ha aumentado a 10, y se esperan más..."

Dennis Ritchie y Ken Thompson - Junio de 1972

1.1 Inicio rápido **5**
1.2 Inicio rápido en Windows **5**
1.3 Inicio rápido en macOS **7**
1.4 Inicio rápido en Linux **8**
1.5 Licencia MIT **10**
1.6 Conocimientos previos **10**
1.7 ¿Y ahora que? **11**

1.1. Inicio rápido

NAppGUI es un SDK para desarrollar proyectos software en lenguaje C que funcionen en cualquier plataforma de escritorio (Windows, macOS o Linux) (Figura 1.1). Se puede utilizar C++ pero no es indispensable. Podemos desarrollar un programa completo utilizando únicamente ANSI-C.

1.2. Inicio rápido en Windows

Antes de empezar necesitas tener instaladas estas herramientas (Figura 1.2):

- Visual Studio[1] para compilar bajo Windows. Microsoft ofrece la versión gratuita *Community*.

[1] `https://visualstudio.microsoft.com/vs/`

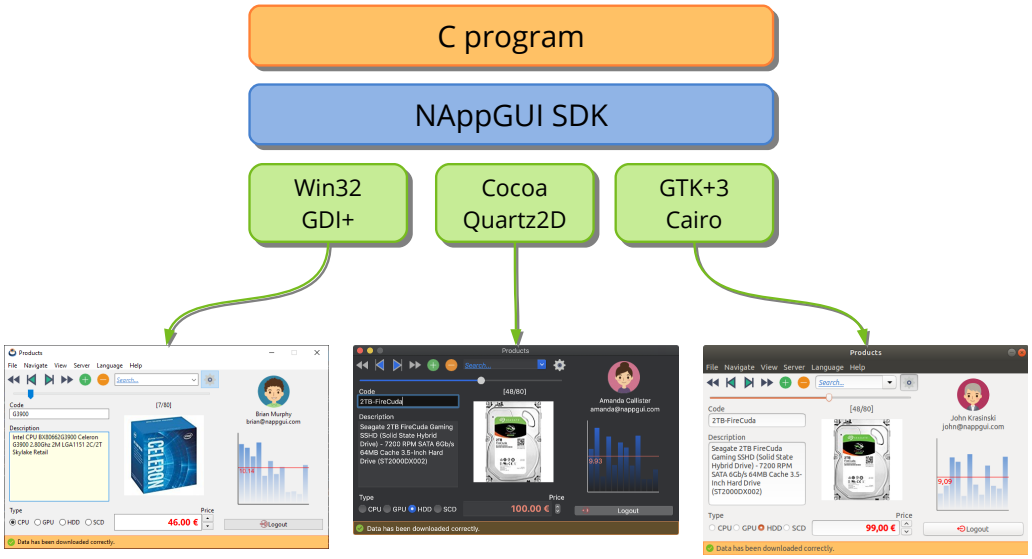


Figura 1.1: NAppGUI permite portar de manera sencilla aplicaciones escritas en ANSI C.

- CMake[2]. Herramienta multiplataforma para crear los proyectos de compilación de forma automática, a partir del código fuente. Ten la precaución de seleccionar ***Add CMake to the system PATH for all users*** durante la instalación (Figura 1.3).
- Git[3]. Para descargar el proyecto desde GitHub.

Figura 1.2: Herramientas básicas en Windows.

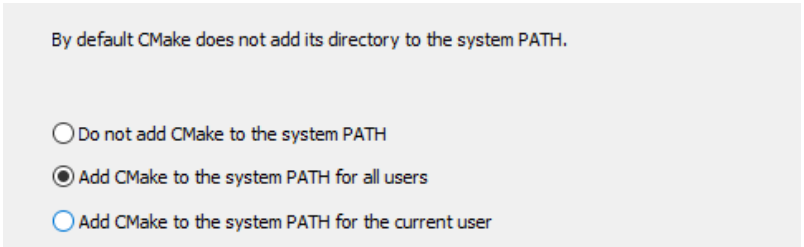


Figura 1.3: Acceso a CMake desde la línea de comandos.

Desde una consola en Windows:

[2] https://cmake.org/download/
[3] https://git-scm.com/

```
git clone --depth 1 https://github.com/frang75/nappgui_src.git
cd nappgui_src
cmake -S . -B build
cmake --build build --config Debug
```

Una vez compiladas, ya podrás ejecutar las aplicaciones de ejemplo existentes en el directorio `\build\Debug\bin` (Figura 1.4).

```
.\build\Debug\bin\Die.exe
.\build\Debug\bin\Bricks.exe
.\build\Debug\bin\Products.exe
.\build\Debug\bin\Col2dHello.exe
.\build\Debug\bin\GuiHello.exe
...
```

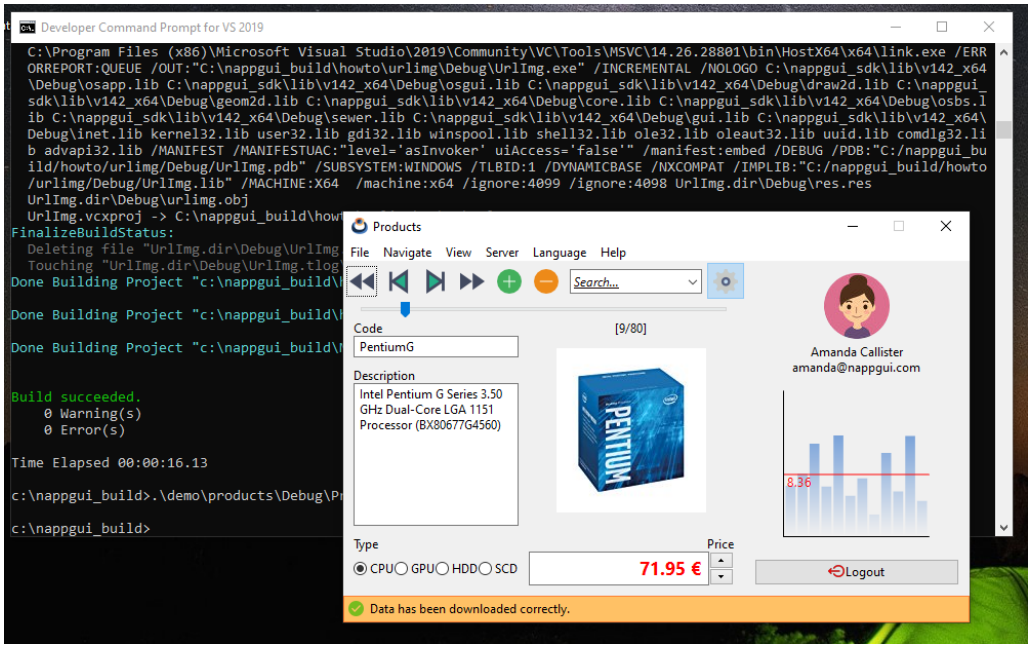


Figura 1.4: Ejecución del programa de ejemplo **Products** tras la compilación.

1.3. Inicio rápido en macOS

Antes de empezar, asegurate que tienes instalado y configurado Xcode[4], entorno imprescindible para el desarrollo bajo macOS. También necesitarás descargar e instalar CMake desde www.cmake.org[5] (Figura 1.5).

[4] https://developer.apple.com/xcode/
[5] https://www.cmake.org

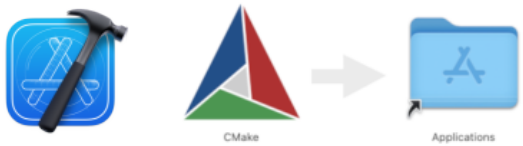


Figura 1.5: Xcode y CMake en macOS.

For defecto, CMake no configura el acceso por línea de comandos en macOS. Puedes crear enlaces simbólicos con ***sudo "/Applications/CMake.app/Contents/bin/cmake-gui" –install****.*

Abre un terminal en macOS:

```
git clone --depth 1 https://github.com/frang75/nappgui_src.git
cd nappgui_src
cmake -G Xcode -S . -B build
cmake --build build --config Debug
```

Una vez compiladas, ya podrás ejecutar las aplicaciones de ejemplo existentes en el directorio `/build/Debug/bin` (Figura 1.6).

```
./build/Debug/bin/Die.app/Contents/MacOS/Die
./build/Debug/bin/Bricks.app/Contents/MacOS/Bricks
./build/Debug/bin/Products.app/Contents/MacOS/Products
./build/Debug/bin/Col2dHello.app/Contents/MacOS/Col2dHello
./build/Debug/bin/GuiHello.app/Contents/MacOS/GuiHello
...
```

1.4. Inicio rápido en Linux

Antes de empezar, asegúrate que tienes instalados los compiladores, herramientas y librerías necesarias:

```
// Development tools
sudo apt-get install build-essential
sudo apt-get install git
sudo apt-get install cmake

// Development libraries (*)
sudo apt-get install libgtk-3-dev                          // Mandatory Gui
    ↪ Toolkit
sudo apt-get install libcurl4-openssl-dev                  // For HTTP support
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.1-dev                 // For WebView support
sudo apt-get install mesa-common-dev libglu1-mesa-dev libegl1-mesa-dev  // For
    ↪ OpenGL support
```

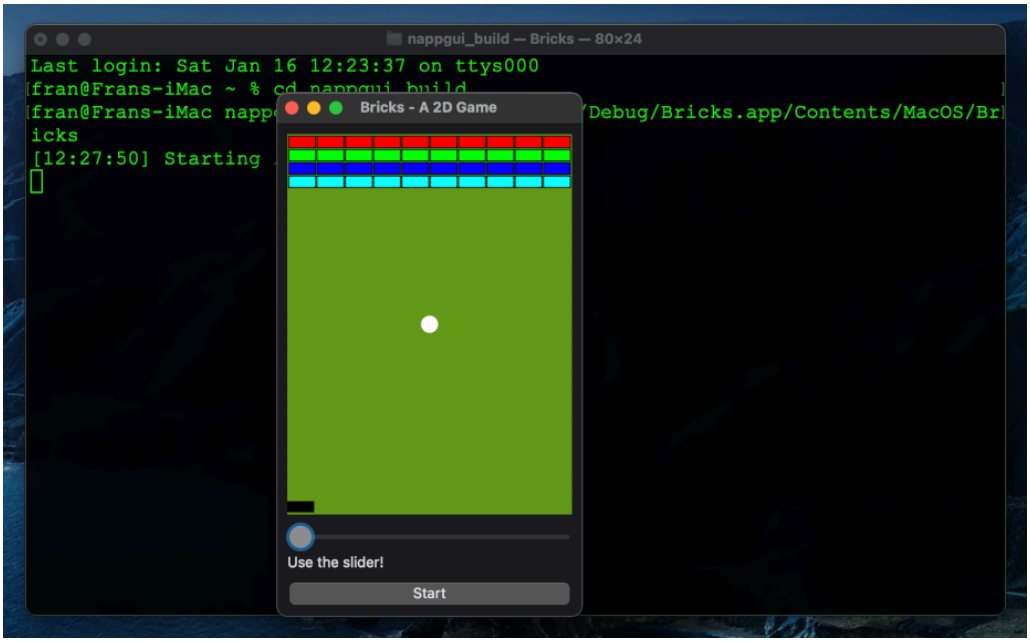


Figura 1.6: Ejecución del programa de ejemplo **Bricks** tras la compilación.

(*) Instalar explícitamente estas librerías solo es necesario en máquinas que vayan a compilar aplicaciones basadas en NAppGUI. Para ejecutar las aplicaciones no es necesario instalar nada, ya que las versiones de producción de estas librerías se encuentran de forma natural en la mayoría de distribuciones Linux.

Abre un terminal:

```
git clone --depth 1 https://github.com/frang75/nappgui_src.git
cd nappgui_src
cmake -S . -B build -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug
cmake --build build -j 4
```

Una vez compiladas, ya podrás lanzar las aplicaciones de ejemplo existentes en el directorio `/build/Debug/bin` (Figura 1.7).

```
./build/Debug/bin/Die
./build/Debug/bin/Bricks
./build/Debug/bin/Products
./build/Debug/bin/Col2dHello
./build/Debug/bin/GuiHello
...
```

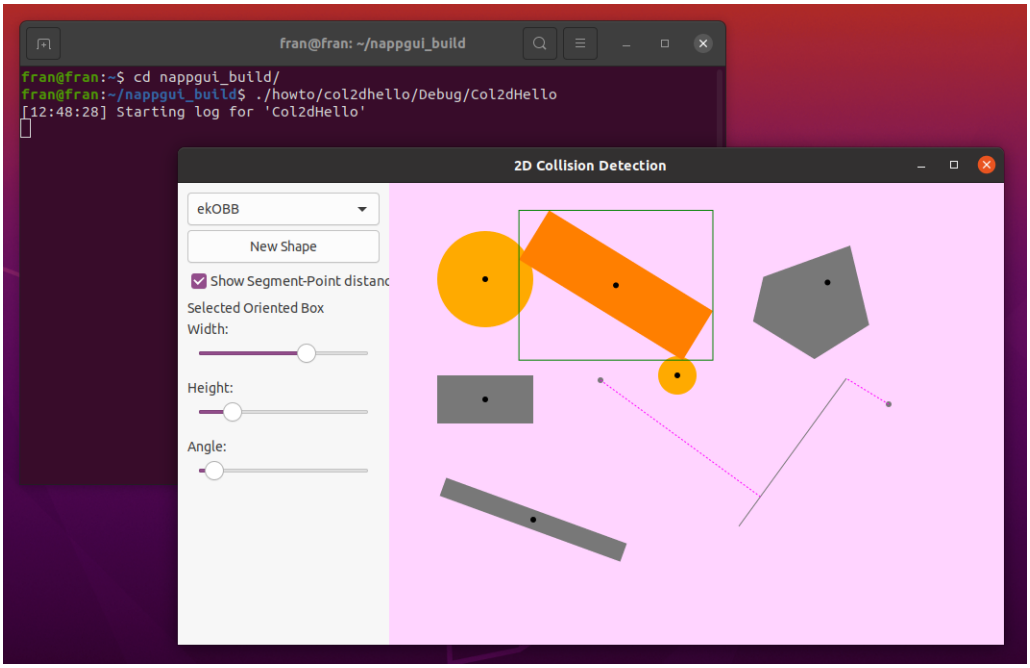


Figura 1.7: Ejecución del programa de ejemplo **Col2dHello** tras la compilación.

1.5. Licencia MIT

NAppGUI se distribuye bajo licencia MIT lo que significa, en esencia, que tienes total libertad para utilizar este software de forma libre y gratuita, tanto en proyectos comerciales como libres. La única restricción es que debes incluir una copia de esta Licencia[6] en cada parte sustancial del software que distribuyas.

1.6. Conocimientos previos

Este libro no está dirigido a principiantes. Si bien el proyecto NAppGUI está orientado a simplificar la construcción de aplicaciones multiplataforma, requiere ciertos conocimientos previos por parte del usuario. Necesitarás, al menos, desenvolverte con soltura en C ó C++ ya que en ningún momento nos detendremos a explicar conceptos básicos de programación. Si vienes de Java o C# te convendría dar un repaso a los **punteros**. También necesitarás cierta habilidad con los entornos de desarrollo Visual Studio, Xcode y herramientas Unix como gcc, make o el intérprete de comandos.

Por otro lado, si eres un usuario avanzado, encontrarás un sistema sencillo para crear aplicaciones en C muy rápidas y de tamaño reducido que compilarán sin cambios en todos

[6] `https://www.nappgui.com/en/legal/license.html`

los entornos de escritorio. También tendrás a tu disposición un conjunto de librerías C para crear interfaces de usuario o aplicaciones por línea de comandos, sin necesidad de ensuciar tus proyectos con las engorrosas plantillas de clases que proporcionan **stl** o **boost**.

1.7. ¿Y ahora que?

- En *"Bienvenidos a NAppGUI"* (Página 13) continuamos con el tutorial.
- En *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) vemos el código mínimo de una aplicación de escritorio.
- En *"Compilar NAppGUI"* (Página 65) vemos como compilar e instalar NAppGUI.
- En *"Crear nueva aplicación"* (Página 71) empezarás a crear tus propias aplicaciones.
- En *"NAppGUI API"* (Página 151) tienes la documentación de las librerías y funciones.
- En *"Products"* (Página 497) tienes el código fuente de una aplicación de tamaño medio.

Capítulo 2

Bienvenidos a NAppGUI

Mientras que otros estaban contentos con escribir programas que solo resolvieran problemas, los primeros hackers estaban obsesionados con escribir programas que resolvieran problemas bien. Un nuevo programa que alcanzara el mismo resultado que otro existente pero que usase menos tarjetas perforadas se consideraba mejor, aunque hiciera lo mismo. La diferencia fundamental era cómo el programa lograba su resultado. - ***elegancia****.*

Jon Erickson - Hacking: The Art of Exploitation

2.1 Bienvenidos a NAppGUI **13**
2.2 APIs originales **15**
2.3 Basado en C **16**
2.4 Sin editores visuales **16**
2.5 Dependencias **18**
2.6 Bajo y alto nivel **21**

2.1. Bienvenidos a NAppGUI

NAppGUI es un SDK para crear aplicaciones nativas multiplataforma en C. Por **software nativo** entendemos aquel que se compila/ensambla utilizando las instrucciones específicas de la CPU (no está interpretado ni utiliza bytecode) y por **multiplataforma** la capacidad de generar versiones para Windows, macOS y Linux utilizando la misma base de código fuente (Figura 2.1). Desde sus primeras funciones escritas en agosto de 2010, el principal objetivo de NAppGUI ha sido simplificar al máximo la ardua tarea de crear aplicaciones con interfaz gráfica en C. Aunque ya existen diferentes soluciones, nosotros hemos optado por la simplicidad creando una ligera capa de abstracción que encapsula las tecnologías nativas, las unifica bajo un mismo API y añade cierta lógica para la gestión

y automatización de tareas. Siendo algo más específicos, la filosofía en la que se basa el proyecto y algunas de sus características son:

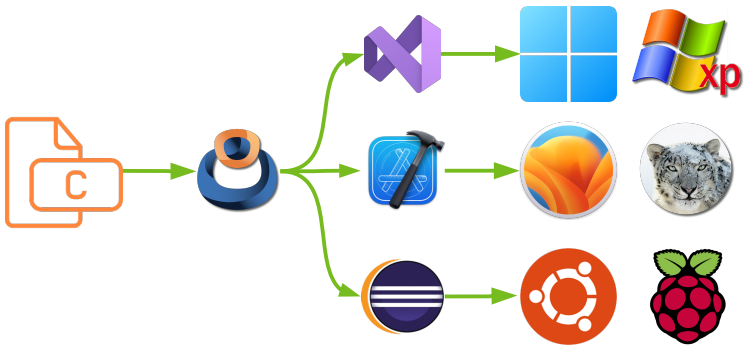


Figura 2.1: Desarrollo multiplataforma nativo con NAppGUI.

- Rápido prototipado, evolución y mantenimiento en aplicaciones **de verdad**, al margen de los simples ejemplos que encontramos en la literatura e Internet.
- La interfaz de usuario se describe mediante funciones ANSI-C, eliminando completamente el diseño visual. Este hecho facilita la creación de interfaces dinámicas, garantiza la portabilidad y posibilita el acceso al API desde cualquier lenguaje de programación.
- Las ventanas se componen y dimensionan automáticamente, sin que el programador tenga que indicar explícitamente las coordenadas y el tamaño de los controles.
- Es posible tener una aplicación completa en un solo archivo `.c`, eliminando los habituales archivos de recursos (`*.rc`, `*.xvid`, etc) y sus controladores asociados. El programador tiene total libertad a la hora de definir su propia estructura de archivos.
- Sincronización automática de las estructuras de datos internas con la interfaz o con canales de E/S. *"Data binding"* (Página 225).
- Gestión unificada de recursos lo que facilita la internacionalización. *"Recursos"* (Página 99).
- Traducciones entre idiomas en tiempo de ejecución sin necesidad de reiniciar la aplicación. *"Traducción en ejecución"* (Página 104).
- La versión compilada de NAppGUI ocupa menos de 1Mb, y se distribuye en varias librerías estáticas que generan ejecutables de tamaño muy reducido. Esta es una gran ventaja con respecto a otras soluciones que requieren la distribución de pesadas *.DLLs*, en ocasiones más grandes que la aplicación en sí.
- Apariencia nativa: Las aplicaciones se integrarán en cada sistema respetando su estética original (Figura 2.2).

- *Back-ends*. El núcleo de NAppGUI proporciona estructuras y objetos para la creación de aplicaciones en línea de comandos, muy eficientes en servidores Windows o Linux.

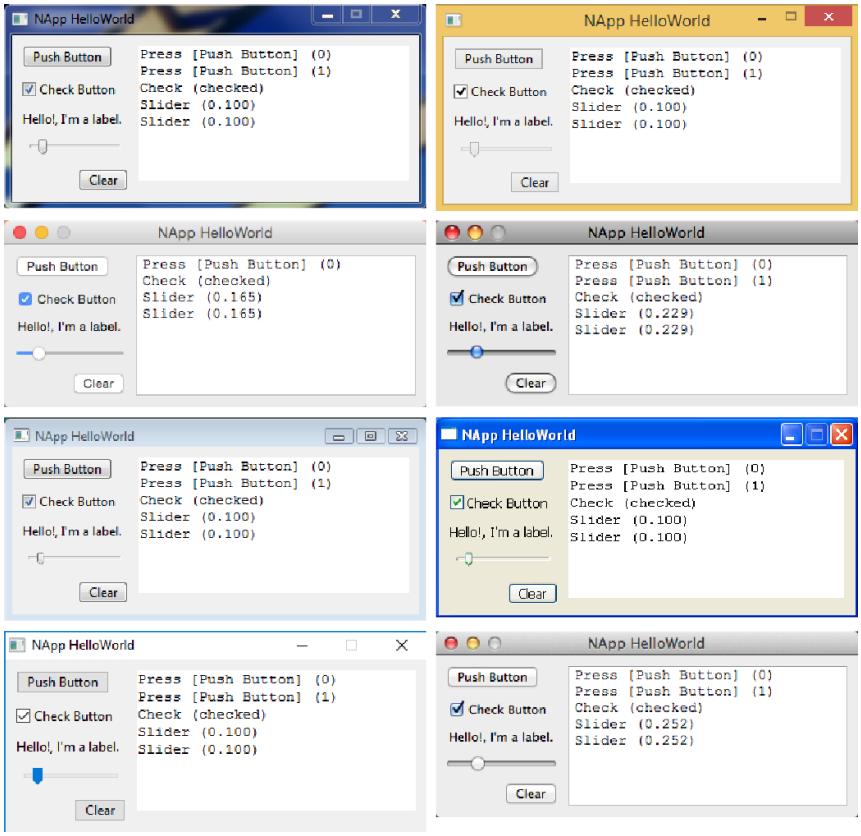


Figura 2.2: Apariencia nativa de la demo *Hello, World!*.

2.2. APIs originales

Microsoft, Apple y GNU/Linux proponen diferentes APIs para interactuar con sus sistemas. Esto significa que la misma aplicación debe ser reescrita para que funcione correctamente en cada plataforma. NAppGUI proporciona un conjunto unificado de funciones para crear interfaces gráficas de usuario y permitir el acceso directo a los recursos de la máquina (memoria, disco, red, etc.) (Figura 2.3). Cada implementación tiene en cuenta las condiciones particulares de la plataforma de destino y utiliza los comandos nativos apropiados para realizar la tarea de la manera más óptima posible.

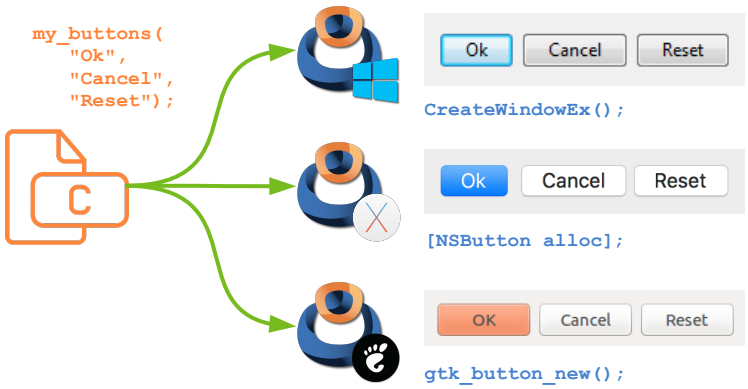


Figura 2.3: Llamadas a las APIs nativas, desde el mismo código fuente.

2.3. Basado en C

A pesar de que hoy en día disponemos de una gran cantidad de lenguajes de programación, el lenguaje C sigue siendo el más potente y portable del mundo. El núcleo de Windows, macOS, Linux, Android, iOS y otros grandes programas están escritos en gran parte en C. En el mundo de las aplicaciones, su uso se ha visto disminuido un poco a favor de otros con más *glamour*. Tal vez esta sea una de las razones por las que la ley de Wirth[1] sea cada vez día más cierta.

> *"El software se ralentiza más deprisa de lo que se acelera el hardware."*

NAppGUI está escrito, prácticamente en su totalidad, en lenguaje C con pequeñas partes en C++ y Objective-C. Este lenguaje es ampliamente soportado y compatible entre plataformas. En su desarrollo hemos prescindido de lenguajes minoritarios, propietarios o vinculados a una marca como: C#, Swift, Java u Objective-C. También de los interpretados (como Python o JavaScript) y de aquellos basados en máquinas virtuales (Java y C#) por la penalización en el rendimiento (Figura 2.4). Finalmente, no hemos utilizado C++, ya que no presentamos NAppGUI como una jerarquía de clases sino como una biblioteca de funciones. Nuestros objetivos han sido minimizar el impacto del SDK, simplificar la programación, aumentar la legibilidad y producir binarios de alto rendimiento.

2.4. Sin editores visuales

La creación de interfaces gráficas puede convertirse en un proceso tedioso, ya que es difícil saber de antemano el tamaño final de elementos que contienen texto o imágenes, como es el caso de los botones. Por otro lado, las ventanas son entidades dinámicas sujetas a

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Wirth%27s_law

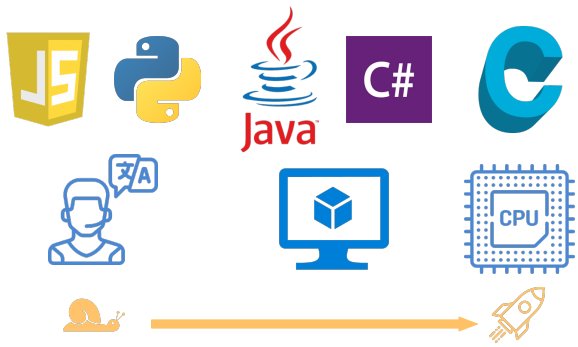


Figura 2.4: Intérprete, máquina virtual y código binario. Cuanto más nos acercamos al lenguaje máquina, mayor rendimiento obtendremos del software.

cambios en tiempo de ejecución (tamaño, traducción, cambio de subpaneles, áreas ocultas, etc.). Cuando usamos un editor visual, tenemos que ubicar los elementos en la posición y tamaño exactos (Figura 2.5). Esta es una tarea que requiere un uso intensivo del ratón, lo que ralentiza la conexión entre los objetos GUI y los controladores de eventos. En el ciclo de desarrollo, si los textos u otros elementos cambian (y por supuesto, cambiarán), tendremos que reubicar de nuevo los componentes a mano. Este problema crece en soluciones multilingües. Mantener a los desarrolladores moviendo píxeles y llenando formularios de propiedades es costoso para las empresas y muy aburrido para ellos. Todo esto sin mencionar que todos estos diseños visuales no serán compatibles entre plataformas (.rc Windows, .xib macOS, .glade GTK/Gnome, etc.).

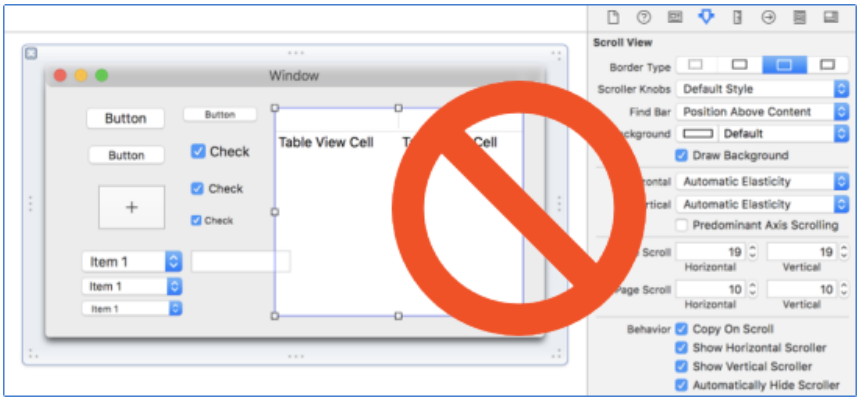


Figura 2.5: Los editores de recursos no son buenos aliados para crear complejas interfaces dinámicas.

Muchos programadores prefieren no mover las manos del teclado, ya que lo consideran mucho más productivo.

NAppGUI utiliza una estrategia declarativa, donde solo es necesario indicar la celda donde se ubicará el elemento dentro de una rejilla rectangular (`Layout`). El tamaño y

posición final se calcularán en tiempo de ejecución, realizando una composición recursiva de los *layouts* y *sublayouts* en función de su contenido (Listado 2.1) (Figura 2.6).

Listado 2.1: Creación de una ventana.

```
Panel *panel = panel_create();
Layout *layout = layout_create(1, 3);
Label *label = label_create();
Button *button = button_push();
TextView *view = textview_create();
Window *window = window_create(ekWINDOW_STD);
label_text(label, "Hello!, I'm a label");
button_text(button, "Click Me!");
layout_label(layout, label, 0, 0);
layout_button(layout, button, 0, 1);
layout_textview(layout, view, 0, 2);
layout_hsize(layout, 0, 250);
layout_vsize(layout, 2, 100);
layout_margin(layout, 5);
layout_vmargin(layout, 0, 5);
layout_vmargin(layout, 1, 5);
panel_layout(panel, layout);
window_panel(window, panel);
window_title(window, "Hello, World!");
```

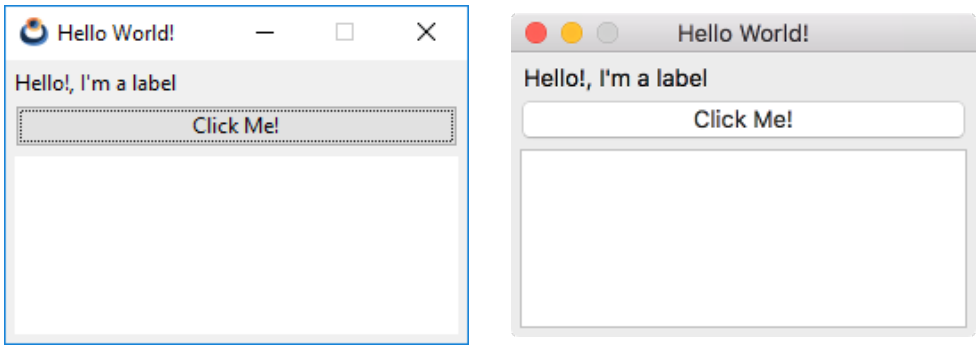


Figura 2.6: La composición declarativa es rápida, adaptable y portátil.

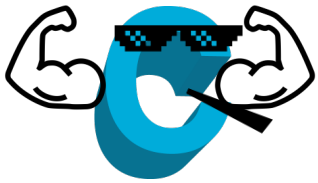
2.5. Dependencias

NAppGUI no utiliza librerías de terceros, tan solo conecta con las APIs nativas de cada sistema operativo. Este hecho, junto con el uso de C y el enlace estático, posibilita que:

- Las aplicaciones no necesitan entornos de ejecución adicionales, como ocurre con Python, Java o C#. Van directamente a la CPU a través del *scheduler* del sistema.
- Toda la aplicación puede estar contenida en un solo archivo `.exe`. Se enlaza el mínimo

código posible y no es necesario distribuir ninguna `.dll` adicional. A partir de la versión 1.3, NAppGUI puede compilarse como librerías dinámicas.

- Las aplicaciones ocupan muy poco espacio en disco, ya que todas sus dependencias se encuentran presentes de forma natural en los sistemas donde se ejecutan.
- El rendimiento es máximo, ya que están compiladas en código máquina nativo, utilizando el mayor nivel de optimización que soporta cada CPU.
- Se pueden editar, compilar y ejecutar en plataformas obsoletas a día de hoy como un Pentium III con Visual Studio 2005 y WindowsXP.
- Con NAppGUI podemos moverlas de Windows a macOS o Linux, sin tocar una sola línea de código fuente. Ver *"Generadores, compiladores e IDEs"* (Página 114).



Tres paquetes dentro del SDK actuarán como *wrappers* tecnológicos (Figura 2.7), ocultando los detalles específicos de cada plataforma bajo una interfaz común, sin que esto suponga una sobrecarga para el programa.

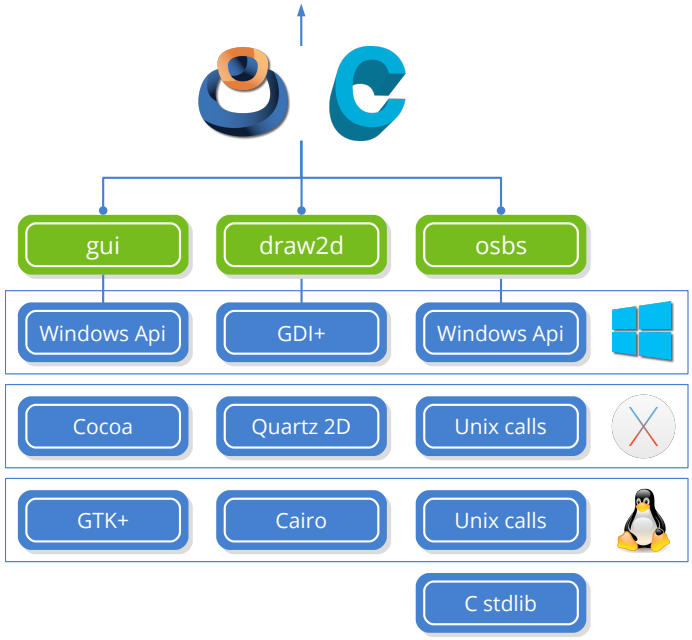


Figura 2.7: Diferentes tecnologías en la base de NAppGUI. En *"NAppGUI API"* (Página 151) tienes el esquema completo.

- *"Osbs"* (Página 176): *Operating System Basic Services*. API sobre archivos y directorios, procesos, hebras, memoria, etc.
- *"Draw2D"* (Página 284): API sobre dibujo vectorial 2d, imágenes y fuentes tipográficas.
- *"Gui"* (Página 328): API sobre interfaces gráficas: Ventanas, controles y menús.
- **Llamadas al sistema Unix**: En sistemas tipo Unix (Linux, macOS) es la forma en que un programa se comunica con el núcleo para realizar alguna tarea relacionada con archivos, procesos, memoria, red o hardware en general.
- **API de Windows**: Es el API de más bajo nivel proporcionado por Microsoft para la programación bajo Windows. Es muy amplio e integra diferentes aspectos del desarrollo:
  - kernel32.dll: El equivalente a las llamadas Unix (archivos, procesos, memoria, etc).
  - ws2_32.dll: Proporciona funciones de red TCP/IP (Las llamadas Unix incluyen el soporte TCP/IP).
  - user32.dll, comctl32.dll, comdlg32.dll, uxtheme.dll: Implementa controles estándar para interfaces gráficas de usuario (etiquetas, cajas de edición, combos, barras de progreso, diálogos comunes, etc.).
- **Cocoa**: API de programación orientado a objetos de los sistemas Mac OSX (ahora macOS). Está escrito en Objective-C, por lo tanto, no es accesible directamente desde C "puro". Cocoa se basa en OpenStep, el API de NeXTSTEP, el sistema operativo creado por Steve Jobs cuando fue despedido de Apple. En 1996, Apple compra NeXT y recupera a Jobs, que utiliza su tecnología como base para el nuevo Macintosh. Muchas clases en Cocoa aún conservan el prefijo NS como herencia NeXTSTEP. Aunque hay un API basado en C de nivel inferior llamado Carbon, este se encuentra discontinuado desde Mac OSX 10.4 Tiger. No tiene acceso a todas las funcionalidades del sistema ni es compatible con las aplicaciones de 64 bits. Por tanto, Cocoa es el API actual de más bajo nivel para los sistemas de Apple.
- **Gtk+**: Acrónimo de **G**IMP **T**ool**K**it. Es una librería de alto nivel para crear interfaces gráficas con multitud de objetos predefinidos (llamados *widgets*). Es una de las más extendidas en sistemas GNU/Linux, pero en realidad es multiplataforma con versiones para Windows y macOS. Entornos de escritorio como Gnome, Xfce o aplicaciones como GIMP se basan en GTK.
- **GDI+**: Es la evolución de GDI *(Graphics Device Interface)*, un API de dibujo vectorial 2d desarrollado por Microsoft para la primera versión de Windows de 16 bits. GDI+ se introdujo con WindowsXP como un conjunto de clases C++ y está encapsulado en la plataforma .NET a través del espacio de nombres `System.Drawing`.

También es accesible directamente desde C a través del *GDI+ Flat API*, pero Microsoft recomienda utilizarla a través de las clases de C++. Incorpora mejoras sustanciales con respecto a GDI, como coordenadas de punto flotante, transformaciones afines, antialias, sombreado con degradados y compatibilidad con formatos de imagen como JPG, PNG o GIF. El dibujo con máscaras y la incompatibilidad con PDF son los dos inconvenientes más notables en comparación con Quartz 2D y Cairo, sus "competidores" directos en otras plataformas.

- **Quartz 2D**: Es el nombre comercial de *Core Graphics*, la poderosa API de dibujo del macOS. Al igual que Cocoa, Core Graphics es una evolución de las bibliotecas gráficas de NeXTSTEP y llegó a Apple después de la adquisición de NeXT. Quartz 2D se basa en los formatos Adobe PostScript y PDF, incorporando canal alfa y antialias. Los Mac clásicos (pre-NeXT) utilizaban la biblioteca *QuickDraw*, desarrollada inicialmente por Bill Atkinson para el Apple Lisa. Los macs modernos aún incorporan QuickDraw, pero Xcode ya no proporciona cabeceras, por lo que no se puede utilizar en nuevos proyectos. Core Graphics es un API basado en C y todas sus funciones comienzan con el prefijo **CG**.

- **Cairo**: Cairo es una librería de dibujo vectorial 2d basada en C. A diferencia de GDI+ o Quartz 2D, es multiplataforma, se puede descargar de forma independiente e incorporarla en cualquier proyecto (bajo licencia LGPL). Desde su versión 3, GTK+ utiliza Cairo para todas las tareas de dibujado de widgets. GTK+2 también utilizaba Cairo para generar los documentos PDF para imprimir. NAppGUI usa Cairo para implementar el API **draw2d** en la plataforma GNU/Linux, ya que esta librería se encuentra de forma natural en todos los entornos de escritorio basados en GTK+: Gnome, Cinnamon, LXDE, Mate, Pantheon, Sugar o Xfce. Técnicamente, Cairo es bastante avanzada, equiparándose a Quartz 2D en términos de funcionalidad. Admite transformaciones afines, máscaras de imagen, curvas de bezier, procesamiento de texto y dibujo sobre superficies PDF y PostScript.

- **C stdlib**: C es un lenguaje pequeño y hermoso, pero no proporciona funciones de apoyo adicionales. Durante la década de 1970, el lenguaje C se hizo muy popular y los usuarios comenzaron a compartir ideas sobre cómo resolver tareas comunes y repetitivas. Con su estandarización en la década de los 80, algunas de estas ideas se convirtieron en la librería estándar de C, que proporciona un conjunto básico de funciones matemáticas, manipulación de cadenas, conversiones de tipo y entrada/salida. NAppGUI integra de una forma u otra la funcionalidad de la librería estándar, por lo que no recomendamos su uso en aplicaciones finales (ver *"Sewer"* (Página 158)).

2.6. Bajo y alto nivel

Durante su diseño e implementación, NAppGUI ha tratado de mantener un balance equilibrado entre la programación de bajo y alto nivel. Los amantes del bajo nivel encon-

trarán una especie de *librería C extendida y multiplataforma* para acceder al sistema, los elementos de interfaz y los comandos de dibujo. No obstante, aún conservarán el poder para crear código optimizado y el acceso directo a la memoria. ¡Recuerda, estamos en C!

Por otro lado, NAppGUI integra algunas soluciones de alto nivel como la gestión de recursos, la composición de interfaces, las traducciones automáticas o la vinculación de datos entre otras. NAppGUI también incorpora scripts CMake para la creación automatizada de proyectos en Visual Studio, Xcode o Eclipse/Make.

Finalmente, son los desarrolladores los que deciden con qué librerías enlazar según las necesidades del proyecto y con el grado de automatización que deseen adoptar. Cada aplicación basada en NAppGUI realiza un enlace estático de todas sus dependencias, por lo que ni el ejecutable ni su distribución final tendrán rastro de código binario innecesario. De esta manera, produciremos ejecutables autocontenidos de tamaño reducido que no requerirán de instalador ni incluirán megabytes de dependencias en forma de .DLLs.

Capítulo 3

¡Hola Mundo!

Érase una vez una compañía llamada Taligent. Taligent fue creada por IBM y Apple para desarrollar un conjunto de herramientas y bibliotecas como Cocoa. En el momento en que Taligent alcanzó cierto grado de madurez, Aaron conoció a uno de sus ingenieros en una feria comercial y le pidió que creara una aplicación simple: Una ventana con un botón. Cuando se hace clic en el botón, las palabras "¡Hola mundo!" Aparecen en un campo de texto. El ingeniero creó un proyecto y comenzó a crear subclases locamente tanto para la ventana como para el botón y el controlador de eventos. Luego comenzó a generar código: docenas de líneas para obtener el botón y el campo de texto en la ventana. Después de 45 minutos, todavía estaba intentando que la aplicación funcionara. Un par de años después, Taligent cerró silenciosamente sus puertas para siempre.

Hillegass, Preble & Chandler - Cocoa Programming for OSX.

3.1 ¡Hola Mundo! 23
3.2 El programa completo 24
3.3 El esqueleto 26
3.4 El constructor 27
3.5 El panel principal 28
3.6 El destructor 28
3.7 Lanzar la ventana 28
3.8 Formato del Layout 29
3.9 Saliendo del programa 29
3.10 Eventos Button 30

3.1. ¡Hola Mundo!

Poco podemos decir del significado del programa *Hello World!* cada vez que nos enfrentamos a una nueva tecnología o metodología de programación. Por lo tanto, vamos al

grano.

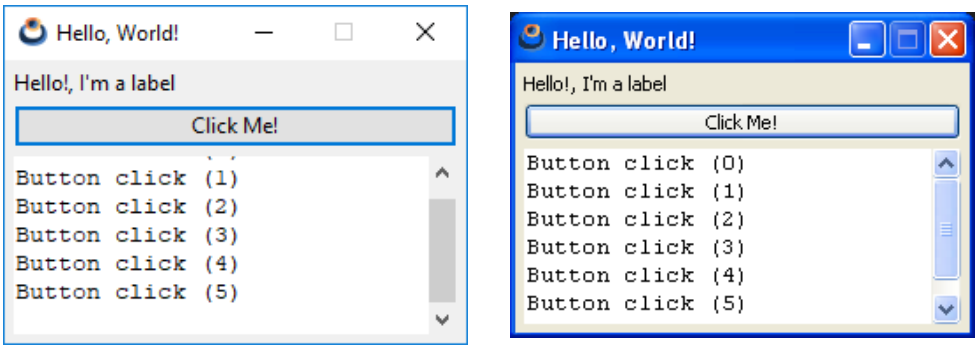


Figura 3.1: Windows 10 y WindowsXP.

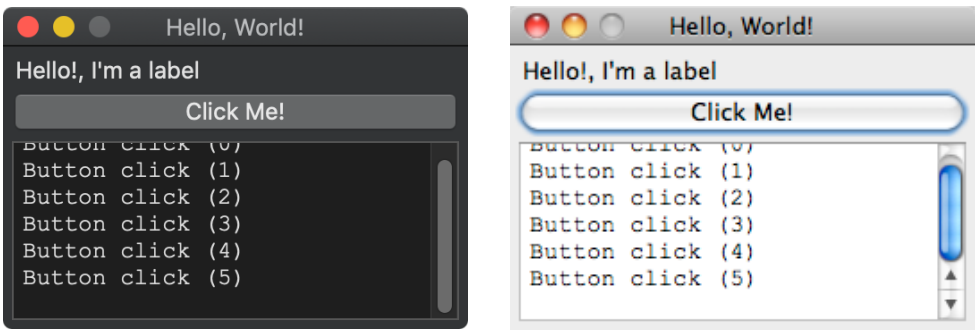


Figura 3.2: macOS 10.14 Mojave y MacOSX 10.6 Snow Leopard.

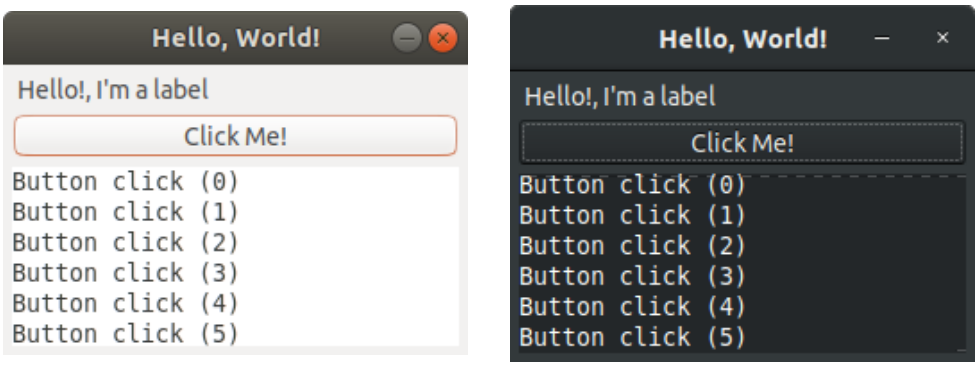


Figura 3.3: GTK+3 Ambiance (Ubuntu) y Adwaita Dark (Raspbian).

3.2. El programa completo

Listado 3.1: demo/hello/main.c

```c
/* NAppGUI Hello World */

#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    TextView *text;
    uint32_t clicks;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnButton(App *app, Event *e)
{
    textview_printf(app->text, "Button click (%d)\n", app->clicks);
    app->clicks += 1;
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Label *label = label_create();
    Button *button = button_push();
    TextView *text = textview_create();
    app->text = text;
    label_text(label, "Hello!, I'm a label");
    button_text(button, "Click Me!");
    button_OnClick(button, listener(app, i_OnButton, App));
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 0, 1);
    layout_textview(layout, text, 0, 2);
    layout_hsize(layout, 0, 250);
    layout_vsize(layout, 2, 100);
    layout_margin(layout, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
```

```
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Hello, World!");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

3.3. El esqueleto

Una aplicación NAppGUI comienza en `osmain`, una macro multiplataforma que unifica la iniciación de un programa de escritorio bajo diferentes sistemas. Está definida en `#include <osapp/osmain.h>` y recibirá cuatro parámetros: constructor, destructor, argumentos (`char_t`) y el tipo de objeto. De esta forma, cualquier esqueleto básico se ve así:

```
#include "nappgui.h"

typedef struct _app_t App;
struct _app_t
{
    Window *window;
};
```

```
static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    return app;
}

static void i_destroy(App **app)
{
    heap_delete(app, App);
}

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

La directiva `#include "nappgui.h"`, incluye gran parte de NAppGUI con una sola instrucción. Si lo prefieres, puedes optar por incluir las cabeceras por separado según sea necesario. En este caso, deberíamos reemplazar un solo `#include` por once. En el Manual de Referencia, se indica que cabecera incluir según el módulo de funciones que vayamos a utilizar.

```
#include <gui/button.h>
#include <gui/gui.h>
#include <gui/label.h>
#include <gui/layout.h>
#include <gui/panel.h>
#include <gui/textview.h>
#include <gui/window.h>
#include <geom2d/v2d.h>
#include <core/event.h>
#include <core/heap.h>
#include <core/strings.h>
```

3.4. El constructor

El primer parámetro de `osmain` es el constructor de la aplicación. Tan pronto como se inicia el programa, ciertas estructuras internas deben inicializarse, así como arrancar el ciclo de mensajes inherente a todas las aplicaciones de escritorio. Cuando todo esté listo, se llamará al constructor para crear el **objeto aplicación**. Este objeto puede ser de cualquier tipo y no necesita derivarse de ningún `class Application` o similar, estamos en C ;-). Dada la sencillez de este ejemplo, el objeto aplicación tan solo contiene una ventana.

```
static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    window_panel(app->window, panel);
```

```
    return app;
}
```

3.5. El panel principal

Para crear la ventana principal, necesitamos el **panel principal**, un contenedor que integra todos los controles de interfaz que se muestran en la ventana. El espacio dentro del panel está organizado en una cuadrícula invisible llamada `Layout`. Cada panel puede tener varios layouts y alternar entre ellos, pero al menos uno es necesario. Dentro de sus celdas ubicaremos los diferentes controles de interfaz.

```
static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Label *label = label_create();
    Button *button = button_push();
    TextView *text = textview_create();
    label_text(label, "Hello!, I'm a label");
    button_text(button, "Click Me!");
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 0, 1);
    layout_textview(layout, text, 0, 2);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

3.6. El destructor

Cuando la aplicación termine, `osmain` llamará al destructor (segundo parámetro de la macro) para liberar el objeto aplicación y todo lo que dependa de él, con el fin de realizar una salida limpia del programa. Pondremos **mucho énfasis en esto**, ya que el hecho de no liberar correctamente toda la memoria se considerará un grave error de programación.

```
static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}
```

3.7. Lanzar la ventana

Por defecto, NAppGUI crea todas las ventanas en modo oculto, por lo que es necesario visualizarlas explícitamente. Establecemos un título, una posición inicial y la lanzamos

con `window_show`. Observamos que en esta primera versión nuestra ventana no queda muy estética (Figura 3.4). En un momento le daremos formato.

```
static App *i_create(void)
{
   ...
   window_title(app->main_window, "Hello World!");
   window_origin(app->main_window, v2df(500, 200));
   window_show(app->main_window);
   ...
}
```

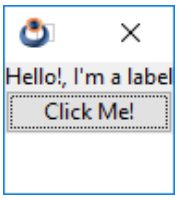


Figura 3.4: Primera versión de *¡Hola, Mundo!* (sin formato).

3.8. Formato del Layout

Para mejorar la apariencia de nuestra ventana, vamos a darle un poco de formato al diseño. Concretamente, vamos a establecer un ancho de columna y un alto para la tercera fila (control de texto). Después dejaremos un margen en el borde y una separación entre filas. (Figura 3.5).

```
layout_hsize(layout, 0, 200);
layout_vsize(layout, 2, 100);
layout_margin(layout, 5);
layout_vmargin(layout, 0, 5);
layout_vmargin(layout, 1, 5);
```

3.9. Saliendo del programa

Cuando presionamos el botón de cerrar la ventana principal, el programa no finaliza su ejecución. Esto es típico de las aplicaciones macOS, donde aún siguen corriendo en el Dock aunque no haya ninguna ventana abierta. NAppGUI sigue el mismo criterio de no cerrar el programa, por lo que debemos realizar una llamada explícita a la función `osapp_finish`. Para ello, capturaremos el evento `window_OnClose` mediante la macro `listener`.

```
static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
}
```

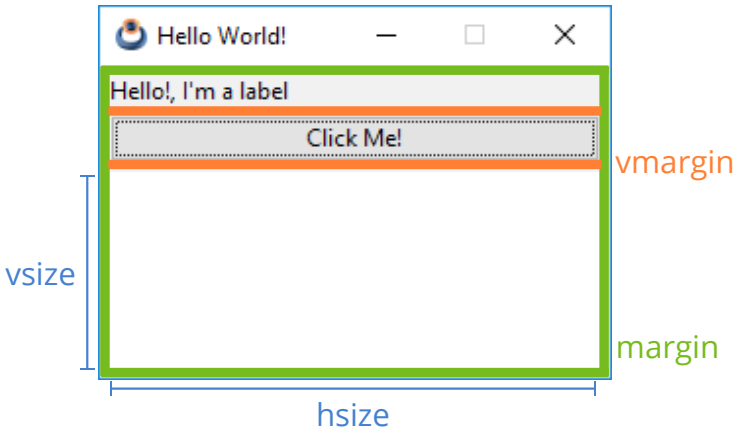


Figura 3.5: *¡Hola, Mundo!* tras el formateo del Layout.

```
static App *i_create(void)
{
   window_OnClose(app->main_window, listener(app, i_OnClose, App));
}
```

3.10. Eventos Button

Finalmente, capturaremos el evento *clic* del botón e imprimiremos un mensaje en el cuadro de texto cada vez que se pulse. Vamos a implementar el manejador `i_OnButton`, responsable de componer y mostrar el mensaje y lo conectaremos al control Button que hemos creado anteriormente.

```
static void i_OnButton(App *app, Event *e)
{
    textview_printf(app->text, "Button click (%d)\n", app->clicks);
    app->clicks += 1;
    unref(e);
}
...
button_OnClick(button, listener(app, i_OnButton, App));
```

Un evento es una acción que ocurre durante la ejecución del programa. El sistema operativo lo captura y nos lo envía a través de su manejador (definido en `listener()`). Más en "Eventos" (Página 257).

Capítulo 4

Uso de C

La mayoría de los lenguajes de programación contienen partes buenas y partes malas. Descubrí que podía ser un mejor programador usando solo las partes buenas y evitando las partes malas. Después de todo, ¿cómo se puede construir algo bueno con partes malas?

Douglas Crockford - JavaScript: The Good Parts.

4.1 Uso de C **31**
4.2 Tipos básicos **32**
4.3 Estructuras y uniones **34**
4.4 Control **35**
4.5 Funciones **37**
4.6 Ámbitos **38**
4.7 Punteros **39**
4.8 Preprocesador **40**
4.9 Comentarios **41**
4.10 Entrada/Salida **43**
4.11 Algoritmos matemáticos **43**

4.1. Uso de C

Programar de forma rápida, reducir la probabilidad de error, asegurar la portabilidad y generar binarios optimizados han sido los principales propósitos de NAppGUI desde sus inicios y eso incluye una revisión del propio lenguaje C. Se ha utilizado como base un **subconjunto del ANSI-C90** con los enteros de tamaño fijo `<stdint.h>`, característica introducida en C99. Recomendamos que las aplicaciones basadas en este SDK sigan la misma filosofía. Entrando más en detalle, los objetivos perseguidos han sido estos:

- Máxima portabilidad: Incluso en compiladores ya desfasados como MSVC 8.0 (Visual Studio 2005) o GCC 4.2 (Xcode 3). Las últimas características del lenguaje pueden no estar disponibles en plataformas donde debas portar tu código (piensa en dispositivos embebidos). También aseguras que dicho código será compatible con las futuras versiones de los principales compiladores.
- Focalizar la atención: En el "que" y no en el "como". Hay veces que volvemos complicado lo sencillo tan solo por justificar el uso de esa nueva característica tan "cool". También es posible que seas un adicto por "estar a la última", lo que te obligará a "modernizar" el código para adaptarlo a una nueva versión del estándar. Céntrate en resolver el problema que tengas delante y, si puedes invertir más tiempo, en bajar la complejidad asintótica de tu solución. NAppGUI se encargará de que tus aplicaciones funcionen allá donde sea necesario.
- Evitar características poco relevantes: Como el soporte multi-hilo (`<threads.h>`) de C11. Esto se resuelve con llamadas al sistema. Ver *"Hebras"* (Página 180).
- Rápida compilación: Determinadas construcciones del C no son más que una especie de "ensamblador portátil", que el compilador puede interpretar y traducir de una manera increíblemente eficiente.
- Binarios pequeños y rápidos: Derivada de la anterior, el código generado requerirá pocas sentencias en ensamblador y será muy sencillo de optimizar por parte del compilador.

Evidentemente, este no es lugar para aprender C ni es nuestra pretensión. El núcleo del lenguaje es pequeño y fácil de recordar, pero programar bien requiere años de práctica. Lo que haremos aquí es mostrar la mínima expresión del lenguaje que utilizamos diariamente. En definitiva, estos son nuestros estándares.

4.2. Tipos básicos

- **Vacío:** `void`.
- **Booleano:** `bool_t`. Tipo de 8 bits con solo dos valores posibles `TRUE` (1) y `FALSE` (0).
- **Enteros:** `uint8_t`, `uint16_t`, `uint32_t`, `uint64_t`, `int8_t`, `int16_t`, `int32_t`, `int64_t`. Los enteros de tamaño fijo se introdujeron en C99 mediante `<stdint.h>`. Consideramos una ventaja saber que nuestras variables tendrán el mismo tamaño en todos los sistemas. Queda prohibido el uso de `int`, `long`, `short` o `unsigned`, con la única excepción de las funciones de comparación.

```
static int i_cmp_cir(const Cir2Dd *cir1, const Cir2Dd *cir2)
{
    return (cir1->r < cir2->r) ? 1 : -1;
```

```
}

arrst_sort(circles, i_cmp_cir, Cir2Dd);
```

- **Coma flotante:** `real32_t`, `real64_t`. No se utiliza `float` ni `double` por coherencia con los tipos enteros.
- **Carácter:** `char_t` (8 bits). Se utiliza "de facto" la representación UTF8 en todo el SDK, por lo que queda prohibido el acceso aleatorio a los elementos de una cadena, ya que se trata de una codificación de longitud variable. Se deben utilizar las funciones incluidas en *"Unicode"* (Página 163) o *"Strings"* (Página 205) para manipular arrays de carácteres. No se utilizan (ni se aconseja) los tipos `wchar_t`, `char16_t`, `char32_t` . No obstante, si tuvieses cadenas *wide-char* deberás convertirlas a UTF8 antes de utilizarlas en cualquier función de NAppGUI.

Uso de cadenas UTF8

```
/* Error! */
const char_t *mystr = "Ramón tiene un camión";
while (mystr[i] != '\0')
{
    if (mystr[i] == 'ó')
    {
        /* Do something */
    }
    else
    {
        i += 1;
    }
}

/* Correct! */
const char_t *it = mystr;
uint32_t cp = unicode_to_u32(it, ekUTF8);
while (cp != '\0')
{
    if (cp == 'ó')
    {
        /* Do something */
    }
    else
    {
        it = unicode_next(it, ekUTF8);
        cp = unicode_to_u32(it, ekUTF8);
    }
}

/* Avoid using wchar_t constants (when possible).
   wchar_t uses UTF16 encoding */
const wchar_t *mywstr = L"Ramón tiene un camión";
```

```
char_t mystr[512];

unicode_convers((const char_t*)mywstr, mystr, ekUTF16, ekUTF8, sizeof(
    ↪ mystr));

/* This is a NAppGUI function (UTF8-Encoding) */
label_text(label, mystr);
```

- **Enumerados:** Su principal cometido es manejar la especialización y serán evaluados en exclusiva dentro de un `switch`. Queda prohibido asignar valores aleatorios a los elementos de un `enum`, salvo `1` al primero de ellos. Se considera `0` como **no inicializado** y `ENUM_MAX(align_t)` como **inválido**.

Definición de tipos enumerados

```
typedef enum _align_t
{
    ekTOP = 1,
    ekBOTTOM,
    ekLEFT,
    ekRIGHT
} align_t;
```

4.3. Estructuras y uniones

Definición de estructuras y uniones

```
typedef struct _layout_t Layout;
typedef union _attr_t Attr;

struct _layout_t
{
    Cell *parent;
    Panel *panel;
    bool_t is_row_major_tab;
    ArrSt(Cell) *cells;
    ArrPt(Cell) *cells_dim[2];
    real32_t dim_margin[2];
    color_t bgcolor;
    color_t skcolor;
};

union _attr_t
{
    struct _bool_
    {
        bool_t def;
    } boolt;
```

```
    struct _int_
    {
        int64_t def;
        int64_t min;
        int64_t max;
        int64_t incr;
        String *format;
    } intt;

    struct _real32_
    {
        real32_t def;
        real32_t min;
        real32_t max;
        real32_t prec;
        real32_t incr;
        uint32_t dec;
        String *format;
    } real32t;
};
```

Por lo general, las definiciones de estructuras no serán públicas y permanecerán ocultas en el `*.c`. Esto significa que no podrán declararse variables automáticas en el *"Segmento Stack"* (Página 172) y solo serán accesibles mediante funciones que acepten **objetos dinámicos opacos**.

Uso de punteros opacos

```
Layout *layout = layout_create(2, 2);
layout_edit(layout, edit, 0, 0);
layout_label(layout, label, 0, 1);
...
panel_layout(panel, layout);
```

```
/* Layout definition is hidden
   We do not know the content of Layout */
Layout layout;  /* Compiler error! */
```

Normalmente, todos los objetos dinámicos dispondrán de una función destructora. Si no existiera, es porque dicho objeto **solo tiene sentido como parte de otro**. Por ejemplo, no existe `layout_destroy()` ni `panel_destroy()`, pero sí `window_destroy` que se encargará de destruir toda la jerarquía de paneles y layouts asociados a la ventana.

4.4. Control

- **if/else**. Siempre abren un bloque `{...}`, a no ser que TODOS los caminos estén compuestos por una única sentencia. Por lo general, se evita el uso de funciones como argumentos del `if/else` con la excepción de **funciones puras**.

Uso de if/else

```
if (x == 1)
    i_do_something(j);
else
    i_do_nothing();

if (x == 1)
{
    j += 2;
    i_do_something(j);
}
else
{
    i_do_nothing();
}

if (bmath_sqrtf(sqlen) < 20.5f)
    i_do_something(j);
```

- **while**. Nada que comentar.
- **do/while**. No permitido. Utilizar `for` o `while`.
- **for**. Para bucles infinitos, se utiliza `for(;;)` en lugar de `while(TRUE)`, ya que evita warnings en algunos compiladores. Dado que hay compiladores basados en ANSI-C, como MSVC++ 8.0, **no utilizamos declaraciones de variables** dentro del `for()`, característica que fué incorporada en C99.

Uso de for

```
/* Infinite loop */
for(;;)
{
    ...
}

/* Will not work in some compilers (not used) */
for (uint32_t i = 0; i < 1024; ++i)
{
    ...
}

/* Ok */
uint32_t i = 0;
...
for (i = 0; i < 1024; ++i)
{
    ...
}
```

- **switch**. Únicamente se utiliza para discriminar entre los valores de un **enum**. NUNCA se evaluará otro tipo de datos en un `switch` ni tampoco se discriminará un `enum` dentro una construcción `if/else`. El compilador puede optimizar drásticamente el rendimiento de una construcción con estas características.

Uso de switch

```
switch(align) {
case ekTOP:
    ...
    break;

case ekBOTTOM:
    ...
    break;

case ekLEFT:
    ...
    break;

case ekRIGHT:
    ...
    break;

cassert_default();
}
```

4.5. Funciones

- Una función puede no devolver nada (`void`), un tipo básico o un puntero.
- Los parámetros de entrada siempre son **`const`** aunque sean tipos simples pasados por valor.
- Para cualquier parámetro de entrada que no sea de tipo básico se pasará por puntero. Nunca una estructura por valor.
- Para los parámetros de salida se utilizarán siempre punteros. En C no existen las referencias.

Parámetros en funciones.

```
uint32_t myfunc(const uint32_t input1, const Layout *input2, V2Df *output1
    ↪ , real32_t *output2);
```

- Se debe reducir al máximo la cantidad de funciones públicas, que se declararán en el `*.h` y se definirán en el `*.c`.

- Las funciones de apoyo (o privadas) se definirán `static`, dentro del módulo `*.c` y no tendrán declaración.

Función pública.

```c
/* layout.h */
void layout_hsize(Layout *layout, const uint32_t col, const real32_t wid);

/* layout.c */
void layout_hsize(Layout *layout, const uint32_t col, const real32_t wid)
{
    i_LineDim *dim = NULL;
    cassert_no_null(layout);
    cassert_msg(wid >= 0.f, "Column 'width' must be positive.");
    dim = arrst_get(layout->lines_dim[0], col, i_LineDim);
    cassert_no_null(dim);
    dim->forced_size = wid;
}
```

Función privada. Solo puede llamarse dentro de `layout.c`.

```c
/* layout.c */
static Cell *i_get_cell(Layout *lay, const uint32_t c, const uint32_t r)
{
    uint32_t position = UINT32_MAX;
    cassert_no_null(lay);
    cassert(c < arrst_size(lay->lines_dim[0], i_LineDim));
    cassert(r < arrst_size(lay->lines_dim[1], i_LineDim));
    position = r * arrst_size(lay->lines_dim[0], i_LineDim) + c;
    return arrst_get(lay->cells, position, Cell);
}
```

4.6. Ámbitos

Las variables se declaran al principio de un bloque y no podrán mezclarse con sentencias, a no ser que abramos un nuevo ámbito. Declaraciones mezcladas con sentencias es una característica de C++ añadida al estándar C99, pero no todos los compiladores de C la soportan. Sí que está permitido inicializar una variable llamando a una función.

Ámbitos de variables en C

```c
{
    /* Ok! */
    uint32_t var1 = 5;
    uint32_t var2 = i_get_value(stm);
    uint32_t var3 = i_get_value(stm);

    i_add_values(var1, var2, var3);
```

```
    /* Error in C90 compilers */
    uint32_t var4 = 6;

    /* Ok! */
    {
        uint32_t var4 = 6;
        ....
    }
}
```

4.7. Punteros

Al margen de las ventajas propias del uso de la aritmética de punteros a la hora de implementar ciertos algoritmos, en NAppGUI se utilizan punteros esencialmente en dos situaciones:

- Paso de parámetros a una función, cuando dicho parámetro no sea un tipo básico.

Paso de parámetros mediante punteros.

```
V2Df v1 = v2df(10, 43.5f);
V2Df v2 = v2df(-4.8f, val);
V2Df v3 = v2d_addf(&v1, &v2);

/* v2d.h */
V2Df v2d_addf(const V2Df *v1, const V2Df *v2);
```

- Manejo de objetos opacos. Donde la definición del `struct` no está disponible y, por tanto, la única forma de comunicarnos con el objeto es mediante funciones que acepten un puntero al mismo.

Uso de objetos opacos.

```
const V2Df pt[] = { {4,1}, {2,5}, {-3,5}, {-4,2}, {0,-3} };
Pol2Df *pol = pol2d_createf(pt, 5);
real32_t a = pol2d_areaf(pol);

...
pol2d_destroyf(&pol);

/* pol2d.h */
Pol2Df* pol2d_createf(const V2Df *points, const uint32_t n);

void pol2d_destroyf(Pol2Df **pol);

real32_t pol2d_areaf(const Pol2Df *pol);
```

Mención aparte merecen los **punteros a función** muy utilizados en C, pero menos en C++ ya que el lenguaje los oculta dentro de las **vtable**. No obstante, un puntero a

función estratégicamente colocado puede simplificarnos el hecho de añadir funcionalidad especializada a objetos ya existentes, sin tener que adoptar un diseño orientado a objetos mas purista.

Listado 4.1: Uso de punteros a función.

```
typedef struct _shape_t Shape;
typedef void(*FPtr_draw)(const Shape*, DCtx *ctx);

struct _shape_t
{
    ArrSt(V2Df) *points;
    Material *material;
    ...
    FPtr_draw func_draw;
};

static void i_draw_conceptual(const Shape *shape, DCtx *ctx)
{
    /* Do simple drawing */
}

static void i_draw_realistic(const Shape *shape, DCtx *ctx)
{
    /* Do complex drawing */
}

Shape *shape[N];
Shape *shape[0] = heap_new(Shape);
Shape *shape[1] = heap_new(Shape);
shape[0]->func_draw = i_draw_conceptual;
shape[1]->func_draw = i_draw_realistic;
...

for (i = 0; i < N; ++i)
    shape[i]->func_draw(shape[i], ctx);
```

4.8. Preprocesador

En nuestros estándares se hace un uso intensivo del preprocesador, sobre todo para la comprobación de tipos en tiempo de compilación. Esto ayuda a detectar errores en el código antes de ejecutar el programa (análisis estático), al contrario que el RTTI de C++ que lo hace una vez en marcha (análisis dinámico).

Uso del preprocesador para comprobar tipos.

```
#define arrst_destroy(array, func_remove, type)\
    ((void)((array) == (ArrSt(type)**)(array)),\
    FUNC_CHECK_REMOVE(func_remove, type),\
```

```
    array_destroy_imp((Array**)(array), (FPtr_remove)func_remove, (const char_t
        ↪ *)(ARRST#type)))

ArrSt(Product) *products = arrst_create(Product);
...
static void i_remove_product(Product *product)
{

}
...

/* 'products' and 'i_remove_product' will be checked at compile time */
arrst_destroy(&products, i_remove_product, Product);
```

> *El tipado dinámico no es necesariamente bueno. Obtiene errores estáticos en tiempo de ejecución, que realmente deberían poder detectarse en tiempo de compilación.* ***Rob Pike****.*

4.9. Comentarios

Por lo general se reducirá el uso de comentarios todo lo posible. Se pondrá un comentario al inicio de cada fichero a modo de descripción general. También utilizamos una línea de comentario como separador a la hora de implementar funciones.

stream.c

```
/* Data streams. Manage connection-oriented communication */

#include "stream.h"
#include "stream.inl"
#include "bfile.h"
#include "bmem.h"
...

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_func1(void)
{
    /* Do something */
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_func2(void)
{
    /* Do something */
}
```

Los comentarios tipo C++ `//Comment...` NO están permitidos, ya que generan warnings en ciertos compiladores `gcc -std=gnu90`.

Otro aspecto que queda **totalmente prohibido** es la inclusión de bloques de documentación dentro del código fuente, ni siquiera en las propias cabeceras. NAppGUI utiliza `ndoc` para tareas de documentación, una utilidad que permite crear documentos html/pdf enriquecidos con imágenes, referencias cruzadas, ejemplos, etc y que utiliza sus propios archivos totalmente separados del código. Otra ventaja añadida es la limpieza que presentan las cabeceras `*.h` de todos los módulos, donde se hace muy sencillo localizar aquello que buscamos.

Los bloques de documentación NO están permitidos.

```
/* Forbidden, non used */
/*! Gets the area of the polygon.
    \param pol The polygon.
    \return The area.
*/
real32_t pol2d_areaf(const Pol2Dd *pol);
```

Ejemplo de cabecera en NAppGUI.

```
/* 2d convex polygon */

#include "geom2d.hxx"

__EXTERN_C

Pol2Df* pol2d_createf(const V2Df *points, const uint32_t n);

Pol2Df* pol2d_copyf(const Pol2Df *pol);

void pol2d_destroyf(Pol2Df **pol);

void pol2d_transformf(Pol2Df *pol, const T2Df *t2d);

const V2Df *pol2d_pointsf(const Pol2Df *pol);

uint32_t pol2d_nf(const Pol2Df *pol);

real32_t pol2d_areaf(const Pol2Df *pol);

bool_t pol2d_ccwf(const Pol2Df *pol);

bool_t pol2d_convexf(const Pol2Df *pol);

__END_C
```

Todos los comentarios en NAppGUI se realizan en lenguaje Inglés.

4.10. Entrada/Salida

La entrada/salida no forma parte del lenguaje C como tal. A medida que el lenguaje se iba extendiendo a mediados de los 70, se fueron agrupando una serie de rutinas útiles en lo que pasó a formar la **Librería Estándar de C**. NAppGUI encapsula toda su funcionalidad en *"Sewer"* (Página 158), *"Osbs"* (Página 176) o *"Core"* (Página 199) implementándola generalmente como llamadas al sistema operativo, mucho más directas y eficientes.

Uso de funciones seguras de E/S.

```
/* Do not use cstdlib in applications */
#include <stdio.h>
FILE *fp = fopen("/tmp/test.txt", "w+");
fprintf(fp, "This is testing for fprintf...\n");
fclose(fp);

/* Use NAppGUI functions */
#include "stream.h"
Stream *stm = stm_to_file("/tmp/test.txt", NULL);
stm_printf(stm, "This is testing for stm_printf...\n");
stm_close(&stm);
```

*No se recomienda el uso de la **Librería Estándar de C**. Busca la función equivalente en **Sewer**, **Osbs** o **Core**.*

4.11. Algoritmos matemáticos

NAppGUI utiliza los *C++ templates* para implementar cualquier función o algoritmo matemático. Con esto se consigue ofrecer versiones `float` y `double` de manera elegante y con sencillo mantenimiento. Las plantillas están ocultas y no se exponen en el API, para que su uso siga siendo compatible con ANSI-C90. Para más información *"Plantillas matemáticas"* (Página 53).

NAppGUI hace uso interno de C++98 `template<>` para implementar todo lo relativo al cálculo matemático.

Capítulo 5

Uso de C++

Los servidores web están escritos en C y, si no lo están, están escritos en Java o C++, que son derivados de C, o en Python o Ruby, que se implementan en C.

Rob Pike

5.1 Uso de C++ **45**
5.2 Encapsulación **46**
5.3 Callbacks de clase **46**
5.4 Combinar módulos C y C++ **48**
5.4.1 Uso de C desde C++ 48
5.4.2 Uso de C++ desde C 49
5.5 Sobrecarga de new y delete **49**
5.6 Hola C++ completo **50**
5.7 Plantillas matemáticas **53**

5.1. Uso de C++

La programación orientada a objetos (encapsulación, herencia y polimorfismo) es una herramienta muy poderosa para modelar cierto tipo de problemas. Sin embargo, en NAppGUI creemos que es incorrecto imponer una jerarquía de clases a nivel de SDK, ya que este es un nivel demasiado bajo. El SDK está más cerca del sistema operativo y de la máquina que de los problemas del mundo real resueltos por las aplicaciones, donde una estrategia orientada a objetos puede ser más acertada (o puede que no).

Aunque NAppGUI ha sido diseñado para crear aplicaciones en C "puro", es posible utilizar C++ o combinar ambos lenguajes. Daremos algunos consejos, portando nuestra aplicación *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) a C++ (Figura 5.1).

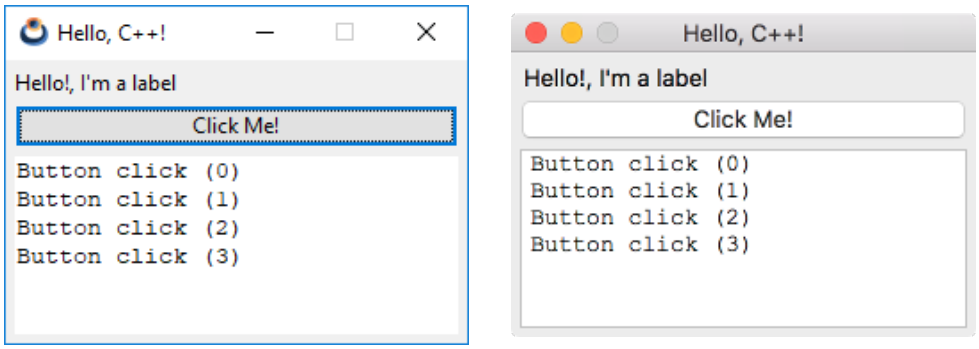


Figura 5.1: Migración de *¡Hola, mundo!* a C++.

5.2. Encapsulación

NAppGUI no impone ninguna jerarquía de clases, lo que deja al programador la libertad de realizar la encapsulación mediante sus propias clases. Evidentemente, dado que C++ incluye a C, podremos llamar a cualquier función C del SDK dentro de una función miembro. Por ejemplo, podemos encapsular la ventana principal de esta manera.

```
class MainWindow
{
public:
    MainWindow();
    ~MainWindow();

private:
    static void i_OnClose(MainWindow *window, Event *e);
    static void i_OnButton(MainWindow *window, Event *e);
    Panel *i_panel(void);

    Window *window;
    TextView *text;
    uint32_t clicks;
};
```

Como puedes ver, con respecto a la versión C, `i_panel` ya no necesita parámetros, ya que usa el puntero implícito `this` para acceder a los miembros de la clase.

5.3. Callbacks de clase

Los manejadores de evento son funciones C cuyo primer parámetro es un puntero al objeto que recibe el mensaje. Esto funciona de la misma manera usando funciones estáticas dentro de una clase de C++:

```
...
```

```
static void i_OnClose(MainWindow *window, Event *e);
...
window_OnClose(this->window, listener(this, i_OnClose, MainWindow));
...
```

Sin embargo, es posible que queramos utilizar funciones miembro como manejadores del evento, usando el puntero **this** como receptor. Para hacer esto, derivamos nuestra `MainWindow` de la interfaz `IListener` y usamos la macro `listen` en lugar de `listener()`.

```
class MainWindow : public IListener
{
...
    void i_OnClose(Event *e);
    void i_OnButton(Event *e);
...
};

void MainWindow::i_OnButton(Event *e)
{
    String *msg = str_printf("Button click (%d)\n", this->clicks);
    ...
}
...
button_OnClick(button, listen(this, MainWindow, i_OnButton));
...
```

`IListener` es una interfaz C++ que permite utilizar métodos miembro de una clase como manejadores de evento.

También es posible dirigir el evento a un objeto diferente (y de diferente clase) a la dueña control. Para ello indicamos el receptor como primer parámetro de `listen`, como vemos a continuación. La pulsación del botón de cierre será procesada en la clase `App` y no en `MainWindow`.

```
class App : public IListener
{
public:
    App();
    ~App();
    void i_OnClose(Event *e);

private:
    MainWindow *main_window;
};

class MainWindow : public IListener
{
```

```
public:
    MainWindow(App *app);
}

MainWindow::MainWindow(App *app)
{
   ...
   window_OnClose(this->window, listen(app, App, i_OnClose));
   ...
}

void App::i_OnClose(Event *e)
{
    osapp_finish();
}
```

Podemos establecer como receptor de eventos, cualquier objeto que implemente la interfaz `IListener`.

5.4. Combinar módulos C y C++

Un proyecto C/C++ selecciona el compilador en función de la extensión del archivo. Para ***.c** se utilizará el compilador C y para ***.cpp** el compilador C++. El mismo proyecto puede combinar módulos en ambos lenguajes si consideramos lo siguiente.

5.4.1. Uso de C desde C++

No hay problema si las declaraciones de funciones la cabecera de C están entre las macros: `__EXTERN_C` y `__END_C`.

```
__EXTERN_C

real32_t mymaths_add(const real32_t a, const real32_t b);

real32_t mymaths_sub(const real32_t a, const real32_t b);

__END_C
```

`__EXTERN_C` y `__END_C` son alias para `extern "C"{}`. Esto le dice al compilador de C++ que no use name mangling[a] con funciones en C.

[a] https://en.wikipedia.org/wiki/Name_mangling

5.4.2. Uso de C++ desde C

C no entiende la palabra clave `class` y dará un error de compilación al incluir cabeceras de C++. Es necesario definir una interfaz en C sobre código C++.

mywindow.h

```
__EXTERN_C

typedef struct _mywin_t MyWindow;

MyWindow *mywindow_create();

void mywindow_move(MyWindow *window, const real32_t x, const real32_t y);

__END_C
```

mywindow.cpp

```
class MainWindow
{
public:
    MainWindow();
    void move(const real32_t x, const real32_t y);
};

MyWindow *mywindow_create()
{
    return (MyWindow*)new MainWindow();
}

void mywindow_move(MyWindow *window, const real32_t x, const real32_t y)
{
    ((MainWindow*)window)->move(x, y);
}
```

5.5. Sobrecarga de new y delete

C++ utiliza los operadores `new` y `delete` para crear instancias dinámicas de objetos. Podemos hacer que las reservas se realicen a través de `Heap`, el gestor de *"Heap"* (Página 201) que incorpora NAppGUI, con el fin de optimizar C++ y controlar los *Memory Leaks*.

```
class MainWindow : public IListener
{
    ...
    void *operator new(size_t size)
    {
        return (void*)heap_malloc((uint32_t)size, "MainWindow");
```

```
    }

    void operator delete(void *ptr, size_t size)
    {
        heap_free((byte_t**)&ptr, (uint32_t)size, "MainWindow");
    }
    ...
};
```

5.6. Hola C++ completo

Listado 5.1: demo/hellocpp/main.cpp

```
/* NAppGUI C++ Hello World */

#include <nappgui.h>

class App;

class MainWindow : public IListener
{
  public:
    MainWindow(App *app);
    ~MainWindow();

    void *operator new(size_t size)
    {
        return (void *)heap_malloc((uint32_t)size, "MainWindow");
    }
    void operator delete(void *ptr, size_t size)
    {
        heap_free((byte_t **)&ptr, (uint32_t)size, "MainWindow");
    }

  private:
    void i_OnButton(Event *e);
    Panel *i_panel(void);

    Window *window;
    TextView *text;
    uint32_t clicks;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

class App : public IListener
{
  public:
    App();
    ~App();
```

```
    void i_OnClose(Event *e);
    void *operator new(size_t size)
    {
        return (void *)heap_malloc((uint32_t)size, "App");
    }
    void operator delete(void *ptr, size_t size)
    {
        heap_free((byte_t **)&ptr, (uint32_t)size, "App");
    }

  private:
    MainWindow *main_window;
};

/*--------------------------------------------------------------------------*/

void MainWindow::i_OnButton(Event *e)
{
    String *msg = str_printf("Button click (%d)\n", this->clicks);
    textview_writef(this->text, tc(msg));
    str_destroy(&msg);
    this->clicks += 1;
    unref(e);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

Panel *MainWindow::i_panel(void)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Label *label = label_create();
    Button *button = button_push();
    TextView *textv = textview_create();
    this->text = textv;
    label_text(label, "Hello!, I'm a label");
    button_text(button, "Click Me!");
    button_OnClick(button, IListen(this, MainWindow, i_OnButton));
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 0, 1);
    layout_textview(layout, textv, 0, 2);
    layout_hsize(layout, 0, 250);
    layout_vsize(layout, 2, 100);
    layout_margin(layout, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void App::i_OnClose(Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

MainWindow::MainWindow(App *app)
{
    Panel *panel = i_panel();
    this->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    this->clicks = 0;
    window_panel(this->window, panel);
    window_title(this->window, "Hello, C++!");
    window_origin(this->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(this->window, IListen(app, App, i_OnClose));
    window_show(this->window);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

MainWindow::~MainWindow()
{
    window_destroy(&this->window);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

App::App(void)
{
    this->main_window = new MainWindow(this);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

App::~App()
{
    delete this->main_window;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    return new App();
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_destroy(App **app)
{
    delete *app;
    *app = NULL;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

5.7. Plantillas matemáticas

En NAppGUI existen dos versiones para todas las funciones y tipos matemáticos (Listado 5.2): `float (real32_t)` y `double (real64_t)`. Podemos utilizar unos u otros según convenga en cada caso.

Listado 5.2: Cabecera `bmath.h` (parcial).

```
/* Math funcions */

#include "osbs.hxx"

__EXTERN_C

real32_t bmath_cosf(const real32_t angle);

real64_t bmath_cosd(const real64_t angle);

real32_t bmath_sinf(const real32_t angle);

real64_t bmath_sind(const real64_t angle);

extern const real32_t kBMATH_PIf;
extern const real64_t kBMATH_PId;
extern const real32_t kBMATH_SQRT2f;
extern const real64_t kBMATH_SQRT2d;

__END_C
```

*Todas las funciones y tipos en simple precisión acaban con el sufijo **"f"** y las de doble precisión en **"d"**.*

Cuando implementamos funciones geométricas o algebraicas más complejas, no es fácil tener claro de antemano cual es la precisión correcta. Ante la duda siempre podemos optar por utilizar `double`, pero esto tendrá un impacto en el rendimiento, sobre todo por el uso del ancho de banda de memoria. Pensemos en el caso de mallas 3D con miles de vértices.

Sería estupendo disponer de ambas versiones y poder utilizar una u otra según cada caso concreto.

Por desgracia el lenguaje C "puro" no permite programar con tipos genéricos, al margen de utilizar horribles e interminables macros. Deberemos implementar ambas versiones (`float` y `double`), con el coste de mantenimiento asociado. C++ resuelve el problema gracias a las plantillas (`template<>`). La contrapartida es que, normalmente, debemos "abrir" la implementación e incluirla en la cabecera `.h`, ya que el compilador no sabe generar el código máquina hasta que la plantilla se instancia con un tipo de dato concreto. Esto choca de frente con nuestros *"Estándares"* (Página 58), sobre todo en la parte relativa a la encapsulación de información. A continuación veremos como utilizar las `templates` de C++ para obtener lo mejor de ambos casos: Programación genérica, ocultar implementaciones y mantener las cabeceras "limpias".

Al igual que existe una cabecera `*.h` para cada módulo matemático, existe una contrapartida `*.hpp` utilizable únicamente desde módulos C++ (Listado 5.3).

Listado 5.3: Cabecera `bmath.hpp` (parcial).

```
/* Math funcions */

#include "osbs.hxx"

template<typename real>
struct BMath
{
    static real(*cos)(const real angle);

    static real(*sin)(const real angle);

    static const real kPI;
    static const real kSQRT2;
};
```

Estas plantillas contienen punteros a función, cuyas implementaciónes están ocultas en `bmath.cpp`. En (Listado 5.4) tenemos un ejemplo de uso.

Listado 5.4: Implementación de un algoritmo genérico.

```
#include "bmath.hpp"

template<typename real>
static void i_circle(const real r, const uint32_t n, V2D<real> *v)
{
    real a = 0, s = (2 * BMath<real>::kPI) / (real)n;
    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i, a += s)
    {
        v[i].x = r * BMath<real>::cos(a);
        v[i].y = r * BMath<real>::sin(a);
```

```
    }
}
```

Este algoritmo está implementado dentro de un módulo C++ (Listado 5.5), pero queremos poder llamarlo desde otros módulos, tanto C como C++. Para ello definiremos los dos tipos de cabecera: `*.h` (Listado 5.6) y `*.hpp` (Listado 5.7).

Listado 5.5: `mymath.cpp`. Implementación.

```
#include "mymath.h"
#include "mymath.hpp"
#include "bmath.hpp"

template<typename real>
static void i_circle(const real r, const uint32_t n, V2D<real> *v)
{
    real a = 0, s = (2 * BMath<real>::kPI) / (real)n;
    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i, a += s)
    {
        v[i].x = r * BMath<real>::cos(a);
        v[i].y = r * BMath<real>::sin(a);
    }
}

void mymath_circlef(const real32_t r, const uint32_t n, V2Df *v)
{
    i_circle<real32_t>(r, n, (V2D<real32_t>*)v);
}

void mymath_circled(const real64_t r, const uint64_t n, V2Dd *v)
{
    i_circle<real64_t>(r, n, (V2D<real64_t>*)v);
}

template<>
void(*MyMath<real32_t>::circle)(const real32_t, const uint32_t, V2D<real32_t>*)
    ↪  = i_circle<real32_t>;

template<>
void(*MyMath<real64_t>::circle)(const real64_t, const uint32_t, V2D<real64_t>*)
    ↪  = i_circle<real64_t>;
```

Listado 5.6: `mymath.h`. Cabecera C.

```
#include "geom2d.hxx"

__EXTERN_C

void mymath_circlef(const real32_t r, const uint32_t n, V2Df *v);

void mymath_circled(const real64_t r, const uint64_t n, V2Dd *v);
```

```
__END_C
```

Listado 5.7: `mymath.hpp`. Cabecera C++.

```
#include "v2d.hpp"

template<typename real>
struct MyMath
{
    void (*circle)(const real r, const uint32_t n, V2D<real> *v);
};
```

Ahora podemos utilizar nuestra librería matemática en C y C++, tanto en `float` como en `double` precisión (Listado 5.8).

Listado 5.8: Uso de `mymaths` en algoritmos genéricos C++.

```
#include "mymath.hpp"
#include "t2d.hpp"

template<typename real>
static void i_ellipse(const real r1, const real r2, const uint32_t n, V2D<real>
    ↪ *v)
{
    T2D<real> transform;
    T2D<real>::scale(&transform, r1, r2);

    MyMath<real>::circle(1, n, v);

    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
        T2D<real>::vmult(&transform, &v[i]);
}
```

Capítulo 6

Gestión de errores

Siempre hay un error más que arreglar.

Ellen Ullman

6.1 Gestión de errores **57**
6.2 Pruebas exhaustivas **57**
6.3 Análisis estático **58**
6.3.1 Estándares 58
6.3.2 Avisos del compilador 60
6.4 Análisis dinámico **61**
6.4.1 Deshabilitar Asserts 63
6.4.2 Depurando el programa 63
6.4.3 Registro de fallos 64
6.4.4 Auditor de memoria 64

6.1. Gestión de errores

Desarrollar software de cierto tamaño y complejidad puede convertirse en una tarea infernal, si no adoptamos medidas concretas para la prevención y rápida localización de los *bugs* de programación. Hablaremos a continuación de algunas estrategias que hemos utilizado en el desarrollo de NAppGUI y que puedes aplicar en tus propios proyectos.

6.2. Pruebas exhaustivas

Asegurar que nuestro software está libre de errores es tan "sencillo" como realizar una prueba para todos y cada uno de los casos a los que se va a enfrentar el programa (Figu-

ra 6.1).

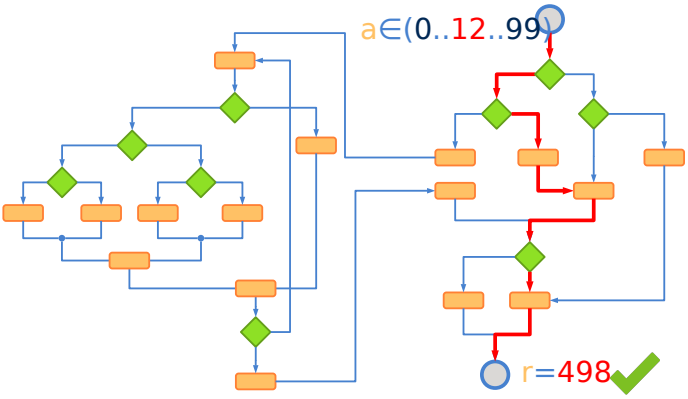


Figura 6.1: En las *pruebas exhaustivas* se utilizan todas las posibles combinaciones de los datos de entrada.

Ya desde ejemplos teóricos triviales, vemos que estamos tratando con un problema exponencial (Figura 6.2), que desbordará los recursos de cualquier sistema con relativamente pocas variables de entrada. Por tanto, podemos intuir que será **imposible garantizar** que nuestro software esté libre de errores ya que no será viable reproducir todos sus casos de uso. Sin embargo, podemos definir una estrategia que nos ayude a minimizar el impacto que estos tendrán en el producto final, detectándolos y corrigiéndolos lo antes posible.

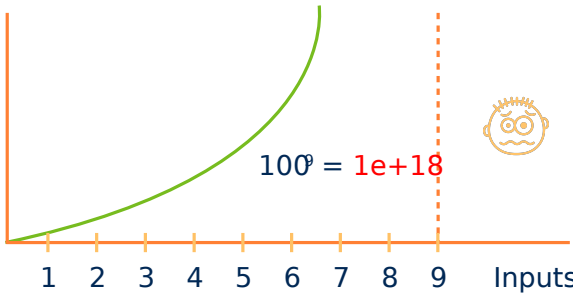


Figura 6.2: Con solo 9 variables de entrada (en rango 0..99) los recursos de cómputo se desbordarán.

6.3. Análisis estático

El análisis estático es aquel que se lleva a cabo **antes de ejecutar el programa** y consta de dos partes: El uso de **estándares** donde se aplican reglas y controles de calidad durante la propia escritura del código. Y los **avisos del compilador** que nos ayudarán a localizar potenciales errores en tiempo de compilación.

6.3.1. Estándares

El uso de estándares, entendidos como reglas que seguimos al programar, es algo esencial a la hora de mantener unos niveles mínimos de calidad en nuestros proyectos (Figura 6.3). De no aplicarlos, un programa de cierto tamaño se tornará anárquico, ilegible, difícil de

mantener y complicado de entender. En este escenario será fácil añadir nuevos errores a medida que manipulamos el código fuente.

Figura 6.3: El uso de estándares reducirán la probabilidad de *bugs*.

En realidad, es complicado diferenciar entre buenos y malos estándares, ya que dependerán del tipo de proyecto, lenguajes de programación, filosofía de la empresa y objetivos a priorizar. Podemos verlos como una *Guía de Estilo* que va evolucionando con el tiempo de la mano de la experiencia. Lo verdaderamente importante es concienciarnos de su utilidad, definirlos y aplicarlos. Por ejemplo, si decidimos nombrar variables con identificadores descriptivos en Inglés y guión bajo (`product_code`), todo nuestro código debería cumplir esta regla sin excepción. Vamos a ver algunos de los estándares que aplicamos dentro de NAppGUI. No son los mejores ni tienen porque adaptarse a todos los casos. Tan solo son los nuestros:

- Utilizar un subconjunto reducido del lenguaje, como hemos visto en *"Uso de C"* (Página 31). Por ejemplo, expresiones del tipo `*((int*)block + i++)= i+1`, están totalmente prohibidas. Son perfectamente válidas en C pero poco legibles y confusas. Algunos programadores piensan que el código críptico y compacto es mucho más mantenible, pero creemos que están equivocados.

- Prohibidos los comentarios, salvo en contadas ocasiones y muy justificadas. Si algo precisa de un comentario, reescríbelo. Un comentario que contradiga mínimamente al código que pretende clarificar produce más confusión que ayuda. Y es muy sencillo que queden obsoletos.

- Interfaces públicas reducidas y limpias. Los ficheros de cabecera (`*.h`) suponen un gran nivel de abstracción ya que reducen las conexiones entre componentes software (Figura 6.4). Permiten condensar, a modo de índice, cientos o miles de líneas de código en apenas quince o veinte funciones públicas. Está completamente prohibido incluir definiciones de tipos (irán en el `*.hxx`), comentarios (por supuesto) y bloques de documentación en archivos `.h`.

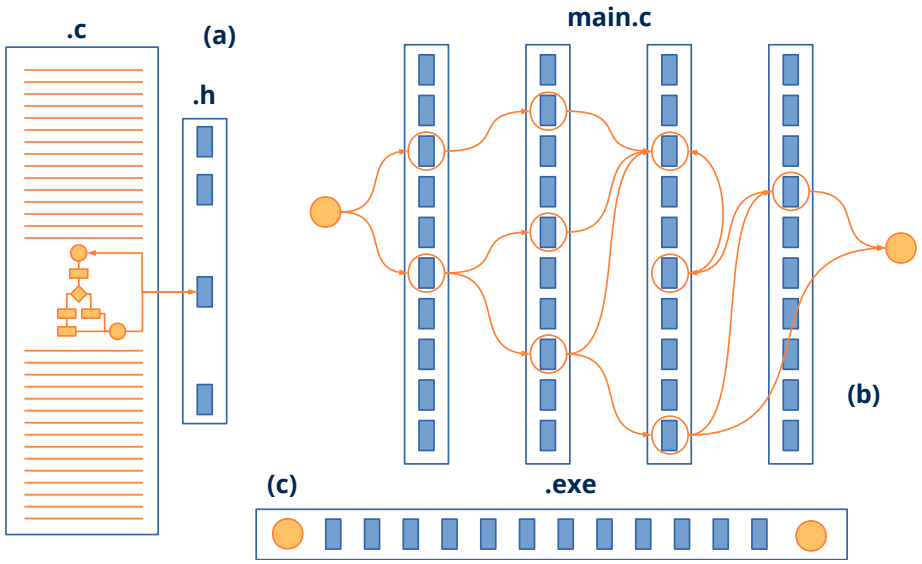


Figura 6.4: Las cabeceras `*.h` suponen un gran nivel de abstracción ocultando la complejidad de la solución **(a)**. Facilitan un desarrollo horizontal, basado en el problema, frente al aprendizaje vertical basado en APIs **(b)**. Ayudan al enlazador a reducir el tamaño del ejecutable **(c)**.

- Objetos opacos. Las definiciones de objetos (`struct _object_t`) se realizarán dentro de los ficheros de implementación (`*.c`) y nunca en el `*.h`. Los objetos se manipularán con funciones públicas que aceptan punteros a los mismos, ocultando siempre los campos que los componen. Este punto, junto con el anterior de las interfaces, delimita perfectamente las barreras entre módulos, marcando claramente cuando acaba un problema y empieza otro.

Las dos primeras reglas ayudan a reducir la complejidad interna de un módulo haciéndolo lo mas legible y menos críptico posible. Podríamos enriquecerlas con otras sobre indentación, estilo, nombrado de variables, etc. Nosotros seguimos con mas o menos rigor los consejos del genial libro *The Practice of Programming* (Figura 6.5).

6.3.2. Avisos del compilador

El compilador es nuestro gran aliado a la hora de examinar el código en busca de posibles fallos (Figura 6.6). Activar el mayor nivel posible de *warnings* es esencial para reducir errores derivados de la conversión de tipos, variables sin inicializar, código no alcanzable, etc. Todos los proyectos creados con NAppGUI se activará el mayor nivel de avisos posible, equivalente a `-Wall -Wpedantic` en todas las plataformas (Figura 6.7).

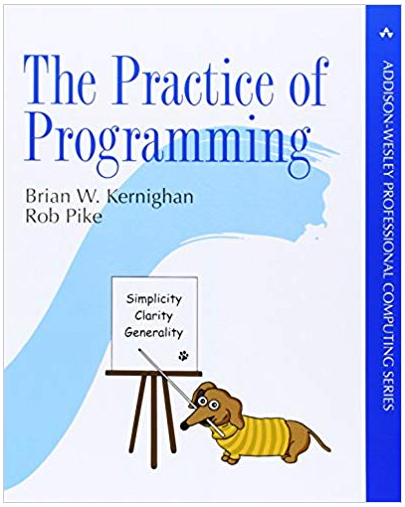


Figura 6.5: *The Practice of Programming* de Brian W. Kernighan y Rob Pike es una buena fuente de inspiración para definir tu propio estilo de programación.

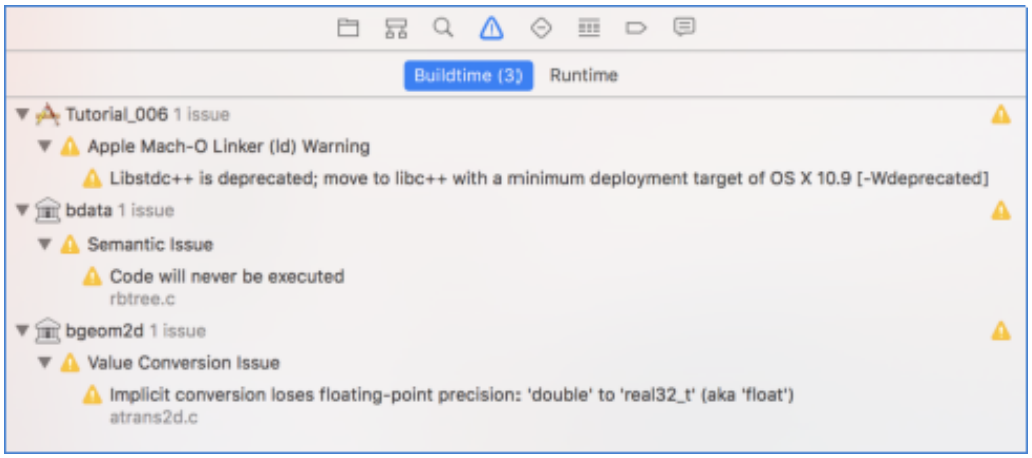


Figura 6.6: Corregir todos los *warnings* del compilador debe ser una prioridad.

6.4. Análisis dinámico

El análisis dinámico se realiza una vez el programa está en ejecución. Aquí nuestra principal arma son las auto-validaciones, implementadas como sentencias *"Asserts"* (Página 161). Los asserts son comprobaciones distribuidas a lo largo y ancho del código fuente, que son evaluadas en tiempo de ejecución cada vez que el programa pasa por ellas. Si una sentencia se resuelve como `FALSE`, el proceso se parará y se mostrará una ventana informativa (Figura 6.8).

```
void layout_set_row_margin(Layout *layout, const uint32_t row, const real32_t
    ↪ margin)
{
    cassert_no_null(layout);
```

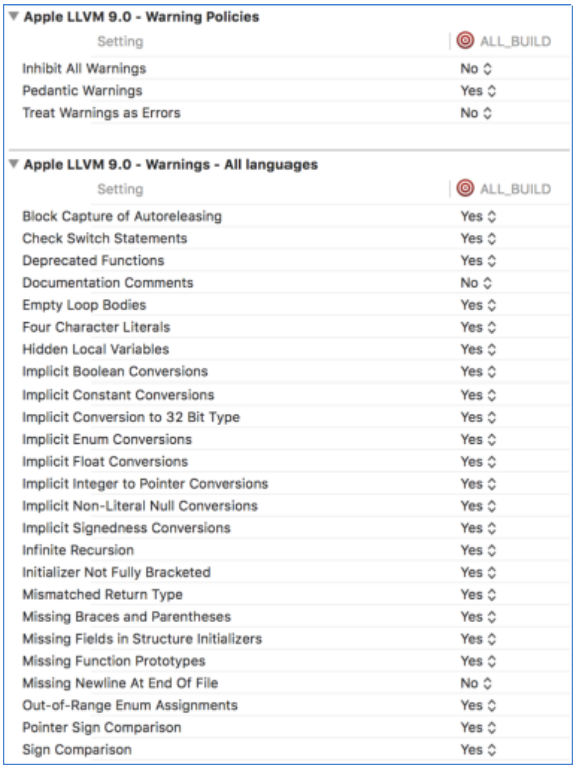


Figura 6.7: NAppGUI activa el mayor nivel de *warnings* posible.

```
    cassert_msg(row < layout->num_rows, "'row' out of range");
    ...
}
```

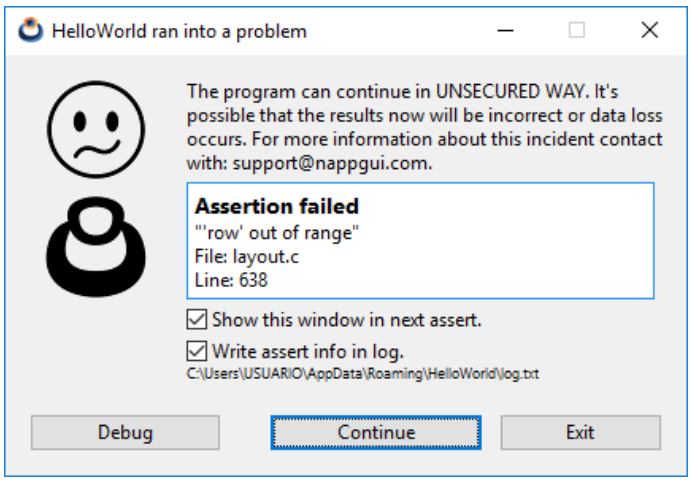


Figura 6.8: Ventana mostrada tras la activación de un assert.

> *Es posible también redirigir las sentencias* ***assert*** *a la salida estándar o al fichero de* ***Log****.*

6.4.1. Deshabilitar Asserts

Dentro del código del SDK de NAppGUI se hayan repartidas más de 5000 sentencias asserts, localizadas en puntos estratégicos, que constantemente evalúan la coherencia e integridad del software. Evidentemente, este número irá creciendo tras cada revisión, a medida que vaya integrándose mayor funcionalidad. Esto convierte al SDK en un auténtico campo de minas, donde cualquier error en el uso de las funciones del API será automáticamente notificado al programador. Dependiendo de la configuración que estemos utilizando, los asserts serán activados o desactivados:

- `Debug`: Las sentencias *assert* están activadas.
- `Release`: Las sentencias *assert* están desactivadas.
- `ReleaseWithDebInfo`: Como su nombre indica, activa todas los optimizaciones de Release, pero deja activadas las sentencias *assert*.

6.4.2. Depurando el programa

Cuando se activa un assert, el programa se detiene justo en el punto de la comprobación, mostrando la ventana de confirmación del assert. Si presionamos el botón `[Debug]`, accederemos al *call stack* (Figura 6.9), que es la actual pila de llamadas a función, desde el propio `main()` hasta el punto de parada actual *"Segmento Stack"* (Página 172). Navegando por la pila podemos chequear los valores de variables y objetos en cualquier nivel de llamada. Esto nos ayudará a identificar el origen del error, ya que la causa puede estar algunos niveles por debajo de la detección.

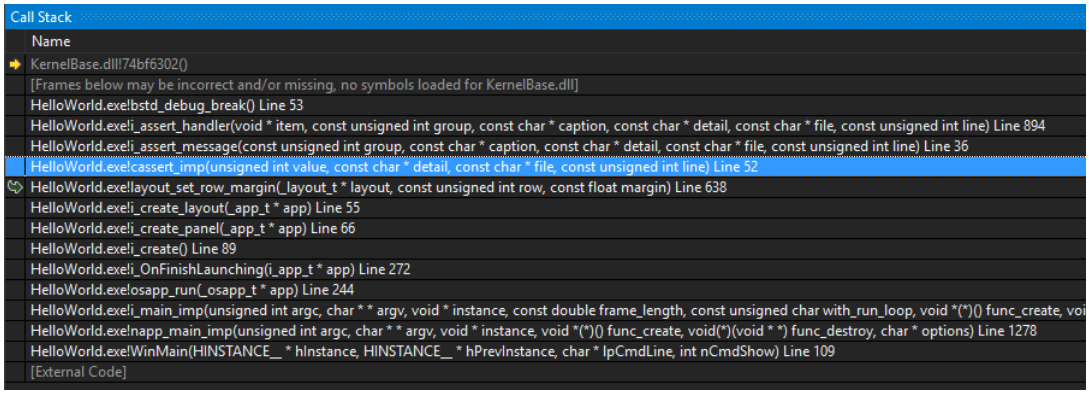


Figura 6.9: *Call stack* mientras depuramos el assert del ejemplo anterior.

6.4.3. Registro de fallos

Un *"Log"* (Página 194) de ejecución es un archivo donde el programa va volcando información acerca de su estado o anomalías detectadas. Puede ser muy útil para conocer la causa de un fallo cuando el software ya ha sido distribuido y no es posible depurarlo. NAppGUI automáticamente crea un archivo de log para cada aplicación ubicado en el directorio de datos de la aplicación `APP_DATA\APP_NAME\log.txt`, por ejemplo `C:\Users\USUARIO\AppData\Roaming\HelloWorld\log.txt`.

```
[15:42:29] Starting log for 'HelloWorld'
[15:42:29] TextView created: [0x6FFC7A30]
[15:42:32] Assertion failed (c:\\nappgui_1_0\\src\\gui\\layout.c:638): "'row'
    ↪ out of range"
[15:42:32] Assertion failed (c:\\nappgui_1_0\\src\\core\\array.c:512): "Array
    ↪ invalid index"
[15:42:34] You have an execution log in: 'C:\\Users\\USUARIO\\AppData\\Roaming
    ↪ \\HelloWorld\\log.txt'
```

Como puedes ver, los asserts se redirigen automáticamente al archivo *log*. Es posible deshabilitar esta escritura desmarcando el check `'Write assert info in log'` de la ventana de información. También puedes añadir tus propios mensajes utilizando el método `log_printf`.

```
log_printf("TextView created: [0x%X]", view);
```

6.4.4. Auditor de memoria

El gestor de memoria de NAppGUI *"Heap"* (Página 201), tiene asociado un auditor que comprueba que no haya fugas de memoria (*leaks*) tras cada ejecución de cada aplicación que utilice el SDK. Esto supone una gran ventaja con respecto al uso de utilidades externas, ya que las comprobaciones de memoria dinámica se están llevando a cabo **siempre** y no en fases aisladas del desarrollo.

```
[18:57:33] [OK] Heap Memory Staticstics
[18:57:33] ============================
[18:57:33] Total a/dellocations: 652962, 652962
[18:57:33] Total bytes a/dellocated: 18085221250, 18085221250
[18:57:33] Max bytes allocated: 238229150
[18:57:33] Effective reallocations: (0/1169761)
[18:57:33] Real allocations: 32776 pages of 65536 bytes
[18:57:33]                   13271 pages greater than 65536 bytes
[18:57:33] ============================
[18:57:33] Config: Debug
[18:57:33] You have an execution log in: 'C:\Users\USUARIO\AppData\Roaming\
    ↪ EuroPlane\log.txt'code.
```

Capítulo 7

Compilar NAppGUI

7.1	**Compilar NAppGUI**	**65**
7.2	**Enlace estático**	**65**
7.3	**Enlace dinámico**	**66**
7.4	**Opciones de CMake**	**67**
7.5	**Opciones de compilación**	**68**
7.6	**Empaquetado e instalación**	**69**

7.1. Compilar NAppGUI

En *"Inicio rápido"* (Página 5) ya vimos como compilar y ejecutar los ejemplos a partir del código fuente. Ahora nos enfocaremos en la instalación del SDK con el fin de empezar a crear nuestras propias aplicaciones. Partiremos dentro de la carpeta del proyecto previamente descargada:

```
git clone --depth 1 https://github.com/frang75/nappgui_src.git
cd nappgui_src
```

7.2. Enlace estático

Los siguientes comandos generarán la versión de enlace estático de las librerías que componen NAppGUI.

```
// Windows
cmake -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO
cmake --build build --config Release -j 4
cmake --install build --config Release --prefix C:/nappgui
```

```
// macOS
cmake -G Xcode -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO
cmake --build build --config Release -j 4
cmake --install build --config Release --prefix /usr/local/nappgui

// Linux
cmake -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
cmake --build build -j 4
cmake --install build --config Release --prefix /usr/local/nappgui
```

Para versiones de CMake inferiores a **3.13**:

```
// Windows
mkdir build & cd build
cmake .. -DNAPPGUI_DEMO=NO -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=C:/nappgui
cmake --build . --config Release
msbuild INSTALL.vcxproj /p:Configuration=Release

// macOS
mkdir build ; cd build
cmake .. -G Xcode -DNAPPGUI_DEMO=NO -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build . --config Release
xcodebuild -target install -configuration Release

// Linux
mkdir build ; cd build
cmake .. -DNAPPGUI_DEMO=NO -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/
    ↪ usr/local/nappgui
cmake --build .
make install
```

7.3. Enlace dinámico

Si prefieres generar NAppGUI en modo de enlace dinámico (.dll, .so, .dylib), sigue estas indicaciones.

```
// Windows
cmake -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES
cmake --build build --config Release -j 4
cmake --install build --config Release --prefix C:/nappgui

// macOS
cmake -G Xcode -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES
cmake --build build --config Release -j 4
cmake --install build --config Release --prefix /usr/local/nappgui

// Linux
cmake -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES -DCMAKE_BUILD_TYPE=
    ↪ Release
```

```
cmake --build build -j 4
cmake --install build --config Release --prefix /usr/local/nappgui
```

Para versiones de CMake inferiores a **3.13**:

```
// Windows
mkdir build & cd build
cmake .. -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=C:/
    ↪ nappgui
cmake --build . --config Release
msbuild INSTALL.vcxproj /p:Configuration=Release

// macOS
mkdir build ; cd build
cmake .. -G Xcode -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES -DCMAKE_INSTALL_PREFIX
    ↪ =/usr/local/nappgui
cmake --build . --config Release
xcodebuild -target install -configuration Release

// Linux
mkdir build ; cd build
cmake .. -DNAPPGUI_DEMO=NO -DNAPPGUI_SHARED=YES -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release -
    ↪ DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build .
make install
```

Si utilizas NAppGUI en modo DLL deberás asegurar que tus futuras aplicaciones encuentren las librerías, actualizando la variable `PATH` de cada sistema.

```
// Windows
set PATH=C:\nappgui\bin;%PATH%

// Linux
export LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/nappgui/bin:$LD_LIBRARY_PATH$

// macOS
export DYLD_LIBRARY_PATH=/usr/local/nappgui/bin:$DYLD_LIBRARY_PATH$
```

7.4. Opciones de CMake

Indicamos a continuación todas las opciones de CMake soportadas por NAppGUI. En *"Generadores, compiladores e IDEs"* (Página 114) tendrás información más detallada.

```
cmake -G [Generator] -S [SourceDir] -B [BuildDir] [Options]
```

- `-G`: *"Generadores CMake"* (Página 115). Si se omite, se utilizará el valor de `CMAKE_GENERATOR` o uno por defecto.

- `-S`: Directorio donde se encuentra el archivo `CMakeLists.txt` de NAppGUI.
- `-B`: Directorio donde se generarán los proyectos de compilación y binarios.
- `-DNAPPGUI_DEMO=[YES|NO]`: Genera las aplicaciones de ejemplo. Por defecto `YES`.
- `-DNAPPGUI_SHARED=[YES|NO]`: Genera librerías de enlace dinámico (.dll, .so, .dylib). Por defecto `NO`.
- `-DNAPPGUI_WEB=[YES|NO]`: Añade soporte nativo para el control `WebView`. Por defecto `YES`. Ver *"Deshabilitar WebView"* (Página 363).
- `-DCMAKE_BUILD_TYPE=[Debug|Release]`: En generadores mono-configuración, pe. Unix Makefiles, configura el modo de compilación. Por defecto `Debug`.
- `-DCMAKE_C_COMPILER=[gcc|clang|cl]`: En Unix Makefiles, MinGW, MSYS o Ninja selecciona el compilador de C.
- `-DCMAKE_CXX_COMPILER=[g++|clang++|cl]`: En Unix Makefiles, MinGW, MSYS o Ninja, selecciona el compilador de C++.
- `-A=[Win32|x64]`: En Windows selecciona la arquitectura destino.
- `-DCMAKE_ARCHITECTURE=[x64|i386|arm|arm64]`: En Linux o macOS selecciona la arquitectura destino. Por defecto, la de la máquina de compilación. `arm` no está soportado en macOS. `i386` está restringido en macOS. Ver *"macOS 32bits"* (Página 130).
- `-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=12.4`: En macOS, mínima versión del sistema operativo soportada. Por defecto, la mas moderna incluida en el compilador. Ver *"Xcode"* (Página 124).
- `-DCMAKE_TOOLKIT=GTK3`: En Linux indica el toolkit gráfico utilizado para renderizar los elementos de la interfaz. Por el momento, solo `GTK3`.
- `-DCMAKE_DISABLE_CRTDBG=YES`: Desactiva la librería `crtdbg` en Windows que controla fugas de memoria durante la ejecución. En principio, no se recomienda su uso, pero puede ser útil en proyectos que utilicen librerías de terceros con objetos estáticos o singleton.

7.5. Opciones de compilación

Una vez generados los scripts en el paso anterior, lanzamos la compilación mediante CMake.

```
cmake --build [BuildDir] --config [Debug|Release] -j [NumProcs]
```

- `--build`: Directorio donde se encuentran los proyectos de compilación (parámetro `-B` de la configuración).
- `--config`: En generadores multi-configuración, pe. Visual Studio, indica que configuración compilar (Debug o Release).
- `-j`: Número de procesos o hilos concurrentes de compilación.

Tras la compilación tendremos en `[BuildDir]/[Debug|Release]/bin` los ejecutables y librerías dinámicas. En `/lib` las librerías estáticas.

7.6. Empaquetado e instalación

Tras la compilación, empaquetamos los binarios y cabeceras con el fin de tenerlos disponibles a la hora de crear nuestras propias aplicaciones.

```
cmake --install [BuildDir] --config [Debug|Release] --prefix [PackagePath]
```

- `--install`: Directorio donde se encuentran los binarios (parámetro `-B` de la configuración).
- `--config`: Configuración a empaquetar (Debug o Release).
- `--prefix`: Directorio destino de la instalación. Si se omite, CMake utilizará los directorios de sistema por defecto: `/usr/local` en UNIX o `C:/Program Files/{PROJECT_NAME}` en Windows.

*Para instalar en los directorios de sistema (sin el `--prefix`), es posible que tengamos que ejecutar **cmake –install** en modo administrador.*

En la ruta de destino tendremos esta estructura de archivos y directorios:

```
nappgui├──
 bin│├──
    nrc├──
 inc│├──
    core│├──
       array.h│├──
       arrpt.h│├──
       ...│├──
    draw2d│├──
       color.h│├──
       dctx.h│├──
       ...│├──
    geom2d│├──
       box2d.h│├──
       box2d.hpp│├──
       ...│├──
```

```
   gui|||├──
      button.h|||├──
      cell.h|||├──
      ...|├──
   inet|||├──
      base64.h|||├──
      httpreq.h|||├──
      ...|├──
   nappgui.h|├──
   osapp|||├──
      osapp.def|||├──
      osapp.h|||├──
      ...|├──
   osbs|||├──
      bfile.h|||├──
      bmutex.h|||├──
      ...|├──
   osgui|||├──
      osbutton.h|||├──
      oscombo.h|||├──
      ...|├──
   sewer|||├──
      arch.hxx|||├──
      blib.h|||├──
      ...|├──
lib|├──
   libcore.a|├──
   libdraw2d.a|├──
   libgeom2d.a|├──
   libgui.a|├──
   libinet.a|├──
   libosapp.a|├──
   libosbs.a|├──
   libosgui.a|├──
   libsewer.a├──
prj|├──
   CMakeTarget.cmake|├──
   ...|└──
   version.txt└──
cmake├──
    nappgui-config.cmake├──
    ...
```

En la carpeta `/bin` se instalarán las DLLs, en el caso que hayamos elegido el enlace dinámico.

Los nombres de las librerías son diferentes en Windows (XXXX.lib) que en Linux/-macOS (libXXXX.a).

Capítulo 8

Crear nueva aplicación

Me considero una persona técnica que eligió un gran proyecto y una excelente manera para llevarlo a cabo.

Linus Torvalds.

8.1 Crear nueva aplicación **71**
8.2 Uso de find_package() **72**
8.3 NAppProject.cmake **73**
8.4 Añadir archivos **75**
8.5 Aplicaciones por línea de comandos **76**
8.6 Proyectos de ejemplo **78**
8.7 Estándar C/C++ **78**

8.1. Crear nueva aplicación

En *"Compilar NAppGUI"* (Página 65) hemos visto como compilar y empaquetar el SDK. También, en *"¡Hola Mundo!"* (Página 23), aprendimos la estructura básica de una aplicación basada en NAppGUI. Ha llegado el momento de crear nuestras propias aplicaciones, aprovechando los módulos CMake incluidos en la carpeta `/prj` de la instalación.

Este capítulo está enfocado en el uso de CMake. Si utilizas otro build system en tus proyectos, deberás adaptar tu mismo la gestión de dependencias.

8.2. Uso de find_package()

NAppGUI soporta el comando `find_package()` de CMake, por lo que gestionar las dependencias es sumamente sencillo. También proporciona una serie de módulos dentro del directorio `/prj` de la instalación, que simplifican la creación de proyectos. Crea una nueva carpeta y añade este único fichero `CMakeLists.txt`:

CMakeLists.txt

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.0)
project(NAppHello)
find_package(nappgui REQUIRED)
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppProject.cmake")
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppCompilers.cmake")
nap_config_compiler()
nap_project_desktop_app(napphello hello)
```

Ejecutamos de CMake dentro de la nueva carpeta:

```
// Windows
cmake -S . -B build -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=C:/nappgui
cmake --build build --config Debug

// macOS
cmake -G Xcode -S . -B build -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build build --config Debug

// Linux
cmake -S . -B build -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/
    ↪ nappgui
cmake --build build
```

Para versiones de CMake inferiores a **3.13**:

```
// Windows
mkdir build & cd build
cmake .. -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=C:/nappgui
cmake --build . --config Debug

// macOS
mkdir build ; cd build
cmake .. -G Xcode -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build . --config Debug

// Linux
mkdir build ; cd build
cmake .. -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build .
```

En el directorio `/build/Debug/bin` tendrás el ejecutable `napphello` (Figura 8.1).

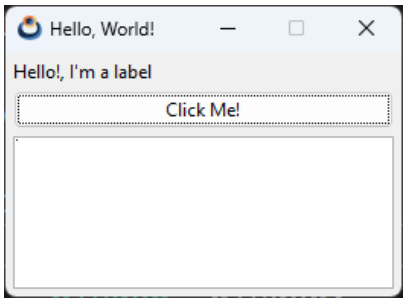


Figura 8.1: Aplicación recién creada.

El comando `find_package()` sabe como localizar un paquete dentro de los directorios habituales del sistema, en función de cada plataforma. Necesitaremos especificar el prefijo únicamente cuando el paquete esté instalado en cualquier directorio alternativo.

> ***-DCMAKE_INSTALL_PREFIX*** *no implica prioridad en la búsqueda.* `find_package()` *podría encontrar primero una instalación en las carpetas del sistema.*

8.3. NAppProject.cmake

La función `nap_project_desktop_app()` que hemos utilizado para crear nuestra aplicación, se encuentra dentro del módulo `NAppProject.cmake` y agilizará ciertos aspectos del proyecto (recursos, dependencias, nuevos archivos, etc). Abrimos la solución de Visual Studio que se ha generado en `/build` (Figura 8.2).

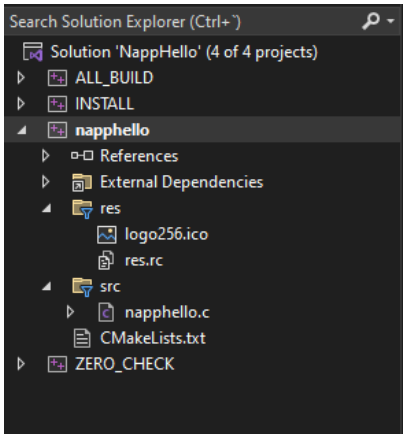


Figura 8.2: Solución creada por `NAppProject.cmake`.

```
nap_project_desktop_app(appName path)
```

- `appName`: El nombre de la aplicación.
- `path`: Subdirectorio donde se ubicará el proyecto (en este caso `hello`). Se admite cualquier profundidad de ruta. Por ejemplo: `games/myapp`, `demo/games/myapp`, etc.

La primera vez que se ejecuta esta función se realizan varias cosas:

- Se ha creado un nuevo directorio `hello` con una aplicación de escritorio por defecto `napphello.c` y un `CMakeLists.txt`.
- Se ha creado una carpeta `hello/res` con una imagen, y se ha utilizado como icono de la aplicación. En *"Recursos"* (Página 99) seguiremos profundizando sobre como incluir imágenes y textos en la aplicación.
- El `hello/CMakeLists.txt` recién creado, ha enlazado automáticamente con los binarios de NAppGUI.

Sucesivas llamadas a CMake no sobrescribirán los archivos del proyecto, por lo que podemos editarlos sin temor a perder los cambios. Una vez creado el proyecto, `nap_project_desktop_app()` se limitará a llamar a `add_subdirectory()` para actualizar cambios. El comando `nap_desktop_app()` del `hello/CMakeLists.txt` sabe como manejar las particularidades entre diferentes plataformas. Por ejemplo, en caso de macOS creará un *bundle* en lugar de un ejecutable aislado.

No tenemos porque limitarnos a una sola aplicación. Nuestra solución admitirá diferentes targets. Por ejemplo añade esta línea al `CMakeLists.txt` y vuelve a lanzar `cmake -S . -B build`.

CMakeLists.txt

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.0)
project(NAppHello)
find_package(nappgui REQUIRED)
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppProject.cmake")
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppCompilers.cmake")
nap_config_compiler()
nap_project_desktop_app(napphello hello)

# New project
nap_project_desktop_app(nappbye bye)
```

En caso de que la solución ya estuviese abierta, es posible que el IDE te avise que han habido cambios (Figura 8.3). Tras pulsar `[Reload]`, verás que ha aparecido el nuevo proyecto (Figura 8.4).

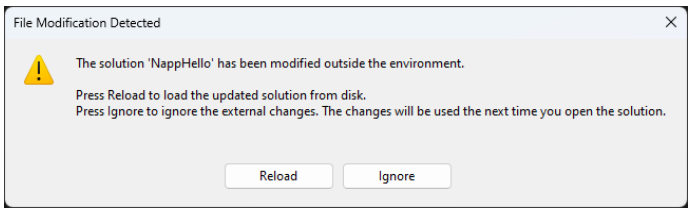


Figura 8.3: Aviso de cambios en Visual Studio.

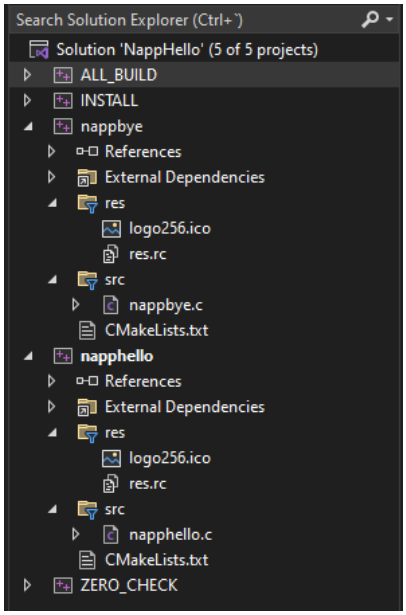


Figura 8.4: Actualización de la solución, con el nuevo proyecto `nappbye`.

8.4. Añadir archivos

Volviendo al proyecto `napphello`, vemos que por defecto solo se crea un archivo de código fuente (`napphello.c`) que contiene toda la aplicación. Es muy probable que quieras dividir el código entre diferentes archivos. Crea un par de nuevos archivos `hello/myfunc.c` y `hello/myfunc.h` desde el IDE o directamente desde el explorador. Ábrelos y añade estas líneas:

/hello/myfunc.h

```
// Example of new header

#include <core/core.hxx>

real32_t myadd_func(real32_t a, real32_t b);
```

/hello/myfunc.c

```
// Example of new c file

#include "myfunc.h"

real32_t myadd_func(real32_t a, real32_t b)
{
    return a + b;
}
```

Abre `/hello/napphello.c` y edita la función `i_OnButton`.

/hello/napphello.c

```
...
static void i_OnButton(App *app, Event *e)
{
    real32_t res = myadd_func(56.4f, 23.3f);
    textview_printf(app->text, "Button click (%d-%.2f)\n", app->clicks, res);
    app->clicks += 1;
    unref(e);
}
...
```

Vuelve a re-generar la solución con `cmake -S . -B build`. El IDE, Visual Studio en este caso, nos vuelve a informar que han habido cambios en el proyecto `napphello`. Simplemente presiona `[Reload All]` como ya hicimos en el caso anterior.

Vuelve a compilar y ejecutar `napphello` para ver los cambios que acabas de realizar. Puedes crear tantos archivos y subcarpetas dentro del directorio `hello` como necesites para organizar mejor tu código. Recuerda siempre ejecutar `cmake -S . -B build` cada vez que añadas o elimines archivos del proyecto. El comando `nap_desktop_app()` actualizará la solución "clonando" la estructura de directorios dentro del proyecto (`napphello` en este caso).

Llegados a este punto te recomendamos que dediques algo de tiempo a investigar, compilar y probar los ejemplos de la carpeta `demo` dentro del repositorio de NAppGUI.

8.5. Aplicaciones por línea de comandos

De forma similar a las aplicaciones de escritorio vistas anteriormente, es posible crear aplicaciones de consola. Añade esta nueva línea al `CMakeLists.txt` de la solución.

CMakeLists.txt

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.0)
project(NAppHello)
find_package(nappgui REQUIRED)
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppProject.cmake")
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppCompilers.cmake")
nap_config_compiler()
nap_project_desktop_app(napphello hello)
nap_project_desktop_app(nappbye bye)

# New project
nap_project_command_app(myutil utils/myutil)
```

Al regenerar la solución con `cmake -S . -B build`, Visual Studio te volverá a alertar que debes recargar la solución. Se habrá creado un nuevo proyecto en `utils/myutil`

(Figura 8.5), pero esta vez si lo compilas y ejecutas no aparecerá ninguna ventana. Tan solo verás un mensaje en la consola de Visual Studio:

```
Hello world!
```

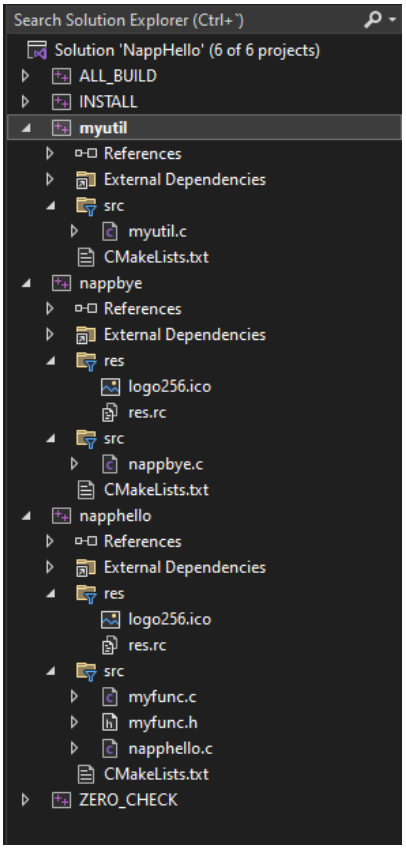


Figura 8.5: Solución con los tres ejecutables (targets).

Si abres `myutil.c` encontrarás el código que ha generado la salida anterior:

```
/* NAppGUI Console Application */

#include <core/coreall.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    unref(argc);
    unref(argv);
    core_start();
    bstd_printf("Hello world!\n");
    core_finish();
    return 0;
}
```

Que es la típica plantilla de un programa en C, a la que se le ha incluido el soporte de la librería *core*. A partir de aquí, ya podemos modificar el código y compilar. `nap_command_app()` ya lo configuró todo por nosotros.

```
nap_project_command_app(appName path)
```

- `appName`: El nombre de la aplicación.
- `path`: Ruta relativa donde se ubicará el proyecto (en este caso `utils/myutil`).

Ni que decir tiene que el comportamiento de `nap_project_command_app()` es idéntico al de `nap_project_desktop_app()`. No sobrescribirá los archivos del proyecto una vez creado e integrará todos los nuevos archivos que añadamos en un futuro.

8.6. Proyectos de ejemplo

Tienes a tu disposición varios paquetes que puedes utilizar para probar la instalación del SDK:

- GuiHello[1]. Varios ejemplos de uso de componentes: Botones, Etiquetas, Tablas, etc.
- Dice[2]. Ejemplo del uso de librerías.
- Products[3]. Ejemplo de peticiones HTTP en aplicaciones gráficas.
- WebHello[4]. Ejemplo de un navegador Web embebido en una aplicación.
- GLHello[5]. Ejemplo de gráficos 3D con OpenGL, embebidos en una aplicación.

8.7. Estándar C/C++

Por lo general, los compiladores permiten comprobar que el código se ajuste a ciertos estándares de C/C++, emitiendo advertencias o errores cuando no sea así. En pro de la portabilidad, todos los proyectos generados por `nap_desktop_app()` y `nap_command_app()` establecen los estándares más antiguos (`C90` y `C++98` respectivamente). Es posible que quieras utilizar estándares más modernos en tus proyectos. Abre `hello/CMakeLists.txt` y añade estas dos líneas:

hello/CMakeLists.txt

```
nap_desktop_app(napphello "" NRC_NONE)
#-----
```

[1] https://www.nappgui.com/examples/guihello.zip
[2] https://www.nappgui.com/examples/dice.zip
[3] https://www.nappgui.com/examples/products.zip
[4] https://www.nappgui.com/examples/webhello.zip
[5] https://www.nappgui.com/examples/glhello.zip

```
nap_target_c_standard(napphello 11)
nap_target_cxx_standard(napphello 14)
#-----
target_link_libraries(napphello ${NAPPGUI_LIBRARIES})
```

El comando `nap_target_c_standard()` ha establecido el estándar `C11` para `napphello` . De igual forma, `nap_target_cxx_standard()` ha seleccionado `C++14`.

- Estándar C: `90`, `99`, `11`, `17` y `23`.
- Estándar C++: `98`, `11`, `14`, `17`, `20`, `23` y `26`.

Si CMake o el compilador no soportasen el estándar indicado, se establecerá el más moderno permitido. Es responsabilidad del programador utilizar los compiladores apropiados al estándar elegido.

Capítulo 9

Crear nueva librería

Lo único que debes saber absolutamente es donde está ubicada la librería.

Albert Einstein

9.1 Crear nueva librería **81**
9.2 Librerías estáticas **81**
9.3 Librerías dinámicas **85**
9.3.1 Ventajas de las DLLs 86
9.3.2 Desventajas de las DLLs 87
9.3.3 Comprobar vínculos con DLLs 89
9.3.4 Carga de DLLs en tiempo de ejecución 92
9.3.5 Ubicación de DLLs 94
9.4 Símbolos y visibilidad **95**
9.4.1 Exportación en DLLs 96
9.4.2 Comprobación en DLLs 97

9.1. Crear nueva librería

El uso de librerías nos va a permitir compartir código común entre varios proyectos. Sirva como ejemplo el SDK de NAppGUI, que se ha organizado en varias librerías de enlace estático o dinámico y que pueden ser reutilizadas por diferentes aplicaciones.

9.2. Librerías estáticas

Vamos a rescatar dos aplicaciones incluidas en los ejemplos de NAppGUI: `Die` (Figura 9.1) y `Dice` (Figura 9.2). En ambas se debe poder dibujar la silueta de un dado.

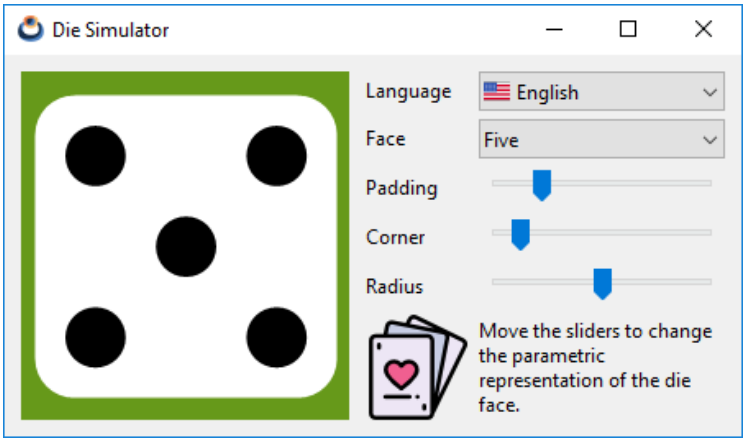


Figura 9.1: Aplicación *Die*.

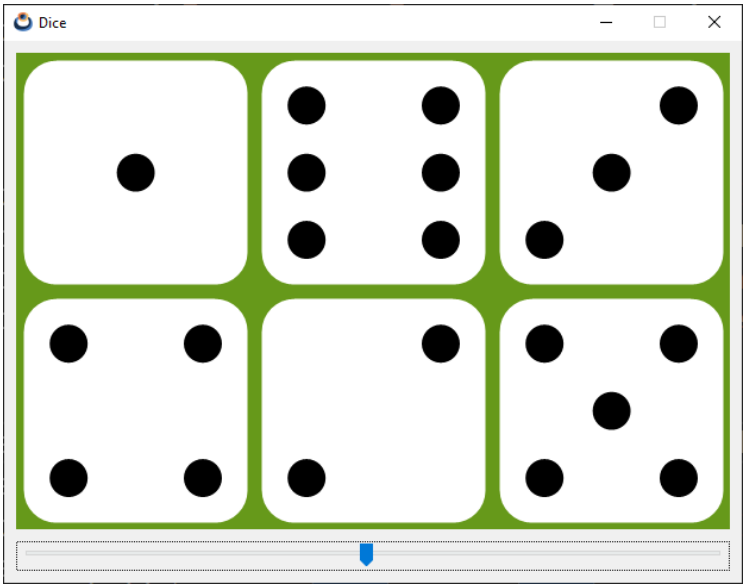


Figura 9.2: Aplicación *Dice*.

No es muy complicado intuir que podríamos reutilizar la rutina de dibujo paramétrico en ambos proyectos. Una forma de hacerlo sería copiando dicha rutina desde *Die* a *Dice*, pero esto no es lo más aconsejable ya que tendríamos dos versiones del mismo código que mantener. Otra opción, la más sensata, es mover la función de dibujo a una librería y vincularla en ambas aplicaciones.

Descarga el ejemplo completo desde este enlace[1]. La estructura del proyecto es muy

[1] `https://www.nappgui.com/examples/dice.zip`

similar a lo visto en el capítulo anterior, empezando por el `CMakeLists.txt` principal:

CMakeLists.txt.

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.0)
project(Dice)
find_package(nappgui REQUIRED)
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppProject.cmake")
include("${NAPPGUI_ROOT_PATH}/prj/NAppCompilers.cmake")
nap_config_compiler()
nap_project_library(casino casino)
nap_project_desktop_app(Die die)
nap_project_desktop_app(Dice dice)
```

- Línea 1: Establece la versión mínima de CMake.
- Línea 2: Nombre del proyecto.
- Línea 3: Localiza la instalación del NAppGUI-SDK.
- Línea 4: Incluye el módulo `NAppProject.cmake`.
- Línea 5: Incluye el módulo `NAppCompilers.cmake`.
- Línea 6: Configura el compilador.
- Línea 7: Crea un target librería en el directorio `casino`.
- Línea 8: Crea un target aplicación en el directorio `die`.
- Línea 9: Crea un target aplicación en el directorio `dice`.

Observa que el comando `nap_project_library()` precede a las aplicaciones. Esto se debe a que CMake necesita procesar las dependencias antes que los proyectos que las utilizan.

```
nap_project_library(libName path)
```

- `libName`: Nombre de la librería.
- `path`: Ruta relativa donde se ubica el proyecto.

Al igual que con los proyectos de aplicaciones, la primera vez que se ejecuta `nap_project_library()`, se crean una serie de archivos predeterminados. Posteriormente se podrán editar, eliminar o añadir más como acabamos de ver en el caso de las aplicaciones.

En `die/CMakeLists.txt` y `dice/CMakeLists.txt` vemos la vinculación con `casino`:

die/CMakeLists.txt

```
nap_desktop_app(Die "casino" NRC_EMBEDDED)
```

dice/CMakeLists.txt

```
nap_desktop_app(Dice "casino" NRC_NONE)
```

Por el momento, no te preocupes de las constantes `NRC_EMBEDDED` y `NRC_NONE`. En *"Procesamiento de recursos"* (Página 107) las veremos con detenimiento. Puedes generar y compilar el proyecto de la forma habitual:

```
// Windows
cmake -S . -B build -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=C:/nappgui
cmake --build build --config Debug

// macOS
cmake -G Xcode -S . -B build -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/nappgui
cmake --build build --config Debug

// Linux
cmake -S . -B build -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local/
    ↪ nappgui
cmake --build build
```

En `build/Debug/bin` tendrás los ejecutables. Tanto *Die* como *Dice* han añadido una dependencia con *casino* (Figura 9.3) por medio del parámetro `dependList` del comando `nap_desktop_app()`. De esta forma CMake sabe que debe enlazar, además de NAppGUI-SDK (`NAPPGUI_LIBRARIES`), la librería *casino* que es donde se encuentra código común de ambos proyectos (Figura 9.4).

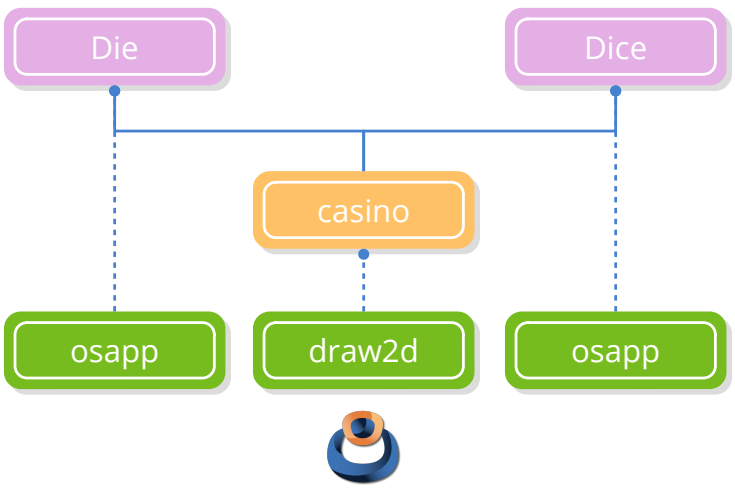


Figura 9.3: Árbol de dependencias de las aplicaciones, centrado en la librería *casino*.

¿Que significa realmente que *Die* y *Dice* tengan una dependencia con *casino*? Que a partir de ahora ninguna de ellas se podrá compilar si hay algún error en el código de *casino*, ya que es un módulo fundamental para ambas. Dentro del proyecto de compilación (Visual Studio, Xcode, Makefile, Ninja, etc) han ocurrido varias cosas:

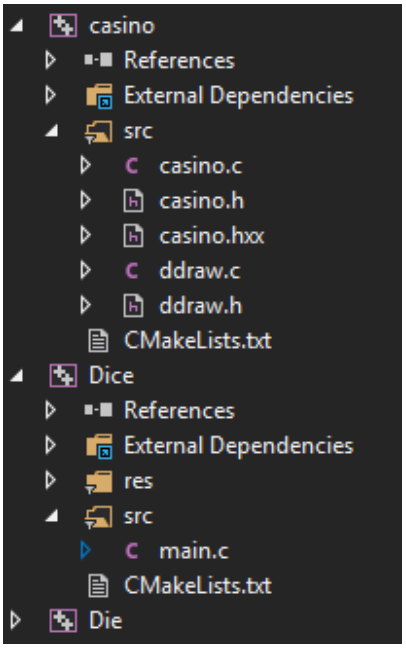


Figura 9.4: Solución `NAppDice` con los tres proyectos.

- Las dos aplicaciones saben donde está ubicada *casino*, por lo que pueden hacer `#include "casino.h"` sin preocuparse de su ubicación.
- El código binario de las funciones de *casino* se incluirá en cada ejecutable en el proceso de enlazado. CMake ya se encargó de vincular la librería con los ejecutables.
- Cualquier cambio realizado en *casino* obligará a recompilar las aplicaciones debido al punto anterior. De nuevo, el proyecto de compilación sabrá como hacerlo de la forma más eficiente posible. Tan solo deberemos volver a lanzar `cmake --build build` para actualizar todos los binarios.

9.3. Librerías dinámicas

Las librerías dinámicas son, en esencia, lo mismo que las estáticas. Lo único que cambia es la forma con la que se vinculan al ejecutable (Figura 9.5). En el enlace estático, el código de la librería se añade al propio ejecutable, por lo que el tamaño de este último crecerá. En el enlace dinámico el código de la librería se distribuye en su propio archivo (`.dll`, `.so`, `.dylib`) y se carga justamente antes que el programa ejecutable.

Para crear la versión dinámica de `casino`, abre `casino/CMakeLists.txt` y cambia el parámetro `buildShared` de `nap_library()` de `NO` a `YES`.

/casino/CMakeLists.txt

```
nap_library(casino "" YES NRC_NONE)
```

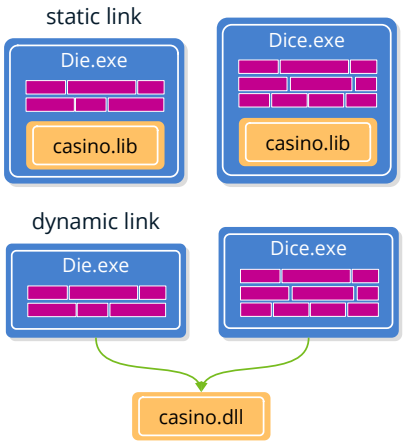


Figura 9.5: Enlace estático o dinámico de *casino*.

```
target_include_directories(casino PUBLIC "${NAPPGUI_INCLUDE_PATH}")
```

Tras re-generar y re-compilar la solución, observarás que en `build/Debug/bin` aparece un nuevo `casino.dll`. Esta `dll` será compartida por `Die.exe` y `Dice.exe`, algo que no ocurría al compilar la versión estática.

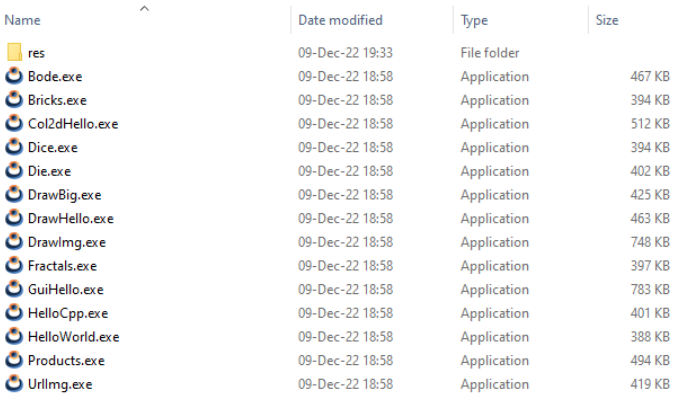
/build/bin/Debug

```
12/18/23  04:38 PM    <DIR>          .
12/18/23  03:59 PM    <DIR>          ..
12/18/23  04:38 PM            53,248 casino.dll
12/18/23  04:38 PM            92,672 Dice.exe
12/18/23  04:38 PM           102,400 Die.exe
```

9.3.1. Ventajas de las DLLs

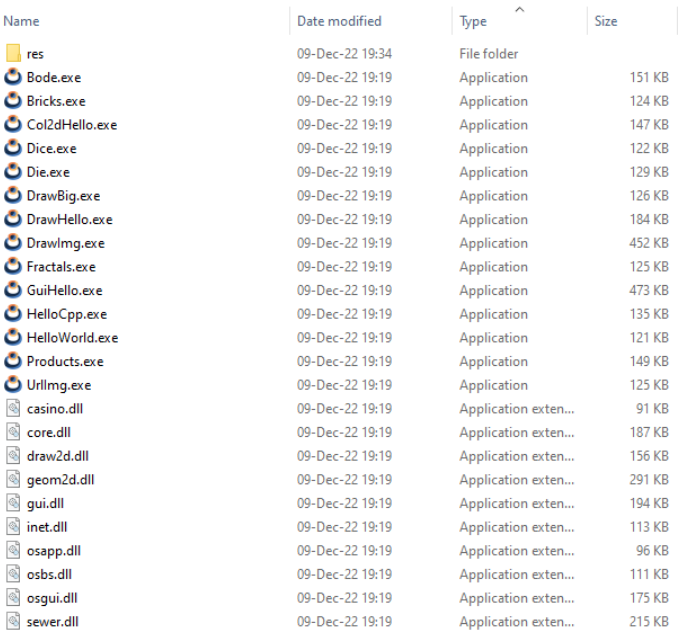
Como hemos podido intuir en el ejemplo anterior, utilizando DLLs reduciremos el tamaño de los ejecutables, agrupando el código binario común (Figura 9.6), (Figura 9.7). Esto es precisamente lo que hacen los sistemas operativos. Por ejemplo, `Die.exe` necesitará acceder, en última instancia, a las funciones del API de Windows. Si todas las aplicaciones tuviesen que enlazar de forma estática los binarios de Windows, su tamaño crecería desmesuradamente y se desperdiciaría mucho espacio dentro del sistema de archivos.

Otra gran ventaja de las DLLs es el ahorro de memoria en tiempo de ejecución. Por ejemplo, si cargamos `Die.exe`, se cargará `casino.dll` al mismo tiempo. Pero si después cargamos `Dice.exe`, ambas compartirán la copia de `casino.dll` existente en memoria. Sin embargo, con enlace estático, existirían dos copias de `casino.lib` en la memoria RAM: Una integrada en `Die.exe` y otra en `Dice.exe`.



Name	Date modified	Type	Size
res	09-Dec-22 19:33	File folder	
Bode.exe	09-Dec-22 18:58	Application	467 KB
Bricks.exe	09-Dec-22 18:58	Application	394 KB
Col2dHello.exe	09-Dec-22 18:58	Application	512 KB
Dice.exe	09-Dec-22 18:58	Application	394 KB
Die.exe	09-Dec-22 18:58	Application	402 KB
DrawBig.exe	09-Dec-22 18:58	Application	425 KB
DrawHello.exe	09-Dec-22 18:58	Application	463 KB
DrawImg.exe	09-Dec-22 18:58	Application	748 KB
Fractals.exe	09-Dec-22 18:58	Application	397 KB
GuiHello.exe	09-Dec-22 18:58	Application	783 KB
HelloCpp.exe	09-Dec-22 18:58	Application	401 KB
HelloWorld.exe	09-Dec-22 18:58	Application	388 KB
Products.exe	09-Dec-22 18:58	Application	494 KB
UrlImg.exe	09-Dec-22 18:58	Application	419 KB

Figura 9.6: Los ejemplos de programación ocupan **6.52 Mb** en su versión estática.



Name	Date modified	Type	Size
res	09-Dec-22 19:34	File folder	
Bode.exe	09-Dec-22 19:19	Application	151 KB
Bricks.exe	09-Dec-22 19:19	Application	124 KB
Col2dHello.exe	09-Dec-22 19:19	Application	147 KB
Dice.exe	09-Dec-22 19:19	Application	122 KB
Die.exe	09-Dec-22 19:19	Application	129 KB
DrawBig.exe	09-Dec-22 19:19	Application	126 KB
DrawHello.exe	09-Dec-22 19:19	Application	184 KB
DrawImg.exe	09-Dec-22 19:19	Application	452 KB
Fractals.exe	09-Dec-22 19:19	Application	125 KB
GuiHello.exe	09-Dec-22 19:19	Application	473 KB
HelloCpp.exe	09-Dec-22 19:19	Application	135 KB
HelloWorld.exe	09-Dec-22 19:19	Application	121 KB
Products.exe	09-Dec-22 19:19	Application	149 KB
UrlImg.exe	09-Dec-22 19:19	Application	125 KB
casino.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	91 KB
core.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	187 KB
draw2d.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	156 KB
geom2d.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	291 KB
gui.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	194 KB
inet.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	113 KB
osapp.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	96 KB
osbs.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	111 KB
osgui.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	175 KB
sewer.dll	09-Dec-22 19:19	Application exten...	215 KB

Figura 9.7: Los ejemplos de programación ocupan **4.08 Mb** en su versión dinámica.

9.3.2. Desventajas de las DLLs

El principal inconveniente del uso de DLLs es la incompatibilidad que puede presentarse entre las diferentes versiones de una librería. Supongamos que lanzamos una primera versión de los tres productos:

```
casino.dll        102,127 (v1)
Die.exe            84,100 (v1)
Dice.exe           73,430 (v1)
```

Unos meses después, lanzamos una nueva versión de la aplicación `Dice.exe` que implica cambios en `casino.dll`. En ese caso, la distribución de nuestra *suite* quedaría así:

```
casino.dll        106,386  (v2)*
Die.exe            84,100  (v1)?
Dice.exe           78,491  (v2)*
```

Si no hemos sido muy cuidadosos, es muy probable que `Die.exe` ya no funcione al no ser compatible con la nueva versión de la DLL. Este problema trae de cabeza a muchos desarrolladores y ha sido bautizado como *DLL Hell*[2]. Dado que en este ejemplo trabajamos sobre un entorno "controlado" podríamos solucionarlo sin demasiados problemas, creando una nueva versión de todas la aplicaciones funcionando bajo `casino.dll(v2)`.

```
casino.dll        106,386  (v2)
Die.exe            84,258  (v2)
Dice.exe           78,491  (v2)
```

Esto no siempre será posible. Supongamos ahora que nuestra compañía desarrolla tan solo `casino.dll` y son terceras empresas las que trabajan en los productos finales. Ahora cada producto tendrá sus ciclos de producción y distribución (entorno no controlado) por lo que, para evitar problemas, cada compañía incluirá una copia de la versión concreta de la DLL con la que funciona su producto. Esto podría dar lugar al siguiente escenario:

```
/Apps/Die
casino.dll        114,295  (v5)
Die.exe            86.100  (v8)

/Apps/Dice
casino.dll        106,386  (v2)
Dice.exe           72,105  (v1)
```

Viendo esto intuimos de que las bondades del uso de DLLs ya no lo son tanto, sobre todo en lo relativo a la optimización del espacio y tiempos de carga. El caso es que se puede agravar aún más. Normalmente, las librerías se escriben para que sean lo más genéricas posible y puedan dar servicio a muchas aplicaciones. En muchas ocasiones, una aplicación concreta utiliza sólo unas pocas funciones cada librería con las que enlaza. Utilizando librerías estáticas, se puede reducir considerablemente el tamaño del ejecutable (Figura 9.8), ya que el enlazador sabe perfectamente que funciones concretas utiliza la aplicación y añade el código estrictamente necesario. Sin embargo, utilizando DLLs, debemos distribuir la librería completa por muy pocas funciones que utilice el ejecutable (Figura 9.9). En este caso, se está desperdiciando espacio y aumentando innecesariamente los tiempos de carga de la aplicación.

[2] `https://en.wikipedia.org/wiki/DLL_Hell`

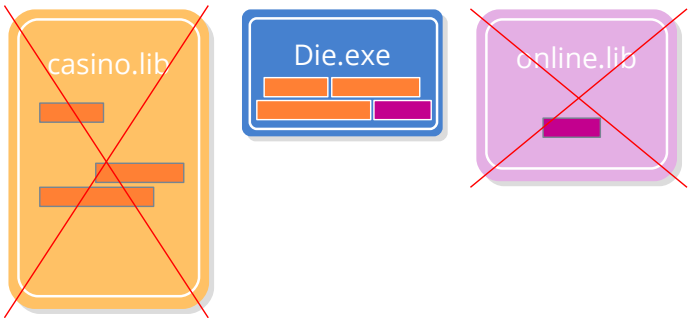


Figura 9.8: Con librerías estáticas se optimiza el espacio y tiempos de carga de esta aplicación.

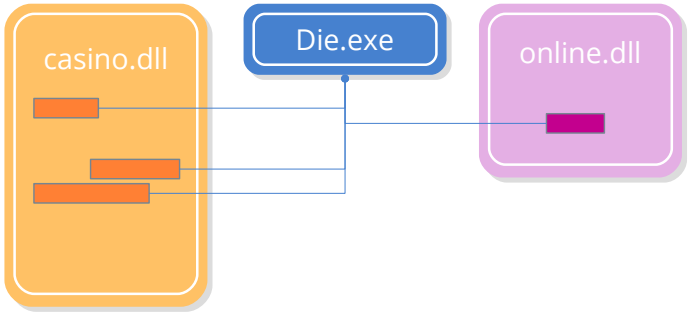


Figura 9.9: Con librerías dinámicas esta aplicación ocupa más de lo que debería y aumentan sus tiempos de carga.

9.3.3. Comprobar vínculos con DLLs

Cuando se lanza un ejecutable, por ejemplo `Die.exe`, se cargan en memoria todas las librerías dinámicas vinculadas con él (en el caso de que no existan previamente). Si hay algún problema durante dicha carga, **el ejecutable no podrá arrancar** y el sistema operativo mostrará algún tipo error.

Vínculos en Windows

Windows mostrará un aviso de error (Figura 9.10) cuando no pueda cargar una DLL asociada a un ejecutable.

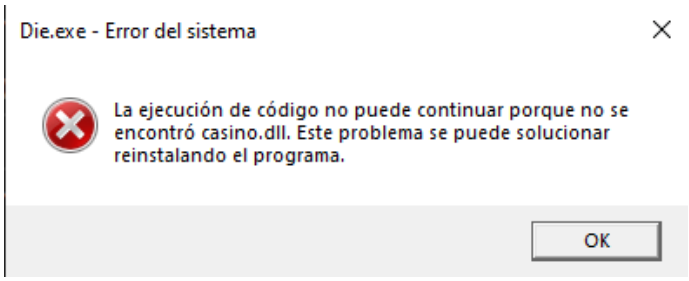


Figura 9.10: Error en la carga de la DLL `casino`.

Si queremos ver que DLLs están vinculadas con un ejecutable, utilizaremos el comando `dumpbin`.

```
dumpbin /dependents Die.exe
```

```
Dump of file Die.exe

File Type: EXECUTABLE IMAGE

  Image has the following dependencies:

    casino.dll
    KERNEL32.dll
    USER32.dll
    GDI32.dll
    SHELL32.dll
    COMDLG32.dll
    gdiplus.dll
    SHLWAPI.dll
    COMCTL32.dll
    UxTheme.dll
    WS2_32.dll
```

Vemos, al principio, la dependencia con `casino.dll`. Las demás son librerías de Windows relacionadas con el kernel y la interfaz de usuario. En el caso de que hagamos un enlace estático de `casino`:

```
dumpbin /dependents Die.exe

Dump of file Die.exe

File Type: EXECUTABLE IMAGE

  Image has the following dependencies:

    KERNEL32.dll
    USER32.dll
    GDI32.dll
    SHELL32.dll
    COMDLG32.dll
    gdiplus.dll
    SHLWAPI.dll
    COMCTL32.dll
    UxTheme.dll
    WS2_32.dll
```

Ya no aparece `casino.dll`, al haber sido enlazada de forma estática dentro de `Die.exe`.

Vínculos en Linux

En Linux ocurre algo similar, obtendremos un error si no es posible cargar una librería dinámica (`*.so`).

```
:~/$ ./Die
./Die: error while loading shared libraries: libcasino.so: cannot open shared
    ↪ object file: No such file or directory
```

Para comprobar que librerías están vinculadas con un ejecutable utilizamos el comando `ldd`.

```
~/$ ldd ./Die
linux-vdso.so.1 (0x00007fff58036000)
libcasino.so => libcasino.so (0x00007f6848bf4000)
libpthread.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libpthread.so.0 (0x00007f6848bba000)
libgtk-3.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libgtk-3.so.0 (0x00007f6848409000)
libgdk-3.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libgdk-3.so.0 (0x00007f6848304000)
libpangocairo-1.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libpangocairo-1.0.so.0 (0
    ↪ x00007f68482f2000)
libpango-1.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libpango-1.0.so.0 (0
    ↪ x00007f68482a3000)
libcairo.so.2 => /lib/x86_64-linux-gnu/libcairo.so.2 (0x00007f684817e000)
libgdk_pixbuf-2.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libgdk_pixbuf-2.0.so.0 (0
    ↪ x00007f6848156000)
libgio-2.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libgio-2.0.so.0 (0x00007f6847f75000)
libgobject-2.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libgobject-2.0.so.0 (0
    ↪ x00007f6847f15000)
libglib-2.0.so.0 => /lib/x86_64-linux-gnu/libglib-2.0.so.0 (0x00007f6847dec000)
libm.so.6 => /lib/x86_64-linux-gnu/libm.so.6 (0x00007f6847c9d000)
libc.so.6 => /lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6 (0x00007f6847aa9000)
...
```

Donde vemos que `Die` depende de `libcasino.so`. Las demás son dependencias del kernel de Linux, de la librería estándar de C y de GTK.

Vínculos en macOS: Utilizamos el comando `otool`.

```
% otool -L ./Die.app/Contents/MacOS/Die
@rpath/libcasino.dylib
/System/Library/Frameworks/Cocoa.framework/Versions/A/Cocoa
/System/Library/Frameworks/UniformTypeIdentifiers.framework/Versions/A/
    ↪ UniformTypeIdentifiers
/usr/lib/libc++.1.dylib
/usr/lib/libSystem.B.dylib
/System/Library/Frameworks/AppKit.framework/Versions/C/AppKit
/System/Library/Frameworks/CoreFoundation.framework/Versions/A/CoreFoundation
/System/Library/Frameworks/CoreGraphics.framework/Versions/A/CoreGraphics
/System/Library/Frameworks/CoreText.framework/Versions/A/CoreText
/System/Library/Frameworks/Foundation.framework/Versions/C/Foundation
/usr/lib/libobjc.A.dylib
```

9.3.4. Carga de DLLs en tiempo de ejecución

Hasta ahora, la importación de los símbolos de las DLLs se resuelven en tiempo de compilación o, mejor dicho, en tiempo de enlace. Esto significa que:

- Los ejecutables pueden acceder directamente a las variables globales y funciones definidas en la DLL. Volviendo al código de `Dice.exe`, tenemos:

```
#include "ddraw.h"
...
static void i_OnRedraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    color_t green = color_rgb(102, 153, 26);
    real32_t w = params->width / 3;
    real32_t h = params->height / 2;
    real32_t p = kDEF_PADDING;
    real32_t c = kDEF_CORNER;
    real32_t r = kDEF_RADIUS;
    draw_clear(params->ctx, green);
    die_draw(params->ctx, 0.f, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[0]);
    die_draw(params->ctx, w, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[1]);
    die_draw(params->ctx, 2 * w, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[2]);
    die_draw(params->ctx, 0.f, h, w, h, p, c, r, app->face[3]);
    die_draw(params->ctx, w, h, w, h, p, c, r, app->face[4]);
    die_draw(params->ctx, 2 * w, h, w, h, p, c, r, app->face[5]);
}
```

  - Se ha realizado un `#include "ddraw.h"`, cabecera pública de `casino`.
  - Se han utilizado los símbolos `die_draw()`, `kDEF_PADDING`, `kDEF_CORNER`, `kDEF_RADIUS`, definidas en `ddraw.h`.

- La librería dinámica `casino.dll` se cargará de forma automática justamente antes de `Dice.exe`.
- El uso de versión estática o dinámica de `casino` no implica cambios en el código de `Dice`. Tan solo tendríamos que cambiar el `casino/CMakeLists.txt` y recompilar la solución.

casino/CMakeLists.txt

```
# Static library
nap_library(casino "" NO NRC_NONE)
target_include_directories(casino PUBLIC "${NAPPGUI_INCLUDE_PATH}")

# Dynamic library
nap_library(casino "" YES NRC_NONE)
target_include_directories(casino PUBLIC "${NAPPGUI_INCLUDE_PATH}")
```

No obstante, existe la posibilidad que de sea el programador el encargado de cargar, descargar y acceder a los símbolos de las DLLs en cualquier momento. Esto se conoce como enlace en tiempo de ejecución o enlace sin importación de símbolos. En (Listado 9.1) tenemos una nueva versión de `Dice`:

Listado 9.1: Carga de símbolos en tiempo de ejecución.

```
typedef void(*FPtr_ddraw)(DCtx*, const real32_t, const real32_t, const real32_t
    ↪ , const real32_t, const real32_t, const real32_t, const real32_t, const
    ↪ uint32_t);

static void i_OnRedraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    DLib *casino = dlib_open(NULL, "casino");
    FPtr_ddraw func_draw = dlib_proc(casino, "die_draw", FPtr_ddraw);
    color_t green = color_rgb(102, 153, 26);
    real32_t w = params->width / 3;
    real32_t h = params->height / 2;
    real32_t p = *dlib_var(casino, "kDEF_PADDING", real32_t);
    real32_t c = *dlib_var(casino, "kDEF_CORNER", real32_t);
    real32_t r = *dlib_var(casino, "kDEF_RADIUS", real32_t);
    draw_clear(params->ctx, green);
    func_draw(params->ctx, 0.f, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[0]);
    func_draw(params->ctx, w, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[1]);
    func_draw(params->ctx, 2 * w, 0.f, w, h, p, c, r, app->face[2]);
    func_draw(params->ctx, 0.f, h, w, h, p, c, r, app->face[3]);
    func_draw(params->ctx, w, h, w, h, p, c, r, app->face[4]);
    func_draw(params->ctx, 2 * w, h, w, h, p, c, r, app->face[5]);
    dlib_close(&casino);
}
```

- La línea 6 carga la librería `casino`.
- La línea 7 accede a la función `die_draw` definida en `casino`.
- Las líneas 11-13 acceden a variables públicas de `casino`.
- Las líneas 15-20 utilizan `die_draw` a través del puntero `func_draw`.
- La línea 21 descarga la librería `casino` de memoria.

Como vemos, esta carga en tiempo de ejecución sí que implica cambios en el código fuente, pero también trae consigo ciertas ventajas:

- La librería se carga en el momento que la necesitamos, no al inicio del programa. Por esto es **muy importante** que `casino` no aparezca como dependencia de `Dice`.

```
nap_desktop_app(Dice "" NRC_NONE)
```

- Podemos tener diferentes versiones de `casino` y elegir cual utilizar en tiempo de ejecución. Este es el mecanismo de funcionamiento de los *plug-ins* utilizados por muchas aplicaciones. Por ejemplo, el programa *Rhinoceros 3D* enriquece su funcionalidad gracias a nuevos comandos implementados por terceros y añadidos en cualquier momento mediante un sistema de plugins (.DLLs) (Figura 9.11).

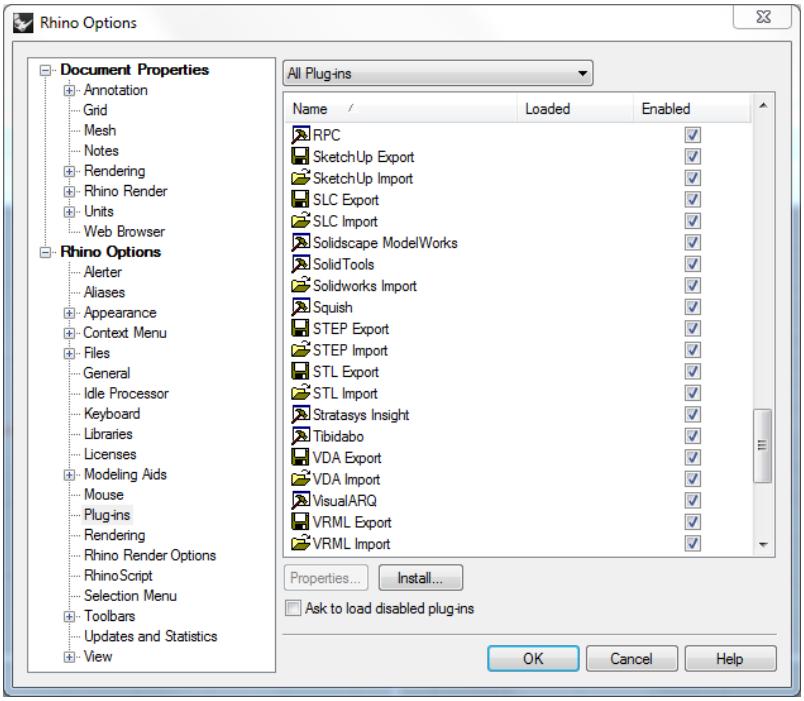


Figura 9.11: Sistema de plug-ins de Rhinoceros 3D, implementado mediante DLLs.

9.3.5. Ubicación de DLLs

Cuando el sistema operativo debe cargar una librería dinámica, sigue cierto orden de búsqueda. En sistemas Windows busca en este orden:

- El mismo directorio que el ejecutable.
- El directorio de trabajo actual.
- El directorio `%SystemRoot%\System32`.
- El directorio `%SystemRoot%`.
- Los directorios especificados en la variable de entorno `PATH`.

Por otro lado, en Linux y macOS:

- Los directorios especificados en la variable de entorno `LD_LIBRARY_PATH` (Linux) o `DYLD_LIBRARY_PATH` (macOS).
- Los directorios especificados en el ejecutable `rpath`.
- Los directorios del sistema `/lib, /usr/lib, etc`.

Aquí tenemos una gran diferencia entre Windows y Unix, ya que en estos últimos es posible añadir dentro del ejecutable directorios de búsqueda de dependencias. Esta variable se conoce como **`RPATH`** y no está disponible en Windows. Para consultar el valor del `RPATH`:

```
// In Linux
~/$ readelf -d ./Die | grep RUNPATH
 0x000000000000001d (RUNPATH)            Library runpath: [${ORIGIN}]

 // In macOS
otool -l ./Die.app/Contents/MacOS/Die
...
Load command 25
          cmd LC_RPATH
      cmdsize 40
         path @executable_path/../../.. (offset 12)
...
```

Los ejecutables generados por el comando `nap_desktop_app()` establecen automáticamente el `RPATH` para encontrar las dependencias dinámicas en el mismo directorio que los ejecutables en Linux o los bundles en macOS.

9.4. Símbolos y visibilidad

En el proceso de enlace tras la compilación de la librería, se denomina **símbolo** a aquellos elementos que pueden generar código máquina u ocupar espacio en el binario final. Estos son métodos, funciones y variables globales. No se consideran símbolos:

- Las definiciones de tipos como `enum`, `struct` o `union`. Estos ayudan al programador a organizar el código y al compilador a validarlo, pero no generan código binario alguno. No existen desde el punto de vista del enlazador.
- Las variables locales. Estas se crean y se destruyen automáticamente en el *"Segmento Stack"* (Página 172) durante la ejecución del programa. No existen en tiempo de enlace.

Por otro lado, todas las funciones y variables globales declaradas como `static` dentro de un módulo `*.c` serán considerados **símbolos privados** no visibles en tiempo de enlace y donde el compilador es libre de realizar las optimizaciones oportunas. Con esto en mente, el código dentro de NAppGUI se organiza de la siguiente forma:

- ***.c:** Fichero de implementación. Definición de símbolos (funciones y variables globales).
- ***.h:** Fichero de cabecera pública. Declaración de funciones y variables globales (`extern`), disponibles para el usuario de la librería.
- ***.hxx:** Declaración de tipos públicos: `struct`, `union` y `enum`.
- ***.inl:** Declaración de funciones y variables privadas. Solo los módulos internos de la librería tendrán acceso a estos símbolos.
- ***.ixx:** Declaración de tipos privados. Aquellos compartidos entre los módulos de la librería, pero no con el exterior.

Si una función solo es necesaria dentro de un módulo `*.c`, no se incluye en un `*.inl`. Se marcará como `static` dentro del mismo `*.c`. De esta forma no estará visible para el enlazador y se permitirá al compilador realizar optimizaciones.

De igual forma, tipos que solo se utilicen dentro de un módulo concreto, se declararán al inicio del `*.c` y no en el `*.ixx`.

En pro de la mantenibilidad y escalibidad del código, se mantendrán las declaraciones de tipos y funciones lo más privado posible.

9.4.1. Exportación en DLLs

Cuando generamos una librería de enlace dinámico, además de incluir los símbolos públicos en una o varias cabeceras `*.h` deberemos marcarlos explícitamente como exportables. La macro de exportación se declara en el archivo `*.def` de cada librería. Por ejemplo en `casino.def`, se define la macro `_casino_api`.

Listado 9.2: `casino.def`

```
/* casino library import/export */

/* clang-format off */

#if defined(NAPPGUI_SHARED)
    #if defined(NAPPGUI_BUILD_CASINO_LIB)
        #define NAPPGUI_CASINO_EXPORT_DLL
    #else
        #define NAPPGUI_CASINO_IMPORT_DLL
    #endif
#endif

#if defined(__GNUC__)
    #if defined(NAPPGUI_CASINO_EXPORT_DLL)
```

```
        #define _casino_api __attribute__((visibility("default")))
    #else
        #define _casino_api
    #endif
#elif defined(_MSC_VER)
    #if defined(NAPPGUI_CASINO_IMPORT_DLL)
        #define _casino_api __declspec(dllimport)
    #elif defined(NAPPGUI_CASINO_EXPORT_DLL)
        #define _casino_api __declspec(dllexport)
    #else
        #define _casino_api
    #endif
#else
    #error Unknown compiler
#endif

/* clang-format on */
```

Esta macro deberá anteponerse a todas las funciones y variables públicas declaradas en los `*.h` de la librería. Los proyectos basados `nap_desktop_app()` definirán las macros `NAPPGUI_XXXXX_EXPORT_DLL` cuando se compile la DLL y `NAPPGUI_XXXXX_IMPORT_DLL` cuando se utilice la DLL en otros targets. De esta forma, la exportación e importación de símbolos se realizará correctamente en todas las plataformas.

9.4.2. Comprobación en DLLs

Podemos ver, a partir del binario de una librería dinámica, que símbolos públicos exporta. En Windows utilizaremos `dumpbin /exports dllname`, en Linux `nm -D soname` y en macOS `nm -gU dylibname`.

Símbolos públicos de `core.dll` (Windows).

```
C:\>dumpbin /exports core.dll
2    1 00001000 array_all
3    2 00001010 array_bsearch
4    3 00001090 array_bsearch_ptr
5    4 00001120 array_clear
6    5 000011C0 array_clear_ptr
7    6 00001260 array_copy
8    7 00001340 array_copy_ptr
9    8 00001420 array_create
10    9 00001430 array_delete
11    A 00001530 array_delete_ptr
12    B 00001640 array_destopt
13    C 00001650 array_destopt_ptr
14    D 00001660 array_destroy
15    E 000016F0 array_destroy_ptr
16    F 00001790 array_esize
17   10 000017A0 array_find_ptr
```

```
18   11 000017D0 array_get
...
```

Símbolos públicos de `libcore.so` (Linux).

```
$ nm -D ./libcore.so
0000000000011f85 T array_all
000000000001305c T array_bsearch
000000000001316d T array_bsearch_ptr
0000000000011832 T array_clear
00000000000118a1 T array_clear_ptr
0000000000011009 T array_copy
000000000001115d T array_copy_ptr
0000000000010fdd T array_create
0000000000012649 T array_delete
000000000001276b T array_delete_ptr
0000000000011668 T array_destopt
0000000000011746 T array_destopt_ptr
00000000000115c3 T array_destroy
00000000000116ad T array_destroy_ptr
0000000000011b87 T array_esize
0000000000012dd3 T array_find_ptr
0000000000011e8c T array_get
```

Símbolos públicos de `libcore.dylib` (macOS).

```
% nm -gU ./libcore.dylib
00000000000029f0 T _array_all
0000000000003c90 T _array_bsearch
0000000000003d60 T _array_bsearch_ptr
00000000000024c0 T _array_clear
00000000000025d0 T _array_clear_ptr
0000000000001c20 T _array_copy
0000000000001dd0 T _array_copy_ptr
0000000000001b50 T _array_create
00000000000030f0 T _array_delete
0000000000003350 T _array_delete_ptr
00000000000022f0 T _array_destopt
0000000000002470 T _array_destopt_ptr
0000000000002120 T _array_destroy
0000000000002340 T _array_destroy_ptr
00000000000028b0 T _array_esize
0000000000003980 T _array_find_ptr
00000000000028f0 T _array_get
```

Capítulo 10

Recursos

Si internacionalizamos todo, terminamos con reglas que sofocan la libertad y la innovación.

Myron Scholes

10.1 Recursos **99**
10.2 Tipos de recursos **100**
10.3 Crear recursos **101**
10.4 Internacionalización (i18n) **102**
10.5 Traducción en ejecución **104**
10.6 Editar recursos **106**
10.7 Gestión manual **106**
10.8 Procesamiento de recursos **107**
10.9 Distribución de recursos **108**
10.10 Avisos de nrc **109**
10.11 Icono de aplicación **111**

10.1. Recursos

Los recursos son datos necesarios para la aplicación pero que no residen en el área del ejecutable. En otras palabras, no son accesibles directamente mediante las variables del programa, sino que hay que realizar una carga previa para poderlos utilizar. Los más habituales son los textos e imágenes utilizadas en la interfaz de usuario, aunque cualquier tipo de archivo puede convertirse en un recurso (sonidos, tipografías, modelos 3d, páginas html, etc). Para ilustrar su uso con un ejemplo real, volvemos con la aplicación `Die` (Figura 10.1), ya tratada en capítulos anteriores.

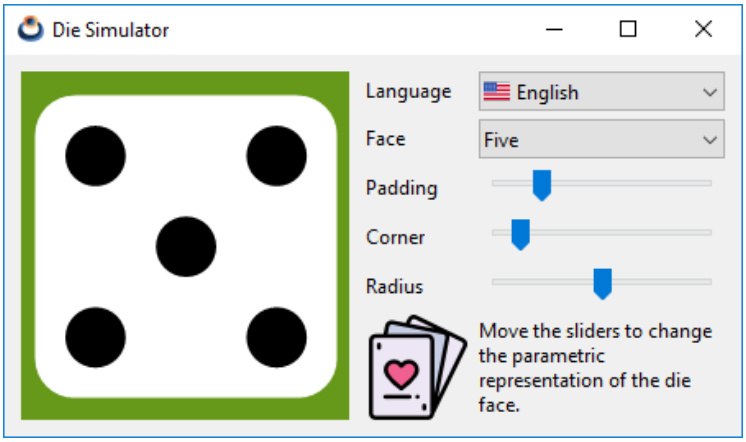


Figura 10.1: Aplicación Die.

10.2. Tipos de recursos

- **Textos**: Si bien es muy sencillo incluir textos en el código como variables de C, en la práctica esto no es aconsejable por dos motivos: El primero es que, normalmente, no son los programadores los que redactan los mensajes que muestra el programa. Separándolos en un archivo a parte, otros miembros del equipo pueden revisarlos y editarlos sin tener que acceder directamente al código. La segunda razón es la internacionalización. Es requisito casi indispensable a día de hoy poder cambiar el idioma del programa y esto puede involucrar a varios miembros del equipo, así como el hecho de que varias cadenas de texto hagan referencia al mismo mensaje. Por tanto, extraerlos del código fuente será casi indispensable.
- **Imágenes**: No es habitual que los iconos del programa cambien en función del idioma, aunque pueda darse el caso. Lo complicado aquí es transformar un archivo .jpg o .png en una variable de C (Listado 10.1). Hay que serializar el archivo y pegarlo en el código, algo muy tedioso y difícil de mantener para el programador. Es preferible tener las imágenes en una carpeta separada y acceder a ellas en tiempo de ejecución.

Listado 10.1: Imagen .png incrustada en el código fuente.

```
const uint32_t IMG_SIZE = 1262;

const byte_t IMG[] = {
            0x89, 0x50, 0x4E, 0x47, 0x0D, 0x0A, 0x1A, 0x0A,
            0x00, 0x00, 0x00, 0x0D, 0x49, 0x48, 0x44, 0x52,
            ... };
```

- **Archivos**: Al margen de texto e imágenes, cualquier archivo puede convertirse en un recurso. En este caso, la aplicación recibirá un bloque de bytes con el contenido del mismo, que deberá saber interpretar.

10.3. Crear recursos

Si vamos al directorio fuente de la aplicación (`/die`), vemos que hay una carpeta llamada `/res` añadida por CMake al crear el proyecto. Dentro hay varios archivos `logo.*` con el *"Icono de aplicación"* (Página 111).

También puedes ver una carpeta llamada `/res/res_die` que **no fué creada por CMake**, sino añadida posteriormente al escribir el programa. Esta subcarpeta se considera un **paquete de recursos** y contendrá un conjunto de textos, imágenes o archivos que serán cargados "en bloque" en algún momento de la ejecución. Podemos crear tantos paquetes como sean necesarios en función del tamaño y lógica de nuestro programa.

> *En aplicaciones grandes, organiza tus recursos de tal forma que no sea necesario cargarlos todos al arrancar la aplicación. Es posible que ciertos recursos solo sean necesarios cuando el usuario realice alguna acción.*

Verás que dentro de `/res/res_die` existe un `strings.msg` cuyo contenido mostramos a continuación:

Listado 10.2: Fichero de mensajes de Die.

```
/* Die strings */
TEXT_FACE       Face
TEXT_PADDING    Padding
TEXT_CORNER     Corner
TEXT_RADIUS     Radius
TEXT_ONE        One
TEXT_TWO        Two
TEXT_THREE      Three
TEXT_FOUR       Four
TEXT_FIVE       Five
TEXT_SIX        Six
TEXT_TITLE      Die Simulator
TEXT_INFO       Move the sliders to change the parametric representation of the
    ↪  die face.
TEXT_LANG       Language
TEXT_ENGLISH    English
TEXT_SPANISH    Spanish
```

También contiene la imagen `cards.png` y los iconos `spain.png` y `usa.png` (Figura 10.2).

Cada línea dentro del archivo `strings.msg` define un nuevo mensaje que consta de un identificador (p.e. `TEXT_FACE`) seguido del texto que se mostrará en el programa (*Face* en este caso). Se considera texto desde el primer carácter no blanco después del identificador hasta el final de la línea. No es necesario ponerlo entre comillas (`"Face"`) como ocurre en C:

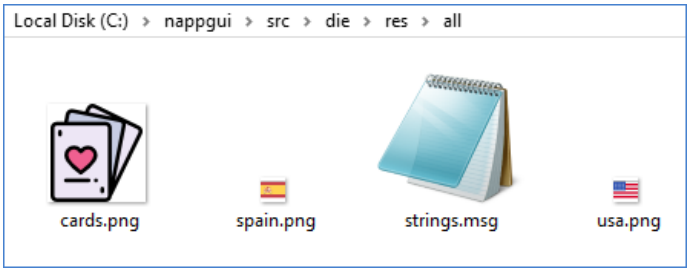


Figura 10.2: Paquete de recursos en `src/die/res/res_die`.

```
BILLY   Billy "the Kid" was an American Old West outlaw.
OTHER   Other text.
```

Tampoco hay que utilizar secuencias de escape ('\\', '\", ...), con la única excepción de `'\n'` para mensajes multilínea:

```
TWO_LINES   This is the first line\nAnd this is the second.
```

El identificador del mensaje sigue las reglas de los identificadores de C, exceptuando que las letras deben estar en mayúscula:

```
_ID1    Ok
0ID2    Wrong!!
id3     Wrong!!
ID3     Ok
```

Los mensajes aceptan cualquier carácter Unicode. Podemos dividir los textos en tantos archivos `*.msg` como sea necesario y deben ser almacenados en **formato UTF8**.

> *Visual Studio no guarda por defecto los archivos en UTF8. Asegurate de hacerlo en cada `*.msg` que contenga caracteres no US-ASCII. `File->Save As->Save with encoding-> Unicode (UTF8 Without Signature)- Codepage 65001`.*

10.4. Internacionalización (i18n)

Hemos utilizado el Inglés como idioma principal en el programa, pero queremos que también esté traducido al Español. Para ello volvemos a la carpeta `/res/res_die`, donde vemos el subdirectorio `/es_es` que contiene otro archivo `strings.msg`. Los identificadores en dicho archivo son los mismos que en `/res_die/strings.msg` pero los textos están en otro idioma. Dependiendo del lenguaje seleccionado, el programa utilizará una versión u otra.

Listado 10.3: Fichero de mensajes de Die, traducido al Español.

```
/* Die strings */
```

```
TEXT_FACE       Cara
TEXT_PADDING    Margen
TEXT_CORNER     Borde
TEXT_RADIUS     Radio
TEXT_ONE        Uno
TEXT_TWO        Dos
TEXT_THREE      Tres
TEXT_FOUR       Cuatro
TEXT_FIVE       Cinco
TEXT_SIX        Seis
TEXT_TITLE      Simulador de dado
TEXT_INFO       Mueve los sliders para cambiar la representación paramétrica de
    ↪ la cara del dado.
TEXT_LANG       Idioma
TEXT_ENGLISH    Inglés
TEXT_SPANISH    Español
```

Debemos tener en cuenta unas sencillas reglas a la hora de localizar recursos:

- Si no existe la versión local de un recurso, se utilizará la versión global del mismo. CMake avisará en el caso que existan **textos sin traducir** *"Avisos de nrc"* (Página 109).
- Se ignorarán aquellos recursos solo presentes en carpetas locales. Es imperativo que exista la versión global de cada uno.
- No se permiten "subpaquetes" de recursos. Solo se procesarán dos niveles: `src/res/packname` para los globales y `src/res/packname/local` para los localizados.
- Los paquetes de recursos deberán tener un nombre único dentro de la solución. Una estrategia puede ser anteponer el nombre del proyecto: `/appname_pack1`, `libname_pack2`, etc.
- Se ignorarán los recursos existentes en la carpeta raíz (`/res`). Todos los recursos deben estar incluidos en un paquete `/res/pack1/`, `/res/pack2/`, etc.
- Los textos localizados deben tener el mismo identificador que su correspondiente global. De lo contrario se consideran mensajes diferentes.
- Para crear la versión localizada de una imagen u otro archivo, incluirlo en su correspondiente carpeta local (p.e. `/res/res_die/es_es/cards.png`) utilizando **el mismo nombre de fichero** que la versión global.
- Para nombrar las carpetas localizadas, utilizar el código de idioma de dos letras ISO 639-1[1] (en, es, fr, de, zh, ...) y, opcionalmente, el código de país de dos letras ISO-3166[2] (en_us, en_gb, ...).

[1] `https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ISO_639-1_codes`
[2] `https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1`

10.5. Traducción en ejecución

Para cada paquete de recursos, CMake crea un `*.h` con el mismo nombre que la carpeta: `res_die.h` en este caso (Listado 10.4). Este archivo contiene los identificadores de recursos, así como una función que nos permite acceder a los mismos `res_die_respack()`. En (Listado 10.5) vemos las acciones a realizar para utilizar dichos recursos en nuestro programa.

Listado 10.4: Fichero de cabecera `res_die.h`.

```
/* Automatic generated by NAppGUI Resource Compiler (nrc-r1490) */

#include "core.hxx"

__EXTERN_C

/* Messages */
extern ResId TEXT_FACE;
extern ResId TEXT_PADDING;
extern ResId TEXT_CORNER;
extern ResId TEXT_RADIUS;
extern ResId TEXT_ONE;
extern ResId TEXT_TWO;
extern ResId TEXT_THREE;
extern ResId TEXT_FOUR;
extern ResId TEXT_FIVE;
extern ResId TEXT_SIX;
extern ResId TEXT_TITLE;
extern ResId TEXT_INFO;
extern ResId TEXT_LANG;
extern ResId TEXT_ENGLISH;
extern ResId TEXT_SPANISH;

/* Files */
extern ResId CARDS_PNG;
extern ResId SPAIN_PNG;
extern ResId USA_PNG;

ResPack *res_die_respack(const char_t *local);

__END_C
```

Listado 10.5: Carga y uso de recursos.

```
#include "res_die.h"

gui_respack(res_die_respack);
gui_language("");
...
label_text(label1, TEXT_FACE);
imageview_image(vimg, CARDS_PNG);
```

```
...
static void i_OnLang(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    const char_t *lang = params->index == 0 ? "en_us" : "es_es";
    gui_language(lang);
    unref(app);
}
```

- La línea 1 incluye la cabecera del paquete de recursos (Listado 10.4), que ha sido generada automáticamente por CMake.
- La línea 3 registra el paquete en *"Gui"* (Página 328), la librería encargada de la interfaz gráfica. Si la aplicación tuviese más paquetes de recursos los añadiríamos de la misma forma.
- La línea 4 establece el lenguaje por defecto (Inglés).
- Las líneas 6 y 7 asignan un texto y una imagen a dos controles respectivamente. Los identificadores están definidos en `"res_die.h"`, como acabamos de ver.
- La línea 13 traduce toda la interfaz como respuesta a un cambio en el control *"PopUp"* (Página 341) (Figura 10.3).

Figura 10.3: Traducción de la aplicación Die, sin destruir la ventana ni reiniciar.

Básicamente, una llamada a `gui_language`, implica coordinar tres acciones:

- Cargar los recursos localizados y sustituirlos por los actuales.
- Asignar los nuevos textos e imágenes a todos los controles y menús del programa.
- Volver a dimensionar las ventanas y los menús, ya que el cambio de textos e imágenes influirá en el tamaño de los controles.

10.6. Editar recursos

Para añadir nuevos archivos de recursos o eliminar alguno de los existentes, tan solo debemos ir a la carpeta `res/res_die` mediante el explorador de archivos y hacerlo allí directamente. Los archivos de mensajes `*.msg` se pueden editar desde Visual Studio, ya que CMake los incluye dentro del IDE (Figura 10.4). Tras realizar cualquier cambio en la carpeta de recursos o editar un archivo `*.msg`, debemos volver a lanzar CMake para que estas modificaciones se vuelvan a integrar en el proyecto. Tras cada actualización, se crearán los identificadores de los nuevos recursos y se eliminarán aquellos cuyo recurso asociado haya desaparecido, lo que producirá errores de compilación que facilitarán la corrección del código.

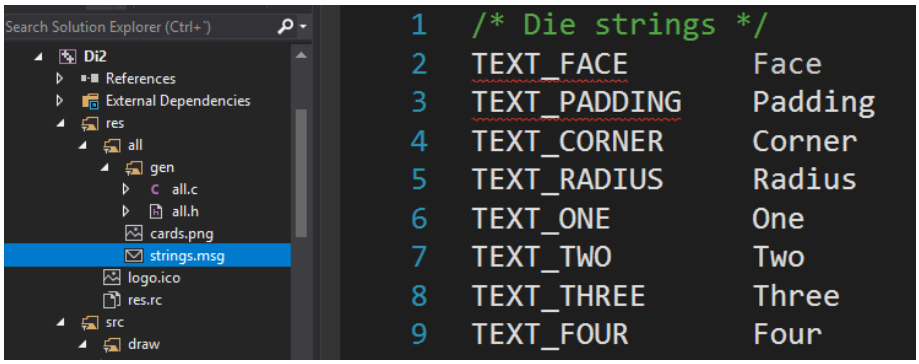


Figura 10.4: Edición de recursos dentro de Visual Studio.

10.7. Gestión manual

Aunque lo habitual será delegar la gestión de recursos en la librería `gui`, es posible acceder al contenido de los paquetes directamente, como vemos en (Listado 10.6).

Listado 10.6: Acceso directo a los recursos.

```
#include "res_die.h"

ResPack *pack = res_die_respack("es_es");
...
label_text(label1, respack_text(pack, TEXT_FACE));
imageview_image(vimg, image_from_resource(pack, CARDS_PNG));
...
respack_destroy(&pack);
```

- La línea 1 incluye la cabecera del paquete de recursos.
- La línea 3 crea un objeto con el contenido del paquete en idioma Español. Cada paquete de recursos proporcionará su propio constructor, cuyo nombre comenzará

por el de su carpeta xxxx_respack().

- Las líneas 5 y 6 obtienen un texto y una imagen respectivamente para asignarlos a los controles de interfaz.
- La línea 8 destruye el paquete de recursos, al finalizar su uso.

Hay una gran diferencia entre asignar recursos mediante ResId o mediante funciones respack_ (Listado 10.7). En el primer caso, el control label será "sensible" a los cambios de idioma realizados por gui_language. Sin embargo, en los casos 2 y 3 se ha asignado un texto constante al control, que no se verá afectado por esta función. Seremos los responsables de cambiar el texto, llegado el caso.

Listado 10.7: Diferentes modos de acceso a recursos.

```
label_text(label1, TEXT_FACE);
label_text(label1, respack_text(pack, TEXT_FACE));
label_text(label1, "Face");
```

La elección de uno u otro modo de acceso dependerá de los requisitos del programa. Recordamos que para poder llevar a cabo las traducciones automáticas, los recursos deben registrarse con gui_respack.

10.8. Procesamiento de recursos

Vamos a ver con un poco más de detalle como NAppGUI genera los módulos de recursos. Al establecer NRC_EMBEDDED en el comando nap_desktop_app(), le indicamos a CMake que debe procesar los recursos del proyecto Die. También podemos elegir la opción NRC_PACKED de la que hablaremos a continuación. Cuando lanzamos CMake se recorren las subcarpetas dentro del directorio res de cada ejecutable o librería, llamando a la utilidad **nrc** *(NAppGUI Resource Compiler)* (Figura 10.5). Este programa se encuentra en la carpeta tools/nrc y se compila automáticamente antes de que CMake genere el proyecto de compilación de NAppGUI-SDK. Para cada paquete de recursos, *nrc* crea dos archivos fuente (un .c y un .h) y los vincula con el proyecto. El .h contiene los identificadores y el constructor que hemos visto en (Listado 10.4). Por su parte, el .c realiza la implementación del paquete en función del contenido de cada carpeta y de la modalidad nrcMode.

Los archivos creados por nrc se consideran código generado y no se guardan en la carpeta src sino en la carpeta build. Se actualizarán cada vez que se ejecute CMake, independientemente de la plataforma en la que estemos trabajando. Por el contrario, los archivos originales de recursos (ubicados en la carpeta res) sí se consideran parte del código fuente.

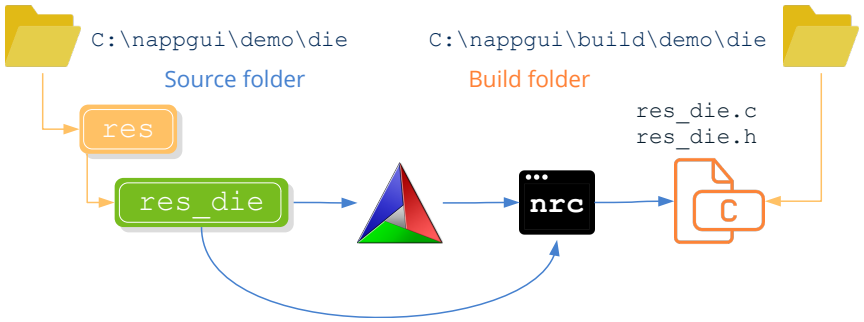


Figura 10.5: Procesamiento de recursos mediante CMake y nrc.

10.9. Distribución de recursos

En el capítulo anterior, al crear la solución de Visual Studio, indicamos que había que utilizar la constante `NRC_EMBEDDED` en la sentencia `nap_desktop_app()` dentro del archivo `CMakeLists.txt`. Existen otras dos modalidades más relacionadas con la gestión de recursos y que pueden ser configuradas por separado dentro de cada comando `nap_desktop_app()`, `nap_command_app()` o `nap_library()`:

- `NRC_NONE`: CMake ignorará el contenido de la carpeta `res`, a excepción del icono de la aplicación. No se generarán paquetes de recursos aunque exista contenido dentro de esta carpeta.
- `NRC_EMBEDDED`: Los recursos, con todas sus traducciones, se integran como parte del ejecutable (Figura 10.6). Es una opción muy interesante para aplicaciones de pequeño o medio tamaño, ya que en un único archivo `*.exe` suministraremos todo el programa. No hará falta un instalador y tendremos la certeza de que el software no fallará por la falta de algún fichero externo. El inconveniente es que, obviamente, el tamaño del ejecutable crecerá considerablemente por lo que no es aconsejable en programas con muchos recursos, muy pesados, o con multitud de traducciones.
- `NRC_PACKED`: Para cada paquete de recursos, se creará un archivo `*.res` externo al ejecutable que será cargado y liberado en tiempo de ejecución a medida que sea necesario (Figura 10.7). Las ventajas de este método son las desventajas del anterior y viceversa: Ejecutables más pequeños, pero con dependencias externas (los propios `.res`) que deberán ser distribuidos conjuntamente. También se optimizará el uso de la memoria, al poder cargar los `*.res` bajo demanda.

CMake gestiona por nosotros la ubicación de los paquetes de recursos. En aplicaciones Windows y Linux copiará todos los `*.res` en el directorio del ejecutable. En macOS los situará en la carpeta `resources` del bundle. Un hecho muy importante es que **no tenemos que modificar el código fuente** al pasar de una modalidad a otra. *nrc* ya se encarga de gestionar la carga según el tipo de paquete. Algo lógico puede ser comenzar por

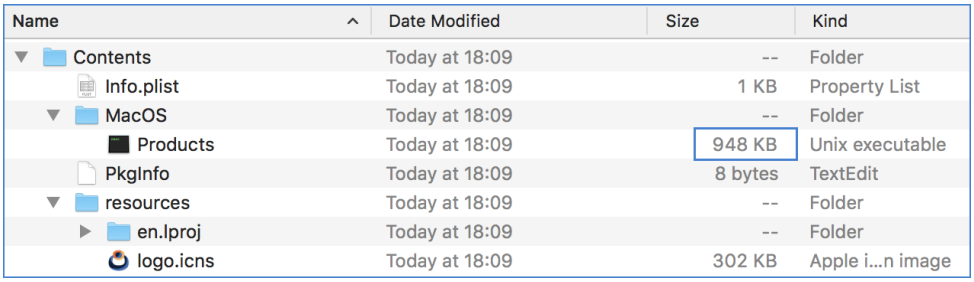


Figura 10.6: Distribución de una aplicación macOS con recursos embebidos.

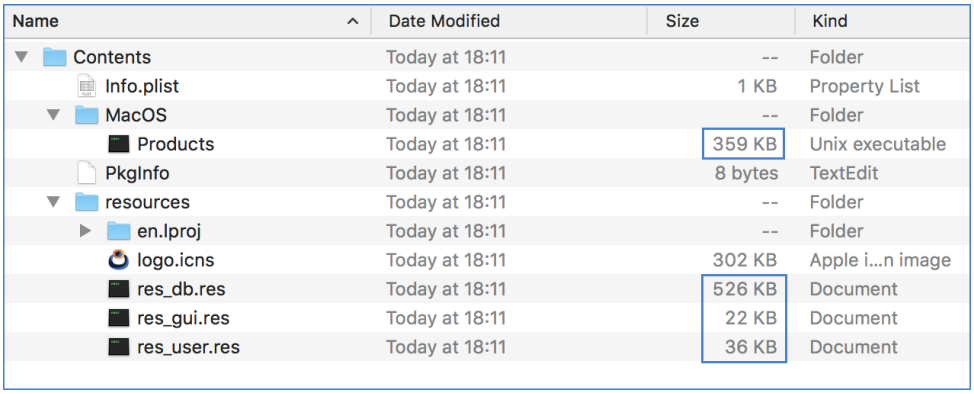


Figura 10.7: Distribución de la misma aplicación macOS con recursos empaquetados.

`NRC_EMBEDDED`, y si el proyecto crece, cambiar a `NRC_PACKED`. Tan solo deberemos volver a lanzar CMake y recompilar el proyecto para que el cambio se haga efectivo.

> *En Windows y Linux los archivos `*.res` deben instalarse siempre en el mismo directorio que el ejecutable. En el caso de macOS, CMake genera un bundle listo para distribución e instala los paquetes de recursos en el directorio `/resources` de dicho bundle.*

10.10. Avisos de nrc

nrc es un script silencioso cuyo trabajo se integra en el *build process* de CMake, pasando desapercibido en la mayoría de ocasiones. Pero hay veces que detecta anomalías en los directorios de recursos y debe informarnos de alguna manera. En estos casos aparecerá una línea roja en la consola de CMake indicando el proyecto y paquete(s) afectado(s) (Figura 10.8). Los detalles los vuelca en el archivo `NRCLog.txt` ubicado en la carpeta de recursos generados (CMake muestra la ruta completa).

Si los fallos son críticos, *nrc* no podrá generar los `*.h` y `*.c` asociados al paquete,

```
- HelloCpp: Starting
- HelloCpp: Completed
- Products: Starting
- nrc 'res_gui' warnings (See C:/NAPPGUI_1_0_build/demo/products/resgen/NRCLog.txt)
- Products: Completed
- BlockBreak: Starting
- BlockBreak: Completed
- Die: Starting
- Die: Completed
```

Figura 10.8: *nrc* ha encontrado anomalías al procesar recursos.

impidiendo que la aplicación se pueda compilar (en esencia no deja de ser un error de compilación). Otras veces son meros *warnings* que convendría arreglar, pero permiten seguir compilando. Concretamente, los **errores críticos** que afectan a *nrc* son los siguientes: (los mostramos en Inglés tal y como son escritos en `NRCLog.txt`).

- MsgError (%s:%d): Comment not closed (%s).
- MsgError (%s:%d): Invalid TEXT_ID (%s).
- MsgError (%s:%d): Unexpected end of file after string ID (%s).
- Duplicate resource id in '%s' (%s).
- Can't load resource file '%s'.
- Error reading '%s' resource directory.
- Error reading '%s' subdirectories.
- Error creating '%s' header file.
- Error creating '%s' source file.
- Error creating '%s' packed file.

Por otro lado, los avisos no-críticos:

- Empty message file '%s'.
- Ignored localized text '%s' in '%s'. Global resource doesn't exists.
- Ignored localized file '%s' in '%s'. Global resource doesn't exists.
- There is no localized version of the text '%s' in '%s'.
- Localized directory '%s' is empty or has invalid resources.

10.11. Icono de aplicación

Cuando creamos un nuevo proyecto, CMake establece un icono por defecto para la aplicación, que ubica en el directorio `/res`, con el nombre `logo*`. Esta imagen quedará "incrustada" en el ejecutable y el sistema operativo la utilizará para representar la aplicación en el escritorio (Figura 10.9). Windows y Linux también la utilizan en la barra de título de la ventana. Disponemos de tres versiones:

- **logo256.ico**: Versión para Windows Vista y posteriores. Deben incluir las resoluciones: 256x256, 48x48, 32x32 y 16x16.
- **logo48.ico**: Versión para Linux y VisualStudio 2008 y 2005, que no admiten resoluciones de 256x256. Esta versión solo incluye: 48x48, 32x32 y 16x16.
- **logo.icns**: Versión para macOS. Resoluciones 512x512, 256x256, 128x128, 32x32 y 16x16 tanto en resolución normal (@1x) como Retina Display (@2x).

Figura 10.9: Iconos de aplicación en la barra de tareas de Windows.

CMake ya se encarga de utilizar la versión apropiada del icono según la plataforma en la estemos compilando. Para cambiar el icono por defecto, abrir los archivos `logo*` con algún editor gráfico (Figura 10.10), realizar los cambios y volver a lanzar CMake. **Muy importante:** no cambiar los nombres de los archivo, siempre deben ser `logo256.ico`, `logo48.ico` y `logo.icns`.

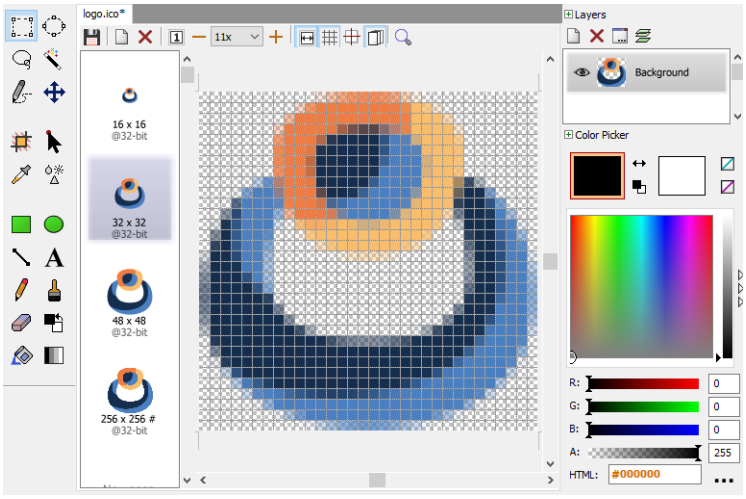


Figura 10.10: Editando `logo.ico`.

Capítulo 11

Generadores, compiladores e IDEs

Es muy difícil escribir software que funcione correctamente y de manera eficiente. Entonces, una vez que un programa funciona en un determinado entorno, no queremos repetir parte del trabajo al moverlo a un compilador, procesador o sistema operativo diferente. ***Idealmente, no debería ser necesario realizar ningún cambio en absoluto.***

Kernighan & Pike - The Practice of Programming.

11.1 Generadores, compiladores e IDEs **114**
11.2 Concepto de portabilidad **114**
11.3 Generadores CMake **115**
11.4 Visual Studio **116**
11.4.1 Platform toolset 118
11.4.2 Visual C++ Redistributable 119
11.4.3 Soporte WindowsXP 120
11.4.4 Soporte SSE 121
11.5 MinGW **121**
11.5.1 MSYS2 121
11.5.2 MinGW-GCC 123
11.5.3 MinGW-Clang 123
11.6 Xcode **124**
11.6.1 Base SDK y Deployment Target 126
11.6.2 xcode-select 128
11.6.3 macOS ARM 128
11.6.4 macOS 32bits 130
11.7 macOS Make **131**
11.8 Linux GCC **132**
11.8.1 Múltiples versiones de GCC 136

11.8.2 Linux 32bits 137
11.8.3 Linux ARM 137
11.9 Linux Clang 138
11.10 Linux GTK 139
11.11 Ninja 139
11.12 Configuraciones 141
11.13 Eclipse CDT 143
11.14 Visual Studio Code 143

11.1. Generadores, compiladores e IDEs

11.2. Concepto de portabilidad

Entendemos por **portabilidad** (Figura 11.1) la capacidad de compilar y depurar nuestros programas en otras plataformas diferentes a las que fueron escritos, sin que por ello tengamos que tocar ni una sola línea de código. Entendemos por **plataforma** a la combinación de un compilador y de una arquitectura CPU. Por ejemplo, `v143_x64` hace referencia a Visual Studio 2022 e Intel 64bits. Entendemos por **configuración** al conjunto de flags y opciones del compilador que se han utilizado para generar los binarios.

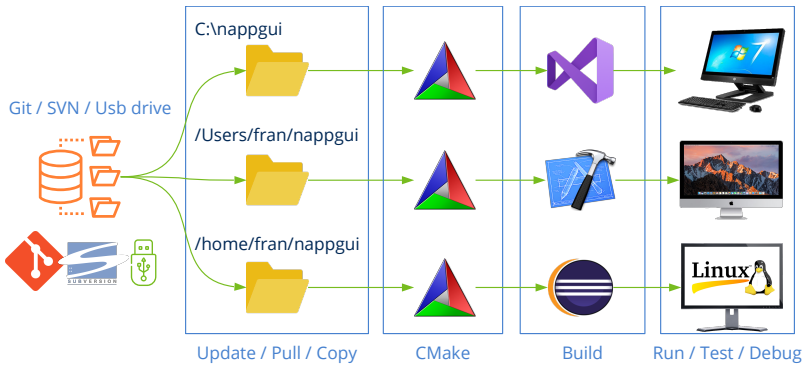


Figura 11.1: Etapas en la portabilidad del código entre plataformas.

- **Copia de trabajo:** En cada máquina deberá existir una copia del código fuente del proyecto. Normalmente esto se llevará a cabo mediante un sistema de control de versiones (SVN, Git, etc).
- **CMake:** creará o actualizará un proyecto de compilación a partir del código fuente utilizando `CMakeLists.txt` y los módulos del directorio `/prj`. Esto se realizará de forma totalmente automática.

- **Compilar:** Utilizando MSVC, GCC o Clang se compilará la solución y se generarán las librerías y ejecutables incluidos en la misma.
- **Ejecutar/Depurar:** Los binarios ya se podrán ejecutar y depurar en la plataforma de destino.

11.3. Generadores CMake

Recordamos que un compilador actúa sobre un único archivo fuente cada vez. Cuando compilamos un .c o .cpp se genera un archivo objeto (.o, .obj) que contiene el código binario de dicha fuente. Pero cualquier proyecto de cierta entidad contiene cientos de archivos, organizados en librerías que hay que enlazar para crear el (o los) ejecutables finales. Conocemos como **build system** a la herramienta que orquesta la compilación de todos los archivos del proyecto, con el fin de que sea lo más rápida y eficiente posible. Podemos decir que CMake es un meta-build system, capaz de generar proyectos de compilación para diferentes herramientas (Figura 11.2). Para ello utilizaremos la opción `-G`.

```
cmake -G "Visual Studio 17 2022"
cmake -G Ninja
cmake -G Xcode
cmake -G "Unix Makefiles"
```

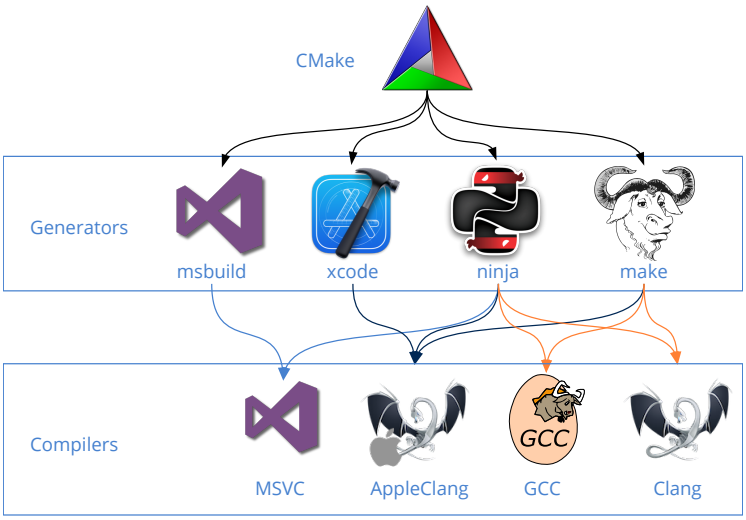


Figura 11.2: Generadores y compiladores.

No todos los generadores funcionan en todas la plataformas y, por lo general, no hay una vinculación estricta entre generador y compilador. Por ejemplo, el generador `Ninja` puede utilizar por debajo los compiladores MSVC, GCC y Clang. Lo mas importante que debemos recordar es que CMake, por medio del `CMakeLists.txt` del proyecto, unifica

todo el proceso de build haciéndolo trasparente para el desarrollador, independientemente del generador, compilador y plataforma.

11.4. Visual Studio

Visual Studio es el entorno de desarrollo por excelencia para Windows. En un mismo paquete integra el build system (msbuild), el compilador (MSVC) y el editor (IDE). Podemos utilizar cualquier versión, a partir de 2005, para compilar NAppGUI en Windows (Tabla 11.1). Como ya vimos en *"Inicio rápido"* (Página 5) lo primero que tenemos que hacer es lanzar CMake sobre el código fuente:

	Compilador	Plataforma	S.O.Mínimo
	Visual Studio 2022	v143_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2019	v142_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2017	v141_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2015	v140_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2013	v120_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2012	v110_x64 (x86)	Vista
	Visual Studio 2010	v100_x64 (x86)	XP
	Visual Studio 2008	v90_x64 (x86)	XP
	Visual Studio 2005	v80_x64 (x86)	XP

Tabla 11.1: Versiones de Visual Studio soportadas por NAppGUI.

```
cmake -G "Visual Studio 16 2019" -A x64 -T v120 -S . -B build
```

- `-G` es la versión de Visual Studio (generador).

```
-G "Visual Studio 17 2022"
-G "Visual Studio 16 2019"
-G "Visual Studio 15 2017"
-G "Visual Studio 14 2015"
-G "Visual Studio 12 2013"
-G "Visual Studio 11 2012"
-G "Visual Studio 10 2010"
-G "Visual Studio 9 2008"
-G "Visual Studio 8 2005"
```

- `-A` es la arquitectura Intel 32 o 64 bits:

```
-A x64
-A Win32
```

- `-T` es el *Platform Toolset* (o versión del compilador). Si omites este parámetro se tomará el último soportado por el compilador.

```
-T v143
-T v142
-T v141
-T v140
-T v120
-T v110

// For XP compatibility
-T v141_xp
-T v140_xp
-T v120_xp
-T v110_xp
-T v100
-T v90
-T v80
```

- `-S`: Ruta donde se encuentra el `CMakeLists.txt`.
- `-B`: Ruta donde se generarán los proyectos de compilación, binarios y archivos temporales.
- `-DNAPPGUI_DEMO=NO`: Evita generar las aplicaciones de ejemplo. Solo se compilará el SDK.

El soporte para Visual Studio 8 2005 fue eliminado en CMake 3.12. Debes utilizar una versión anterior de CMake si aún sigues utilizando VS2005. NAppGUI NO funciona con versiones anteriores a VS2005.

NAppGUI no ofrece soporte para arquitecturas no x86, x64 en Windows: ARM, Itanium, etc.

Tras ejecutar CMake, en la carpeta `/build` aparecerá una solución de VisualStudio, `NAppGUI.sln` o el nombre que se haya configurado en `project(NAppGUI)` del `CMakeLists.txt`. Abre dicha solución y, desde Visual Studio, `Build->Build Solution` para compilar `Debug->Start Debugging` para depurar (Figura 11.3).

Para cambiar la versión de Visual Studio, selecciona otro generador en CMake ***-G "Visual Studio 15 2017"****, cierra y vuelve a abrir la solución.*

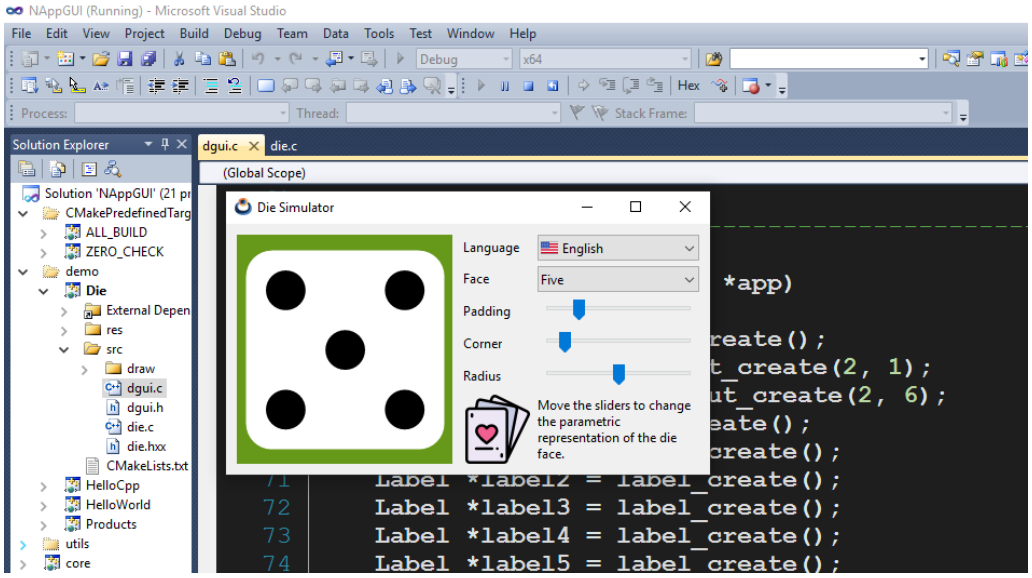


Figura 11.3: Depurando la aplicación de ejemplo *Die* en Visual Studio 2010.

Como ya vimos en *"Compilar NAppGUI"* (Página 65), si tu intención es solo compilar el SDK, no es necesario que abras la solución en el editor. Puedes compilarla directamente desde la línea de comandos.

```
cmake -G "Visual Studio 17 2022" -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO
cmake --build build --config Release -j 4
```

11.4.1. Platform toolset

A partir de Visual Studio 2010, se produce una disociación entre el editor y el compilador. El término *Plaform Toolset* identifica al propio compilador, que se podrá seguir utilizando con IDEs mas modernos. Si no indicamos nada, CMake utilizará el toolset incluido por defecto en cada versión de VS, pero se puede cambiar mediante el parámetro `-T` de CMake (Tabla 11.2). Por ejemplo, podemos combinar `Visual Studio 15 2017` con el toolset de VS2013 para Windows XP `v120_xp`:

```
cmake -G "Visual Studio 15 2017" -A Win32 -T v120_xp -S . -B build
```

Toolset (-T)	Versión de VS
v143	Visual Studio 2022
v142	Visual Studio 2019

Toolset (-T)	Versión de VS
v141	Visual Studio 2017
v141_xp	Visual Studio 2017 (con soporte XP)
v140	Visual Studio 2015
v140_xp	Visual Studio 2015 (con soporte XP)
v120	Visual Studio 2013
v120_xp	Visual Studio 2013 (con soporte XP)
v110	Visual Studio 2012
v110_xp	Visual Studio 2012 (con soporte XP)
v100	Visual Studio 2010
v90	Visual Studio 2008
v80	Visual Studio 2005

Tabla 11.2: Toolset incluido en cada versión de VS.

Es necesario que tengas instalada cada versión de Visual Studio para utilizar su toolset. Existen versiones "ligeras" que instalan las ***build tools*** *sin el entorno de desarrollo.*

11.4.2. Visual C++ Redistributable

Por defecto, Visual Studio enlaza dinámicamente las funciones de la librería estándar de C, lo que provoca que los `.exe` puedan no funcionar en máquinas que no dispongan de las DLL de VC++ (Figura 11.4). Esto obliga a las aplicaciones a incluir una copia de `MSVCRT.dll`, `VCRUNTIME.dll`, ... o a instalar los famosos paquetes *Visual C++ Redistributable* para asegurar que la aplicación pueda correr sin problemas.

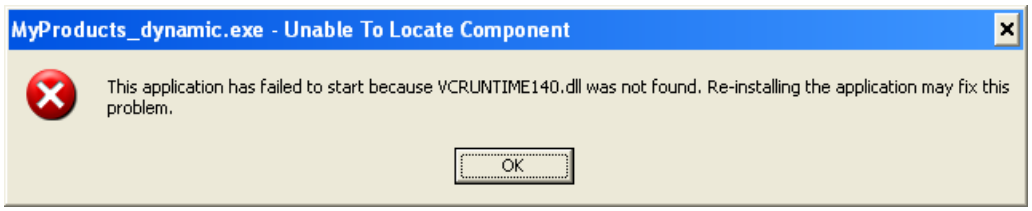


Figura 11.4: Error por la falta de las .dll de VC++.

NAppGUI utiliza un reducido conjunto de la librería C, ya que accede directamente al API de Windows siempre que sea posible. Por esta razón, todas las aplicaciones creadas con NAppGUI realizan un enlace estático (opción `/MT`) de las funciones necesarias de la

stdlib, evitando dependencias a costa de aumentar ligeramente (unos pocos Kb) el tamaño del ejecutable final. Esto garantiza que las aplicaciones correrán sin problemas en todas las máquinas Windows sin necesidad de DLLs adicionales y sin tener que instalar los *VC++ Redistributable*.

> *Las aplicaciones NAppGUI no requieren los Visual C++ Redistributable. Tampoco utilizan las MFC "Microsoft Foundation Classes" ni la plataforma .NET.*

11.4.3. Soporte WindowsXP

A partir de VS2012, el *Platform Toolset* genera ejecutables no compatibles con WindowsXP. Si queremos que nuestras aplicaciones corran en este sistema, deberemos seleccionar el toolset alternativo acabado en `_xp`: `v141_xp`, `v140_xp`, `v120_xp`, `v110_xp`. O bien los `v100`, `v90` ó `v80` (VS2010, 2008, 2005), que sí soportan directamente XP (Figura 11.5).

> *El soporte para WindowsXP se ha eliminado definitivamente en Visual Studio 2019.* ***No existe el Platform Toolset v142_xp.***

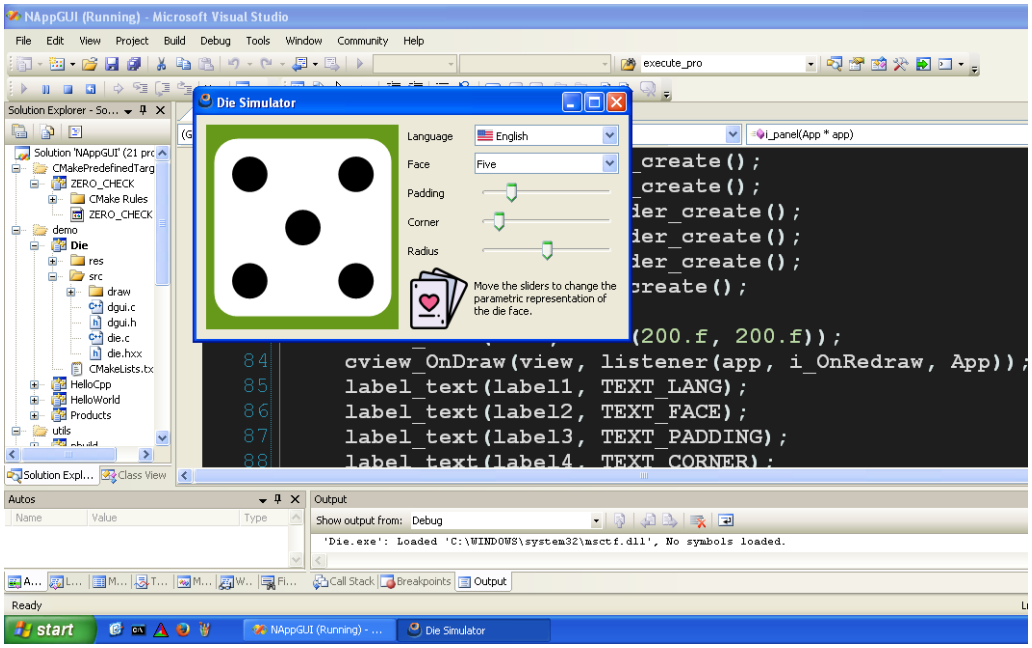


Figura 11.5: Depurando la aplicación *Die* en WindowsXP con VS2005 (toolset v80).

> *No se pueden crear aplicaciones con NAppGUI que funcionen en Windows anteriores a XP.*

11.4.4. Soporte SSE

Con el Pentium III, Intel incorporó un juego de instrucciones adicional para operaciones en coma flotante denominado SSE *Streaming SIMD Extensions*. Esto permite optimizar los cálculos matemáticos a costa de perder la compatibilidad, ya que las aplicaciones que utilicen SSE no funcionarán en los modelos Pentium II o anteriores. En NAppGUI se han reservado los toolset `v80_x86` y `v90_x86` para crear aplicaciones compatibles con los procesadores más antiguos (Tabla 11.3). A partir de `v100_x86`, se utilizará SSE2 en todos los toolset.

Toolset	SSE	CPU Mínima
v80_x86	x87 (no SSE)	Pentium II/AMD K6
v90_x86	SSE	Pentium III/AMD Duron
v100_x86	SSE2	Pentium IV/AMD Sempron
v110_x86	SSE2	Pentium IV/AMD Sempron
...	SSE2	...

Tabla 11.3: Soporte SSE

El soporte SSE solo se deshabilita en arquitecturas de 32 bits (x86). Todas las CPU de 64 bits (x64) incorporan SSE2.

11.5. MinGW

MinGW-w64 es un proyecto creado para soportar los compiladores GCC/Clang en sistemas Windows. Se bifurcó en 2007 del original `mingw.org`. Además de los compiladores, proporciona las cabeceras y librerías de Win32, lo que permite crear aplicaciones nativas de Windows, sin necesidad de instalar VisualStudio. A partir de la versión 1.4.2, NAppGUI proporciona soporte para este entorno.

11.5.1. MSYS2

Si bien existen diferentes maneras de instalar MinGW, la más directa, actualizada y recomendada es hacerlo a través de una consola MSYS2. Este proyecto recrea un terminal Unix en Windows, proporcionando las típicas herramientas (`grep`, `sed`, `curl`, ...) y comandos (`ls`, `cp`, `rm`, `cat`, ...). MSYS2 también incluye el gestor de paquetes `pacman`.

MSYS2 proporciona diferentes entornos de compilación, siendo MinGW64 y UCRT64 los dos más utilizados. La principal diferencia radica en la versión de la biblioteca estándar de C utilizada. MinGW64 utiliza **MSVCRT**, una implementación de Microsoft ya

desfasada, mientras que UCRT64 utiliza **Universal C Runtime** más recomendable para aplicaciones modernas.

- Descarga MSYS2 desde https://www.msys2.org/[1]. La instalación típica es en `C:\msys64`.
- Abre un terminal MSYS2 (Figura 11.6) y teclea:

```
# GCC install
pacman -S --needed base-devel mingw-w64-ucrt-x86_64-toolchain

# Clang install
pacman -S mingw-w64-x86_64-clang
pacman -S mingw-w64-ucrt-x86_64-clang
```

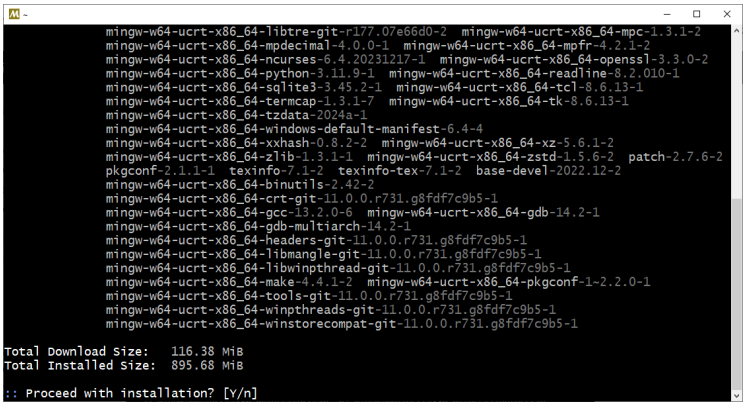


Figura 11.6: Instalación de GCC mediante MSYS2.

- Añade una de estas rutas a `PATH` desde `CMD` o escribiendo `envvar` en la barra de búsqueda de Windows:

```
:: (Or where your msys2 is installed)
set PATH=C:\msys64\mingw64\bin;%PATH%

:: Alternative (if you want to use UCRT64 environment)
set PATH=C:\msys64\ucrt64\bin;%PATH%
```

- Abre un terminal `CMD` y comprueba que los compiladores funcionan:

```
C:\>gcc --version
gcc (Rev6, Built by MSYS2 project) 13.2.0

C:\>clang --version
clang version 18.1.4
```

[1] https://www.msys2.org/

```
C:\>mingw32-make -version
GNU Make 4.4.1
```

11.5.2. MinGW-GCC

Para compilar NAppGUI con MinGW-GCC (Tabla 11.4), abrimos una consola `CMD`:

```
cmake -G "MinGW Makefiles" -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=gcc -
    ↪ DCMAKE_CXX_COMPILER=g++ -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
cmake --build build -j 4
```

- `-DCMAKE_BUILD_TYPE=[Debug|Release]`: Al contrario que VisualStudio, MinGW está basado en la herramienta `make` la cual es mono-configuración. Deberemos indicarla en tiempo de generación y no de compilación.

	Compilador	Plataforma	S.O.Mínimo
MinGW w64	MinGW-GCC 13	mwgcc13_2_0_x64	Vista

Tabla 11.4: Soporte MinGW-GCC en NAppGUI.

*Al no generarse proyectos IDE, recomendamos utilizar **Visual Studio Code** o **Eclipse CDT** para depurar proyectos generados con MinGW.*

11.5.3. MinGW-Clang

Si queremos utilizar el compilador Clang (Tabla 11.5) en lugar de GCC:

```
cmake -G "MinGW Makefiles" -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=clang -
    ↪ DCMAKE_CXX_COMPILER=clang++ -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
cmake --build build -j 4
```

	Compilador	Plataforma	S.O.Mínimo
MinGW w64	MinGW-Clang 18	mwclang18_1_4_x64	Vista

Tabla 11.5: Soporte MinGW-Clang en NAppGUI.

Por último, es posible que quieras compilar a través de la consola MSYS2 en lugar del CMD de Windows. En ese caso:

```
# GCC compiler under MSYS
cmake -G "MSYS Makefiles" -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=gcc -
    ↪ DCMAKE_CXX_COMPILER=g++ -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release

# Clang compiler under MSYS
```

```
cmake -G "MSYS Makefiles" -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=clang -
    ↪ DCMAKE_CXX_COMPILER=clang++ -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release

# Build
cmake --build build -j 4
```

Tanto MinGW como MSYS utilizan las mismas versiones Windows nativas de GCC y Clang. La diferencia entre ambos generadores radica en las utilidades que orquestan la compilación: Windows-like (MinGW) y Unix-like (MSYS).

11.6. Xcode

Para compilar para los iMac, macBook y macMini de Apple necesitaremos Xcode[2] a partir de la versión 3.2.6 (Tabla 11.6). NAppGUI permite generar aplicaciones que funcionen en MacOSX 10.6 Snow Leopard y posteriores:

[2] `https://developer.apple.com/xcode/`

	Compilador	S.O.Mínimo	Plataforma
	Xcode 16.3	Sequoia	sdk15_0_x64 (arm)
	Xcode 15.4	Sonoma	sdk14_0_x64 (arm)
	Xcode 14.3.1	Ventura	sdk13_6_x64 (arm)
	Xcode 13.4.1	Monterey	sdk12_3_x64 (arm)
	Xcode 12.5.1	Big Sur	sdk11_5_x64 (arm)
	Xcode 11.7	Catalina	sdk10_15_x64
	Xcode 10.3	Mojave	sdk10_14_x64
	Xcode 9.4.1	High Sierra	sdk10_13_x64
	Xcode 8.3.3	Sierra	sdk10_12_x64
	Xcode 7.3.1	El Capitan	sdk10_11_x64
	Xcode 6.4	Yosemite	sdk10_10_x64
	Xcode 6.2	Mavericks	sdk10_9_x64
	Xcode 5.1.1	Mountain Lion	sdk10_8_x64
	Xcode 4.6.3	Lion	sdk10_7_x64
	Xcode 3.2.6	Snow Leopard	sdk10_6_x64 (x86)

Tabla 11.6: Versiones de Xcode soportadas por NAppGUI.

```
cmake -G Xcode -DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=11.0 -DCMAKE_ARCHITECTURE=arm64 -S
    ↪  . -B build
```

- `-G` siempre `Xcode`. Utilizar `xcode-select` para alternar si tienes varias versiones instaladas.
- `-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET`. Sistema operativo mínimo que será soportado. Si se omite se establecerá el **Base SDK** incluido en la versión de Xcode.

```
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=15.0      // Sequoia
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=14.0      // Sonoma
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=13.0      // Ventura
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=12.0      // Monterey
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=11.0      // Big Sur
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.15     // Catalina
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.14     // Mojave
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.13     // High Sierra
```

```
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.12     // Sierra
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.11     // El Capitan
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.10     // Yosemite
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.9      // Mavericks
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.8      // Mountain Lion
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.7      // Lion
-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET=10.6      // Snow Leopard
```

- `-DCMAKE_ARCHITECTURE`. `arm64`, `x64`, `i386`. La arquitectura `arm64` se incluye a partir del SDK 11.0 Big Sur. La `i386` se declaró obsoleta en macOS 10.13 High Sierra.

```
-DCMAKE_ARCHITECTURE=arm64
-DCMAKE_ARCHITECTURE=x64
-DCMAKE_ARCHITECTURE=i386
```

*NAppGUI no soporta la creación de **Apple's Fat binaries**. Debes indicar un solo valor en este campo.*

- `-S`: Ruta donde se encuentra el `CMakeLists.txt`.
- `-B`: Ruta donde se generarán los proyectos de compilación, binarios y archivos temporales.
- `-DNAPPGUI_DEMO=NO`: Evita generar las aplicaciones de ejemplo. Solo se compilará el SDK.

Tras ejecutar CMake, en la carpeta `/build` aparecerá una solución de Xcode, `NAppGUI.xcodeproj` o el nombre que se haya configurado en `project(NAppGUI)` del `CMakeLists.txt`. Al abrir la solución Xcode, vemos los diferentes proyectos que la forman, incluidos *Die* y *Dice*. Seleccionamos *Die* en el desplegable superior izquierdo y después pulsamos `Play` o `Product->Run` (Figura 11.7). Esto compilará el programa y lo lanzará en modo depuración, donde podremos establecer puntos de ruptura para inspeccionar la pila y el valor de las variables.

11.6.1. Base SDK y Deployment Target

Cada año, Apple lanza una nueva versión de macOS, que viene acompañada de un nuevo SDK y de la actualización de Xcode que incluye dicho SDK. A esta se denomina **Base SDK**.

***Base SDK** es la versión incluida en cada nueva versión mayor de Xcode, que coincide con la última versión del sistema macOS aparecida en el mercado.*

Apple tiene una política mucho más restrictiva que Microsoft en lo referente a la compatibilidad de las aplicaciones con versiones anteriores del sistema operativo. Por defecto, un

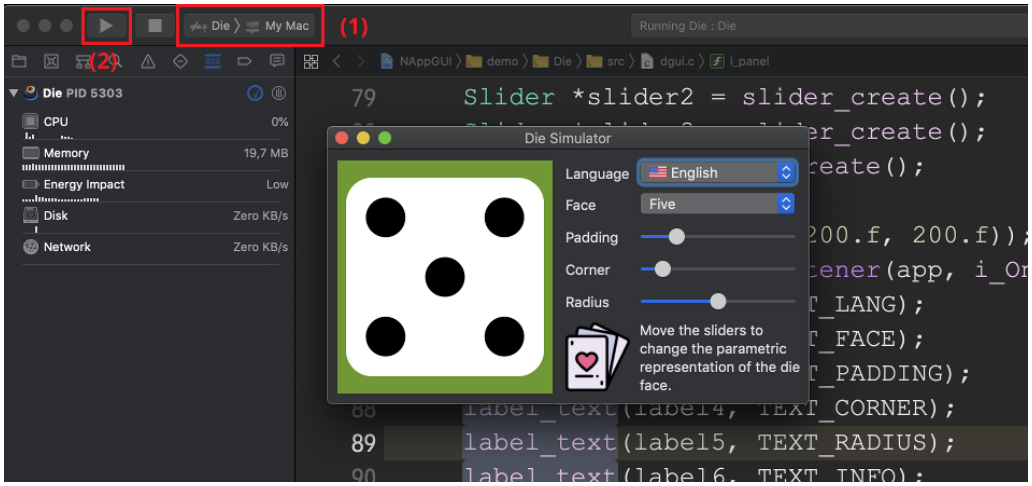


Figura 11.7: Depurando la aplicación *Die* en Xcode.

programa compilado con SDK 10.14 (macOS Mojave) no funcionará en el inmediatamente anterior macOS High Sierra (Figura 11.8).

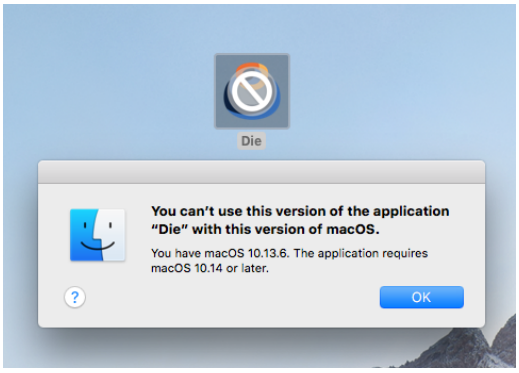


Figura 11.8: *Die* con *Base SDK* 10.14 no funcionará en High Sierra.

Para evitar este problema, y que las aplicaciones funcionen en macOS más antiguos, existe el parámetro **Deployment Target**. Al utilizarlo, se activará una macro que anulará las nuevas características del Base SDK. Esto permitirá que el programa corra en versiones antiguas a costa, claro está, de no tener acceso a las últimas funcionalidades de los iMac. Podrás seleccionar el Deployment Target requerido por tu proyecto a través del parámetro `-DCMAKE_OSX_DEPLOYMENT_TARGET`, como ya hemos visto en el apartado anterior.

Xcode 14 considera obsoletos los Deployment Target inferiores a 10.13 (Figura 11.9). Utiliza Xcode 13 si quieres compatibilidad con Mac OSX 10.12 Sierra y anteriores.

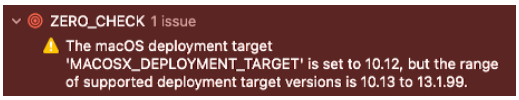


Figura 11.9: Deployment Target 10.12 obsoleto a partir de Xcode 14.

Xcode 8 considera obsoletos los Deployment Target inferiores a 10.9 (Figura 11.10). Utiliza Xcode 7 si quieres compatibilidad con Mac OSX 10.8 Mountain Lion y anteriores.

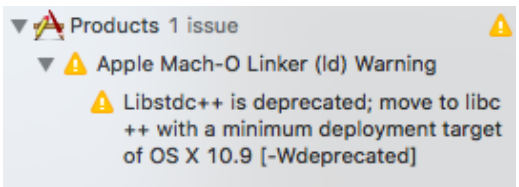


Figura 11.10: Deployment Target 10.8 obsoleto a partir de Xcode 8.

11.6.2. xcode-select

Ya hemos visto que CMake solo ofrece un generador para Xcode (`-G Xcode`), aunque es posible tener varias versiones instaladas en la misma máquina, cada una dentro de su propio *bundle* `Xcode.app`. Siempre existirá un Xcode por defecto en el sistema (el más reciente) pero se puede cambiar mediante la utilidad `xcode-select`:

Consulta de la versión actual de Xcode.

```
xcode-select -p
/Applications/Xcode.app/Contents/Developer
```

Cambio de la versión activa de Xcode.

```
sudo xcode-select -s /Applications/Xcode8.app/Contents/Developer
```

Establecer la versión por defecto de Xcode.

```
sudo xcode-select -r
```

*Deberás ejecutar de nuevo **cmake -G Xcode** cada vez que utilices `xcode-select` para que tu proyecto actualice el cambio de compilador.*

11.6.3. macOS ARM

En Noviembre de 2020 Apple lanza su nueva línea de ordenadores de sobremesa y portátiles (iMac, macBook y macMini) basados en el procesador Apple M1 con arquitectura ARM (Figura 11.11). A pesar que son capaces de ejecutar programas compilados para

Figura 11.11: Procesadores M1 de Apple.

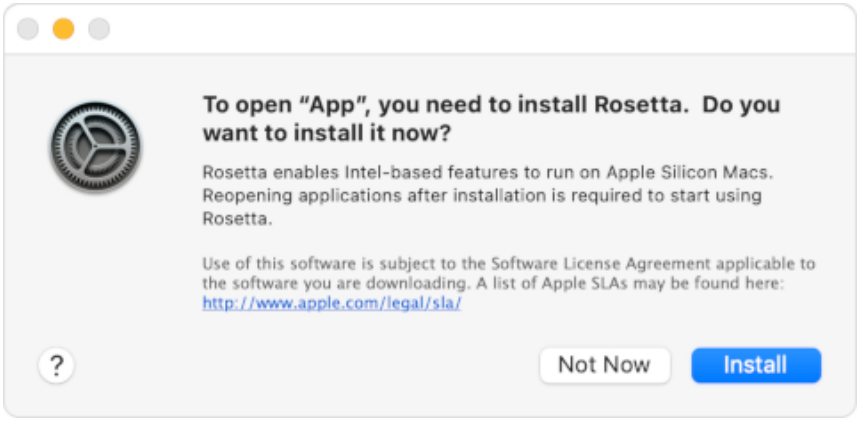


Figura 11.12: Aviso Rosetta 2 al intentar ejecutar código x64 en un Apple M1.

Intel x64 mediante el programa Rosetta 2 (Figura 11.12) lo ideal sería compilar nuestras aplicaciones para la nueva arquitectura con el fin de optimizar al máximo los ejecutables.

NAppGUI soporta la compilación para la arquitectura Apple ARM. Tan solo deberás incluir la opción `-DCMAKE_ARCHITECTURE=arm64` en CMake, como ya vimos en la sección anterior.

Puedes compilar la arquitectura M1 desde máquinas Intel x64, pero no podrás depurar los ejecutables.

La arquitectura M1 solo está disponible para el sistema Big Sur (macOS 11.0) y posteriores.

11.6.4. macOS 32bits

Desde la versión macOS High Sierra, Apple ha declarado obsoleta[3] la arquitectura de 32 bits, emitiendo avisos a los usuarios en el caso de detectar ejecutables `i386` (Figura 11.13). A partir de Xcode 10, no se puede compilar en esta arquitectura (Figura 11.14).

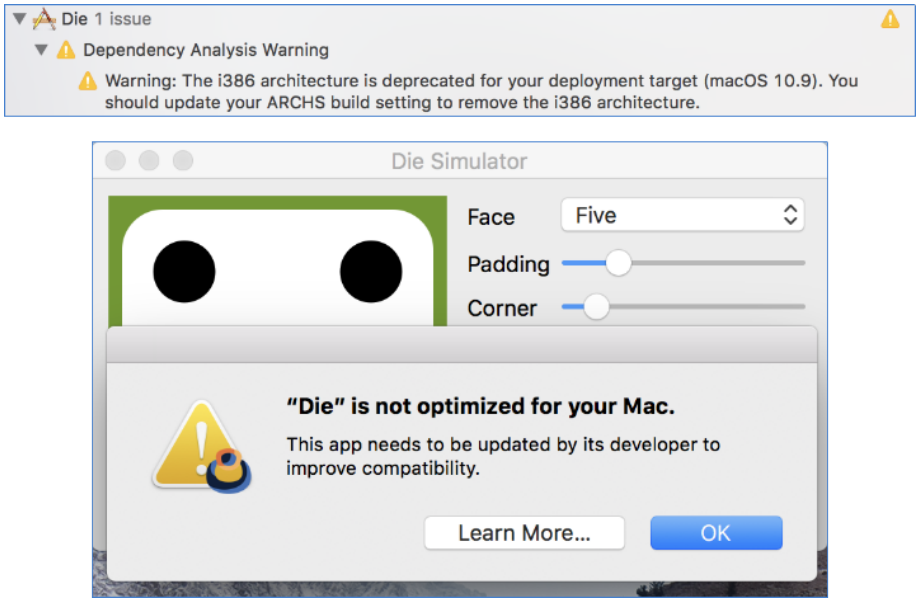


Figura 11.13: Avisos de macOS en aplicaciones de 32bits.

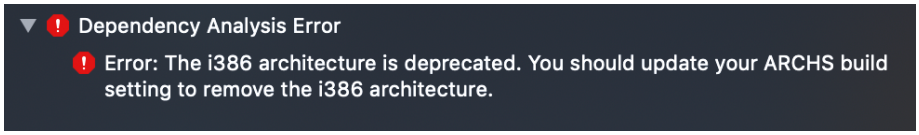


Figura 11.14: Error en Xcode 10 al intentar compilar en 32bits.

> *El soporte para aplicaciones 32bits ha desaparecido definitivamente en* ***macOS Catalina****, que solo permite ejecutar aplicaciones de 64bits.*

Esto tiene cierto sentido ya que todos los modelos de iMac basados en Intel incorporan procesadores de 64 bits, a excepción de unos pocos modelos de 2006 en policarbonato blanco que montaban el Intel Core Duo de 32 bits (Figura 11.15). Estos iMac admitían como máximo el Mac OSX 10.6 Snow Leopard, siendo requisito fundamental a partir de 10.7 Lion, el disponer de una CPU de 64 bits. Para compilar sin problemas en 32bits hay que utilizar, como máximo, Xcode 6 (Figura 11.16).

[3] `https://support.apple.com/en-us/HT208436`

Figura 11.15: Únicos modelos de Apple con procesador Intel de 32bits.

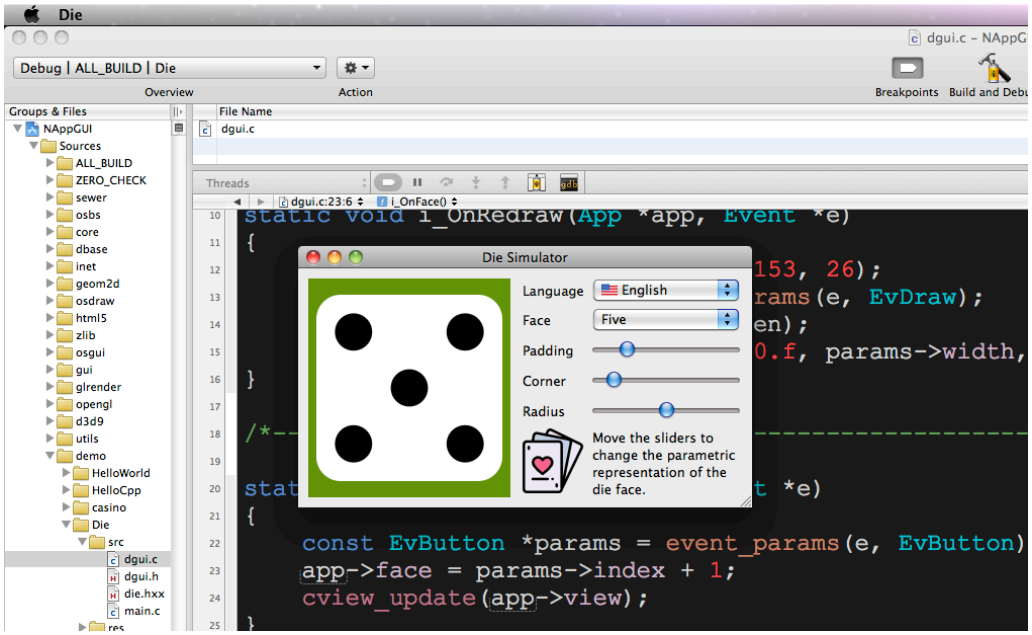


Figura 11.16: Compilación en 32bits con Xcode 3.2.6 (Snow Leopard).

11.7. macOS Make

La utilidad `Unix Make` se incluye como parte de las build tools de Xcode. Por tanto, podemos utilizarla como generador en macOS, si podemos prescindir de los proyectos Xcode. Make es mono-configuración, por lo que debemos indicar el tipo de configuración durante la generación.

```
cmake -G "Unix Makefiles" -S . -B build -DNAPPGUI_DEMO=NO -DCMAKE_BUILD_TYPE=
    ↪ Release
cmake --build build
```

11.8. Linux GCC

Para las versiones Linux, utilizaremos el compilador `gcc` (Tabla 11.7) y la herramienta `make` para generar los binarios, pero no existe un entorno de desarrollo "oficial" tal como ocurre en Windows y macOS. Para realizar una configuración elemental de nuestro equipo teclear los siguientes comandos en un terminal:

```
// Development tools
sudo apt-get install build-essential
sudo apt-get install git
sudo apt-get install cmake

// Development libraries
sudo apt-get install libgtk-3-dev
sudo apt-get install libglu1-mesa-dev freeglut3-dev mesa-common-dev
sudo apt-get install libcurl4-openssl-dev

// GTK Inspector (Ctrl+D when debugging)
gsettings set org.gtk.Settings.Debug enable-inspector-keybinding true

// Check system libraries version
pkg-config --modversion gtk+-3.0
3.24.20

pkg-config --modversion libcurl
7.68.0
```

	S.O.Mínimo	Compilador	Toolkit	Plataforma
	Ubuntu 24.04 LTS	GCC 13.3.0	GTK 3.24.41	gcc13_2_0_gtk3_x64
	Ubuntu 22.04 LTS	GCC 11.4.0	GTK 3.24.33	gcc11_2_0_gtk3_x64
	Ubuntu 20.04 LTS	GCC 9.4.0	GTK 3.24.20	gcc9_4_0_gtk3_x64
	Ubuntu 18.04 LTS	GCC 7.5.0	GTK 3.22.30	gcc7_5_0_gtk3_x64
	Ubuntu 16.04 LTS	GCC 5.4.0	GTK 3.18.9	gcc5_4_0_gtk3_x64 (x86)
	Ubuntu 14.04 LTS	GCC 4.8.4	GTK 3.10.8	gcc4_8_4_gtk3_x64 (x86)
	Ubuntu 12.04 LTS	GCC 4.6.3	GTK 3.4.2	gcc4_6_3_gtk3_x64 (x86)
	Raspbian 11 Bullseye	GCC 10.2.1	GTK 3.24.24	gcc10_gtk3_arm64
	Raspbian 10 Buster	GCC 8.3.0	GTK 3.24.5	gcc8_gtk3_arm
	Raspbian 9.1 Strech	GCC 6.3.0	GTK 3.22.11	gcc6_gtk3_arm
	Raspbian 8.0 Jessie	GCC 4.9.2	GTK 3.14.5	gcc4_9_gtk3_arm

	S.O.Mínimo	Compilador	Toolkit	Plataforma

Tabla 11.7: Versiones de GCC soportadas por NAppGUI.

Al igual que hicimos en Windows y macOS, ejecutamos `cmake` para generar el proyecto de compilación:

```
cmake -G "Unix Makefiles" -DCMAKE_C_COMPILER=gcc -DCMAKE_CXX_COMPILER=g++ -
    ↪ DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug -DCMAKE_ARCHITECTURE=x64 -DCMAKE_TOOLKIT=GTK3 -S
    ↪  . -B build
```

- `-G` siempre `"Unix Makefiles"`. Adicionalmente se pueden crear proyectos para los principales IDEs disponibles en Linux:

```
-G "Unix Makefiles"
-G "CodeBlocks - Unix Makefiles"
-G "CodeLite - Unix Makefiles"
-G "Sublime Text 2 - Unix Makefiles"
-G "Kate - Unix Makefiles"
-G "Eclipse CDT4 - Unix Makefiles"
```

- `DCMAKE_C_COMPILER`. Compilador de C. Por defecto, `gcc`.
- `DCMAKE_CXX_COMPILER`. Compilador de C++. Por defecto, `g++`.
- `-DCMAKE_BUILD_TYPE`. A diferencia de Visual Studio y Xcode, Make no permite la creación de proyectos multi-configuración. Hay que indicarla en el momento de la generación:

```
-DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug
-DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
-DCMAKE_BUILD_TYPE=RelWithDebInfo
-DCMAKE_BUILD_TYPE=MinSizeRel
```

- `-DCMAKE_ARCHITECTURE`. `x64`, `i386`, `arm`, `arm64`. En Linux no se permite la compilación cruzada. Deberemos seleccionar la misma arquitectura que la máquina anfitrión. Este parámetro puede omitirse, se configurará automáticamente.

```
-DCMAKE_ARCHITECTURE=x64        // Only in Linux Intel 64bits hosts
-DCMAKE_ARCHITECTURE=i386       // Only in Linux Intel 32bits hosts
-DCMAKE_ARCHITECTURE=arm        // Only in Linux ARM 32bits hosts
-DCMAKE_ARCHITECTURE=arm64      // Only in Linux ARM 64bits hosts
```

- `-DCMAKE_TOOLKIT`. A día de hoy, la única opción disponible es `GTK3`, ya que NAppGUI no soporta otros toolkits gráficos. Este parámetro puede omitirse, se configurará automáticamente.

```
-DCMAKE_TOOLKIT=GTK3
```

- `-S`: Ruta donde se encuentra el `CMakeLists.txt`.
- `-B`: Ruta donde se generarán los proyectos de compilación, binarios y archivos temporales.
- `-DNAPPGUI_DEMO=NO`: Evita generar las aplicaciones de ejemplo. Solo se compilará el SDK.

Tras ejecutar `cmake` tendremos, en la carpeta `/build` una serie de `Makefiles` preparados para compilar el proyecto.

```
cmake --build build -j 4

...
[ 93%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/DrawBig
[ 93%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/GuiHello
[ 93%] Built target DrawBig
[ 94%] Building C object howto/drawhello/CMakeFiles/DrawHello.dir/resgen/
    ↪ res_drawhello.c.o
[ 94%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/Col2dHello
[ 98%] Built target GuiHello
[ 98%] Building C object howto/drawimg/CMakeFiles/DrawImg.dir/resgen/
    ↪ res_drawimg.c.o
[ 98%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/UrlImg
[ 98%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/DrawHello
[ 98%] Built target Col2dHello
[ 98%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/ColorView
[ 98%] Built target UrlImg
[ 98%] Built target DrawHello
[ 99%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/DrawImg
[100%] Built target ColorView
[100%] Built target DrawImg
```

Una vez terminada la compilación, podemos lanzar los ejecutables directamente desde el terminal:

Lanzar la aplicación *Die*.

```
./build/demo/die/Debug/Die
```

Si tienes cierta soltura con `gdb`, puedes intentar depurar el código directamente desde el terminal (Figura 11.17). Más adelante veremos como hacerlo mediante Eclipse y Visual Studio Code.

Depurando *Die* con *gdb*

```
gdb ./build/demo/die/Debug/Die
(gdb) run
...
```

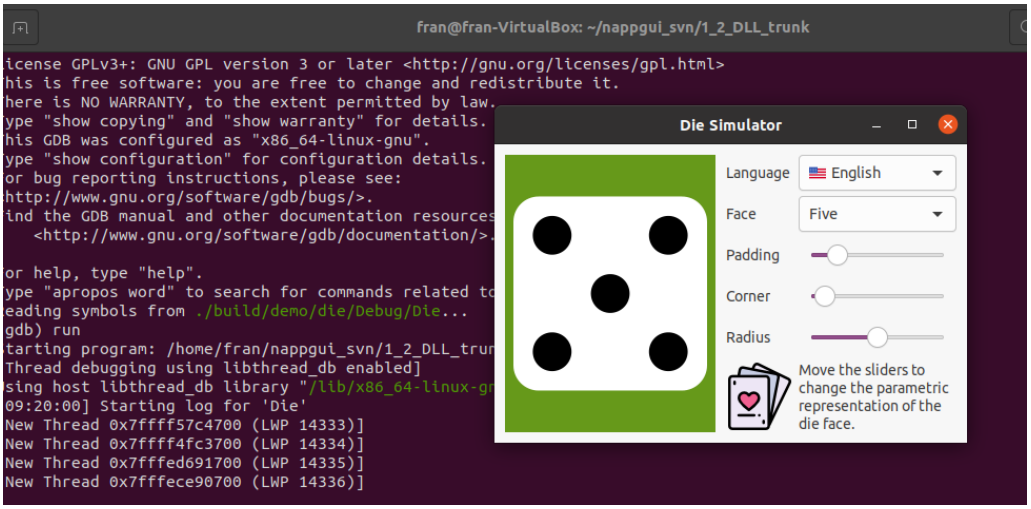


Figura 11.17: Depurando *Die* con GDB desde el terminal.

> *Para generar las aplicaciones de ejemplo, debes omitir la opción* `-DNAPPGUI_DEMO=NO` *en CMake.*

11.8.1. Múltiples versiones de GCC

Aunque cada distribución de Linux incorpora una versión "canónica" de GCC, es posible tener varias instaladas en la misma máquina y alternar entre ellas de forma similar a como hacíamos en macOS con `xcode-select`. Para ello utilizaremos el comando `update-alternatives` de Linux. Suponemos que estamos en Ubuntu 18.04 LTS:

Versión de gcc instalada.

```
gcc --version
gcc 7.5.0
```

Instalar gcc-6

```
sudo apt-get install gcc-6 g++-6
```

Registrar gcc-7 y gcc-6

```
sudo update-alternatives --install /usr/bin/gcc gcc /usr/bin/gcc-7 60 --slave /
    ↪ usr/bin/g++ g++ /usr/bin/g++-7
sudo update-alternatives --install /usr/bin/gcc gcc /usr/bin/gcc-6 50 --slave /
    ↪ usr/bin/g++ g++ /usr/bin/g++-6
```

Cambiar a gcc-6.

```
sudo update-alternatives --set gcc /usr/bin/gcc-6
gcc --version
gcc 6.5.0
g++ --version
g++ 6.5.0
```

Volver a la versión por defecto de gcc.

```
sudo update-alternatives --auto gcc
gcc --version
gcc 7.5.0
g++ --version
g++ 7.5.0
```

11.8.2. Linux 32bits

Para compilar aplicaciones 32bits desde un sistema Ubuntu 64bits es necesario instalar el paquete `multilib`:

```
sudo apt-get install gcc-multilib
```

Pero actualmente existen problemas[4] para realizar compilación cruzada que incluya la librería GTK+, por lo que no será posible utilizar la misma máquina de desarrollo para generar en ambas arquitecturas, como ocurre en Windows. Las aplicaciones de consola o librerías que no accedan a GTK sí que se pueden compilar en 32bits desde un ordenador de 64bits.

No es posible compilar en 32bits desde un sistema Ubuntu de 64bits aplicaciones que utilicen GTK+3. Debes utilizar para ello un sistema Linux de 32bits.

11.8.3. Linux ARM

La arquitectura ARM[5] *Advanced RISC Machine* es la predominante en el mercado de los dispositivos embebidos como teléfonos inteligentes y tablets. Actualmente, NAppGUI no ofrece soporte para el desarrollo de aplicaciones móviles iOS/Android, pero sí para otro tipo de placas que soporten versiones de Linux ARM "de escritorio", como la Raspberry PI. Para portar nuestro código a Raspberry Pi hay que seguir los mismos pasos que en Ubuntu Linux (Figura 11.18). Ambas distribuciones están basadas en Debian, por lo que disponemos de GCC, CMake y Make de forma directa a través de `apt-get`.

[4] `https://ubuntuforums.org/showthread.php?t=2038875`
[5] `https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture`

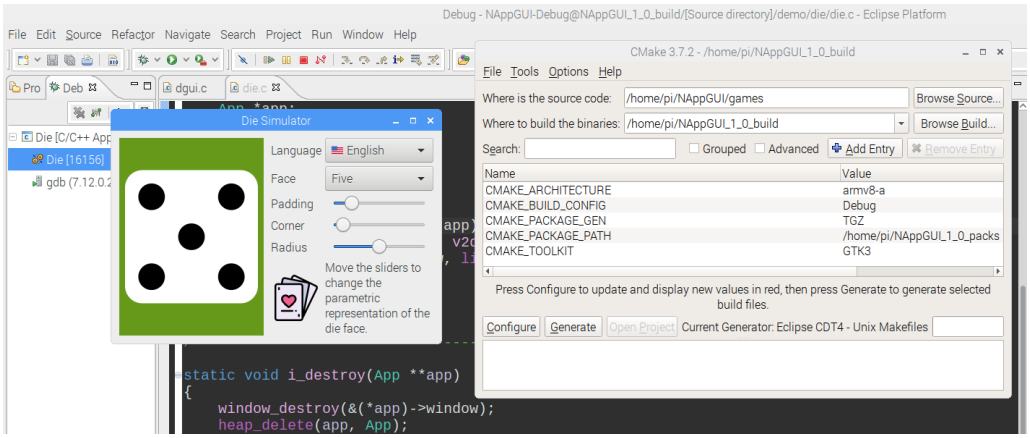


Figura 11.18: Depuración de la aplicación *Die* en una Raspberry Pi.

11.9. Linux Clang

GCC es el compilador por defecto que se instala con el paquete `build-essential`. No obstante, podemos utilizar Clang si así lo preferimos (Tabla 11.8). Lo primero es instalar el compilador:

```
sudo apt-get install clang
clang --version
clang version 10.0.0-4ubuntu1
```

	S.O.Mínimo	Compilador	Toolkit	Plataforma
	Ubuntu 24.04 LTS	Clang 18.1.3	GTK 3.24.41	clang18_1_3_gtk3_x64
	Ubuntu 22.04 LTS	Clang 14.0.0	GTK 3.24.33	clang14_0_0_gtk3_x64
	Ubuntu 20.04 LTS	Clang 10.0.0	GTK 3.24.20	clang10_0_0_gtk3_x64
	Ubuntu 18.04 LTS	Clang 6.0.0	GTK 3.22.30	clang6_0_0_gtk3_x64
	Ubuntu 16.04 LTS	Clang 3.8.0	GTK 3.18.9	clang3_8_0_gtk3_x64 (x86)
	Ubuntu 14.04 LTS	Clang 3.4.0	GTK 3.10.8	clang3_4_0_gtk3_x64 (x86)
	Ubuntu 12.04 LTS	Clang 3.0.0	GTK 3.4.2	clang3_0_0_gtk3_x64 (x86)

Tabla 11.8: Versiones de Clang soportadas por NAppGUI.

Para utilizar Clang, tan solo cambiamos el nombre del compilador a la hora de generar el proyecto de compilación:

```
cmake -G "Unix Makefiles" -DCMAKE_C_COMPILER=clang -DCMAKE_CXX_COMPILER=clang++
    ↪  -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug -DCMAKE_ARCHITECTURE=x64 -DCMAKE_TOOLKIT=GTK3
    ↪ -S . -B build
```

11.10. Linux GTK

A diferencia de Windows y macOS, Linux soporta multitud de entornos de escritorio basados en diferentes librerías (o *toolkits*) siendo GTK y Qt las dos más famosas. NAppGUI utiliza GTK+3 para la parte gráfica ya que es la base del entornos Gnome, Xfce, Lxde, etc, (Tabla 11.9) presentes en muchas de las distribuciones mas extendidas. GTK+3 estará presente de forma natural en todas ellas, no siendo necesarias otras dependencias adicionales. Eso sí, para compilar bajo GTK+3 tendremos que instalar la versión de desarrollador, como vimos anteriormente.

	Entorno	Distribuciones
	Gnome	Ubuntu, Debian, Fedora, Red Hat, CentOS, Manjaro, Suse, Arch, ...
	Xfce	Xubuntu, Debian, Fedora, Manjaro, ...
	Lxde	Lubuntu, Raspbian, Debian, Fedora, Mandriva, ...
	Cinnamon	Mint, Debian, Ubuntu, Fedora, OpenSuse, ...
	Mate	Ubuntu Mate, Mint, Debian, Fedora, OpenSuse, ...
	Pantheon	Elementary OS
	Sugar	

Tabla 11.9: Entornos de escritorio basados en GTK.

11.11. Ninja

El generador `Ninja` permite realizar compilaciones más rápidas que Visual Studio, Xcode o Make, a cambio de perder los proyectos *.sln, *.vcxproj o *.xcodeproj muy útiles para depurar desde el IDE. Suele utilizarse en sistemas de integración continua donde prima la velocidad en pro de la versatilidad.

Para instalar Ninja en Windows, lo descargamos desde Ninja[6], copiamos `ninja.exe` en cualquier carpeta del sistema y lo hacemos accesible mediante la variable `PATH`.

[6] `https://ninja-build.org/`

```
ninja --version
1.11.1
```

En macOS, lo instalaremos mediante `brew`:

```
brew install ninja
ninja --version
1.11.1
```

Y en Linux desde `apt-get`:

```
sudo apt-get install ninja-build
ninja --version
1.10.1
```

Utilizar Ninja es exactamente igual que en casos anteriores. Tan solo cambiaremos el nombre del generador en CMake.

```
cmake -G Ninja -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=gcc -DCMAKE_CXX_COMPILER=g++ -
    ↪ DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
cmake --build build
```

También podemos utilizar la versión multi-configuración de Ninja:

```
cmake -G "Ninja Multi-Config" -S . -B build -DCMAKE_C_COMPILER=gcc -
    ↪ DCMAKE_CXX_COMPILER=g++
cmake --build build --config Release
```

*CMake soporta **"Ninja Multi-Config"** a partir de la versión 3.17.*

- `-DCMAKE_C_COMPILER DCMAKE_CXX_COMPILER`: Ninja utilizará cualquier compilador de C/C++ que tengamos instalado. `gcc/g++`, `clang/clang++` o `cl/cl` (MSVC).

En Windows, el compilador `MVSC`, en principio, no es accesible directamente desde línea de comandos. Para hacerlo accesible tenemos dos formas:

- Utilizar la consola `Developer Command Prompt 2022` (o la versión que toque). Este terminal conoce la ubicación de las herramientas de build.
- Establecer las variables de entorno mediante el script `vcvarsall.bat`:

```
# Visual Studio 2022
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\2022\Community\VC\Auxiliary\Build
    ↪ \vcvarsall.bat

# Visual Studio 2019
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio\2019\Community\VC\Auxiliary
    ↪ \Build\vcvarsall.bat
```

```
# Visual Studio 2017
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio\2017\Community\VC\Auxiliary
    ↪ \Build\vcvarsall.bat

# Visual Studio 2015
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 14.0\VC\vcvarsall.bat

# Visual Studio 2013
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 12.0\VC\vcvarsall.bat

# Visual Studio 2012
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 11.0\VC\vcvarsall.bat

# Visual Studio 2010
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 10.0\VC\vcvarsall.bat
```

11.12. Configuraciones

NAppGUI soporta las configuraciones por defecto establecidas por CMake a través de `CMAKE_CONFIGURATION_TYPES`:

- *Debug*: Incluye información de depuración en los binarios y no se realizan optimizaciones del código. Es la versión para el desarrollador.
- *Release*: Se elimina la información de depuración y se realizan todas las optimizaciones posibles. Es la versión para el usuario.
- *RelWithDebInfo*: Es la versión Release, pero dejando activas las sentencias *"Asserts"* (Página 161). Está dirigida al usuario final, pero en casos donde sea necesario obtener información detallada de posibles anomalías, a costa de una bajada del rendimiento global del programa.
- *MinSizeRel*: Es la versión Release, pero optimizando el espacio en disco de los binarios.

Tanto Visual Studio como Xcode son entornos multi-configuración, es decir, podemos alternar entre una y otra directamente desde el propio editor. En Visual Studio tenemos un desplegable en la parte superior del editor (Figura 11.19).

En Xcode está un poco más escondido. Hacemos `Product->Scheme->Edit Scheme` . Aparecerá una ventana emergente. Seleccionamos `Run->Info->Build Configuration` (Figura 11.20).

Desafortunadamente, `Unix Makefiles` y `Ninja` no soportan múltiples configuraciones. Esto nos obliga a introducir la propiedad `CMAKE_BUILD_TYPE` (Figura 11.21) para establecer la configuración en CMake antes de generar los scripts de build.

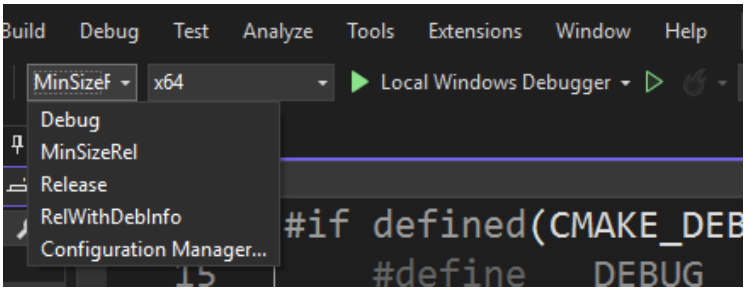


Figura 11.19: Cambio de configuración en Visual Studio.

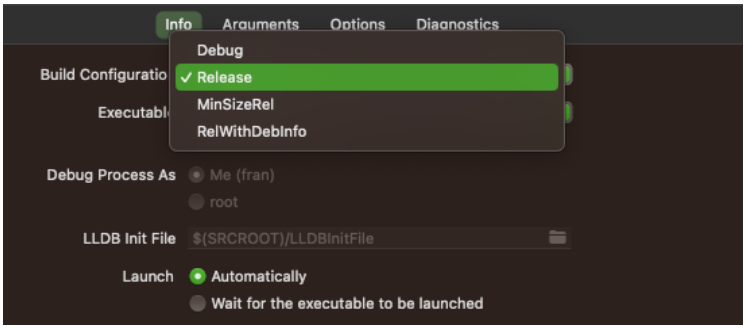


Figura 11.20: Cambio de configuración en Xcode.

Generadores mono-configuración.

```
cmake -G Ninja -S . -B build DCMAKE_BUILD_TYPE=Release
cmake --build build
```

Generadores multi-configuración.

```
cmake -G Xcode -S . -B build
cmake --build build --config Release
```

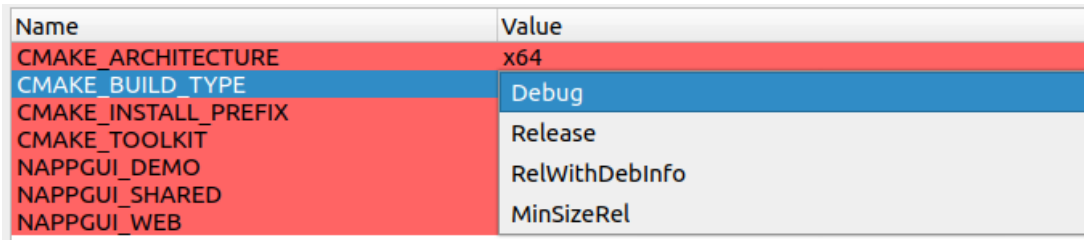


Figura 11.21: Cambio de configuración en CMake-GUI (Unix Makefile).

11.13. Eclipse CDT

Los generadores basados en `Ninja` y `Unix Makefiles` están orientados a terminal, mientras que los basados en `Visual Studio` y `Xcode` generan un proyecto IDE. Trabajar directamente con el terminal nos brinda una gran flexibilidad a la hora de configurar nuestras propias herramientas. Con volver a la consola y teclear `cmake --build build` se re-compilará todo lo necesario. Ahora bien, utilizar `GDB` directamente resultará bastante tedioso, por lo que resultará de gran utilidad disponer de IDE alternativos para depurar proyectos basados en estos generadores. En el desarrollo de NAppGUI utilizamos dos: **Eclipse CDT** y **Visual Studio Code**.

- Eclipse CDT[7] es una plataforma de código abierto compuesta por un conjunto de herramientas de programación en C/C++ disponible desde 2021 en todas las plataformas. Para utilizarlo deberemos anteponer `Eclipse CDT4` al nombre del generador:

```
-G "Eclipse CDT4 - Unix Makefiles"
-G "Eclipse CDT4 - MinGW Makefiles"
-G "Eclipse CDT4 - Ninja"
```

- Adicionalmente a los `Makefile`, se crearán los archivos `.cproject` y `.project` necesarios para importar el proyecto dentro de Eclipse.
- Abrimos Eclipse y hacemos `File->Import->Existing Projects into Workspace` . Aparecerá un cuadro de diálogo donde indicamos el directorio *build* que hayamos configurado en CMake (`/build`). Eclipse abrirá el proyecto situando a la izquierda un árbol con todos los archivos.
- Para compilar `Project->Build All`.
- A la hora de depurar (Die en este caso) desplegamos el árbol `Binaries`, seleccionando el ejecutable, clic derecho `Debug As->Local C/C++ Application` (Figura 11.22).
- Por último situaremos los Breakpoints donde nos interese y navegaremos por el código paso a paso, inspeccionando variables o la pila de llamadas (Figura 11.23).

Algunas opciones interesantes de Eclipse CDT bajo `Window->Preferences`.

- Run/Debug->Launching->Terminate and Relaunch while launching.

11.14. Visual Studio Code

Otro entorno interesante para desarrollar y depurar es Visual Studio Code[8]. Con las extensiones apropiadas, es posible trabajar en C/C++ con CMake de una forma muy

[7] `https://www.eclipse.org/cdt/`
[8] `https://code.visualstudio.com/`

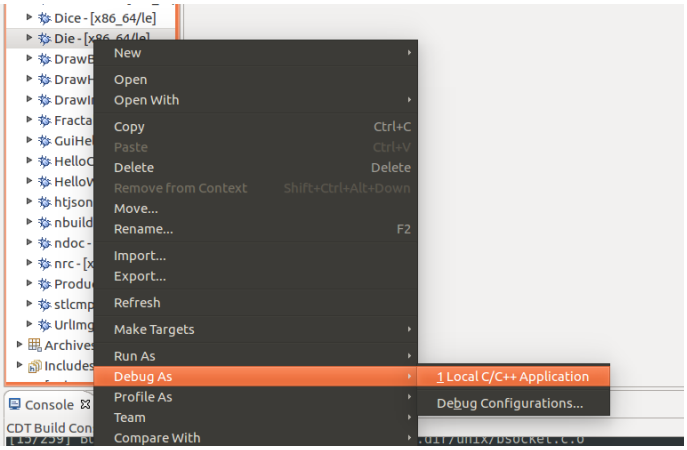


Figura 11.22: Lanzando un ejecutable para depurar en Eclipse.

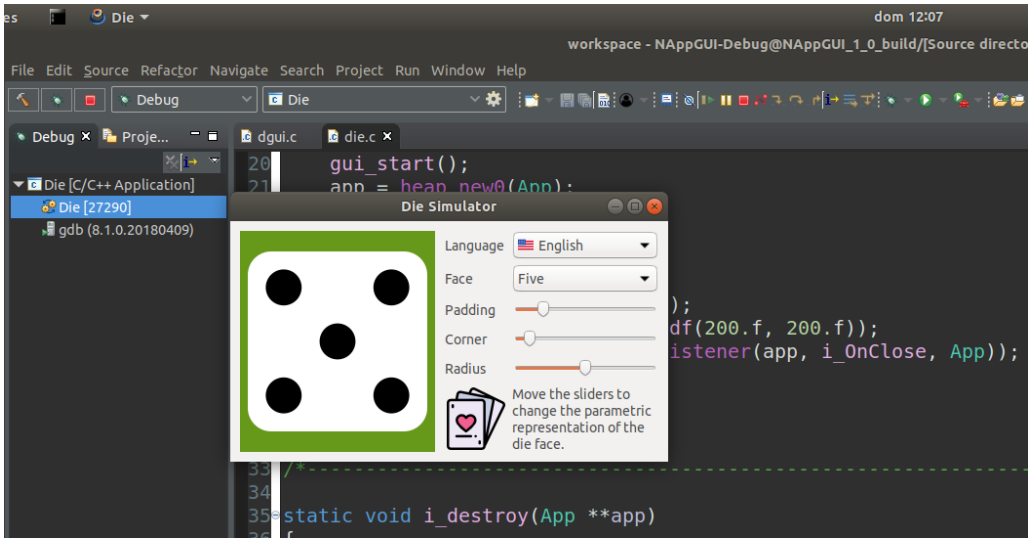


Figura 11.23: Depurando la aplicación *Die* con Eclipse.

cómoda y fluida. Dispones de instaladores para todas las plataformas, pero también está disponible desde varios gestores de paquetes, por ejemplo `apt-get`:

```
sudo apt-get install code
```

Añadimos, como mínimo, **C/C++ Extension Pack** que incluirá también soporte para CMake (Figura 11.24).

Abrimos nuestro proyecto con `Open Folder`. Posteriormente, ejecutamos CMake desde el propio entorno: `[F1]->CMake:Configure`. La primera vez, VSCode preguntará por la ubicación del `CMakeLists.txt` principal (Figura 11.25) en caso que no lo encuentre en el directorio raíz.

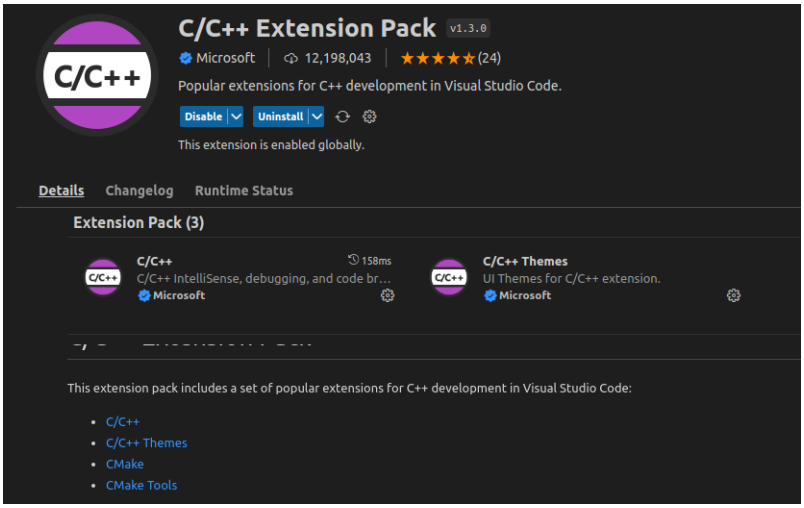


Figura 11.24: C/C++ Extension Pack.

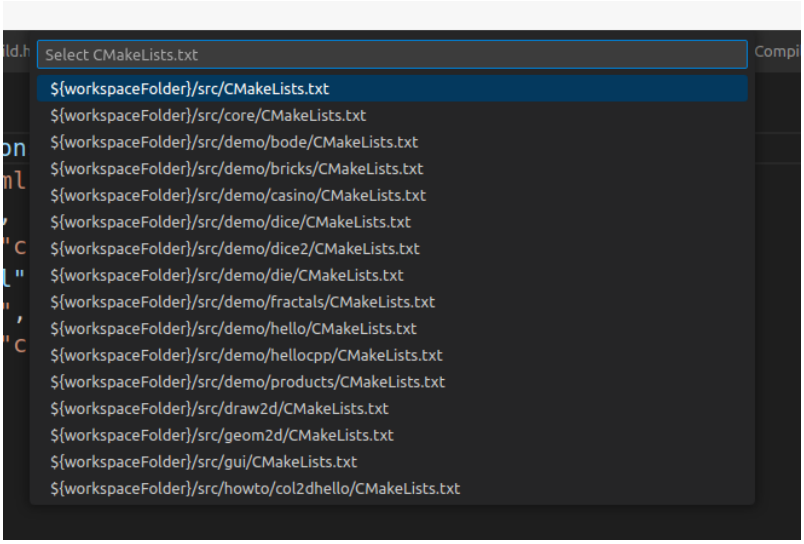


Figura 11.25: Selección del CMakeLists.txt principal del proyecto.

Tras la configuración ya podemos compilar con `[F1]->CMake:Build`. En la pestaña **Output** de VSCode veremos la evolución del proceso:

```
[build] [ 97 %] Building C object demo/die/CMakeFiles/Die.dir/resgen/res_die.c.o
[build] [ 98 %] Built target Bode
[build] [ 98 %] Building C object demo/products/CMakeFiles/Products.dir/products
    ↪ .c.o
[build] [ 98 %] Built target Fractals
[build] [ 98 %] Building C object demo/products/CMakeFiles/Products.dir/prview.c
```

```
    ↪ .o
[build] [ 99%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/Die
[build] [100%] Building C object demo/products/CMakeFiles/Products.dir/resgen/
    ↪ res_products.c.o
[build] [100%] Built target Die
[build] [100%] Linking CXX executable ../../Debug/bin/Products
[build] [100%] Built target Products
```

Para depurar, lo primero es seleccionar el target (o ejecutable) con `[F1]->CMake:Set Debug Target` (Figura 11.26).

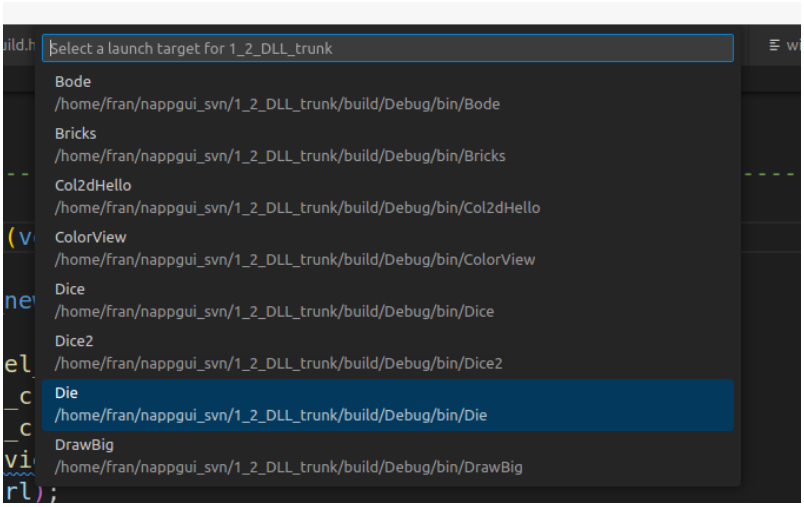


Figura 11.26: Selección del ejecutable a depurar.

Y lanzamos el depurador con `[F1]->CMake:Debug` (Figura 11.27).

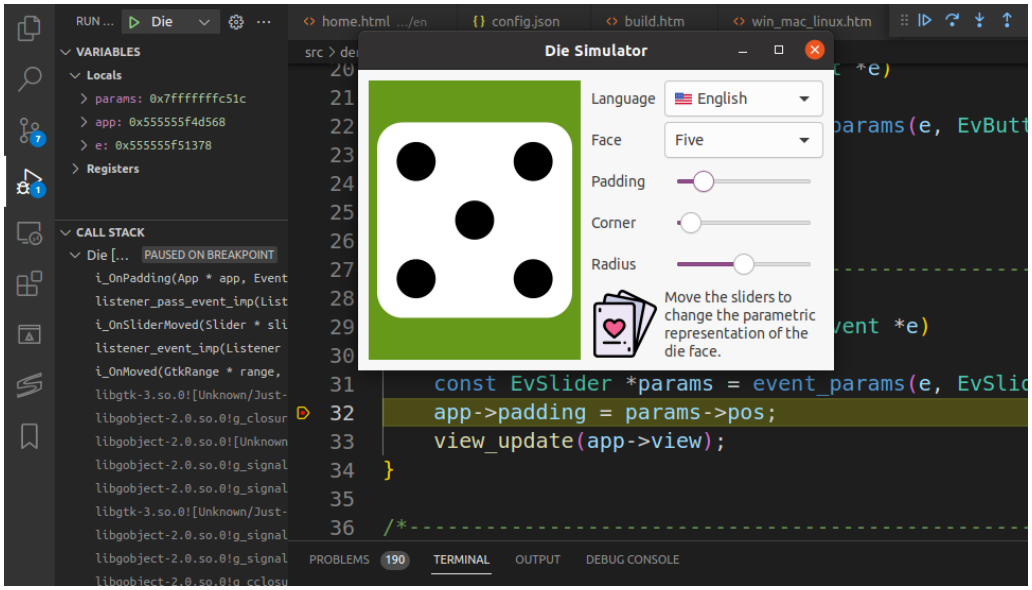


Figura 11.27: Depurando la aplicación *Die* desde Visual Studio Code.

Parte 2

Introducción al API

Capítulo 12

NAppGUI SDK

Mientras que los civiles (es decir, los no programadores) a menudo fantasean con ganar la lotería, el equivalente para muchos programadores es la rara oportunidad de crear una nueva librería desde cero, sin las restricciones que a menudo frustran sus deseos de ampliar y mejorar una biblioteca existente.

Philip J. Schneider - Industrial Light + Magic

12.1 NAppGUI API **151**
12.2 Recursos online **153**
12.3 Un poco de historia **153**

12.1. NAppGUI API

La implementación de NAppGUI se ha dividido en varias librerías escritas en ANSI-C (C90) con pequeñas partes en C++98 (Figura 12.1). El proyecto compila sin problemas en todas las versiones de Visual Studio (desde VS2005), Xcode (desde 3) y GCC (desde 4). Se puede utilizar para el desarrollo de aplicaciones de alto rendimiento escritas en C en los sistemas Windows, macOS y Linux. Se ha marcado una clara línea que separa los paquetes orientados a cálculo y acceso a datos *(back-end)* de aquellos destinados a las capas de presentación o interfaz *(front-end)*. También hemos seguido ciertos *"Estándares"* (Página 58) cuyas bases se centralizan en la librería *"Sewer"* (Página 158), que si bien no incorpora mucha funcionalidad, si que define los tipos básicos y las macros de configuración comunes a todo el proyecto.

- Paquetes que no contienen código dependiente de plataforma.
- Paquetes que contienen código dependiente de plataforma bajo una interfaz común.

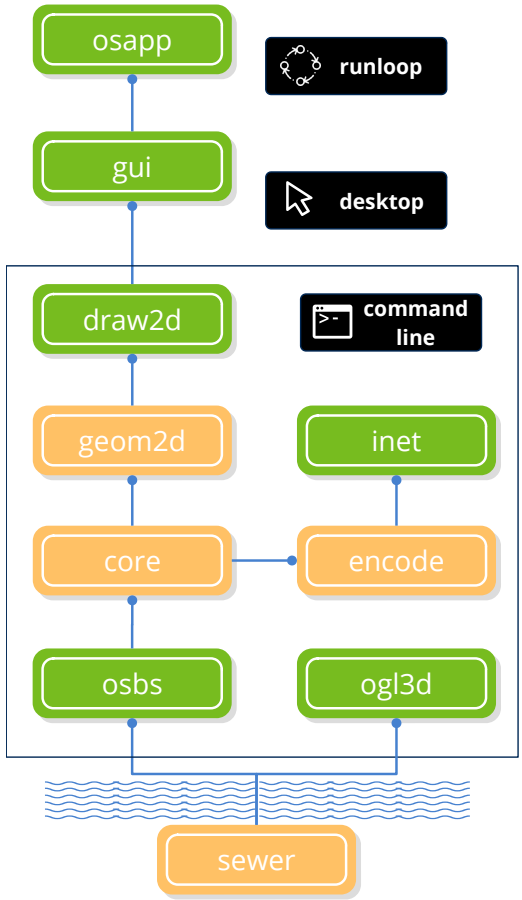


Figura 12.1: Arquitectura de NAppGUI.

- *"Sewer"* (Página 158): Tipos básicos, asserts, Unicode, librería estándar de C, funciones matemáticas.
- *"Osbs"* (Página 176): Servicios del sistema operativo. API portable sobre archivos, directorios, procesos, hebras, memoria, etc.
- *"Core"* (Página 199): Utilidades no gráficas de uso común. Auditor de memoria, estructuras de datos, canales E/S, análisis léxico, etc.
- *"Geom2D"* (Página 263): Geometría 2D. Transformaciones, vectores, polígonos, colisiones, etc.
- *"Draw2D"* (Página 284): API de dibujo vectorial, imágenes y fuentes tipográficas.
- *"Gui"* (Página 328): Compositor de interfaces de usuario de alto nivel.
- *"OSApp"* (Página 423): Aplicaciones de escritorio. Ciclo de mensajes.
- *"Encode"* (Página 431): Formatos de datos, codificaciones.

- *"INet"* (Página 443): Protocolos y servicios de Internet, como HTTP.
- *"OGL3D"* (Página 447): Soporte para OpenGL, contextos.

12.2. Recursos online

Por motivos de espacio obvios, en este libro es imposible incluir una referencia completa de todas y cada una de los funciones que forman NAppGUI. En el sitio Web[1] del proyecto encontrarás una guía detallada función a función, así como el código fuente de varias aplicaciones de ejemplo.

Por lo tanto, consulta toda esta sección del libro de forma sosegada, con el único objetivo de tener una idea general de la estructura del software y de las diferentes partes que lo componen.

12.3. Un poco de historia

Empecé a trabajar en este proyecto de manera inconsciente, a mediados del año 2008 cuando estaba finalizando mis estudios de Ingeniería Informática en la Universidad de Alicante. Quería desarrollar un simulador de sistemas físicos que funcionase tanto en ordenadores PC-Windows como en los iMac de Apple sin que por ello tuviese que duplicar todo el trabajo. Las alternativas tecnológicas de la época, como GTK o Qt, no me convencían en absoluto ya que eran demasiado pesadas, complicadas de utilizar y lentas por lo que acabarían empañando la calidad, elegancia y empeño que estaba poniendo en mis algoritmos de cálculo matemático. Después de perder varios meses evaluando diferentes librerías para la programación multiplataforma descargué unos manuales técnicos de Apple para programar directamente en Cocoa, la tecnología base para desarrollar software sobre iMac. A mediados de 2010 empecé a ver los primeros resultados y esto fue alentador. Había creado una aplicación con el prototipo de mi simulador en apenas 500Kb (Figura 12.2), en contraste con los más de 30Mb de dependencias exigidos por las soluciones de terceros. El código era compacto y limpio, la aplicación funcionaba a velocidad de vértigo y, sobre todo, tenía una apariencia profesional que recordaba en parte al iMovie, permitía manipular vistas 3D como en un videojuego y aportaba datos técnicos de la simulación en tiempo real. Esto me inspiró a seguir trabajando en trazar una barrera entre la parte de la aplicación reutilizable y aquella dependiente de una tecnología concreta. Esto permitiría adaptar mi simulador a diferentes modelos de ordenador y sistemas operativos.

Paralelamente, en Septiembre de 2008 me reincorporo al mercado laboral después de seis años en la Universidad, mercado en el que sigo en la actualidad (Mayo 2021), aunque los últimos años trabajo como autónomo desde casa lo que permite organizar la agenda y optimizar mi tiempo al máximo. En estos años no he abandonado mi proyecto personal, he

[1] `https://www.nappgui.com`

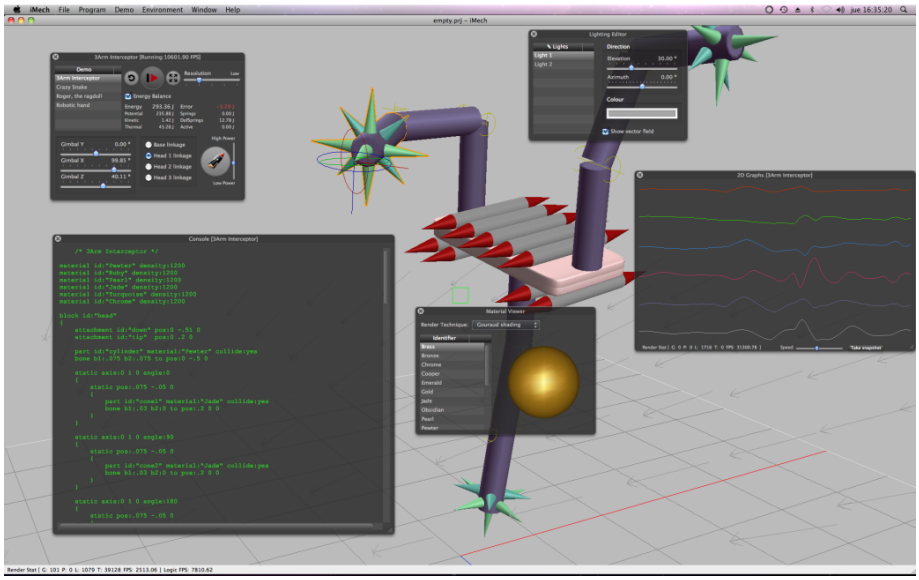


Figura 12.2: Simulador iMech, basado en una versión primitiva de NAppGUI.

seguido trabajando en él en a tiempo parcial sencillamente por pura afición. Su desarrollo me ha permitido investigar y profundizar en áreas interesantes para mí y reciclarme constantemente. En 2013 hago mi primera incursión en el mundo del emprendimiento siendo co-fundador de iMech Technologies, empresa de software con la que sigo vinculado y cuyo principal objetivo fue la venta del motor de simulación que previamente había creado. Al no plantear una estrategia de marketing sólida, no conseguimos nuestros objetivos iniciales con iMech, pero pudimos reconvertirla incorporando nuevos clientes y, a día de hoy, sigue viva.

A mediados de 2015 empiezo a plantearme el hecho de que todo el esfuerzo técnico realizado durante estos años tiene suficiente entidad para convertirse en un producto por si mismo. Fué entonces cuando creo el proyecto NAppGUI y comienzo a migrar todas las librerías de iMech dedicadas al desarrollo multiplataforma. Durante estos últimos años he completado el soporte para *Cocoa* e incluido el de *Win32* y *Gtk+*. He creado esta documentación en Español y en Inglés, ayudándome de los servicios de traducción de Google.

El 31 de Diciembre de 2019, subo a GitHub la primera versión pública precompilada de NAppGUI.

En Mayo de 2020 comienzo el desarrollo de la primera aplicación comercial programada íntegramente con NAppGUI.

El 8 de Septiembre de 2021, libero el código fuente de NAppGUI 1.2.0 en GitHub, convirtiéndolo en un proyecto Open Source bajo licencia MIT.

A partir de está versión, la evolución del proyecto está documentada a través de su Changelog[2].

[2] https://github.com/frang75/nappgui_src/blob/main/Changelog.md

Capítulo 13

Librería Sewer

Incluso los más grandes palacios necesitaban alcantarillas.

Tom Lehrer

13.1 Sewer **158**

13.1.1 La librería estándar de C 158

13.2 Asserts **161**

13.3 Punteros **162**

13.4 Unicode **163**

13.4.1 Codificaciones UTF 165

13.4.2 UTF-32 165

13.4.3 UTF-16 165

13.4.4 UTF-8 166

13.4.5 Uso de UTF-8 167

13.5 Matemáticas **168**

13.5.1 Números aleatorios 168

13.6 Funciones estándar **169**

13.6.1 Conversión de fechas 169

13.7 E/S Estándar **170**

13.8 Memoria **171**

13.8.1 Segmento Stack 172

13.8.2 Segmento Heap 172

13.1. Sewer

Sewer es la primera librería dentro del SDK de NAppGUI (Figura 13.1). En ella se declaran los tipos básicos, el soporte para Unicode, aserciones, manipulación segura de punteros, funciones matemáticas elementales, E/S estándar y reserva dinámica de memoria. También es utilizada como "sumidero" donde enterrar las antiestéticas macros del preprocesador necesarias para configurar el compilador, CPU, plataformas, etc. Depende tan solo de la librería estándar de C.

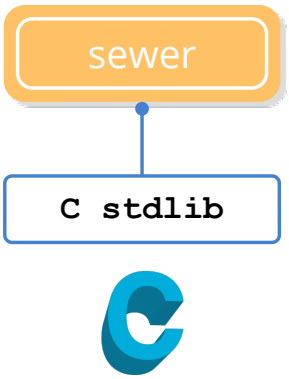


Figura 13.1: Dependencias de *sewer*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

13.1.1. La librería estándar de C

La librería estándar de C *(cstdlib)* no forma parte núcleo del lenguaje C, pero implementa funciones de gran utilidad para el desarrollador que resuelven problemas típicos de programación. Cualquier programador de C las ha utilizado en mayor o menor medida y su estudio va normalmente ligado con el aprendizaje del propio lenguaje (Figura 13.2).

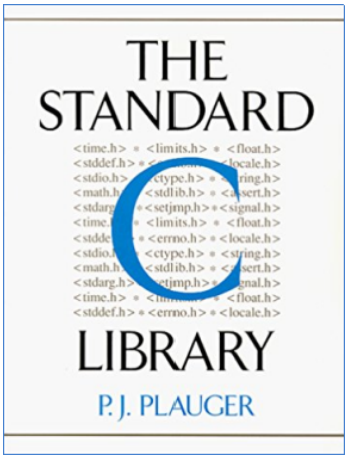


Figura 13.2: Una referencia completa a la librería de C la encontramos en el libro de P.J.Plauger.

Esta librería se sitúa a medio camino entre la aplicación y las llamadas al sistema y proporciona un API portable para acceso a archivos, memoria dinámica, E/S, tiempo,

etc (Figura 13.3). También implementa funciones matemáticas, de conversión, búsqueda, manejo de cadenas, etc. De una forma o de otra, NAppGUI integra toda su funcionalidad, por lo que no es necesario (ni recomendable) utilizar *cstdlib* directamente en la capa de aplicación. Las razones que han motivado esta decisión de diseño las podemos resumir en:

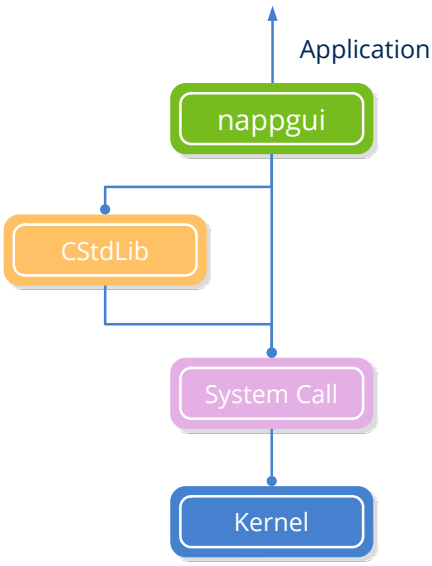


Figura 13.3: La funcionalidad de la librería de C se ha integrado en NAppGUI, evitando su uso directo en aplicaciones.

- **Pequeñas diferencias:** Los sistemas tipo-Unix no soportan las versiones seguras del *cstdlib* implementadas por Microsoft (`strcpy_s()` y otras). El uso de las funciones clásicas (sin el sufijo `_s`) es inseguro y activarán molestos *warnings* en Visual Studio.
- **Seguridad:** Relacionada con la anterior, evita vulnerabilidades del tipo *buffer overflow* en el tratamiento de cadenas y bloques de memoria.
- **Duplicidad:** Mucha de la funcionalidad de *cstdlib* ya se implementa en la librería *osbs* utilizando directamente llamadas al sistema (archivos, memoria dinámica, E/S, tiempo, etc).
- **Completo:** Las funciones de *cstdlib* relacionadas con archivos (`fopen()` y demás) no incorporan soporte para el manejo de directorios. *"Archivos y directorios"* (Página 187) presenta un API completo basado en llamadas al sistema.
- **Rendimiento:** En ciertos casos, sobre todo en funciones matemáticas y gestión de memoria, puede ser interesante cambiar la implementación de *cstdlib* por otra mejorada. Todas las aplicaciones se beneficiarán del cambio, sin tener que modificar su código.
- **Claridad:** El comportamiento de algunas funciones del *cstdlib* no es del todo claro y puede llevar a confusión. Por ejemplo, `strtoul` tiene un funcionamiento muy particular que debemos recordar cada vez que la utilicemos.

```
char *s1 = "-56";
char *s2 = "asCr";
char *s3 = "467Xd";
int v1, v2, v3;
v1 = strtoul(s1, NULL, 10); // v1 = 4294967240, errno = OK
v2 = strtoul(s2, NULL, 10); // v2 = 0, errno = OK
v3 = strtoul(s3, NULL, 10); // v3 = 467, errno = OK
```

- **Estilo:** El uso de funciones *sewer* no rompe la estética de una aplicación escrita con NAppGUI.

```
real32_t a1 = 1.43f;
real64_t a2 = .38;
real32_t c = (real32_t)cosf((float)a1);
real64_t t = (real64_t)tan((double)a2);
...
real32_t c = bmath_cosf(a1);
real64_t t = bmath_tand(a2);
```

- **Independencia:** NAppGUI utiliza internamente un subconjunto muy pequeño de funciones *cstdlib*. Es posible que en un futuro realicemos nuestras propias implementaciones y desvinculemos completamente el soporte de la librería estándar.
- **Enlace estático**: Si realizamos un enlace estático de la librería estándar, *sewer* contendrá todas las dependencias internamente. Esto evitará posibles incompatibilidades con los runtime instalados en cada máquina (los clásicos VC++ Redistributables de Windows). Con esto tendremos la certeza de que nuestros ejecutables van a funcionar, con independencia de la versión de runtime de C existente en cada caso. Si todas las llamadas a *cstdlib* están dentro de *sewer*, liberamos a las librerías de nivel superior de su gestión y de los posibles errores en tiempo de ejecución relacionados con el runtime de C.

Enlace estático de la *cstdlib* en Sewer. No necesita el runtime de C.

```
RUNTIME_C_LIBRARY "static"

dumpbin /dependents dsewer.dll

  Image has the following dependencies:

    KERNEL32.dll
```

Enlace dinámico de la *cstdlib* en Sewer. Necesita tener instalado un runtime concreto.

```
RUNTIME_C_LIBRARY "dynamic"

dumpbin /dependents dsewer.dll
```

```
Image has the following dependencies:

  KERNEL32.dll
  VCRUNTIME140D.dll
  ucrtbased.dll
```

Para evitar posibles errores o incompatibilidades, no utilices funciones de la Librería Estándar de C directamente en las aplicaciones. Busca siempre una función de NAppGUI equivalente.

13.2. Asserts

Los **asserts** son sentencias distribuidas por el código fuente que realizan un *"Análisis dinámico"* (Página 61) intensivo, ayudando a detectar errores en tiempo de ejecución. Cuando la condición de un *assert* se vuelve `FALSE`, la ejecución del programa se detiene y se muestra una ventana de aviso (Figura 13.4).

- Utiliza `cassert` para introducir una comprobación dinámica en tu código.
- Utiliza `cassert_no_null` para vez que tengas que acceder al contenido de un puntero.

```
void layout_vmargin(Layout *layout, const uint32_t row, const real32_t
    ↪ margin)
{
    cassert_no_null(layout);
    cassert_msg(row < layout->num_rows, "'row' out of range");
    ...
}
```

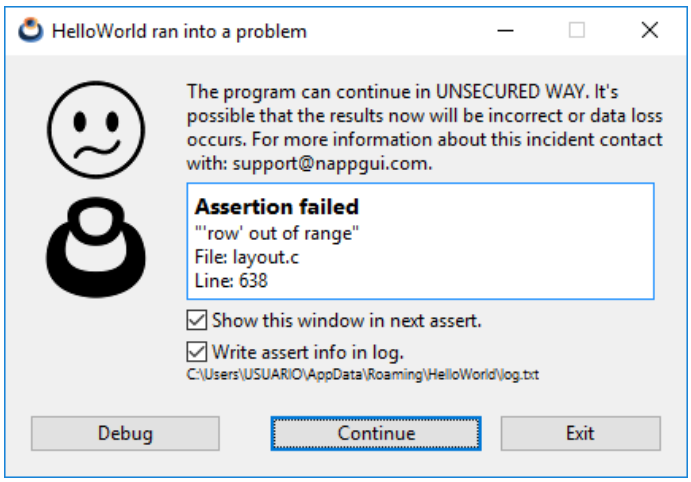


Figura 13.4: Ventana *assert* mostrada tras producirse un error en tiempo de ejecución.

En este momento tenemos tres alternativas:

- **Debug**: Depurar el programa: Acceso a la pila de llamadas, inspeccionar variables, etc. Más en *"Depurando el programa"* (Página 63).
- **Continue**: Continuar con la ejecución, ignorando el *assert*.
- **Exit**: Salir del programa.

Para no volver a mostrar esta ventana en próximos *asserts*, desactivar el check `'Show this window in next assert'`. Futuras incidencias serán dirigidas a un archivo de *log*. También puedes omitir volcados en este log, desactivando `'Write assert info in log '`.

> *Los **asserts** proveen información muy importante sobre una anomalía del programa y nunca deben ser ignorados.*

En el ejemplo anterior hemos visto un *assert* "continuable", esto es, la ejecución del programa puede seguir si pulsamos `[Continue]`. No obstante, como ya indicamos, no deben ignorarse indefinidamente. Por otro lado tenemos los **asserts críticos** (Figura 13.5). Normalmente están relacionados con problemas de violación de segmento *("Segmentation Fault")*, donde no será posible continuar con la ejecución del programa.

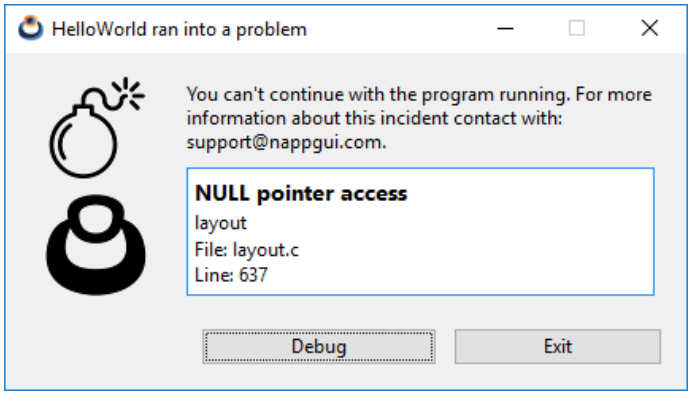


Figura 13.5: *Assert* crítico causado por el acceso a un puntero nulo.

13.3. Punteros

La librería *sewer* proporciona macros y funciones para la manipulación "segura" de punteros. Por "seguro" entendemos el hecho de que el SDK detectará el acceso indebido a un puntero justamente antes de que se produzca una *violación de segmento*. ¿Que sentido tiene detectar accesos indebidos a memoria, si el programa va a fallar de todos modos? La detección previa juega un papel muy importante al ejecutar tests automatizados. Antes del inevitable cierre del proceso, dejará un apunte en el registro de ejecución *log.txt*, indicando

el motivo del cierre.

- Utiliza `ptr_get` para obtener el contenido de un puntero.

```
// v2 = NULL
// Segmentation fault
V2Df v1 = *v2;

// "v2 is NULL in file::line"
// will be record in log.txt
// and then, Segmentation fault
V2Df v1 = ptr_get(v2, V2Df);
```

13.4. Unicode

Unicode es un estándar de la industria informática, en esencia una tabla, que asigna un número único a cada símbolo de cada idioma en el mundo (Figura 13.6). Estos valores generalmente se denominan *codepoints* y se representan escribiendo **U+** seguido de su número en hexadecimal.

- Utiliza `unicode_convers` para convertir una cadena de una codificación a otra.
- Utiliza `unicode_to_u32` para obtener el primer codepoint de una cadena.

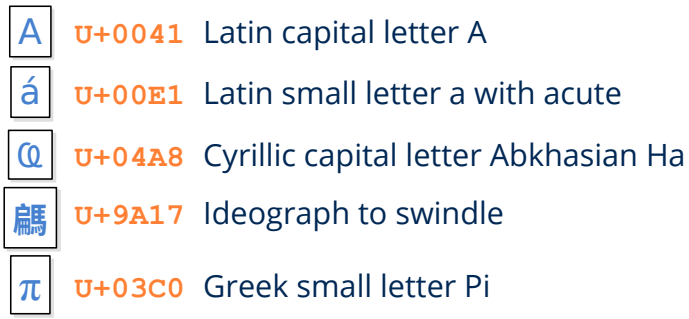


Figura 13.6: Varios *codepoints* Unicode.

Hablando de su estructura, tiene 17 planos de 65536 *codepoints* cada uno (256 bloques de 256 elementos) (Figura 13.7). Esto le da a Unicode un límite teórico de 1114112 caracteres, de los cuales 136755 ya se han ocupado (versión 10.0 de junio de 2017). Para aplicaciones del mundo real, el más importante es el Plano 0 denominado *Plano Multilingüe Básico* (BMP), que incluye los símbolos de todas las idiomas modernos del mundo. Los planos superiores contienen carácteres históricos y símbolos adicionales poco convencionales.

Las primeros computadores utilizaban ASCII *American Standard Code for Information Interchange*, un código de 7 bits que define todos los caracteres del idioma Inglés: 26 letras minúsculas (sin signos diacríticos), 26 letras mayúsculas, 10 dígitos, 32 símbolos de puntuación, 33 códigos de control y un espacio en blanco, para un total de 128 posiciones.

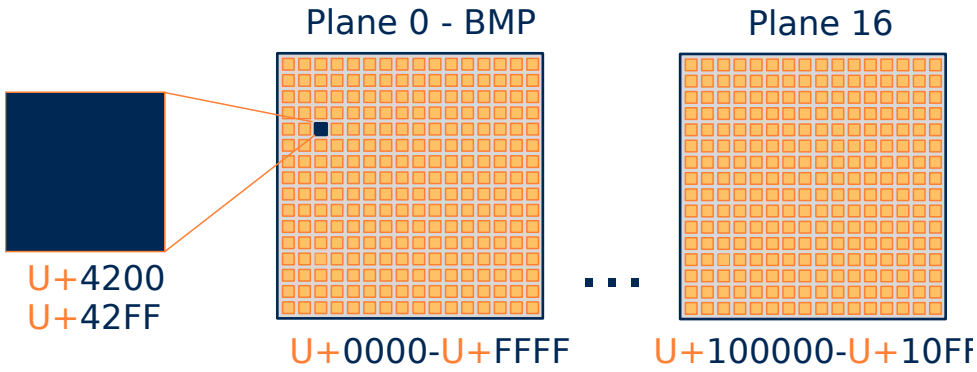


Figura 13.7: Unicode tiene 17 planos de 256x256 *codepoints* cada uno.

Tomando el bit adicional dentro de un byte, tendremos espacio para otros 128 símbolos, pero aún insuficiente para todos. Esto da como resultado numerosas páginas de códigos ASCII extendidos, lo que es un gran problema para compartir textos, ya que el mismo código numérico puede representar diferentes símbolos según la página ASCII utilizada (Figura 13.8).

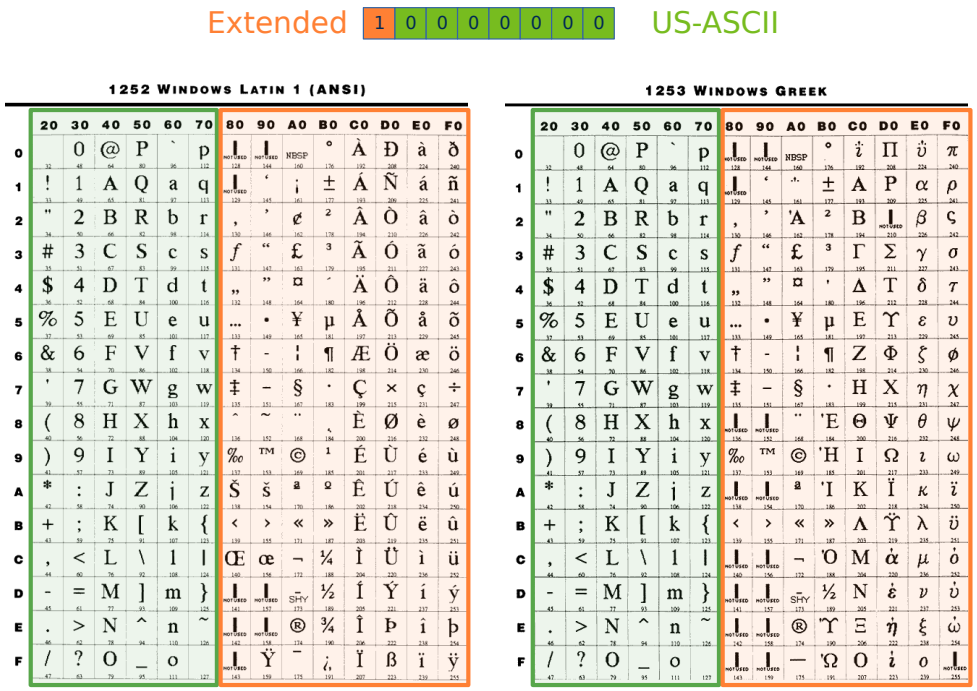


Figura 13.8: En cada página del ASCII Extendido, los 128 códigos superiores representan diferentes caracteres.

Ya a principios de los 90, con la llegada de Internet, este problema se agravó, ya que el

intercambio de información entre máquinas de diferente naturaleza y país se convirtió en algo cotidiano. El Consorcio de Unicode (Figura 13.9) se contituyó en California en enero de 1991 y, en octubre del mismo año, se publicó el primer volumen del estándar Unicode.

Figura 13.9: Miembros de pleno derecho del Consorcio Unicode.

13.4.1. Codificaciones UTF

Cada *codepoint* necesita 21 bits para ser representado (5 para el plano y 16 para el desplazamiento). Esto casa muy mal con los tipos básicos en ordenadores (8, 16 o 32 bits). Por este motivo, se han definido tres codificaciones *Unicode Translation Format - UTF* función del tipo de dato que se utilice en la representación (Figura 13.10).

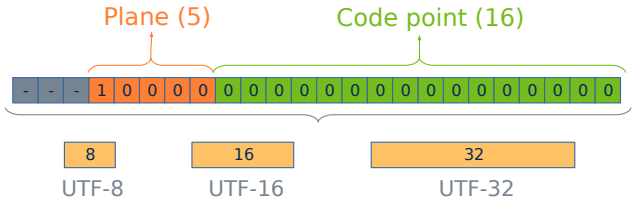


Figura 13.10: Codificaciones para almacenar *codepoints* de 21-bit mediante elementos de 8, 16, o 32.

13.4.2. UTF-32

Sin ningún problema, utilizando 32 bits podemos almacenar cualquier *codepoint*. También podemos acceder aleatoriamente mediante un índice a los elementos de un array, de la misma forma que las cadenas ASCII clásicas de C (char). Las malas noticias son los requisitos de memoria. Una cadena UTF32 necesita cuatro veces más espacio que una ASCII.

```
const char32_t code1[] = U"Hello";
const char32_t code2[] = U"áéíóú";
uint32_t s1 = sizeof(code1); /* s1 == 24 */
uint32_t s2 = sizeof(code2); /* s2 == 24 */
for (i = 0; i < 5; ++i)
{    /* Accessing by index */
     if (code1[i] == 'H')
         return i;
}
```

13.4.3. UTF-16

UTF16 reduce a la mitad el espacio requerido por UTF32. Es posible almacenar un *codepoint* por elemento siempre que no abandonemos el plano 0 (BMP). Para planos su-

periores, serán necesarios dos elementos UTF16 (32bits). Este mecanismo, que encapsula los planos superiores dentro del BMP, se conoce como **pares subrogados**.

```
const char16_t code1[] = u"Hello";
const char16_t code2[] = u"áéíóú";
uint32_t s1 = sizeof(code1); /* s1 == 12 */
uint32_t s2 = sizeof(code2); /* s2 == 12 */
for (i = 0; i < 5; ++i)
{    /* DANGER! Only BMP */
     if (code1[i] == 'H')
         return i;
}
```

Para iterar sobre una cadena UTF16 que contenga caracteres de cualquier plano debe utilizarse `unicode_next`.

13.4.4. UTF-8

UTF8 es un código de longitud variable donde cada *codepoint* utiliza 1, 2, 3 o 4 bytes.

- 1 byte **(0-7F)**: los 128 símbolos del ASCII original. Esto supone una gran ventaja, ya que las cadenas US-ASCII son cadenas UTF8 válidas, sin necesidad de conversión.
- 2 bytes **(80-7FF)**: Caracteres diacríticos y de lenguaje romance, griego, cirílico, coptos, armenio, hebreo, árabe, siríaco y thaana, entre otros. Un total de 1920 *codepoints*.
- 3 bytes **(800-FFFF)**: Resto del plano 0 (BMP).
- 4 bytes **(10000-10FFFF)**: Planos superiores (1-16).

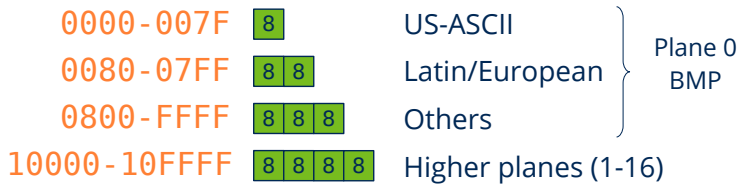


Figura 13.11: Cada carácter en UTF8 emplea 1, 2, 3 o 4 bytes.

Más del 90 % de los sitios web utilizan UTF8 (agosto de 2018[1]), porque es el más óptimo en términos de memoria y velocidad de transmisión en red. Como desventaja, tiene asociado un pequeño coste computacional para codificar/decodificar, ya que es necesario realizar operaciones de nivel de bit para obtener los *codepoints*. Tampoco es posible acceder aleatoriamente mediante índice a un carácter concreto, tenemos que procesar la cadena completa.

[1] `https://w3techs.com/technologies/overview/character_encoding/all`

```
const char_t code1[] = "Hello";
const char_t code2[] = "áéíóú";
const char_t *iter = code1;
uint32_t s1 = sizeof(code1); /* s1 == 6 */
uint32_t s2 = sizeof(code2); /* s2 == 11 */
for (i = 0; i < 5; ++i)
{
    if (unicode_to_u32(iter, ekUTF8) == 'H')
        return i;
    iter = unicode_next(iter, ekUTF8);
}
```

13.4.5. Uso de UTF-8

UTF8 es la codificación requerida por todas las funciones del SDK NAppGUI. Las razones por las que hemos elegido UTF-8 sobre otras codificaciones han sido:

- Es la evolución natural del US-ASCII.
- Las aplicaciones serán directamente compatibles con la gran mayoría de servicios de Internet (JSON/XML).
- En entornos multi-lenguaje los textos ocuparán menos espacio. Estadísticamente, los 128 caracteres ASCII son los más utilizados en promedio y solo necesitan un byte en UTF8.
- Como desventaja, en aplicaciones dirigidas exclusivamente al mercado asiático (China, Japón, Corea - CJK), UTF8 es menos eficiente que UTF16.

Dentro de aplicaciones NAppGUI pueden cohexistir diferentes representaciones (`char16_t` , `char32_t`, `wchar_t`). No obstante, **recomendamos encarecidamente el uso de UTF8** en favor de la portabilidad y para evitar las constantes conversiones dentro del API. Para convertir cualquier cadena a UTF8 se utiliza la función `unicode_convers`.

```
wchar_t text[] = L"My label text.";
char_t ctext[128];
unicode_convers((const char_t*)text, ctext, ekUTF16, ekUTF8, 128);
```

NAppGUI no ofrece soporte para convertir páginas del ASCII Extendido a Unicode.

El objeto `Stream` proporciona conversiones automáticas de UTF al leer o escribir en canales de E/S mediante los métodos `stm_set_write_utf` y `stm_set_read_utf`. También es posible trabajar con el tipo `String` (cadenas dinámicas), que incorpora multitud de funciones optimizadas para el tratamiento UTF8. Podemos incluir cadenas de texto constantes directamente en el código fuente (Figura 13.12), aunque lo habitual será escribirlas

en archivos de recursos (*"Recursos"* (Página 99)). Evidentemente, deberemos guardar tanto los archivos de código fuente como los de recursos en UTF8. Todos los entornos de desarrollo actuales soportan la opción:

- De forma predeterminada, Visual Studio guarda los archivos fuente en formato ASCII (Windows 1252). Para cambiar a UTF8, ir a `File->Save As->Save with encoding-> Unicode (UTF8 Without Signature)- Codepage 65001`. No hay forma de establecer esta configuración para todo el proyecto :-(.
- En Xcode es posible establecer una configuración global. `Preferences->Text editing ->Default Text Encoding->Unicode (UTF-8).`
- En Eclipse también permite una configuración global. `Window->Preferences-> General->Workspace->Text file encoding`.

```
static const char_t text[] = {
    "Hello World!",
    "「こんにちは世界」",
    "你好，世界！",
    "Привет мир!",
    "Γειά σου Κόσμε!" };

/* API works with UTF8 */
label_text(label, text[2]);
button_text(button, text[3]);
```

Figura 13.12: Constantes UTF8 en un archivo fuente en C.

13.5. Matemáticas

`BMath` ofrece una interfaz compacta sobre las funciones matemáticas elementales de la librería estándar de C. También define algunas de las constantes más utilizadas, como el número Pi, conversiones entre grados y radianes o raíz de 2.

- Utiliza `bmath_cosf` para calcular el coseno de un ángulo (*wrapper* sobre `cosf()` de la cstdlib).
- Utiliza `bmath_sqrtf` para calcular la raíz cuadrada (*wrapper* sobre `sqrtf()` de la cstdlib).

13.5.1. Números aleatorios

`BMath` incluye un generador de números pseudo-aleatorios basados en semilla. A partir de una misma semilla, la secuencia de números generados será siempre la misma. Las secuencias producidas por dos semillas diferentes serán radicalmente dispares. De ahí que se denominen pseudo-aleatorios.

- Utiliza `bmath_rand_seed` para establecer la semilla de números aleatorios.
- Utiliza `bmath_randf` para obtener un número aleatorio en coma flotante, dentro de un intervalo.

En el caso que de aplicaciones multi-hilo la esta secuencia puede variar en función del orden de ejecución de las hebras, ya que estas funciones **no son re-entrantes**. Deberás utilizar un "entorno" de números aleatorios para cada hilo en cuestión, en el caso que necesites asegurar siempre la misma secuencia (algoritmos deterministas).

- Utiliza `bmath_rand_env` para crear un entorno seguro de números aleatorios.
- Utiliza `bmath_rand_mtf` para obtener un número aleatorio a partir de un entorno.

13.6. Funciones estándar

`BLib` incluye funciones útiles de la librería estándar de C que no encajan en otros módulos como `BMath` o `BMem`. Al igual que en `<stdlib.h>` encontramos funciones de conversión de texto, algoritmos o interacción con el entorno.

- Utiliza `blib_strcmp` para comparar dos cadenas de texto.
- Utiliza `blib_qsort` para ordenar un vector de elementos.
- Utiliza `blib_bsearch` para realizar una búsqueda dicotómica sobre un vector ordenado.
- Utiliza `blib_abort` para acabar la ejecución del programa.

13.6.1. Conversión de fechas

- Utiliza `blib_strftime` para convertir una fecha a texto.

Modificador	Reemplazado por	Ejemplo
%a	Día de la semana abreviado	Sun
%A	Día de la semana completo	Sunday
%b	Nombre del mes abreviado	Mar
%B	Nombre del mes completo	March
%c	Representación del día/hora	Sun Aug 19 02:56:02 2012
%d	Día del mes (01-31)	19
%H	Hora en formato 24h (00-23)	14

Modificador	Reemplazado por	Ejemplo
%I	Hora en formato 12h (01-12)	05
%j	Día del año (001-366)	231
%m	Mes como número decimal (01-12)	08
%M	Minuto (00-59)	55
%p	AM o PM	PM
%S	Segundo (00-59)	02
%U	Número de semana con el primer Domingo como el primer día de la semana 1 (00-53)	33
%w	Día de la semana como número con Domingo 0 (0-6)	4
%W	Número de semana con el primer Lunes como el primer día de la semana 1 (00-53)	34
%x	Representation de fecha	08/19/12
%X	Representation de hora	02:50:06
%y	Año con dos dígitos (00-99)	01
%Y	Año	2012
%Z	Zona horaria o abreviación	CDT
%%	Signo %	%

Tabla 13.1: Modificadores del formato de fecha.

13.7. E/S Estándar

Todos los procesos disponen de canales de entrada y salida por defecto, sin necesidad de crearlos explícitamente. Por canales entendemos *streams* o flujos de datos.

- Utiliza `bstd_printf` para escribir texto en las salida estándar.
- Utiliza `bstd_read` para leer bytes desde la entrada estándar.

Cada proceso en ejecución tiene tres canales de comunicación estándar:

- **stdin:** entrada de datos. El proceso leerá datos que le llegan desde el exterior.
- **stdout:** salida de datos. El proceso escribirá resultados en este canal.
- **stderr:** salida de errores. El proceso escribirá en este canal información referente a errores.

Es como tener tres archivos perpetuamente abiertos donde el programa puede leer y escribir sin límites. Cuando ejecutamos un proceso desde la Consola o el Terminal, `stdin` se conecta automáticamente al teclado y `stdout`/`stderr` a la pantalla (Figura 13.13). No obstante, estos canales estándar se pueden redirigir para usar archivos como fuentes de entrada o destinos de salida:

```
dir > out.txt
ls > out.txt
sort < out.txt
```

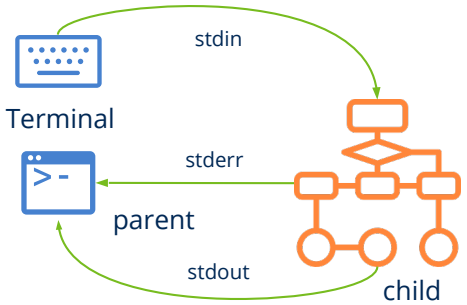


Figura 13.13: Ejecutando un proceso desde el Terminal.

En este fragmento de código, el resultado del comando `dir` (`ls` en Unix) se ha redirigido al archivo `out.txt`, por lo que no veremos nada por pantalla. Por otro lado, el comando `sort` no espera la entrada del usuario por el teclado. Simplemente la toma del archivo `out.txt`, ordenando sus líneas. Por tanto, siempre que escribamos aplicaciones en línea de comandos, deberemos utilizar convenientemente estos canales estándar sin hacer presunciones desde donde viene o hacia donde va la información tratada por la aplicación.

13.8. Memoria

Desde la perspectiva del programador, el acceso a memoria se realiza por medio de variables y se manipula a través de los operadores del lenguaje (+, -, *, =, ...) y siempre de la misma forma, independientemente de como se hayan creado las variables o en que zona de memoria se alojen. Dentro de `bmem.h` disponemos de varias funciones para realizar copias, asignaciones o comprobaciones de bloques genéricos de memoria. En este módulo también se definen funciones para la manipulación de la memoria dinámica *(Heap)*.

- Utiliza `bmem_malloc` para reservar un bloque de memoria dinámica.
- Utiliza `bmem_free` para liberar un bloque de memoria dinámica.
- Utiliza `bmem_copy` para copiar el contenido de dos bloques de memoria, previamente reservados.

13.8.1. Segmento Stack

La memoria de un programa C compilado y en ejecución se divide en varios segmentos. Uno de ellos es el *stack*, un espacio de tamaño variable pero limitado, donde se guardan las variables locales y las llamadas a función *(call stack)*. Va creciendo y encogiendo a medida que el proceso entra y sale de ámbitos o funciones (Figura 13.14). Es gestionado automáticamente por el compilador como una estructura LIFO *Last-in First-out*, por lo que pasa desapercibido la mayor parte del tiempo, ya que no requiere atención extra por parte del programador. Nos percatamos de su existencia al recibir el error *Stack Overflow*, normalmente provocado por recursividad infinita o la reserva de vectores C muy grandes (Listado 13.1). El depurador nos permite inspeccionar el estado de la pila en cualquier instante de la ejecución *"Depurando el programa"* (Página 63).

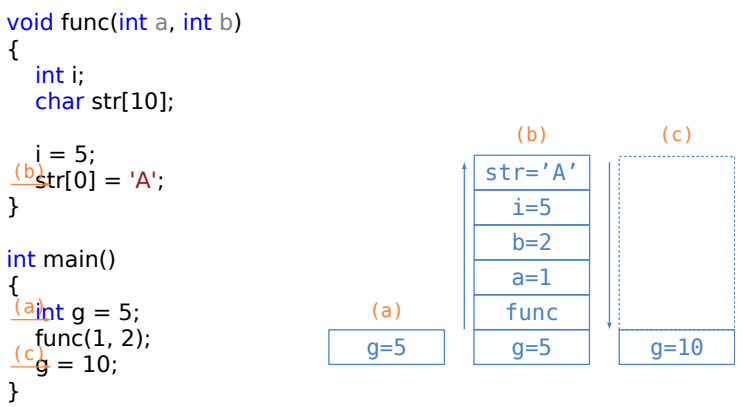


Figura 13.14: Estado del *stack* en diferentes puntos del programa.

Listado 13.1: Dos sencillos casos que provocan el desbordamiento de la pila.

```
int func(int n) { func(n); } // Stack Overflow

float v[2000000]; // Stack Overflow
```

Si bien el uso del *stack* es ideal debido a su gran rendimiento, seguridad y facilidad de uso, en ocasiones se queda corto. Por un lado hay que prever en tiempo de diseño la cantidad de memoria necesaria y definirla estáticamente (pe. `struct Product pr[100];`), algo muy poco flexible a la hora de construir aplicaciones de verdad. Por otro lado, las variables se destruyen al cerrar un ámbito o salir de una función, lo que impide compartir datos de manera global.

13.8.2. Segmento Heap

El *heap* es una zona de memoria que el proceso puede solicitar bajo demanda, a través de llamadas al sistema. Es complementaria al *stack* y se caracteriza por:

- Se puede acceder de forma global, desde cualquier punto del programa a través de un puntero.
- La cantidad de memoria disponible es prácticamente ilimitada.
- Es menos eficiente que el *stack*.
- Requiere gestión. Los sistemas operativos proveen funciones para solicitar bloques de memoria dinámica (`HeapAlloc()`, `sbrk()`), siendo responsabilidad del proceso, o mejor dicho del programador, liberar estos bloques cuando ya no se necesiten.

Como las reservas y liberaciones pueden realizarse en cualquier orden se produce una fragmentación interna a medida que avanza el programa (Figura 13.15). Aquí entraría en juego el denominado **gestor de memoria**, que son algoritmos que permiten optimizar el uso del heap compactándolo y reutilizando los bloques liberados. La librería estándar de C proporciona las conocidas funciones `malloc()/free()`, que implementan un gestor de memoria genérico a través de llamadas al sistema.

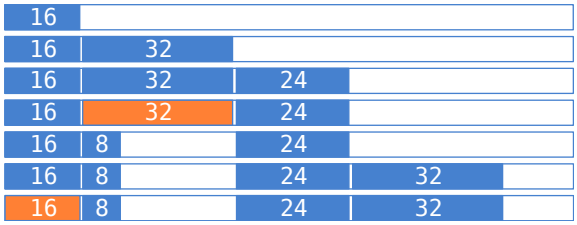


Figura 13.15: Fragmentación del *heap* durante la ejecución del proceso.

NAppGUI implementa su propio gestor/auditor de memoria dinámica "Heap" (Página 201) muy optimizado para servir numerosas de peticiones de pequeño tamaño, que es lo que demandan las aplicaciones en gran medida. `bmem_malloc/bmem_free` *conectan con el sistema operativo a través de llamadas al sistema y no deberían utilizarse directamente.*

Capítulo 14

Librería Osbs

No hay una distinción clara entre el software del sistema operativo y el software que se ejecuta sobre él.

Jim Allchin

14.1 Osbs **176**
14.2 Procesos **177**
14.2.1 Lanzando procesos 177
14.2.2 Ejemplos multi-procesamiento 178
14.3 Hebras **180**
14.3.1 Lanzando hebras 181
14.3.2 Variables compartidas 182
14.3.3 Ejemplo multi-hilo 182
14.4 Exclusión mutua **185**
14.4.1 Cerrojos 185
14.5 Carga de librerías **185**
14.5.1 Rutas de búsqueda de librerías 186
14.5.2 Orden de búsqueda en Windows 187
14.5.3 Orden de búsqueda en Linux/macOS 187
14.6 Archivos y directorios **187**
14.6.1 Sistema de archivos 187
14.6.2 Archivos y flujos de datos 188
14.6.3 Filename y pathname 188
14.6.4 Home y AppData 189
14.7 Sockets **189**
14.7.1 Ejemplo Cliente/Servidor 191
14.8 Tiempo **193**

14.9 Log **194**

14.1. Osbs

osbs *(Operating System Basic Services)* es un *wrapper* portable que permite a las aplicaciones la comunicación con el núcleo del sistema operativo a nivel de procesos, memoria, archivos y redes. Esta comunicación se lleva a cabo a través de una serie de **llamadas al sistema** (Figura 14.1) que varían según el sistema operativo para el que estemos programando. Es el API no gráfico de más bajo nivel para comunicarse con dispositivos de hardware y acceder a los recursos de la máquina. Por debajo se encuentran los controladores de dispositivos *(drivers)* administrados directamente por el *kernel*, a los que las aplicaciones tienen vetado el acceso.

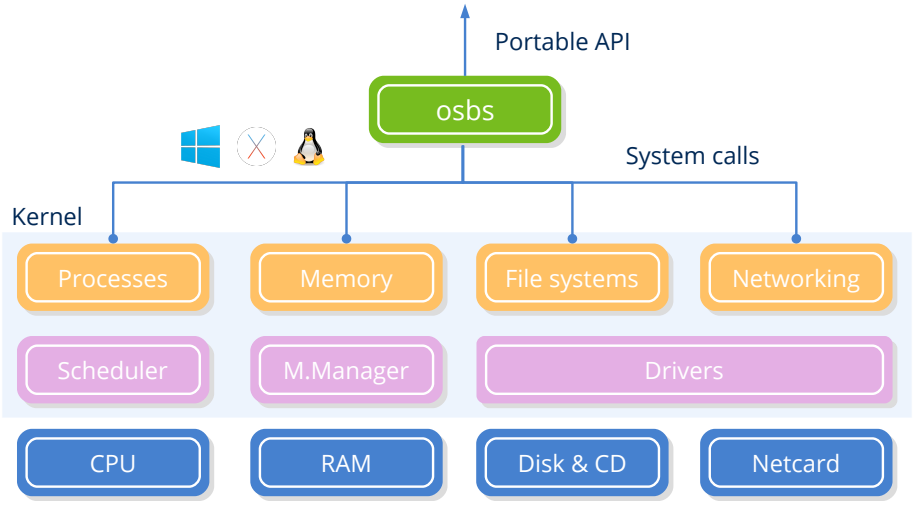


Figura 14.1: Las llamadas al sistema son la puerta de entrada al núcleo del sistema operativo.

Darwin, el *kernel* de macOS, y Linux son sistemas tipo-Unix, por tanto, comparten el mismo conjunto de llamadas al sistema (con pequeñas diferencias). Pero Windows presenta una arquitectura y juego de funciones radicalmente diferente. La librería **osbs** de NAppGUI no es más que una pequeña envoltura que internamente maneja estas diferencias y provee una vía común para acceder a los mismos recursos en diferentes plataformas (Figura 14.2). Solo depende de *"Sewer"* (Página 158) y sus funcionalidades se han dividido en diferentes módulos:

- *"Procesos"* (Página 177), *"Hebras"* (Página 180), *"Exclusión mutua"* (Página 185).

- *"Carga de librerías"* (Página 185).
- *"Archivos y directorios"* (Página 187).
- *"Sockets"* (Página 189).
- *"Tiempo"* (Página 193).

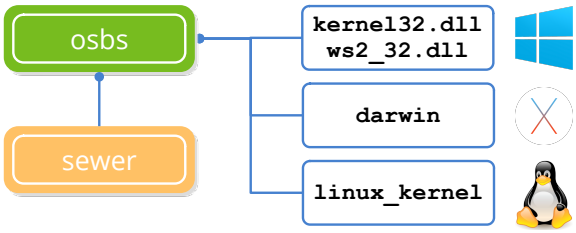


Figura 14.2: Dependencias de *osbs*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

14.2. Procesos

Desde la perspectiva del programador, el multi-procesamiento es la posibilidad de iniciar e interactuar con otros procesos (hijos) desde proceso principal (padre). El sistema operativo puede ejecutar el proceso hijo en otro núcleo de la CPU *(true multitasking)* o en el mismo que el padre *(context switch)*. Esta es una decisión del sistema en la que el programador no puede influir que dependerá del tipo de procesador y de su carga de trabajo. El efecto final será que ambos procesos (padre e hijo) se ejecutan en paralelo.

- Utiliza `bproc_exec` para lanzar un nuevo proceso desde la propia aplicación.
- Utiliza `bproc_read` para leer desde la salida estándar del proceso.
- Utiliza `bproc_write` para escribir en la entrada estándar del proceso.

14.2.1. Lanzando procesos

`bproc_exec` lanzará un proceso desde nuestro propio programa en C de forma similar a como lo hace el Terminal (Figura 14.3). En este caso, la *"E/S Estándar"* (Página 170) `stdin`, `stdout` y `stderr` se redireccionará al objeto `Proc` mediante tuberías anónimas. Desde aquí, podemos utilizar `bproc_write` para escribir en el canal `stdin` del hijo y `bproc_read` para leer desde su `stdout`. Las reglas de lectura/escritura son las que rigen los *pipes* del sistema operativo y que podemos resumir en:

- Si el padre llama a `bproc_read` y el hijo no ha escrito nada (búfer vacío), el padre se bloqueará (esperará) hasta que haya información en el canal de salida del hijo.
- Si el hijo termina y el padre está esperando para leer, `bproc_read` devolverá `FALSE` y el padre continuará su ejecución.

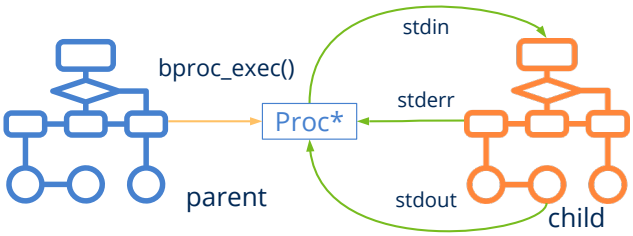


Figura 14.3: Lanzando un proceso desde nuestro propio código C.

- Si el padre llama a `bproc_write` y el búfer de escritura está lleno, el padre se bloqueará (esperará) hasta que el hijo lea desde su `stdin` y libere espacio en el canal.
- Si el hijo termina y el padre está bloqueado por escritura, `bproc_write` devolverá `FALSE` y el padre continuará su ejecución.
- Algunos comandos o procesos (p.e `sort`) no se iniciarán hasta que se lea todo el contenido de `stdin`. En estos casos, el proceso padre deben usar `bproc_write_close` para indicar al hijo que la escritura en su `stdin` ha concluido.
- Cuando el padre llama a `bproc_close`, todos los canales de E/S se cerrarán y ambos procesos continuarán su ejecución de forma independiente. Para terminar la ejecución del proceso hijo *(kill)* utiliza `bproc_cancel`.
- `bproc_wait` detendrá al proceso padre hasta que el hijo finalice. Para evitar la sobrecarga del buffer de salida `stdout` del hijo, cerrar el canal mediante `bproc_read_close` .
- `bproc_finish` comprobará, de forma no bloqueante, si el hijo ha terminado su ejecución.

14.2.2. Ejemplos multi-procesamiento

Veamos algunos ejemplos prácticos de IPC *Inter-Process Communication* utilizando los canales E/S estándar en procesos vinculados padre-hijo. En (Listado 14.1) volcaremos en un fichero la salida `stdout` del proceso hijo. En (Listado 14.2) redirigiremos ambos canales, escribiremos en `stdin` y leeremos de `stdout` apoyándonos en archivos de disco. Por último, implementaremos un protocolo asíncrono donde el padre y el hijo intercambian peticiones y respuestas. En (Listado 14.4) mostramos el código del proceso hijo, en (Listado 14.3) el del proceso padre y en (Listado 14.5) el resultado de la comunicación, escrito por el proceso padre.

Listado 14.1: Leyendo del `stdout` de un proceso y guardándolo en un archivo.

```
byte_t buffer[512];
uint32_t rsize;
File *file = bfile_create("out.txt", NULL);
```

```
Proc *proc = bproc_exec("dir C:\Windows\System32", NULL);
while(bproc_read(proc, buffer, 512, &rsize, NULL) == TRUE)
    bfile_write(file, buffer, rsize, NULL, NULL);
bproc_close(&proc);
bfile_close(&file);
```

Los comandos del shell no son portables en general. Los utilizamos solo como ejemplo.

Listado 14.2: Redirigiendo el `stdin` y `stdout` de un proceso.

```
byte_t buffer[512];
uint32_t rsize;
File *fsrc = bfile_open("members.txt", ekFILE_READ, NULL);
File *fdes = bfile_create("sorted_members.txt", NULL);
Proc *proc = bproc_exec("sort", NULL);

// Writes to stdin
while (bfile_read(fsrc, buffer, 512, &rsize, NULL) == TRUE)
    bproc_write(proc, buffer, rsize, NULL, NULL);

// Closes child stdin
bproc_write_close(proc);

// Reads child stdout
while(bproc_read(proc, buffer, 512, &rsize, NULL) == TRUE)
    bfile_write(fdes, buffer, rsize, NULL, NULL);

bfile_close(&fsrc);
bfile_close(&fdes);
bproc_close(&proc);
```

Listado 14.3: Protocolo asíncrono (proceso padre).

```
Proc *proc;
uint32_t commands[] = { 326, 32, 778, 123, 889, 712, 1, 55, 75, 12 };
uint32_t exit_command = 0;
uint32_t i;

proc = bproc_exec("child", NULL);

for (i = 0; i < 10; ++i)
{
    uint32_t response;
    uint32_t time;
    // Send command to child
    bproc_write(proc, (byte_t*)&commands[i], sizeof(uint32_t), NULL);

    // Waits for child response
    bproc_read(proc, (byte_t*)&response, sizeof(uint32_t), NULL);
    bproc_read(proc, (byte_t*)&time, sizeof(uint32_t), NULL);
```

```
    bstd_printf("Child command %d in %d milliseconds.\n", response, time);
}

bproc_write(proc, (byte_t*)&exit_command, sizeof(uint32_t), NULL);
bproc_close(&proc);
```

Listado 14.4: Protocolo asíncrono (proceso hijo).

```
for (;;)
{
    uint32_t command;
    // Reads from standard input a command from parent.
    if (bstd_read((byte_t*)&command, sizeof(command), NULL) == TRUE)
    {
        if (command != 0)
        {
            // Waits random time (simulates processing).
            uint32_t timer = bmath_randi(1000, 2000);
            bthread_sleep(timer);

            // Writes to standard output the response to parent.
            bstd_write((const byte_t*)&command, sizeof(command), NULL);
            bstd_write((const byte_t*)&timer, sizeof(timer), NULL);
        }
        else
        {
            // Command 0 = Exit
            break;
        }
    }
}
```

Listado 14.5: Resultado de la ejecución del proceso padre.

```
Child command 326 in 1761 milliseconds.
Child command 32 in 1806 milliseconds.
Child command 778 in 1989 milliseconds.
Child command 123 in 1909 milliseconds.
Child command 889 in 1043 milliseconds.
Child command 712 in 1153 milliseconds.
Child command 1 in 1780 milliseconds.
Child command 55 in 1325 milliseconds.
Child command 75 in 1157 milliseconds.
Child command 12 in 1426 milliseconds.
```

14.3. Hebras

Los **hilos** o **hebras** son diferentes caminos de ejecución dentro del mismo proceso (Figura 14.4). También son conocidos como **procesos ligeros**, ya que son más ágiles de

crear y gestionar que los procesos propiamente dichos. Comparten código y espacio de memoria con el programa principal, por lo que es muy fácil intercambiar información entre ellos a través de variables de memoria. Una hebra comienza su ejecución en un método conocido como *thread_main* y, en el momento que se lanza, se ejecuta en paralelo con el hilo principal. Al igual que los procesos, son objetos controlados por el núcleo del sistema que dictaminará, en última instancia, si la hebras se ejecutarán en otro CPU-core *(true multitasking)* o lo compartirán *(context switch)*.

- Utiliza `bthread_create` para crear un nuevo hilo de ejecución.
- Utiliza `bthread_wait` para obligar al hilo principal a que espere que se ejecute el hilo.

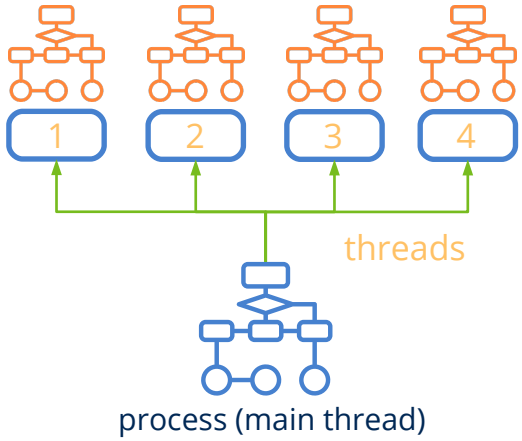


Figura 14.4: Un proceso con múltiples hilos de ejecución.

14.3.1. Lanzando hebras

Cada llamada a `bthread_create` creará un nuevo hilo en paralelo comenzando en la función pasada como parámetro *(thread_main)*. La forma "natural" de finalizarlo es retornando de *thread_main*, aunque es posible abortarlo desde el hilo principal.

Código básico para lanzar un hilo de ejecución paralelo.

```
static uint32_t i_thread(ThData *data)
{
    // Do something
    ...
    // Thread execution ends
    return 0;
}

Thread *thread = bthread_create(i_thread, data, ThData);
// Main thread will continue here
// Second thread will run 'i_thread'
```

14.3.2. Variables compartidas

Cada nuevo hilo tiene su propio *"Segmento Stack"* (Página 172) por tanto, todas las variables automáticas, llamadas a función y reservas dinámicas serán privadas a dicho hilo. Pero también puede recibir datos globales del proceso a través del parámetro `data` de *thread_main*. Debemos tener cuidado al acceder a datos globales a través de múltiples hilos concurrentes, ya que modificaciones realizadas por otros hilos pueden alterar la ejecución lógica del código produciendo errores muy difíciles de depurar. El programa (Listado 14.6) es correcto para programas de un solo hilo, pero si la variable `vector` es accedida por dos hebras simultáneas, puede derivar en un error *Segmentatin Fault* si la hebra-1 libera la memoria mientras la hebra-2 está ejecutando el bucle.

Listado 14.6: Acceso peligroso a variables compartidas.

```
if (shared->vector != NULL)
{
    shared->total = 0;
    for(i = 0; i < shared->n; i++)
        shared->total += shared->vector[i];
    bmem_free(shared->vector);
    shared->vector = NULL;
}
```

Para evitar este problema, deberemos proteger los accesos a variables compartidas a través de un `Mutex` (Listado 14.7). Este mecanismo de *"Exclusión mutua"* (Página 185) garantiza que solo un hilo puede acceder al recurso en un instante de tiempo. Un hilo será detenido si pretende ejecutar el código situado entre `bmutex_lock` y `bmutex_unlock` si otro hilo se encuentra dentro de esta *sección crítica*.

Listado 14.7: Acceso seguro a variables compartidas.

```
bmutex_lock(shared->mutex);
if (shared->vector != NULL)
{
    shared->total = 0;
    for(i = 0; i < shared->n; i++)
        shared->total += shared->vector[i];
    bmem_free(shared->vector);
    shared->vector = NULL;
}
bmutex_unlock(shared->mutex);
```

14.3.3. Ejemplo multi-hilo

Lo complicado de la programación multi-hilo es descomponer una solución en partes que puedan correr en paralelo y organizar las estructuras de datos para que esto se pueda llevar a cabo de la forma más equilibrada posible. En (Listado 14.8) el programa correrá cuatro veces más rápido (x4) ya que se ha hecho una división perfecta del problema

(Figura 14.5). Esto no es más que un ejemplo teórico y este resultado será muy difícil de conseguir en situaciones reales. También deberemos reducir al mínimo la cantidad de variables compartidas y el tiempo de las secciones críticas, de lo contrario los posibles inter-bloqueos reducirán la ganancia.

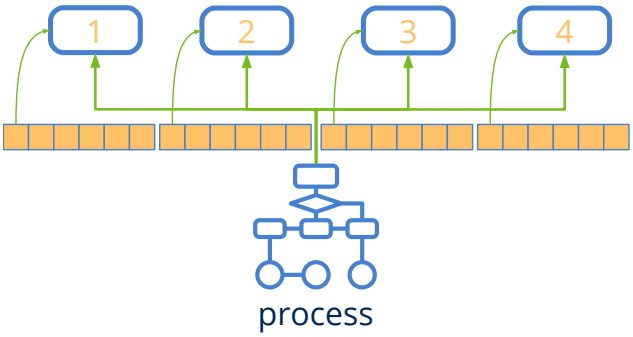


Figura 14.5: Colaboración de cuatro hebras en el cálculo de un vector.

Listado 14.8: Procesamiento multi-hilo de un vector muy grande.

```
typedef struct _app_t App;
typedef struct _thdata_t ThData;

struct _app_t
{
    uint32_t total;
    uint32_t n;
    uint32_t *elems;
    Mutex *mutex;
};

struct _thdata_t
{
    uint32_t thread_id;
    uint32_t start;
    uint32_t end;
    uint64_t time;
    App *app;
};

static uint32_t i_thead(ThData *data)
{
    uint32_t i, total = 0;
    uint64_t t1 = btime_now();
    for (i = data->start; i < data->end; ++i)
    {
        // Simulates processing
        uint32_t time = bmath_randi(0, 100);
        bthread_sleep(time);
        total += data->app->elems[i];
    }
```

```
    // Mutual exclusion access to shared variable 'total'
    bmutex_lock(data->app->mutex);
    data->app->total += total;
    bmutex_unlock(data->app->mutex);
    data->time = (btime_now() - t1) / 1000;
    return data->thread_id;
}

// Threads creating function
uint32_t i, m;
uint64_t t;
App app;
ThData thdata[4];
Thread *thread[4];

// App data vector
i_init_data(&app);
app.mutex = bmutex_create();
m = app.n / 4;

// Thread data
for (i = 0; i < 4; ++i)
{
    thdata[i].thread_id = i;
    thdata[i].app = &app;
    thdata[i].start = i * m;
    thdata[i].end = (i + 1) * m;
}

// Launching threads
t = btime_now();
for (i = 0; i < 4; ++i)
    thread[i] = bthread_create(i_thead, &thdata[i], ThData);

// Wait for threads end
for (i = 0; i < 4; ++i)
{
    uint32_t thid = bthread_wait(thread[i]);
    bstd_printf("Thread %d finished in %d ms.\n", thid, thdata[thid].time);
    bthread_close(&thread[i]);
}

// Process total time
t = (btime_now() - t) / 1000;
bstd_printf("Proccessing result = %d in %d ms.\n", app.total, t);

bmutex_close(&app.mutex);
```

Listado 14.9: Resultado.

```
Thread 0 finished in 13339 ms.
```

```
Thread 1 finished in 12506 ms.
Thread 2 finished in 12521 ms.
Thread 3 finished in 12999 ms.
Proccessing result = 499500 in 13344 ms.
```

14.4. Exclusión mutua

En procesos con múltiples hilos, la exclusión mutua garantiza que solo uno de ellos pueda ejecutar una **sección crítica** en un instante concreto de tiempo. La sección crítica es un bloque de código que normalmente protege a un recurso compartido que no soporta el acceso concurrente.

- Utiliza `bmutex_create` para crear un cerrojo.
- Utiliza `bmutex_lock` para bloquear una sección crítica.
- Utiliza `bmutex_unlock` para desbloquear una sección crítica.

14.4.1. Cerrojos

Los cerrojos, candados o `Mutex` son objetos de sincronización gestionados por el sistema operativo que marcan el inicio y final de una sección crítica (Figura 14.6). Cuando una hebra va a acceder a un determinado recurso compartido, deberá llamar al método `bmutex_lock` para garantizar el acceso exclusivo. Si otro hilo está utilizando el recurso (ha llamado previamente a `bmutex_lock`), el hilo actual se detendrá hasta que el recurso se libere mediante `bmutex_unlock`. Del bloqueo y desbloqueo de hilos se encarga el propio sistema operativo. El programador, tan solo debe preocuparse por identificar y proteger las secciones críticas. *"Ejemplo multi-hilo"* (Página 182).

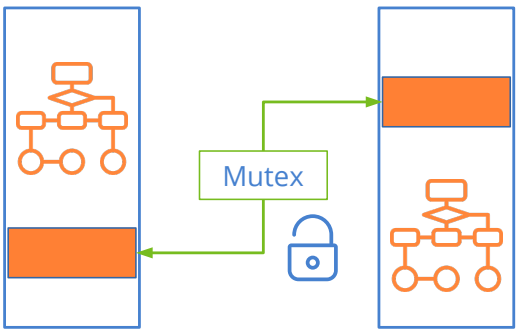


Figura 14.6: Un mutex protegiendo las secciones críticas de dos hebras, que no podrán ejecutarse concurrentemente. El resto del código puede correr en paralelo.

14.5. Carga de librerías

La habitual, en proyectos de relativo tamaño, es dividir el código del programa en librerías con el fin de poder reutilizarlas en diferentes proyectos. El enlace de estas librerías

dentro del ejecutable final puede realizarse de tres formas:

- **Tiempo de compilación:** El código de la librería se copia dentro del ejecutable, formando parte de inseparable del mismo (librerías estáticas) (Figura 14.7) (a).
- **Tiempo de carga:** El código de la librería se distribuye por separado (librerías dinámicas) y se carga junto con el programa principal, al mismo tiempo (Figura 14.7) (b).
- **Tiempo de ejecución:** Librerías dinámicas que el programa carga en el momento que las necesita (Figura 14.7) (c).

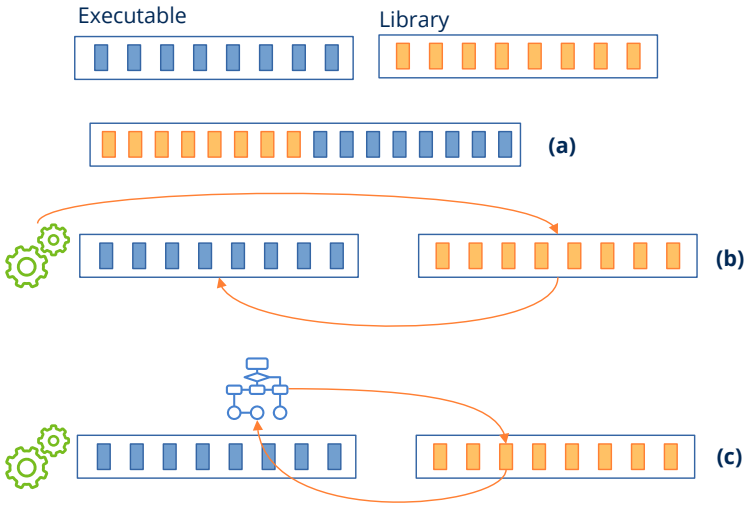


Figura 14.7: Enlace de librerías y carga dinámica.

El proceso de enlace es relativamente complicado y se gestiona automáticamente mediante el compilador y el cargador del sistema operativo. El programador solo debe intervenir en el tercer caso, ya que es necesario incluir código para cargar las librerías y acceder a los métodos o variables oportunos en cada momento.

- Utiliza `dlib_open` para cargar una librería en tiempo de ejecución.
- Utiliza `dlib_proc` para obtener un puntero a una función de la librería.
- Utiliza `dlib_var` para obtener un puntero a una variable de la librería.

14.5.1. Rutas de búsqueda de librerías

Una librería dinámica se encuentra en un archivo diferente al de los ejecutables que pueden hacer uso de ella. Cada sistema operativo implementa diferentes estrategias de búsqueda que debemos conocer para instalar y/o configurar los programas de la forma correcta.

14.5.2. Orden de búsqueda en Windows

- El directorio `path` de `dlib_open`.
- El mismo directorio que el ejecutable.
- El directorio actual `bfile_dir_work`.
- El directorio `%SystemRoot%\System32`.
- El directorio `%SystemRoot%`.
- Los directorios especificados en la variable de entorno `PATH`.

14.5.3. Orden de búsqueda en Linux/macOS

- Los directorios especificados en la variable de entorno `LD_LIBRARY_PATH` (Linux) o `DYLD_LIBRARY_PATH` (macOS).
- Los directorios especificados en el ejecutable `rpath`.
- Los directorios del sistema `/lib, /usr/lib, etc`.

14.6. Archivos y directorios

14.6.1. Sistema de archivos

El sistema de archivos *(filesystem)* es la estructura jerárquica compuesta por directorios y ficheros que permite organizar los datos persistentes de la computadora (Figura 14.8). Es algo con lo que los usuarios de ordenadores estamos muy familiarizados, sobre todo tras la irrupción de los sistemas gráficos que introdujeron la analogía de escritorio, carpeta y documento. Comienza en un directorio denominado raíz (`/` en Unix ó `C:\` en Windows) y, a partir de aquí, cuelgan todos los sub-directorios y ficheros formando un árbol que crece en profundidad. A nivel de programación, el sistema de archivos se gestiona a través de llamadas al sistema que permiten crear directorios, navegar por su contenido, abrir ficheros, eliminarlos, obtener atributos, etc.

- Utiliza `bfile_create` para crear un nuevo archivo.
- Utiliza `bfile_dir_create` para crear un directorio.
- Utiliza `bfile_dir_open` para abrir un directorio con el fin de explorar su contenido.
- Utiliza `bfile_dir_get` para obtener información sobre una entrada del directorio.

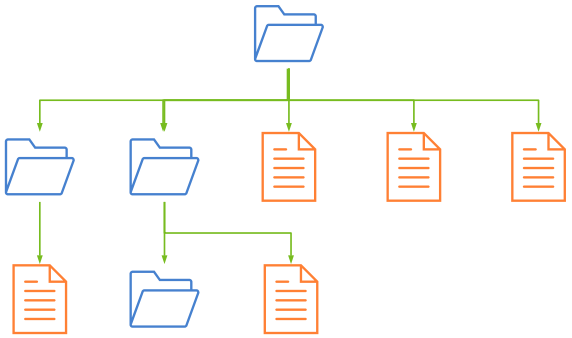


Figura 14.8: Estructura típica de un sistema de archivos.

14.6.2. Archivos y flujos de datos

Un proceso puede leer o escribir datos en un fichero después de abrir un canal de E/S (*"Streams"* (Página 238)) el cual provee un flujo de datos binarios desde o hacia el propio proceso (Figura 14.9). Existe un puntero que se va desplazando de forma secuencial cada vez que se leen o escriben datos. Inicialmente se encuentra en el byte 0, pero podemos modificarlo para acceder a posiciones aleatorias del archivo sin necesidad de leer el contenido (Figura 14.10). Esto puede resultar muy útil a la hora de trabajar con ficheros grandes cuyos datos están indexados de alguna manera.

- Utiliza `bfile_open` para abrir un archivo existente.
- Utiliza `bfile_read` para leer datos desde un archivo.
- Utiliza `bfile_write` para escribir datos a un archivo.
- Utiliza `bfile_seek` para modificar el puntero de archivo.

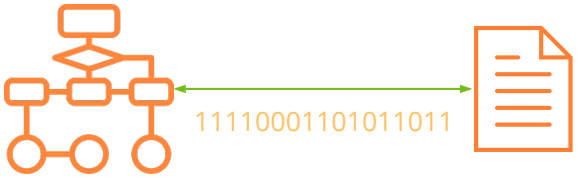


Figura 14.9: Tras abrir un fichero, el proceso dispone de un canal E/S para leer o escribir datos.

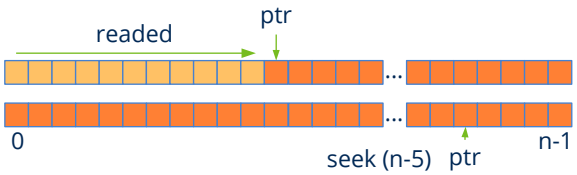


Figura 14.10: Lectura secuencial o acceso aleatorio.

14.6.3. Filename y pathname

Estos dos conceptos son recurrentes y ampliamente utilizados por las funciones del API que manipulan archivos. Cuando navegamos por el contenido de un directorio `bfile_dir_get`

, obtenemos una secuencia de *filenames* que es el nombre "plano" del elemento (archivo o subdirectorio) sin incluir su ruta dentro del sistema del archivos (sin caracteres `'/'` o `'\'`). Por otro lado el *pathname* es una secuencia de uno o varios *filenames* separados por `'/','\'`, que indica el camino a seguir para localizar un determinado elemento. Este camino puede ser **absoluto** cuando comienza por el directorio raíz (`C:\Users\john\docs\images\party.png`) o **relativo** (`docs\images\party.png`) cuando indica la ruta parcial a partir del *working directory* del proceso.

- Utiliza `bfile_dir_work` para obtener el directorio de trabajo actual.
- Utiliza `bfile_dir_set_work` para establecer el directorio de trabajo.

14.6.4. Home y AppData

Estos son dos directorios típicos utilizados por las aplicaciones para almacenar los archivos relativos a un determinado usuario. Por un lado, *home* indica el directorio personal del usuario actualmente registrado en el sistema, típicamente `c:\Users\john` (Windows), `/home/john` (Linux) ó `/Users/john` (macOS). Por otro lado *appdata* es un directorio reservado para guardar datos temporales o de configuración de las aplicaciones. Localizaciones típicas pueden ser `C:\Users\john\AppData\Roaming` (Windows), `/home/john/.config` (Linux) ó `/User/john/Library` (macOS). Lo habitual será crear una sub-carpeta con el nombre de la aplicación `/User/john/Library/TheApp`.

- Utiliza `bfile_dir_home` para obtener el directorio *home* del usuario.
- Utiliza `bfile_dir_data` para obtener el directorio de datos de aplicaciones.
- Utiliza `bfile_dir_exec` para obtener el directorio del ejecutable.

14.7. Sockets

Podemos definir un **socket** como un canal de comunicación entre dos procesos que están ejecutándose en diferentes máquinas. Utilizan como base la familia de protocolos TCP/IP que rigen la comunicación por Internet desde los primeros prototipos de la gran red allá por el año 1969. Por su parte, el protocolo IP *(Internet Protocol)* se encarga del envío de pequeños paquetes de datos entre dos computadores remotos a través de la red. Como hay paquetes que pueden perderse o tomar diferentes caminos al atravesar los nodos de Internet, TCP *(Transmission Control Protocol)* se encargará de ordenarlos secuencialmente y volver a pedir aquellos que se hayan perdido. Otro aspecto importante que añade TCP es el concepto de **puerto** lo que permite que una misma máquina disponga de múltiples conexiones abiertas al mismo tiempo. La conjunción de TCP/IP provee al proceso de un canal fiable de comunicación bidireccional *(full-duplex)* con el proceso remoto y es la base del modelo cliente/servidor (Figura 14.11).

- Utiliza `bsocket_connect` en el proceso cliente para crear un canal de comunicación con un servidor remoto.
- Utiliza `bsocket_server` en el proceso servidor para quedar a la escucha de peticiones de clientes.
- Utiliza `bsocket_accept` para aceptar la petición de un cliente y empezar la comunicación.
- Utiliza `bsocket_read` para leer datos de un socket.
- Utiliza `bsocket_write` para escribir datos en un socket.

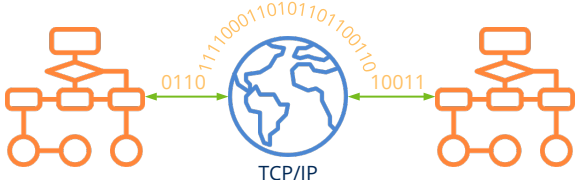


Figura 14.11: Los sockets TCP/IP permiten conectar dos procesos a través de Internet.

Los sockets son la primitiva de comunicación de más bajo nivel accesible por las aplicaciones. Son extremadamente rápidos pero, por lo general, sus funciones son bloqueantes, es decir, detendrán al proceso hasta que el otro interlocutor responda.

- `bsocket_connect` detendrá al proceso cliente hasta que el servidor responda o se cumpla el `timeout`.
- `bsocket_accept` detendrá al proceso servidor hasta que llegue una petición de un cliente o se cumpla el `timeout`.
- `bsocket_read` detendrá al proceso hasta que el otro interlocutor escriba datos en el canal o se cumpla el `timeout`.
- `bsocket_write` detendrá al proceso hasta que el otro interlocutor lea datos del canal y libere el búfer intermedio o se cumpla el `timeout`.

Al margen de estas indicaciones, trabajar con *sockets* es muy parecido a hacerlo con archivos en disco. La implementación de TCP/IP es complicada y forma parte del sistema operativo, por lo que el establecimiento de la conexión se ha simplificado a través de las llamadas al sistema vistas anteriormente. Ya que un socket tan solo permite enviar y recibir bytes, ambos interlocutores necesitan definir un **protocolo** que indique el orden, secuencia y tipo de datos a compartir de tal forma que la comunicación sea satisfactoria y libre de interbloqueos. Algunos de los protocolos más utilizados en Internet son: HTTP, SMTP, FTP, SSH, etc.

14.7.1. Ejemplo Cliente/Servidor

Como ejemplo vamos a ver como dos procesos intercambian información mediante sockets. El protocolo es extremadamente sencillo. Tras la conexión el cliente (Listado 14.11) enviará una serie de valores numéricos al servidor (Listado 14.10) y este le responderá reenviando el mismo valor. Cuando el cliente envíe el valor `UINT32_MAX` la comunicación terminará.

Listado 14.10: Sencillo servidor basado en sockets.

```
uint32_t client_id = 0;
Socket *server_sock = bsocket_server(3444, 32, NULL);

if (server_sock == NULL)
    return;

for(;;)
{
    Socket *income_sock = NULL;
    uint32_t ip0, ip1;
    uint16_t p0, p1;

    bstd_printf("Waiting for a new client\n");

    income_sock = bsocket_accept(server_sock, 0, NULL);
    if (income_sock == NULL)
        continue;

    bstd_printf("Client %d arrives\n", client_id);
    bsocket_local_ip(income_sock, &ip0, &p0);
    bsocket_remote_ip(income_sock, &ip1, &p1);
    bstd_printf("Local IP: %s:%d\n", bsocket_ip_str(ip0), p0);
    bstd_printf("Remote IP: %s:%d\n", bsocket_ip_str(ip1), p1);

    for (;;)
    {
        byte_t data[4];
        uint32_t rsize;
        if (bsocket_read(income_sock, data, sizeof(data), &rsize, NULL) == TRUE
            ↪ )
        {
            uint32_t i;
            bsocket_ntoh4((byte_t*)&i, data);
            if (i != UINT32_MAX)
            {
                bstd_printf("Readed %d from client\n", i);
                bsocket_hton4(data, (byte_t*)&i);
                if (bsocket_write(income_sock, data, sizeof(data), NULL, NULL)
                    ↪ == TRUE)
                {
                    bstd_printf("Sending %d to client\n", i);
```

```
                }
                else
                {
                    bstd_printf("Error writting to client\n");
                    break;
                }
            }
            else
            {
                bstd_printf("Client %d say bye!\n", client_id);
                break;
            }
        }
        else
        {
            bstd_printf("Error reading from client\n");
            break;
        }
    }

    bstd_printf("\n\n");
    bsocket_close(&income_sock);
    client_id += 1;
}

bsocket_close(&server_sock);
```

Listado 14.11: Proceso cliente.

```
Socket *sock = NULL;
serror_t error;
uint32_t i = 0;
byte_t data[4];

sock = bsocket_connect(bsocket_str_ip("192.168.1.21"), 3444, 5000, &error);

if (sock == NULL)
{
    bstd_printf("Connection error\n");
    return;
}

bsocket_read_timeout(sock, 2000);
bsocket_write_timeout(sock, 5000);

while (i < kPING_COUNTER)
{
    bsocket_hton4(data, (const byte_t*)&i);
    if (bsocket_write(sock, data, sizeof(data), NULL, NULL) == TRUE)
    {
        bstd_printf("Sending %d to server\n", i);
```

```
    }
    else
    {
        bstd_printf("Error writting in socket\n");
        break;
    }

    if (bsocket_read(sock, data, sizeof(data), NULL, NULL) == TRUE)
    {
        uint32_t j;
        bsocket_ntoh4((byte_t*)&j, data);
        bstd_printf("Readed %d from server\n", j);
        if (j != i)
        {
            bstd_printf("Error data corruption\n");
            break;
        }

        i += 1;
    }
    else
    {
        bstd_printf("Error reading in socket\n");
        break;
    }
}

if (i == kPING_COUNTER)
{
    i = UINT32_MAX;
    bsocket_hton4(data, (const byte_t*)&i);
    if (bsocket_write(sock, data, sizeof(data), NULL, NULL) == TRUE)
    {
        bstd_printf("Sending FINISH to server\n");
    }
    else
    {
        bstd_printf("Error writting in socket\n");
    }
}

bsocket_close(&sock);
```

14.8. Tiempo

El sistema operativo mide el paso del tiempo utilizando un reloj interno, implementado típicamente mediante un contador de los *ticks* que han pasado desde un instante inicial denominado *epoch*. En sistemas tipo Unix este contador representa el número de segundos transcurridos desde el 1 de Enero de 1970 UTC. Sin embargo, en Windows representa el

número de intervalos de 100 nanosegundos desde el 1 de Enero de 1601 coincidiendo con el inicio del calendario Gregoriano. En NAppGUI se han unificado estos valores para trabajar con el *Unix Epoch* en todas las plataformas.

- Utiliza `btime_now` para obtener el número de micro-segundos trascurridos desde el 1 de Enero de 1970 UTC.
- Utiliza `btime_date` para obtener la fecha del sistema.
- Utiliza `btime_to_micro` y `btime_to_date` para convertir fechas en Unix Time y viceversa.

Figura 14.12: Instante 0 del Unix Epoch.

La diferencia entre dos instantes nos dará el tiempo transcurrido durante la ejecución de una tarea.

```
uint64_t ed, st = btime_now();

// Do something...
...

ed = btime_now();
bstd_printf("Total elapsed micro-seconds: %lu\n", ed - st);
```

14.9. Log

Un *log* o diario es un registro de anomalías que ocurren en tiempo de ejecución y que ayudan a la posterior depuración del programa o a determinar la causa de un error (Figura 14.13). Este informe está dirigido en mayor medida a los programadores o administradores del software y no al usuario final, por lo que es recomendable incluir información técnica específica sobre la causa del problema. Los mensajes dirigidos al usuario final deben estar escritos en un tono más amigable, lejos de tecnicismos y enviados a la salida estándar (`stdout stderr`) o al sistema de ventanas, si estamos ante una aplicación de escritorio.

- Utiliza `log_printf` para escribir un mensaje en el diario de ejecución.

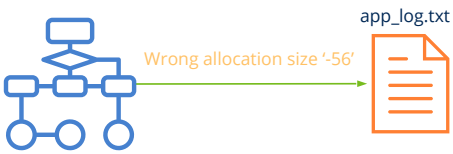


Figura 14.13: Mensajes relativos a anomalías internas del programa, pueden enviarse a un registro *log*.

Capítulo 15

Librería Core

Un core fuerte mejorará tu técnica, fuerza, resistencia y complementará todo lo que hagas.

Susan Trainor

15.1 Core **199**
15.2 Heap **201**
15.2.1 Memoria múlti-hilo 202
15.2.2 Como funciona Heap 203
15.3 Buffers **205**
15.4 Strings **205**
15.5 Arrays **207**
15.5.1 Crear arrays 208
15.5.2 Acceso a elementos y recorrido 209
15.5.3 Copia de arrays 210
15.5.4 Serialización de arrays 211
15.5.5 Ordenar y buscar en arrays 211
15.5.6 Comparadores y claves 212
15.5.7 Insertar y eliminar en arrays 213
15.5.8 Declaración de tipos en arrays 214
15.5.9 Limitaciones de arrays 214
15.6 Arrays (punteros) **215**
15.6.1 Crear arrays de punteros 216
15.6.2 Copia de arrays de punteros 216
15.7 Sets **217**
15.7.1 Crear sets 218
15.7.2 Insertar y eliminar elementos en sets 219
15.7.3 Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores 220

15.7.4 Comparativa arrays y sets 222
15.8 Sets (punteros) 223
15.8.1 Crear sets de punteros 223
15.9 Data binding 225
15.9.1 Registrar tipos de datos 225
15.9.2 Alias de tipos 226
15.9.3 Creación de objetos 227
15.9.4 Inicialización de objetos 228
15.9.5 Copia de objetos 229
15.9.6 Edición de objetos 229
15.9.7 Tipos básicos 229
15.9.8 Objetos anidados 230
15.9.9 Objetos binarios 231
15.9.10 Uso de arrays 232
15.9.11 Valores por defecto 233
15.9.12 Rangos numéricos 234
15.9.13 Comparación de objetos con DBind 235
15.9.14 Serialización con DBind 236
15.9.15 Importar y exportar a JSON 236
15.9.16 Sincronización con interfaces gráficas 238
15.10 Streams 238
15.10.1 Tipos de stream 239
15.10.2 File stream 239
15.10.3 Socket stream 240
15.10.4 Block stream 240
15.10.5 Memory stream 241
15.10.6 Standard stream 243
15.10.7 Null stream 243
15.10.8 Stream binario 244
15.10.9 Stream de texto 244
15.10.10Tokens 245
15.10.11Identificadores 247
15.10.12Cadenas 248
15.10.13Números 249
15.10.14Símbolos 249
15.10.15Comentarios 249
15.10.16Ventajas de los streams 250
15.10.17Unificar la serialización 250

15.10.18Mayor elegancia 251
15.10.19Mayor productividad 252
15.10.20Mayor rendimiento 252
15.10.21Orden de bytes 252
15.10.22Estado del stream 253
15.11 Expresiones regulares 254
15.11.1 Definir patrones 255
15.11.2 Lenguajes regulares y autómatas 256
15.12 Eventos 257
15.13 Búfer de teclado 258
15.14 Operaciones con archivos 259
15.15 Paquetes de recursos 261
15.16 Fechas 261
15.17 Relojes 261

15.1. Core

De igual forma que un edificio necesita una cimentación fuerte, cualquier proyecto software debe sustentarse sobre pilares robustos y eficientes. Para este cometido se ha desarrollado la librería *core* (Figura 15.1), que prove utilidades **no gráficas** de uso común. Además de ser la base de NAppGUI-SDK, también nos facilitará el desarrollo de nuestros propios programas y librerías garantizando la máxima eficiencia y portabilidad. *core* no tiene dependencias externas, salvo *"Osbs"* (Página 176), que proveerá las llamadas elementales al sistema operativo.

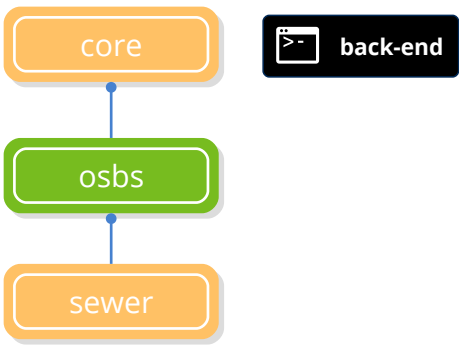


Figura 15.1: Dependencias de *core*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

La potencia de *core* radica en la gestión eficiente y segura de la memoria, unido a la automatización de operaciones sobre objetos y al manejo de colecciones basadas en arrays y árboles binarios de búsqueda (Figura 15.2). Todo esto estaría incompleto sin un robusto

sistema de serialización, que nos permita exportar/importar datos desde/hacia la memoria, utilizando diferentes canales de comunicación.

- *"Heap"* (Página 201). Gestor de memoria paginado con auditor de fugas.
- *"Buffers"* (Página 205). Bloque genérico de memoria dinámica.
- *"Strings"* (Página 205). Cadenas de texto en memoria dinámica.
- *"Arrays"* (Página 207). Colección de elementos en posiciones contiguas de memoria.
- *"Sets"* (Página 217). Contenedor que optimiza la búsqueda, inserción y borrado de elementos.
- *"Data binding"* (Página 225). Automatización de operaciones sobre objetos.
- *"Streams"* (Página 238). Canales de entrada y salida. Incorpora un analizador de texto para leer tokens.

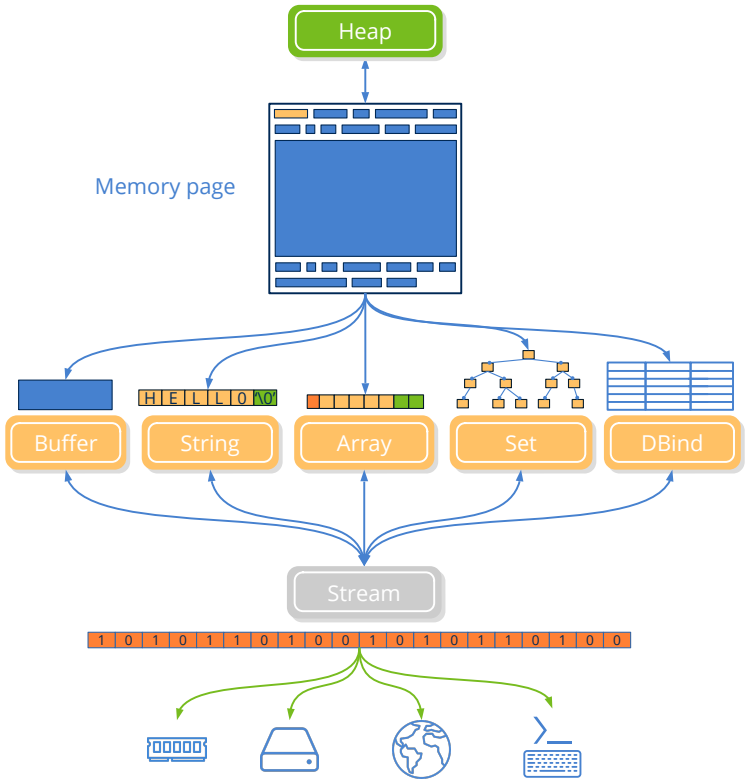


Figura 15.2: Relación entre gestión de memoria, estructuras de datos y streams.

Adicionalmente, *core* proporciona estas utilidades:

- *"Expresiones regulares"* (Página 254).
- *"Eventos"* (Página 257). Base para el subsistema de gestión de eventos.
- *"Operaciones con archivos"* (Página 259). Utilidades sobre archivos y directorios.
- *"Paquetes de recursos"* (Página 261).
- *"Fechas"* (Página 261). Funciones relacionadas con fecha/hora.
- *"Relojes"* (Página 261). Medición precisa del tiempo.

15.2. Heap

Heap es gestor y auditor de memoria dinámica muy eficiente incluido en la librería *core* y disponible para todos los proyectos basados en NAppGUI (librerías y aplicaciones). Es habitual que las aplicaciones soliciten gran cantidad de pequeños bloques de memoria para albergar diferentes objetos (cadenas de caracteres, controles de interfaz, instancias de estructuras, búfer E/S, etc). La estrategia detrás de gestor no es otra que pedir al sistema operativo páginas de memoria de cierto tamaño (64kb o más) mediante `bmem_malloc` y utilizarlas para resolver varias solicitudes de manera más eficiente.

- Utiliza `heap_new` para crear dinámicamente un objeto.
- Utiliza `heap_malloc` para reservar un bloque de memoria.
- Utiliza `heap_delete` para destruir un objeto.
- Utiliza `heap_free` para liberar un bloque de memoria.

```
Product *prod = heap_new(Product);
byte_t *memblock = heap_malloc(1024, "MyOwnBlock");

// Do something
...

heap_delete(&prod, Product);
heap_free(&memblock, "MyOwnBlock");
```

El uso de **Heap** en lugar de las clásicas `malloc()/free()` nos proporcionará ciertos beneficios:

- Rendimiento: Una llamada a `heap_malloc` se resuelve tan solo incrementando el valor de un contador. `heap_free` únicamente actualiza la cabecera de la página afectada.
- Localidad: Dos llamadas consecutivas a `heap_malloc()` son ubicadas en posiciones físicas de memoria contiguas. Esto reduce el número de fallos de caché ya que, según

el principio de localidad, hay una gran probabilidad de que dos objetos que se crean juntos se utilicen juntos.

- Memory leaks: *heap* apunta las reservas y liberaciones por tipo de objeto. Llegado el caso, avisará al programador por medio de *"Asserts"* (Página 161) o *"Log"* (Página 194) de que existen objetos no liberados. La gran ventaja de este auditor sobre otras herramientas es que siempre se está ejecutando como parte del programa. Esto explota la coherencia temporal, ya que si tras un cambio se detectan *leaks* donde antes no había, es muy probable que podamos acotar y detectar el error, ya que será algo en lo que acabamos de trabajar.
- Estadísticas: Podemos obtener perfiles del uso de memoria (tiempo/bytes). Esto puede ayudarnos a detectar cuellos de botella (especialmente en el arranque) u optimizar el tamaño de página.

15.2.1. Memoria múlti-hilo

Por defecto, *heap* está configurado para funcionar de forma óptima en aplicaciones mono-hilo. Si queremos que varias hebras del mismo proceso reserven o liberen memoria dinámica de forma concurrente y segura deberemos utilizar:

- `heap_start_mt` para iniciar el soporte multi-hilo.
- `heap_end_mt` para terminar el soporte multi-hilo.

En el momento que se llama a `heap_start_mt`, se activan los mecanismos de sincronización dentro del Heap para garantizar la exclusión mutua al gestor de memoria hasta que se reciba una llamada a `heap_end_mt` que lo devolverá al modo de funcionamiento mono-hilo. Llamadas sucesivas a `heap_start_mt` se irán acumulando, por lo que permanecerá en modo multi-hilo hasta que se cierren todos los bloques abiertos (Listado 15.1). Es responsabilidad del programador utilizar este par de funciones en aquellos puntos del programa que lo requieran.

> *Toda sección que comienza con `heap_start_mt` debe cerrarse con `heap_end_mt`.*

> *No hay ningún problema en activar el soporte multi-hilo en secciones mono-hilo, salvo una ligera penalización en el rendimiento.*

Listado 15.1: Secciones multi-hilo.

```
// Single-threaded block
...
...

heap_start_mt();
// Multi-threaded block
```

```
...
heap_start_mt();
...
heap_end_mt();
// Continue multi-threaded block
...
heap_end_mt();

// Single-threaded block
...
```

15.2.2. Como funciona Heap

Al iniciar el programa, *heap* crea una página de memoria por defecto. Los primeros bytes se reservan como cabecera, una pequeña estructura que controla el estado de la página. Cada petición se asigna secuencialmente dentro de la misma página, incrementando el valor de un puntero (Figura 15.3). Cuando la página se queda sin espacio, se crea una nueva mediante `bmem_malloc`, que es enlazada con la anterior y etiquetada como la nueva **página por defecto** (Figura 15.4). Cada llamada a `heap_free` actualiza la cabecera con el número de bloques/bytes liberados (Figura 15.5). Estos bloques **no son reutilizados**, de lo contrario se complicaría la lógica de *heap* volviéndolo más lento. La dirección de la cabecera es guardada al final de cada bloque, por lo que no hay que iterar para localizarlo. Cuando todos los bloques de la página han sido liberados, la página entera es destruida por `bmem_free` y los punteros entre páginas vecinas restaurados (Figura 15.6).

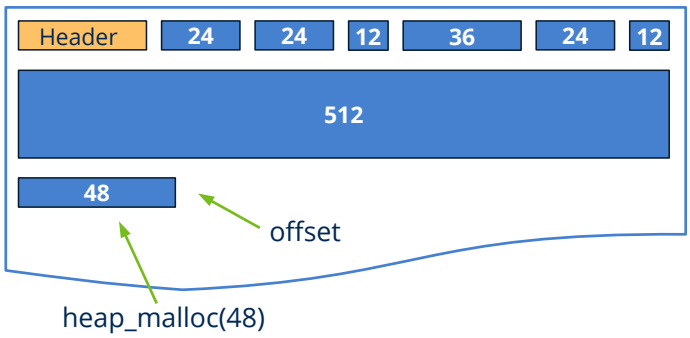


Figura 15.3: Reserva de un nuevo bloque de memoria con `heap_malloc()`.

Heap también contabiliza el número de reversas/liberaciones por tipo de objeto mediante el parámetro `name` de `heap_malloc`. Al finalizar la ejecución del programa, si la aplicación carece de *memory leaks*, escribirá en *"Log"* (Página 194) un mensaje como este:

```
[12:58:08] [OK] Heap Memory Staticstics
[12:58:08] ============================
[12:58:08] Total a/dellocations: 1126, 1126
[12:58:08] Total bytes a/dellocated: 74611, 74611
[12:58:08] Max bytes allocated: 54939
[12:58:08] Effective reallocations: (0/34)
```

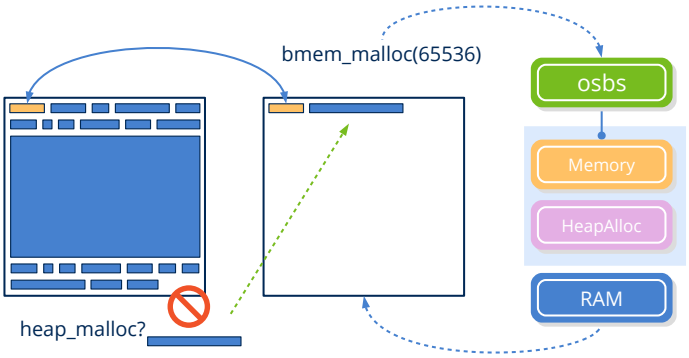


Figura 15.4: Petición al sistema operativo de una nueva página vacía.

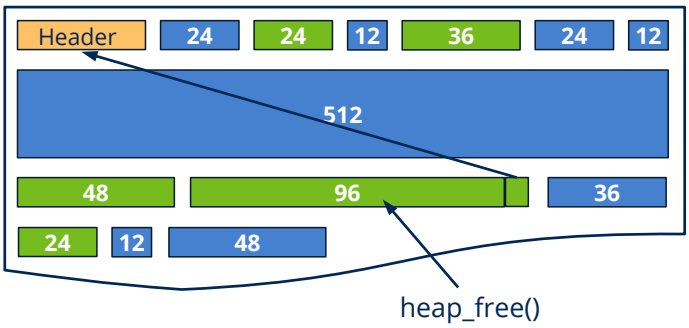


Figura 15.5: Liberando un bloque de memoria (solo actualiza la cabecera).

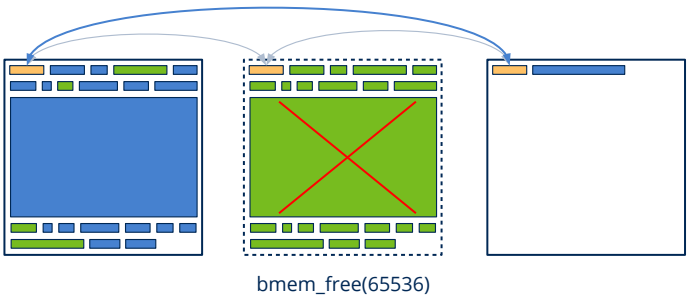


Figura 15.6: Destruyendo la página entera.

```
[12:58:08] Real allocations: 2 pages of 65536 bytes
[12:58:08] ============================
```

Pero si tras la ejecución, la aplicación tiene memoria por liberar, el mensaje será distinto:

```
[13:00:35] [FAIL] Heap Object Leaks!!!
[13:00:35] ============================
[13:00:35] 'App' a/deallocations: 1, 0 (1 leaks)
[13:00:35] 'String' a/deallocations: 414, 410 (4 leaks)
[13:00:35] ============================
[13:00:35] [FAIL] Heap Global Memory Leaks!!!
[13:00:35] ==================================
[13:00:35] Total a/dellocations: 1161, 1156 (5 leaks)
[13:00:35] Total bytes a/dellocated: 75704, 75596 (108 bytes)
[13:00:35] Max bytes allocated: 54939
```

```
[13:00:35] ==================================
```

Que advierte que tenemos un objeto `App` y cuatro `String` sin liberar. Si en la ejecución anterior no había *leaks*, es muy probable que podamos acotar el error sin demasiada dificultad.

> *El auditor de heap no pretende sustituir a herramientas más avanzadas de testeo de memoria, tan solo es un primer filtro que nos avisa constantemente durante la fase de desarrollo y test. A pesar de que la sobrecarga que produce en tiempo de ejecución es mínima, el auditor se deshabilita complemente en la configuración* `Release`.

15.3. Buffers

Los objetos *Buffer* son, sencillamente, bloques de memoria reservados dinámicamente y almacenados en el *"Segmento Heap"* (Página 172) (Figura 15.7). Son útiles para compartir datos genéricos entre diferentes funciones o hilos. Para este último caso, deben estar protegidos por un `Mutex` si varias hebras concurrentes pudiesen acceder a él (no son *thread-safe*). Son de tamaño fijo. Una vez creados no se pueden re-dimensionar, aunque pueden ser re-escritos cuantas veces sea necesario.

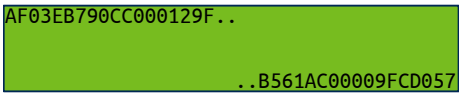


Figura 15.7: Bloque de memoria dinámica.

- Utiliza `buffer_create` para crear un bloque de memoria dinámica.
- Utiliza `buffer_destroy` para liberar un bloque de memoria dinámica.
- Utiliza `buffer_data` para obtener un puntero al bloque de memoria.
- Utiliza `buffer_read` para leer desde un stream.
- Utiliza `buffer_write` para escribir en un stream.

15.4. Strings

Los objetos **String** contienen cadenas de caracteres *"UTF-8"* (Página 166) reservadas dinámicamente. A pesar de que en determinadas ocasiones podamos utilizar cadenas de texto estáticas (`char_t str[128]`), en otras necesitaremos que los textos sean persistentes o formen parte de estructuras u objetos. No siempre será posible predecir la cantidad de memoria que necesitará la cadena, por lo que almacenarla dinámicamente será una opción más acertada. Los cuatro primeros bytes del objeto guardan el tamaño (en bytes) del texto, incluyendo el carácter nulo final (Figura 15.8), por lo que deberemos utilizar la función `tc()` para acceder al `const char_t*` con el texto. El módulo `strings.h` de NAppGUI

ofrece multitud de funciones para trabajar con cadenas de texto UTF8, tanto estáticas como dinámicas.

- Utiliza `str_c` para crear una copia dinámica de una cadena C estática.
- Utiliza `str_printf` para componer una cadena dinámica utilizando el mismo formato que el `printf` de C.
- Utiliza `tc` para obtener un puntero `const char_t*` al contenido de un `String`.
- Utiliza `str_len` para obtener el tamaño en bytes de la cadena.
- Utiliza `str_nchars` para obtener el número de caracteres.

Figura 15.8: Representación de un `String` en memoria.

```
String *str1 = str_c("This a static char array.");
String *str2 = str_printf("Code: %s, Price %8.2f.", tc(product->code),
    ↪ product->price);
const char_t *cstr1 = tc(str1);
const char_t *cstr2 = tc(str2);
// cstr1 = "This a static char array."
// cstr2 = "Code: 456-34GH-JKL, Price   439.67."
```

No confundir los objetos `String` con las cadenas de texto en C `const char_t *str` ó `char_t str[128]`. Los primeros contienen un puntero al área de memoria dinámica y un entero con el número de bytes reservados.

*No confundir el tamaño de la cadena **len** con el número de caracteres **nchars**. En UTF8 no tienen porqué coincidir.*

En el caso que sea necesario componer textos más extensos o, a partir de bucles, la forma más eficiente es crear un `Stream` y, posteriormente, obtener el `String` asociado.

```
String *str = NULL;
Stream *stm = stm_memory(2048);
uint32_t n = arrpt_size(products, Product);
stm_printf(stm, "List of %d products\n", n);
arrpt_foreach(product, products, Product);
    stm_printf(stm, "Code: %s, Price %8.2f.\n", tc(product->code), product->
        ↪ price);
arrpt_end()
str = stm_str(stm);
stm_close(&stm);

// Do something with 'str'
...
```

```
str_destroy(&str);
```

15.5. Arrays

El **Array** (o Vector) es un contenedor (o colección) de elementos que se almacenan en posiciones contiguas de memoria. Este hecho proporciona un serie de ventajas que hacen que sea la estructura de datos más utilizada y a la que debamos de recurrir en primera instancia. Estas pueden resumirse en:

- Acceso directo O(1) a los elementos mediante aritmética de punteros, lo que hace innecesario el uso de iteradores o algoritmos para recuperar la información.
- Uso eficiente de la caché. Cuando un elemento del array se lee, los elementos adyacentes probablemente se cargan en la caché debido a la localización espacial.
- Muchos algoritmos (búsqueda, ordenamiento, etc.), requieren recorrer o manipular datos de manera secuencial.
- Menor fragmentación de memoria. Al reservar espacio contiguo, los arrays tienden a causar menos fragmentación en comparación con estructuras que almacenan elementos en ubicaciones dispersas.

El lenguaje C proporciona una implementación elemental de arrays (Listado 15.2) que atesoran todas las ventajas que acabamos de describir, pero que adolecen de una gran carencia: **son estáticos**. Es decir, no pueden crecer o contraerse bajo demanda, hay que definir previamente el número de elementos, bien sea de forma estática (en el Stack) o dinámica (en el Heap).

Listado 15.2: Arrays en C.

```
typedef struct _product_t Product;
struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *desc;
    Image *image;
    real32_t price;
};

// Stack memory
Product sprods[100];

// Heap memory
Product *dprods = heap_new_n(100, Product);
...
// Heap free
```

```
heap_delete_n(&dprods, 100, Product);
```

El tipo `ArrSt` implementado en NAppGUI es, en esencia, un array de C dinámico más una serie de métodos para manipularlo. Por dinámico entendemos que la estructura ajusta su tamaño a la cantidad real de elementos, conservando la premisa principal de que **todos permanezcan juntos en memoria**. Cuando se crea un `Array`, se reserva memoria para unos pocos registros (Figura 15.9). Posteriormente, podremos añadir nuevos elementos al final (lo típico) o insertarlos en cualquier posición aleatoria en el caso de que ya tengamos datos en el contenedor. En este último caso, el resto de elementos serán desplazados hacia la derecha. En el momento que se supere la cantidad de registros reservados, se duplicará el bloque dinámico interno para dar cabida a las nuevas posiciones. De igual forma es posible eliminar cualquier elemento de la colección, desplazando el resto hacia la izquierda para mantener la coherencia espacial de la estructura. Si el número de items decreciese a la mitad, el bloque de memoria se reducirá. De esta forma, durante el tiempo de vida del contenedor, la memoria se irá ajustando multiplicando o dividiendo por 2 el número de elementos reservados.

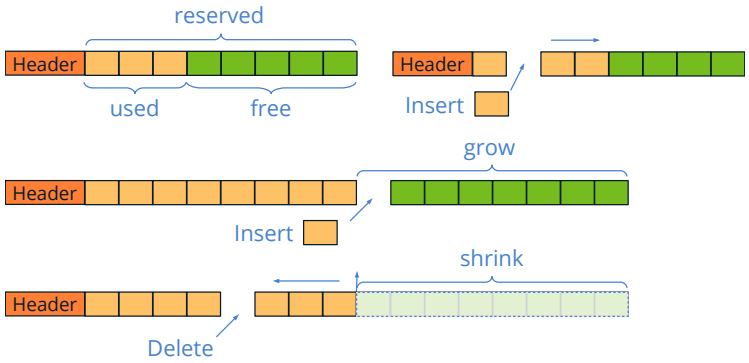


Figura 15.9: Los `Array` adaptarán su memoria interna al número real de elementos.

15.5.1. Crear arrays

- Utiliza `arrst_create` para crear un array.
- Utiliza `arrst_destroy` para destruir un array y sus elementos.
- Utiliza `arrst_new` para añadir un nuevo elemento al array.

En (Listado 15.3) tenemos un sencillo ejemplo de como crear un array de tipo `Product` (Figura 15.10). Al añadir un nuevo elemento mediante `arrst_new()`, se devolverá un puntero al área de memoria reservada para él. Es muy importante tener en cuenta que el contenido de dicha memoria **es indeterminado**, por lo que deberemos inicializar todos

los campos con valores coherentes. De igual forma, al destruir el array, deberemos proveer de un destructor (`i_remove()`) para liberar correctamente la memoria que pueda haber reservado nuestro objeto. La memoria que ocupa el objeto en sí es gestionada por el contenedor y no debemos preocuparnos por ella.

Listado 15.3: Crear y destruir arrays.

```
static void i_remove(Product *prod)
{
    str_destroy(&prod->code);
    str_destroy(&prod->desc);
    image_destroy(&prod->image);
}

ArrSt(Product) *products = arrst_create(Product);
Product *prod = arrst_new(products, Product);
prod->type = ekHDD;
prod->code = str_c("GTK-1050");
prod->desc = str_c("Gigabyte GeForce GTX 1050 OC 2Gb GDDR5");
prod->image = load_image("card.png");
prod->price = 573.34;
...
arrst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

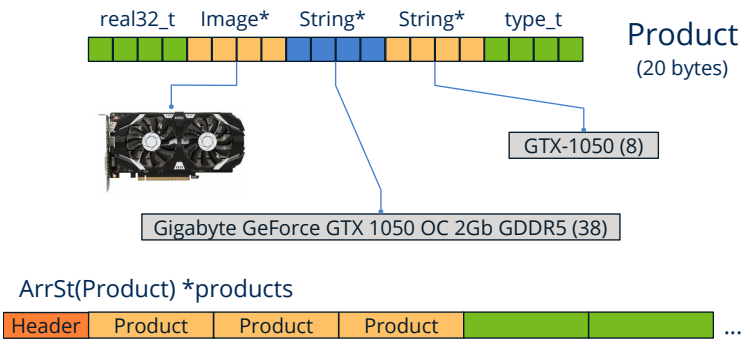


Figura 15.10: Array de objetos tipo Product.

15.5.2. Acceso a elementos y recorrido

- Utiliza `arrst_size` para obtener el número de elementos.
- Utiliza `arrst_get` para obtener un elemento.
- Utiliza `arrst_all` para obtener todos los elementos.
- Utiliza `arrst_foreach` para recorrer los elementos.

Como hemos comentando al inicio, acceder a un elemento del array no es más que obtener un puntero a su dirección de memoria, calculada a partir de una base y un despla-

zamiento. Esto nos permite obtener un elemento aleatorio mediante su índice u obtener la dirección inicial (`arrst_all`) y utilizar la aritmética de punteros para recorrer todos los elementos (Listado 15.4). Esto es lo que hace la macro `arrst_foreach`, iterar de una forma más elegante.

Listado 15.4: Acceso y recorrido de un array.

```
uint32_t i, n = arrst_size(products, Product);
for (i = 0; i < n; ++i)
{
    const Product *prod = arrst_get_const(products, i, Product);

    // Do something
    ...
}

const Product *prod = arrst_all_const(products, Product);
for(i = 0; i < n; ++i, ++prod)
{
    // Do something
    ...
}

arrst_foreach(prod, products, Product)
    // Do something
    ...
arrst_end()

// In reverse order
arrst_forback(prod, products, Product)
    // Do something
    ...
arrst_end()
```

15.5.3. Copia de arrays

Utiliza `arrst_copy` para copiar un array.

En el caso que queremos realizar un copia exacta de un array, deberemos proveer un método de copia que permita inicializar correctamente todos los campos de un objeto a partir de otro ya existente (Listado 15.5). Realizar una copia exacta del bloque de memoria del objeto original no será seguro en caso que existan campos alojados dinámicamente (`String`, `Image`).

Listado 15.5: Copiando un array `Product`.

```
static void i_copy(Product *dest, const Product *src)
{
    dest->type = src->type;
    dest->code = str_copy(src->code);
```

```
    dest->desc = str_copy(src->desc);
    dest->image = image_copy(src->image);
    dest->price = src->price;
}

ArrSt(Product) *nproducts = arrst_copy(products, i_copy, Product);
...
arrst_destroy(&nproducts, i_remove, Product);
```

15.5.4. Serialización de arrays

- Utiliza `arrst_read` para leer un array desde un `Stream`.
- Utiliza `arrst_write` para escribir un array a un `Stream`.

Serializar es transformar un objeto de memoria en un flujo de bytes (`Stream`) con el fin de enviarlos a cierto destino a través de un canal de salida. De-serializar es el proceso inverso, leer un flujo de bytes desde un canal de entrada y re-crear en memoria el objeto original. En el caso de los arrays la operación se reduce a (de)serializar cada uno de sus elementos, tal como vemos en (Listado 15.6).

Listado 15.6: Serialización de un array.

```
static void i_read(Stream *stm, Product *prod)
{
    prod->type = stm_read_enum(stm, type_t);
    prod->code = str_read(stm);
    prod->desc = str_read(stm);
    prod->image = image_read(stm);
    prod->price = stm_read_r32(stm);
}

static void i_write(Stream *stm, const Product *prod)
{
    stm_write_enum(stm, prod->type, type_t);
    str_write(stm, prod->code);
    str_write(stm, prod->desc);
    image_write(stm, prod->image);
    stm_write_r32(stm, prod->price);
}

ArrSt(Product) *products = arrst_read(istream, i_read, Product);
...
arrst_write(ostream, products, i_write, Product);
arrst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

15.5.5. Ordenar y buscar en arrays

- Utiliza `arrst_sort` para ordenar un array.

- Utiliza `arrst_search` para buscar un elemento de forma lineal O(1).
- Utiliza `arrst_bsearch` para buscar un elemento de forma binaria O(logn).

La forma habitual de utilizar arrays será ir añadiendo elementos al final mediante `arrst_new` para después iterar sobre el conjunto. Este orden "natural" será suficiente en la mayoría de casos, pero es posible que necesitemos organizar los elementos siguiendo otro criterio para:

- Presentar la información ordenada por uno o varios campos de la estructura.
- Optimizar búsquedas. Para localizar un determinado elemento, no hay más remedio que recorrer todo el array, con coste lineal `O(n)`. Pero podemos resolver la búsqueda en tiempo logarítmico `O(logn)` si el array está ordenado, incrementando drásticamente el rendimiento especialmente en conjuntos grandes (Figura 15.11).

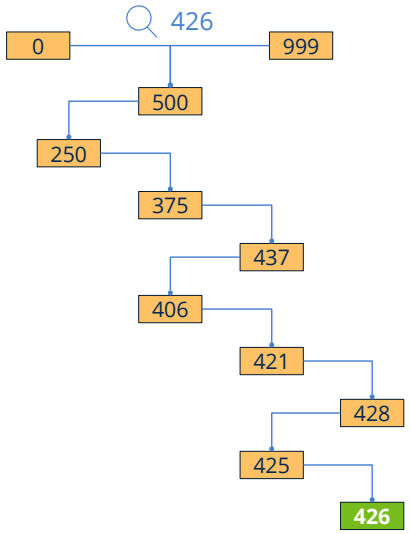


Figura 15.11: En un máximo de 10 pasos encontraremos un elemento entre mil (20 pasos para un millón).

15.5.6. Comparadores y claves

Ordenar y buscar son dos conceptos muy relacionados donde entran en juego las **claves** y los **comparadores**.

- Clave: Conjunto de campos de un objeto, normalmente solo uno, que lo identifican de forma única dentro de un contenedor (código, id, referencia + talla, etc). Deben ser lo más compactas y rápidas de procesar posible (p.e. número entero mejor que string).
- Comparador: Función que establece una relación de orden entre dos elementos del mismo tipo comparando sus claves, por ejemplo `i_compare()` en (Listado 15.7). Se utilizan para ordenar elementos en contenedores.

- Comparador de clave: Compara un elemento con una clave, utilizando la **misma relación de orden** que el comparador de elementos. Se utilizan para buscar, donde solo sería necesario aportar la clave. En (Listado 15.8) tenemos un ejemplo de búsqueda donde utilizamos una cadena de texto como clave, ya que es suficiente para identificar al objeto.

Listado 15.7: Ordenar un array mediante un comparador.

```
static int i_compare(const Product *p1, const Product *p2)
{
    return str_scmp(p1->code, p2->code);
}

arrst_sort(products, i_compare, Product);
```

En el caso de los arrays, las búsquedas podrán optimizarse mediante `arrst_bsearch()` si el array ha sido previamente ordenado. Si no estuviese ordenado, no tendremos más remedio que utilizar la búsqueda secuencial `arrst_search()` mucho más lenta.

Listado 15.8: Búsqueda de un elemento mediante un comparador de clave.

```
static int i_compare_key(const Product *p1, const char_t *key)
{
    return str_cmp(p1->code, key);
}

// Element position
uint32_t pos1, pos2;

// Slow O(n)
Product *prod1 = arrst_search(products, i_compare_key, "G3900", &pos1, Product,
    ↪ char_t);

// Fast O(logn)
Product *prod2 = arrst_bsearch(products, i_compare_key, "G3900", &pos2, Product
    ↪ , char_t);
```

15.5.7. Insertar y eliminar en arrays

Utiliza `arrst_insert_n` para insertar elementos.

Utiliza `arrst_delete` para eliminar un elemento.

Utiliza `arrst_clear` para eliminar todos los elementos.

No suele ser habitual añadir y/o eliminar elementos desde posiciones arbitrarias del array, pero es posible hacerlo si llegase el caso (Listado 15.9).

Listado 15.9: Insertar o eliminar elementos.

```
// New element at 6th position
Product *prod = arrst_insert_n(products, 6, 1, Product);
prod->type = ekHDD;
prod->code = str_c("GTK-1050");
prod->desc = str_c("Gigabyte GeForce GTX 1050 OC 2Gb GDDR5");
prod->image = load_image("card.png");
prod->price = 573.34;

// Remove 8th element
arrst_delete(products, 8, i_remove, Product);

// Remove all (without destroy the array)
arrst_clear(products, i_remove, Product);
```

15.5.8. Declaración de tipos en arrays

- Utiliza `DeclSt` para declarar tipos de `struct` y `enum`.

Para trabajar correctamente con tipos de usuario, es necesario declarar la macro (`DeclSt(Product)`, `DeclSt(type_t)`). Esto definirá funciones personalizadas que realizarán comprobación de tipos en tiempo de compilación, lo cual nos ayudará a mantener la corrección de nuestro código (Listado 15.10). En el caso de los tipos básicos no es necesario realizar esta declaración, como tampoco proveer un destructor, ya que estos tipos básicos no generan memoria dinámica.

Listado 15.10: Declaración de tipos.

```
typedef enum _type_t type_t;
typedef struct _product_t Product;
DeclSt(type_t);
DeclSt(Product);

ArrSt(uint32_t) *ints = arrst_create(uint32_t);
ArrSt(type_t) *types = arrst_create(type_t);
ArrSt(Product) *products = arrst_create(Product);
...
// No destructor required
arrst_destroy(&ints, NULL, uint32_t);
arrst_destroy(&types, NULL, type_t);
// Destructor required
arrst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

15.5.9. Limitaciones de arrays

Si bien es cierto que `ArrSt` es una estructura óptima a nivel de rendimiento y facilidad de uso, existen casos en los que deberemos tener especial cuidado:

- Objetos opacos: Si la definición del tipo no es pública, el contenedor no puede calcular el espacio necesario para cada elemento, por lo que solo podremos trabajar con punteros a los mismos. Ver *"Arrays (punteros)"* (Página 215).
- Objetos compartidos: Si otras estructuras del modelo mantienen punteros a los elementos del contenedor, tendremos problemas del tipo *Segmentation Fault* debido al cambio de las direcciones de memoria al reubicar el bloque interno del contenedor (Figura 15.12). En estos casos, también deberemos utilizar arrays de punteros.
- Muchas inserciones y borrados: Utilizar arrays puede no ser óptimo en casos que estén constantemente añadiendo o eliminando elementos en posiciones arbitrarias. Cada operación implica mover bloques de memoria presumiblemente grandes para mantener la coherencia espacial del contenedor. Utilizar conjuntos *"Sets"* (Página 217).

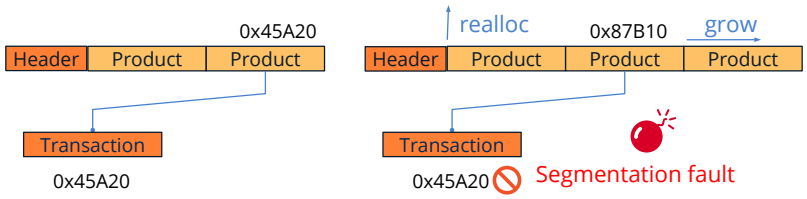


Figura 15.12: Peligro al mantener punteros a los elementos del array.

15.6. Arrays (punteros)

Estos contenedores son una especialización de los array, donde se almacenarán punteros a los objetos y no lo objetos en sí mismos (Figura 15.13). Aunque, en general, sirve todo lo visto en *"Arrays"* (Página 207) hay ciertas particularidades que debemos tener en cuenta:

- Hay que crear y liberar memoria dinámica para cada objeto.
- El acceso puede ser más lento, ya que hay que desreferenciar un puntero por cada elemento.
- Mantener el array (insertar, eliminar, ordenar) puede ser más rápido ya que hay que mover menos memoria, sobre todo en el caso de manejar estructuras grandes o arrays de muchos elementos.
- Se puede alojar el valor `NULL` en cualquier posición.
- Es más seguro si otras partes de la aplicación mantienen punteros a los elementos del contenedor.
- Es la única opción para trabajar con objetos opacos.

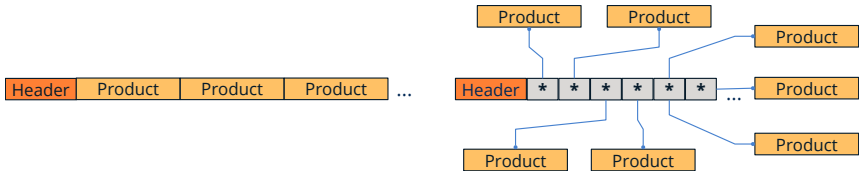


Figura 15.13: Array de objetos vs array de punteros.

15.6.1. Crear arrays de punteros

- Utiliza `arrpt_create` para crear un array.
- Utiliza `arrpt_destroy` para destruir un array y sus elementos.
- Utiliza `arrpt_append` para añadir un nuevo puntero al array.
- Utiliza `DeclPt` para declarar tipos de puntero a `struct`.

En (Listado 15.11) vemos como crear y destruir arrays de punteros de `Product`. La principal diferencia con respecto a los arrays de objetos, radica en la gestión de la memoria dinámica de cada elemento.

Listado 15.11: Crear y destruir arrays de punteros.

```
static void i_destroy(Product **product)
{
    str_destroy(&(*product)->code);
    str_destroy(&(*product)->desc);
    image_destroy(&(*product)->image);
    heap_delete(product, Product);
}

ArrPt(Product) *products = arrpt_create(Product);
Product *prod = heap_new(Product);
arrpt_append(products, prod, Product);
// Will modify the stored object
prod->type = ekHDD;
prod->code = str_c("GTK-1050");
prod->desc = str_c("Gigabyte GeForce GTX 1050 OC 2Gb GDDR5");
prod->image = load_image("card.png");
prod->price = 573.34;
...
arrpt_destroy(&products, i_destroy, Product);
```

15.6.2. Copia de arrays de punteros

Utiliza `arrpt_copy` para copiar un array.

La copia funciona de forma similar que en *"Copia de arrays"* (Página 210), con la diferencia de que debemos reservar dinámicamente espacio para el objeto en sí (Listado 15.12).

Listado 15.12: Copiando un array de punteros `Product`.

```
static Product *i_copy(const Product *src)
{
    Product *dest = heap_new(Product);
    dest->type = src->type;
    dest->code = str_copy(src->code);
    dest->desc = str_copy(src->desc);
    dest->image = image_copy(src->image);
    dest->price = src->price;
    return dest;
}

ArrSt(Product) *nproducts = arrpt_copy(products, i_copy, Product);
...
arrpt_destroy(&nproducts, i_destroy, Product);
```

15.7. Sets

Los conjuntos *set*, son contenedores de datos que nos permiten trabajar con colecciones de objetos, al igual que los *array*. La principal diferencia radica en que los elementos no se almacenan en posiciones contiguas de memoria, sino que utilizan una estructura en forma de árbol donde cada nodo tiene dos descendientes (Figura 15.14). Son conocidos como BST (*binary search trees*) o árboles rojo-negro.

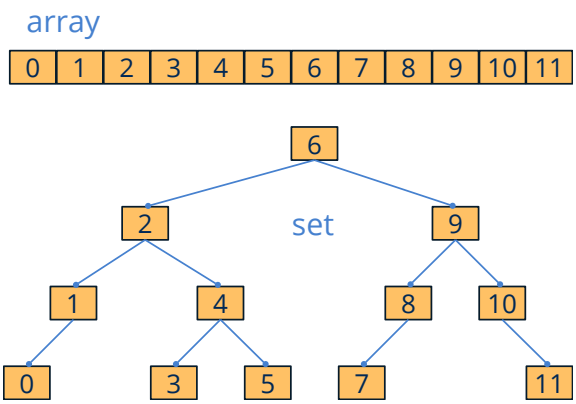


Figura 15.14: Representación de arrays y sets.

Los *BST* son estructuras optimizadas para casos donde sean muy frecuentes las inserciones, borrados y búsquedas. Están permanentemente ordenados, de ahí que sea posible insertar, eliminar o localizar cualquier elemento en tiempo logarítmico `O(logn)`, sin necesidad de utilizar funciones de ordenación como `arrst_sort` (Figura 15.15). Para que el mantenimiento se pueda llevar a cabo de forma eficiente, el árbol que soporta la estructura debe cumplir una serie de características:

- **Binario**: Cada nodo solo puede tener 0, 1 ó 2 hijos.

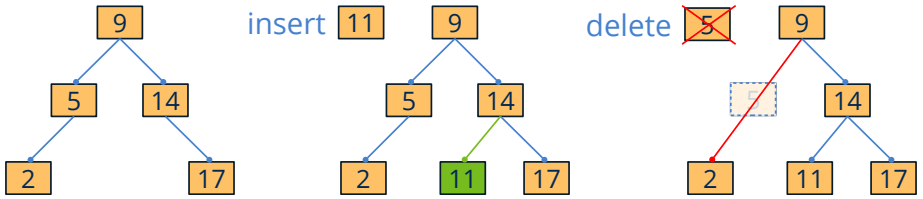


Figura 15.15: En árboles de búsqueda la inserción o borrado no rompe el orden del conjunto.

- **Ordenado**: Todos los descendientes a la izquierda de un nodo son de menor valor y los situados a la derecha de mayor valor. El criterio de orden y búsqueda se establece en el constructor mediante una función de comparación de clave y no se puede cambiar durante el tiempo de vida del contenedor. Los nuevos elementos se insertarán en su posición correcta conforme a este orden. No soporta elementos duplicados ni en posiciones arbitrarias.
- **Balanceado**: Un árbol puede cumplir las dos propiedades anteriores, pero haber degenerado a una lista donde las búsquedas ya no pueden resolverse en tiempo logarítmico (Figura 15.16). Internamente, los contenedores `SetSt` de NAppGUI están implementados con los llamados *árboles rojo-negro*, donde se garantiza una altura máxima de `2log(n+1)`. Esto se consigue reestructurando el árbol después de cada inserción o borrado, por lo que añadir un nuevo elemento (o eliminarlo) se resuelve en un máximo de `O(logn)`. Esto es muchísimo más rápido que en arrays, donde hay que desplazar todos los elementos para insertar un registro en una posición concreta, con un coste asociado de `O(n)`.

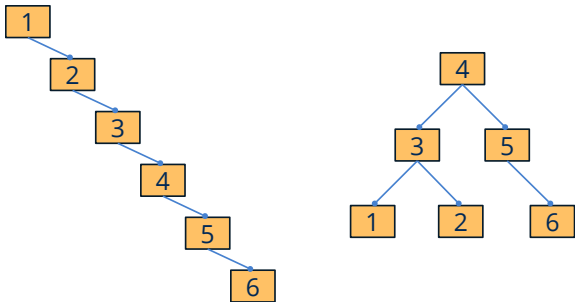


Figura 15.16: Árbol de búsqueda degenerado y balanceado.

15.7.1. Crear sets

- Utiliza `setst_create` para crear un set.
- Utiliza `setst_destroy` para destruir el set y sus elementos.

Debido a que el conjunto de elementos debe permanecer siempre ordenado bajo el mismo criterio, deberemos indicar en el constructor la función de comparación objeto-clave (ver

"Comparadores y claves" (Página 212)) (Listado 15.13). Al igual que ocurría a la hora de ordenar y buscar en arrays, necesitamos definir los campos que conformarán la **clave única** del objeto, la cual nos permitirá localizar elementos más adelante. La función que destruye un elemento del conjunto, no debe liberar la memoria que ocupa el objeto en sí, ya que es gestionada por el contenedor, al igual que ocurre con los `ArrSt`.

Listado 15.13: Creación de un set, que utiliza `char_t*` como clave.

```
typedef struct _product_t Product;
struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *desc;
    Image *image;
    real32_t price;
};

static void i_remove(Product *prod)
{
    str_destroy(&prod->code);
    str_destroy(&prod->desc);
    image_destroy(&prod->image);
}

static int i_compare(const Product *prod, const char_t *code)
{
    return str_cmp(prod->code, code);
}

SetSt(Product) *products = setst_create(i_compare, Product, char_t);
...
setst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

15.7.2. Insertar y eliminar elementos en sets

- Utiliza `setst_insert` para insertar un elemento.
- Utiliza `setst_delete` para eliminar un elemento.

Al contrario que ocurre con los arrays, no podemos añadir elementos en cualquier posición arbitraria, por lo que insertar lleva implícita una búsqueda mediante la clave del objeto (Listado 15.14). Si ya existiera un elemento con la misma clave, no se llevará a cabo la inserción y se devolverá `NULL`. En caso contrario, se nos devolverá la dirección de memoria donde deberemos inicializar nuestro objeto.

Listado 15.14: Inserción de un nuevo elemento.

```
Product *prod = setst_insert(products, "GTK-1050", Product, char_t);
if (prod != NULL)
```

```
{
    prod->type = ekHDD;
    prod->code = str_c("GTK-1050");
    prod->desc = str_c("Gigabyte GeForce GTX 1050 OC 2Gb GDDR5");
    prod->image = load_image("card.png");
    prod->price = 573.34;
}
else
{
    // Object already exists
}
...
setst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

> *No se permiten duplicados en `SetSt`, entendiendo como tal aquellos elementos que tengan la misma clave.*

Eliminar es similar a insertar, tan solo deberemos proporcionar la clave y un destructor. Si no existe un elemento con dicha clave, se retornará `FALSE` (Listado 15.15).

Listado 15.15: Eliminación de un elemento.

```
bool_t del = setst_delete(products, "GTK-1050", i_remove, Product, char_t);
if (del == TRUE)
{
    // Deleted!
}
else
{
    // Not found
}
```

15.7.3. Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores

- Utiliza `setst_get` para buscar un elemento.
- Utiliza `setst_next` para desplazar el iterador al siguiente elemento.
- Utiliza `setst_prev` para desplazar el iterador al elemento anterior.
- Utiliza `setst_first` para desplazar el iterador al primer elemento del set.
- Utiliza `setst_last` para desplazar el iterador al último elemento del set.

No podemos acceder a los elementos de un set mediante un índice aleatorio, como ocurría con los arrays. Los nodos están dispersos en diferentes zonas de memoria, lo que impide calcular la posición de un elemento concreto a partir de una dirección base. Un iterador no es más que un puntero dentro del set que actúa como marcador del elemento seleccionado

actualmente (Figura 15.17). A partir de una posición concreta, podemos desplazarnos al elemento anterior o posterior, pero nunca dar saltos arbitrarios. En (Listado 15.16) vemos como recorrer los elementos iterando desde el primer registro, y en (Listado 15.17) como localizar un elemento conocida su clave.

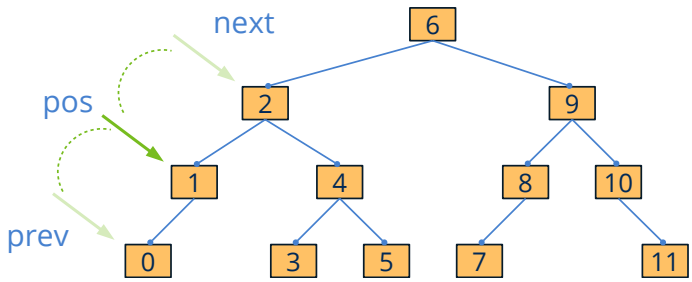


Figura 15.17: Los iteradores nos permiten movernos por la estructura.

Listado 15.16: Iterando sobre los elementos de un set.

```
const Product *prod = setst_first(products, Product);
while (prod != NULL)
{
    // Do something
    ...

    prod = setst_next(products, Product);
}

setst_foreach(prod, products, Product)
    // Do something
    ...
setst_fornext(prod, products, Product)

// In reverse order
setst_forback(prod, products, Product)
    // Do something
    ...
setst_forprev(prod, products, Product)
```

Listado 15.17: Localizando un elemento de un set.

```
const Product *prod = setst_get_const(products, "GTK-1050", Product, char_t);
if (prod != NULL)
{
    // Do something
    ...

    // From here, we can move next or prev
    prod = setst_next(products, Product);
}
```

Tras `setst_get()`, el iterador quedará fijado en el elemento.

15.7.4. Comparativa arrays y sets

En (Tabla 15.1) se muestra una comparativa de rendimiento en el uso de ambos contenedores. Se ha utilizado la estructura `Product` descrita en (Listado 15.13). Compararemos seis tipos de contenedores, combinando registros y punteros. Las condiciones de la prueba son:

- Los elementos se ordenarán por el campo `code` utilizando el método `i_compare` descrito en (Listado 15.13).
- Los elementos han sido creados previamente y residen en memoria. Los tiempos solo reflejan la gestión realizada por los contenedores.
- El campo `code` toma valores desde `"0"` hasta `"n-1"`, donde `n=100.000` es el número de elementos. Los elementos han sido previamente desordenados utilizando la función `bmem_shuffle_n`.
- Las pruebas se han realizado en una **Raspberry Pi 3 Model B** con NAppGUI compilado en versión Release. Hemos elegido esta plataforma por su clara inferioridad técnica con respecto a otras. De esta forma la diferencia asintótica resulta más evidente.

Operation	ArrSt	ArrPt	ArrSt-Sort	ArrPt-Sort	SetSt	SetPt
Add(100k)	0.006	0.004	27.600	2.896	0.159	0.274
Loop(100k)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.025
Search(100k)	84.139	588.080	0.101	0.218	0.121	0.232
Sort(100k)	0.085	0.205	-	-	-	-
Delete(100k)	0.004	0.003	31.198	3.064	0.171	0.253

Tabla 15.1: Resultados de la comparativa (en segundos).

A la vista de estos datos, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Las búsquedas lineales `O(n)` son tremendamente lentas.
- Mantener un array ordenado tras cada inserción o borrado es costoso. Es más eficiente añadir todos los elementos y luego ordenar, aunque esto no siempre será posible. Si los elementos entran o salen de forma arbitraria pero el conjunto debe siempre estar ordenado, es mejor utilizar sets.
- Los contenedores basados en registros son más eficientes en consultas, pero menos al insertar o borrar. No obstante, este test no incluye el tiempo de crear o liberar

memoria dinámica, algo inherente a los contenedores de punteros.

- Iterar en arrays sale prácticamente gratis, pero iterar en sets tiene un pequeño coste debido a la lógica de salto entre nodos.
- No podemos decir que un contenedor sea mejor que otro en general. Dependerá de cada caso concreto.
- Para grupos pequeños (menos de 1000 elementos) las diferencias son prácticamente imperceptibles.
- Para grupos extremadamente pequeños (hasta 100 elementos) utilizar siempre arrays. La mejora asintótica de los sets se ve empañada por la implementación mucho más eficiente de los Arrays.

15.8. Sets (punteros)

Al igual que vimos los `ArrPt`, el tipo `SetPt` son contenedores tipo set (basados en *binary search trees*) pero que contienen punteros en lugar de objetos completos. Por tanto, sirve todo lo visto en *"Sets"* (Página 217), salvo por la necesidad de tener que crear y liberar la memoria que ocupa cada objeto, ya que en el contenedor solo existirá un puntero al mismo (Figura 15.18). La decisión de utilizar `SetSt` o `SetPt` dependerá de cada caso, pero los motivos serán prácticamente los mismos que condicionaban la elección entre `ArrSt` y `ArrPt`.

- Si se mantienen referencias externas a los elementos, utilizar `SetPt`.
- Si alojamos objetos opacos, utilizar `SetPt`.

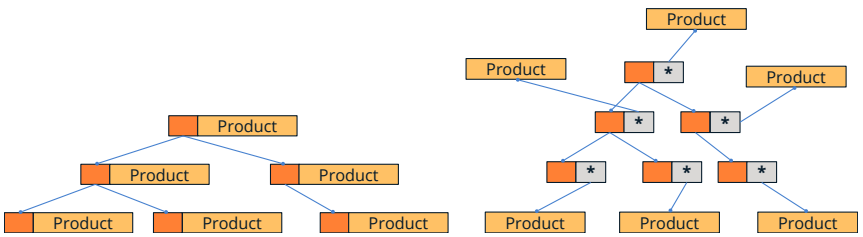


Figura 15.18: Conjuntos de objetos y de punteros.

15.8.1. Crear sets de punteros

- Utiliza `setpt_create` para crear un set.
- Utiliza `setpt_destroy` para destruir el set y sus elementos.
- Utiliza `setpt_insert` para insertar un elemento.

La principal diferencia con respecto a los `SetSt` radica en la inserción y eliminación de objetos. Esta vez `setpt_insert()` no devolverá la dirección de memoria del objeto insertado, sino un booleano indicando si la inserción ha sido posible o no (Listado 15.18). Por su lado, el destructor debe liberar la memoria del objeto en sí, además de la memoria reservada para cada campo del objeto.

Listado 15.18: Creación de un set, que utiliza `char_t*` como clave.

```
typedef struct _product_t Product;
struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *desc;
    Image *image;
    real32_t price;
};

static void i_destroy(Product **prod)
{
    str_destroy(&(*prod)->code);
    str_destroy(&(*prod)->desc);
    image_destroy(&(*prod)->image);
    heap_delete(prod, Product);
}

static int i_compare(const Product *prod, const char_t *code)
{
    return str_cmp(prod->code, code);
}

SetPt(Product) *products = setpt_create(i_compare, Product, char_t);
...
Product *prod = heap_new(Product);
prod->type = ekHDD;
prod->code = str_c("GTK-1050");
prod->desc = str_c("Gigabyte GeForce GTX 1050 OC 2Gb GDDR5");
prod->image = load_image("card.png");
prod->price = 573.34;
if (setpt_insert(products, "GTK-1050", prod, Product, char_t) == FALSE)
{
    // Insert error
    i_destroy(&prod);
}
...
setpt_destroy(&products, i_destroy, Product);
```

15.9. Data binding

En lenguajes de alto nivel, como .NET o Javascript, *data binding* (o vinculación de datos) es una técnica que permite establecer una conexión automática entre los datos de una aplicación y sus elementos de interfaz de usuario. El módulo **DBind** de NAppGUI implementa y extiende este concepto en lenguaje C, ya que posibilita la automatización de ciertas tareas sobre las estructuras y objetos de nuestra aplicación (Figura 15.19). Gracias a ello evitaremos generar código redundante y problemático de mantener, proporcionando una interfaz general para:

- Creación, destrucción y copia de objetos.
- Comparación de objetos.
- Serialización: Lectura y escritura en streams.
- Importación/exportación en diferentes formatos, como JSON.
- Vinculación con interfaces de usuario.

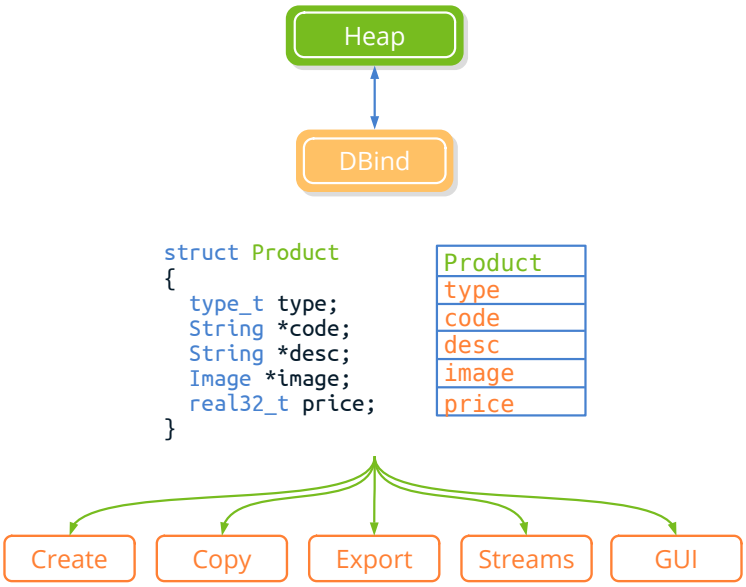


Figura 15.19: Automatización de operaciones sobre datos con **DBind**.

15.9.1. Registrar tipos de datos

- Utiliza `dbind` para registrar estructuras.
- Utiliza `dbind_enum` para registrar enumerados.

El primer paso para utilizar *data binding* es registrar en **DBind** los tipos definidos por el usuario (`struct` y `enum`). Los tipos básicos con conocidos de antemano, ya que se añaden automáticamente al iniciar el programa. Partimos de nuestro sencillo modelo de datos (Listado 15.19):

Listado 15.19: Modelo de datos basado en la estructura `Product`.

```
typedef enum _type_t
{
    ekCPU,
    ekGPU,
    ekHDD,
    ekSCD
} type_t;

typedef struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *desc;
    Image *image;
    real32_t price;
} Product;
```

Lo añadiremos a **DBind** al iniciar la aplicación (Listado 15.20). Esto creará una suerte de "base de datos" que albergará el nombre, tipo y desplazamiento de los campos de cada estructura (Figura 15.20). Gracias a esta información será posible manipular objetos de forma totalmente automática y sin la necesidad de crear código adicional por parte del programador.

Listado 15.20: Registrando el modelo de datos de (Listado 15.19).

```
dbind_enum(type_t, ekCPU, "");
dbind_enum(type_t, ekGPU, "");
dbind_enum(type_t, ekHDD, "");
dbind_enum(type_t, ekSCD, "");
dbind(Product, type_t, type);
dbind(Product, String*, code);
dbind(Product, String*, desc);
dbind(Product, Image*, image);
dbind(Product, real32_t, price);
```

15.9.2. Alias de tipos

- Utiliza `dbind_alias` para registrar alias (`typedef`).

`dbind()` utiliza el nombre del tipo de cada campo de la estructura para localizarlo dentro de su registro interno. Utilizar tipos no registrados conllevará un error de tipo

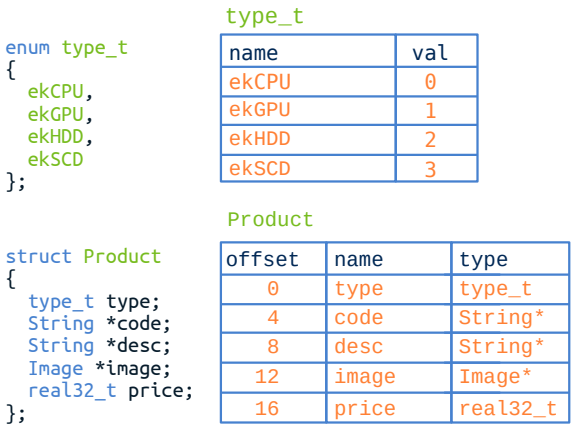


Figura 15.20: Tablas internas creadas por DBind al registrar el modelo de datos.

`ekDBIND_TYPE_UNKNOWN`. Por ejemplo, en (Listado 15.21), DBind no conoce que el tipo `color_t` es, en realidad, un `uint32_t`:

Listado 15.21: Uso indebido de tipos no registrados.

```
typedef uint32_t color_t;
typedef struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *desc;
    Image *image;
    real32_t price;

    color_t color;
} Product;

// ekDBIND_TYPE_UNKNOWN
dbind(Product, color_t, color);
```

Para soportar tipos equivalentes declarados mediante el `typedef` de C, tan solo deberemos añadirlos como 'alias' en DBind (Listado 15.22):

Listado 15.22: Declaración de un `typedef` mediante alias en DBind.

```
typedef uint32_t color_t;
...
dbind_alias(uint32_t, color_t);
...
// ekDBIND_OK 'color_t' is a known type
dbind(Product, color_t, color);
```

15.9.3. Creación de objetos

- Utiliza `dbind_create` para crear objetos.

- Utiliza `dbind_destroy` para destruir objetos.

Una de las primeras utilidades de DBind es la creación, inicialización, copia y destrucción de objetos **sin tener que programar explícitamente constructores y destructores**. Esta operativa puede llegar a ser engorrosa cuando existen objetos anidados o contenedores como parte del objeto principal. En (Listado 15.23) tenemos un sencillo ejemplo de construcción y destrucción de un objeto de tipo `Product` sin haber definido explícitamente funciones para ello. Al estar registrado, DBind sabe como reservar memoria e inicializar cada campo de acuerdo a unos *"Valores por defecto"* (Página 233).

Listado 15.23: Construcción y destrucción automática.

```
Product *prod = dbind_create(Product);
// 'prod' correctly initialized by default
...
dbind_destroy(&prod, Product);
// 'prod' correctly destroyed including all its fields
```

15.9.4. Inicialización de objetos

- Utiliza `dbind_init` para inicializar objetos.
- Utiliza `dbind_remove` para liberar objetos.

`dbind_create()` y `dbind_destroy()` actúan sobre el *"Segmento Heap"* (Página 172), es decir, reservan y liberan la memoria dinámica necesaria por el propio objeto. Pero en ocasiones es posible que los objetos residan en un espacio de memoria gestionada automáticamente, bien porque se alojen en el *"Segmento Stack"* (Página 172) o bien en un contenedor tipo `ArrSt` o `SetSt`. En estos casos utilizaremos los *inicializadores* y *liberadores* que trabajarán sobre los campos internos del objeto sin preocuparse por la memoria del propio objeto (Listado 15.24). Evidentemente, los campos internos de una estructura inicializada con `dbind_init()` pueden reservar memoria dinámica que será liberada por `dbind_remove()`.

Listado 15.24: Inicialización y liberación automática.

```
// Object in stack
Product prod1;
// Object in container
Product *prod2 = arrst_new(arrst, Product);

dbind_init(&prod1, Product);
dbind_init(prod2, Product);
// 'prod1', 'prod2' correctly initialized by default
...
dbind_remove(&prod1, Product);
dbind_remove(prod2, Product);
// ONLY 'prod1', 'prod2' fields destroyed
```

```
// The object itself memory will be managed automatically
// Because lives in stack or container
```

15.9.5. Copia de objetos

- Utiliza `dbind_copy` para copiar objetos.

La duplicación de objetos también está automatizada, permitiendo una copia "profunda" y recursiva de todos los campos y objetos anidados, sin necesidad de definir ninguna función de copia (Listado 15.25).

Listado 15.25: Copia de objetos automática.

```
Product *nprod = dbind_copy(prod, Product);
...
dbind_destroy(&nprod, Product);
```

15.9.6. Edición de objetos

Una vez creado un objeto de un tipo registrado, este podrá ser editado y manipulado como cualquier objeto de C ya que, en realidad, no deja de ser una instancia de un tipo `struct` (Listado 15.26).

Listado 15.26: Editando objetos gestionados con DBind.

```
Product *prod1 = dbind_create(Product);
Product prod2;
dbind_init(&prod2, Product);
// 'prod1', 'prod2' are really struct instances
...
str_upd(&pr1->desc, "Another desc");
...
pr2.price = 100.23f;
...
bstd_printf("Product name: %s with price: %.2f\n", tc(pr2.desc), pr2.price);
...
dbind_destroy(&prod1, Product);
dbind_remove(&prod2, Product);
```

15.9.7. Tipos básicos

Como ya comentamos al principio, únicamente tenemos que registrar las estructuras y enumerados propios de nuestra aplicación. DBind ya conoce de antemano los tipos básicos y las cadenas de caracteres (`String`), por lo que serán aceptados como tipos de campo en `struct`:

- Booleano: `bool_t`.

- Enteros: `uint8_t`, `uint16_t`, `uint32_t`, `uint64_t`, `int8_t`, `int16_t`, `int32_t`, `int64_t`.
- Reales: `real32_t`, `real64_t`.
- Cadenas de texto dinámicas: `String`.

*El uso de tipos no registrados será ignorado por `dbind()`. Utiliza **dbind_alias()** si quieres utilizar tipos básicos equivalentes.*

15.9.8. Objetos anidados

Un objeto registrado puede formar parte de otro objeto registrado, utilizando reserva de memoria estática o dinámica (Listado 15.27). En este caso, los objetos anidados `stock1` y `stock2` de tipo `Stock` serán inicializados con sus valores por defecto al crear el objeto principal mediante `dbind_create(Product)`.

Listado 15.27: Objetos tipo `Stock` anidados en `Product`.

```
typedef struct _stock_t
{
    uint32_t min_units;
    uint32_t max_units;
    uint32_t cur_units;
    String *location;
    bool_t required;
} Stock;

typedef struct _product_t
{
    ...
    Stock stock1;   // Static alloc
    Stock *stock2;  // Dynamic alloc
} Product;

// Stock struct to DBind
dbind(Stock, uint32_t, min_units);
dbind(Stock, uint32_t, max_units);
dbind(Stock, uint32_t, cur_units);
dbind(Stock, String*, location);
dbind(Stock, bool_t, required);

// Stock fields in Product
dbind(Product, Stock, stock1);
dbind(Product, Stock*, stock2);
...

Product *prod = dbind_create(Product);
// 'stock1', 'stock2' instances correctly initialized
```

```
bstd_printf("Product locations: %s, %s\n", tc(prod->stock1.location), tc(prod->
    ↪ stock2->location));
dbind_destroy(&prod, Product);
```

15.9.9. Objetos binarios

- Utiliza `dbind_binary` para declarar tipos binarios.

Un objeto binario (u opaco) es aquel cuya declaración está oculta, es decir, no tenemos acceso a (o no queremos registrar en DBind) su tipo `struct`. Este tipo de objetos serán manejados como **bloques de bytes** indivisibles, sin entrar en detalles sobre la naturaleza o origen de su contenido. Un ejemplo claro lo tenemos con el tipo `Image`, declarado automáticamente por NAppGUI. Gracias a ello podremos utilizar imágenes dentro de nuestro modelo de datos:

Listado 15.28: Uso de imágenes (objeto binario) con DBind.

```
typedef struct _product_t
{
    ...
    Image *image;
} Product;

dbind(Product, Image*, image);

Product *prod = dbind_create(Product);
if (prod->image != NULL)
{
    // Exists a default image
    draw_image(prod->image);
}

// product->image will be destroyed if exists.
dbind_destroy(&prod, Product);
```

Si queramos registrar nuestros propios tipos binarios, deberemos proveer a DBind de funciones para copiar, serializar y destruir objetos de dicho tipo (Listado 15.29):

Listado 15.29: Registro de nuestro tipo binario.

```
typedef _mytype_t MyType;   // Definition is hidden

static MyType *mytype_copy(const MyType *obj)
{
    // Return a copy of 'obj'
}

static MyType *mytype_read(Stream *stm)
{
```

```
    // Read the object from stream data and return it
}

static void mytype_write(Stream *stm, const MyType *obj)
{
    // Write the object data into the stream
}

static void mytype_destroy(MyType **obj)
{
    // Destroy the object here
}

// Register 'MyType' objects in DBind
dbind_binary(MyType, mytype_copy, mytype_read, mytype_write, mytype_destroy);

// Now we can use 'MyType' objects with DBind
typedef struct _product_t
{
    ...
    MyType *mytype;
} Product;

dbind(Product, MyType*, mytype);

Product *prod = dbind_create(Product);
if (prod->mytype != NULL)
{
    // Exists a default 'MyType' object
}

// 'prod->mytype' will be destroyed if non-NULL.
dbind_destroy(&prod, Product);
```

15.9.10. Uso de arrays

Los contenedores tipo `ArrSt` y `ArrPt` también son reconocidos por DBind y, por tanto, pueden formar parte de los campos en una estructura registrada (Listado 15.30).

Listado 15.30: Uso de arrays con DBind.

```
typedef struct _product_t
{
    ...
    ArrPt(Image) *images;
    ArrSt(Stock) *stocks;
} Product;

dbind(Product, ArrPt(Image)*, images);
dbind(Product, ArrSt(Stock)*, stocks);
```

```
// Create an object with inner arrays
Product *prod = dbind_create(Product);

// Create an array of registered objects
ArrSt(Product) *products = dbind_create(ArrSt(Product));

// Will destroy 'images' and 'stocks' arrays and its elements.
dbind_destroy(&prod, Product);
// Will destroy 'products' array and its elements.
dbind_destroy(&products, ArrSt(Product));
```

Un dato importante, que no debemos pasar por alto, es que los contenedores de tipo `ArrSt` solo pueden ser utilizados para tipos "abiertos", donde es conocida su definición y, por tanto, la memoria que necesita reservar el contenedor para cada elemento. Para tipos binarios u opacos (`String`, `Image`, `MyType`, etc) deberemos utilizar contenedores `ArrPt` que contienen punteros a objetos.

15.9.11. Valores por defecto

- Utiliza `dbind_default` para establecer los valores por defecto de los campos de un objeto.

Hemos comentado anteriormente que, cuando creamos un objeto registrado, sus campos se inicializan con los valores por defecto, que mostramos en `defaultval`.

Tipo	Valor
Booleanos	`FALSE`
Enteros	0
Reales	0.0
Enumerados	El valor mínimo (no tiene porqué ser 0).
String	Cadena vacía `""`, (no `NULL`).
Objetos	Valores por defecto de cada campo.
Objetos (punteros)	Reserva de memoria y valores por defecto de cada campo.
Binarios	`NULL`
Contenedores	Se crea contenedor con 0 elementos.

Tabla 15.2: Valores por defecto.

Es posible cambiar estos valores para cada campo de un objeto (Listado 15.31). Además de valores por defecto para tipos básicos, podemos establecer "objetos anidados por defecto" o "contenedores por defecto" para cada nueva instancia que se cree o inicialice

con DBind.

Listado 15.31: Establecer valores por defecto.

```
// Defaults of basic types
dbind_default(Product, type_t, type, ekHDD);
dbind_default(Product, real32_t, price, 100.0f);

// Defaults of strings
// NULL is allowed
dbind_default(Product, String*, desc, "Empty-desc");
dbind_default(Product, String*, desc, NULL);

// Defaults of binaries
// NULL is allowed
Image *empty_icon = get_image("empty");
dbind_default(Product, Image*, image, empty_icon);
dbind_default(Product, Image*, image, NULL);
dbind_destroy(&empty_icon, Image);

// Defaults of static nested objects
// NULL is NOT allowed
Stock *defstock = get_default_stock();
dbind_default(Product, Stock, stock1, defstock);
dbind_destroy(&defstock, Stock);

// Defaults of dynamic nested objects
// NULL is allowed
dbind_default(Product, Stock, stock2, defstock);
dbind_default(Product, Stock, stock2, NULL);

// Defaults of containers
// NULL is allowed
ArrSt(Stock) *defstocks = get_3_locations_stocks();
dbind_default(Product, ArrSt(Stock)*, stocks, defstocks);
dbind_destroy(&defstocks, ArrSt(Stock));
```

15.9.12. Rangos numéricos

- Utiliza `dbind_range` para establecer un máximo y mínimo en valores numéricos.
- Utiliza `dbind_precision` para establecer la precisión en valores reales.
- Utiliza `dbind_increment` para establecer el valor de incrementos discretos.
- Utiliza `dbind_suffix` para establecer un sufijo que será añadido al convertir los números a texto.

Para concluir con las opciones de inicialización, DBind nos permite filtrar y acotar automáticamente los valores relacionados con campos numéricos `uint32_t`, `int8_t`, `real64_t`

, etc (Listado 15.32). Internamente se encargará de validar los datos cada vez que se lean valores desde cualquier origen de datos (GUI, JSON, Streams, etc).

Listado 15.32: Rango y precisión del valor `price`.

```
dbind_range(Product, real32_t, price, .50f, 10000f);
dbind_precision(Product, real32_t, price, .01f);
dbind_increment(Product, real32_t, price, 5.f);
dbind_suffix(Product, real32_t, price, "€");
```

15.9.13. Comparación de objetos con DBind

- Utiliza `dbind_cmp` para comparar dos objetos.
- Utiliza `dbind_equ` para comprobar si dos objetos son iguales.

Realizar una comparación "profunda" de objetos puede tener asociada gran cantidad de trabajo, sobre todo en objetos grandes con anidaciones o contenedores. DBind proporciona esta función para cualquier tipo registrado (Listado 15.33). Ver *"Comparadores y claves"* (Página 212).

Listado 15.33: Comparación de objetos con DBind.

```
static int i_cmp(const Product *pr1, const Product *pr2)
{
    return dbind_cmp(pr1, pr2, Product);
}

ArrPt(Product) *products = create_products();
...
arrpt_sort(product, i_cmp, Product);
...
const Product *pr1 = get_product1();
const Product *pr2 = get_product1();
if (dbind_equ(pr1, pr2, Product) == TRUE)
{
    // 'pr1' and 'pr2' are equals
}
```

La relación de orden establecida por `dbind_cmp()` es de menor a mayor, lo que se traduce en:

- Para tipos numéricos devolverá `-1` si el primer elemento es menor, `1` si el primer elemento es mayor y `0` si son iguales.
- Para cadenas de texto, realizará una comparación alfabética carácter a carácter, devolviendo `-1`, `1` al encontrar la primera discrepancia, o `0` si ambas cadenas son totalmente iguales.

- Para arrays, primero comparará el número de elementos de cada contenedor, considerando "menor" el que menos elementos tenga. En caso de que este número coincida, se realizará una comparación elemento a elemento hasta encontrar el primer "no igual".
- Para objetos anidados, realizará una comparación recursiva campo a campo en el orden en que se declaran en el `struct`. Devolverá `0` solo en el caso de que todos los campos sean iguales.

15.9.14. Serialización con DBind

- Utiliza `dbind_read` para leer objeto desde un stream.
- Utiliza `dbind_write` para escribir un objeto en un stream.

Otra gran ventaja de ofrece DBind en la serialización automática de objetos registrados, al conocer la composición detallada de cada tipo de dato. Por lo tanto, es posible acceder a los canales de E/S sin que sea necesario programar explícitamente funciones de escritura y lectura, como hacíamos en *"Serialización de arrays"* (Página 211) (Listado 15.34) (Figura 15.21).

Listado 15.34: Serialización de objetos con DBind.

```
ArrPt(Product) *products = dbind_read(stream, ArrPt(Product));
...
dbind_write(stream, products, ArrPt(Product));
```

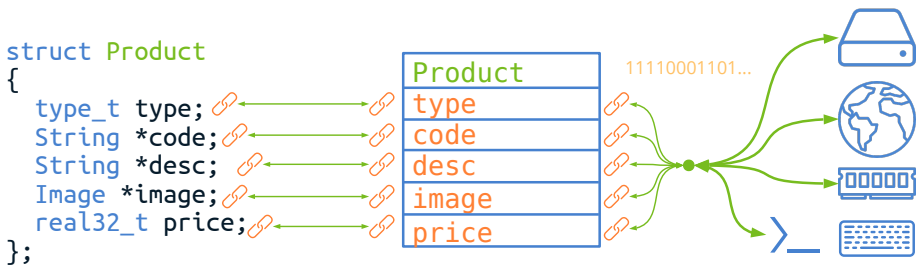


Figura 15.21: Lectura/Escritura de objetos mediante DBind.

15.9.15. Importar y exportar a JSON

DBind ofrece un API privado para que módulos externos accedan a la información del registro y aprovechen toda la potencia que ofrece la vinculación de datos. Uno de estos módulos es *"JSON"* (Página 432) (Figura 15.22) que permite exportar (Listado 15.35) e importar (Listado 15.36) objetos de tipos registrados de forma automática sin ningún esfuerzo adicional. En (Listado 15.37) vemos un fragmento del archivo JSON generado.

Listado 15.35: Exportar a JSON con DBind.

```
ArrSt(Product) *products = dbind_create(ArrSt(Product));
...
Stream *stream = stm_to_file("data.json", NULL);
json_write(stream, products, NULL, ArrSt(Product));
```

Listado 15.36: Importar desde JSON con DBind.

```
Stream *stream = http_dget("http://mywebservice.com/dproducts.php", NULL, NULL)
    ↪ ;
ArrSt(Product) *products = json_read(stream, NULL, ArrSt(Product));
// 'products' is now a DBind-known object
...
dbind_destroy(&products, ArrSt(Product));
```

Listado 15.37: JSON generado a partir de `ArrSt(Product)`.

```
{
[
  {
    "code":"i7-8700K",
    "desc":"Intel BX80684I78700K 8th Gen Core i7-8700K Processor",
    "type":0,
    "price":374.889999999999986357579473406076431274414062 5,
    "image":"\/9j\/4AAQSkZJRgABAQ....
  },
  {
    "code":"G3900",
    ...
  }
    ...
}
```

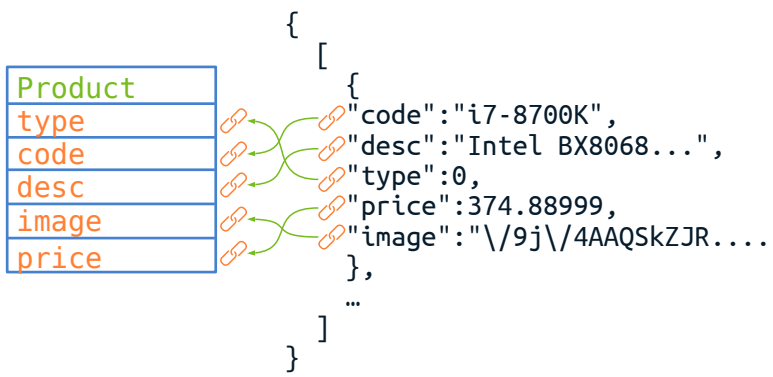


Figura 15.22: Data Binding en el análisis de scripts JSON.

15.9.16. Sincronización con interfaces gráficas

Y, por último, el uso principal que tradicionalmente se le ha dado a la vinculación de datos: La posibilidad de sincronizar la interfaz gráfica con los objetos que forman el modelo de datos. Este paradigma es conocido como MVVM *(Model-View-ViewModel)* (Figura 15.23) y utiliza los tipos `Layout` y `Cell` para asociar instancias y campos de `struct` respectivamente. Más información en *"GUI Data binding"* (Página 404).

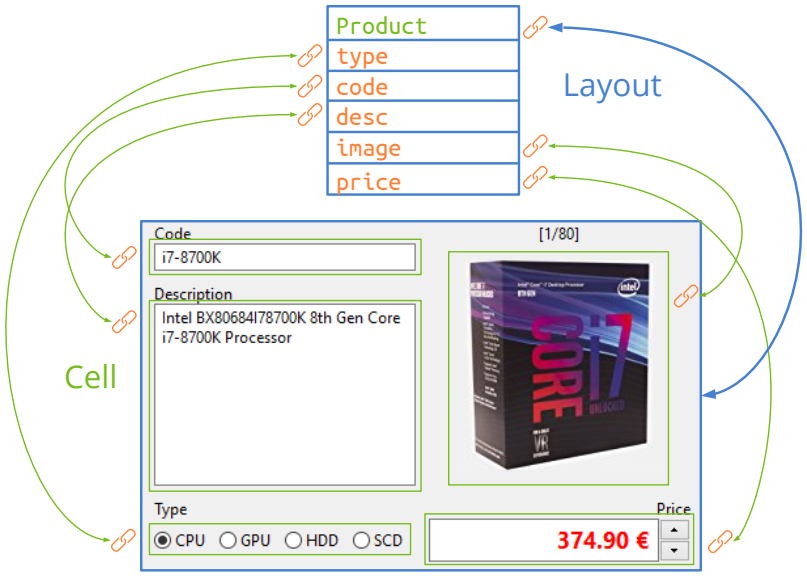


Figura 15.23: Sincronización automática de datos e interfaz gráfica.

15.10. Streams

Un *stream* es un flujo de datos que corre desde un origen a un destino. Piensa en una llamada telefónica. Tenemos un origen (la persona que habla), un destino (la persona que escucha) y un canal (la propia línea). En programación, el stream es el equivalente a la línea telefónica, es la tubería que une la aplicación con un origen o destino de datos (Figura 15.24) y por la que circula información binaria, secuencias de bits. Al igual que ocurre con cualquier otro canal de comunicación, la información es volátil, disponible por un tiempo muy limitado. Una vez que llega al receptor, desaparece.

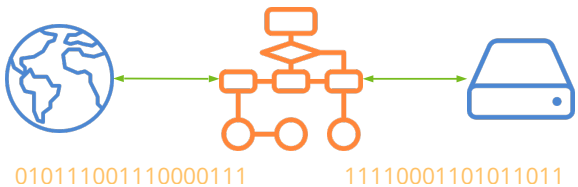


Figura 15.24: Los streams conectan al proceso con la máquina y con el mundo.

En esencia, son tres las operaciones elementales a realizar cuando trabajamos con streams: Crear el canal, leer datos y escribir datos.

- Utiliza `stm_memory` para crear un stream de lectura/escritura en memoria.
- Utiliza `stm_read_r32` para leer un `float` desde el stream.
- Utiliza `stm_write_r32` para escribir un `float` en el stream.
- Utiliza `stm_close` para cerrar el canal y liberar los recursos (destructor).

15.10.1. Tipos de stream

En realidad, es más correcto hablar de tipos de interlocutores (origen y destino) que de tipos de stream. Desde la perspectiva del programador, un stream es un tipo abstracto que presenta la misma funcionalidad independientemente de los extremos que conecta. Por tanto, al hablar de *tipo de stream* nos estamos refiriendo al tipo de constructor.

15.10.2. File stream

- Utiliza `stm_from_file` para abrir un archivo y leer de él.
- Utiliza `stm_to_file` para crear un archivo y escribir en él.
- Utiliza `stm_append_file` para añadir contenido a un archivo existente.

En *File streams* (Figura 15.25), el origen es la memoria del proceso y el destino un archivo en disco. Lo contrario también puede ocurrir: que el origen sea el archivo y el destino la memoria, dependerá de como creemos el canal. No será posible realizar operaciones de escritura en un archivo abierto para lectura o viceversa (Listado 15.38). Internamente, el stream se encargará del acceso al sistema de ficheros, como vimos en *"Archivos y directorios"* (Página 187).

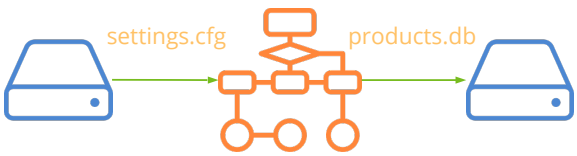


Figura 15.25: Los *File streams* permiten la comunicación con el sistema de archivos.

Listado 15.38: Ejemplo de escritura en un archivo.

```
Stream *stm = stm_to_file("C:\Users\user\john\out.txt", NULL);
if (stm != NULL)
{
    stm_writef(stm, "One ");
    stm_writef(stm, "Two ");
    stm_writef(stm, "Three");
    stm_writef(stm, ".");
    stm_close(&stm);
```

```
    // 'out.txt' is closed = "One Two Three."
}
```

15.10.3. Socket stream

- Utiliza `stm_socket` para crear un canal de comunicación con un proceso remoto.

Un *socket* es un canal de comunicación entre dos procesos a través de Internet (Figura 15.26). A diferencia de los *file streams*, los sockets permiten la comunicación bidireccional *(full-duplex)*, es decir, ambos extremos pueden enviar y recibir información. La secuencia de intercambio de mensajes entre interlocutores está determinada por el protocolo (Listado 15.39), siendo HTTP, FTP, SMTP o LDAP algunos de los más utilizados para las transmisiones por Internet. Ver *"Sockets"* (Página 189).

Figura 15.26: Un *socket stream* abre un canal de comunicación por Internet.

Listado 15.39: Descarga de una página web, mediante el protocolo HTTP.

```
uint32_t ip = bsocket_url_ip("www.myserver.com", NULL);
Socket *socket = bsocket_connect(ip, 80, 0, NULL);
if (socket != NULL)
{
    Stream *stm = stm_socket(socket);
    stm_writef(stm, "GET /mypage.html HTTP/1.1\r\n");
    stm_writef(stm, "Host: www.myserver.com\r\n");
    stm_writef(stm, "\r\n");
    stm_lines(line, stm)
        bstd_printf(line);
        bstd_printf("\n");
    stm_next(line, stm)

    // Socket will be closed too
    stm_close(&stm);
}
```

15.10.4. Block stream

- Utiliza `stm_from_block` para leer datos desde un bloque de memoria.

Los *block streams* se utilizan para leer datos con formato a partir de un bloque de memoria genérico (Figura 15.27) (Listado 15.40). Esta zona de memoria se considera de solo lectura y no será modificada, por lo que no se permitirán operaciones de escritura en este tipo de streams. Cuando se llegue al final del bloque, se activará el estado `ekSTEND`.

Listado 15.40: Leer datos desde un bloque de memoria.

```
const byte_t *data = ...
uint32_t size = ...
ArrPt(String) *lines = arrpt_create(String);
Stream *stm = stm_from_block(data, size);
while(stm_state(stm) == ekSTOK)
{
    String *line = str_c(stm_read_line(stm));
    arrpt_append(lines, line);
}
```

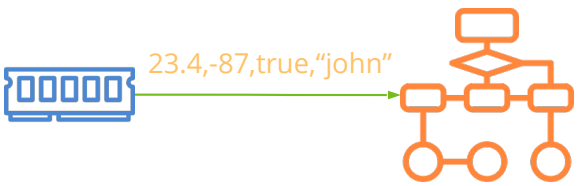


Figura 15.27: Con *block streams* leeremos datos con formato desde áreas de memoria.

15.10.5. Memory stream

- Utiliza `stm_memory` para crear un stream en memoria.
- Utiliza `stm_buffer` para acceder al búfer interno.
- Utiliza `stm_buffer_size` para obtener el tamaño del búfer interno.

Los *memory streams* son canales de lectura/escritura que permiten implementar el modelo productor/consumidor (Figura 15.28). En primer lugar, la información llega al stream mediante operaciones de escritura y se almacena en un búfer interno de memoria. Posteriormente, dicha información puede ser leída por otra función, hebra o proceso. Tras cada lectura la información leída desaparecerá del canal. El concepto es similar al de las tuberías *(IPC-Pipes)*, con la salvedad de que no existe un límite de tamaño para el búfer, sino que crecerá bajo demanda. Las operaciones de lectura y escritura se pueden ir simultaneando en función del protocolo establecido.

Listado 15.41: Uso de streams en memoria (productor/consumidor).

```
// Main thread
Stream *stm = stm_memory(2048);
while(true)
{
    UserEvent event;
    if (event_incomming(&event))
    {
        bmutex_lock(mutex);
        stm_write_u32(stm, event.code);
        stm_write_u32(stm, event.userid);
        str_write(stm, str_event.name);
        bmutex_unlock(mutex);
```

```
        if (event.last == TRUE)
            break;
    }
}

bmutex_lock(mutex);
stm_close(&stm);
bmutex_unlock(mutex);

...
// Other thread
bool_t next = TRUE;
while(next)
{

    bmutex_lock(mutex);
    if (stm != NULL)
    {
        if (stm_buffer_size(stm) > 0)
        {
            UserEvent event;
            event.code = stm_write_u32(stm);
            event.userid = stm_write_u32(stm);
            str_event.name = str_read(stm);
            ...
        }
    }
    else
    {
        next = FALSE;
    }
    bmutex_unlock(mutex);
    bthread_sleep(50);
}
```

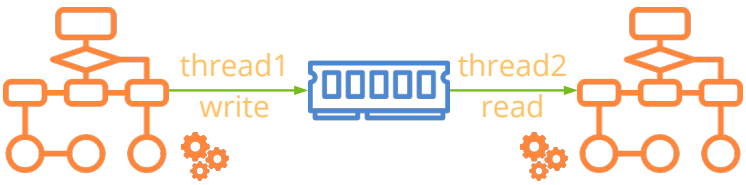


Figura 15.28: Modelo productor/consumidor implementado con *memory streams*.

A pesar que este tipo de stream soporta operaciones de lectura y escritura no se considera full-duplex. La lectura se hace sobre datos escritos previamente, pero no puede "contestar" al interlocutor. No es una "conversación".

15.10.6. Standard stream

- Utiliza `kSTDIN` para leer de la entrada estándar.
- Utiliza `kSTDOUT` para escribir en la salida estándar.
- Utiliza `kSTDERR` para escribir en la salida de errores.

La *"E/S Estándar"* (Página 170) puede ser gestionada mediante *streams* utilizando tres objetos predefinidos (Figura 15.29) (Listado 15.42). Estos objetos se crean al iniciar el programa y se liberarán automáticamente al terminar.

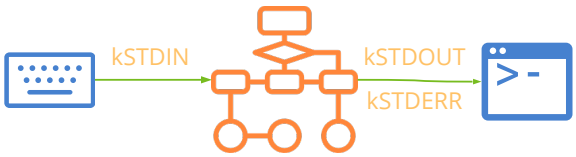


Figura 15.29: Acceso a la E/S estándar a través de streams.

Listado 15.42: Ejemplo básico de E/S estándar.

```
real64_t value;
const char_t *line;
value = stm_read_r64(kSTDIN);
line = stm_read_line(kSTDIN);
stm_printf(kSTDOUT, "Value = %.4f", value);
```

15.10.7. Null stream

- Utiliza `kDEVNULL` para escribir en un sumidero que ignorará todos los datos recibidos.

En ocasiones puede ser útil disponer de un "sumidero" que ignore todas las operaciones de escritura (Figura 15.30) (Listado 15.43). Piensa en tareas de depuración donde queramos activar o desactivar la salida de información pero que borrar o comentar el código sea engorroso. La idea es similar al `/dev/null` de Unix.

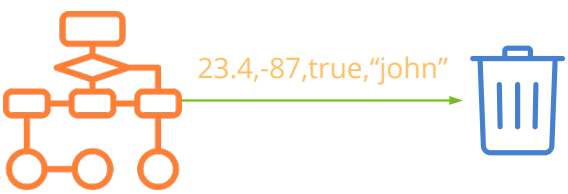


Figura 15.30: Con *null streams* se ignorará todo lo que se escriba.

Listado 15.43: Escritura en un stream nulo.

```
#if defined __ASSERTS__
Stream *stm = kSTDOUT;
#else
Stream *stm = kDEVNULL;
#endif
```

```
...
i_large_dump_func(obj1, stm);
...
// More debug functions
stm_printf(stm, "More debug data...\n");
...
i_other_dump_func(obj2, stm);
```

No es posible leer desde ***kDEVNULL****.*

15.10.8. Stream binario

- Utiliza `stm_read_u32` para leer un entero sin signo de 32 bits.
- Utiliza `stm_write_r64` para escribir un real de 64bits (`double`).
- Utiliza `stm_write_bool` para escribir un booleano.

Por un stream siempre viajan datos binarios genéricos como flujo de bytes. Como estos datos sean interpretados depende de los interlocutores y de su protocolo de comunicación. Pero al hacer énfasis en "datos binarios" nos referimos a que los valores numéricos se escriben en el canal tal y como aparecen en los registros de la CPU utilizando el código binario, complemento a dos o IEEE754 (Figura 15.31). En tipos multi-byte debemos tener en cuenta el *"Orden de bytes"* (Página 252). En `stream.h` se definen varias funciones para leer y escribir tipos binarios.

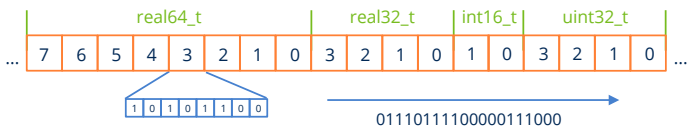


Figura 15.31: Números en formato binario.

15.10.9. Stream de texto

- Utiliza `stm_printf` para escribir texto en un stream.
- Utiliza `stm_read_char` para leer un carácter desde un stream.
- Utiliza `stm_read_line` para leer una línea de texto desde un stream.
- Utiliza `stm_col` para obtener el número de columna del último carácter leído.
- Utiliza `stm_row` para obtener el número de fila del último carácter leído.

Los streams de texto son un caso particular donde se asume que la información binaria representa códigos de caracteres Unicode *(codepoints)* (Figura 15.32) (Listado 15.44). Esto significa que el contenido del stream será legible directamente por un humano, pero requerirá un post-proceso (*parsing*) en destino para interpretar dichos textos y traducirlos

a binario. No hay que hacer nada especial al crear un stream para indicar que es de tipo texto, tan solo hay que utilizar las funciones adecuadas.

Figura 15.32: En streams de texto la información se puede leer directamente.

Listado 15.44: Lectura de un archivo de texto mediante streams.

```
Stream *stm = stm_from_file("/home/fran/Desktop/text.txt", NULL);
const char_t *line = stm_read_line(stm);
while(line != NULL)
{
    // Do something with 'line'
    textview_writef(text, line);
    textview_writef(text, "\n");

    // Read next line
    line = stm_read_line(stm);
}

stm_close(&stm);
```

`stm_read_line` y demás funciones de lectura nos devolverán el texto siempre en `UTF8`. Pero si los datos dentro del stream estuvieran en otro formato, deberemos utilizar `stm_set_read_utf`, con el fin de realizar la conversión correctamente. Ver *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

Por otro lado, `stm_printf` también recibe el texto en UTF8, pero es posible que el receptor lo necesite en otro formato. Utilizaremos `stm_set_write_utf` para establecer la codificación de salida. Nosotros escribiremos en UTF8, pero al canal se enviará en UTF16 o UTF32.

Los streams no tienen porqué ser de texto o binarios "puros". Pueden combinar ambos tipos de representaciones.

15.10.10. Tokens

- Utiliza `stm_read_token` para leer un token.
- Utiliza `stm_token_lexeme` para obtener la cadena asociada al último token leído.
- Utiliza `stm_read_r64_tok` para leer un `real64_t` a partir de texto.
- Utiliza `stm_token_col` para obtener la columna del último token.
- Utiliza `stm_token_row` para obtener la fila del último token.

Al leer desde streams de texto, se hace necesaria una interpretación (*parsing*) del contenido con el fin de trasladar los datos a variables de memoria (en binario). El primer paso es fragmentar el texto en símbolos (o palabras) denominados *tokens*. Internamente, los streams incorporan un sencillo **analizador léxico** que reconoce los tokens propios del lenguaje C, muy comunes en infinidad de gramáticas y formatos de archivo (Figura 15.33). Está implementado como una máquina de estados finitos y nos facilitará enormemente el procesamiento de estos flujos de texto. En (Listado 15.45) vemos el código necesario para leer uno a uno todos los tokens de un archivo `.c`. El resultado de procesar el archivo (Listado 15.46) lo tenemos en (Listado 15.47).

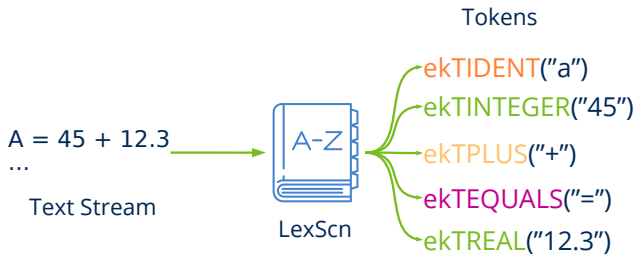


Figura 15.33: Descomposición de un texto en *tokens*.

Listado 15.45: Lectura de los *tokens* de un archivo en C.

```
Stream *stm = stm_from_file("source.c", NULL);
token_t token;

while ((token = stm_read_token(lex)) != ekTEOF)
{
    switch (token) {
    case ekTIDENT:
        // It's an IDENTIFIER
        ...

    case ekTREAL:
        // It's a REAL NUMBER
        ...
    }
}
```

Listado 15.46: Archivo *source.c*.

```
void func(int a)
{
    int i;
    char *str = "Hello";

    i = 5 + 2.5;
}
```

Listado 15.47: Análisis léxico de *source.c*.

```
Token           Lexeme
-----           ------
ekTIDENT        "void"
ekTIDENT        "func"
ekTOPENPAR      "("
ekTIDENT        "int"
ekTIDENT        "a"
ekTCLOSPAR      ")"
ekTOPENCURL     "{"
ekTIDENT        "int"
ekTIDENT        "i"
ekTSCOLON       ";"
ekTIDENT        "char"
ekTASTERK       "*"
ekTIDENT        "str"
ekTEQUALS       "="
ekTSTRING       ""Hello""
ekTSCOLON       ";"
ekTIDENT        "i"
ekTEQUALS       "="
ekTINTEGER      "5"
ekTPLUS         "+"
ekTREAL         "2.5"
ekTSCOLON       ";"
```

15.10.11. Identificadores

Un identificador es una "palabra" alfanumérica que debe comenzar por una letra o `'_'` y contiene números, letras o `'_'`. Se utiliza para nombrar variables, funciones, palabras reservadas, etc. No permiten espacios ni símbolos. (Listado 15.48) (Figura 15.34).

Listado 15.48: Identificadores correctos e incorrectos.

```
OK: while cos _reSult a56B _06_t aG h9 _12AcVb
NO: 045 ?er "_5G _tg(
```

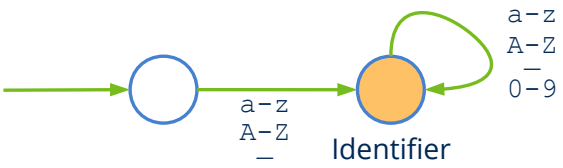


Figura 15.34: Autómata finito que reconoce un identificador.

Se pueden reservar ciertos identificadores para que actúen como **palabras clave** del lenguaje. Por ejemplo `for`, `while` o `if` son palabras clave de C y no podrán ser utilizadas para el nombrado de variables o funciones. Al ser de propósito general, nuestro escáner no reconoce ningún tipo de palabra reservada, sino hay que etiquetarla expresamente tras leer el token (Listado 15.49).

Listado 15.49: Reconociendo la palabra clave **while**.

```
while ((token = stm_read_token(stm)) != ekTEOF)
{
    if (token == ekTIDENT)
    {
        const char_t *lex = stm_token_lexeme(stm, NULL);

        if (str_equ_c(lex, "while") == TRUE)
            token = ekTRESERVED;
    }
}
```

15.10.12. Cadenas

Una cadena de texto es una serie de caracteres Unicode puestos entre comillas (`""`) (Figura 15.35). El analizador reconoce las secuencias de escape de C para representar códigos no imprimibles o caracteres no disponibles en el teclado (Listado 15.50).

- Utiliza `stm_token_escapes` para hacer efectivas las secuencias de escape al leer cadenas.

Listado 15.50: Secuencias de escape aceptadas en `ekTSTRING`.

```
\a       07  Alert (Beep, Bell) (added in C89)
\b       08  Backspace
\f       0C  Formfeed Page Break
\n       0A  Newline (Line Feed)
\r       0D  Carriage Return
\t       09  Horizontal Tab
\v       0B  Vertical Tab
\\       5C  Backslash
\'       27  Single quotation mark
\"       22  Double quotation mark
\?       3F  Question mark (used to avoid trigraphs)
\nnn         Octal number
\xhh         Hexadecimal number
\Uhhhhhhhh   Unicode code point
\uhhhh       Unicode code point
```

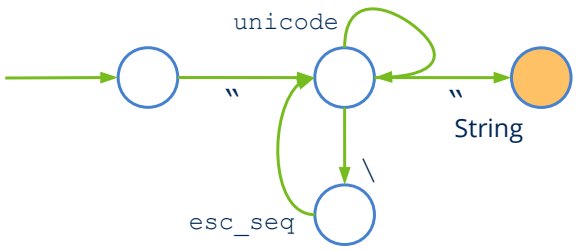


Figura 15.35: Autómata finito que reconoce una cadena de texto.

15.10.13. Números

En el caso de *tokens* numéricos la cosa se complica un poco debido a las diferentes bases numéricas y a la representación exponencial de números reales (Figura 15.36). La resumimos brevemente, aunque es común a muchos lenguajes de programación (C incluido).

- Si el número empieza por `0` será considerado octal (base 8), por lo tanto, las cifras siguientes están limitadas a `0-7`, pe: `043, 001, 0777`.
- Si el número empieza por `0x` se considerará hexadecimal (base 16) con cifras `0-9 a -f A-F`, pe: `0x4F, 0XAA5, 0x01EAC`.
- En el momento que aparezca un punto decimal `'.'` se considerará número real. El punto inicial es válido, pe: `.56`.
- Un número entero o real permite notación exponencial con el carácter `'e'('E')`, pe: `12.4e2, .56e3, 1e4`.

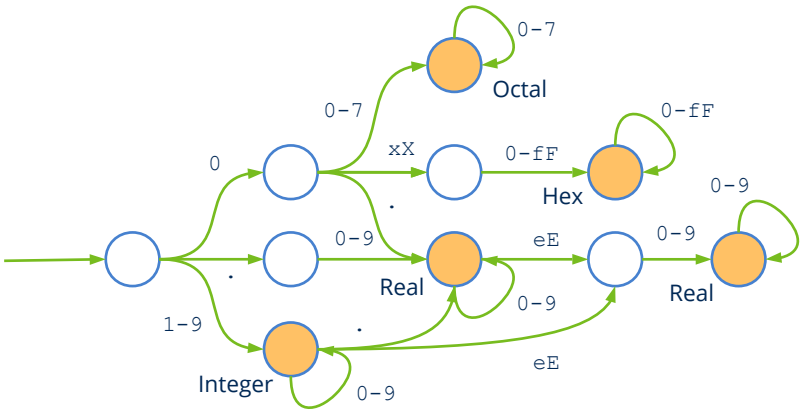


Figura 15.36: Autómata finito que reconoce números.

15.10.14. Símbolos

Los símbolos son *tokens* de un solo carácter que representan casi la totalidad de signos de puntuación US-ASCII y que suelen utilizarse como operadores, separadores o limitadores dentro de las gramáticas (Listado 15.51) (Figura 15.37).

Listado 15.51: Símbolos reconocidos como *tokens* individuales.

```
< > , . ; : ( ) [ ] { } + - * = $ % # & ' " ^ ! ? | / \ @
```

15.10.15. Comentarios

Por defecto los comentarios de C `/*Comment */` o de C++ `//Comment` son ignorados por `stm_read_token`.

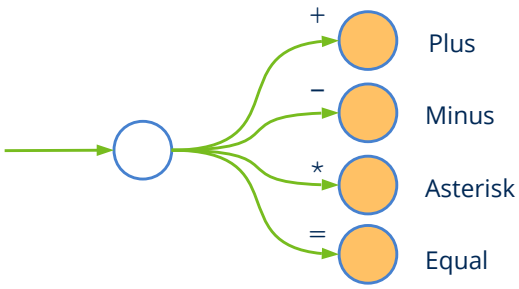


Figura 15.37: Autómata finito que reconoce algunos símbolos.

- Utiliza `stm_token_comments` para que devuelva `ekTSLCOM` o `ekTMLCOM` si encuentra alguno.
- Utiliza `stm_token_spaces` para que devuelva `ekTSPACE` cuando encuentre espacios en blanco.

15.10.16. Ventajas de los streams

A pesar que es posible leer o escribir directamente en los canales E/S (*"Memoria"* (Página 171), *"Archivos y directorios"* (Página 187), *"Sockets"* (Página 189), *"E/S Estándar"* (Página 170)), hacerlo a través de objetos `Stream` tiene ciertas ventajas. Por esto recomendamos utilizarlos en lugar de las API de bajo nivel por los siguientes motivos:

15.10.17. Unificar la serialización

Los streams ofrecen una interfaz uniforme, independientemente del origen y destino de los datos (Figura 15.38). Para la serialización de objetos tan solo debemos escribir un lector y un escritor, sin preocuparnos si objeto será guardado en disco, transmitido por Internet o almacenado temporalmente en memoria (Listado 15.52).

Listado 15.52: (De)serialización de un objeto mediante streams.

```
typedef struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *description;
    Image *image64;
    real32_t price;
} Product;

void product_write(Stream *stm, Product *product)
{
    stm_write_enum(stm, product->type, type_t);
    str_write(stm, product->code);
    str_write(stm, product->description);
    image_write(stm, product->image64);
    stm_write_r32(stm, product->price);
```

```
}

void product_read(Stream *stm, Product *product)
{
    product->type = stm_read_enum(stm, type_t);
    product->code = str_read(stm);
    product->description = str_read(stm);
    product->image64 = image_read(stm);
    product->price = stm_read_r32(stm);
}
```

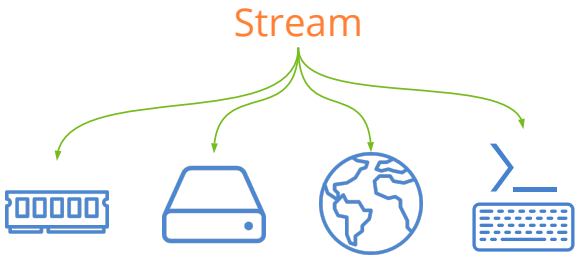


Figura 15.38: Por medio de streams manejamos todos los canales E/S con la misma interfaz.

15.10.18. Mayor elegancia

Los canales E/S solo trabajan con bloques de bytes. Los streams implementan funciones de alto nivel para textos y tipos binarios. Esto hará nuestro código mucho más legible (Listado 15.53).

Listado 15.53: Escritura de un objeto en disco directamente o a través de un stream.

```
void product_write(File *file, Product *product)
{
    uint32_t size = str_len(product->description);
    const char_t *data = tc(product->description);
    bfile_write(file, (byte_t*)&product->id, sizeof(uint32_t), NULL, NULL);
    bfile_write(file, (byte_t*)&product->price, sizeof(real64_t), NULL, NULL);
    bfile_write(file, (byte_t*)&size, sizeof(uint32_t), NULL, NULL);
    bfile_write(file, (byte_t*)data, size, NULL, NULL);
}

void product_write(Stream *stream, Product *product)
{
    stm_write_u32(stream, product->id);
    stm_write_r64(stream, product->price);
    str_write(stream, product->description);
}
```

15.10.19. Mayor productividad

Relacionada con la anterior, los streams pueden "parsear" cadenas de texto directamente. Se pueden obtener caracteres, líneas o tokens sin tener que escanear la entrada carácter a carácter (Listado 15.54).

Listado 15.54: Leer una línea de texto directamente o a través de un stream.

```
String *getline(File *file)
{
    /* Potentially unsafe. */
    /* Risk of buffer overflow. */
    char_t buffer[MAXBUFF];
    uint32_t i = 0;
    char_t c;

    bfile_read(file, (byte_t*)&c, 1, NULL, NULL);
    while (c != '\n')
    {
        buffer[i] = c;
        i += 1;
        bfile_read(file, (byte_t*)&c, 1, NULL, NULL);
    }

    buffer[i] = '\0';
    return str_c(buffer);
}

String *getline(Stream *stream)
{
    /* Totally safe. */
    /* 'line' is managed by dynamic cache. */
    const char_t *line = stm_read_line(stream);
    return str_c(line);
}
```

15.10.20. Mayor rendimiento

File streams y *standard streams* implementan una caché interna. Esto permite acceder menos veces al canal con un mayor volumen de datos, lo que implica mayor velocidad de proceso (Figura 15.39).

- Utiliza `stm_flush` para vaciar la caché y volcar los datos en el canal.

15.10.21. Orden de bytes

- Utiliza `stm_set_write_endian` para establecer el *endianness* del canal de salida. Los datos pasarán de *CPU endian* a *Stream endian* antes de ser escritos.

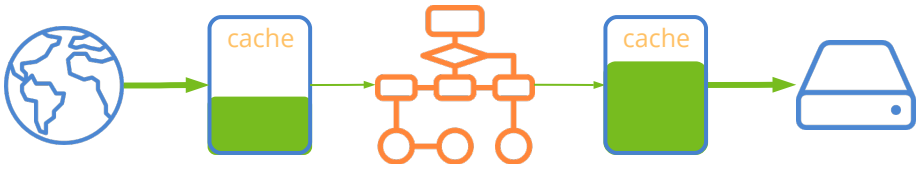


Figura 15.39: Los streams implementan memoria caché, lo que incrementa el rendimiento.

- Utiliza `stm_set_read_endian` para establecer el *endianness* del canal de entrada. Los datos pasarán de *Stream endian* a *CPU endian* en el momento de ser leídos.

Al leer o escribir datos binarios de un canal E/S hay que prestar especial atención al orden de los bytes en tipos de datos de 16, 32 o 64 bits lo que se conoce como *endianness*. En máquinas *litte endian*, como es el caso de la familia de procesadores Intel x86/x64, el byte de menor orden se ubicará en la dirección de memoria más baja. En el caso de los *big endian* (Motorola 68000, PowerPC) ocurre al contrario, irá en en la más alta. Por ejemplo, si escribimos un entero de 32-bits en un archivo o *socket* desde una máquina *little endian* y lo leemos desde una *big endian* los datos estarán corrompidos al alterar el orden interno de bits (Figura 15.40). Los objetos `Stream` ajustan automáticamente el *endianness* en cada operación de lectura/escritura. Por defecto se establece `ekLITEND`, salvo en *sockets* que será `ekBIGEND` por ser el convenio aceptado para las comunicaciones en red. No obstante, puede cambiarse si es necesario.

Figura 15.40: Debemos tener en cuenta el *endianness* a la hora de compartir datos entre máquinas de diferente arquitectura.

El endianness no influye en las cadenas de texto "UTF-8" (Página 166), pero sí en las "UTF-16" (Página 165) y "UTF-32" (Página 165).

15.10.22. Estado del stream

- Utiliza `stm_state` para conocer el estado actual del canal.
- Utiliza `stm_file_err` para obtener información extendida del error en streams de disco.
- Utiliza `stm_sock_err` para obtener información extendida del error en *sockets*.

- Utiliza `stm_corrupt` para marcar un stream como `ekSTCORRUPT`. En ocasiones es el propia aplicación la que detecta que el dato no es correcto (pe. fuera de rango).
- Utiliza `stm_bytes_written` para obtener el número total de bytes escritos en el stream.
- Utiliza `stm_bytes_readed` para obtener el número total de bytes leídos del stream.

Un stream puede verse afectado por dos tipos de problemas. Por un lado la **corrupción de datos** que queda patente cuando leemos datos binarios desde el stream (Listado 15.55). Un claro ejemplo sería leer un booleano mediante `stm_read_bool` y obtener un valor de `129` cuando, evidentemente, este valor debería ser `0 (TRUE)` ó `1 (FALSE)`. Normalmente, un stream se corrompe debido a la falta de coordinación entre el escritor y el lector y, por lo general, se debe a un error de programación. Esta situación debe resolverse depurando y corrigiendo la serialización de objetos o revisando el protocolo de datos. Por otro lado, pueden existir **errores "físicos" en el canal** (archivo eliminado, perdida de conexión a Internet, permisos, etc). En ambos casos el stream quedará invalidado y serán ignoradas las operaciones subsecuentes de lectura o escritura que efectuemos sobre el mismo. También podemos preguntar la cantidad total de bytes leídos y/o escritos en el canal, en el caso que necesitemos saber si existe información disponible para lectura.

Listado 15.55: Comprobación del estado del stream.

```
uint32_t nw = stm_bytes_written(stm);
uint32_t nr = stm_bytes_readed(stm);
if (nw - nr > 0)
{
    if (stm_state(stm) == ekSTOK)
    {
        uint32_t v1 = stm_read_u32(stm);
        real32_t v2 = stm_read_r32(stm);
        ...
    }
    else
    {
        // Error in stream
    }
}
else
{
    // No data in stream
}
```

15.11. Expresiones regulares

Las expresiones regulares definen un patrón de texto que puede utilizarse para buscar o comparar cadenas (Listado 15.56).

- Utiliza `regex_create` para crear una expresión regular.
- Utiliza `regex_match` para comprobar si una cadena cumple con el patrón.

Listado 15.56: Uso de expresiones regulares.

```
RegEx *regex = regex_create(".*.txt");

const char_t *str[] = {
    "file01.txt",
    "image01.png",
    "sun01.jpg",
    "films.txt",
    "document.pdf"};

uint32_t i, n = sizeof(str) / sizeof(char_t*);

for (i = 0; i < n; ++i)
{
    if (regex_match(regex, str[i]) == TRUE)
        bstd_printf("YES: %s\n", str[i]);
    else
        bstd_printf("NO:  %s\n", str[i]);
}

regex_destroy(&regex);
```

Resultado de (Listado 15.56).

```
YES: file01.txt
NO:  image01.png
NO:  sun01.jpg
YES: films.txt
NO:  document.pdf
```

15.11.1. Definir patrones

Podemos construir una expresión regular a partir de una cadena de texto, siguiendo estas sencillas reglas:

- Un patrón cadena se corresponde únicamente con esa misma cadena.

```
"hello" --> {"hello"}
```

- Un punto `'.'` equivale a "cualquier carácter".

```
"h.llo" --> {"hello", "htllo", "hällo", "h5llo", ...}
```

- Un guión `'A-Z'` establece un rango de caracteres, utilizando el código Unicode de ambos extremos.

```
"A-Zello" --> {"Aello", "Bello", "Cello", ..., "Zello"}

'A-Z': (65-90) (ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ)
'0-9': (48-57) (0123456789)
'á-ú': (225-250) (áâãäåæçèéêëìíîïðñòóôõö÷øùú)
```

Al igual que los objetos `String`, los patrones se expresan en "UTF-8" (Página 166), por tanto, puede utilizarse todo el conjunto Unicode para crear expresiones regulares.

- Los corchetes `'[áéíóú]'` permiten alternar entre varios caracteres.

```
"h[áéíóú]llo" --> {"hállo", "héllo", "híllo", "hóllo", "húllo"}
```

- El asterisco `'*'` permite que el último carácter aparezca cero o más veces.

```
"he*llo" --> {"hllo", "hello", "heello", "heeello", "heeeello", ...}
"h.*llo" --> {"hllo", "hello", "hallo", "hillo", "hasello", ...}
"hA-Z*llo" --> {"hllo", "hAllo", "hABllo", "hVFFRREASllo" }
           --> {"hAQWEDllo", hAAABBRSllo", ...}
"FILE_0-9*.PNG" --> {"FILE_.PNG", "FILE_0.PNG", "FILE_01.PNG" }
                --> {"FILE_456.PNG", "FILE_112230.PNG",...}
```

- Los paréntesis `'(he*llo)'` permiten agrupar una expresión regular, de tal forma que se comporte como un único carácter.

```
"[(hello)(bye)]" --> {"hello", "bye" }
"[(red)(blue)(1*)]" --> {"red", "blue", "", "1", "11", "111", ... }
"(hello)*" --> {"", "hello", "hellohello", "hellohellohello", ... }
"(he*llo)ZZ" --> {"hlloZZ", "helloZZ", "heelloZZ", "heeelloZZ", ... }
```

- Para que `'.'`, `'-'`, `'[]'`, `'*'`, `'()'` sean interpretados como carácteres, utilizar el *backslash* `'\'`.

```
"\(he\*\-llo\)" --> {"(he*-llo)"}
```

Recuerda que para expresiones insertadas como constantes en código C, el carácter backslash se representa con doble barra `"\\(he\\*\\-llo\\)"`.

15.11.2. Lenguajes regulares y autómatas

Los lenguajes regulares son aquellos que se definen de forma recursiva utilizando tres operaciones básicas sobre el conjunto de carácteres (o símbolos) disponibles. Se pueden describir mediante las expresiones regulares comentadas anteriormente.

- Cada carácter **'a'** es un lenguaje regular **'A'**.

- La unión de dos lenguajes regulares, es un lenguaje regular **A B**.
- La concatenación de dos lenguajes regulares, es un lenguaje regular **A · B**.
- La clausura de un lenguaje regular, es un lenguaje regular **A***. Aquí es donde entra en juego la recursión.

En este contexto los símbolos son todos los carácteres Unicode. Pero pueden definirse lenguajes basados en otros alfabetos, incluido el binario {0, 1}.

Para reconocer si una cadena pertenece o no a un determinado lenguaje regular, es necesario construir un **Autómata Finito** basándonos en las reglas reflejadas en (Figura 15.41).

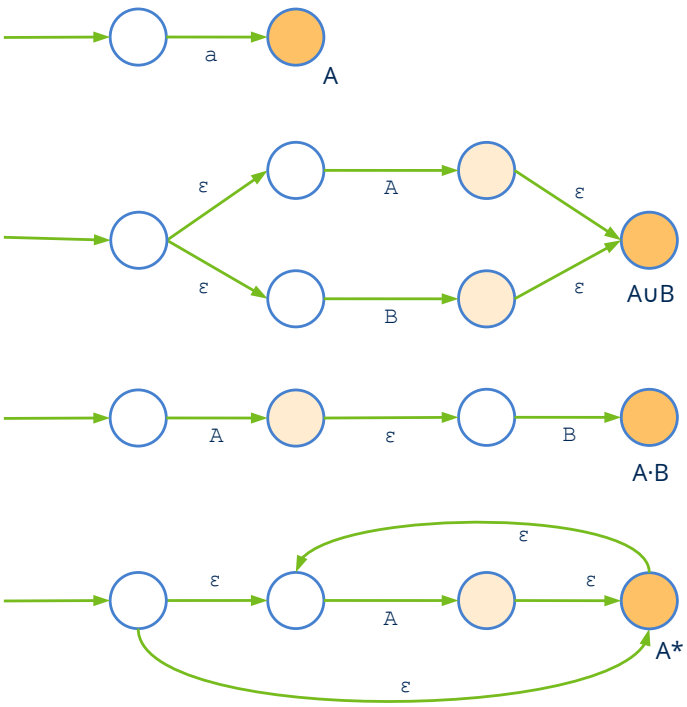


Figura 15.41: Construcción de autómatas finitos para filtrar expresiones regulares.

15.12. Eventos

Un evento es una acción que ocurre durante la ejecución del programa, normalmente de forma asíncrona o impredecible y sobre la que un determinado objeto debe ser notificado. En aplicaciones con interfaz gráfica multitud de eventos están ocurriendo constantemente cuando el usuario interactúa con los diferentes controles. No obstante, también pueden ocurrir en aplicaciones de consola, por ejemplo, al terminar de escribir un archivo en disco o al descargar una página de Internet. En un sistema de eventos intervienen dos actores:

El emisor *(sender)*, que tiene constancia cuando ocurre la acción y el receptor *(receiver)* al que se notifica que dicha acción ha ocurrido. Para conectar ambos extremos debemos realizar estos sencillos pasos (Listado 15.57) (Figura 15.42):

- Crear un `listener` indicando el objeto receptor y la función *callback* a la que debe llamar el emisor.
- Se asigna dicho *listener* al emisor mediante el método apropiado. Por ejemplo, el tipo `Button` provee el método `button_OnClick` para notificar de una pulsación.
- Cuando se produce el evento, el emisor llama a la función *callback*, indicando el objeto receptor (parámetro de `listener`) e información detallada sobre el evento recogida en el objeto `Event`.

Listado 15.57: Función *callback* y evento de pulsación de un botón.

```
static void OnClick(AppCtrl *ctrl, Event *event)
{
    // TODO: Response to click
}

...

void CreateButton(AppCtrl *ctrl)
{
    Button *button = button_push();
    button_text(button, "Ok");
    button_OnClick(button, listener(ctrl, OnClick, AppCtrl));
}
```

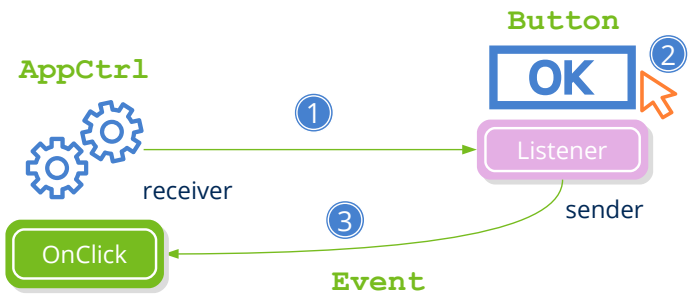


Figura 15.42: Evento `OnClick`.

Los eventos se utilizan de forma masiva en aplicaciones con interfaz gráfica, pero también pueden ser útiles en aplicaciones por línea de comandos. Ver, por ejemplo `hfile_dir_loop` en "Operaciones con archivos" (Página 259).

15.13. Búfer de teclado

- Utiliza `keybuf_create` para crear el búfer.

- Utiliza `view_keybuf` para vincular el búfer con cualquier vista gráfica.

El sistema operativo genera eventos de forma asíncrona cada vez que el usuario pulsa o libera una tecla. Podemos capturar dichos eventos utilizando una función *callback* (ver `view_OnDown`), pero en ocasiones esto no es suficiente. Pensemos en un videojuego donde debamos leer el estado de una tecla en la fase de actualización, que se produce de forma síncrona. En estos casos será muy útil el uso de un búfer de teclado (Figura 15.43), que simplemente guarda el estado de cada tecla en función de los eventos que se van produciendo. Dicho estado puede leerse en cualquier momento de la ejecución.

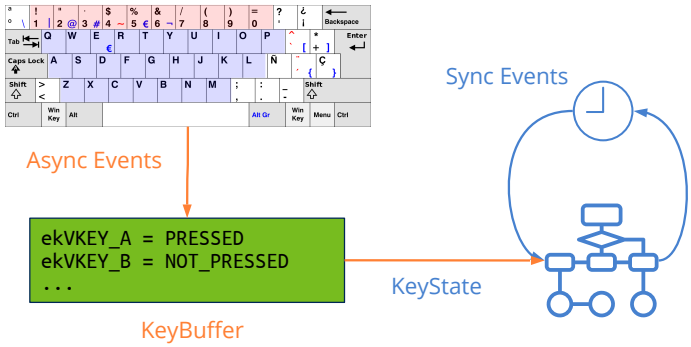


Figura 15.43: Acceso al estado de las teclas en eventos síncronos.

15.14. Operaciones con archivos

- Utiliza `hfile_dir_create` para crear un directorio y sus precedentes.
- Utiliza `hfile_dir_destroy` para eliminar un directorio con su contenido.
- Utiliza `hfile_dir_sync` para sincronizar el contenido de dos directorios. Algo parecido al `rsync` de Unix.
- Utiliza `hfile_dir_loop` para recorrer un directorio en profundidad (Listado 15.58).
- Utiliza `hfile_buffer` para cargar en memoria el contenido de un archivo.

Si bien en *"Archivos y directorios"* (Página 187) ya vimos como acceder al sistema de ficheros a bajo nivel, en ocasiones se hacen necesarias ciertas operaciones de alto nivel sobre los datos en disco. El mero hecho de borrar completamente un directorio lleva asociadas muchas operaciones individuales de bajo nivel. La librería *core*, por medio de `<hfile.h>` provee de ciertas utilidades que nos pueden simplificar la vida en determinados momentos.

Listado 15.58: Uso de **hfile_dir_loop** para recorrer un directorio de tres niveles.

```
typedef struct _query_t Query;

static void i_OnEntry(Query *query, Event *e)
{
    const EvFileDir *p = event_params(e, EvFileDir);
```

```
    // First level (year)
    if (p->depth == 0)
    {
        // The entry is a directory
        if (event_type(e) == ekEENTRY)
        {
            bool_t *enter = event_result(e, bool_t);
            int16_t year = str_to_i16(p->filename, 10, NULL);

            // The loop enter in this subdir (depth 1)
            if (i_process_year(query, year) == TRUE)
                *enter = TRUE;
            else
                *enter = FALSE;
        }
    }
    // Second level (month)
    else if (p->depth == 1)
    {
        // The entry is a directory
        if (event_type(e) == ekEENTRY)
        {
            bool_t *enter = event_result(e, bool_t);
            uint8_t month = str_to_u8(p->filename, 10, NULL);

            // The loop enter in this subdir (depth 2)
            if (i_process_month(query, month) == TRUE)
                *enter = TRUE;
            else
                *enter = FALSE;
        }
    }
    // Third level (files)
    else if (p->depth == 2)
    {
        // The entry is a file
        if (event_type(e) == ekEFILE)
            i_process_file(query, p->pathname);
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Query query = i_init_query(&query);

hfile_dir_loop("main_path", listener(&query, i_OnEntry, Query), TRUE, FALSE,
    ↪ NULL);
```

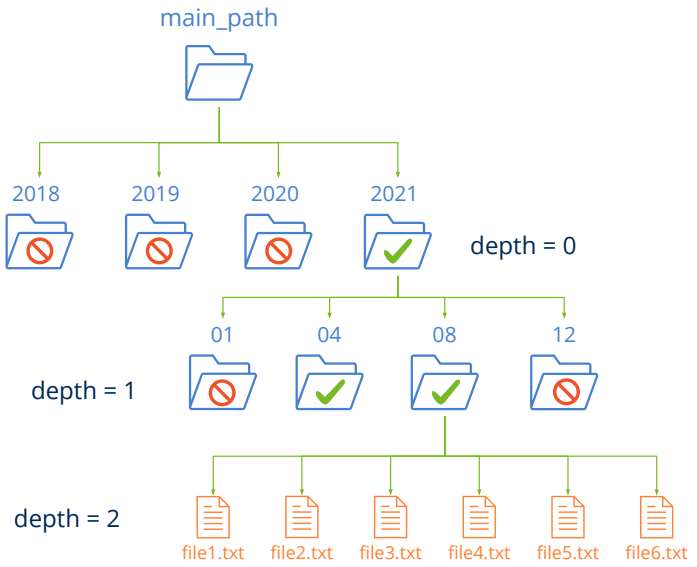


Figura 15.44: Representación del directorio de (Listado 15.58).

15.15. Paquetes de recursos

Los paquetes de recursos son generados en tiempo de compilación y utilizados en tiempo de ejecución por la aplicaciones. Mas información en *"Recursos"* (Página 99).

- Utiliza `respack_text` para obtener un texto desde un paquete de recursos.
- Utiliza `image_from_resource` para obtener una imagen desde un paquete de recursos.
- Utiliza `respack_file` para obtener un archivo desde un paquete de recursos.
- Utiliza `respack_destroy` para destruir un paquete de recursos.

15.16. Fechas

Se incluyen dentro de *core* una serie de funciones para trabajar con fechas.

- Utiliza `date_system` para obtener la fecha del sistema.
- Utiliza `date_add_seconds` para incrementar una fecha determinada.
- Utiliza `date_cmp` para comparar dos fechas.

15.17. Relojes

Sencillos objetos que nos permiten, de forma cómoda, medir el lapso de tiempo acaecido entre dos instantes. También son útiles para lanzar eventos a intervalos regulares de tiempo

(Listado 15.59).

- Utiliza `clock_create` para crear un reloj.
- Utiliza `clock_reset` para poner a cero el reloj.
- Utiliza `clock_elapsed` para medir el tiempo transcurrido.

Listado 15.59: Animación a 25fps.

```
Clock *clock = clock_create(.04);
for (;;)
{
    ...
    if (clock_frame(clock) == TRUE)
        listener_event(transition, ekGUI_EVENT_ANIMATION, NULL, params,
            ↪ NULL, void, EvTransition, void);
    ...
}
clock_destroy(&clock);
```

Capítulo 16

Librería Geom2D

16.1 Geom2D **263**
16.2 Vectores 2D **264**
16.2.1 Ángulos CW y CCW 266
16.2.2 Proyección de vectores 266
16.3 Tamaños 2D **267**
16.4 Rectángulos 2D **268**
16.5 Transformaciones 2D **268**
16.5.1 Clasificación de transformaciones 270
16.5.2 Composición de transformaciones 271
16.5.3 Descomposición e inversa 273
16.6 Segmentos 2D **274**
16.7 Círculos 2D **275**
16.8 Cajas 2D **276**
16.9 Cajas Orientadas 2D **276**
16.10 Triángulos 2D **278**
16.11 Polígonos 2D **279**
16.11.1 Centro del polígono 280
16.11.2 Descomposición de polígonos 280
16.12 Colisiones 2D **281**

16.1. Geom2D

Estamos ante una librería de cálculo geométrico en dos dimensiones. Geom2D permite trabajar con primitivas en el plano real: Puntos, vectores, transformaciones, curvas y

superficies. Ofrece tan solo funcionalidad matemática, es decir, no define ningún tipo de representación ni operación de dibujado. Depende únicamente de la librería *"Core"* (Página 199) (Figura 16.1), por lo que puede utilizarse tanto en aplicaciones de escritorio como en utilidades por línea de comandos. Todos los tipos y funciones se definen en simple `(float)` y `double` precisión, además de poder hacer uso de las *"Plantillas matemáticas"* (Página 53) en C++.

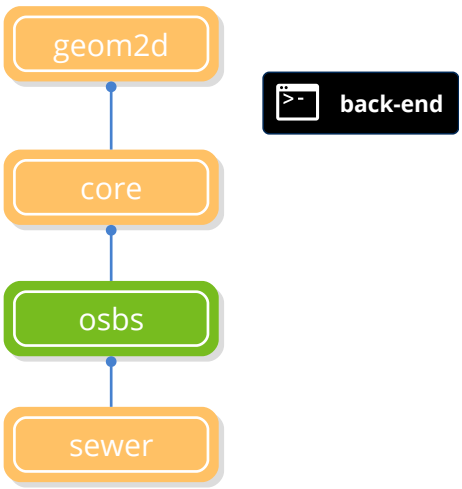


Figura 16.1: Dependencias de *geom2d*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

Todos los elementos geométricos se basan en coordenadas **(x, y)** en el plano. Geom2D no asume como serán interpretadas dichas coordenadas. Eso dependerá del sistema de referencia definido por la aplicación. Los más utilizados son el cartesiano y el de pantalla (Figura 16.2), aunque podrían utilizarse otros sistemas llegado el caso (Figura 16.3).

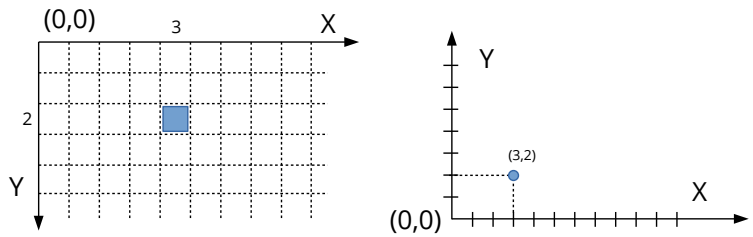


Figura 16.2: Interpretación de la coordenada (3,2) en monitores (izquierda) y en el plano cartesiano (derecha).

16.2. Vectores 2D

El vector (`V2Df`, `V2Dd`) es el elemento geométrico más elemental. Representa un punto, una dirección o un desplazamiento mediante sus dos componentes **x** e **y** (Figura 16.4).

El Álbegra Vectorial define una serie de operaciones básicas: Suma, negación, multipli-

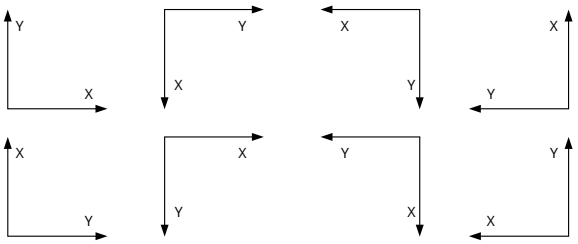


Figura 16.3: Diferentes sistemas de coordenadas en 2D.

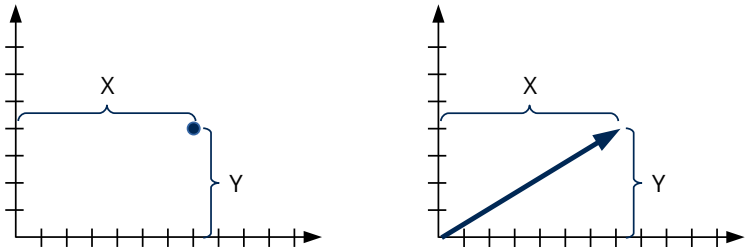


Figura 16.4: Un vector 2D representa una posición o un desplazamiento en el plano.

cación por un escalar, módulo y normalización (Fórmula 16.1). La representación visual de dichas operaciones la tenemos en (Figura 16.5).

$$
\begin{aligned}
\vec{v} &= \vec{a} + \vec{b} \\
&= (a.x + b.x, a.y + b.y) \\
\vec{v} &= p2 - p1 \\
&= (p2.x - p1.x, p2.y - p1.y) \\
-\vec{a} &= (-a.x, -a.y) \\
\vec{v} &= s \cdot \vec{a} \\
&= (s \cdot a.x, s \cdot a.y) \\
|\vec{a}| &= \sqrt{a.x^2 + a.y^2} \\
\hat{a} &= \left(\frac{a.x}{|\vec{a}|}, \frac{a.y}{|\vec{a}|} \right)
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.1: Álbegra vectorial elemental.

- Utiliza `v2d_addf` para sumar dos vectores.
- Utiliza `v2d_subf` para restar dos vectores.
- Utiliza `v2d_mulf` para multiplicar por un escalar.

- Utiliza `v2d_lengthf` para calcular el módulo de un vector.
- Utiliza `v2d_normf` para normalizar un vector.

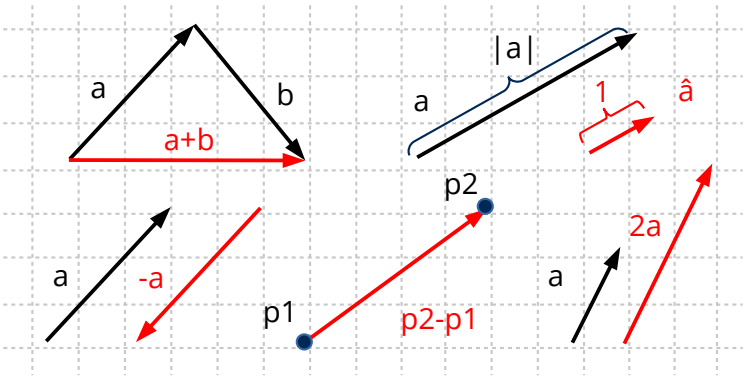


Figura 16.5: Interpretación geométrica de las operaciones básicas con vectores.

16.2.1. Ángulos CW y CCW

El ángulo de rotación de un vector se expresará siempre en **radianes** y el **sentido positivo** corresponde al giro desde el **eje X hacia el eje Y**. Normalmente se asocia como positiva la dirección antihoraria *counter clockwise (CCW)* y negativa la dirección horaria *clockwise (CW)*. Esto es cierto en coordenadas cartesianas pero no en otro tipo de sistemas de referencia, como imágenes o monitores (Figura 16.6). Debemos tenerlo presente para evitar confusiones, algo que sucede con relativa frecuencia. El mismo criterio se aplica al calcular el vector perpendicular, diferenciando entre positivo y negativo.

- Utiliza `v2d_anglef` para obtener el ángulo entre dos vectores.
- Utiliza `v2d_rotatef` para aplicar un giro a un vector.
- Utiliza `v2d_perp_posf` para calcular el vector perpendicular positivo.

*Para evitar confusiones recuerda que el sentido positivo es el que gira desde el eje X al eje Y. Será **dirección antihoraria** en coordenadas cartesianas y **dirección horaria** en coordenadas de pantalla.*

16.2.2. Proyección de vectores

Otra operación utilizada con bastante frecuencia en geometría es la proyección de puntos sobre un vector. Intuitivamente, podemos verlo como el punto sobre el vector más cercano al punto original y que siempre estará sobre la línea perpendicular. La calcularemos con

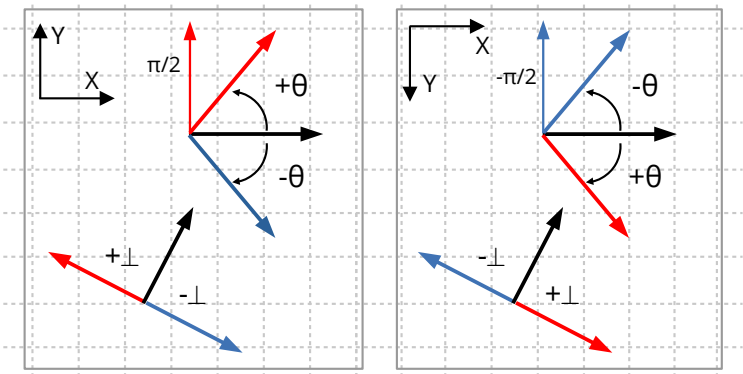


Figura 16.6: Rotación de un vector en los sistemas cartesiano y pantalla.

el producto escalar (Fórmula 16.2) y su valor (escalar) será la distancia desde el origen a la proyección en la dirección del vector (Figura 16.7).

- Utiliza `v2d_dotf` para calcular el producto escalar de dos vectores.

$$
\begin{aligned}
proj_{\vec{v}}(p) &= \frac{v.x \cdot p.x + v.y \cdot p.y}{|\vec{v}|} \\
proj_{\vec{4,3}}(1,2) &= \frac{4 \cdot 1 + 3 \cdot 2}{5} = 2 \\
proj_{\vec{4,3}}(2,-2) &= 0{,}4 \\
proj_{\vec{4,3}}(5,1) &= 4{,}6 \\
proj_{\vec{4,3}}(-3,1) &= -1{,}8
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.2: Proyección de varios puntos en un vector.

Si lo que nos interesa es la posición relativa entre diferentes proyecciones, podemos evitar la división por el módulo del vector, lo que es más eficiente computacionalmente al no calcular raíces cuadradas.

16.3. Tamaños 2D

La estructura `S2Df`, `S2Dd` guarda información acerca de una medida o tamaño en dos dimensiones mediante sus campos `width` y `height` (Figura 16.8).

- Utiliza `s2df` para componer una medida a través de sus campos elementales.

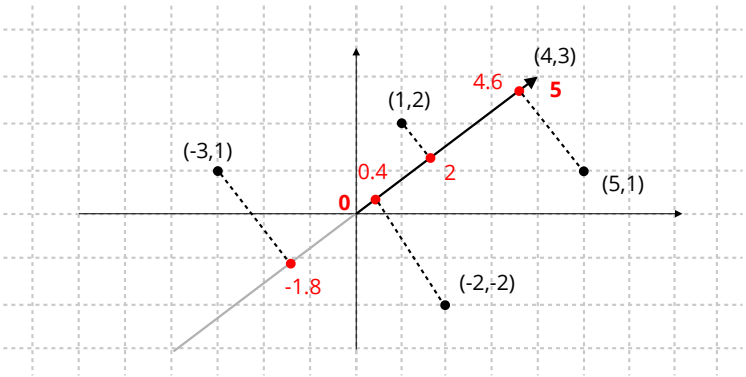


Figura 16.7: Interpretación geométrica de las proyecciones.

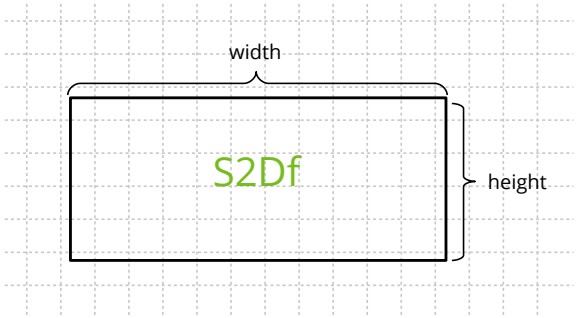


Figura 16.8: Size2D.

16.4. Rectángulos 2D

Un rectángulo (o *frame*) (`R2Df`, `R2Dd`) (Figura 16.9) sirve para ubicar elementos en interfaces de usuario u otros sistemas 2D mediante un punto de origen `V2Df` y un tamaño `S2Df`. También pueden utilizarse en operaciones de recorte (*clipping*), a la hora de optimizar tareas de dibujo.

- Utiliza `r2d_collidef` para determinar si dos rectángulos colisionan.
- Utiliza `r2d_clipf` para determinar si un rectángulo es visible dentro de un área.
- Utiliza `r2d_joinf` para unir dos rectángulos.

16.5. Transformaciones 2D

Las transformaciones afines son operaciones matemáticas que permiten realizar cambios de coordenadas entre diferentes sistemas de referencia. Por ejemplo, en (Figura 16.10) **(a)** construimos un polígono expresando las coordenadas de sus vértices en un sistema cartesiano: [(4,1), (2,5), (-3,5), (-4,2), (0,-3)]. Ahora imaginemos que queremos dibujar varias instancias del mismo en un plano, cada una de ellas con diferente posición, orientación

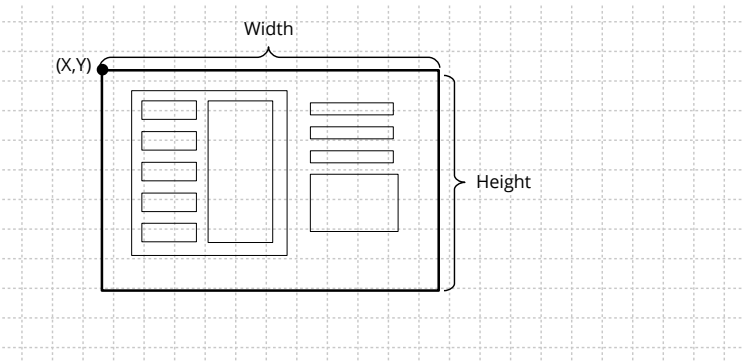


Figura 16.9: Posicionamiento de elementos GUI mediante rectángulos.

y tamaño (Figura 16.10) **(b)**. Necesitaríamos calcular las coordenadas de los puntos del polígono original en las nuevas ubicaciones, con el fin de trazar correctamente las líneas que delimitan cada copia.

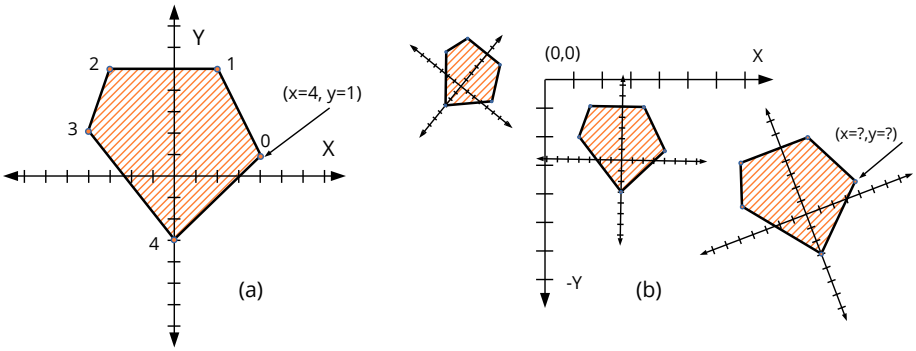


Figura 16.10: Modelo geométrico (a) Expresado en un sistema cartesiano. (b) Después de aplicar transformaciones.

El Álgebra Vectorial nos brinda una poderosa herramienta con la que se puede expresar la relación entre dos sistemas utilizando seis número reales (Figura 16.11). Los primeros cuatro valores corresponden a una matriz 2x2 con las coordenadas de los vectores X=[1,0] e Y=[0,1] del nuevo sistema de referencia. Esta matriz integra una posible rotación y escalado de los ejes. Los últimos dos valores indican un desplazamiento del origen. En (Fórmula 16.3) tenemos el desarrollo matemático para transformar el punto [4,1] a una nueva base girada 25° con respecto al origen y desplazada 11 unidades en el eje X y -5 en el eje Y. Aplicando la misma operación a cada punto, transformaríamos el objeto completo.

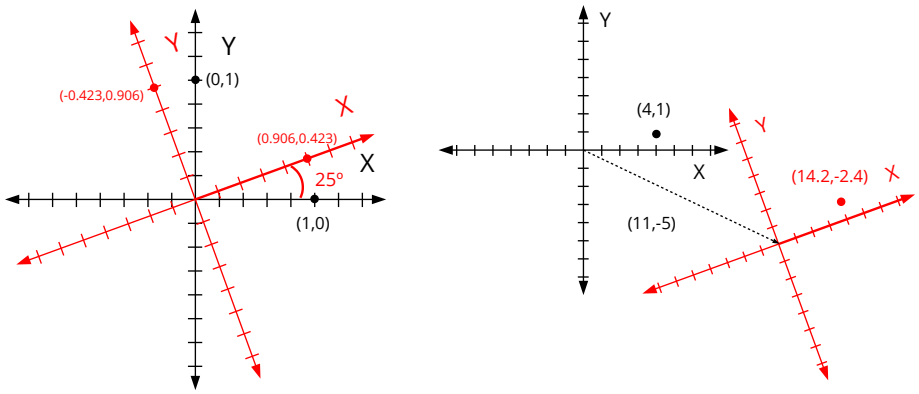


Figura 16.11: Cambio de base. Relación de un punto en dos sistemas de referencia diferentes.

$$
\begin{aligned}
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} i.x & j.x \\ i.y & j.y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} p.x \\ p.y \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 0{,}906 & -0{,}423 \\ 0{,}423 & 0{,}906 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 11 \\ -5 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 3{,}2 \\ 2{,}6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 11 \\ -5 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 14{,}2 \\ -2{,}4 \end{bmatrix}
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.3: Transformación del punto [4,1].

16.5.1. Clasificación de transformaciones

En principio, cualquier combinación de valores [i.x, i.y, j.x, j.y, p.x, p.y] proporcionaría una transformación válida, aunque si no los elegimos con cierto criterio obtendremos aberraciones poco útiles en la práctica. Las transformaciones más utilizadas en aplicaciones gráficas y de ingeniería son (Figura 16.12) (Figura 16.13) (Fórmula 16.4):

- Traslación **(a)**: Desplaza el origen del objeto a otro punto.
- Rotación **(b)**: Gira el objeto sobre el origen de su sistema local.
- Escalado **(c)**: Cambia el tamaño. Si $sx < 1$, reduce. $sx > 1$, aumenta. $sx = 1$, no varía. En escalados no uniformes, sx y sy tienen valores diferentes, lo que producirá una deformación en la relación de aspecto.
- Identidad **(d)**: Es la transformación nula. Al aplicarla, los vectores permanecen inal-

terados.

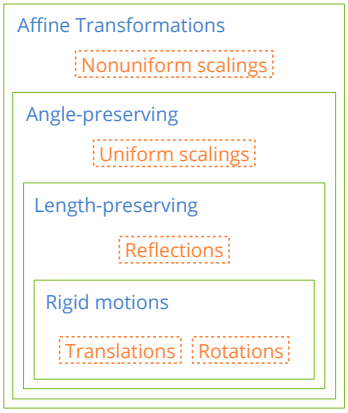


Figura 16.12: Clasificación de transformaciones afines.

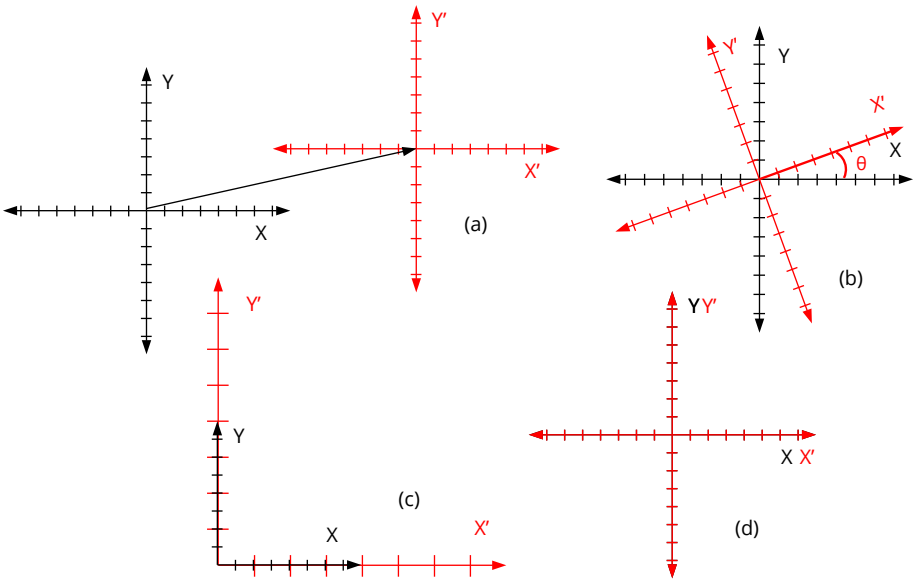


Figura 16.13: Representación geométrica de transformaciones elementales. (a) Traslación, (b) Rotación, (c) Escalado, (d) Identidad.

16.5.2. Composición de transformaciones

Es posible componer o acumular transformaciones mediante la multiplicación de matrices (Fórmula 16.5). Lo habitual en modelos 2d será obtener la ubicación final de un objeto a partir de las transformaciones elementales traslación, rotación y escalado. La acumulación también es útil para posicionar elementos en estructuras jerárquicas, donde la ubicación de cada objeto depende directamente de la de su nodo superior (padre).

- Utiliza `t2d_movef` para acumular un desplazamiento a una transformación existente.

$$
\begin{aligned}
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} p.x \\ p.y \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} cos\theta & -sin\theta \\ sin\theta & cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} sx & 0 \\ 0 & sy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.4: Traslación, Rotación, Escalado e Identidad.

- Utiliza `t2d_rotatef` para acumular una rotación.
- Utiliza `t2d_scalef` para acumular un escalado.
- Utiliza `t2d_multf` para acumular una transformación a otra ya existente.
- Utiliza `t2d_vmultf` para aplicar una transformación a un vector.
- Utiliza `t2d_vmultnf` para aplicar una transformación a varios vectores.
- Utiliza `kT2D_IDENTf` para hacer referencia a la transformación identidad.

$$
\begin{aligned}
\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} i_d.x & j_d.x \\ i_d.y & i_d.y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} p_d.x \\ p_d.y \end{bmatrix} \\
i_d.x &= i_1.x \cdot i_2.x + j_1.x \cdot i_2.y \\
i_d.y &= i_1.y \cdot i_2.x + j_1.y \cdot i_2.y \\
j_d.x &= i_1.x \cdot j_2.x + j_1.x \cdot j_2.y \\
j_d.y &= i_1.y \cdot j_2.x + j_1.y \cdot j_2.y \\
p_d.x &= i_1.x \cdot p_2.x + j_1.x \cdot p_2.y + p_1.x \\
p_d.y &= i_1.y \cdot p_2.x + j_1.y \cdot p_2.y + p_1.y
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.5: Composición de dos transformaciones arbitrarias.

La multiplicación matricial no es conmutativa, si no que el orden en el que se apliquen las operaciones afectará al resultado final. Por ejemplo, en (Figura 16.14) **(a)**, se ha trasladado el origen y después aplicado una rotación. En (Figura 16.14) **(b)** se ha hecho al contrario,

primero rotar y luego trasladar.

Listado 16.1: Acumulación de transformaciones.

```
// (a) First move, then rotate
T2Df t2d;
t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, 11, 0);
t2d_rotatef(&t2d, &t2d, kBMATH_PIf / 4);

// (b) First rotate, then move
T2Df t2d;
t2d_rotatef(&t2d, kT2D_IDENTf, kBMATH_PIf / 4);
t2d_movef(&t2d, &t2d, 11, 0);
```

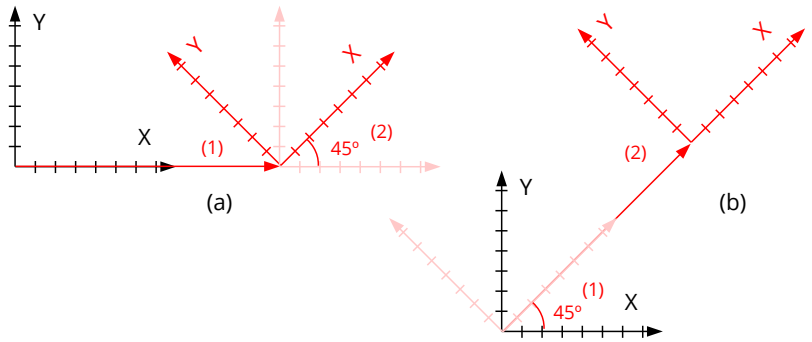


Figura 16.14: Efecto del orden de aplicación de transformaciones.

16.5.3. Descomposición e inversa

Cualquier cadena de traslaciones, rotaciones y escalados define un sistema de referencia afín que puede ser expresado en función de un único desplazamiento, rotación y escalado (Figura 16.15). Podemos "deshacer" dicha transformación y volver al origen mediante la transformación inversa (Listado 16.2).

- Utiliza `t2d_decomposef` para obtener las componentes de una transformación.
- Utiliza `t2d_inversef` para obtener la transformación inversa.

Listado 16.2: Componentes de un sistema de referencia e inversa.

```
T2Df t2d, inv, inv2;
V2Df pos, sc;
real32_t a;

// Transform sequence
t2d_rotatef(&t2d, kT2D_IDENTf, kBMATH_PIf / 4);
t2d_movef(&t2d, &t2d, 11, 0);
t2d_movef(&t2d, &t2d, 10, - 10);
t2d_rotatef(&t2d, &t2d, - kBMATH_PIf / 2);
```

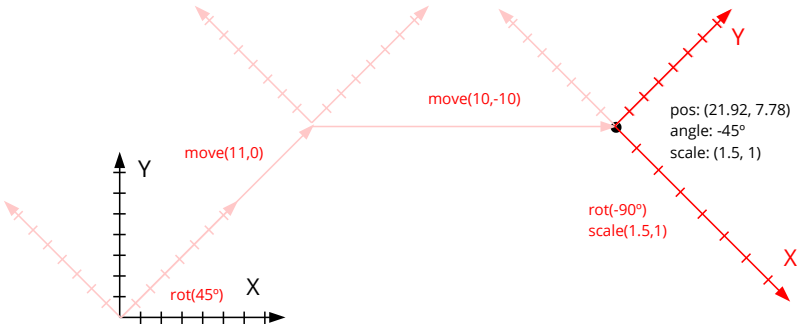


Figura 16.15: Cadena de transformaciones y sistema final.

```
t2d_scalef(&t2d, &t2d, 1.5f, 1);

// Transform components
t2d_decomposef(&t2d, &pos, &a, &sc);

// Transform inverse
t2d_inversef(&inv, &t2d);

// Inverse from components
t2d_scalef(&inv2, kT2D_IDENTf, 1/sc.x, 1/sc.y);
t2d_rotatef(&inv2, &inv2, -a);
t2d_movef(&inv2, &inv2, -pos.x, -pos.y);

// inv == inv2 ('inv' more numerical accurate)
```

16.6. Segmentos 2D

Los segmentos son fragmentos de recta comprendidos entre dos puntos **p0** y **p1** (Figura 16.16). Son las primitivas geométricas más simples, después de los vectores. Definimos el parámetro **t** como la posición normalizada dentro del segmento. Valores entre `0` y `1` corresponderán a puntos internos del segmento, con los límites `t=0` (`p0`) y `t=1` (`p1`). Fuera de este rango tendremos los puntos externos al segmento, pero dentro de la recta que lo contiene. Por ejemplo `t=2` sería el punto pasado `p1` situado a una distancia igual a la longitud del segmento.

- Utiliza `seg2d_lengthf` para obtener la longitud del segmento.
- Utiliza `seg2d_close_paramf` para obtener el valor del parámetro más cercano a un punto determinado.
- Utiliza `seg2d_evalf` para obtener el punto 2D a partir del parámetro.
- Utiliza `seg2d_sqdistf` para obtener la distancia (al cuadrado) entre dos segmentos.

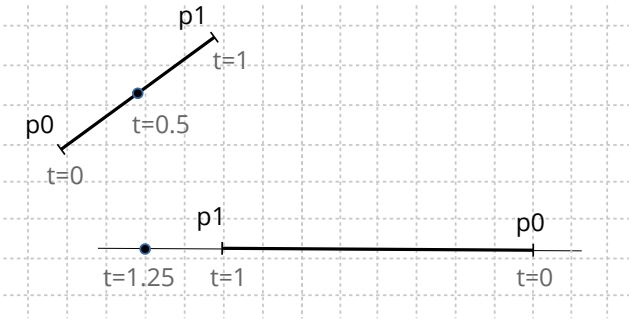


Figura 16.16: Segmentos en el plano.

16.7. Círculos 2D

Los círculos nos permiten agrupar un conjunto de puntos dentro de un mismo volumen contenedor. La detección de colisiones se realizará de manera óptima ya que es el test geométrico que menos operaciones requiere. Dado un conjunto de puntos, podemos calcular el círculo contenedor de varias formas (Figura 16.17) según la precisión y velocidad necesarias.

- Utiliza `cir2d_from_boxf` para obtener el círculo a partir de una caja 2D.
- Utiliza `cir2d_minimumf` para el obtener el círculo de radio mínimo a partir de un conjunto de puntos.
- Utiliza `cir2d_from_pointsf` para obtener el círculo a partir de la media del conjunto. Opción más equilibrada en cuanto a precisión/rendimiento.

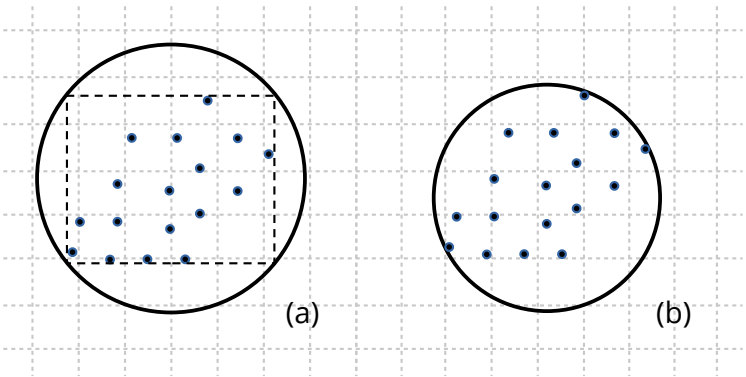


Figura 16.17: Círculo contenedor: A partir de BBox **(a)**. De radio mínimo **(b)**.

16.8. Cajas 2D

Los cajas 2D o *(Axis-Aligned Bounding boxes)* delimitan la zona del plano que ocupan diferentes elementos geométricos (Figura 16.18). Son útiles en la detección de colisiones u operaciones de recortado *(clipping)*, ya que impiden que se dibujen figuras no visibles, mejorando el rendimiento global. También son muy rápidas de computar a partir de un conjunto de puntos.

- Utiliza `box2d_from_pointsf` para crear una caja 2D a partir de un conjunto de puntos.
- Utiliza `box2d_addnf` para cambiar las dimensiones en función de nuevos puntos.
- Utiliza `box2d_segmentsf` para obtener los cuatro segmentos que delimitan la caja.

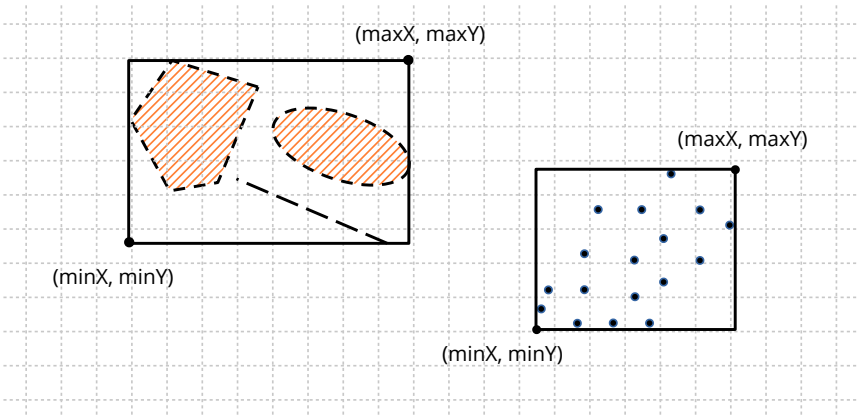


Figura 16.18: Cajas 2D como contenedor de otros objetos.

16.9. Cajas Orientadas 2D

Las cajas orientadas *(Oriented Bounding Box)* son cajas 2D que pueden rotan sobre su centro (Figura 16.19), por lo que ya no estarán alineadas con los ejes. Aquí la detección de colisiones se complica un poco con respecto a las cajas 2D alineadas, a cambio de proporcionar un mejor ajuste ante objetos alargados que puedan girar en el plano.

- Utiliza `obb2d_from_pointsf` para crear una caja orientada a partir de un conjunto de puntos.
- Utiliza `obb2d_from_linef` para crear una caja orientada a partir de un segmento.
- Utiliza `obb2d_transformf` para aplicar una transformación 2D a la caja.
- Utiliza `obb2d_boxf` para obtener la caja alineada que contiene a la caja orientada.

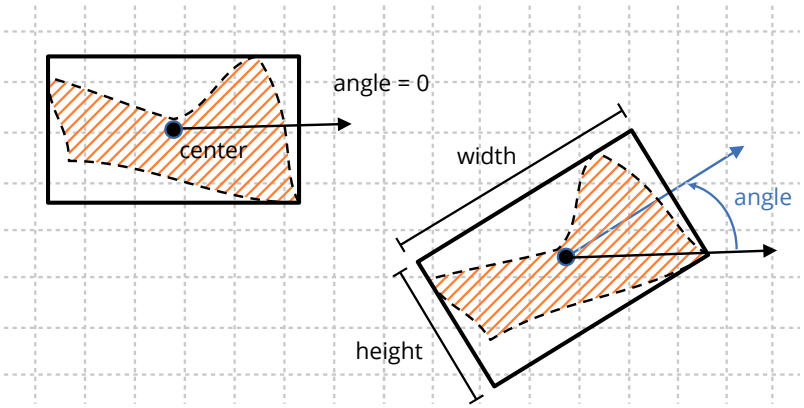


Figura 16.19: Cajas orientadas en 2D.

Podemos obtener parámetros relevantes de un conjunto arbitrario de puntos a partir de la matriz de covarianza (Fórmula 16.6), que geométricamente representa una elipse rotada en el plano y centrada en la media de la distribución (Figura 16.20). Este análisis permite a `obb2d_from_pointsf` calcular la caja 2D asociada a la distribución de una forma bastante aceptable, sin llegar a ser la solución óptima mucho más costosa en términos computacionales.

$$
\begin{aligned}
\Sigma &= \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} \end{bmatrix} \\
\sigma_{xx} &= \frac{1}{N}\left[\sum_{i=1}^{N} {x_i}^2\right] - \mu_x^2 \\
\sigma_{yy} &= \frac{1}{N}\left[\sum_{i=1}^{N} {y_i}^2\right] - \mu_y^2 \\
\sigma_{xy} &= \frac{1}{N}\left[\sum_{i=1}^{N} x_i y_i\right] - \mu_x \mu_y \\
\sigma_{yx} &= \sigma_{xy} \\
\mu_x &= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \\
\mu_y &= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i
\end{aligned}
$$

Fórmula 16.6: Cálculo de la matriz de covarianza.

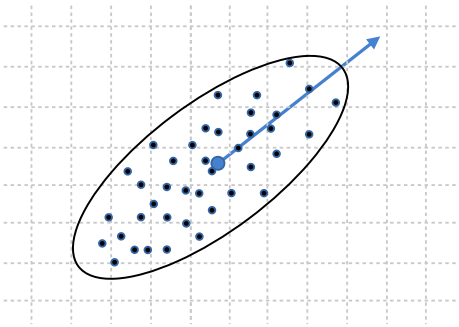


Figura 16.20: La matriz de covarianza representa una elipse rotada en el plano.

Utiliza cajas orientadas (`OBB2Df`) para distribuciones "alargadas" de puntos. En casos redondeados o cuadrados la caja alineada (`Box2Df`) puede proporcionar un volumen de menor área.

16.10. Triángulos 2D

Los triángulos son ampliamente utilizados en geometría computacional, sobre todo a la hora de realizar ciertos cálculos sobre polígonos o superficies. También son la base de la mayoría de APIs gráficas, por lo que en numerosas ocasiones necesitaremos aproximar objetos mediante triángulos. El **centroide** es el punto de equilibrio que se encuentra en la intersección de las medianas (Figura 16.21).

- Utiliza `tri2df` para componer un triángulo.
- Utiliza `tri2d_transformf` para aplicar una transformación.
- Utiliza `tri2d_centroidf` para obtener el centro de masas.
- Utiliza `tri2d_areaf` para calcular el área.

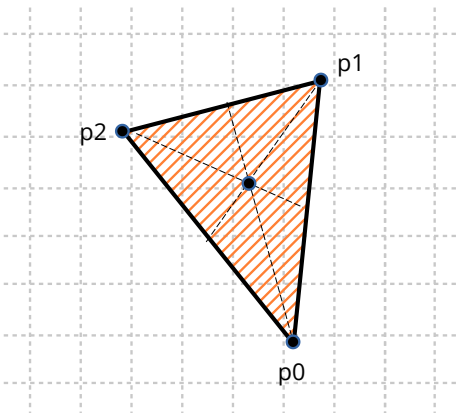


Figura 16.21: Triángulos 2D.

16.11. Polígonos 2D

Los polígonos son figuras ampliamente versátiles, ya que nos permiten definir regiones arbitrarias delimitadas por segmentos rectilíneos. Geom2D soporta los llamados **polígonos simples**, que son aquellos cuyos lados no pueden intersectar entre sí.

- Utiliza `pol2d_createf` para crear un polígono a partir del recorrido que forman sus vértices.
- Utiliza `pol2d_ccwf` para obtener el sentido de giro del recorrido. Ver *"Ángulos CW y CCW"* (Página 266).
- Utiliza `pol2d_transformf` para aplicar una transformación al polígono.
- Utiliza `pol2d_areaf` para obtener el área.
- Utiliza `pol2d_boxf` para obtener los límites del polígono.

Podemos clasificar a los polígonos en tres grandes grupos (Figura 16.22):

- **Convexos:** Los más "deseados" desde el punto de vista de la simplicidad de cálculo. Son aquellos donde cualquier segmento que una dos puntos interiores, queda totalmente dentro del polígono.
- **Cóncavos:** O no convexos. Lo opuesto a lo anterior. Es aquel que tiene un ángulo interior de más de 180 grados.
- **Débiles (Weakly):** Es aquel que presenta agujeros por medio de segmentos "de corte" donde dos vértices son duplicados para permitir el acceso y regreso de cada agujero. Es una forma sencilla de vaciar el interior de regiones sin que sean necesarios múltiples ciclos. El cálculo de áreas y colisiones tendrán en cuenta estas cavidades.

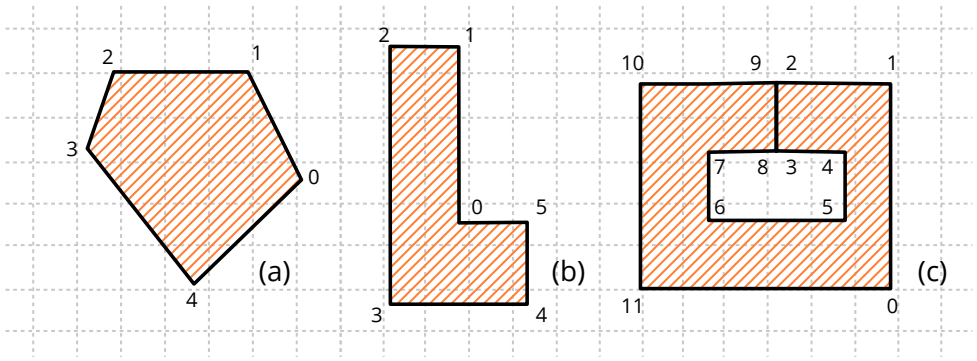


Figura 16.22: Polígonos 2D. (a) Convexo, (b) Cóncavo, (c) Débil. Todos ellos definidos en sentido antihorario *(counter-clockwise)*.

16.11.1. Centro del polígono

Es complicado definir un punto central en una figura tan irregular como puede llegar a ser un polígono. Normalmente interpretaremos como tal el centroide o **centro de masas** pero, en casos no cónvexos, este punto puede localizarse en el exterior del polígono. En tareas de etiquetado se hace necesario disponer de un punto representativo que esté dentro de la figura. Consideramos como **centro visual** a aquel punto dentro del polígono situado a una distancia máxima de cualquier borde (Figura 16.23). En polígonos convexos coincidirá con el centroide.

- Utiliza `pol2d_centroidf` para obtener el centroide del polígono.
- Utiliza `pol2d_visual_centerf` para obtener el centro visual del polígono. Implementa una adaptación del algoritmo **polylabel** del proyecto MapBox[1].

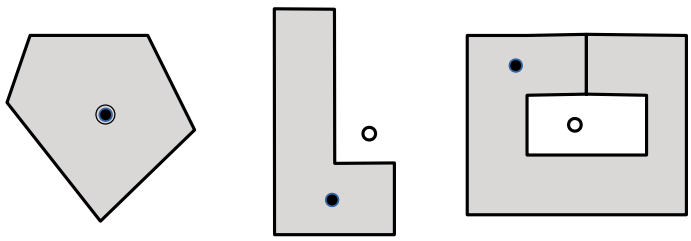


Figura 16.23: Punto "central" de un polígono. Línea: Centroide, Relleno: Centro visual o de etiquetado.

16.11.2. Descomposición de polígonos

Determinados cálculos o tareas de renderizado se pueden optimizar considerablemente si reducimos la complejidad de la geometría a tratar. Descomponer un polígono no es más que obtener una lista de polígonos más simples cuya unión equivale a la figura original (Figura 16.24). Como operación inversa, tendríamos el cálculo de la **envoltura convexa** *Convex Hull*, que es la obtención del polígono convexo que encierra a un conjunto de puntos arbitrarios (Figura 16.25).

- Utiliza `pol2d_trianglesf` para obtener una lista de los triángulos que forman el polígono.
- Utiliza `pol2d_convex_partitionf` para obtener una lista polígonos convexos equivalentes al polígono.
- Utiliza `pol2d_convex_hullf` para crear un polígono convexo que "envuelva" a un conjunto de puntos.

[1] `https://github.com/mapbox/polylabel`

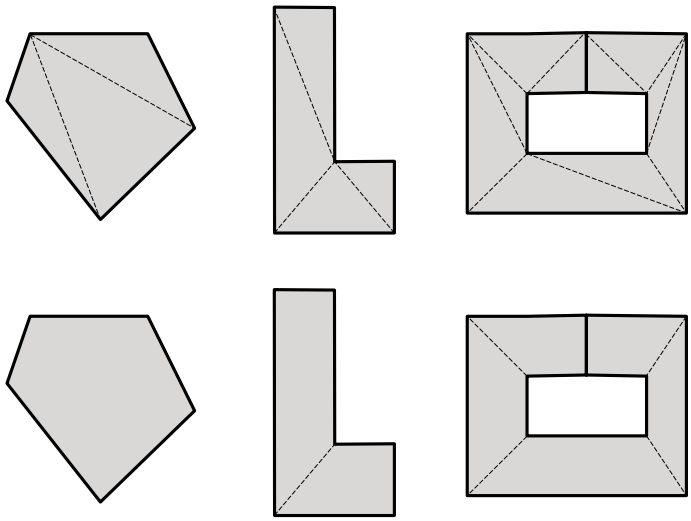


Figura 16.24: Descomposición de un polígono mediante triangulación o componentes convexas.

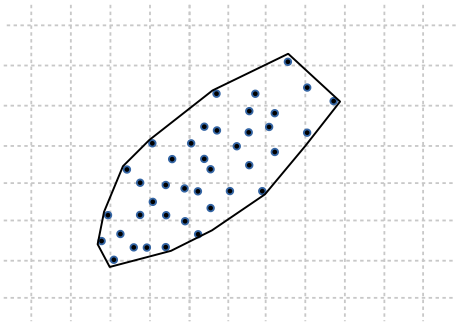


Figura 16.25: Envoltura convexa de un conjunto de puntos.

16.12. Colisiones 2D

La detección de colisiones se encarga de estudiar y desarrollar algoritmos que comprueben si dos objetos geométricos intersectan en algún punto. Como el caso general sería bastante complejo de implementar e ineficiente de evaluar, se definen una serie de **volúmenes de colisión** (Figura 16.26) que encerrarán los conjuntos originales y donde los tests se pueden simplificar notablemente. Al uso de estas formas más elementales normalmente se le conoce como *broad phase collision detection* (Figura 16.27), ya que persigue detectar la "no colisión" lo más rápido posible.

- Utiliza `col2d_poly_obbf` para detectar la colisión entre una caja orientada y un polígono.
- Utiliza `col2d_tri_trif` para detectar la colisión entre dos triángulos.
- Utiliza `col2d_circle_segmentf` para detectar la colisión entre un círculo y un segmento.

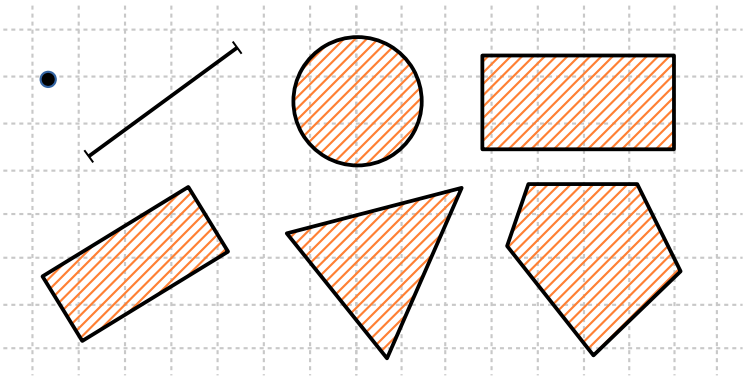


Figura 16.26: Volúmenes de colisión 2D: Punto, segmento, círculo, caja, caja orientada, triángulo y polígono.

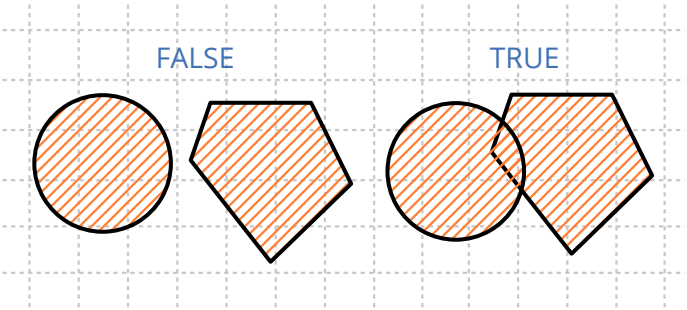


Figura 16.27: Detección de colisiones *broad phase*.

Col2D proporciona funciones para chequear cada par de los volúmenes de colisión presentados con anterioridad. Gran parte de estos métodos utilizan el **Teorema del Eje de Separación** *(Separating Axis Theorem)* (Figura 16.28). Este teorema indica, en esencia, que si es posible encontrar una línea donde las proyecciones de los vértices no intersectan, entonces las figuras no intersectan. En el caso concreto de polígonos convexos, tan solo es necesario evaluar **n líneas**, donde n es el número de lados del polígono.

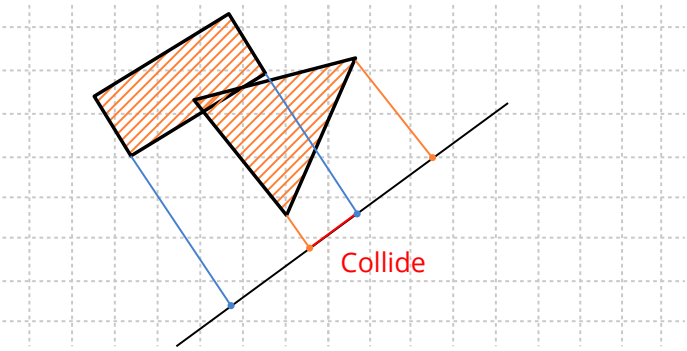


Figura 16.28: Teorema del eje de separación detectando una colisión.

Capítulo 17

Librería Draw2D

17.1 Draw2D **284**
17.2 Contextos 2D **285**
17.2.1 Sistemas de referencia 287
17.2.2 Sistemas cartesianos 290
17.2.3 Antialiasing 291
17.2.4 Pantallas retina 292
17.3 Primitivas de dibujo **293**
17.3.1 Dibujo de líneas 294
17.3.2 Figuras y contornos 295
17.3.3 Gradientes 296
17.3.4 Transformación del gradiente 297
17.3.5 Gradientes en líneas 298
17.3.6 Límites del gradiente 299
17.3.7 Dibujar texto 300
17.3.8 Dibujar imágenes 303
17.3.9 Parámetros por defecto 303
17.4 Dibujo de entidades Geom2D **304**
17.5 Colores **305**
17.5.1 Espacio HSV 306
17.6 Paletas **307**
17.6.1 Paleta predefinida 308
17.7 Pixel Buffer **309**
17.7.1 Formatos de píxel 309
17.7.2 Imágenes procedimentales 310
17.7.3 Copia y conversión 311
17.8 Imágenes **312**
17.8.1 Cargar y visualizar imágenes 313

17.8.2 Generar imágenes 314
17.8.3 Acceso a píxeles 314
17.8.4 Guardar imágenes: Codecs 315
17.9 Fuentes 317
17.9.1 Crear fuentes 317
17.9.2 Fuente del sistema 318
17.9.3 Fuente monoespaciada 319
17.9.4 Estilo de la fuente 320
17.9.5 Tamaño y métricas 320
17.9.6 Tamaño en puntos 321
17.9.7 Ancho de fuente 321
17.9.8 Fuentes Bitmap y Outline 322
17.9.9 Unicode y glifos 323

17.1. Draw2D

La librería *Draw2D* integra toda la funcionalidad necesaria para crear gráficos vectoriales en dos dimensiones. Depende directamente de *Geom2D* (Figura 17.1) y, como veremos más adelante, dibujar no implica disponer de interfaz gráfica en el programa. Es posible generar imágenes utilizando un búfer interno de memoria, sin necesidad de visualizar el resultado en una ventana.

- *"Contextos 2D"* (Página 285).
- *"Primitivas de dibujo"* (Página 293).
- *"Colores"* (Página 305) y *"Paletas"* (Página 307).
- *"Pixel Buffer"* (Página 309) e *"Imágenes"* (Página 312).
- *"Fuentes"* (Página 317).

Esta librería conecta directamente con las tecnologías nativas de cada sistema operativo: **GDI+** en sistemas Windows, **Quartz2D** en macOS y **Cairo** en Linux. En esencia *draw2d* ofrece una interfaz común y ligera con el fin de que el código sea portable, delegando el trabajo final en cada una de ellas. Con esto garantizamos tres cosas:

- Eficiencia: Estas APIs han sido probadas durante años y son mantenidas por los fabricantes de los sistemas.
- Presencia: Están integradas de "serie" en todos los ordenadores, por lo que no se requiere instalar software adicional.

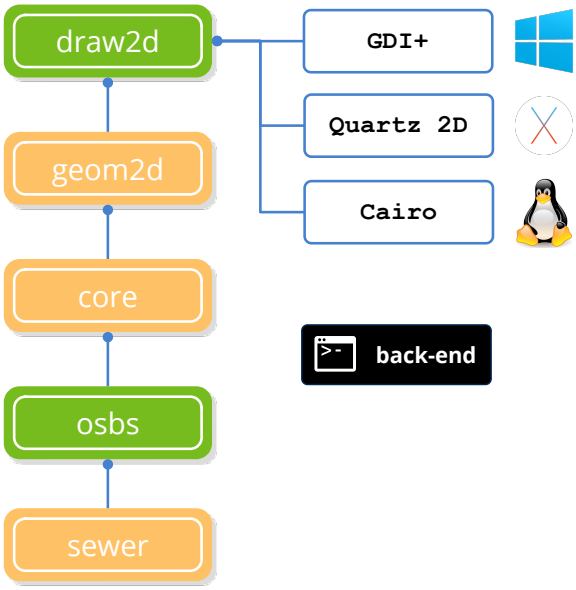


Figura 17.1: Dependencias de *draw2d*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

- Rendimiento: Los programas son más pequeños ya que no requieren enlazar con rutinas especiales para el manejo de gráficos, tipografías o imágenes.

17.2. Contextos 2D

Los gráficos vectoriales se componen a base de primitivas básicas tales como líneas, círculos, texto, etc, utilizando el algoritmo del pintor (Figura 17.2): Las operaciones entrantes se superponen o solapan a las ya existentes. El resultado se va almacenando en un búfer intermedio conocido como *canvas* o *surface*. Esta superficie de dibujo forma parte de un objeto denominado **contexto** que también mantiene ciertos parámetros relacionados con el aspecto de las primitivas: Colores, atributos de línea, sistema de referencia, gradientes, etc.

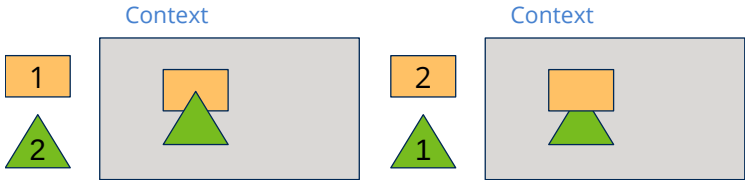


Figura 17.2: Algoritmo del pintor. Los nuevos objetos solaparán a los ya existentes.

Una de las ventajas de trabajar con formas paramétricas, es que pueden realizarse escalados de la imagen sin perdida de calidad (Figura 17.3). Esto es debido a que la conversión a píxeles, proceso denominado rasterización (Figura 17.4), se realiza en tiempo

real y se ajusta constantemente al cambio de los vectores. En imágenes bitmap, un aumento de tamaño tiene asociada una pérdida de calidad.

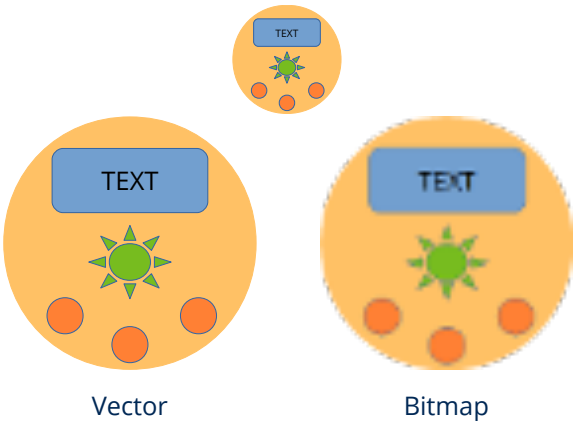


Figura 17.3: Escalado vectorial y escalado bitmap.

Figura 17.4: Rasterización de un círculo.

Draw2D permite trabajar con dos tipos de contextos (Figura 17.5).

- Contexto ventana. El destino será un área dentro de la interfaz de usuario gestionada por un control `View`. Este control mantiene su propio contexto de dibujo y lo envía "listo para usar" a través del evento `EvDraw` (Listado 17.1).

Listado 17.1: Dibujar en una ventana.

```
static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);

    draw_clear(p->ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_fill_color(p->ctx, color_rgb(0, 128, 0));
    draw_rect(p->ctx, ekFILL, 100, 100, 200, 100);
    draw_fill_color(p->ctx, color_rgb(0, 0, 255));
    draw_circle(p->ctx, ekFILL, 450, 150, 75);
}

View *view = view_create();
view_size(view, s2df(600, 400));
view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
```

- Contexto imagen. Aquí los comandos de dibujo se volcarán directamente en memoria para, posteriormente, obtener una imagen con el resultado final (Listado 17.2).

Listado 17.2: Dibujar en una imagen.

```
static i_draw(void)
{
    Image *image = NULL;
    DCtx *ctx = dctx_bitmap(600, 400, ekRGBA32);

    draw_clear(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_fill_color(ctx, color_rgb(0, 128, 0));
    draw_rect(ctx, ekFILL, 100, 100, 200, 100);
    draw_fill_color(ctx, color_rgb(0, 0, 255));
    draw_circle(ctx, ekFILL, 450, 150, 75);

    image = dctx_image(&ctx);
    image_to_file(image, "drawing.png", NULL);
    image_destroy(&image);
}
```

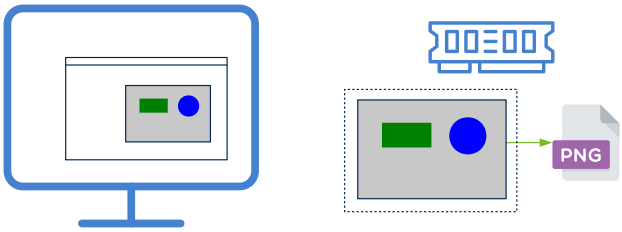


Figura 17.5: Contextos ventana e imagen.

Como podemos observar viendo el código, el dibujo propiamente dicho se realiza de la misma manera, lo único que cambia es como hemos obtenido el contexto (`DCtx`). Esto permite que podamos escribir rutinas gráficas genéricas sin preocuparnos sobre cual será el destino del resultado final. En el ejemplo *DrawImg*[1] tienes un desarrollo práctico paso a paso del uso de contextos. Las imágenes que acompañan el resto del capítulo han sido obtenidas de dicha aplicación.

Debido a que no es imperativo disponer de una ventana para dibujar, Draw2d puede utilizarse en aplicaciones de consola para componer o editar imágenes de forma automatizada.

17.2.1. Sistemas de referencia

El origen de coordenadas del dibujo se sitúa en la esquina superior izquierda (Figura 17.6). Las **X** positivas se desplazan hacia la izquierda y las **Y** positivas hacia abajo. Las

[1] `https://nappgui.com/es/howto/drawimg.html`

unidades se miden en píxeles (o puntos en *"Pantallas retina"* (Página 292)). Por ejemplo, el comando:

```
draw_circle(ctx, ekSKFILL, 300, 200, 100);
```

dibujará un círculo de 100 píxeles de radio cuyo centro se encuentra a 300 píxeles a la izquierda y 200 píxeles hacia abajo del origen. A este sistema inicial se le denomina **identidad** ya que todavía no ha sido manipulado, como veremos a continuación.

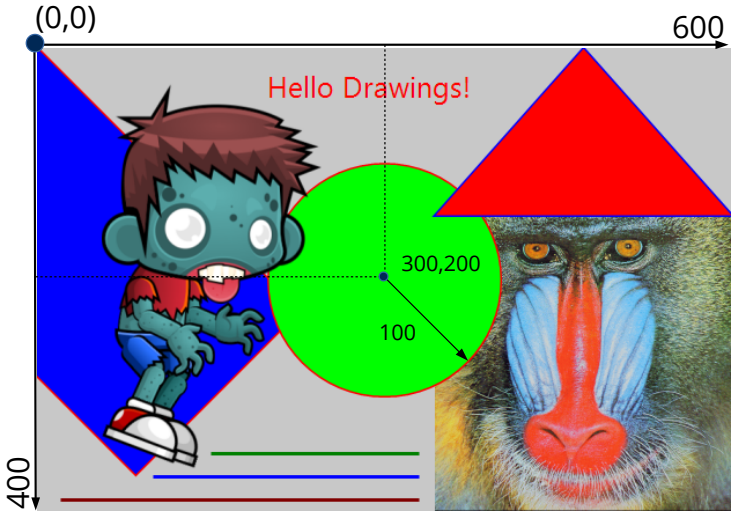


Figura 17.6: Sistema de referencia **identidad** en contextos 2D.

Aunque la escala inicial esté en píxeles, debemos desterrar la idea de que estamos manipulando directamente píxeles al dibujar. Los contextos de dibujo utilizan coordenadas en punto flotante. Por ejemplo, dibujar una línea entre los puntos (0.23, 1.432) y (-45.29, 12.6756) es perfectamente válido. Las transformaciones y el antialiasing pueden alterar ligeramente la posición o el grosor de ciertas líneas. Tampoco debemos esperar resultados "idénticos" a nivel de píxel al migrar las aplicaciones a diferentes plataformas, ya que cada sistema utiliza sus propios algoritmos de rasterización. Debemos pensar que estamos dibujando en el plano real. Para manipular directamente los píxeles de una imagen, consulta "Pixel Buffer" (Página 309).

Este sistema de referencia inicial se puede manipular mediante *"Transformaciones 2D"* (Página 268). Las transformaciones más comunes en gráficos son: Traslaciones (Figura 17.7), Rotaciones (Figura 17.8) y Escalados (Figura 17.9).

- `draw_matrixf` cambiará el sistema de referencia del contexto.

Listado 17.3: Traslación del origen de coordenadas 100 unidades en ambas direcciones.

```
T2Df t2d;
t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, 100, 100);
draw_matrixf(ctx, &t2d);
i_draw(...);
```

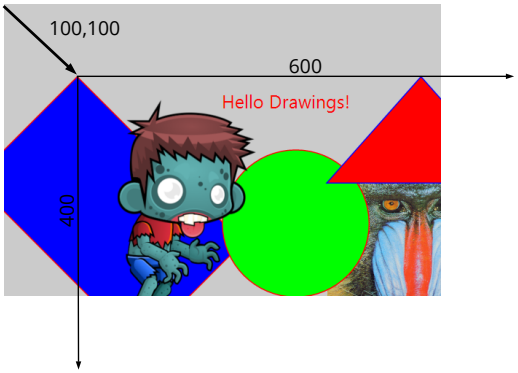


Figura 17.7: Traslación (Listado 17.3).

Listado 17.4: Rotación del origen de coordenadas 15 grados.

```
T2Df t2d;
t2d_rotatef(&t2d, kT2D_IDENTf, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
draw_matrixf(ctx, &t2d);
i_draw(...);
```

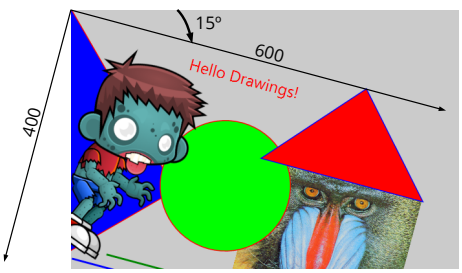


Figura 17.8: Rotación (Listado 17.4).

Listado 17.5: Escalado, reducción del tamaño a la mitad.

```
T2Df t2d;
t2d_scalef(&t2d, kT2D_IDENTf, .5f, .5f);
draw_matrixf(ctx, &t2d);
i_draw(...);
```

Las transformaciones se pueden acumular, pero debemos tener presente que no son operaciones conmutativas, sino que el orden en que se aplican influirá en el resultado final. Por ejemplo en (Figura 17.10) observamos que el dibujo se ha desplazado `(100, 50)` píxeles, en lugar de los `(200, 100)`, debido a que la traslación está afectada por el escalado previo. Más detalles en *"Composición de transformaciones"* (Página 271).

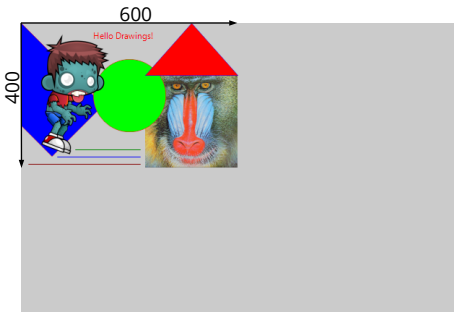


Figura 17.9: Escalado (Listado 17.5).

Listado 17.6: Composición de transformaciones.

```
T2Df t2d;
t2d_scalef(&t2d, kT2D_IDENTf, .5f, .5f);
t2d_movef(&t2d, &t2d, 200, 100);
t2d_rotatef(&t2d, &t2d, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
draw_matrixf(ctx, &t2d);
i_draw(...);
```

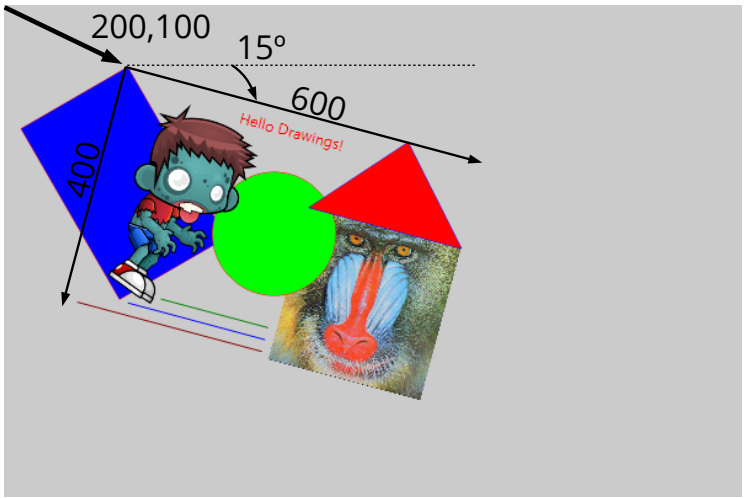


Figura 17.10: Composición de transformaciones (Listado 17.6).

17.2.2. Sistemas cartesianos

Existe una dicotomía al dibujar en 2D: Por un lado, tradicionalmente los sistemas de escritorio y las imágenes digitales sitúan el origen de coordenadas en la esquina superior izquierda con el eje Y creciendo hacia abajo (Figura 17.11). Por otro lado, los sistemas cartesianos utilizados en geometría lo sitúan en la esquina inferior izquierda, con Y creciendo hacia arriba. Esto genera un dilema sobre si un sistema es mejor que otro.

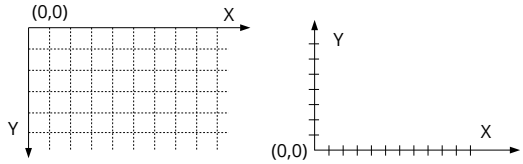


Figura 17.11: Sistema 2D en monitores (izquierda) y cartesiano (derecha).

La respuesta es claramente no. Incluso, en el mismo dibujo, es posible que necesitemos combinar ambos en función del elemento que estemos tratando. Para textos e imágenes, el sistema de pantalla es más intuitivo ya que reproduce el papel o lienzo del mundo físico. Para funciones matemáticas, gráficos de barras, planos y otros aspectos relacionados con el mundo técnico, el cartesiano resulta mucho más cómodo y natural.

- `draw_matrix_cartesianf` establece el sistema de referencia del contexto en coordenadas cartesianas. En (Figura 17.12) hemos utilizado un sistema cartesiano de 6x4 unidades mapeado sobre una ventana de 600x400 píxeles.

Listado 17.7: Dibujo en coordenadas cartesianas.

```
T2Df t2d;
draw_line_color(ctx, color_rgb(255, 0, 0));
draw_line_width(ctx, .03);
draw_fill_color(ctx, color_rgb(0, 0, 255));
t2d_scalef(&t2d, kT2D_IDENTf, 100, 100);
draw_matrix_cartesianf(ctx, &t2d);
draw_rect(ctx, ekSKFILL, 1.5f, .1f, 1, 2);
draw_line_color(ctx, color_rgb(0, 128, 0));
draw_line(ctx, 0, 0, 1.5f, 2.1f);
```

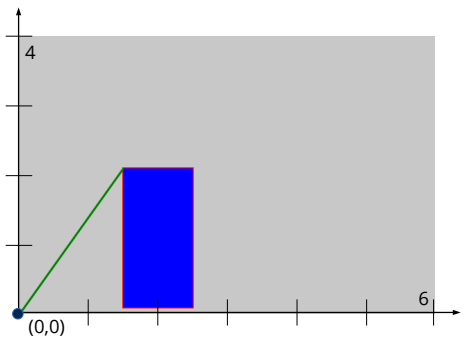


Figura 17.12: Coordenadas cartesianas (Listado 17.7).

17.2.3. Antialiasing

Dada la naturaleza discreta de los monitores e imágenes digitales, se produce un efecto de escalonado (dientes de sierra) al transformar las primitivas vectoriales a píxeles (Figura 17.13). Este efecto se hace menos perceptible a medida que aumenta la resolución de la imagen, pero aún así el "pixelado" sigue estando patente. El **antialiasing**, es una

técnica que reduce este efecto de escalón variando ligeramente los colores de los píxeles en el entorno cercano a las líneas y contornos (Figura 17.14). Con esto se consigue engañar al ojo humano difuminando los bordes y generando imágenes de mayor calidad visual. Como contrapartida tenemos el coste en el rendimiento de aplicarlo, aunque hace años que los cálculos relativos al antialiasing se realizan directamente en hardware (Figura 17.15), por lo que el impacto será mínimo.

- `draw_antialias` permite activar o desactivar los cálculos del antialiasing.

Figura 17.13: Antialiasing desactivado.

Figura 17.14: Antialiasing activado.

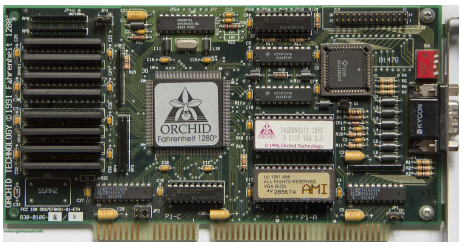


Figura 17.15: Orchid Fahrenheit 1280 (1992). Una de las primeras tarjetas que incorporaban aceleración gráfica 2d.

17.2.4. Pantallas retina

Al final del 2014 Apple presentó su nueva línea iMac con *Retina Display* de alta resolución (5120x2880). Normalmente, estos monitores trabajan en modo **escalado** (2560x1440) lo que permite tener píxeles de doble densidad (Figura 17.16). Apple diferencia entre **puntos** en pantalla, que son los que realmente manipula la aplicación y los píxeles físicos. Por

lo tanto, nuestra ventana de 600x400 realmente tendrá 1200x800 píxeles en ordenadores Retina, aunque la aplicación seguirá "viendo" solo 600x400 puntos. El sistema operativo realiza la conversión de forma transparente. De hecho, no tenemos que hacer nada para adaptar nuestro código, ya que funcionará de la misma forma tanto en iMac normales como en los equipados con monitores Retina.

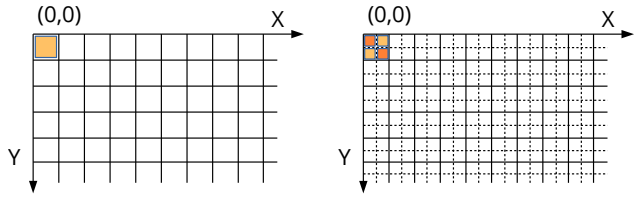


Figura 17.16: Píxeles de doble densidad en *Retina Display* (derecha).

Esta doble densidad la aprovechará el rasterizador para generar imágenes de mayor calidad al disponer de más píxeles en el mismo área de pantalla. En (Figura 17.17) y (Figura 17.18) vemos la calidad extra que aportan estos modelos de monitor.

Figura 17.17: Monitor normal (con antialiasing).

Figura 17.18: *Retina Display* (con antialiasing).

17.3. Primitivas de dibujo

A la hora de dibujar en contextos 2D disponemos de una serie de formas elementales tales como líneas, figuras, texto e imágenes. En *DrawHello*[2] tienes el código fuente de la

[2] `https://nappgui.com/es/howto/drawhello.html`

aplicación que nos acompañará a lo largo de esta sección.

17.3.1. Dibujo de líneas

La operación más elemental es dibujar una recta entre dos puntos. En contextos 2d las líneas son objetos sólidos y no una mera hilera de píxeles. Pensemos que estamos utilizando rotuladores de punta gruesa, donde la línea teórica permanecerá siempre en el centro del trazo (Figura 17.19). Podemos cambiar la forma de las terminaciones (linecap), de las uniones (linejoin) y establecer un patrón para líneas discontinuas.

- `draw_line` dibujará una línea.
- `draw_polyline` dibujará varias líneas conectadas.
- `draw_arc` dibujará un arco.
- `draw_bezier` dibujará una curva de Bézier de grado 3 (cúbica).
- `draw_line_color` establecerá el color de línea.
- `draw_line_width` establecerá el ancho de línea.
- `draw_line_cap` establecerá el estilo de los extremos.
- `draw_line_join` establecerá el estilo de las uniones.
- `draw_line_dash` establecerá un patrón de puntos para líneas discontinuas.

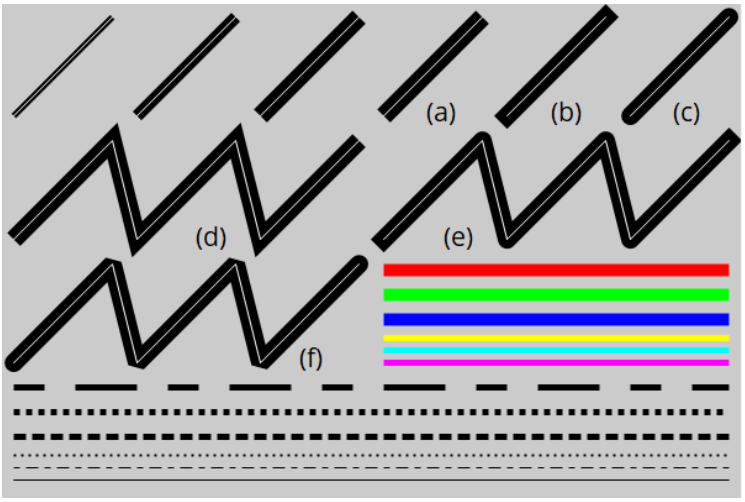


Figura 17.19: Diferentes estilos línea. **(a)** `ekLCFLAT`. **(b)** `ekLCSQUARE`. **(c)** `ekLCROUND`. **(d)** `ekLJMITER`. **(e)** `ekLJROUND`. **(f)** `ekLJBEVEL`. Los patrones: [5, 5, 10, 5], [1, 1], [2, 1], [1, 2], [5, 5, 10, 5], NULL.

17.3.2. Figuras y contornos

Para dibujar figuras o áreas cerradas tenemos varios comandos. Como vemos en (Figura 17.20) podemos dibujar el contorno de la figura, su interior o ambos. Para el contorno se tendrá en cuenta el estilo de línea establecido según hemos visto en el apartado anterior.

- `draw_rect` para rectángulos.
- `draw_rndrect` para rectángulos con bordes redondeados.
- `draw_circle` para círculos.
- `draw_ellipse` para elipses.
- `draw_polygon` para polígonos.
- `draw_fill_color` establece el color de relleno de regiones.

Listado 17.8: Dibujo de figuras (contornos y/o rellenos).

```
draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
draw_rect(ctx, ekSTROKE, 10, 10, 110, 75);
draw_rndrect(ctx, ekFILL, 140, 10, 110, 75, 20);
draw_circle(ctx, ekSKFILL, 312, 50, 40);
draw_ellipse(ctx, ekFILLSK, 430, 50, 55, 37);
```

Como ya vimos en *"Contextos 2D"* (Página 285), el orden en que se efectúan las operaciones importa. No es lo mismo rellenar y luego dibujar el contorno que viceversa. El centro del trazo coincidirá con el contorno teórico de la figura.

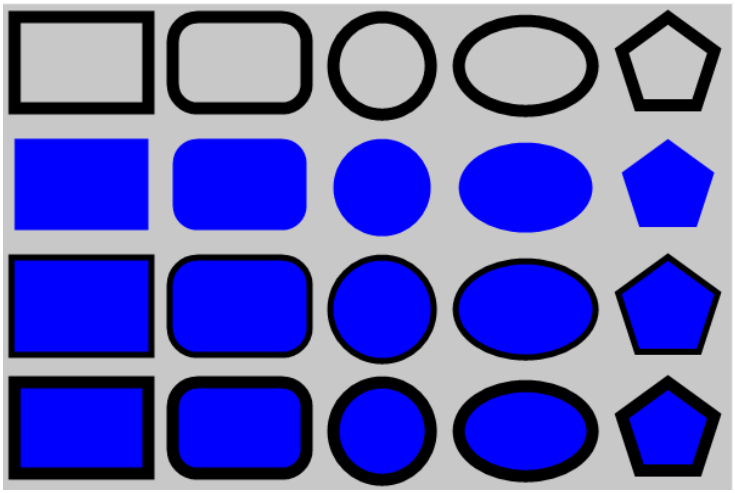


Figura 17.20: Solo contorno `ekSTROKE`. Solo relleno `ekFILL`. Primero contorno, después relleno `ekSKFILL`. Primero relleno, después contorno `ekFILLSK`.

17.3.3. Gradientes

Los gradientes permiten rellenar regiones utilizando un degradado en lugar de un color sólido (Figura 17.21). Se definen varios colores base y su posición relativa a lo largo de un vector. Las posiciones [0, 1] corresponden a los extremos y los valores dentro de este rango a las posibles paradas intermedias. Cada línea perpendicular al vector delimita un color uniforme que se extenderá indefinidamente hasta alcanzar los límites de la figura a rellenar.

- Utiliza `draw_fill_linear` para activar el relleno con degradados.
- Utiliza `draw_fill_color` para volver al relleno de color sólido.

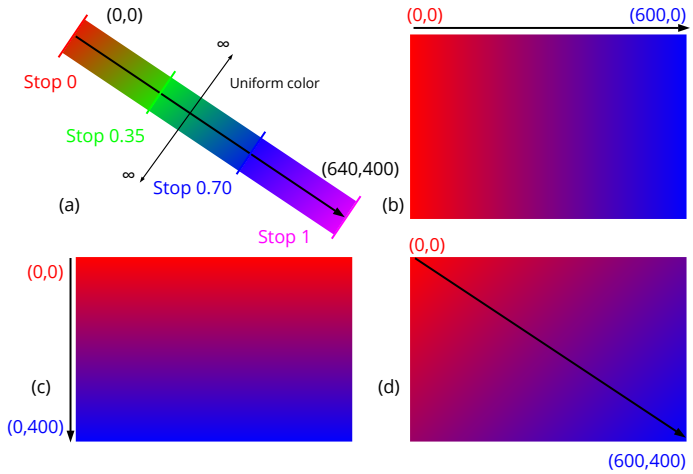


Figura 17.21: Gradientes lineales. El color se interpola a lo largo de un vector.

Listado 17.9: Definición de los gradientes de (Figura 17.21).

```
// (a) Gradient
color_t color[4];
real32_t stop[4] = {0, .35f, .7f, 1};
color[0] = color_rgb(255, 0, 0);
color[1] = color_rgb(0, 255, 0);
color[2] = color_rgb(0, 0, 255);
color[3] = color_rgb(255, 0, 255);
draw_fill_linear(ctx, color, stop, 4, 0, 0, 600, 400);

// (b) Gradient
color_t color[2];
real32_t stop[2] = {0, 1};
color[0] = color_rgb(255, 0, 0);
color[1] = color_rgb(0, 0, 255);
draw_fill_linear(ctx, color, stop, 2, 0, 0, 600, 0);

// (c) Gradient
color_t color[2];
real32_t stop[2] = {0, 1};
```

```
color[0] = color_rgb(255, 0, 0);
color[1] = color_rgb(0, 0, 255);
draw_fill_linear(ctx, color, stop, 2, 0, 0, 0, 400);

// (d) Gradient
color_t color[2];
real32_t stop[2] = {0, 1};
color[0] = color_rgb(255, 0, 0);
color[1] = color_rgb(0, 0, 255);
draw_fill_linear(ctx, color, stop, 2, 0, 0, 600, 400);
```

17.3.4. Transformación del gradiente

Dado que el gradiente se define mediante un vector, es posible establecer una transformación que cambie la forma en la que es aplicado. Esta matriz es totalmente independiente a la que se aplica a las primitivas de dibujo `draw_matrixf`, como vimos en *"Sistemas de referencia"* (Página 287).

- Utiliza `draw_fill_matrix` para establecer la transformación del gradiente. Con esto podemos conseguir varios efectos:
- **Gradiente global:** El degradado se aplicará de forma global al fondo, y las figuras serán recortes del mismo patrón (Figura 17.22). Para ello estableceremos la matriz identidad como transformación del gradiente (Listado 17.10). Es la definida por defecto.

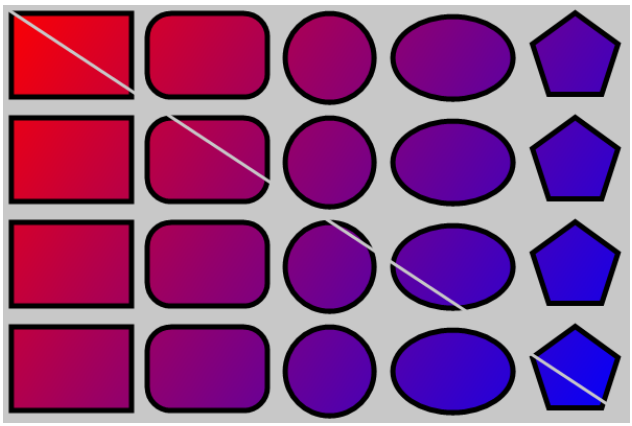


Figura 17.22: Gradiente global. No se pierde la continuidad entre figuras.

Listado 17.10: Matriz del gradiente para todo el dibujo.

```
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, 600, 400);
draw_fill_matrix(ctx, kT2D_IDENTf);
i_draw_shapes(ctx);
```

- **Gradiente local:** El vector es trasladado al origen de la figura o a un punto de su entorno cercano (Figura 17.23). Con esto, conseguiremos aplicar el degradado de forma local y que solo afecte a una figura concreta. En (Listado 17.11) hemos variado ligeramente la transformación para fijar el origen en una esquina y no en el centro de la elipse. Esto puede variar en función del efecto deseado.

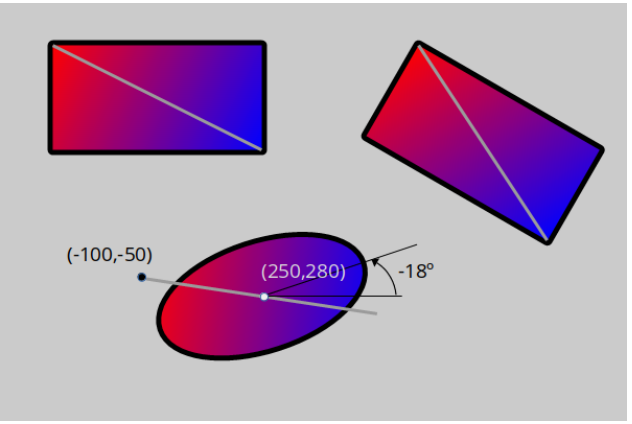


Figura 17.23: Gradiente local. El origen se sitúa en la figura.

Listado 17.11: Matriz del gradiente para la elipse de (Figura 17.23).

```
T2Df t2d;
t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, 250, 280);
t2d_rotatef(&t2d, &t2d, - kBMATH_PIf / 10);
draw_matrixf(ctx, &t2d);      // Geometry matrix
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, 200, 100);
t2d_movef(&t2d, &t2d, -100, -50);
draw_fill_matrix(ctx, &t2d); // Gradient matrix
draw_ellipse(ctx, ekSKFILL, 0, 0, 100, 50);
```

17.3.5. Gradientes en líneas

Además del relleno de regiones, los gradientes también pueden aplicarse a líneas y contornos (Figura 17.24) (Listado 17.12).

- Utiliza `draw_line_fill` para dibujar las líneas con el patrón de relleno actual.
- Utiliza `draw_line_color` para volver al color sólido.

Listado 17.12: Gradientes en líneas.

```
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, 600, 400);
draw_fill_matrix(ctx, kT2D_IDENTf);
draw_line_fill(ctx);
draw_bezier(ctx, 30, 200, 140, 60, 440, 120, 570, 200);
```

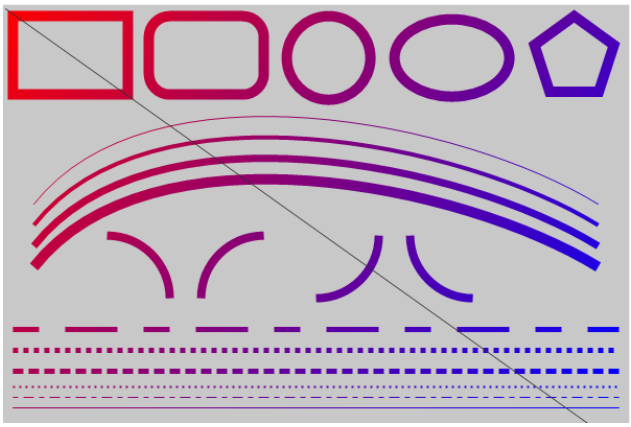


Figura 17.24: Dibujo de líneas utilizando gradientes.

17.3.6. Límites del gradiente

Como hemos comentado, el relleno de color se extenderá de manera uniforme e indefinida por todas las líneas perpendiculares al vector, pero... ¿Que ocurre fuera de los límites de este vector? En (Listado 17.13) (Figura 17.25) el gradiente se ha definido en x=[200, 400], siendo esta medida inferior a la figura a rellenar:

- Utiliza `draw_fill_wrap` para definir el comportamiento fuera de límites.
- `ekFCLAMP` se utiliza el valor del extremo como constante en el área exterior.
- `ekFTILE` se repite el patrón de color.
- `ekFFLIP` se repite el patrón, pero invirtiendo el sentido.

Listado 17.13: Color uniforme fuera de los límites del gradiente (Figura 17.25) **(a)**.

```
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 200, 0, 400, 0);
draw_fill_wrap(ctx, ekFCLAMP);
draw_rect(ctx, ekFILLSK, 50, 25, 500, 100);
```

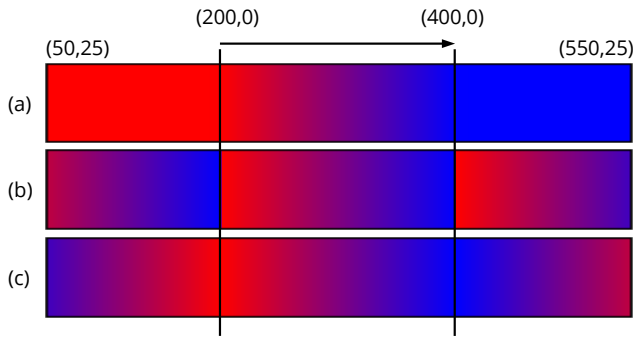


Figura 17.25: Comportamiento en los límites: **(a)** `ekFCLAMP`, **(b)** `ekFTILE`, **(c)** `ekFFLIP`.

17.3.7. Dibujar texto

El renderizado del texto es la parte más importante de la interfaz de usuario. Antiguamente, se utilizaban pequeños *bitmaps* con la imagen de cada carácter, pero a principios de los 90 entraron en juego las fuentes vectoriales basadas en curvas de Bezier. La gran cantidad de tipografías, el inmenso juego de carácteres *"Unicode"* (Página 163) y la posibilidad de escalar, rotar, o maquetar el texto en párrafos supuso un gran reto técnico en aquellos años. Afortunadamente, toda esta casuística está ampliamente resuelta por las APIs de los sistemas operativos modernos, lo que nos permite proporcionar una interfaz simplificada para añadir texto a nuestros dibujos.

- Utiliza `draw_text` para dibujar textos en contextos 2D.
- Utiliza `draw_text_color` para establecer el color del texto.
- Utiliza `draw_font` para establecer la fuente tipográfica.
- Utiliza `draw_text_width` para establecer el ancho máximo de un bloque de texto.
- Utiliza `draw_text_trim` par indicar como será cortado el texto.
- Utiliza `draw_text_align` para establecer la alineación de un bloque de texto.
- Utiliza `draw_text_halign` para establecer la alineación interna del texto.
- Utiliza `draw_text_extents` para obtener el tamaño de un bloque de texto.

Para dibujar textos de una sola línea, tan solo debemos llamar a la función pertinente, pasando una cadena UTF8 (Listado 17.14) (Figura 17.26). Previamente, podemos asignar la fuente, el color y su alineación.

Listado 17.14: Dibujo de una línea de texto.

```
Font *font = font_system(20, 0);
draw_font(ctx, font);
draw_text_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
draw_text(ctx, "Text □□Κείμενο ", 25, 25);
```

Si la cadena a visualizar tiene saltos de línea (carácter '\n') se tendrán en cuenta y el texto se mostrará en varias líneas (Listado 17.15) (Figura 17.27). También es posible obtener su medida en píxeles, útil para evitar solapamientos con otras primitivs.

Listado 17.15: Dibujo de textos con saltos de línea.

```
const char_t *text = "Text new line\□□□□n\Γραμμήη κειμένου";
real32_t w, h;
draw_text(ctx, text, 25, 25);
draw_text_extents(ctx, text, -1, &w, &h);
```

Figura 17.26: Textos de una sola línea, con alineación y transformaciones.

Figura 17.27: Textos con carácter '\n'.

Si el texto no contiene saltos de línea, se dibujará de forma contínua expandiéndose horizontalmente. Esto puede no ser lo más apropiado en párrafos largos, por lo que podemos establecer un ancho máximo, forzando su dibujo en varias líneas (Listado 17.16) (Figura 17.28).

Listado 17.16: Anchura máxima y alineación interna en bloques de texto.

```
const char_t *text = "Lorem ipsum dolor sit amet...consequat";
draw_text_width(ctx, 200);
draw_text_halign(ctx, ekLEFT);
draw_text(ctx, text, 25, 25);
draw_text_extents(ctx, text, 200, &w, &h);
```

Por último, podemos utilizar `draw_text_path` para tratar al texto como cualquier otra región geométrica, resaltando el borde o rellenando con gradientes. En este caso `draw_text_color` no tendrá efecto y se utilizarán los valores de `draw_fill_color`, `draw_fill_linear` y `draw_line_color` (Listado 17.17) (Figura 17.29).

Listado 17.17: Texto con borde punteado y relleno con gradiente.

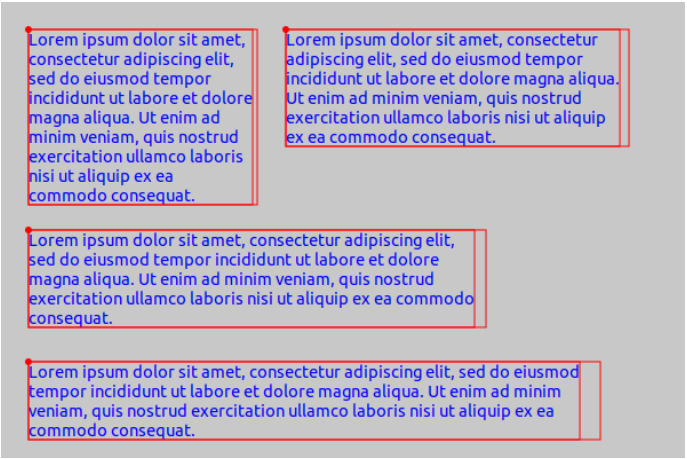


Figura 17.28: Párrafos de texto con límite de anchura. Se muestra la anchura máxima y la real obtenida con `draw_text_extents`.

```
color_t c[2];
real32_t stop[2] = {0, 1};
real32_t dash[2] = {1, 1};
c[0] = kCOLOR_BLUE;
c[1] = kCOLOR_RED;
draw_line_dash(ctx, dash, 2);
draw_line_color(ctx, kCOLOR_GREEN);
draw_text_extents(ctx, "Gradient dashed text", -1, &w, &h);
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 25, 0, 25 + w, 0);
draw_text_path(ctx, ekFILLSK, "Gradient dashed text", 25, 250);
```

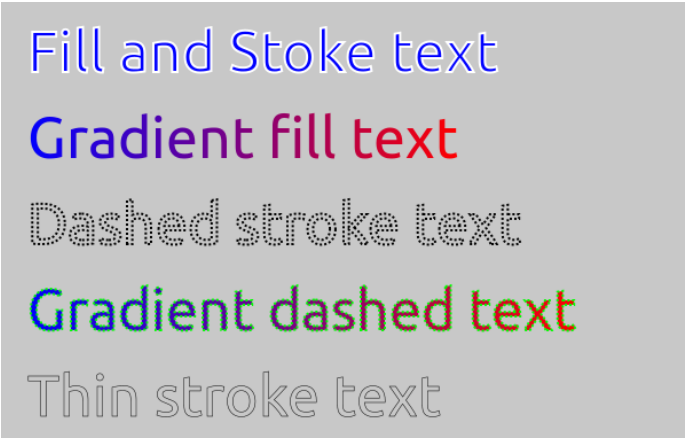


Figura 17.29: Combinando rellenos y bordes.

`draw_text` es mucho más rápida que `draw_text_path`, por lo que debemos limitar el uso de esta última a lo estrictamente necesario.

17.3.8. Dibujar imágenes

Imágenes generadas de forma procedimental o leídas desde disco pueden utilizarse como una primitiva de dibujo más (Listado 17.18) (Figura 17.30). Al igual que ocurre con el texto u otras figuras, la transformación del contexto afectará a la geometría de la imagen.

- Utiliza `draw_image` para dibujar una imagen.
- Utiliza `draw_image_frame` para dibujar una secuencia de una animación (GIF).
- Utiliza `draw_image_align` para establecer la alineación de la imagen.

Listado 17.18: Dibujo de imagen desplazada y rotada.

```
const Image *image = image_from_resource(pack, IMAGE_JPG);
T2Df t2d;
t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, 300, 200);
t2d_rotatef(&t2d, &t2d, kBMATH_PIf / 8);
draw_image_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
draw_matrixf(ctx, &t2d);
draw_image(ctx, image, 0, 0);
```

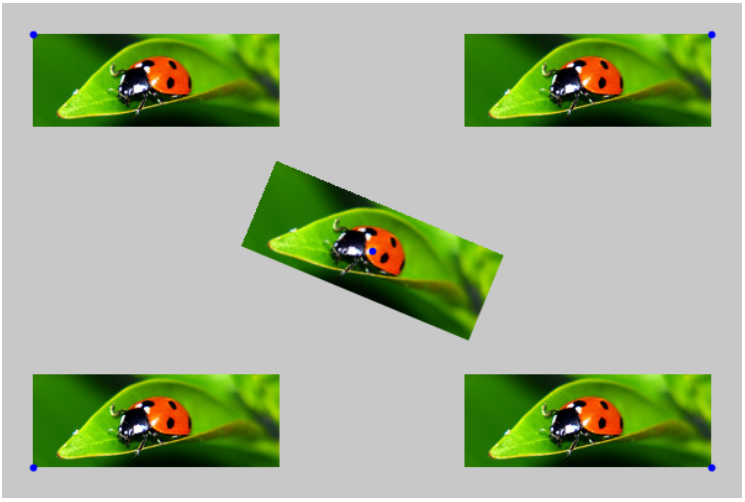


Figura 17.30: Dibujo de imágenes con alineación.

17.3.9. Parámetros por defecto

Cada contexto mantiene ciertos parámetros de estado. Al comienzo del dibujo, bien mediante el método `OnDraw` o tras crear el contexto con `dctx_bitmap` los valores por defecto son los mostrados en (Tabla 17.1):

Parámetro	Valor	Cambiar con
Matrix	Identidad (0,0) Esquina Sup-Izq, píxeles.	`draw_matrixf`
Antialiasing	`TRUE`	`draw_antialias`
LineColor	`kCOLOR_BLACK`	`draw_line_color`
LineWidth	1	`draw_line_width`
Linecap	`ekLCFLAT`	`draw_line_cap`
Linejoin	`ekLJMITER`	`draw_line_join`
LineDash	Sólido	`draw_line_dash`
TextColor	`kCOLOR_BLACK`	`draw_text_color`
FillColor	`kCOLOR_BLACK`	`draw_fill_color`
FillMatrix	Identidad (0,0) Esquina Sup-Izq, píxeles.	`draw_fill_matrix`
Font	Fuente del sistema, tamaño regular.	`draw_font`
Text max width	-1 (no limitado)	`draw_text_width`
Text vertical align	`ekLEFT`	`draw_text_align`
Text horizontal align	`ekTOP`	`draw_text_align`
Text internal align	`ekLEFT`	`draw_text_halign`
Image vertical align	`ekLEFT`	`draw_image_align`
Image horizontal align	`ekTOP`	`draw_image_align`

Tabla 17.1: Valores por defecto en contextos 2D.

17.4. Dibujo de entidades Geom2D

En la sección anterior hemos visto las primitivas básicas para dibujar en 2D. No obstante, *Draw2D* dispone de funciones especializadas para los objetos de *"Geom2D"* (Página 263). Estas nuevas funciones serían totalmente prescindibles, ya que podrías obtener el mismo resultado utilizando `draw_rect`, `draw_polygon`, etc. Se incluyen como un mero atajo, además de ofrecer una versión de las mismas basadas en *"Plantillas matemáticas"* (Página 53), muy útiles al desarrollar algoritmos genéricos en C++. Las propiedades de línea y relleno serán las que estén vigentes en cada momento dentro del contexto, debido a: `draw_line_color`, `draw_line_width`, `draw_fill_color`, etc.

- Utiliza `draw_v2df` para dibujar un punto.
- Utiliza `draw_seg2df` para dibujar un segmento.

- Utiliza `draw_r2df` para dibujar un rectángulo.
- Utiliza `draw_cir2df` para dibujar un círculo.
- Utiliza `draw_box2df` para dibujar una caja alineada.
- Utiliza `draw_obb2df` para dibujar una caja orientada.
- Utiliza `draw_tri2df` para dibujar un triángulo.
- Utiliza `draw_pol2df` para dibujar un polígono.

Un ejemplo completo del uso de entidades 2D lo tienes en *Col2DHello*[3] (Figura 17.31). Además de dibujar, en esta aplicación se muestran otros conceptos referentes a gráficos y cálculo geométrico tales como:

- Crear objetos 2D bajo demanda.
- Interactividad *Click+Drag*.
- Detección de colisiones.
- Cálculo de áreas.
- Triangulación de polígonos y descomposición en componentes convexas.
- Cálculo del círculo óptimo que envuelve a un conjunto de puntos.
- Cálculo de la caja orientada (`OBB2Df`) que mejor representa a un conjunto de puntos.
- Cálculo de la envoltura convexa *(Convex Hull)*.

17.5. Colores

Los colores en Draw2D se codifican mediante un entero de 32 bits con los cuatro canales RGBA en Little-Endian: El rojo en el byte 0, verde en el 1, azul en el 2 y alfa (o transparencia) en el 3 (Figura 17.32). Se utiliza el alias `color_t` como equivalencia a `uint32_t`. En el caso particular de que el byte 3 sea igual a 0 (totalmente transparente), los tres primeros bytes no contendrán información RGB, sino un índice a un color predefinido.

- Utiliza `color_rgba` para crear un color mediante sus componentes RGBA.
- Utiliza `color_get_rgba` para obtener las componentes RGBA.
- Utiliza `color_html` para traducir una cadena en formato HTML (`"#RRGGBB"`).
- Utiliza `kCOLOR_BLACK` y similares para acceder a colores básicos predefinidos.

[3] `https://nappgui.com/es/howto/col2dhello.html`

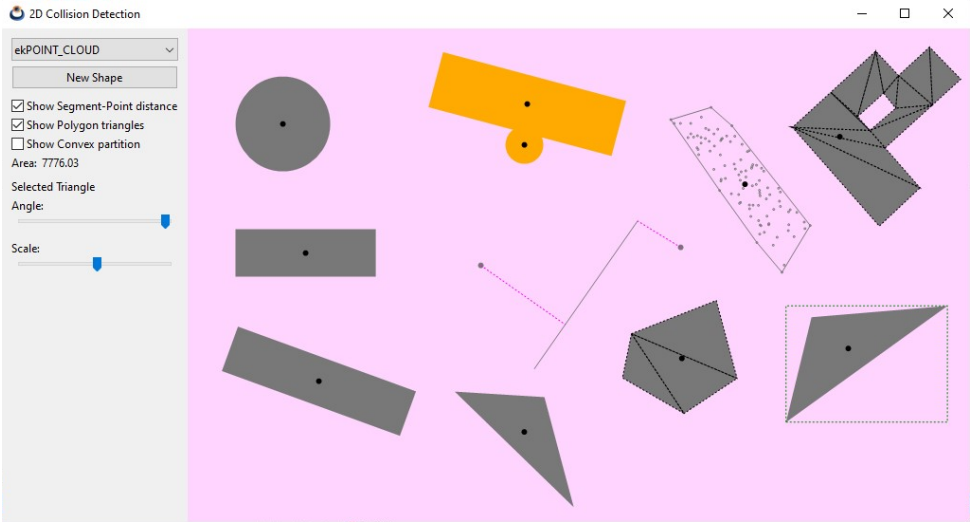


Figura 17.31: Aplicación *Col2dHello*, que ilustra como trabajar con geometría 2D.

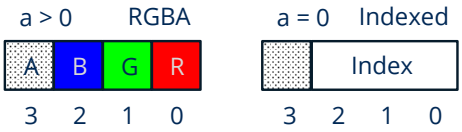


Figura 17.32: Representación de un valor RGBA en 32 bits.

17.5.1. Espacio HSV

La representación RGB se basa en la adición de los tres colores de luz primarios. Es la más extendida dentro de la generación de imágenes por computador sobre todo a la hora de calcular sombreados y reflexiones. También se utiliza en TV, monitores o proyectores donde cada pixel se obtiene combinado la luz de tres emisores. No obstante, es muy poco intuitiva para la edición de colores por parte de los humanos. Por ejemplo, dado un color en RGB, es muy complicado aumentar el brillo o variar el tono (entre rojo y naranja, por ejemplo) manipulando la tripleta (r, g, b). El espacio HSV (*Hue*, *Saturation*, *Value*) también llamado HSB (*Brightness*) soluciona este problema, ya que el efecto de alterar este grupo de valores será altamente predecible (Figura 17.33).

- Utiliza `color_hsbf` para crear un color RGB a partir de sus componentes **H**, **S**, **B**.
- Utiliza `color_to_hsbf` para obtener las componentes **H**, **S**, **B**.
- **Hue (Tono):** Valor continuo cíclico entre 0 y 1. Donde `0`=Rojo, `1/3`=Verde, `2/3`=Azul, `1`=Rojo (Tabla 17.2).
- **Saturación:** Es equivalente a añadir pintura blanca al tono base. Cuando `S=1` no se añade nada de blanco (saturación máxima, color puro). Pero si `S=0` tendremos un blanco puro, independientemente del tono.

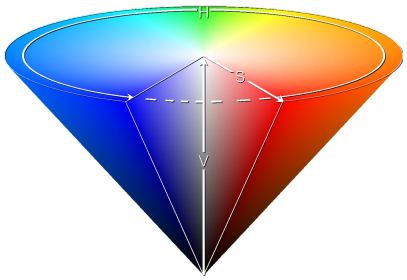


Figura 17.33: Espacio HSV representado por un cono invertido. A medida que se reduzca V, también lo hará la cantidad de colores disponibles.

- **Brillo:** Es equivalente a añadir pintura negra a la combinación `HS`. Si `B=1` no se añade nada de negro (brillo máximo). Si `B=0` tendremos un negro puro, independientemente del tono y la saturación.

RGB			HSV
(0,0,0)		`kCOLOR_BLACK`	(?,?,0)
(1,1,1)		`kCOLOR_WHITE`	(?,0,1)
(1,0,0)		`kCOLOR_RED`	(0,1,1)
(1,1,0)		`kCOLOR_YELLOW`	(1/6,1,1)
(0,1,0)		`kCOLOR_GREEN`	(1/3,1,1)
(0,1,1)		`kCOLOR_CYAN`	(1/2,1,1)
(0,0,1)		`kCOLOR_BLUE`	(2/3,1,1)
(1,0,1)		`kCOLOR_MAGENTA`	(5/6,1,1)

Tabla 17.2: Equivalencia RGB/HSV.

Al contrario que ocurre en RGB, los HSV no son totalmente independientes. A medida que reduzcamos el brillo irá disminuyendo la cantidad de colores del mismo tono hasta llegar a `B=0` donde tendremos negro puro independientemente de H y S. Por otro lado, si `S=0` se anulará H y tendremos los diferentes tonos de gris a medida que cambie B desde 0 (negro) hasta 1 (blanco).

17.6. Paletas

Una paleta no es más que una lista de colores indexada (Figura 17.34), generalmente relacionada con un *"Pixel Buffer"* (Página 309). Su principal utilidad es ahorrar espacio en la representación de imágenes, ya que cada pixel se codifica mediante un índice de 1, 2, 4 u 8 bits en lugar del color real donde son necesarios 24 o 32 bits. Por esta razón lo habitual es tener paletas de 2, 4, 16 o 256 colores.

- Utiliza `palette_create` para crear una paleta.
- Utiliza `palette_colors` para acceder a los colores.

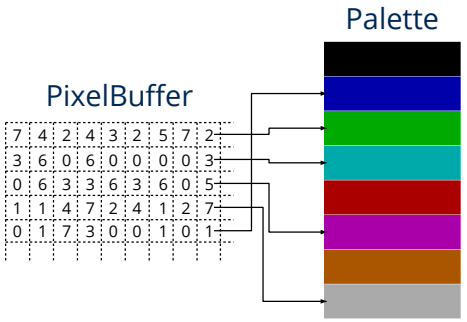


Figura 17.34: Paleta asociada con un pixel buffer indexado.

17.6.1. Paleta predefinida

Tenemos varias paletas predefinidas tanto en color (Figura 17.35) como en tonos de gris (Figura 17.36). La paleta RGB8 se ha creado combinando 8 tonos de rojo (3bits), 8 tonos de verde (3bits) y 4 tonos de azul (2bits). Esto es así porque el ojo humano distingue mucho menos la variación del azul que de los otros dos colores.

- Utiliza `palette_ega4` para crear una paleta predefinida de 16 colores.
- Utiliza `palette_rgb8` para crear una paleta de 256 colores.
- Utiliza `palette_gray4` y similares para crear una paleta en tonos de gris.
- Utiliza `palette_binary` para una paleta de dos colores.

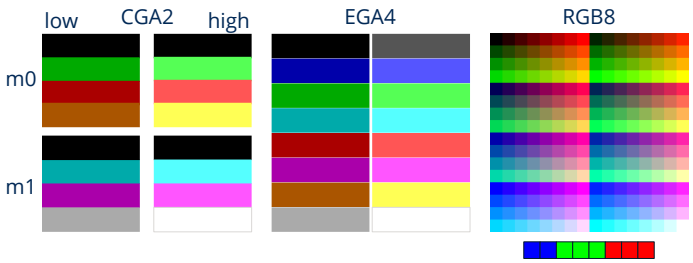


Figura 17.35: Paletas de color predefinidas.

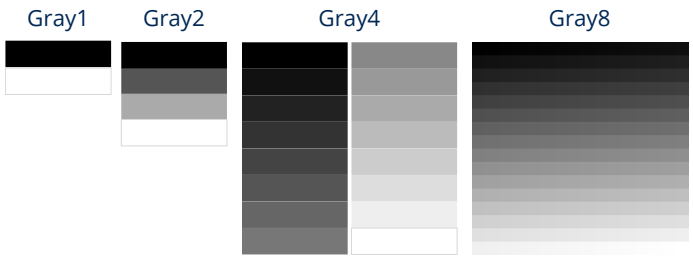


Figura 17.36: Paletas de gris predefinidas.

17.7. Pixel Buffer

Un **pixel buffer** (`Pixbuf`) es una área de memoria que representa una rejilla discreta de puntos de color. Permiten el acceso directo a la información pero no están optimizados para el dibujo en pantalla, por lo que deberemos crear un objeto `Image` para poder visualizarlos. Son muy eficientes para la generación procedimental de imágenes o la aplicación de filtros, ya que leer o escribir un valor no requiere más que acceder a su posición dentro del búfer.

- Utiliza `pixbuf_create` para crear un píxel búfer.
- Utiliza `pixbuf_trim` para recortar un píxel búfer.
- Utiliza `pixbuf_width` para obtener la anchura de la rejilla.
- Utiliza `pixbuf_height` para obtener la altura de la rejilla.

Todas las operaciones sobre pixel buffers se realizan en la CPU. Son eficientes en la medida que accedemos directamente a memoria, pero no se pueden comparar con alternativas que utilicen la GPU para el procesamiento digital de imágenes.

17.7.1. Formatos de píxel

El formato hace referencia a como se codifica el valor de cada píxel dentro del búfer (Tabla 17.3) (Figura 17.37).

- Utiliza `pixbuf_format` para obtener el formato del píxel.
- Utiliza `pixbuf_format_bpp` para obtener el número de bits queridos por cada píxel.

Valor	Descripción
`ekRGB24`	*True color* +16 Millones simultáneos, 24 bits por píxel.
`ekRGBA32`	*True color* con canal alpha (transparencias), 32 bits por píxel.
`ekGRAY8`	256 tonos de gris, 8 bits por píxel.
`ekINDEX1`	Indexado, 1 bit por pixel.
`ekINDEX2`	Indexado, 2 bits por pixel.
`ekINDEX4`	Indexado, 4 bits por pixel.
`ekINDEX8`	Indexado, 8 bits por pixel.

Tabla 17.3: Formatos de pixel.

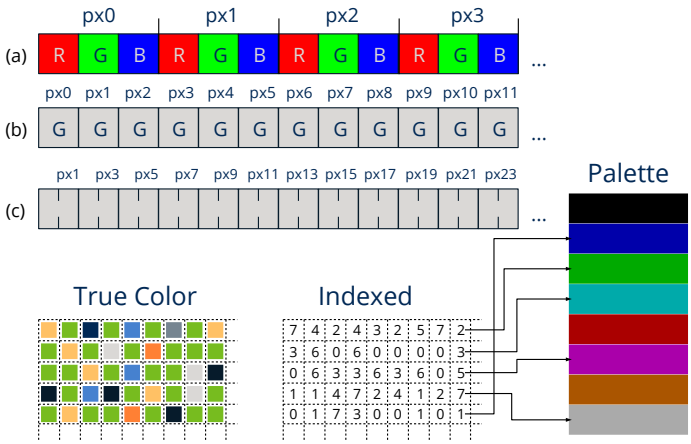


Figura 17.37: Formatos de píxel: **(a)** Color real, **(b)** tonos de gris, **(c)** indexados.

17.7.2. Imágenes procedimentales

Una forma de "rellenar" los buffers es mediante algoritmos que calculen el valor de cada píxel. Un claro ejemplo de imágen procedimental lo puedes encontrar en *Fractals*[4] (Figura 17.38), una aplicación enfocada en la representación de conjuntos fractales, un área de la matemática dedicada al estudio de determinados sistemas dinámicos.

- Utiliza `pixbuf_data` para obtener un puntero al contenido del búfer.
- Utiliza `pixbuf_set` para escribir el valor de un píxel.
- Utiliza `pixbuf_get` para leer el valor de un píxel.

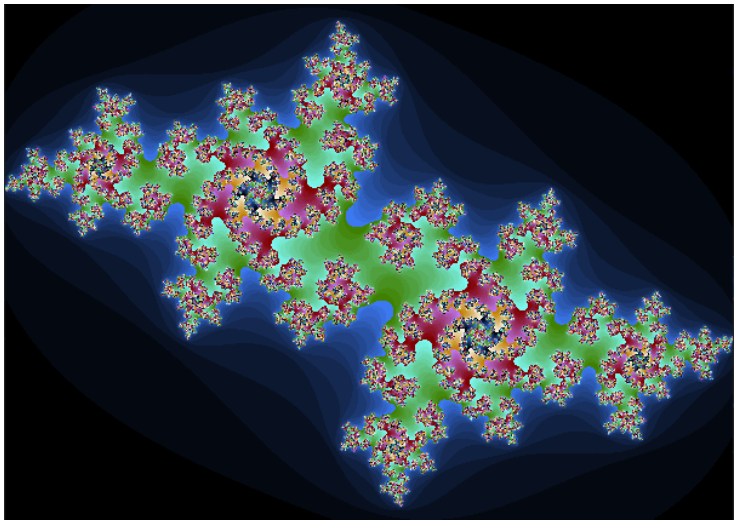


Figura 17.38: Conjunto de Julia. Imagen generada píxel a píxel mediante algoritmos fractales.

[4] `https://nappgui.com/es/demo/fractals.html`

Si bien `pixbuf_set` y `pixbuf_get` permiten la manipulación segura de píxeles, en ocasiones puede ser necesario obtener un extra en cuanto a rendimiento se refiere. En (Listado 17.19) tenemos algunas macros para el acceso directo al área de memoria devuelta por `pixbuf_data`. Utilizalas con sumo cuidado y sabiendo lo que haces, ya que no disponen de métodos de control de errores, por lo que es probable que se produzcan fallos de segmentación si no se usan correctamente.

Listado 17.19: Macros rápidas para la manipulación de un búfer tipo `ekINDEX1` (1 bit por pixel).

```
#define pixbuf_get1(data, x, y, w)\
    (uint32_t)((data[((y)*(w)+(x))/8] >> (byte_t)(((y)*(w)+(x))%8)) & 1)

#define pixbuf_set1(data, x, y, w, v)\
{\
    byte_t *__ob = data + (((y)*(w))+(x))/8;\
    byte_t __op = (byte_t)((((y)*(w))+(x))%8);\
    *__ob &= ~(1 << __op);\
    *__ob |= ((v) << __op);\
}
```

17.7.3. Copia y conversión

Durante el procesamiento digital de una imagen es posible que tengamos que encadenar varias operaciones, por lo que será de utilidad poder realizar copias de los búfer o conversiones de formato.

- Utiliza `pixbuf_copy` para realizar una copia.
- Utiliza `pixbuf_convert` para convertir entre formatos (Tabla 17.4).

Desde	Hacia	Observaciones
RGB24	RGB32	Se añade canal alfa con el valor 255
RGB32	RGB24	Se elimina el canal alfa con posible pérdida de información.
RGB(A)	Gray	Se ponderan los canales RGB a razón de 77/255, 148/255, 30/255. Se pierde el canal alfa.
Gray	RGB(A)	Se duplican los canales RGB(gray, gray, gray). Canal alfa a 255.
RGB(A)	Indexed	Se calcula la menor distancia entre cada píxel y la paleta. Posible pérdida de información.
Indexed	RGB(A)	Se utilizará la paleta para obtener cada valor RGBA.
Indexed	Indexed	Si el destino tiene menor número de bits, se aplicará $out = in \,\%\, bpp$ con posible pérdida de información.

Desde	Hacia	Observaciones
Gray	Indexed	El formato Gray8 se considerará indexado a todos los efectos.
Indexed	Gray	El formato Gray8 se considerará indexado a todos los efectos.

Tabla 17.4: Conversión entre formatos.

17.8. Imágenes

Existe una estrecha relación entre los pixel búfer y las imágenes. Si bien los primeros contienen la información de color "en crudo", las segundas son objetos vinculados directamente con la API gráfica de cada sistema, lo que permite dibujarlas en contextos 2d o visualizarlas en una ventana (Figura 17.39).

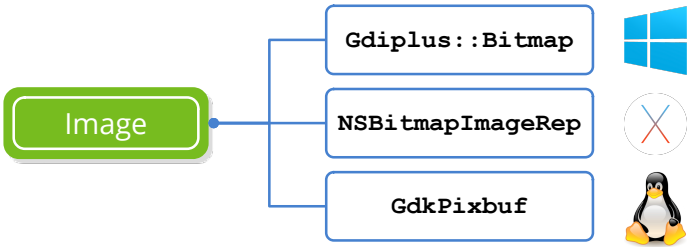


Figura 17.39: Los objetos `Image` tienen una vinculación directa con las APIs gráficas, mientras que los `Pixbuf` no.

La estructura de una imagen digital, también llamada *bitmap* o *raster graphics*, es la misma que la de un píxel búfer. Tenemos una rejilla discreta de puntos de color caracterizada por su resolución (ancho, alto) y profundidad, que es la cantidad de bits necesaria para codificar cada pixel (Figura 17.40). Las imágenes *bitmap* funcionan mejor para captar instantáneas del mundo real, donde es prácticamente imposible describir la escena mediante primitivas geométricas, como vimos en *"Primitivas de dibujo"* (Página 293). Como contrapartida, al estar compuesta por puntos discretos, no se comporta bien ante los cambios de tamaño donde sufrirá una pérdida de calidad.

Figura 17.40: A la izquierda imagen de 64x64 píxeles y 16 colores. A la derecha 256x256 píxeles y 16 millones de colores.

17.8.1. Cargar y visualizar imágenes

En la mayoría de ocasiones, lo único que necesitaremos saber sobre imágenes será como leerlas de disco u otro origen de datos para, posteriormente, visualizarlas en pantalla como parte de la interfaz de usuario (Listado 17.20) (Figura 17.41). Consideramos que las imágenes están almacenadas en alguno de los formatos estándar: JPG, PNG, BMP o GIF.

Listado 17.20: Carga y visualización de imágenes.

```
Image *img = image_from_file("lenna.jpg", NULL);
Image *icon = image_from_resource(pack, ekCANCEL);
...
imageview_image(view, img);
button_image(button, icon);
```

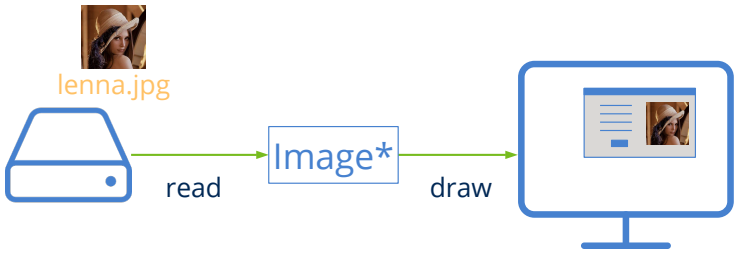


Figura 17.41: Uso elemental de imágenes en la interfaz de usuario.

- Utiliza `image_from_file` para cargar una imagen de disco.
- Utiliza `image_from_data` para crear una imagen desde un búfer de memoria.
- Utiliza `image_from_resource` para obtener una imagen de un paquete de recursos.
- Utiliza `image_read` para crear una imagen a partir de *"Streams"* (Página 238).
- En la demo *UrlImg*[5] tienes un ejemplo de como descargarlas desde un servidor Web.

Una vez cargado el objeto imagen en memoria, disponemos de varias formas de visualizarlo:

- Utiliza `draw_image` para dibujar una imagen en un contexto 2d.
- Utiliza `imageview_image` para asignar una imagen a una vista. Este control soporta animaciones GIF.
- Utiliza `button_image` para asignar una imagen a un botón.
- Utiliza `popup_add_elem` para asignar un texto e icono a una lista desplegable.

[5] `https://nappgui.com/es/howto/urlimg.html`

17.8.2. Generar imágenes

Como ya vimos en *"Contextos 2D"* (Página 285), si fuera necesario podemos crear nuestras propias imágenes a partir de comandos de dibujo para, posteriormente, mostrarlas en la interfaz (Figura 17.42) o guardarlas en disco.

- Utiliza `dctx_image` para crear una imagen a partir de un contexto 2d.

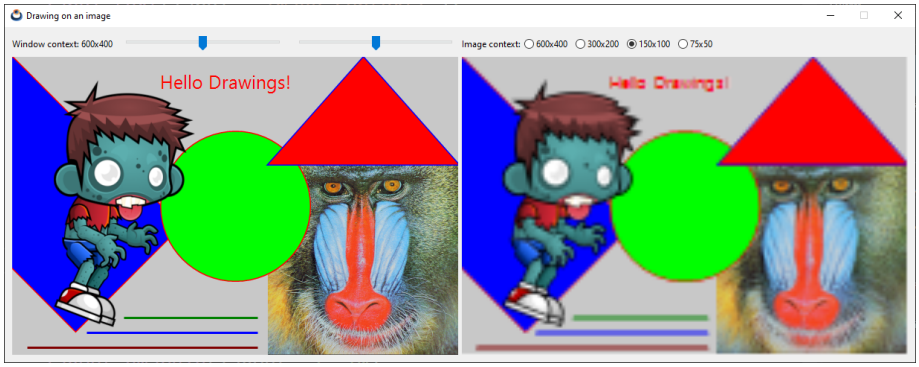


Figura 17.42: Imagen generada mediante comandos de dibujo (a la derecha).

17.8.3. Acceso a píxeles

Las imágenes son **objetos inmutables** optimizados para el dibujo recurrente en pantalla, por lo que se permiten ciertas licencias, tanto en la organización interna de la información de color como en la gestión de posibles copias. Por este motivo **no es posible manipular directamente los píxeles**, sino que debemos acceder a ellos mediante un *"Pixel Buffer"* (Página 309).

- Utiliza `image_from_pixels` para crear una imagen a partir de puntos.
- Utiliza `image_from_pixbuf` para crear una imagen a partir de un pixel búfer.
- Utiliza `image_pixels` para obtener un búfer con los píxeles de la imagen.
- Utiliza `image_width` para obtener la anchura.
- Utiliza `image_height` para obtener la altura.
- Utiliza `image_format` para obtener el formato de píxel.

Documentación técnica de Apple: "Treat NSImage and its image representations as immutable objects. The goal of NSImage is to provide an efficient way to display images on the target canvas. Avoid manipulating the data of an image representation directly, especially if there are alternatives to manipulating the data, such as compositing the image and some other content into a new image object."

Los **pixel buffers** nos permiten de una forma óptima manipular el contenido de la imagen. Para visualizar el resultado o almacenarlo en cualquiera de los formatos soportados, deberemos crear una nueva imagen (Figura 17.43).

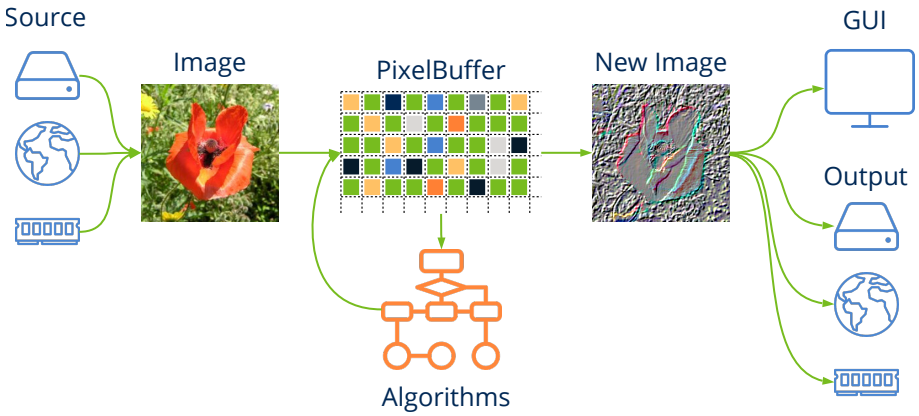


Figura 17.43: Proceso de edición de imágenes.

17.8.4. Guardar imágenes: Codecs

Uno de los mayores problemas que presentan las imágenes digitales es la gran cantidad de memoria que ocupan. Una imagen de tan solo 1024x768 píxeles y 32bits de color necesita 3 megabytes de memoria. Puede que no parezca mucho, pero a finales de los años 80 esto suponía un gran handicap ya que la memoria era muy cara y las transmisiones muy lentas. Por esto se idearon varios sistemas de codificación (compresión) que reducían la cantidad de memoria necesaria y que se consolidaron con el auge de Internet (Figura 17.44).

- Utiliza `image_get_codec` para obtener el *codec* asociado a la imagen.
- Utiliza `image_codec` para cambiar el *codec* asociado a la imagen.
- Utiliza `image_to_file` para guardarla en disco.
- Utiliza `image_write` para escribirla en un `Stream`.

Figura 17.44: Formatos de imagen soportados por NAppGUI.

Draw2D no soporta de forma nativa otros formatos diferentes a los mencionados. En caso necesario, deberás encontrar la forma de crear un `Pixbuf` a partir de los datos específicos de tu formato, con el fin de integrar dichas imágenes en la interfaz de usuario.

- **JPEG:** *Joint Photographic Experts Group* es un formato con una muy buena tasa de compresión basada en la Transformada de Fourier. Ideal para captar instantáneas del mundo real, aunque restará algo de calidad a la captura original (compresión con pérdida).
- **PNG:** *Portable Network Graphics* surgió como respuesta a los problemas legales con el formato GIF. Soporta compresión LZ77/Deflate sin pérdida y formatos de píxel indexado. Ideal para esquemas, gráficos o imágenes generadas por computador.
- **GIF:** *Graphics Interchange Format*. Utiliza el algoritmo de compresión propietario LZW, aunque la patente expiró en 2003. Ha sobrevivido a PNG gracias a que puede incluir animaciones en un solo archivo, algo que ninguno de los dos formatos anteriores soporta.
- **BMP:** *BitMaP*. Formato nativo de Windows ampliamente superado por los otros tres. Aunque soporta un tipo especial de compresión denominado *Run-Length encoding*, lo cierto es que la mayoría de archivos se guardan sin comprimir. Los archivos BMP ocupan mucho más espacio, por este motivo se utiliza muy poco en Internet y casi nada en máquinas ajenas a Windows. Es soportado por casi todos los programas y sistemas gracias a que es muy sencillo y rápido de interpretar.

Para poder visualizarse en pantalla, la imagen debe ser descomprimida (de-codificada), proceso que se realiza automáticamente al leer la imagen. Al guardarla a disco o enviarla por la red se realiza el proceso contrario, se comprime o codifica utilizando el algoritmo asociado a la misma (Tabla 17.5), pero se puede cambiar.

Constructor	Codec
`image_from_file`	El codec original.
`image_from_data`	El codec original.
`image_from_resource`	El codec original.
`image_from_pixels`	¿Transparencias? Sí:`ekPNG` No:`ekJPG`.
`dctx_image`	`ekPNG`.

Tabla 17.5: Codecs de imagen por defecto.

Por lo general, el soporte que brindan GDI+, NSImage o GdkPixbuf para la configuración de los codecs es bastante limitado. Por ejemplo, no es posible generar archivos PNG indexados, algo muy útil a la hora de reducir el tamaño de las imágenes para la Web. Si la aplicación requiriera mayor control sobre la exportación, no tendremos más remedio que utilizar libpng, libjpeg o cualquier otra solución de terceros.

17.9. Fuentes

Las fuentes tipográficas son objetos gráficos (archivos) que contienen los caracteres y símbolos que vemos en un monitor. Recordamos que una cadena *"Unicode"* (Página 163) únicamente almacena el código de los caracteres *(codepoints)* sin ningún tipo de información sobre como se dibujarán. Se conoce como **glifo** al gráfico asociado a un carácter y, en un fichero de fuente, hay tantos glifos como *codepoints* pueda representar la tipografía. El emparejamiento entre *codepoints* y sus correspondientes glifos lo lleva a cabo el sub-sistema gráfico del sistema operativo (Listado 17.21) (Figura 17.45).

Listado 17.21: Dibujo de una cadena de texto.

```
Font *font = font_create("Comic Sans MS" 28, 0);
draw_font(ctx, font);
draw_text(ctx, "Hello World", 200, 250);
font_destroy(&font);
```

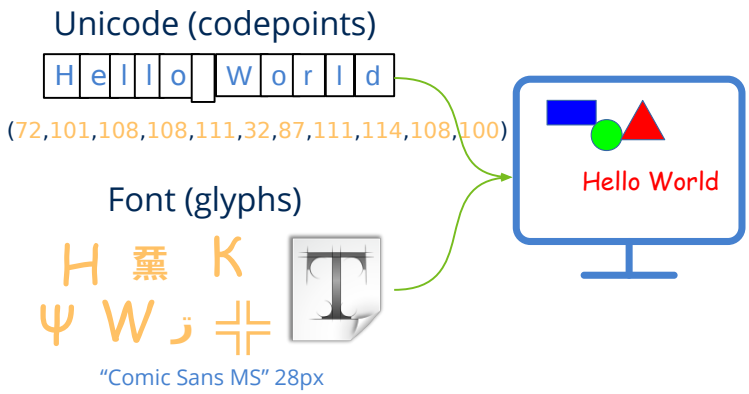


Figura 17.45: Representación de textos: *codepoints* + glifos.

17.9.1. Crear fuentes

A la hora de mostrar textos en interfaces gráficas es necesario establecer una tipografía, de lo contrario el sistema no sabría como renderizarla. Siempre existirá alguna fuente definida por defecto, pero podemos cambiarla a la hora de personalizar la apariencia de nuestros textos.

- Utiliza `font_create` para crear una nueva fuente.
- Utiliza `font_family` para obtener el tipo de letra de la fuente.
- Utiliza `draw_font` para establecer la fuente en contextos 2D.
- Utiliza `label_font` para cambiar la fuente asociada a un control `Label`.

La característica más representativa del diseño de una tipografía es la familia a la que pertenece (*font family* o *typeface*) (Figura 17.46). Cada computador tiene instaladas una serie de familias que no tienen porqué coincidir con las incorporadas en otra máquina. Este es un hecho importante a tener en cuenta ya que, en pro de la portabilidad, no debemos asumir que una determinada familia tipográfica vaya a estar presente en todas las máquinas que ejecuten el programa. Sentencias del tipo:

```
Font *font = font_create("Comic Sans MS", 28, 0);
```

no serán del todo portables, ya que no tenemos la certeza de que la tipografía *Comic Sans MS* esté instalada en todos los ordenadores.

- Utiliza `font_installed_families` para obtener la lista de todas las familias instaladas en la máquina.

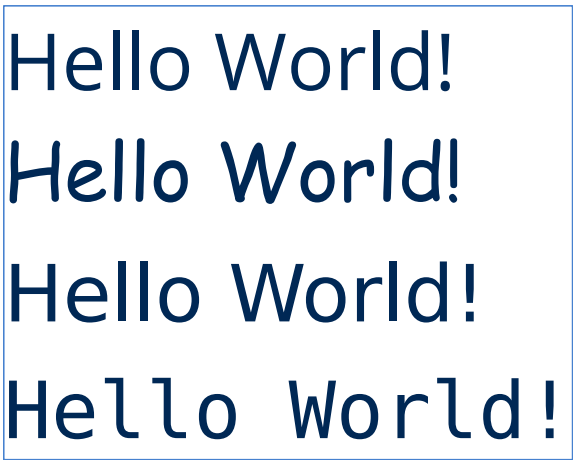


Figura 17.46: Diferentes familias tipográficas.

17.9.2. Fuente del sistema

- Utiliza `font_system` para crear una fuente con la familia predeterminada.
- Utiliza `font_regular_size` para obtener el tamaño de fuente de la interfaz.

Siempre hay una fuente por defecto asociada al entorno de ventanas y que, en cierta manera, le otorga parte de su personalidad. Utilizar esta fuente nos garantiza la correcta integración de nuestro programa en todos los sistemas donde se ejecute, haciendo nuestro código totalmente portable (Figura 17.47). Controles como `Button` o `Label` tienen asociada por defecto la fuente del sistema en tamaño regular. Las más conocidas son:

- **Segoe UI**: Windows Vista, 7, 8, 10, 11.
- **Tahoma**: Windows XP.
- **San Francisco**: Mac OSX El Capitan y posteriores.

- **Helvetica Neue**: Mac OSX Yosemite.
- **Lucida Grande**: Mac OSX Mavericks, Mountain Lion, Lion, Snow Leopard.
- **Ubuntu**: Linux Ubuntu.
- **Piboto**: Linux Raspbian.
- **Cantarell**: Kali Linux.

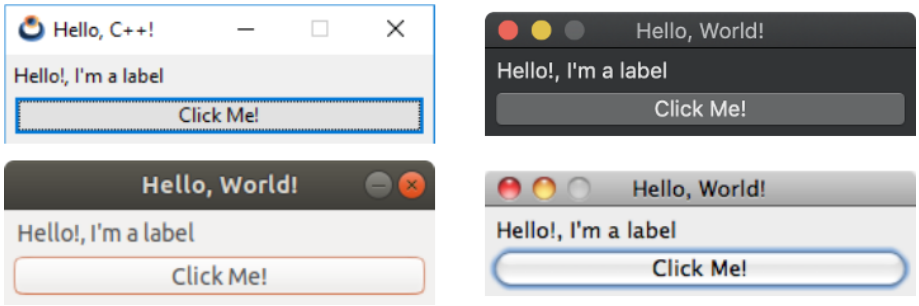


Figura 17.47: Uso de la fuente del sistema.

17.9.3. Fuente monoespaciada

Además de la fuente del sistema tenemos disponible otra fuente **monoespaciada** por defecto (Figura 17.48). Estas tipografías imitan a las máquinas de escribir antiguas, donde todos los caracteres ocupan el mismo espacio. Suelen utilizarse para documentos técnicos o archivos de código fuente.

- Utiliza `font_monospace` para crear una tipografía monoespacio genérica.
- Utiliza `font_is_monospace` para comprobar si una fuente es monoespaciada.
- Utiliza `font_installed_monospace` para obtener todas las fuentes monoespaciadas instaladas.

Figura 17.48: Fuente proporcional (ancho variable) y monoespaciada (ancho fijo).

En general, las APIs gráficas no ofrecen una fuente monoespaciada por defecto. NAppGUI seleccionará la más apropiada en cada caso buscando entre las fuentes instaladas:

- Windows: **Consolas**, **Courier New**.
- macOS: **SF Mono**, **Menlo**, **Monaco**, **Andale Mono**, **Courier New**.

- Linux: **Ubuntu Mono**, **DejaVu Sans Mono**, **Courier New**.

A partir de macOS Catalina, Cocoa sí que ofrece una fuente de sistema monoespaciada.

No obstante, puedes registrar una familia monoespaciada por defecto para toda la aplicación mediante `draw2d_preferred_monospace`. Cualquier llamada a `font_monospace` dará prioridad a esta opción de usuario.

17.9.4. Estilo de la fuente

- Utiliza `font_style` para obtener el estilo.

Además de la familia, dispondremos de ciertas propiedades (estilo) que también influirán en su apariencia. Se agrupan en el parámetro `style` del constructor, combinando los valores de `fstyle_t` (Figura 17.49).

- `ekFBOLD`. Negrita.
- `ekFITALIC`. Itálica.
- `ekFUNDERLINE`. Subrayado.
- `ekFSTRIKEOUT`. Tachado.

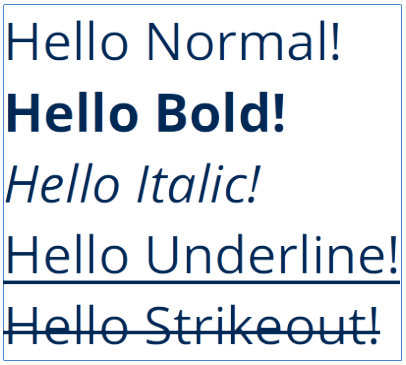


Figura 17.49: Estilo del texto con la misma familia.

17.9.5. Tamaño y métricas

- Utiliza `font_size` para obtener el tamaño de la fuente.
- Utiliza `font_height` para obtener el tamaño de línea.
- Utiliza `font_ascent` para obtener la medida encima del baseline.
- Utiliza `font_descent` para obtener la medida debajo del baseline.
- Utiliza `font_leading` para obtener el margen de línea.

- Utiliza `font_extents` para obtener la medida de un texto.

Si bien el tamaño de letra **(size)** es la única métrica que podemos configurar al crear una fuente, existen diferentes medidas asociadas que nos pueden ser útiles a la hora de trabajar con gráficos vectoriales (Figura 17.50). La más utilizada será la altura de línea (**height**), en general, algo superior al tamaño de letra ya que incluye un pequeño margen vertical (**leading**). Puedes utilizar la constante `ekFCELL` en `style` para indicar que `size` hace referencia a la altura de línea en lugar de a la altura de letra.

Figura 17.50: Métricas del texto con una fuente dada.

17.9.6. Tamaño en puntos

Por defecto, el tamaño de la fuente se expresa en píxeles, pero puede cambiarse añadiendo `ekFPOINTS` al parámetro `style`. Esta unidad está relacionada con las fuentes impresas en papel. Aquí aparece el concepto DPI (*dots per inch*) que indica la cantidad de gotas de tinta aisladas que un dispositivo de impresión puede emitir por pulgada métrica. En tipografía se establece el criterio de 72 DPI's, por tanto, el tamaño de un punto es 0.35mm aproximadamente. De esta forma es sencillo calcular el tamaño de letra a partir de los puntos: 12pt=4.2mm, 36pt=12.7mm ó 72pt=25.4mm (1 pulgada). Esta es la unidad utilizada en **procesadores de texto**, que ya estos trabajan en base a un tamaño de página de impresión. El problema llega cuando queremos representar fuentes expresadas en puntos en una pantalla, ya que no existe una correspondencia exacta entre píxeles y milímetros. El tamaño final del pixel depende de la resolución y del tamaño físico del monitor. Se precisa un convenio de conversión entre píxeles y pulgadas, lo que da lugar al término PPI (*pixels per inch*). Tradicionalmente, en sistemas Windows se establece 96 PPI mientras que en los iMac de Apple es de 72 PPI. Esto provoca que las fuentes expresadas en puntos sean un 33 % más grandes en Windows (Figura 17.51). Además en el sistema de Microsoft es posible configurar el PPI por el usuario, lo que añade más incertidumbre sobre el tamaño final de los textos en pantalla.

17.9.7. Ancho de fuente

- Utiliza `font_with_width` para cambiar el ancho medio del carácter.

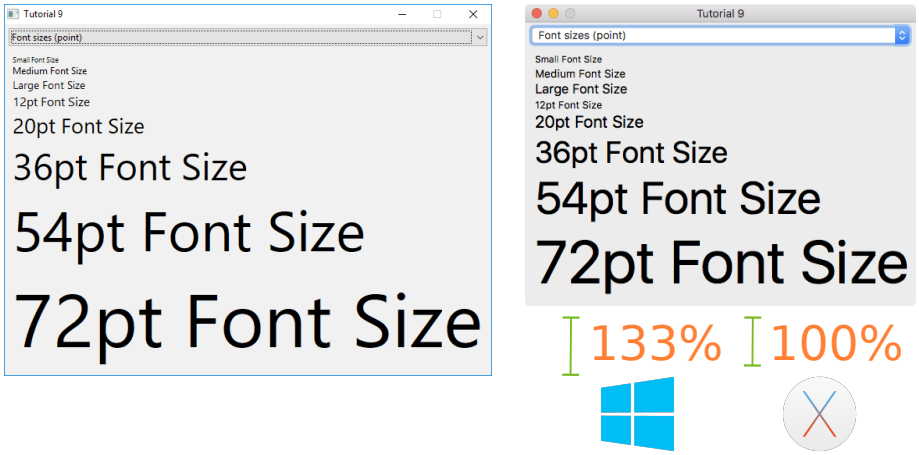


Figura 17.51: La unidad `ekFPOINTS` no es aconsejable para pantallas.

- Utiliza `font_with_xscale` para cambiar el escalado en x del texto.
- Utiliza `font_width` para obtener el ancho medio del carácter.
- Utiliza `font_xscale` para obtener el escalado en x.

En general, la anchura media del carácter viene determinada por el tamaño de la fuente y casi nunca deberíamos tener necesidad de cambiarla (Figura 17.52). Pero en ocasiones puede ser útil "estirar" o "contraer" el texto dejando intacta su altura. Pensemos, por ejemplo, en la emulación de terminales donde cada celda deba ocupar una determinada anchura.

Consideramos anchura media al tamaño en píxeles de la cadena `[A-Z][a-z][0-9]` dividido por 62. Evidentemente, en fuentes monoespaciadas, la anchura media corresponderá con la anchura de cualquier carácter. El escalado en X, es un valor relacionado con la anchura, pero más intuitivo a la hora de crear la fuente.

17.9.8. Fuentes Bitmap y Outline

En los primeros computadores las tipografías se creaban como gráficos de raster *Bitmap Fonts* (Figura 17.53). Cada carácter se ajustaba a una celda de tamaño fijo donde se marcaban aquellos píxeles que lo componían. El mayor problema es que no escalan bien. A medida que hacemos más grande el texto en pantalla más se hace patente el efecto dentado de los píxeles.

En 1982 Adobe lanza el formato PostScript que incluía las conocidas como *Outline Fonts* (Figura 17.54). Este formato contiene una descripción geométrica de cada símbolo basada en líneas y curvas de Bezier. De esta forma se evita el efecto pixelado de las bitmap, ya que al escalar el carácter se vuelven a computar los píxeles que lo componen en un proceso

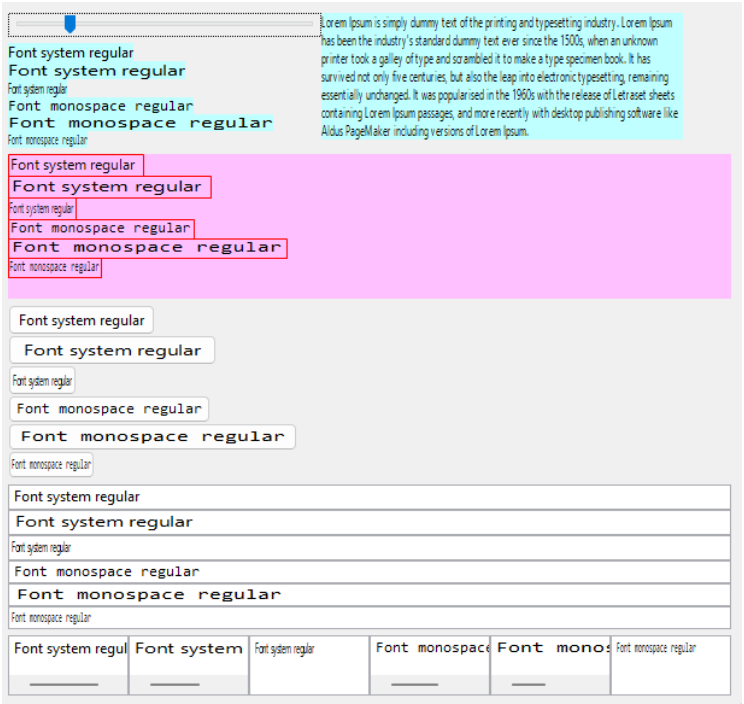


Figura 17.52: Efecto de cambiar el ancho de fuente en contextos de dibujo y elementos GUI.

Figura 17.53: Fuentes bitmap.

conocido como **rasterización**. A finales de los 80's Apple lanza el formato *TrueType* y le vende una licencia a Microsoft que lo incorpora en Windows 3.1, abriendo la puerta del mercado masivo a las fuentes vectoriales. Hoy en día todos los sistemas trabajan con fuentes escalables, teniendo en *TrueType* y *OpenType* los más claros representantes.

17.9.9. Unicode y glifos

Unicode es una tabla muy extensa. En la versión 11 (Junio 2018) hay registrados 137.374 *codepoints* y este número va creciendo en cada nueva revisión del estándar. Si la aplicación

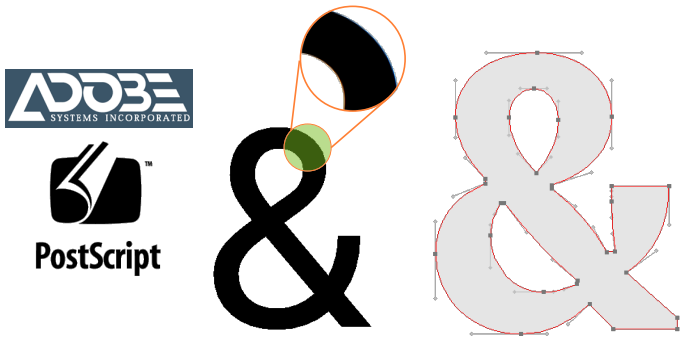


Figura 17.54: Fuentes outline, en las que se basan los formatos *TrueType* y *OpenType*.

necesita de símbolos especiales (por encima del BMP-*Basic Multilingual Plane)* debemos cerciorarnos que las tipografías seleccionadas contengan glifos para ellos. Para ver la relación entre codepoints y glifos podemos utilizar la aplicación BabelMap (Figura 17.55), y dentro de ella la opción Font Analysis. A partir de un bloque Unicode mostrará aquellas fuentes instaladas que incluyen glifos para dicho rango. En macOS tenemos una aplicación similar llamada *Character Viewer* y en Ubuntu otra denominada *Character Map*.

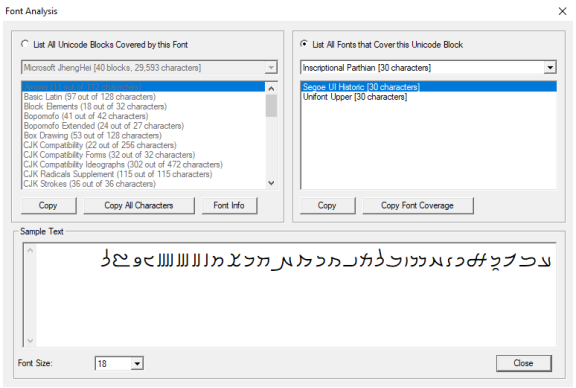


Figura 17.55: BabelMap Font Analysis nos proporciona información sobre los glifos incluidos en cada tipografía.

Capítulo 18

Librería Gui

18.1 Gui **328**
18.1.1 Composición declarativa 328
18.1.2 Anatomía de una ventana. 329
18.1.3 Eventos GUI 330
18.2 GuiControl **334**
18.3 Label **335**
18.3.1 Label multilínea 335
18.3.2 Label en formularios 336
18.3.3 Label dinámicos 336
18.4 Button **338**
18.4.1 RadioGroup 339
18.4.2 Atajos de botón 341
18.4.3 Márgenes interiores 341
18.5 PopUp **341**
18.6 Edit **343**
18.6.1 Validar textos 343
18.6.2 Filtrar textos 344
18.6.3 Selección del texto 346
18.6.4 Operaciones con el portapapeles 347
18.7 Combo **347**
18.8 ListBox **348**
18.9 UpDown **349**
18.10 Slider **349**
18.11 Progress **350**
18.12 View **351**
18.12.1 Dibujar en vistas 351

18.12.2 Vistas con scroll 352
18.12.3 Dibujo de overlays 353
18.12.4 Uso del ratón 354
18.12.5 Uso del teclado 355
18.13 TextView 357
18.13.1 Formato de carácter 357
18.13.2 Formato de párrafo 357
18.13.3 Formato del documento 359
18.13.4 Aplicar formato 359
18.13.5 Filtrar texto insertado 360
18.13.6 Seleccionar texto 360
18.13.7 Portapapeles 360
18.13.8 Ajuste del texto 360
18.14 WebView 361
18.14.1 Dependencias de WebView 361
18.14.2 WebView en Windows 361
18.14.3 WebView en macOS 363
18.14.4 WebView en Linux 363
18.14.5 Deshabilitar WebView 363
18.15 ImageView 363
18.16 TableView 364
18.16.1 Conexión de datos 366
18.16.2 Caché de datos 368
18.16.3 Selección múltiple 369
18.16.4 Navegación por la tabla 369
18.16.5 Configurar columnas 370
18.16.6 Notificaciones en tablas 371
18.16.7 Apariencia de la tabla 372
18.17 SplitView 372
18.17.1 Añadir controles 374
18.17.2 Posicionando el divisor 374
18.17.3 Tamaño mínimo del divisor 376
18.18 Layout 376
18.18.1 Dimensionado natural 377
18.18.2 Márgenes y formato 379
18.18.3 Alineación 379
18.18.4 Sub-layouts 381
18.18.5 Expansión de celdas 382

18.18.6 Interfaces dinámicas 382
18.18.7 Reemplazo de paneles 383
18.18.8 Layouts dinámicos 385
18.18.9 Tabstops 385
18.19 Cell 387
18.20 Panel 388
18.20.1 Panel multi-layout 388
18.20.2 Entendiendo el dimensionado de paneles 390
18.21 Window 394
18.21.1 Tamaño de la ventana 395
18.21.2 Cierre de la ventana 396
18.21.3 Ventanas modales 397
18.21.4 Ventanas superpuestas 399
18.21.5 Foco del teclado 400
18.21.6 Cambio del foco 400
18.21.7 Protocolo del foco 401
18.21.8 Tablist sin ciclos 402
18.21.9 Botón por defecto 402
18.21.10Atajos de teclado 402
18.22 GUI Data binding 404
18.22.1 Vinculación de tipos básicos 404
18.22.2 Límites y rangos 408
18.22.3 Estructuras anidadas 408
18.22.4 Notificaciones y campos calculados 412
18.23 Menu 414
18.23.1 Barra de menú 415
18.23.2 Particularidades de macOS 416
18.23.3 Menú emergente 417
18.23.4 Perspectiva histórica 418
18.24 MenuItem 418
18.25 Diálogos comunes 418

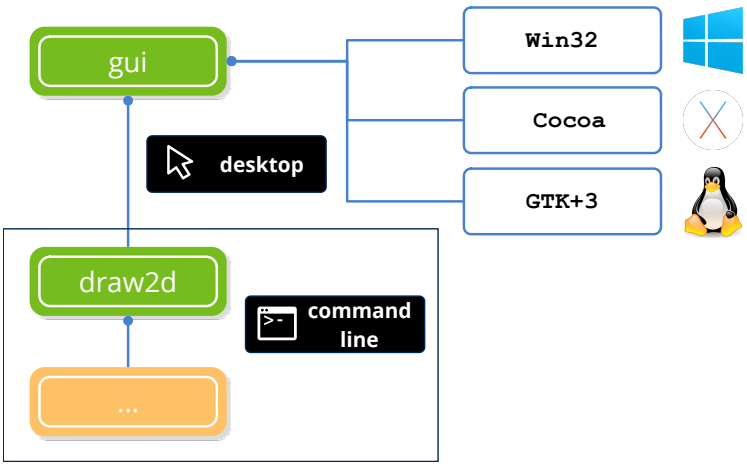


Figura 18.1: Dependencias de *Gui*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

18.1. Gui

La librería *Gui* permite crear interfaces gráficas de usuario de forma sencilla e intuitiva. Es el primer paquete especializado en aplicaciones de escritorio (Figura 18.1), al contrario de lo que ocurre con el resto de librerías que pueden utilizarse también en aplicaciones por línea de comandos.

Al igual que *"Draw2D"* (Página 284) y *"Osbs"* (Página 176) *Gui* se apoya en las APIs de cada sistema operativo. Además de las ventajas ya comentadas en estos dos casos, el acceso nativo provocará que nuestros programas estén totalmente integrados en el entorno de ventanas y acordes al tema visual presente en cada máquina (Figura 18.2).

18.1.1. Composición declarativa

La librería *Gui* se aleja del concepto de tratar las ventanas (o cuadros de diálogo) como un recurso externo del programa. Por el contrario, estas se crean directamente desde el código fuente evitando maquetarlas mediante editores visuales (Figura 18.3). Debemos tener en cuenta que cada plataforma utiliza diferentes tipografías y *skins*, por lo que especificar posiciones y tamaños concretos para los controles no será del todo portable (Figura 18.4). Por el contrario, en *Gui* los elementos de interfaz se ubican en una rejilla virtual denominada `Layout`, que los dimensionará en tiempo de ejecución en función de la máquina donde esté corriendo el programa (Figura 18.5).

Además, otro hecho relevante es que las interfaces son objetos vivos sujetos a cambios constantes. Un claro ejemplo son las traducciones, que alteran la ubicación de los elementos debido a la nueva dimensión del texto (Figura 18.6). *Gui* se adaptará a estos eventos de forma automática, recalculando posiciones y tamaños para mantener una maquetación

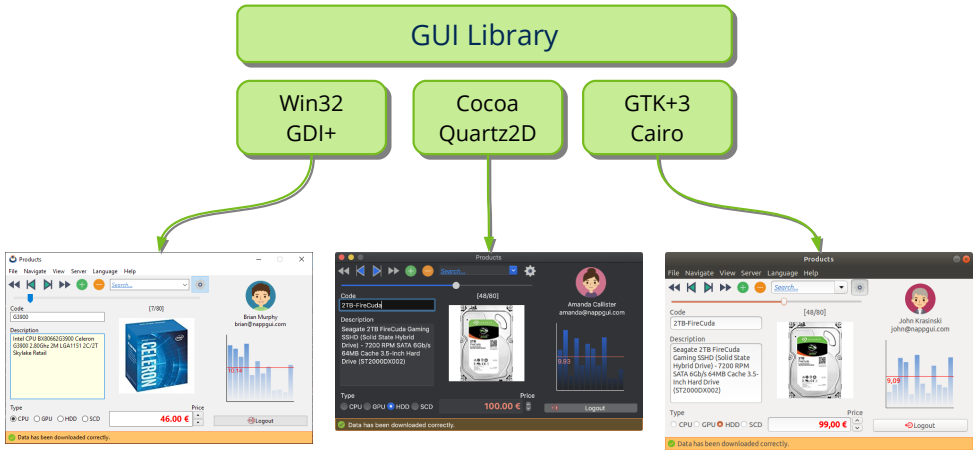


Figura 18.2: Las interfaces creadas con *Gui* se adaptarán al estilo de cada entorno de ventanas.

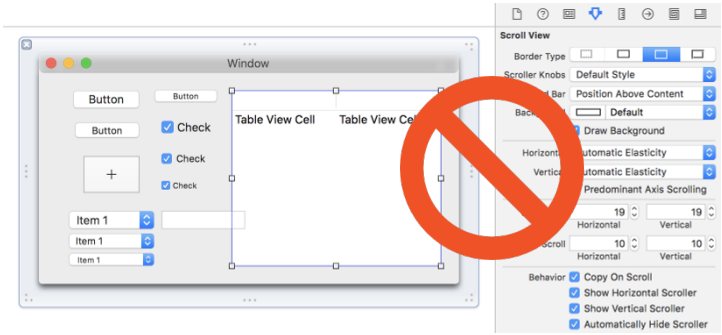


Figura 18.3: Los editores de recursos no son buenos aliados para crear complejas interfaces dinámicas. Menos aún si queremos portarlas entre plataformas.

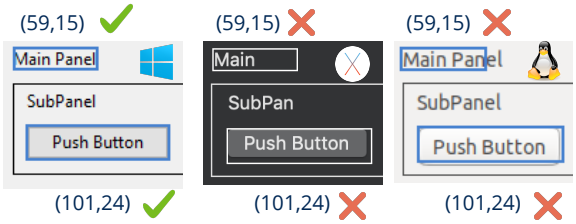


Figura 18.4: Utilizar medidas fijas para los controles no se adaptará bien al migrar el programa.

coherente.

18.1.2. Anatomía de una ventana.

En (Figura 18.7) tenemos las partes principales de una ventana. Los **controles** son los elementos finales con los que interactúa el usuario para introducir datos o lanzar acciones. Las **vistas** son regiones rectangulares de tamaño relativamente grande donde se representa información mediante texto y gráficos, pudiendo responder a los eventos de teclado o ratón. Por último, todos estos elementos se agruparán en **paneles** y se maquetarán mediante

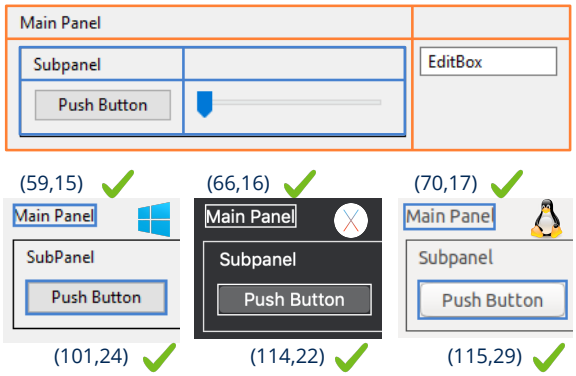


Figura 18.5: El Layout calcula la posición y tamaño de los componentes en tiempo de ejecución.

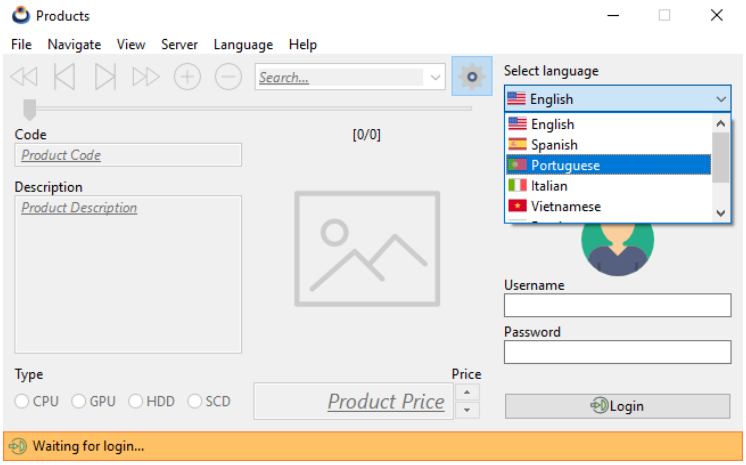


Figura 18.6: Las ventanas se adaptan automáticamente a cambios en tiempo de ejecución. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/translate.gif*.

layouts.

- *"GuiControl"* (Página 334). Diferentes tipos de controles y vistas.
- *"Layout"* (Página 376). Rejilla virtual e invisible donde se ubicarán los controles.
- *"Window"* (Página 394). Ventana principal con barra de título y marco.
- *"Menu"* (Página 414). Lista desplegable con opciones.
- *"MenuItem"* (Página 418). Cada uno de los elementos del menú.

18.1.3. Eventos GUI

Las aplicaciones de escritorio están dirigidas por eventos, lo que significa que están continuamente esperando a que el usuario realice alguna acción sobre la interfaz: Pulsar un

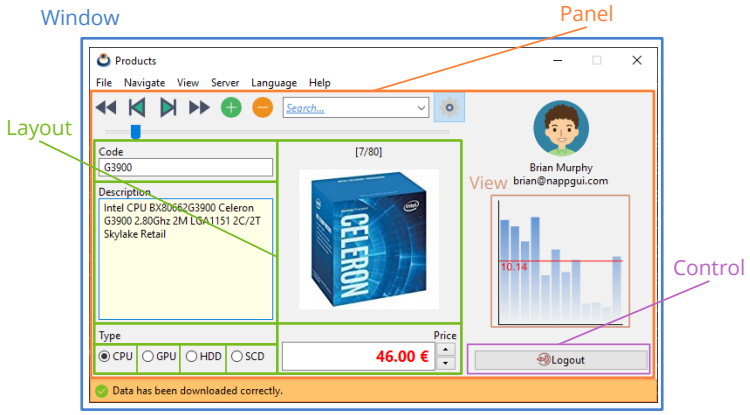


Figura 18.7: Partes destacables en una ventana de interfaz.

botón, arrastrar un *slider*, escribir un texto, etc. Cuando esto ocurre, el gestor de ventanas detecta el evento y lo notifica a la aplicación (Figura 18.8), la cual debe proveer un **manejador del evento** con el código a ejecutar. Por ejemplo, en (Listado 18.1) definimos un manejador para responder a la pulsación de un botón. Evidentemente, si no hay manejador asociado, la aplicación ignorará el evento.

- Utiliza `event_params` para obtener los parámetros asociados al evento. Cada tipo de evento tiene sus propios parámetros. Ver (Tabla 18.1).
- Utiliza `event_result` para escribir la respuesta al evento. Muy pocos eventos requieren enviar una respuesta.

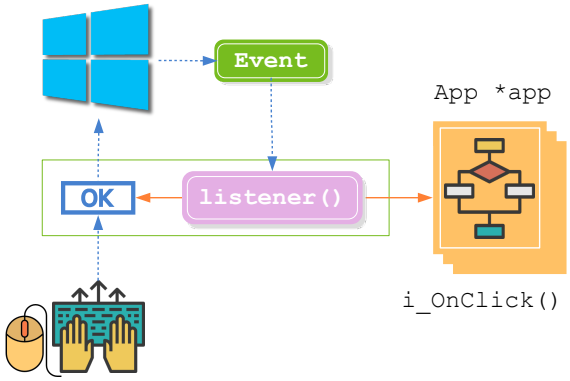


Figura 18.8: Notificación de un evento a través del manejador.

Listado 18.1: Asignar un manejador para la pulsación de un botón.

```
static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    if (p->state == ekGUI_ON)
        create_new_file(app);
```

```
}

Button *button = button_check();
button_OnClick(button, listener(app, i_OnClick, App));
```

En ocasiones puede ser necesario lanzar un evento mientras la aplicación está en "modo de espera", sin procesar ningún otro evento pendiente. Esto ocurre cuando queremos lanzar una ventana secundaria o modal como consecuencia de otro evento, por ejemplo, la pulsación de un botón. Es aconsejable, para evitar bloqueos o artefactos no deseados, dejar concluir el primer evento y programar la respuesta para un momento posterior, donde la aplicación no tenga tareas pendientes.

- Utilizar `gui_OnIdle` para lanzar un evento cuando no haya otras tareas pendientes.

Listado 18.2: Lanzamiento de una ventana modal tras pulsar un botón.

```
static void i_OnIdle(App *app, Event *e)
{
    window_modal(app->modal_window, app->main_window);
}

static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    // The modal window will be launched after
    // the OnClick event is totally processed.
    gui_OnIdle(listener(app, i_OnIdle, App));
}
```

Evento	Manejador	Parámetros	Respuesta
Clic en label	`label_OnClick`	`EvText`	-
Clic en botón	`button_OnClick`	`EvButton`	-
Selección en PopUp	`popup_OnSelect`	`EvButton`	-
Se ha pulsado un botón del ratón	`listbox_OnDown`	`EvMouse`	`bool_t`
Selección en ListBox	`listbox_OnSelect`	`EvButton`	-
Pulsación de tecla o pegar	`edit_OnFilter`	`EvText`	`EvTextFilter`
Fin de edición en Edit	`edit_OnChange`	`EvText`	`bool_t`
Edit ha recibido o perdido el foco del teclado	`edit_OnFocus`	`bool_t`	-
Pulsación de tecla en Combo	`combo_OnFilter`	`EvText`	`EvTextFilter`
Fin de edición en Combo	`combo_OnChange`	`EvText`	`bool_t`

Evento	Manejador	Parámetros	Respuesta
Movimiento de un Slider	slider_OnMoved	EvSlider	-
Clic en UpDown	updown_OnClick	EvButton	-
Dibujar el contenido de una vista	view_OnDraw	EvDraw	-
Dibujar el overlay de una vista	view_OnOverlay	EvDraw	-
El tamaño de una vista ha cambiado	view_OnSize	EvSize	-
El ratón entra en el área de una vista	view_OnEnter	EvMouse	-
El ratón sale del área de una vista	view_OnExit	-	-
El ratón se mueve sobre una vista	view_OnMove	EvMouse	-
Se ha pulsado un botón del ratón	view_OnDown	EvMouse	-
Se ha liberado un botón del ratón	view_OnUp	EvMouse	-
Clic sobre una vista	view_OnClick	EvMouse	-
Arrastrando sobre una vista	view_OnDrag	EvMouse	-
Ruedecilla del ratón sobre una vista	view_OnWheel	EvWheel	-
Pulsar tecla sobre una vista	view_OnKeyDown	EvKey	-
Liberar tecla sobre una vista	view_OnKeyUp	EvKey	-
Vista ha recibido o perdido el foco del teclado	view_OnFocus	bool_t	-
Vista renuncia al foco del teclado	view_OnResignFocus	-	bool_t
Vista acepta el foco del teclado	view_OnAcceptFocus	-	bool_t
Se están manipulando la barras de scroll.	view_OnScroll	EvScroll	real32_t
Pulsación de tecla o pegar	textview_OnFilter	EvText	EvTextFilter
TextView ha recibido o perdido el foco del teclado	textview_OnFocus	bool_t	-
WebView ha recibido o perdido el foco del teclado	webview_OnFocus	bool_t	-
Cierre de una ventana	window_OnClose	EvWinClose	bool_t
Ventana moviéndose	window_OnMoved	EvPos	-
Ventana se está re-dimensinando	window_OnResize	EvSize	-

Evento	Manejador	Parámetros	Respuesta
Clic sobre un menú item	`menuitem_OnClick`	`EvMenu`	-
Cambio de color	`comwin_color`	`color_t`	-
Inactividad	`gui_OnIdle`	-	-

Tabla 18.1: Lista de todos los eventos de interfaz.

18.2. GuiControl

`GuiControl` es la clase base virtual donde se define funcionalidad común a todos los controles y vistas que utilizamos para crear las interfaces de usuario (Figura 18.9).

- Utiliza `guicontrol_button` y otras para hacer el casting dinámico entre tipos.
- Utiliza `guicontrol` para convertir tipos derivados.

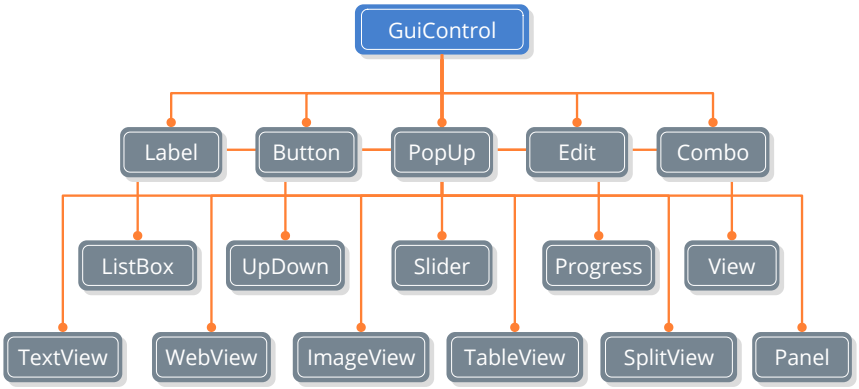


Figura 18.9: Controles y vistas.

- *"Label"* (Página 335). Pequeños bloques de texto descriptivo.
- *"Button"* (Página 338). Botones de pulsación, casillas de verificación o radio.
- *"PopUp"* (Página 341). Botón con lista desplegable.
- *"Edit"* (Página 343). Cuadro de edición de texto.
- *"Combo"* (Página 347). Cuadro de edición con lista desplegable.
- *"ListBox"* (Página 348). Cuadro de lista.
- *"UpDown"* (Página 349). Botones de incremento y decremento.
- *"Slider"* (Página 349). Barra deslizadora.

- *"Progress"* (Página 350). Barra de progreso.
- *"View"* (Página 351). Vista genérica donde se puede dibujar libremente.
- *"TextView"* (Página 357). Vista para mostrar y editar textos, en múltiples formatos.
- *"WebView"* (Página 361). Vista para mostrar contenido Web.
- *"ImageView"* (Página 363). Vista para mostrar imágenes.
- *"TableView"* (Página 364). Vista para mostrar información en filas y columnas.
- *"SplitView"* (Página 372). Vista dividida en dos partes redimensionables.
- *"Panel"* (Página 388). Sub-ventana dentro de la principal con sus propios controles.

18.3. Label

Los controles **Label** sirven para insertar pequeños bloques de texto en ventanas y formularios. Son de formato uniforme, es decir, los atributos de fuente y color se aplicarán a la totalidad del texto. En la mayoría de ocasiones el contenido estará limitado a una sola línea, aunque es posible mostrar bloques que se extiendan en varias de ellas. El tamaño del control se ajustará al del texto que contiene (Figura 18.10). En *"¡Hola Label!"* (Página 558) tienes el código de ejemplo.

- Utiliza `label_create` para crear un control de texto.
- Utiliza `label_text` para establecer el texto.
- Utiliza `label_font` para establecer la fuente.

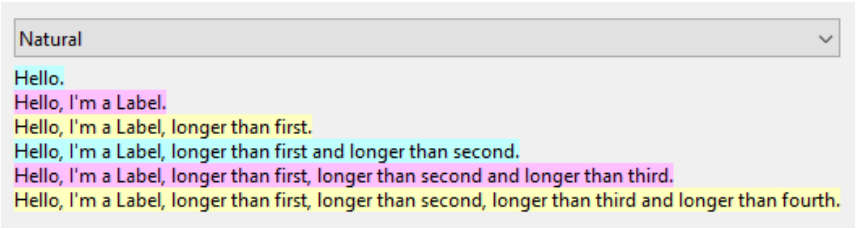


Figura 18.10: Controles Label.

18.3.1. Label multilínea

- Utiliza `label_multiline` para expandir el texto en varias líneas.
- Utiliza `label_min_width` para establecer el ancho del texto.

En el caso que la columna del `Layout` tenga un ancho menor que el del propio texto, se mostrarán unos puntos (elípsis) en el punto de corte (Figura 18.11), salvo en labels multilínea, que se expandirán verticalmente para dar cabida a todo el texto (Figura 18.12).

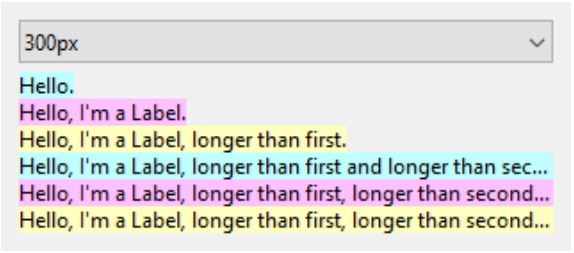


Figura 18.11: Ajuste del texto al reducir el ancho del control.

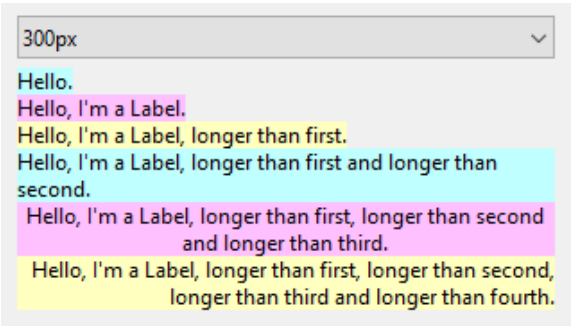


Figura 18.12: Los Labels multilínea se expandirán verticalmente para dar cabida a todo el texto.

Los label multilínea son también sensibles a los caracteres nueva línea ('\n') incluidos en el texto.

18.3.2. Label en formularios

En (Figura 18.13) tenemos un ejemplo del uso de *Label* en formularios. Si fuera necesario, podemos hacer que los textos sean sensibles al ratón variando su estilo y colores (Figura 18.14).

- Utiliza `label_style_over` para cambiar el estilo de la fuente.
- Utiliza `label_color_over` para cambiar color del texto.
- Utiliza `label_bgcolor_over` para cambiar color del fondo.
- Utiliza `label_OnClick` para responder a un clic en el texto.

18.3.3. Label dinámicos

- Utiliza `label_size_text` para establecer el texto con el que se dimensionará el control.
- Utiliza `label_align` para establecer la alineación interna del texto.

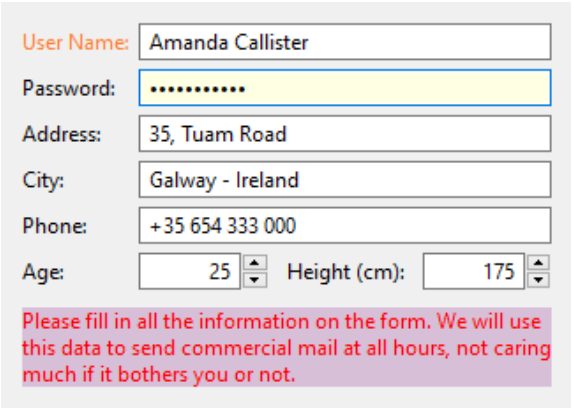


Figura 18.13: Uso de *Label* simples y multilínea en formularios.

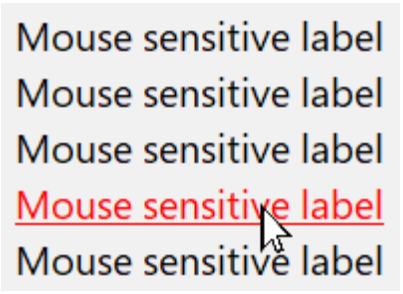


Figura 18.14: Controles *Label* sensibles al ratón.

Lo habitual será que el texto de un control Label sea constante, pero en ocasiones necesitaremos cambiarlo para, por ejemplo, mostrar información de estado. En el caso de cambiar el texto una vez dimensionada la ventana, es posible que el control no tenga espacio suficiente para alojar el nuevo texto, cortándose e introduciendo elípsis (Figura 18.15).

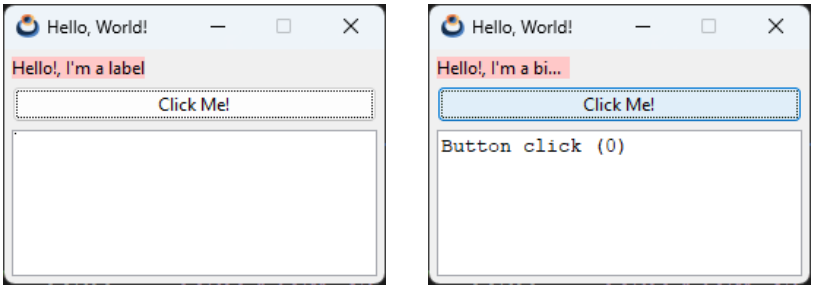


Figura 18.15: Control Label no tiene espacio suficiente para alojar el nuevo texto.

Para evitar esto, podemos establecer un texto alternativo y suficientemente grande para todos los posibles valores. El control label utilizará este texto para calcular su tamaño (Figura 18.16).

```
label_size_text(label, "Hello, I'm a bigger label");
```

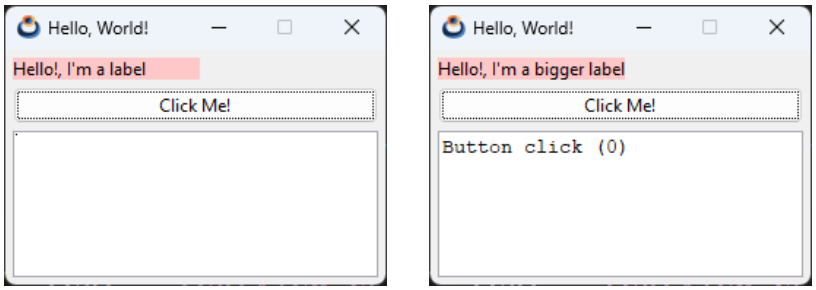


Figura 18.16: Control Label debidamente dimensionado.

Otra forma de solucionar este problema es expandir la celda donde se aloja el Label, con la opción `ekJUSTIFY`, ocupando todo el ancho de la columna del layout (Figura 18.17).

```
// (0, 0) is the cell coords
layout_label(layout, label, 0, 0);
layout_halign(layout, 0, 0, ekJUSTIFY);
```

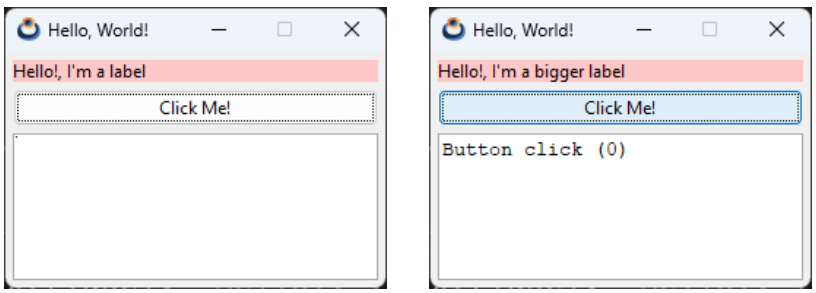


Figura 18.17: Control Label expandido a todo el ancho de la columna.

En el caso que el control sea más ancho que el propio texto, podemos controlar la alineación interna con `label_align`.

18.4. Button

Los botones son otro elemento clásico en interfaces gráficas, donde distinguimos cuatro tipos: El botón de pulsación, casilla de verificación *(checkbox)*, botón de radio *radiobutton* y botón plano típico de las barras de herramientas (Figura 18.18). En *"¡Hola Button!"* (Página 561) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `button_push` para crear un botón de pulsación.
- Utiliza `button_check` para crear una casilla de verificación.
- Utiliza `button_check3` para crear una casilla con tres estados.

- Utiliza `button_radio` para crear un botón de radio.
- Utiliza `button_flat` para crear un botón plano.
- Utiliza `button_flatgle` para crear un botón plano con estado.
- Utiliza `button_text` para asignar un texto.
- Utiliza `button_OnClick` para responder a pulsaciones.

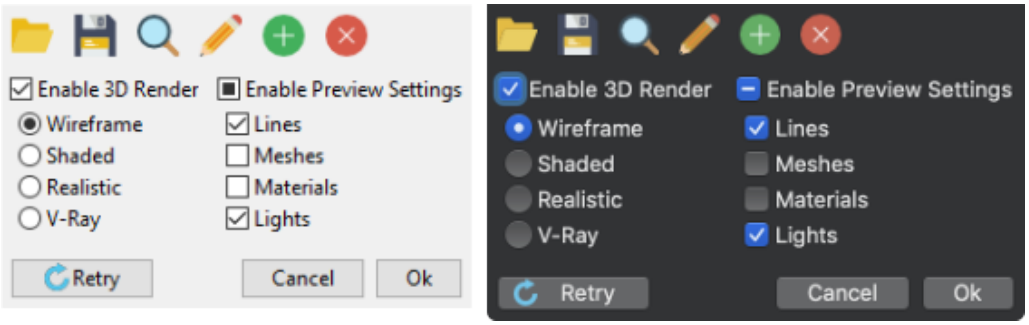


Figura 18.18: Botones en diferentes plataformas.

Además de capturar el evento y notificar a la aplicación, los *checkbox* y *flatgle* mantienen un estado (pulsado/check o liberado/uncheck).

- Utiliza `button_state` para establecer el estado del botón.
- Utiliza `button_get_state` para obtener el estado del botón.

18.4.1. RadioGroup

Mención especial requieren los botones de radio, que solo tienen sentido cuando aparecen en grupo ya que se utilizan para seleccionar una única opción dentro de un conjunto. Los grupos se forman a nivel de `Layout`, es decir, todos los *radiobutton* de un mismo layout se considerarán del mismo grupo, donde solo uno de ellos podrá estar seleccionado. Si necesitamos varios sub-grupos, deberemos crear varios sub-layout, como se muestra en (Figura 18.19) (Listado 18.3). A la hora de capturar el evento, el campo `index` de `EvButton` indicará el índice del botón que ha sido pulsado.

Listado 18.3: Grupos de botones de radio.

```
Button *button1 = button_radio();
Button *button2 = button_radio();
Button *button3 = button_radio();
Button *button4 = button_radio();
Button *button5 = button_radio();
Button *button6 = button_radio();
Button *button7 = button_radio();
Button *button8 = button_radio();
```

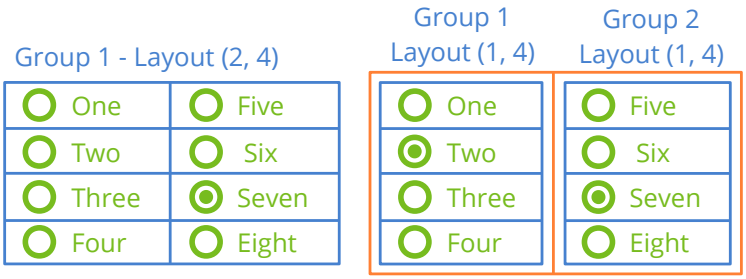


Figura 18.19: Radio grupos vinculados a diferentes layouts.

```
button_text(button1, "One");
button_text(button2, "Two");
button_text(button3, "Three");
button_text(button4, "Four");
button_text(button5, "Five");
button_text(button6, "Six");
button_text(button7, "Seven");
button_text(button8, "Eight");

// One group - One layout
Layout *layout = layout_create(2, 4);
layout_button(layout, button1, 0, 0);
layout_button(layout, button2, 0, 1);
layout_button(layout, button3, 0, 2);
layout_button(layout, button4, 0, 3);
layout_button(layout, button5, 1, 0);
layout_button(layout, button6, 1, 1);
layout_button(layout, button7, 1, 2);
layout_button(layout, button8, 1, 3);

// Two groups - Two sub-layouts
Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
Layout *layout2 = layout_create(1, 4);
Layout *layout3 = layout_create(1, 4);
layout_button(layout2, button1, 0, 0);
layout_button(layout2, button2, 0, 1);
layout_button(layout2, button3, 0, 2);
layout_button(layout2, button4, 0, 3);
layout_button(layout3, button5, 0, 0);
layout_button(layout3, button6, 0, 1);
layout_button(layout3, button7, 0, 2);
layout_button(layout3, button8, 0, 3);
layout_layout(layout, layout1, 0, 0);
layout_layout(layout, layout2, 1, 0);
```

18.4.2. Atajos de botón

Es posible definir un atajo de teclado equivalente a la pulsación del botón con el ratón. Para ello, a la hora de asignar el texto del botón, antepondremos un ampersand ('&') al carácter que deseemos utilizar como atajo (Figura 18.20). Este carácter será subrayado y el botón se activará al pulsar ALT+Char (+Char en macOS). Para visualizar el carácter '&', en lugar de usarlo como marca, utiliza '&&'.

Atajo de botón ALT+D (+D).

```
button_text(button, "Enable 3&D Render");
```

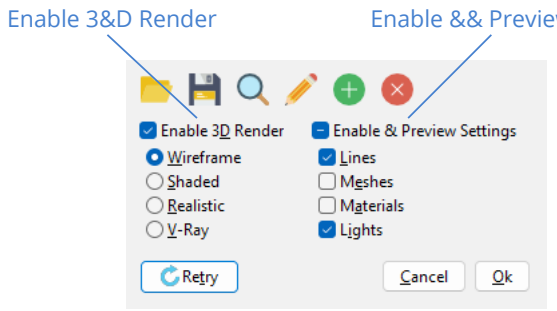


Figura 18.20: Atajos de botón.

En *"Botón por defecto"* (Página 402) tienes más información sobre el atajo especial relacionado con la tecla `[RETURN]`.

En Linux/GTK el subrayado de los atajos se produce al pulsar ALT, al contrario que Windows/macOS que están siempre visibles.

18.4.3. Márgenes interiores

- Utiliza `button_hpadding` para establecer el margen horizontal.
- Utiliza `button_vpadding` para establecer el margen vertical.
- Utiliza `button_min_width` para establecer la anchura mínima.

Cuando hablamos de botones de pulsación y botones planos, existe un margen interior entre el contenido del botón (texto/imagen) y el borde exterior (Figura 18.21). Estos márgenes se establecen de forma automática, en función de cada sistema o entorno de ventanas, aunque en ocasiones puede ser necesario personalizarlos.

18.5. PopUp

Los **PopUps** son botones que tienen asociado un menú desplegable (Figura 18.22). Aparentemente parecen *pushbuttons* que al pulsarse muestran una lista de opciones. En

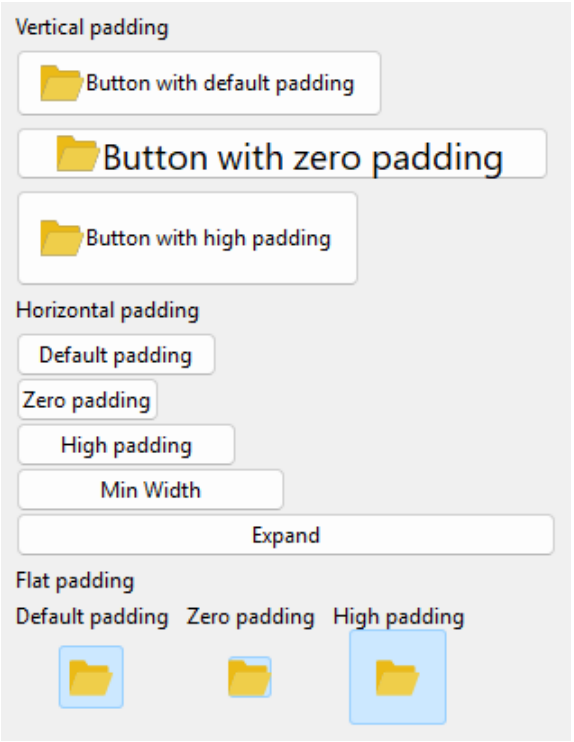


Figura 18.21: Márgenes interiores en botones.

"¡Hola PopUp y Combo!" (Página 565) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `popup_create` parar crear un popup.
- Utiliza `popup_add_elem` para añadir un elemento a la lista.
- Utiliza `popup_OnSelect` para responder a la selección.

Figura 18.22: PopUps en Windows, macOS y Linux.

18.6. Edit

Los **EditBox** son pequeñas cajas de texto con capacidades de edición. Al igual que los `Label` son de formato uniforme: La tipografía y colores afectarán a la totalidad del texto (Figura 18.23). Suelen utilizarse para editar campos en formularios, normalmente restringidos a una sola línea, aunque también pueden extenderse a varias de ellas. Para editar textos con múltiples atributos utilizar `TextView`. En *"¡Hola Edit y UpDown!"* (Página 568) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `edit_create` para crear una caja de edición.
- Utiliza `edit_multiline` para crear una caja de edición multilínea.
- Utiliza `edit_passmode` para ocultar el texto del control.
- Utiliza `edit_phtext` para establecer un *placeholder*.

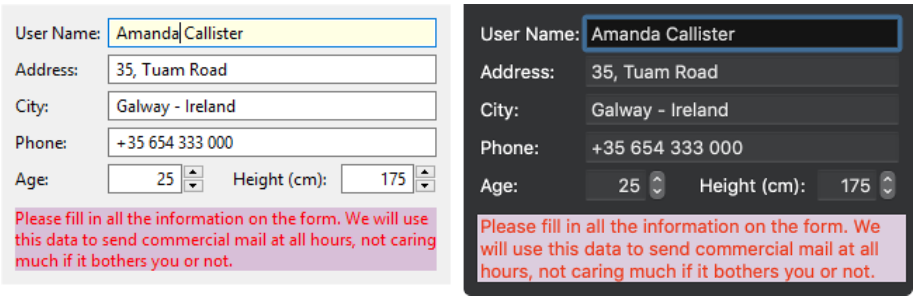


Figura 18.23: Cajas de edición en diferentes plataformas.

18.6.1. Validar textos

- Utiliza `edit_OnChange` para validar el texto.

En función del valor que estemos editando, es posible que sea necesario validar el texto introducido. Justamente antes de perder el foco del teclado, el control recibirá un evento `OnChange`, para el que podemos proveer un manejador especializado (Listado 18.6.1) (Figura 18.24). Si el texto no fuese válido, dicho manejador deberá devolver `FALSE`, impidiendo así que el foco cambie al siguiente control, permaneciendo en el editbox y obligando al usuario a corregirlo.

```
static void i_OnChange(App *app, Event *e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    if (is_valid_text(app, p->text) == FALSE)
    {
        // Force the focus remain in editbox
        bool_t *r = event_result(e, bool_t);
        *r = FALSE;
```

```
    }
}
...
edit_OnChange(edit, listener(app, i_OnChange, App));
```

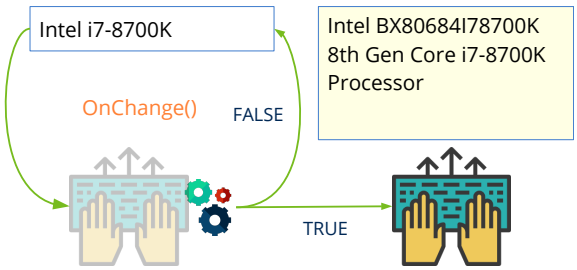


Figura 18.24: El evento *OnChange* se llama justamente antes de que el control pierda el foco.

Por ejemplo, en *"¡Hola Edit y UpDown!"* (Página 568) activando el check *Field validations* se mostrará una ventana modal dentro del evento *OnChange* permitiendo validar o rechazar el texto (Figura 18.25).

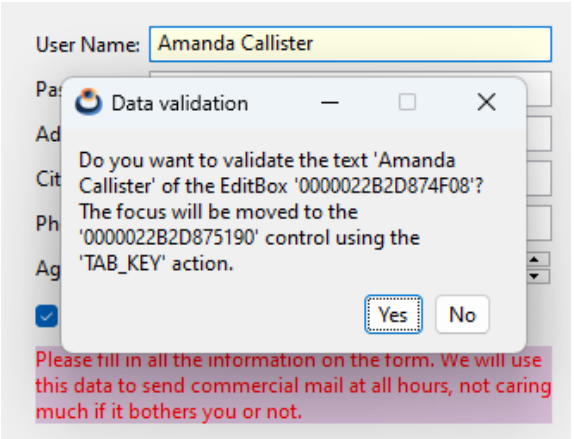


Figura 18.25: Validación de campos de texto mediante ventanas modales.

No será posible mover el foco del teclado a otro control mientras el texto no sea válido.

18.6.2. Filtrar textos

- Utiliza `edit_OnFilter` para detectar y corregir cada pulsación del usuario.

En caso que queramos implementar filtros más elaborados, que corrijan el texto mientras se escribe, utilizaremos el evento `edit_OnFilter` (Figura 18.26). Un ejemplo lo tenemos en *"¡Hola TextSel y Clipboard!"* (Página 575). Recibiremos, a través de la estructura `EvText` , una copia del texto actual (`EvText::text`), la posición del cursor (`EvText::cpos`) y el número de caracteres añadidos o eliminados (`EvText::len`). A partir de aquí, si el texto debe modificarse, debemos obtener la estructura resultado `EvTextFilter`, poniendo

a TRUE su campo apply. En EvTextFilter::text deberemos copiar el nuevo texto y, en EvTextFilter::cpos, la nueva posición del cursor. Por ejemplo, en (Listado 18.4) se transforman a mayúsculas los caracteres insertados únicamente, dejando el resto del texto intacto.

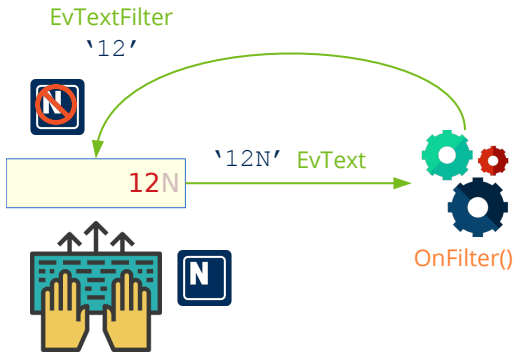


Figura 18.26: El evento *OnFilter* se llama tras cada pulsación o pegado.

Listado 18.4: Filtro que transforma los caracteres insertados en mayúsculas.

```
static void i_OnFilter(SelData *data, Event *e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    cassert_no_null(data);

    /*
     * Convert the inserted text in caps.
     * p->text the control current text (const).
     * r->text the new filterd text.
     * p->cpos current caret position.
     * r->apply = TRUE means the editbox text has to be updated.
     * p->len number of chars inserted at left of caret (to caps).
     * We are working with UTF8-Strings. Sequential access.
     */
    if (button_get_state(data->caps) == ekGUI_ON && p->len > 0)
    {
        EvTextFilter *r = event_result(e, EvTextFilter);
        const char_t *src = p->text;
        char_t *dest = r->text;
        uint32_t cp = unicode_to_u32(src, ekUTF8);
        uint32_t pos = 0;
        while (cp != 0)
        {
            uint32_t offset = 0;
            if (pos >= p->cpos - p->len && pos < p->cpos)
            {
                if (cp >= 'a' && cp <= 'z')
                    cp -= 32;
            }
            offset = unicode_to_char(cp, dest, ekUTF8);
            dest += offset;
```

```
            src = unicode_next(src, ekUTF8);
            cp = unicode_to_u32(src, ekUTF8);
            pos += 1;
        }

        *dest = 0;
        r->cpos = p->cpos;
        r->apply = TRUE;
    }

    textview_printf(data->info_text, "Edit: Pos %d Len %d\n", p->cpos, p->len);
    textview_scroll_caret(data->info_text);
}
...
edit_OnFilter(edit, listener(data, i_OnFilter, SelData));
```

18.6.3. Selección del texto

- Utiliza `edit_select` para seleccionar texto.
- Utiliza `edit_autoselect` para seleccionar automáticamente todo el texto cada vez que el control recibe el foco del teclado.

Es posible mediante código cambiar la selección del texto (Figura 18.27) y la posición del cursor (caret), utilizando esta lógica.

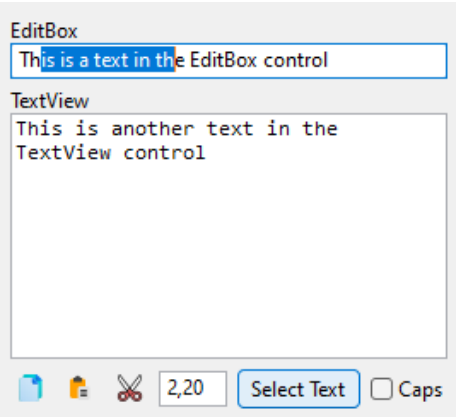


Figura 18.27: Selección de texto (2, 20).

- Si `start == -1` y `end == 0`, se deselecciona todo el texto, dejando el caret en su posición actual.
- Si `start == -1` y `end == -1`, se deselecciona todo el texto, moviendo el caret al final del texto.
- Si `start == 0` y `end == -1` se selecciona todo el texto, moviendo el caret al final del texto.

- Si `start > 0` y `end == -1` se selecciona hasta el final, moviendo el caret al final del texto.
- Si `start == end` se mueve el caret a la posición, deseleccionando todo el texto.

18.6.4. Operaciones con el portapapeles

Al ser componentes nativos, los controles `Edit` soportan las operaciones típicas del portapapeles: Copiar, Pegar, Cortar, etc, así como sus atajos de teclado. No obstante, puede ser util acceder a estas operaciones desde el código del programa permitiendo, por ejemplo, que se copie al portapapeles el texto seleccionado en el control.

- Utiliza `edit_copy` para copiar al portapapeles el texto seleccionado.
- Utiliza `edit_cut` para cortar el texto seleccionado, copiándolo al portapapeles.
- Utiliza `edit_paste` para pegar el texto del portapapeles en la posición del caret.

18.7. Combo

Los **ComboBox** son cajas de edición de texto con lista desplegable (Figura 18.28). Por tanto, funcionarán de la misma forma que los controles `Edit` sobre los que se añaden métodos para la gestión de la lista. En *"¡Hola PopUp y Combo!"* (Página 565) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `combo_create` parar crear un combo.
- Utiliza `combo_text` para establecer el texto de edición.
- Utiliza `combo_color` para establecer el color del texto.
- Utiliza `combo_bgcolor` para establecer el color del fondo.
- Utiliza `combo_add_elem` para añadir un elemento a la lista.

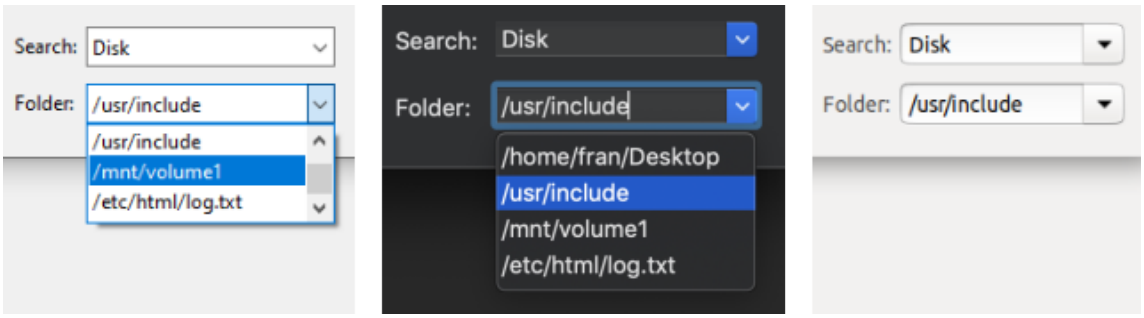


Figura 18.28: Combos en Windows, macOS y Linux.

18.8. ListBox

Los **ListBox** son controles que muestran una serie de elementos a modo de lista (Figura 18.29), (Figura 18.30), (Figura 18.31). Dependiendo de como se configure podremos seleccionar uno o varios elementos o visualizar *checkboxes* para marcarlos. El control habilita barras de scroll cuando sea necesario y permite la navegación con el teclado. En *"¡Hola ListBox!"* (Página 590) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `listbox_create` parar crear un control de lista.
- Utiliza `listbox_add_elem` para añadir un elemento.
- Utiliza `listbox_multisel` para habilitar la selección múltiple.
- Utiliza `listbox_checkbox` para habilitar los checkboxes.
- Utiliza `listbox_OnSelect` para responder a la selección.

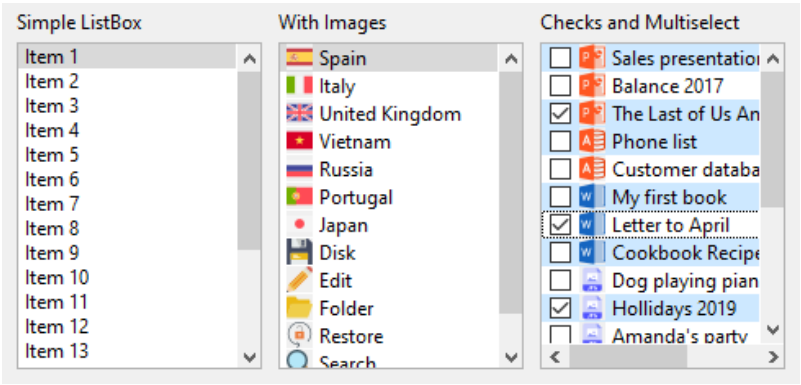


Figura 18.29: Controles ListBox en Windows.

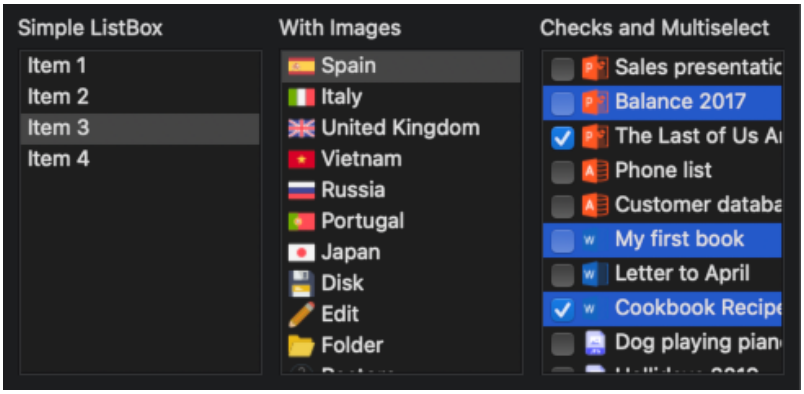


Figura 18.30: Controles ListBox en macOS.

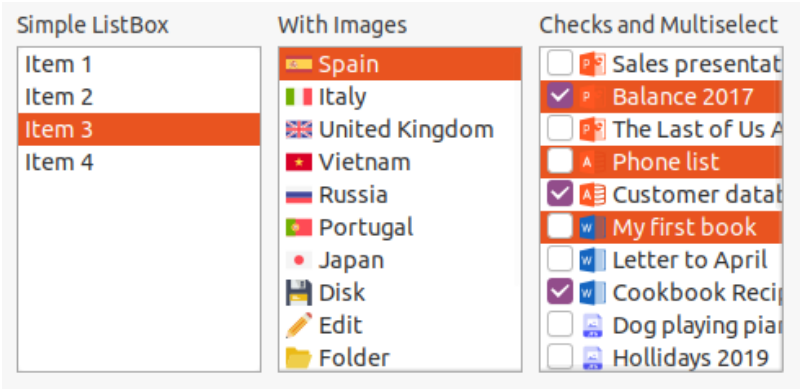


Figura 18.31: Controles ListBox en Linux.

18.9. UpDown

Los **UpDown** son controles tipo botón divididos horizontalmente en dos partes (Figura 18.32). Cada parte tiene impresa una pequeña flecha y se utilizan, normalmente, para realizar incrementos discretos en valores numéricos asociados a controles `Edit`.

- Utiliza `updown_create` para crear un botón updown.
- Utiliza `updown_OnClick` para responder a pulsaciones.

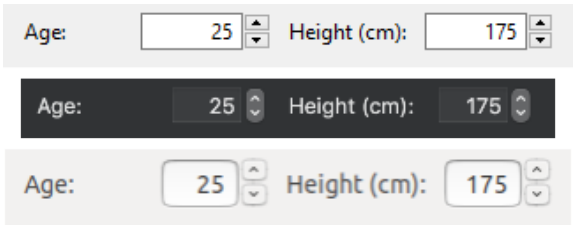


Figura 18.32: UpDown en Windows, macOS y Linux.

18.10. Slider

Los **Sliders** son controles deslizantes se que utilizan normalmente para editar valores numéricos continuos y acotados (Figura 18.33). A medida que el control se desplaza, se van produciendo eventos *OnMoved* que devuelven un valor entre 0 y 1. En *"¡Hola Slider y Progress!"* (Página 593) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `slider_create` para crear un slider horizontal.
- Utiliza `slider_vertical` para crear un slider vertical.
- Utiliza `slider_OnMoved` para responder al desplazamiento.

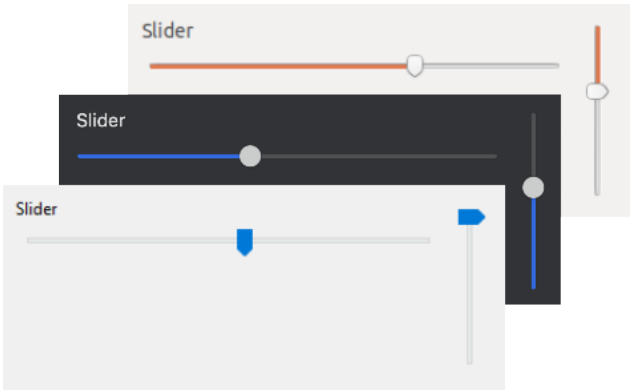


Figura 18.33: Sliders en Windows, macOS y Linux.

18.11. Progress

Las barras de progreso son controles pasivos que muestran el tiempo restante para completar una determinada tarea (Figura 18.34). A medida que transcurra el tiempo deberemos actualizar el control. El estado indefinido mostrará una animación sin indicar estado, lo que será útil cuando no podamos determinar el tiempo requerido.

- Utiliza `progress_create` para crear una barra de progreso.
- Utiliza `progress_undefined` para establecer la barra como indefinida.
- Utiliza `progress_value` para ir actualizando el progreso de la tarea.

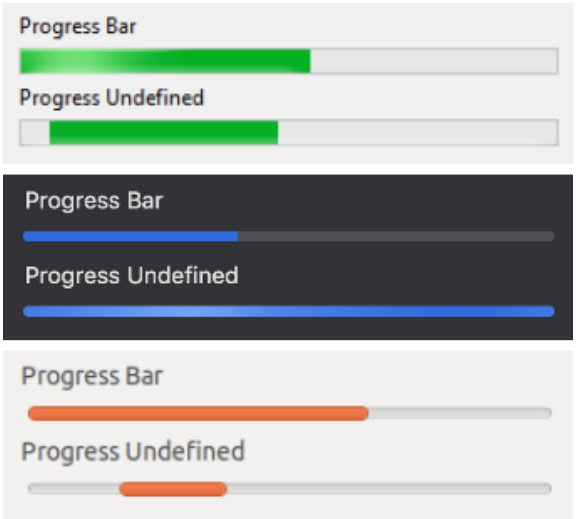


Figura 18.34: ProgressBar en Windows, macOS y Linux.

18.12. View

Los controles **View** o vistas personalizadas (Figura 18.35) son áreas en blanco dentro de la ventana que nos permiten implementar nuestros propios componentes. Tendremos total libertad para dibujar y capturar los eventos del teclado o ratón que nos permitan interactuar con la misma.

- Utiliza `view_create` para crear una vista.
- Utiliza `view_data` para vincular un objeto.
- Utiliza `view_get_data` para obtener este objeto.
- Utiliza `view_size` para establecer el tamaño por defecto.

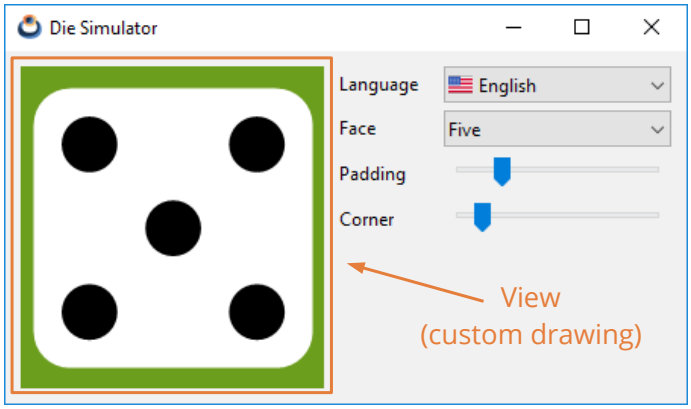


Figura 18.35: Control de vista personalizada.

18.12.1. Dibujar en vistas

El contenido del área de dibujo deberá refrescarse en determinadas ocasiones. Bien porque el sistema operativo deba actualizar una parte previamente solapada, o bien porque el dibujo en sí haya cambiado (animaciones, acciones del usuario, etc). Llegado el momento, el gestor de ventanas lanzará un evento `OnDraw` que la aplicación debe capturar para implementar los comandos de dibujo que permitan recrear el contenido.

- Utiliza `view_OnDraw` para establecer la función de dibujo.
- Utiliza `view_update` para forzar la actualización del contenido.

El manejador del evento `OnDraw` recibirá un contexto de dibujo, sobre el cual se podrán aplicar las diferentes *"Primitivas de dibujo"* (Página 293) (Listado 18.5).

Listado 18.5: Dibujo básico en vistas personalizadas.

```
static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
```

```
    draw_clear(p->ctx, kCOLOR_RED);
    draw_line_width(p->ctx, 10.f);,
    draw_line_color(p->ctx, kCOLOR_GREEN);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, 0, p->width, p->height);
}
...
view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
```

En *"Die"* (Página 455) tienes una sencilla aplicación de ejemplo que implementa el dibujado de vistas personalizadas. En ella se representa la figura de un dado, permitiéndonos editar ciertos parámetros del dibujo. Esta interacción irá lanzando una serie de eventos que requerirán el re-dibujado de nuestra figura. El ciclo completo puede resumirse en estos pasos (Figura 18.36):

- Se produce algún evento que requiere actualizar el contenido de la vista.
- La aplicación llama al método `view_update` para notificar que la vista debe ser actualizada.
- En el momento oportuno, el sistema mandará un evento `OnDraw` con un contexto `DCtx` listo para dibujar. Aquí puedes aplicar todo lo visto en *"Draw2D"* (Página 284) y utilizar líneas, figuras o textos para representar el contenido del control.

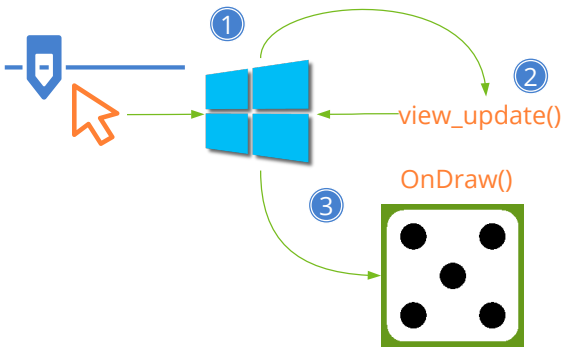


Figura 18.36: Ciclo de refresco de una vista personalizada.

El sistema operativo puede lanzar eventos `OnDraw` en cualquier momento sin que hallamos llamado previamente a `view_update`.

18.12.2. Vistas con scroll

Es posible que la "escena" a representar sea mucho más grande que el propio control, por lo que este mostrará solo un pequeño fragmento de la misma (Figura 18.37). En estos casos diremos que la vista es un *viewport* de la escena. Podemos gestionarlo de dos maneras:

- Utilizar `draw_matrixf` al inicio de `OnDraw` para indicar la transformación que integra el desplazamiento, zoom y posible rotación del viewport con respecto a la escena.

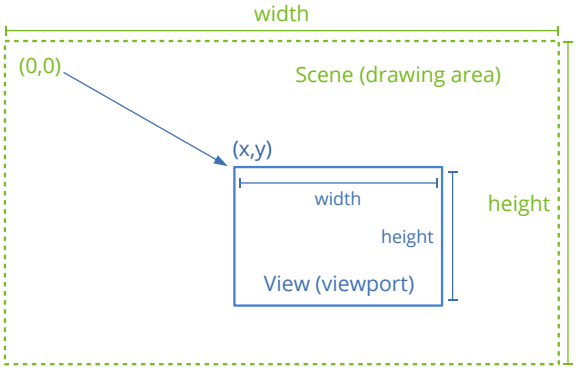


Figura 18.37: Escena y vista (viewport).

Todo ello debe ser gestionado por la aplicación y no tenemos que hacer nada especial, salvo llamar a `view_update` cada vez que sea necesario refrescar.

- Utilizar barras de scroll que permitan al usuario desplazarse libremente por el contenido. En este caso la gestión de la vista se complica un poco más. Esto es lo que debemos tener en cuenta:
  - Utilizar `view_scroll` o `view_custom` para crear la vista.
  - Utilizar `view_content_size` para indicar las medidas de la escena, con el fin de que se dimensionen correctamente las barras laterales.
  - Utilizar `view_scroll_x`, `view_scroll_y` si queremos mover las barras de scroll desde el código.
  - Utilizar `view_viewport` para obtener la posición y dimensiones del área visible.
  - Utilizar `view_OnScroll` para detectar cuando el usuario manipula las barras de scroll.

Algo importante a tener en cuenta, es evitar dibujar elementos no visibles, sobre todo en escenas muy grandes o con multitud de objetos. El sistema operativo mandará sucesivos eventos `OnDraw()` a medida que el usuario manipule las scrollbars, indicando en la estructura `EvDraw` los parámetros del *viewport*. En *"DrawBig"* (Página 783) tienes una aplicación de ejemplo que muestra como gestionar correctamente este tipo de casos.

Es posible que las dimensiones del viewport recibido en `OnDraw` sean algo superiores al tamaño del control. Esto es debido a que determinados gestores de ventanas obligan a dibujar en ciertas zonas no visibles cercanas a los bordes, con el fin de evitar parpadeos en desplazamientos muy rápidos.

18.12.3. Dibujo de overlays

- Utiliza `view_OnOverlay` para dibujar overlays.

Un overlay es una capa gráfica que se dibuja encima del contenido principal volcado por el evento `OnDraw`. Utiliza el sistema de coordenadas del control `View` donde la coordenada (0,0) corresponde al border superior-izquierdo (Figura 18.38) (Listado 18.6). Por tanto, los overlays permanecen fijos, independientemente del desplazamiento de las barras de scroll. Son útiles para dibujar marcadores o información que no queremos que sea desplazada. También pueden utilizarse en vistas sin barras de scroll.

Figura 18.38: Dibujo de overlay. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/overlay.gif*.

Listado 18.6: Código para generar el overlay.

```
static void i_OnOverlay(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    cassert_no_null(app);
    if (app->overlay == TRUE)
    {
        draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_text_color(p->ctx, kCOLOR_WHITE);
        draw_rect(p->ctx, ekFILL, 5, 5, 80, 20);
        draw_text(p->ctx, "OVERLAY", 5, 5);
    }
}
...
view_OnOverlay(view, listener(app, i_OnOverlay, App));
```

18.12.4. Uso del ratón

Para poder interactuar con el control es necesario definir manejadores para los diferentes eventos del ratón (Listado 18.7), (Figura 18.39). El sistema operativo notificará las acciones del usuario con el fin de que la aplicación pueda lanzar las acciones pertinentes. No es necesario utilizarlos todos, tan solo los imprescindibles en cada caso.

Listado 18.7: Respuesta a eventos de ratón.

```
static void i_OnMove(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, Event);
```

```
    do_something_onmouse_moved(app, p->x, p->y);
}
...
view_OnMove(view, listener(app, i_OnMove, App));
```

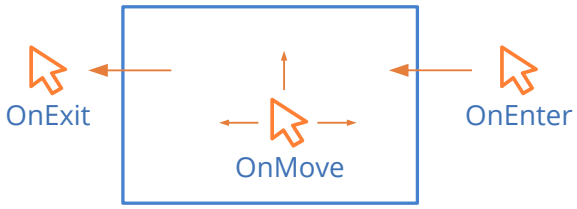


Figura 18.39: Eventos de posición con respecto a la vista.

- Utiliza `view_OnEnter` para saber cuando el cursor entra en la vista.
- Utiliza `view_OnExit` para saber cuando el cursor sale de la vista.
- Utiliza `view_OnMove` para saber cuando el cursor se está moviendo por la vista.
- Utiliza `view_OnDown` para saber cuando se pulsa un botón dentro de la vista.
- Utiliza `view_OnUp` para saber cuando se libera un botón dentro de la vista.
- Utiliza `view_OnClick` para identificar un click (Up + Down rápido).
- Utiliza `view_OnDrag` para desplazamientos del cursor con un botón pulsado.
- Utiliza `view_OnWheel` para el uso de la ruedecilla del ratón.

Si la vista utiliza barras de scroll, la posición (x,y) del cursor pasada a `EvMouse` en cada evento, hace referencia a los coordenadas globales de la escena, teniendo en cuenta el desplazamiento. En vistas sin barras de scroll, son las coordenadas locales del control. Las coordenadas locales del viewport están en (lx,ly).

18.12.5. Uso del teclado

Cuando una vista reciba el *"Foco del teclado"* (Página 400), todas las pulsaciones irán dirigidas a ella, por lo que deberemos implementar los manejadores apropiados.

- Utiliza `view_OnKeyDown` para detectar cuando se pulsa una tecla.
- Utiliza `view_OnKeyUp` para detectar cuando se libera una tecla.
- Utiliza `view_OnFocus` para notificar a la aplicación cada vez que la vista reciba (o pierda) el foco del teclado. En (Figura 18.40), la vista cambia el color de la celda activa cuando tiene el foco.
- Utiliza `view_OnResignFocus` para evitar que la vista pierda el foco del teclado.

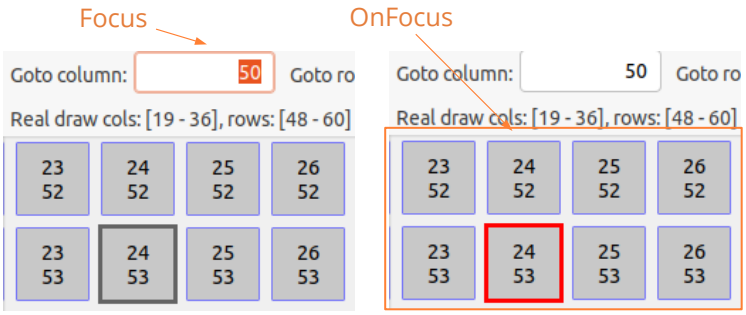


Figura 18.40: Vista sin el foco del teclado (izquierda) y con él (derecha).

- Utiliza `view_OnAcceptFocus` para evitar que la vista obtenga el foco del teclado.

> *Si una vista no necesita utilizar el teclado, asegúrate que no pueda recibir el foco al pulsar `[TAB]` "Tabstops" (Página 385). También implementa `view_OnAcceptFocus` para evitar que obtenga el foco al hacer click sobre ella.*

En los eventos `KeyDown` y `KeyUp` se recibirá un `vkey_t` con el valor de la tecla pulsada. En (Figura 18.41) y (Figura 18.42) se muestran la correspondencia de estos códigos. En *"Aplicaciones síncronas"* (Página 427) es posible que necesitemos saber si una tecla está pulsada o no durante el ciclo de actualización (síncrono) donde no tenemos acceso a los eventos `OnKeyDown` y `OnKeyUp` (asíncronos). Esto es posible hacerlo asignando a la vista un búfer de teclado mediante `view_keybuf`, que capturá los eventos asociados a cada tecla y nos permitirá consultar su estado en cualquier momento de forma cómoda.

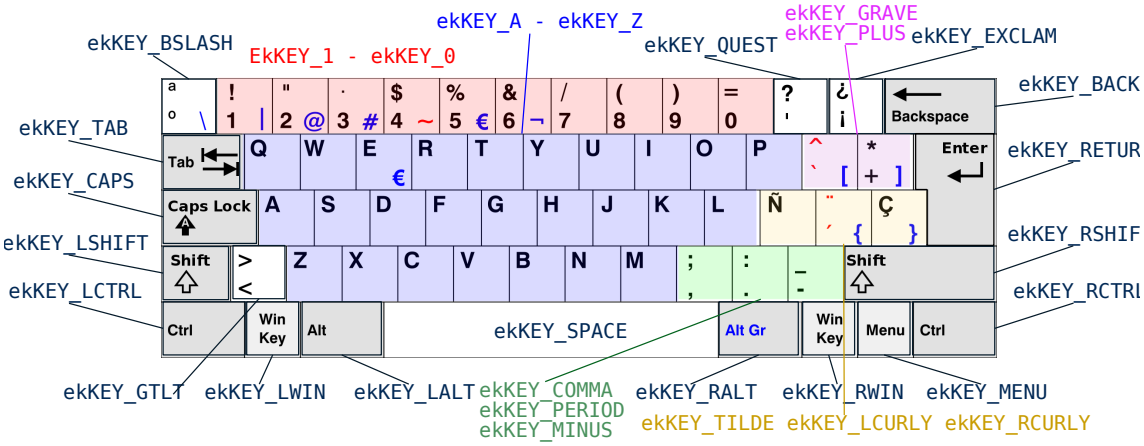


Figura 18.41: Códigos del teclado.

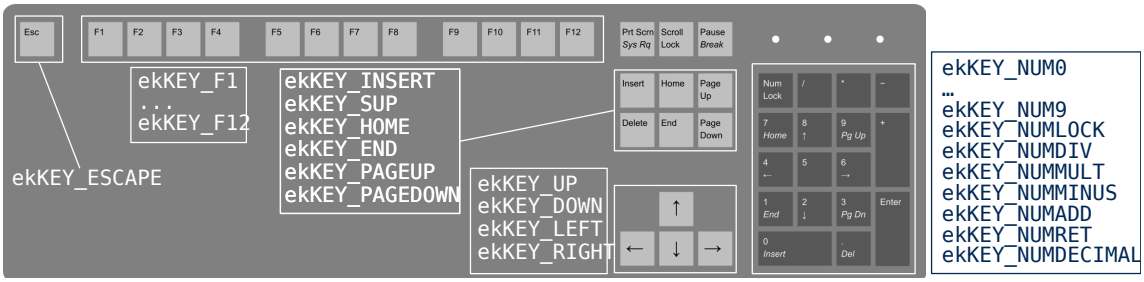


Figura 18.42: Códigos extendidos del teclado.

18.13. TextView

Los **TextView** son vistas diseñadas para trabajar con bloques de texto enriquecido, donde pueden combinarse tipografías, tamaños y colores (Figura 18.43). El texto se puede editar directamente o mediante código utilizando las funciones que proporciona el SDK. En *"¡Hola TextView!"* (Página 595) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `textview_create` para crear una vista de texto.
- Utiliza `textview_printf` para añadir texto.
- Utiliza `textview_cpos_printf` para insertar texto en la posición del cursor.
- Utiliza `textview_clear` para borrar todo el texto.
- Utiliza `textview_editable` para permitir editar el texto.

18.13.1. Formato de carácter

Una de las ventajas del texto enriquecido con respecto al texto plano, es la posibilidad de combinar diferentes formatos de carácter dentro del mismo párrafo (Figura 18.44).

Utiliza `textview_family` para establecer la tipografía.

Utiliza `textview_fsize` para establecer el tamaño del carácter.

Utiliza `textview_fstyle` para establecer el estilo.

Utiliza `textview_color` para establecer el color del texto.

Utiliza `textview_bgcolor` para establecer el color de fondo del texto.

18.13.2. Formato de párrafo

Se pueden establecer también atributos por párrafo (Figura 18.45). El carácter nueva línea `'\n'` se considera cierre o final del párrafo.

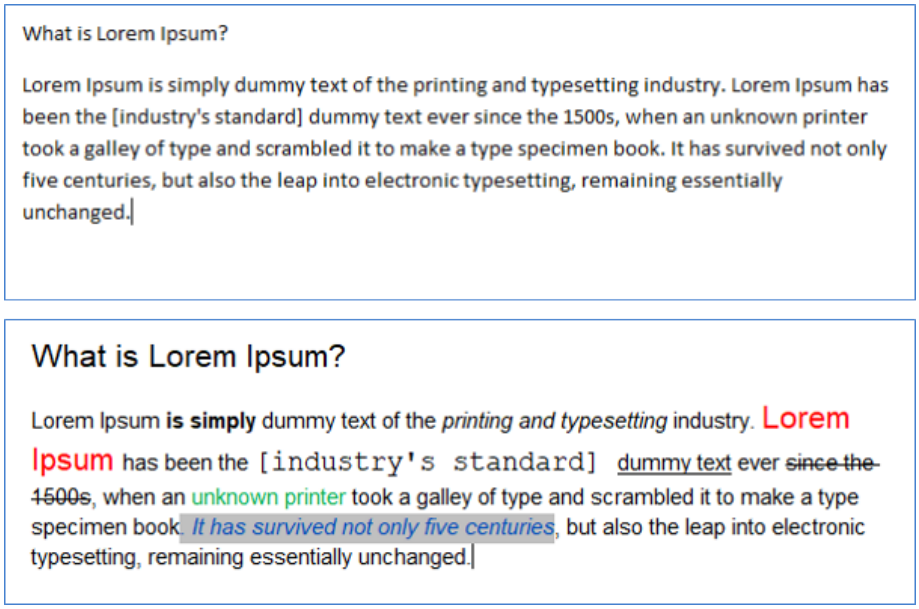


Figura 18.43: Texto plano y texto enriquecido.

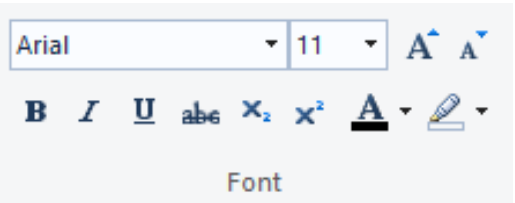


Figura 18.44: Controles típicos del formato de carácter.

Utiliza `textview_halign` para establecer a alineación del párrafo.

Utiliza `textview_lspacing` para establecer la separación entre líneas (interlineado).

Utiliza `textview_bfspace` para indicar el espacio vertical antes del párrafo.

Utiliza `textview_afspace` para indicar el espacio vertical después del párrafo.

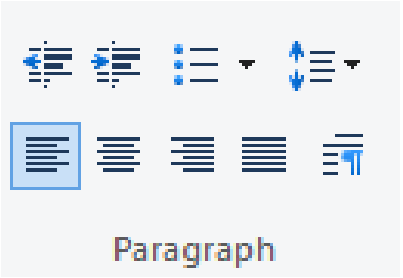


Figura 18.45: Controles típicos del formato de párrafo.

18.13.3. Formato del documento

Por último disponemos de varios atributos que afectan a la totalidad del documento o del control.

Utiliza `textview_units` para establecer la unidades del texto.

Utiliza `textview_pgcolor` para establecer el color del fondo del control (página).

18.13.4. Aplicar formato

Las funciones de formato que acabamos de presentar no modifican, por si solas, la apariencia del texto existente en el control. Establecen las propiedades por defecto que serán aplicadas a continuación, según los siguientes criterios. En *"¡Hola TextEditor!"* (Página 583) tienes un ejemplo de uso (Figura 18.46).

- Utiliza `textview_apply_all` para aplicar los atributos a todo el texto.
- Utiliza `textview_apply_select` para aplicar los atributos al texto seleccionado. Si no hay texto seleccionado, se establecerán para el nuevo texto insertado en la posición del cursor.
- Cuando utilicemos `textview_printf` o `textview_writef`, el texto se añadirá al final del control, utilizando los atributos por defecto establecidos. De esta forma podremos componer textos de forma secuencial, alterando los atributos a aplicar a cada nueva cadena.
- Cuando utilicemos `textview_cpos_printf` o `textview_cpos_writef`, el formato será el del carácter anterior a la posición actual del cursor (no el formato por defecto).
- De la misma forma, cuando el usuario edita el texto directamente, el formato será el del carácter anterior a la posición actual del cursor. Excepto cuando se escribe el primer carácter, que tomará el formato del siguiente (si hay alguno) o el formato por defecto.

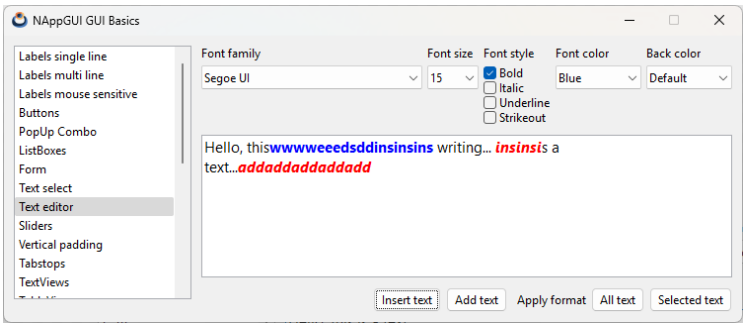


Figura 18.46: Aplicar el formato del texto.

18.13.5. Filtrar texto insertado

- Utiliza `textview_OnFilter` para filtrar textos.

Cada vez que el usuario inserte nuevo texto en el control, mediante pulsaciones u operaciones del portapapeles, se enviará un evento que podemos capturar si es necesario. En *"¡Hola TextSel y Clipboard!"* (Página 575) tienes un ejemplo. Recibiremos, a través de la estructura `EvText`, una copia del texto insertado (`EvText::text`), la posición del cursor (`EvText::cpos`) y el número de caracteres añadidos (`EvText::len`). A partir de aquí, si el texto debe modificarse, debemos obtener la estructura resultado `EvTextFilter`, poniendo a `TRUE` su campo `apply`. En `EvTextFilter::text` deberemos copiar el nuevo texto y, en `EvTextFilter::cpos`, la nueva posición del cursor.

18.13.6. Seleccionar texto

- Utiliza `textview_select` para seleccionar texto.
- Utiliza `textview_del_select` para eliminar el texto seleccionado.

Es posible mediante código cambiar la selección del texto y la posición del cursor (caret), utilizando esta lógica.

- Si `start == -1` y `end == 0`, se deselecciona todo el texto, dejando el caret en su posición actual.
- Si `start == -1` y `end == -1`, se deselecciona todo el texto, moviendo el caret al final del texto.
- Si `start == 0` y `end == -1` se selecciona todo el texto, moviendo el caret al final del texto.
- Si `start > 0` y `end == -1` se selecciona hasta el final, moviendo el caret al final del texto.
- Si `start == end` se mueve el caret a la posición, deseleccionando todo el texto.

18.13.7. Portapapeles

- Utiliza `textview_copy` para copiar al portapapeles el texto seleccionado.
- Utiliza `textview_cut` para cortar el texto seleccionado, copiándolo al portapapeles.
- Utiliza `textview_paste` para pegar el texto del portapapeles en la posición del caret.

18.13.8. Ajuste del texto

- Utiliza `textview_wrap` para activar/desactivar el ajuste del texto.

Por defecto, el control ajusta automáticamente la anchura del texto, cortando las líneas cuando sea necesario. Esto se puede evitar pasando `wrap=FALSE`, donde cada línea ocupará su ancho natural y aparecerá una barra de scroll horizontal para poder desplazar el texto (Figura 18.47).

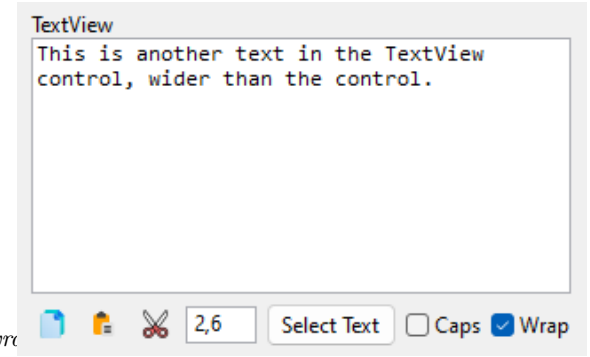


Figura 18.47: Ajuste del texto. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/textview_wr*

18.14. WebView

Un control **WebView** nos permitirá incrustar contenido Web en nuestra aplicación. Se comportará de igual forma que otros controles de vista como `View` o `TextView` en lo relativo a maquetación o redimensionado, mostrando un navegador totalmente funcional en su área cliente (Figura 18.48). En *"¡Hola WebView!"* (Página 693) tienes una aplicación de ejemplo.

- Utiliza `webview_create` para crear una vista web.
- Utiliza `webview_navigate` para mostrar el contenido de una URL.
- Utiliza `webview_back` para ir a la página anterior.
- Utiliza `webview_forward` para ir a la página siguiente.

18.14.1. Dependencias de WebView

WebView depende de tecnologías nativas en cada sistema operativo: **Edge:WebView2** en Windows, **WebKit2** en GTK/Linux y **WKWebView** en macOS (Figura 18.49). El build system de NAppGUI, se encargará de gestionar las dependencias por nosotros de forma automática. No obstante, debes tener en cuenta estos puntos, antes de utilizar este control en tus aplicaciones de forma exitosa.

18.14.2. WebView en Windows

- En la carpeta `prj/depend/web/win` están las cabeceras y librerías estáticas de **WebView2**.

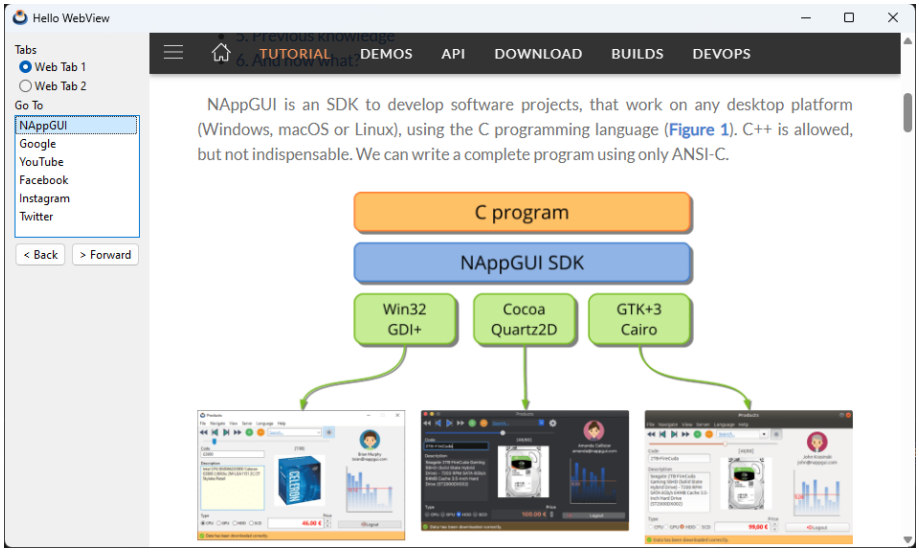


Figura 18.48: Aplicación que integra un WebView.

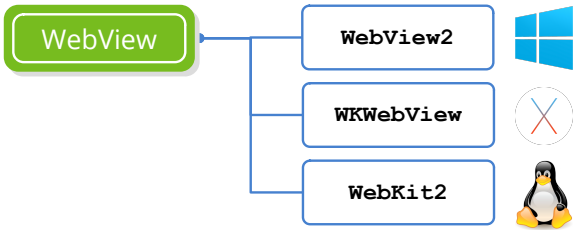


Figura 18.49: Dependencias nativas de WebView.

- Se han obtenido desde este paquete de NuGet[1].
- Existen problemas al compilar en modo Debug desde VS2017 y VS2015. Sin embargo, en modo Release, las aplicaciones funcionan sin problema utilizando estas versiones de Visual Studio. Más información aquí[2].
- Visual Studio 2013 y anteriores no soportan la compilación del **WebView2**.
- MinGW no soporta la compilación del **WebView2**.
- Se recomienda el uso de VS2019 o VS2022 para generar aplicaciones con **WebView2**.
- **WebView2** solo funciona en Windows 10 y Windows 11.

[1] `https://www.nuget.org/packages/Microsoft.Web.WebView2`
[2] `https://github.com/MicrosoftEdge/WebView2Feedback/issues/2614`

18.14.3. WebView en macOS

No debes hacer nada especial para compilar el WebView en macOS. CMake enlazará automáticamente com `WebKit.framework`. Por el momento, este soporte está disponible para macOS **10.10 Yosemite** y posteriores, ya que `WKWebView` no está presente en distribuciones anteriores.

18.14.4. WebView en Linux

Deberemos instalar las librerías de desarrollo de WebKit2 en nuestro sistema para que CMake pueda habilitar el soporte Web en NAppGUI.

Instalación de WebKit2 en Ubuntu.

```
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.1-dev  // Ubuntu 24
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.1-dev  // Ubuntu 22
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.0-dev  // Ubuntu 20
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.0-dev  // Ubuntu 18
sudo apt-get install libwebkit2gtk-4.0-dev  // Ubuntu 16
sudo apt-get install libwebkit2gtk-3.0-dev  // Ubuntu 14
```

El soporte WebKit2 no está disponible en Ubuntu 12 y anteriores.

18.14.5. Deshabilitar WebView

Si el script CMake de NAppGUI no detecta en tu sistema las librería nativas requeridas por el control `WebView`, lo deshabilitará. También puedes hacerlo explícitamente mediante este parámetro de CMake.

```
cmake -DNAPPGUI_WEB=NO -S . -B build
```

Al deshabilitar el soporte Web, las aplicaciones que hagan uso del control `WebView` compilarán y se podrán ejecutar. La diferencia es que no mostrarán contenido Web en el control, tan solo un área vacía (Figura 18.50).

Deshabilitar el soporte Web, no generará errores de compilación ni enlace en aplicaciones que utilicen el WebView.

18.15. ImageView

Los **ImageView** son vistas especializadas en visualizar imágenes y animaciones **GIF**.

- Utiliza `imageview_create` para crear un control de imagen.
- Utiliza `imageview_image` para establecer la imagen que mostrará el control.

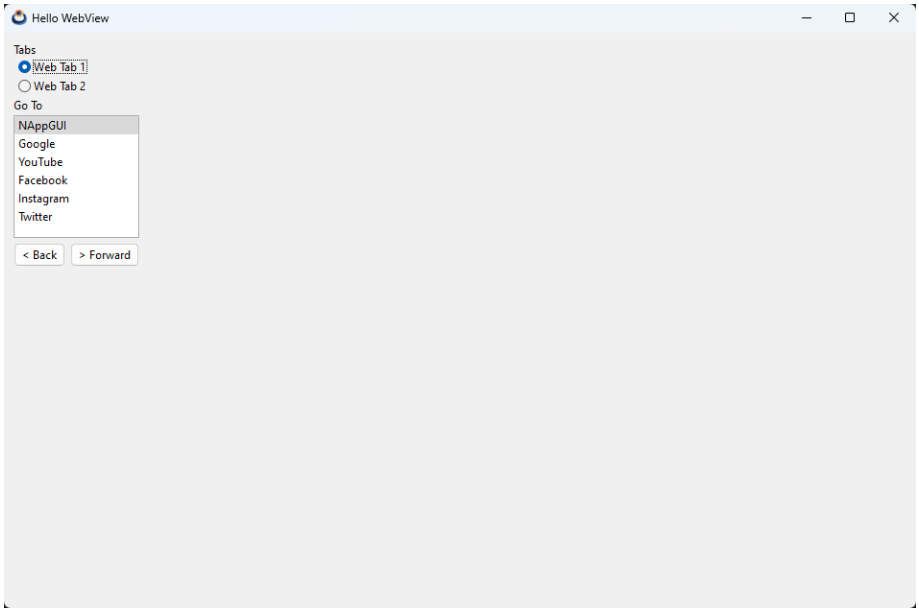


Figura 18.50: Aplicación con el soporte Web deshabilitado.

Figura 18.51: ImageView en un panel.

- Utiliza `imageview_scale` para establecer el modo de ajuste de la imagen.

18.16. TableView

Las **TableView** son vistas de datos que muestran información tabulada organizada en filas y columnas (Figura 18.52), (Figura 18.53), (Figura 18.54). El control habilita barras de scroll y permite la navegación mediante el teclado. En *"¡Hola TableView!"* (Página 598) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza `tableview_create` parar crear un control de tabla.
- Utiliza `tableview_new_column_text` para añadir una columna.
- Utiliza `tableview_size` para establecer el tamaño por defecto.

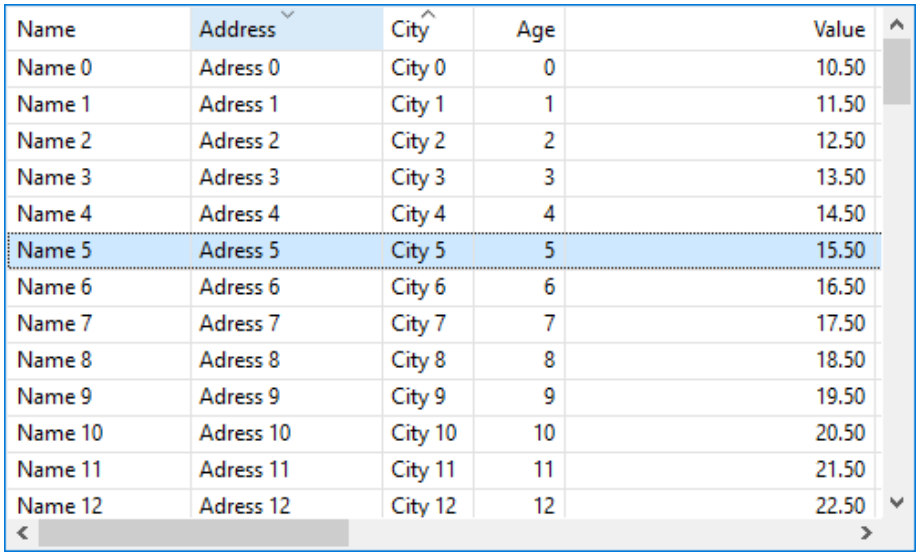


Figura 18.52: Control TableView en Windows.

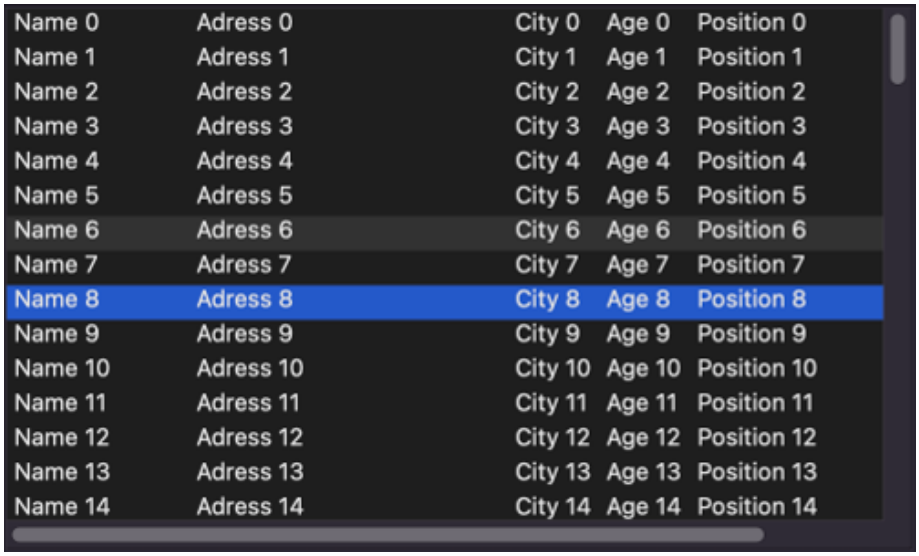


Figura 18.53: Control TableView en macOS.

Name	Address	City	Age	Value
Name 0	Adress 0	City 0	0	10.50
Name 1	Adress 1	City 1	1	11.50
Name 2	Adress 2	City 2	2	12.50
Name 3	Adress 3	City 3	3	13.50
Name 4	Adress 4	City 4	4	14.50
Name 5	Adress 5	City 5	5	15.50
Name 6	Adress 6	City 6	6	16.50
Name 7	Adress 7	City 7	7	17.50
Name 8	Adress 8	City 8	8	18.50
Name 9	Adress 9	City 9	9	19.50
Name 10	Adress 10	Cit...	10	20.50
Name 11	Adress 11	Cit...	11	21.50

Figura 18.54: Control TableView en Linux.

18.16.1. Conexión de datos

Pensemos que una tabla puede contener miles de registros y estos pueden cambiar en cualquier momento desde diferentes fuentes de datos (disco, red, SGBDs, etc). Por este motivo, el TableView **no mantendrá ninguna caché interna**. Se ha diseñado con el objetivo de realizar un rápida visualización de los datos, pero sin entrar en la gestión de los mismos. Es la aplicación, en última instancia, la que debe suministrar esta información de una forma fluida.

- Utiliza `tableview_OnData` para vincular la tabla con el origen de datos.
- Utiliza `tableview_update` para forzar la actualización de los datos de la tabla.

Cuando una tabla deba dibujar su contenido, como respuesta a un evento `OnDraw`, en primer lugar pedirá a la aplicación el número total de registros mediante una notificación `ekGUI_EVENT_TBL_NROWS`. Con ello podrá calcular el tamaño del documento y configurar las barras de scroll (Figura 18.55). Posteriormente irá lanzando sucesivos eventos `ekGUI_EVENT_TBL_CELL`, donde pedirá a la aplicación el contenido de cada celda (Figura 18.56). Todos estos requerimientos se realizarán a través de la función *callback* establecida en `tableview_OnData` (Listado 18.8).

TableView solo pedirá el contenido de la parte visible en cada momento.

Listado 18.8: Ejemplo de conexión de datos.

```
static void i_OnTableData(App *app, Event *e)
```

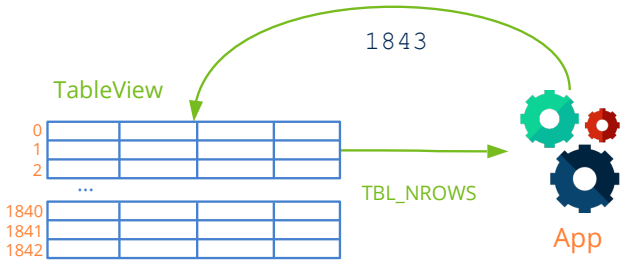


Figura 18.55: Petición del número de filas del conjunto de datos.

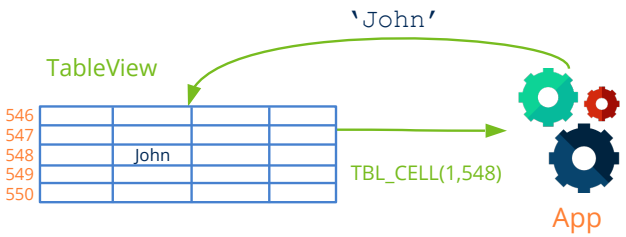


Figura 18.56: Petición de los datos de una celda.

```
{
    uint32_t etype = event_type(e);
    unref(app);

    switch(etype) {
    case ekGUI_EVENT_TBL_NROWS:
    {
        uint32_t *n = event_result(e, uint32_t);
        *n = app_num_rows(app);
        break;
    }

    case ekGUI_EVENT_TBL_CELL:
    {
        const EvTbPos *pos = event_params(e, EvTbPos);
        EvTbCell *cell = event_result(e, EvTbCell);

        switch(pos->col) {
        case 0:
            cell->text = app_text_column0(app, pos->row);
            break;

        case 1:
            cell->text = app_text_column1(app, pos->row);
            break;

        case 2:
            cell->text = app_text_column2(app, pos->row);
            break;
        }

        break;
```

```
    }

    }
}

TableView *table = tableview_create();
tableview_OnData(table, listener(app, i_OnTableData, App));
tableview_update(table);
```

18.16.2. Caché de datos

Como ya hemos comentado, en cada instante la tabla solo mostrará una pequeña porción del conjunto de datos. Con el fin de suministrar estos datos de la manera más rápida posible, la aplicación puede mantener una caché con aquellos que vayan a ser mostrados a continuación. Para ello, antes de comenzar a dibujar la vista, la tabla mandará un evento tipo `ekGUI_EVENT_TBL_BEGIN` donde indicará el rango de filas y columnas que necesitan actualización (Figura 18.57). Este evento precederá a cualquier `ekGUI_EVENT_TBL_CELL` visto en la sección anterior. De igual forma, una vez actualizadas todas las celdas visibles, se enviará el evento `ekGUI_EVENT_TBL_END`, donde la aplicación podrá liberar los recursos en caché (Listado 18.9).

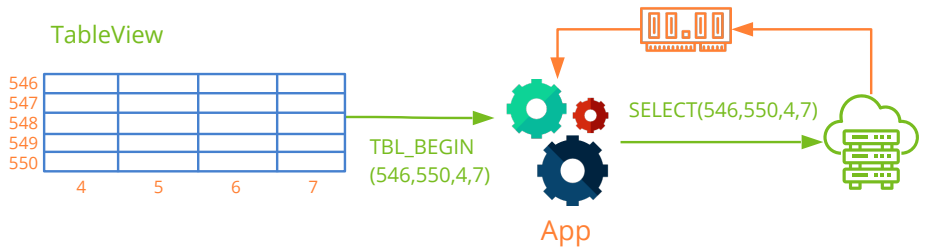


Figura 18.57: Uso de caché de datos.

Listado 18.9: Ejemplo de empleo de caché de datos.

```
static void i_OnTableData(App *app, Event *e)
{
    uint32_t etype = event_type(e);
    unref(app);

    switch(etype) {
    case ekGUI_EVENT_TBL_NROWS:
    {
        uint32_t *n = event_result(e, uint32_t);
        *n = app_num_rows(app);
        break;
    }
```

```
    case ekGUI_EVENT_TBL_BEGIN:
    {
        const EvTbRect *rect = event_params(e, EvTbRect);
        app->cache = app_fill_cache(app, rect->strow, rect->edrow, rect->stcol,
            ↪  rect->edcol);
        break;
    }

    case ekGUI_EVENT_TBL_CELL:
    {
        const EvTbPos *pos = event_params(e, EvTbPos);
        EvTbCell *cell = event_result(e, EvTbCell);
        cell->text = app_get_cache(app->cache, pos->row, pos->col);
        break;
    }

    case ekGUI_EVENT_TBL_END:
        app_delete_cache(app->cache);
        break;
}

TableView *table = tableview_create();
tableview_OnData(table, listener(app, i_OnTableData, App));
tableview_update(table);
```

18.16.3. Selección múltiple

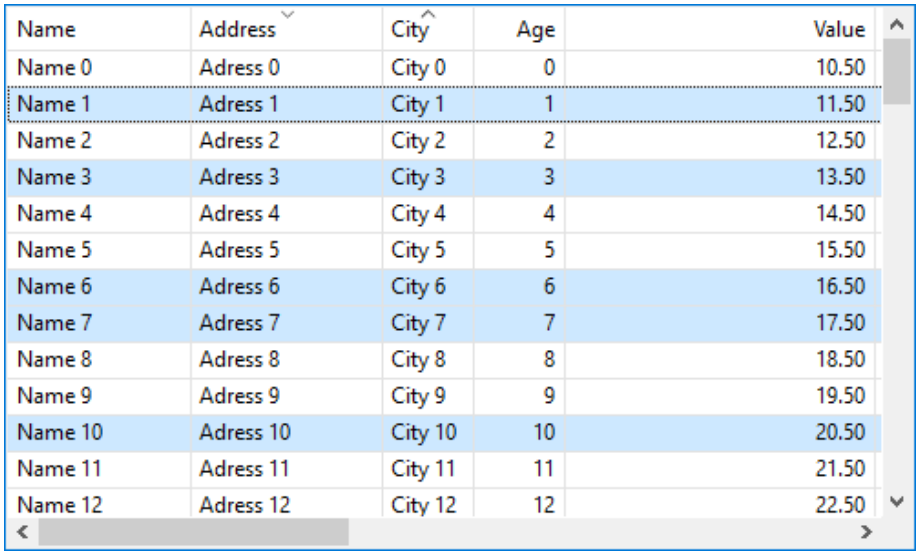
Cuando navegamos por un `TableView` podemos activar la selección múltiple, que permitirá marcar más de una fila de la tabla (Figura 18.58).

- Utiliza `tableview_multisel` para activar o desactivar la selección múltiple.
- Utiliza `tableview_selected` para obtener las filas seleccionadas.
- Utiliza `tableview_select` para seleccionar un conjunto de filas.
- Utiliza `tableview_deselect` para de-seleccionar.
- Utiliza `tableview_deselect_all` para desmarcar todas las filas.
- Utiliza `tableview_OnSelect` para recibir un evento cuando cambie la selección.

18.16.4. Navegación por la tabla

La navegación por un `TableView` funciona igual que otros controles similares, como el explorador de archivos. Podremos utilizar el teclado cuando la tabla tenga el foco. También responderá a los eventos del ratón para seleccionar filas y mover las barras de scroll.

- Utiliza `tableview_focus_row` para mover el foco del teclado a una fila.



Name	Address	City	Age	Value
Name 0	Adress 0	City 0	0	10.50
Name 1	Adress 1	City 1	1	11.50
Name 2	Adress 2	City 2	2	12.50
Name 3	Adress 3	City 3	3	13.50
Name 4	Adress 4	City 4	4	14.50
Name 5	Adress 5	City 5	5	15.50
Name 6	Adress 6	City 6	6	16.50
Name 7	Adress 7	City 7	7	17.50
Name 8	Adress 8	City 8	8	18.50
Name 9	Adress 9	City 9	9	19.50
Name 10	Adress 10	City 10	10	20.50
Name 11	Adress 11	City 11	11	21.50
Name 12	Adress 12	City 12	12	22.50

Figura 18.58: TableView con selección múltiple.

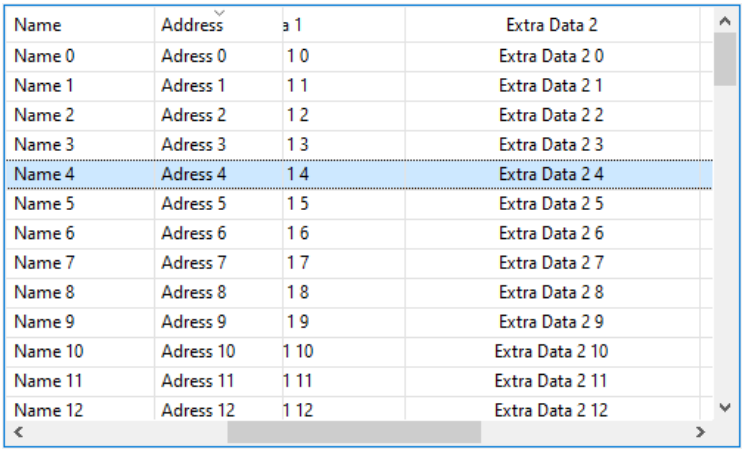
- Utiliza `tableview_get_focus_row` para obtener la fila que tiene el foco del teclado.
- Utiliza `tableview_hkey_scroll` para configurar el desplazamiento horizontal.
- `[UP]/[DOWN]` para desplazar fila a fila.
- `[LEFT]/[RIGHT]` para desplazar horizontalmente.
- `[PAGEUP]/[PAGEDOWN]` avanzar o retroceder una página.
- `[HOME]` va al inicio de la tabla.
- `[END]` va al final de la tabla.
- `[CTRL]+clic` selección múltiple con el ratón.
- `[SHIFT]+[UP]/[DOWN]` selección multiple con el teclado.

En selección múltiple, se producirá una **de-selección automática de las filas** siempre que hagamos clic liberando `[CTRL]` o pulsemos cualquier tecla de navegación liberando `[SHIFT]`. Si queremos navegar sin perder la selección previa, deberemos activar el flag `preserve` en `tableview_multisel`.

18.16.5. Configurar columnas

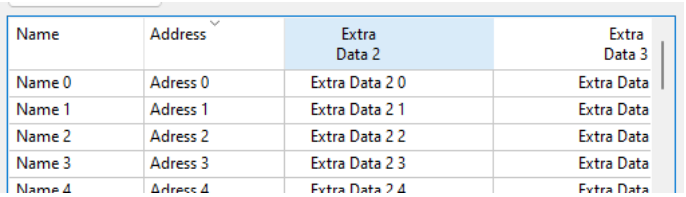
Tenemos diferentes opciones para configurar la interacción con las diferentes columnas de la tabla:

- Utiliza `tableview_header_title` para establecer el título de una columna. Se aceptan múltiples líneas incluyendo caracteres `'\n'` (Figura 18.60).
- Utiliza `tableview_header_align` para establecer la alineación del título de una columna.
- Utiliza `tableview_header_resizable` para permitir o no el re-dimensionamiento de columnas.
- Utiliza `tableview_column_width` para establecer el ancho de una columna.
- Utiliza `tableview_column_limits` para establecer limites en el ancho.
- Utiliza `tableview_column_resizable` para permitir estirar o contraer la columna.
- Utiliza `tableview_column_freeze` para congelar columnas (Figura 18.59).



Name	Address	a 1	Extra Data 2
Name 0	Adress 0	1 0	Extra Data 2 0
Name 1	Adress 1	1 1	Extra Data 2 1
Name 2	Adress 2	1 2	Extra Data 2 2
Name 3	Adress 3	1 3	Extra Data 2 3
Name 4	Adress 4	1 4	Extra Data 2 4
Name 5	Adress 5	1 5	Extra Data 2 5
Name 6	Adress 6	1 6	Extra Data 2 6
Name 7	Adress 7	1 7	Extra Data 2 7
Name 8	Adress 8	1 8	Extra Data 2 8
Name 9	Adress 9	1 9	Extra Data 2 9
Name 10	Adress 10	1 10	Extra Data 2 10
Name 11	Adress 11	1 11	Extra Data 2 11
Name 12	Adress 12	1 12	Extra Data 2 12

Figura 18.59: Columnas 0 y 1 congeladas. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/tableview_freeze.gif*.



Name	Address	Extra Data 2	Extra Data 3
Name 0	Adress 0	Extra Data 2 0	Extra Data
Name 1	Adress 1	Extra Data 2 1	Extra Data
Name 2	Adress 2	Extra Data 2 2	Extra Data
Name 3	Adress 3	Extra Data 2 3	Extra Data
Name 4	Adress 4	Extra Data 2 4	Extra Data

Figura 18.60: Cabecera con múltiples líneas.

18.16.6. Notificaciones en tablas

Tenemos diferentes eventos para capturar acciones que el usuario podría realizar sobre la tabla (Listado 18.10).

- Utiliza `tableview_header_clickable` para permitir clic sobre la cabecera.

- Utiliza `tableview_OnRowClick` para notificar el clic sobre una fila.
- Utiliza `tableview_OnHeaderClick` para notificar el clic sobre la cabecera.

Listado 18.10: Notificaciones

```
static void i_OnRowClick(App *app, Event *e)
{
    const EvTbRow *p = event_params(e, EvRow);
    on_row_click(app, p->row, p->sel);
}

static void i_OnHeaderClick(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    on_header_click(app, p->index);
}

tableview_OnRowClick(table, listener(app, i_OnRowClick, App));
tableview_OnHeaderClick(table, listener(app, i_OnRowClick, App));
```

18.16.7. Apariencia de la tabla

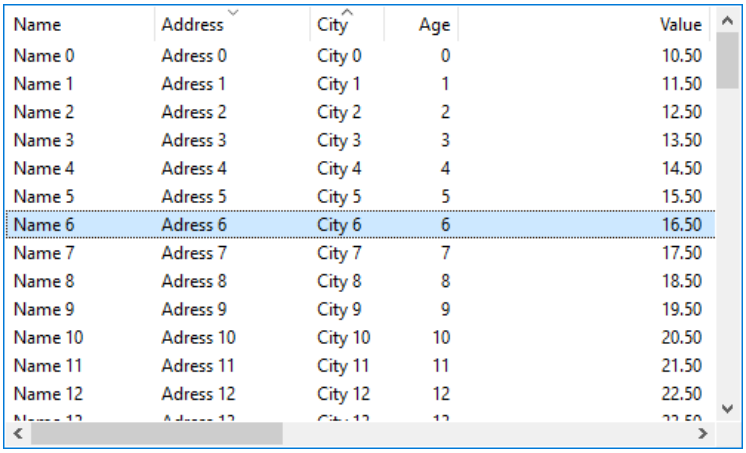
Existen diferentes opciones para cambiar la apariencia de la tabla.

- Utiliza `tableview_font` para cambiar la fuente.
- Utiliza `tableview_header_visible` para mostrar u ocultar la cabecera.
- Utiliza `tableview_scroll_visible` para mostrar u ocultar las barras de scroll.
- Utiliza `tableview_grid` para mostrar u ocultar las líneas interiores (Figura 18.61), (Figura 18.62).
- Utiliza `tableview_header_height` para forzar la altura de la cabecera.
- Utiliza `tableview_row_height` para forzar la altura de la fila.

18.17. SplitView

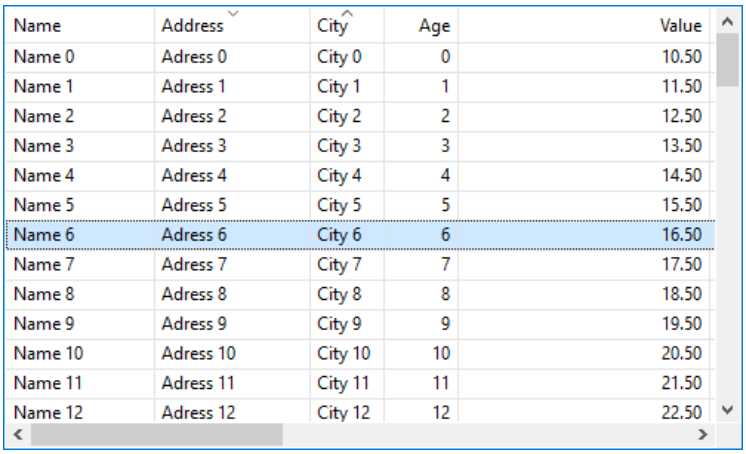
Las `SplitView` son vistas divididas en dos partes, donde en cada una de ellas emplazamos otra vista o un panel. La línea divisoria es desplazable, lo que permite redimensionar ambas mitades, repartiendo el tamaño total del control entre ambos descendientes. En *"¡Hola SplitView!"* (Página 604) tienes un ejemplo de uso (Listado 18.11), (Figura 18.63).

- Utiliza `splitview_horizontal` para crear una vista arriba/abajo.
- Utiliza `splitview_vertical` para crear una vista izquierda/derecha.



Name	Address	City	Age	Value
Name 0	Adress 0	City 0	0	10.50
Name 1	Adress 1	City 1	1	11.50
Name 2	Adress 2	City 2	2	12.50
Name 3	Adress 3	City 3	3	13.50
Name 4	Adress 4	City 4	4	14.50
Name 5	Adress 5	City 5	5	15.50
Name 6	Adress 6	City 6	6	16.50
Name 7	Adress 7	City 7	7	17.50
Name 8	Adress 8	City 8	8	18.50
Name 9	Adress 9	City 9	9	19.50
Name 10	Adress 10	City 10	10	20.50
Name 11	Adress 11	City 11	11	21.50
Name 12	Adress 12	City 12	12	22.50

Figura 18.61: TableView sin líneas interiores.



Name	Address	City	Age	Value
Name 0	Adress 0	City 0	0	10.50
Name 1	Adress 1	City 1	1	11.50
Name 2	Adress 2	City 2	2	12.50
Name 3	Adress 3	City 3	3	13.50
Name 4	Adress 4	City 4	4	14.50
Name 5	Adress 5	City 5	5	15.50
Name 6	Adress 6	City 6	6	16.50
Name 7	Adress 7	City 7	7	17.50
Name 8	Adress 8	City 8	8	18.50
Name 9	Adress 9	City 9	9	19.50
Name 10	Adress 10	City 10	10	20.50
Name 11	Adress 11	City 11	11	21.50
Name 12	Adress 12	City 12	12	22.50

Figura 18.62: TableView con líneas interiores.

Listado 18.11: Dos SplitView con varios controles asociados.

```
SplitView *split1 = splitview_vertical();
SplitView *split2 = splitview_horizontal();
Panel *panel = i_left_panel();
View *view = view_create();
TextView *text = textview_create();
view_size(view, s2df(400, 200));
textview_size(text, s2df(400, 200));
splitview_panel(split1, panel);
splitview_view(split2, view, FALSE);
splitview_textview(split2, text, FALSE);
splitview_splitview(split1, split2);
```

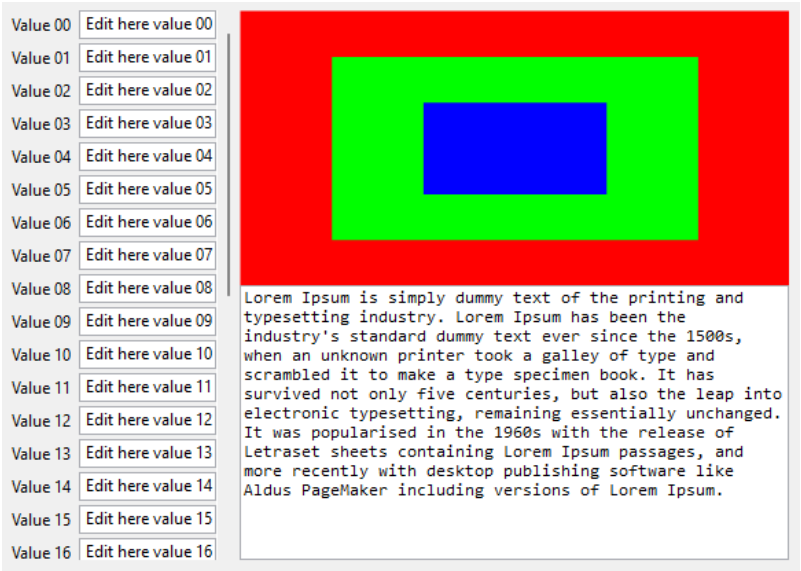


Figura 18.63: Controles SplitView.

18.17.1. Añadir controles

Tenemos varias funciones para añadir contenido al `SplitView`. La primera llamada emplazará la vista o panel en la lado izquierdo o superior. La segunda llamada lo hará en el lado derecho o inferior. Sucesivas llamadas generarán un error, ya que cada vista soporta un máximo de dos descendientes.

- Utiliza `splitview_view` para añadir una vista.
- Utiliza `splitview_textview` para añadir una vista de texto.
- Utiliza `splitview_webview` para añadir una vista web.
- Utiliza `splitview_tableview` para añadir una tabla.
- Utiliza `splitview_splitview` para añadir un SplitView anidado (Figura 18.64).
- Utiliza `splitview_panel` para añadir un panel.

18.17.2. Posicionando el divisor

- Utiliza `splitview_pos` para establecer la posición del divisor.
- Utiliza `splitview_get_pos` para obtener la posición del divisor.

La posición inicial del divisor, así como el tamaño del `SplitView` se calculará en función del *"Dimensionado natural"* (Página 377) de los controles hijo (Figura 18.65).

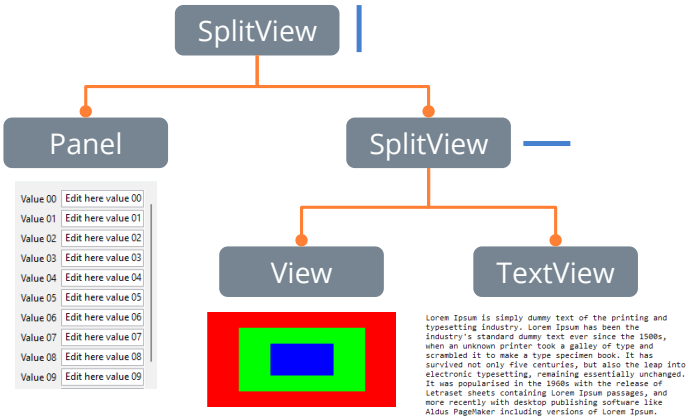


Figura 18.64: SplitView anidadas.

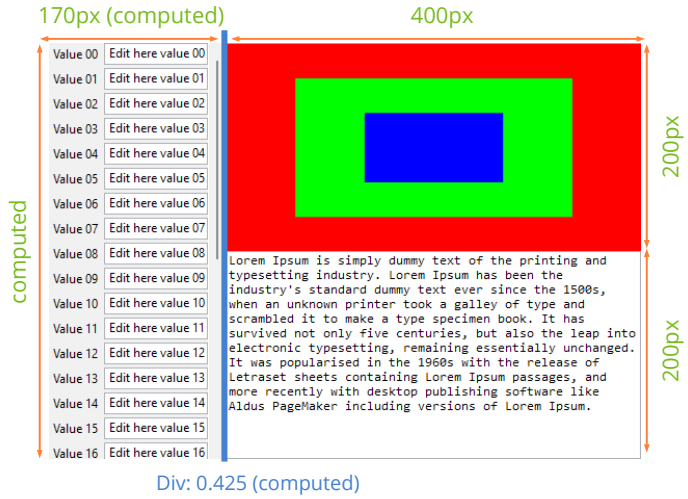


Figura 18.65: Posición por defecto del divisor en (Listado 18.11).

El divisor tendrá diferentes comportamientos cuando el `SplitView` cambie de tamaño, en función del parámetro `split_mode_t` de `splitview_pos`:

- `ekSPLIT_NORMAL`: La posición del divisor siempre se mantendrá constante con respecto al tamaño del `SplitView`. Es decir, un valor 0.3 significa que la vista izquierda siempre ocupará 1/3 del tamaño total y la derecha 2/3. Para ello indicar un valor entre 0 y 1 en el parámetro `pos`.
- `ekSPLIT_FIXED0`: Los cambios de tamaño del `SplitView` siempre dejarán al hijo izquierdo/superior con un tamaño constante.
- `ekSPLIT_FIXED1`: El hijo derecho/inferior mantendrá su tamaño.

La proporción o el valor fijo del divisor cambiarán si el usuario lo arrastra con el ratón, pero no lo hará el modo de funcionamiento.

18.17.3. Tamaño mínimo del divisor

- Utiliza `splitview_minsize0` para establecer el tamaño mínimo del hijo izquierdo/-superior.
- Utiliza `splitview_visible0` para ocultar completamente el hijo izquierdo/superior.

Es posible que los controles hijos impongan restricciones de tamaño mínimo que impidan desplazar el divisor más allá de estos límites. No obstante, es posible establecer mínimos desde el propio `SplitView`. También es posible ocultar completamente uno de los descendientes. En este caso la barra divisora desaparecerá, utilizando todo el espacio del `SplitView` para el descendiente visible.

18.18. Layout

Un **Layout** es una rejilla virtual y transparente vinculada siempre con un `Panel` que sirve para ubicar los diferentes elementos de la interfaz (Figura 18.66). Sus celdas interiores tienen la capacidad de dimensionarse automáticamente en función de su contenido, con lo que se consigue una gran portabilidad debido a que no es necesario indicar coordenadas ni tamaños específicos para los controles. Para ilustrar el concepto, vamos a simplificar ligeramente el código de *"¡Hola Edit y UpDown!"* (Página 568) (Listado 18.12), cuyo resultado podemos verlo en (Figura 18.67).

- Utiliza `layout_create` para crear un nuevo layout.
- Utiliza `layout_label` y similares para ubicar controles en las diferentes celdas.

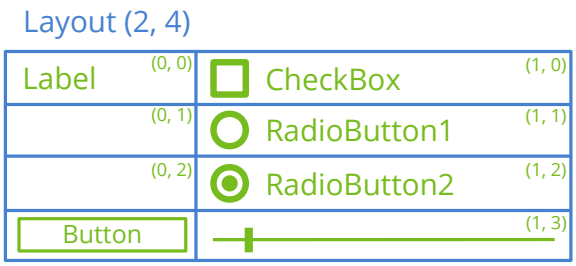


Figura 18.66: Un layout sirve para ubicar controles en el área del panel.

Listado 18.12: Layout de dos columnas y cinco filas.

```
Layout *layout = layout_create(2, 5);
Label *label1 = label_create();
Label *label2 = label_create();
Label *label3 = label_create();
Label *label4 = label_create();
Label *label5 = label_create();
Edit *edit1 = edit_create();
Edit *edit2 = edit_create();
```

```
Edit *edit3 = edit_create();
Edit *edit4 = edit_create();
Edit *edit5 = edit_create();
label_text(label1, "User Name:");
label_text(label2, "Password:");
label_text(label3, "Address:");
label_text(label4, "City:");
label_text(label5, "Phone:");
edit_text(edit1, "Amanda Callister");
edit_text(edit2, "aQwe56nhjJk");
edit_text(edit3, "35, Tuam Road");
edit_text(edit4, "Galway - Ireland");
edit_text(edit5, "+35 654 333 000");
edit_passmode(edit2, TRUE);
layout_label(layout, label1, 0, 0);
layout_label(layout, label2, 0, 1);
layout_label(layout, label3, 0, 2);
layout_label(layout, label4, 0, 3);
layout_label(layout, label5, 0, 4);
layout_edit(layout, edit1, 1, 0);
layout_edit(layout, edit2, 1, 1);
layout_edit(layout, edit3, 1, 2);
layout_edit(layout, edit4, 1, 3);
layout_edit(layout, edit5, 1, 4);
```

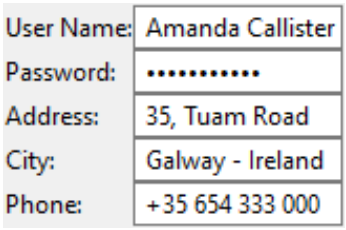


Figura 18.67: Resultado de (Listado 18.12).

18.18.1. Dimensionado natural

El resultado de (Figura 18.67), si bien no es muy estético, es lo que denominamos **dimensionado natural** que es la maquetación por defecto aplicada en función del contenido de las celdas. En (Tabla 18.2) tienes las medidas por defecto de cada control. El ancho de columna se fija al del elemento más ancho y de igual forma se calcula la altura de las filas. El tamaño final del layout será la suma de las medidas tanto de columnas como de filas.

Control	Anchura	Altura
`Label` (una línea)	Ajustado al texto.	Ajustado a la altura de la fuente.
`Label` (multi-línea)	`label_min_width`.	Se expande hasta alojar todo el texto, considerando `'\r`

Control	Anchura	Altura
`Button` (push)	Ajustado al texto o `button_min_width`.	Según el tema del S
`Button` (check/radio)	Ajustado al texto + icono.	Ajustado al icono
`Button` (flat)	Ajustado al icono.	Ajustado al icono
`PopUp`	Ajustado al texto mas largo.	Según el tema del S
`Edit` (una línea)	100 Unidades (px) o `edit_min_width`.	Según el tema del S
`Edit` (multi-línea)	100 Unidades (px) o `edit_min_width`.	2 líneas visibles o `edit_mi`
`Combo`	100 Unidades (px).	Según el tema del S
`ListBox`	128 px o `listbox_size`.	128 px o `listbox_s`
`UpDown`	Según el tema del S.O.	Según el tema del S
`Slider` (horizontal)	100 Unidades (px) o `slider_min_width`.	Según el tema del S
`Slider` (vertical)	Según el tema del S.O.	100 Unidades (px) o `slider_`
`Progress`	100 Unidades (px) o `progress_min_width`.	Según el tema del S
`View`	128 px o `view_size`.	128 px o `view_siz`
`TextView`	256 px o `textview_size`.	144 px o `textview_s`
`WebView`	256 px o `webview_size`.	144 px o `webview_s`
`ImageView`	64 px o `imageview_size` (*).	64 px o `imageview_si`
`TableView`	256 px o `tableview_size`.	128 px o `tableview_`
`SplitView`	Dimensión natural.	Dimensión natura
`Panel`	Dimensión natural.	Dimensión natura
`Panel` (con scroll)	256 px o `panel_size`.	256 px o `panel_si`

Tabla 18.2: Dimensionado natural de controles.

(*) En el caso de `ImageView`, si se aplica el escalado `ekGUI_SCALE_ADJUST`, el dimensionado natural del control se ajustará al tamaño de la imagen que contenga en cada momento.

Los márgenes y constantes aplicados a los controles son los necesarios para cumplir con las **human guidelines** de cada gestor de ventanas. Esto quiere decir que un *PushButton* con el texto `"Hello"` no tendrá las mismas dimensiones en WindowsXP que en macOS Mavericks o Ubuntu 16.

Las celdas vacías se dimensionarán con tamaño 0 y no afectarán a la composición.

18.18.2. Márgenes y formato

El dimensionado natural que acabamos de ver ajusta el panel al tamaño mínimo necesario para albergar correctamente todos los controles, pero no siempre resulta estético. Podemos darle forma añadiendo márgenes o forzando un tamaño determinado para filas y columnas (Listado 18.13) (Figura 18.68).

- Utiliza `layout_hsize` para forzar la anchura de una columna.
- Utiliza `layout_vsize` para forzar la altura de una fila.
- Utiliza `layout_hmargin` para establecer un margen inter-columnas.
- Utiliza `layout_vmargin` para establecer un margen inter-filas.
- Utiliza `layout_margin` para establecer un margen en el borde del layout.

Listado 18.13: Aplicando formato a (Listado 18.12).

```
layout_hsize(layout, 1, 235);
layout_hmargin(layout, 0, 5);
layout_vmargin(layout, 0, 5);
layout_vmargin(layout, 1, 5);
layout_vmargin(layout, 2, 5);
layout_vmargin(layout, 3, 5);
layout_margin(layout, 10);
```

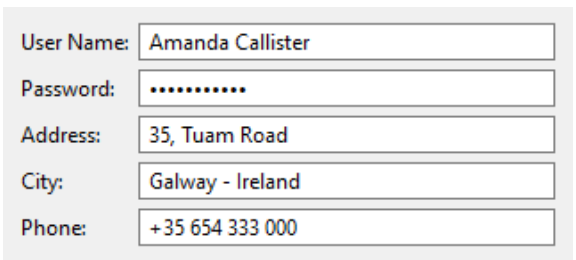


Figura 18.68: Resultado de (Listado 18.13).

18.18.3. Alineación

Es habitual que la anchura un control sea inferior a la anchura de la columna que lo contiene, bien porque se ha forzado un ancho fijo o bien porque existan elementos más anchos en la misma columna. En estos casos, podemos indicar la alineación horizontal o vertical del control respecto a la celda (Figura 18.69). En (Tabla 18.3) tienes las alineaciones por defecto.

- Utiliza `layout_halign` para cambiar la alineación horizontal de una celda.
- Utiliza `layout_valign` para cambiar la alineación vertical de una celda.

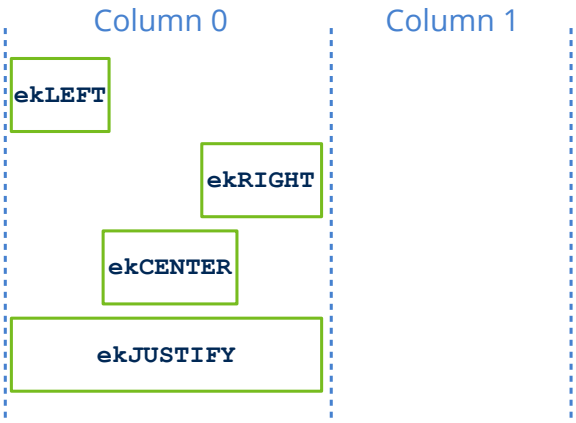


Figura 18.69: Alineación horizontal.

Control	Horizontal	Vertical
`Label`	`ekLEFT`	`ekCENTER`
`Button` (push)	`ekJUSTIFY`	`ekCENTER`
`Button` (resto)	`ekLEFT`	`ekCENTER`
`PopUp`	`ekJUSTIFY`	`ekCENTER`
`Edit`	`ekJUSTIFY`	`ekTOP`
`Edit` (multiline)	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`Combo`	`ekJUSTIFY`	`ekCENTER`
`ListBox`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`UpDown`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`Slider` (horizontal)	`ekJUSTIFY`	`ekCENTER`
`Slider` (vertical)	`ekCENTER`	`ekJUSTIFY`
`Progress`	`ekJUSTIFY`	`ekCENTER`
`View`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`TextView`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`ImageView`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`TableView`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`SplitView`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`

Control	Horizontal	Vertical
`Layout` (sublayout)	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`
`Panel`	`ekJUSTIFY`	`ekJUSTIFY`

Tabla 18.3: Alineación por defecto de controles.

18.18.4. Sub-layouts

Consideremos ahora el panel de (Figura 18.70). No es difícil darse cuenta que esta disposición no encaja de ninguna manera en una rejilla rectangular, por lo que ha llegado el momento de utilizar **sublayouts**. Además de controles individuales, una celda admite también otro layout, por lo que podemos dividir el panel original en tantas partes como sean necesarias hasta conseguir la maquetación deseada. El layout principal irá dimensionando cada sublayout de forma recursiva e integrándolo en la composición final. En *"¡Hola Sublayout!"* (Página 632) tienes el código que genera este ejemplo.

- Utiliza `layout_layout` para asignar un layout completo a una celda de otro layout.

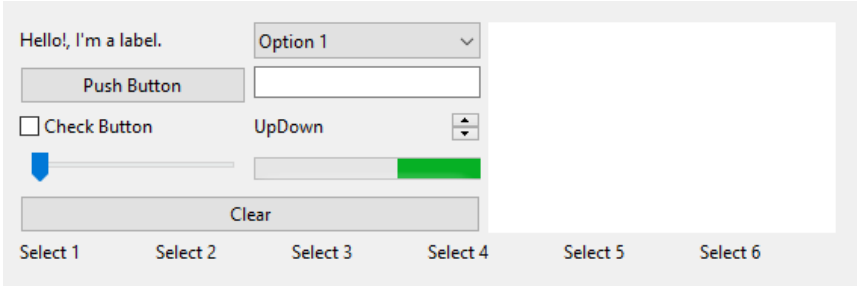


Figura 18.70: Composición de panel compleja.

En este caso hemos aplicado la filosofía del divide y vencerás, hasta asegurar que cada parte encaje en una rejilla individual (Figura 18.71). Cada sublayout lo hemos codificado en una función independiente para darle mayor consistencia al código, aplicando márgenes y formato de forma individual dentro de cada una de ellas (Listado 18.14).

Listado 18.14: Integración de sublayouts (parcial).

```
static Layout *i_main_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout2 = i_top_layout();
    Layout *layout3 = i_bottom_layout();
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 1);
    layout_margin(layout1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    return layout1;
```

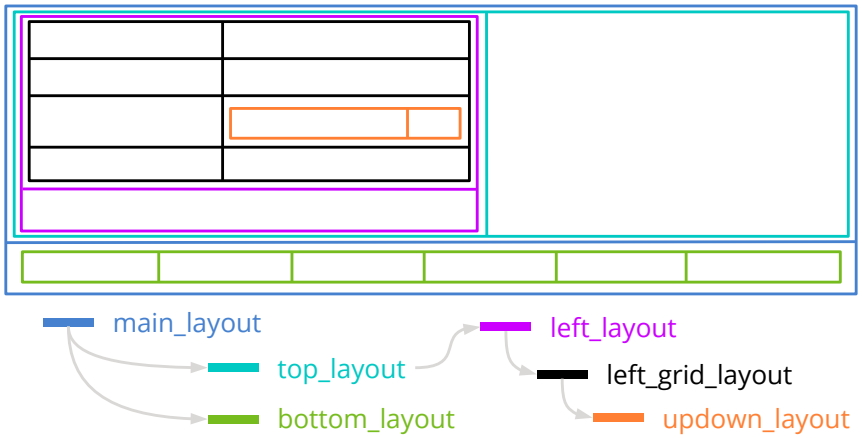


Figura 18.71: Sublayouts necesarios para componer el panel de (Figura 18.70).

```
}
```

18.18.5. Expansión de celdas

En ciertas ocasiones, el tamaño de un layout viene forzado por condiciones externas. Esto ocurre cuando tenemos un sublayout en una celda con alineación `ekJUSTIFY` (expansión interna) o cuando el usuario cambia el tamaño de una ventana re-dimensionable (expansión externa). Esto producirá un "exceso de píxeles" entre el dimensionado natural y el tamaño real de la celda (Figura 18.72). Esta situación se resuelve repartiendo el sobrante por igual entre todas las columnas del sublayout, que a su vez, se irán expandiendo de forma recursiva hasta llegar a una celda vacía o un control individual. Podemos cambiar este reparto equitativo mediante estas funciones:

- Utiliza `layout_hexpand` para expandir una única celda y dejar el resto con su tamaño por defecto.
- Utiliza `layout_hexpand2` para expandir dos celdas indicando la proporción de crecimiento de cada una.
- Utiliza `layout_hexpand3` para expandir tres celdas.

La expansión vertical funciona exactamente igual, repartiendo el espacio sobrante entre las filas del layout.

18.18.6. Interfaces dinámicas

En la mayoría de ocasiones, sobre todo en aplicaciones sencillas, la interfaz de usuario permanecerá inalterada durante toda la ejecución, al margen posibles re-dimensionados.

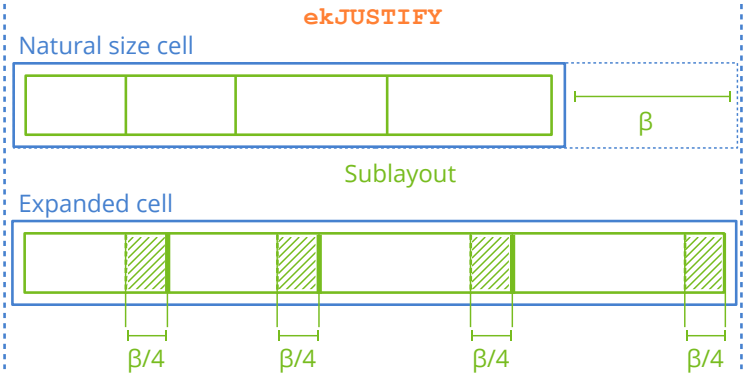


Figura 18.72: Cuando el tamaño del sublayout viene dado por condiciones externas, se reparte por igual el exceso de píxeles entre las columnas (expansión horizontal) y filas (expansión vertical).

Es decir, se genera un layout, se ubican en él los controles necesarios y se vinculan con la ventana principal mediante un panel. En aplicaciones más complejas es posible que parte de la interfaz deba cambiar en tiempo de ejecución, asegurando que dichos cambios mantengan la coherencia del diseño inicial en cuanto a tamaños, márgenes y ubicación de los elementos. NAppGUI proporciona tres mecanismos para implementar cambios en tiempo de ejecución.

- *"Panel multi-layout"* (Página 388).
- *"Reemplazo de paneles"* (Página 383).
- *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

Es importante recordar que, tras cada cambio, deberemos actualizar la ventana para que el compositor recompute y actualice la vista. Esto se lleva a cabo mediante las funciones: `layout_update`, `panel_update` o `window_update`. Las tres llamadas son equivalentes.

18.18.7. Reemplazo de paneles

- Utiliza `layout_panel_replace` para cambiar un panel en tiempo de ejecución.

Esta funcionalidad nos permite sustituir un panel existente, y posiblemente visible, por otro generado en tiempo de ejecución. El cambio tendrá asociada una re-composición de la ventana que se realizará de forma automática y transparente para el programador. Esto precisamente es lo que hace la aplicación *"¡Hola GUI!"* (Página 558) a medida que seleccionamos elementos del ListBox lateral (Listado 18.15) (Figura 18.73).

Listado 18.15: Creación y cambio de un panel en tiempo de ejecución.

```
static void i_set_panel(App *app, const uint32_t index)
{
```

```
    Panel *panel = NULL;
    switch (index) {
    /* ... */
    case 5:
        panel = listboxes();
        break;
    case 6:
        panel = form_basic();
        break;
    /* ... */
    }

    layout_panel_replace(app->layout, panel, 1, 0);
}
```

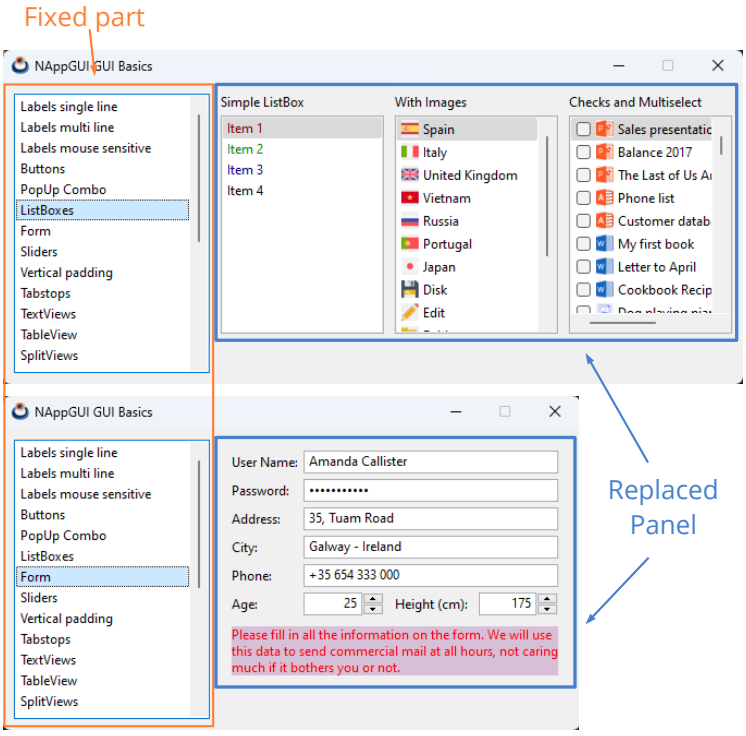


Figura 18.73: Efecto de reemplazar un panel.

Solo es posible reemplazar un panel por otro. No es posible hacerlo con otro tipo de controles.

El panel existente y sus elementos internos serán totalmente destruidos, no siendo posible recuperarlos de nuevo.

18.18.8. Layouts dinámicos

- Utiliza `layout_ncols` para obtener el número de columnas de un layout.
- Utiliza `layout_nrows` para obtener el número de filas de un layout.
- Utiliza `layout_insert_col` para insertar una nueva columna en un layout.
- Utiliza `layout_insert_row` para insertar una nueva fila en un layout.
- Utiliza `layout_remove_col` para eliminar una columna de un layout.
- Utiliza `layout_remove_row` para eliminar una fila de un layout.

Por **layout dinámico** entendemos la posibilidad de añadir o eliminar filas y columnas a un layout ya existente y vinculado con un panel. Al igual que ocurre con el reemplazo de paneles, modificar un layout implica re-computar la interfaz y actualizar el contenido de la ventana. En *"¡Hola Layout dinámico!"* (Página 641) tienes un ejemplo de uso. Al insertar una fila o columna se crearán una serie de celdas vacías de tamaño cero, lo que no producirá ningún impacto visual en la ventana (nada cambiará aparentemente). Será en el momento de añadir controles o sublayouts a dichas celdas cuando se perciba el cambio en la ventana. Por otro lado, eliminar una fila o columna implicará la destrucción de todo el contenido de las celdas, tanto controles como sublayouts, no siendo posible recuperarlos de nuevo.

> *No es posible eliminar todas las filas o todas las columnas. Como mínimo se requiere 1x1 celdas.*

> *Al eliminar una fila o columna todos los elementos de las celdas serán destruidos y no se podrán recuperar.*

18.18.9. Tabstops

Normalmente utilizaremos la tecla `[TAB]` y la combinación `[SHIFT]+[TAB]` para navegar por los diferentes controles de una ventana o formulario. Términos como **taborder** o **tabstop** hacen referencia tanto al orden de navegación como a la pertenencia (o no) de un elemento a dicha lista. Si bien es posible organizar los elementos de una *tab-list* aleatoriamente, los layouts proporcionan un orden natural coherente basado en la ubicación de los controles. Por defecto, cada layout crea una *tab-list* recorriendo todas sus celdas por filas (Figura 18.75), pero podemos cambiarlo:

- Utiliza `layout_taborder` para organizar la *tab-list* por filas o columnas.
- Utiliza `layout_tabstop` para añadir o quitar controles de la *tab-list*.

No todas las celdas de un layout tienen porqué ser un *tabstop*, ya que no tiene sentido que controles estáticos como `Label` reciban el foco del teclado. En (Tabla 18.4) tienes los

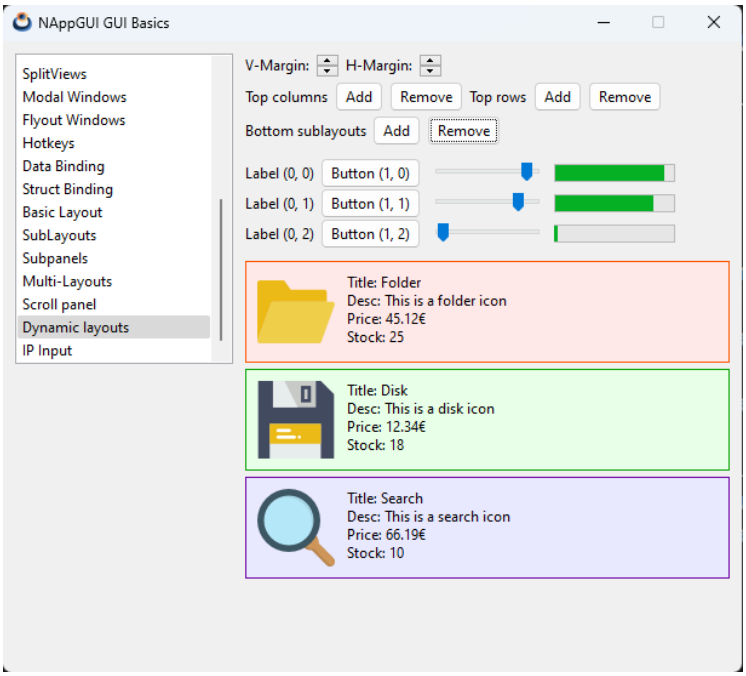


Figura 18.74: Añadir/eliminar filas/columnas en un layout. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/dynamic_layout.gif*.

Figura 18.75: Taborder por filas en layouts y sublayouts. Animación en *https://nappgui.com/img/gui/tabstops.gif*.

controles que se incluyen por defecto en dicha lista. Con `layout_tabstop` podrás añadir o quitar controles de la *tab-list*.

Control	Incluido
`Label`	NO
`Button`	SÍ

Control	Incluido
`PopUp`	SÍ
`Edit`	SÍ
`Combo`	SÍ
`ListBox`	SÍ
`UpDown`	NO
`Slider`	SÍ
`Progress`	NO
`View`	NO
`TextView`	NO
`WebView`	NO
`ImageView`	NO
`TableView`	SÍ
`SplitView`	SÍ (hijos)
`Layout` (sublayout)	SÍ
`Panel`	SÍ (hijos)

Tabla 18.4: Controles incluidos por defecto en el *tab-list*.

Cuando el taborder entra en un sublayout, seguirá el orden local de este último. Cuando salga del sublayout continuará con el orden principal.

18.19. Cell

Las celdas son los elementos internos de un *"Layout"* (Página 376) y albergarán un control o un sublayout (Figura 18.76).

- Utiliza `layout_cell` para obtener la celda.
- Utiliza `cell_control` para obtener el control interior.
- Utiliza `cell_layout` para obtener el sublayout interior.
- Utiliza `cell_enabled` para activar o desactivar los controles.
- Utiliza `cell_visible` para mostrar y ocular el contenido.
- Utiliza `cell_padding` para establecer los márgenes interiores (Figura 18.77).

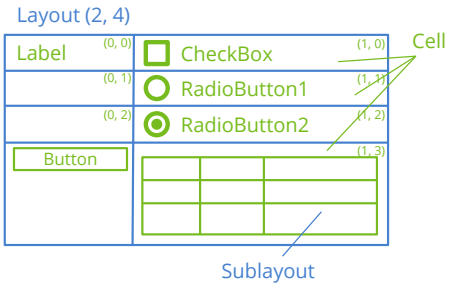


Figura 18.76: Celdas en el interior de un Layout

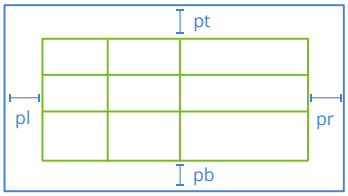


Figura 18.77: Padding interior de una celda.

18.20. Panel

Un **Panel** es un control dentro de una ventana que agrupa otros controles. Define su propio sistema de referencia, es decir, si desplazamos un panel todos sus descendientes se moverán al unísono ya que sus ubicaciones serán relativas al origen del mismo. Admitirá otros (sub)-paneles como descendientes, lo que permite conformar una **Jerarquía de ventana** (Figura 18.78). En pro de la portabilidad, esta librería **Gui** no permite indicar directamente coordenadas ni tamaños concretos para los elementos dentro de un panel, sino que la asociación se lleva a cabo mediante un objeto `Layout` que se encarga de calcular en tiempo de ejecución las ubicaciones finales de los controles en función de la plataforma y gestor de ventanas. En *"¡Hola Subpanel!"* (Página 636) tienes un ejemplo elemental del uso de paneles.

- Utiliza `panel_create` para crear un nuevo panel.
- Utiliza `panel_scroll` para crear un nuevo panel con barras de scroll.
- Utiliza `panel_custom` para crear un nuevo panel totalmente configurable.
- Utiliza `panel_layout` para añadir controles al panel.
- Utiliza `panel_size` para establecer el tamaño por defecto del panel.

18.20.1. Panel multi-layout

Cada panel admite varios layouts y permite alternar entre ellos en tiempo de ejecución (Figura 18.79). Esto permite crear interfaces dinámicas responsivas con muy poco esfuerzo, ya que el propio panel se encarga de vincular y dimensionar los controles en función del layout activo en cada caso. En *"¡Hola Multi-layout!"* (Página 637) tienes un ejemplo.

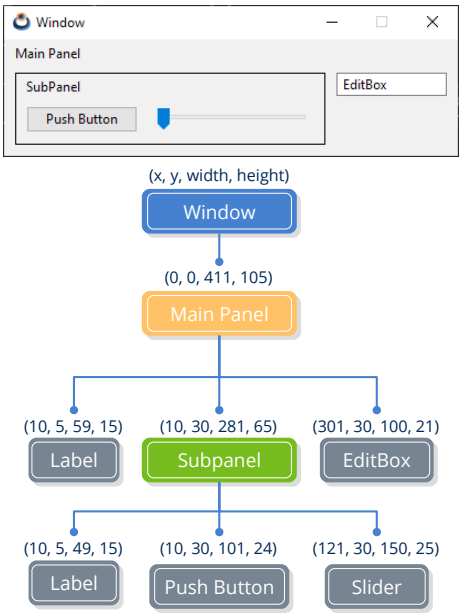


Figura 18.78: Jerarquía de ventana.

- Utiliza `panel_visible_layout` para alternar entre layouts.

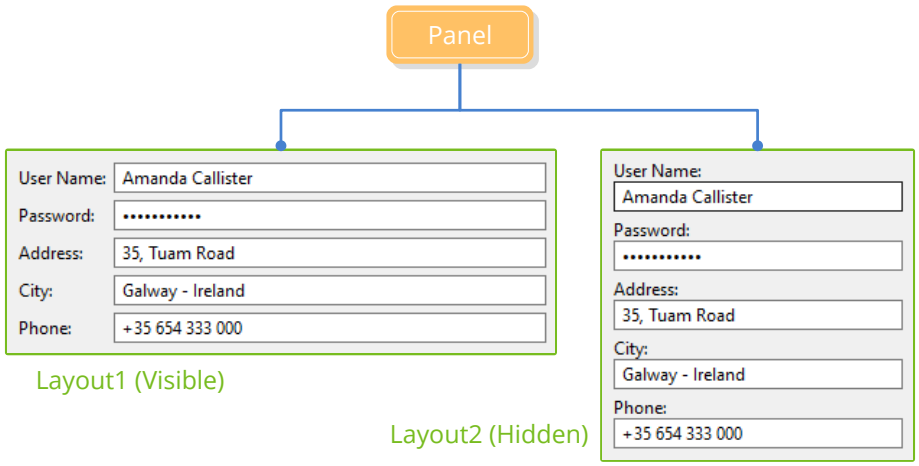


Figura 18.79: Panel con dos organizaciones diferentes para los mismos controles.

Debido a que los layout son estructuras lógicas fuera de la jerarquía de ventana, pueden compartir controles al estar vinculados con el mismo panel (Figura 18.80). Lo que no está permitido es utilizar los mismos objetos en diferentes paneles, por el propio concepto de jerarquía.

Al contrario que los paneles, los layouts no crean ningún control nativo (GtkWidget, HWND, NSView, etc).

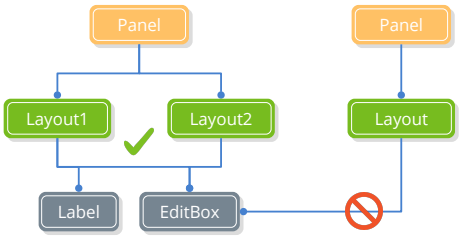


Figura 18.80: Es posible reutilizar los mismos componentes entre layouts del mismo panel.

18.20.2. Entendiendo el dimensionado de paneles

Vamos a mostrar, por medio de un ejemplo, la lógica que se esconde detrás de la composición y dimensionado de paneles. Empezamos con (Listado 18.16) donde creamos un panel relativamente extenso en altura.

Listado 18.16: Composición de un panel con varias filas de edición.

```
static Window *i_window(void)
{
    uint32_t i, n = 20;
    Window *window_create(ekWINDOW_STDRES);
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(2, n);

    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        char_t text[64];
        Label *label = label_create();
        Edit *edit = edit_create();
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Value %02d", i);
        label_text(label, text);
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Edit here value %02d", i);
        edit_text(edit, text);
        layout_label(layout, label, 0, i);
        layout_edit(layout, edit, 1, i);
    }

    for (i = 0; i < n - 1; ++i)
        layout_vmargin(layout, i, 3);

    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_margin4(layout, 10, 10, 10, 10);
    panel_layout(panel, layout);
    window_panel(window, panel);
    return window;
}
```

- Las líneas 3-6 crean la ventana, el panel y el layout.
- El bucle 8-19 añade varias etiquetas y cajas de edición al layout.
- El bucle 21-22 establece una pequeña separación entre filas.
- Las líneas 24-25 establecen una separación entre columnas y un margen en el borde.
- Las líneas 26-27 vinculan el layout con el panel y este con la ventana.

El resultado de este código es el *"Dimensionado natural"* (Página 377) del panel (Figura 18.81), que establece por defecto una anchura de 100 píxeles para los controles de edición. Las etiquetas se ajustan al texto que contienen. También se han aplicado las separaciones y márgenes.

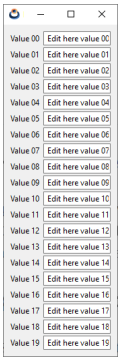


Figura 18.81: Dimensionado natural del panel definido en (Listado 18.16).

En este caso es posible redimensionar la ventana, ya que hemos utilizado el flag `ekWINDOW_STDRES` al crearla (Figura 18.82).

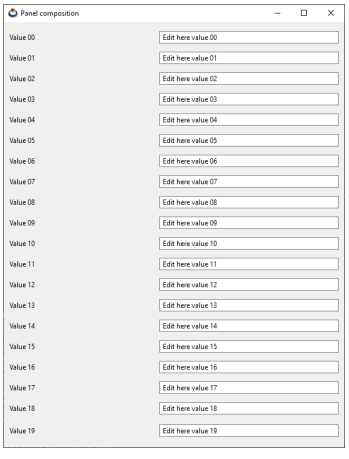


Figura 18.82: Comportamiento del panel cuando crece la ventana.

Este comportamiento puede que no sea el más apropiado para el caso que nos ocupa. Por defecto, el layout realiza la *"Expansión de celdas"* (Página 382) de manera proporcio-

nal. Pero lo que realmente buscamos es "estirar" los controles de edición y que las filas mantengan su altura por defecto (Listado 18.17).

Listado 18.17: Cambio en la expansión horizontal y vertical.

```
Layout *layout = layout_create(2, n + 1);
...
layout_hexpand(layout, 1);
layout_vexpand(layout, n);
```

Las líneas anteriores provocan que la expansión horizontal recaiga exclusivamente sobre la columna 1 (la de los EditBox). Por otro lado, se ha creado una fila extra vacía, volcando en ella toda la expansión vertical (Figura 18.83).

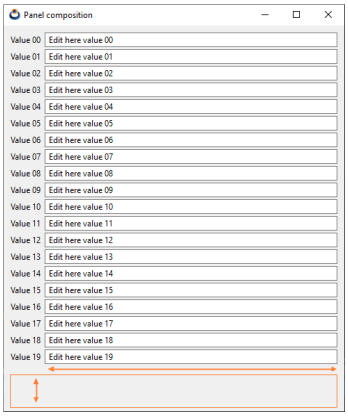


Figura 18.83: Comportamiento deseado, ante la expansión de la ventana.

Si bien el panel se comporta ahora correctamente ante el crecimiento de la ventana, tenemos dificultades cuando queremos "encogerla" por debajo de cierto límite (Figura 18.84). Esto es debido a que el dimensionado natural impone un tamaño mínimo, ya que llega un momento que es imposible reducir los controles asociados al layout.

Esto puede suponer un problema, ya que es posible que tengamos paneles suficientemente grandes que excedan incluso el tamaño del monitor y no puedan mostrarse en su totalidad. Para solucionarlo podemos establecer un tamaño por defecto para todo el panel (Listado 18.18), que será el que muestre al iniciar la ventana (Figura 18.85).

Listado 18.18: Tamaño por defecto del panel.

```
...
panel_size(panel, s2df(400, 300));
...
```

Este comando desvincula, en cierta manera, el tamaño del panel del tamaño de su contenido. De esta forma, el Layout tiene libertad para reducir el tamaño de la vista, independientemente de si puede o no mostrar la totalidad del contenido (Figura 18.86).

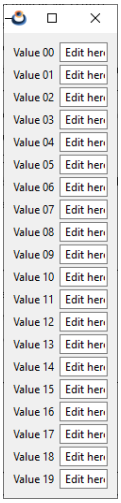


Figura 18.84: Tamaño mínimo del panel.

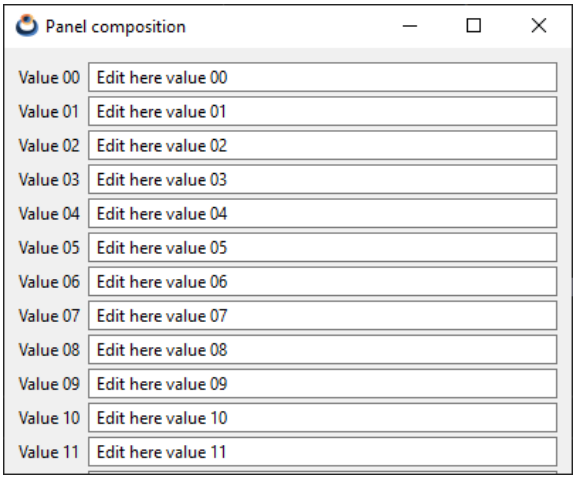


Figura 18.85: Dimensionado natural, forzado a 400x300.

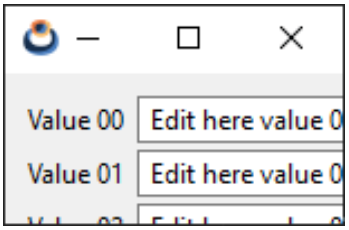


Figura 18.86: Reducción de los límites del panel.

Y ya por último, si queremos, podemos crear el panel con barras de scroll (Listado 18.19) y desplazarnos por el contenido no visible (Figura 18.87).

Listado 18.19: Panel con barras de scroll.

```
...
Panel *panel = panel_scroll(TRUE, TRUE);
```

```
...
```

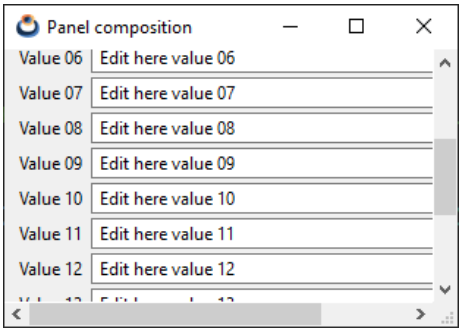


Figura 18.87: Panel con barras de scroll.

Y, por supuesto, todo lo dicho funcionará de la misma forma en cualquier plataforma (Figura 18.88).

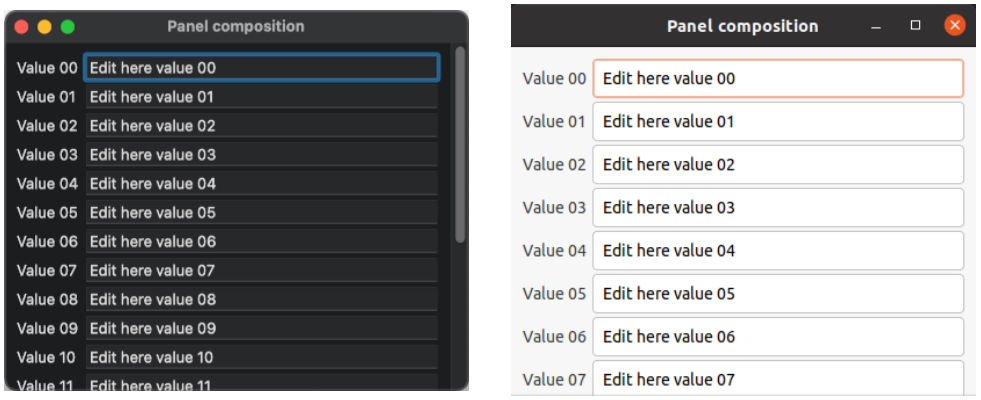


Figura 18.88: Nuestro panel funcionando en macOS y Linux.

18.21. Window

Los objetos **Window** son los contenedores de más alto nivel dentro de la interfaz de usuario (Figura 18.89). Están compuestos por la barra de título, donde se ubican los botones de cerrar, maximizar y minimizar, la zona interior y el marco. Si la ventana admite redimensionado, dicho marco podrá ser arrastrado con el ratón para cambiar su tamaño. La zona interior o área cliente de la ventana (Figura 18.90) es donde residen los controles que conforman la interfaz propiamente dicha y se configura mediante un panel principal. En *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) tienes un ejemplo sencillo de composición y muestra de una ventana.

- Utiliza `window_create` para crear una ventana.
- Utiliza `window_panel` para asignar el panel principal.

- Utiliza `window_show` para mostrar una ventana.
- Utiliza el flag `ekWINDOW_TITLE` para incluir barra de título.
- Utiliza `window_title` para asignar un título.

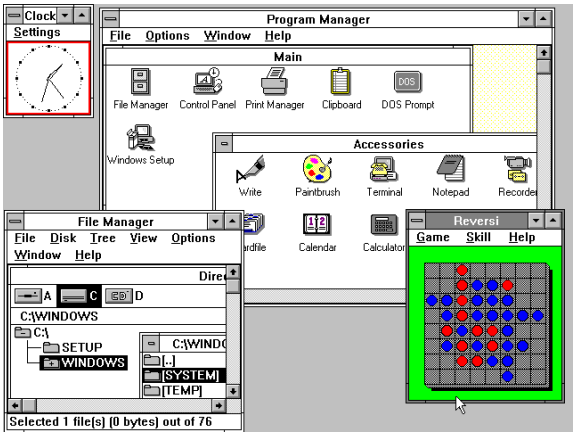


Figura 18.89: El concepto de ventana aparece desde los primeros sistemas de escritorio.

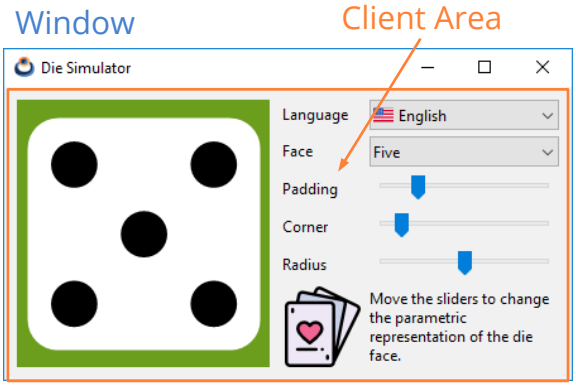


Figura 18.90: El área de cliente es la parte interior de la ventana.

NAppGUI no distingue entre ventana, cuadro de diálogo, caja de mensaje, etc. El rol de cada ventana irá en función de los controles que contenga, su ubicación y su comportamiento.

18.21.1. Tamaño de la ventana

En principio, el tamaño de la ventana se calcula automáticamente en función del *"Dimensionado natural"* (Página 377) de su panel principal, pero puede ser alterado en cualquier momento.

- Utiliza `window_size` para cambiar el tamaño del panel principal.
- Utiliza el flag `ekWINDOW_MAX` para incluir el botón de maximizar en la barra de título.

- Utiliza el flag `ekWINDOW_MIN` para incluir el botón de minimizar en la barra de título.
- Utiliza el flag `ekWINDOW_RESIZE` para crear una ventana con bordes redimensionables.

El cambio en las dimensiones del área cliente lleva implícita una re-ubicación y redimensionado de los controles interiores. Esto se gestiona automáticamente por medio de los objetos layout, en función de como se haya configurado su *"Expansión de celdas"* (Página 382) y que se propagará de manera recursiva por todos los sublayouts. En *"Die"* (Página 455) tienes un ejemplo del redimensionado de una ventana (Figura 18.91).

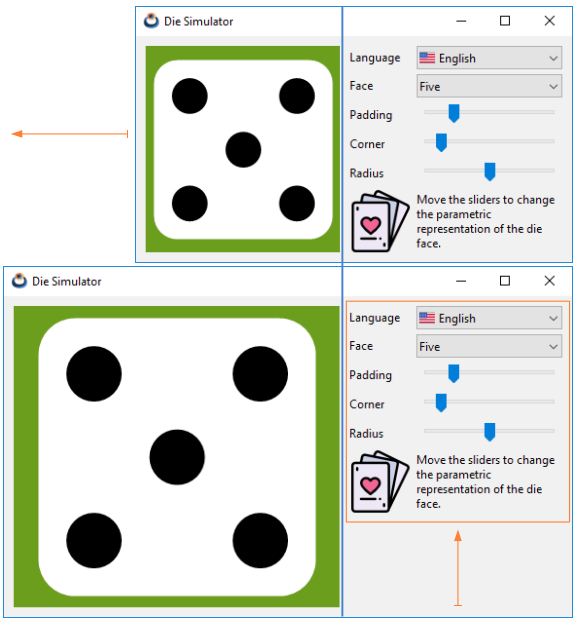


Figura 18.91: Redimensionado de la ventana en la demo **Die**.

18.21.2. Cierre de la ventana

Normalmente una ventana se cierra pulsando el botón `[X]` ubicado a la derecha de la barra de título. Pero, en ocasiones, puede ser útil cerrarla también mediante las teclas `[ENTER]` o `[ESC]`. Cerrar una ventana implica ocultarla, pero no destruirla. Es decir, podemos volver a mostrar una ventana ya cerrada utilizando `window_show`. En el caso de que el cierre esté condicionado a un estado de la aplicación, como guardar un archivo por ejemplo, deberemos asignar un manejador mediante `window_OnClose` y decidir ahí si se cierra o no.

- Utiliza `window_hide` para ocultar una ventana.
- Utiliza `window_destroy` para destruir definitivamente una ventana.
- Utiliza el flag `ekWINDOW_CLOSE` para incluir el botón de cierre en la barra de título.

- Utiliza el flag ekWINDOW_RETURN para habilitar el cierre mediante [ENTER].
- Utiliza el flag ekWINDOW_ESC para habilitar el cierre mediante [ESC].
- Utiliza el flag window_OnClose para evitar el cierre de una ventana (Listado 18.20).

Listado 18.20: Evita el cierre de la ventana.

```
static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    const EvWinClose *params = event_params(e, EvWinClose);
    if (can_close(app, params->origin) == FALSE)
    {
        bool_t *result = event_result(e, bool_t);
        *result = FALSE;
    }
}
...
window_OnClose(window, listener(app, i_OnClose, App));
```

Al destruir una ventana se realiza, implícitamente, la destrucción de todos sus elementos y controles internos.

18.21.3. Ventanas modales

Son aquellas que, al ser lanzadas, bloquean a la ventana anterior (o padre) hasta que no se produzca el cierre de la misma (Figura 18.92). El ser o no "modal" no es una característica de la ventana en sí, si no del modo de lanzarla. En *"¡Hola Modal Window!"* (Página 607) tienes un ejemplo de uso.

- Utiliza window_modal para mostrar una ventana en modo modal.
- Utiliza window_stop_modal para ocultarla y detener el ciclo modal.

Tras la llamada a window_modal, el programa queda detenido en este punto, a la espera del cierre de la ventana, que podrá realizarse mediante [X], [ENTER], [ESC] o llamando a window_stop_modal (Listado 18.21). El valor retornado por esta función será:

- ekGUI_CLOSE_ESC (1). Si la ventana modal se cerró pulsando [ESC].
- ekGUI_CLOSE_INTRO (2). Si la ventana modal se cerró pulsando [ENTER].
- ekGUI_CLOSE_BUTTON (3). Si la ventana modal se cerró pulsando [X].
- El valor indicado en window_stop_modal.

Listado 18.21: Uso de ventanas modales.

```
static void i_OnAcceptClick(Window *window, Event *e)
{
```

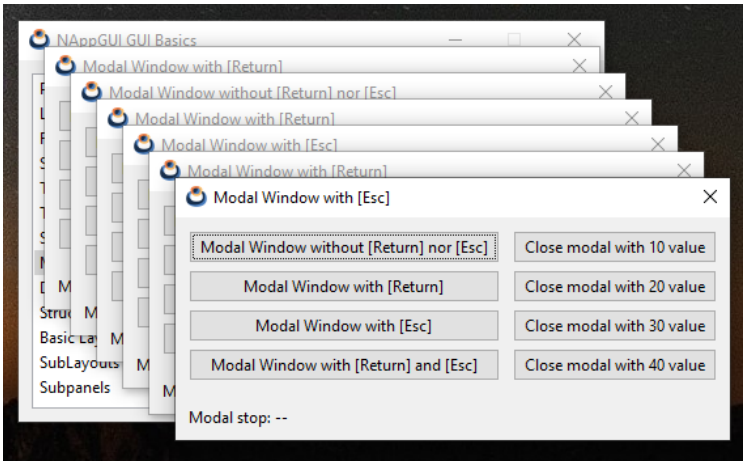


Figura 18.92: Varias ventanas modales.

```
    window_stop_modal(window, 300);
}

Window *window = i_create_window_with_accept_button();
// The program will stop HERE until window is closed
uint32_t ret = window_modal(window);

if (ret == 1)
{
    // Closed by ESC
}
else if (ret == 2)
{
    // Closed by INTRO
}
else if (ret == 3)
{
    // Closed by [X]
}
else if (ret == 300)
{
    // Closed by window_stop_modal
}

window_destroy(&window);
```

Por defecto, la ventana modal se ocultará tras recibir la llamada a `window_stop_modal` , pero no se destruirá como ya hemos indicado anteriormente. En determinadas ocasiones (aunque no muy habituales), es posible que queramos relanzar la ventana tras acabar el ciclo modal sin que se produzca un anti-estético "parpadeo" debido a una nueva (y rápida)

visualización tras el cierre de la ventana.

- Utiliza el flag `ekWINDOW_MODAL_NOHIDE` al crear la ventana para evitar que se oculte tras el ciclo modal.

18.21.4. Ventanas superpuestas

- Utiliza `window_overlay` para lanzar una ventana superpuesta.

En ocasiones puede ser útil mostrar pequeñas ventanas sobre la principal que incluyan controles adicionales de forma temporal. Es un caso similar a las ventanas modales, con la diferencia de que la ventana "padre" no será desactivada y seguirá recibiendo eventos desde el sistema operativo, mientras la secundaria sigue visible. Normalmente no incluyen borde ni barra de título. En *"¡Hola Overlay Window!"* (Página 611) tienes el código fuente de (Figura 18.93).

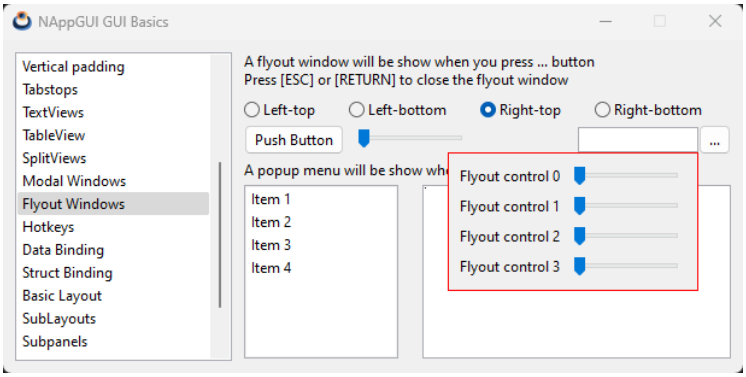


Figura 18.93: Ventana superpuesta con controles adicionales.

- Utiliza `window_control_frame` para obtener las coordenadas de ventana de un control interior.
- Utiliza `window_client_to_screen` para transformar coordenadas de ventana en coordenadas de pantalla.

Es habitual que tengamos que posicionar las ventanas secundarias tomando como referencia algún control interior de la ventana principal, pero el origen de la ventana se debe proporcionar en coordenadas de pantalla. En (Listado 18.22) se muestra como realizar correctamente la transformación de coordenadas de (Figura 18.93).

Listado 18.22: Alineación de la ventana secundaria respecto a un Editbox.

```
static void i_OnIdleLaunch(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    /* Edit control bounds in window coordinates */
    R2Df frame = window_control_frame(flyout->parent, flyout->edit);
    /* Top-Left edit control in screen coordinates */
```

```
    V2Df pos = window_client_to_screen(flyout->parent, frame.pos);
    /* Flyout window size */
    S2Df size = window_get_size(flyout->flywin);

    switch (flyout->align) {
    case 0:
        pos.y += frame.size.height;
        break;
    case 1:
        pos.y -= size.height;
        break;
    case 2:
        pos.x -= size.width - frame.size.width;
        pos.y += frame.size.height;
        break;
    case 3:
        pos.x -= size.width - frame.size.width;
        pos.y -= size.height;
        break;
    }

    /* Position in screen coordinates */
    window_origin(flyout->flywin, pos);
    window_overlay(flyout->flywin, flyout->parent);
    unref(e);
}
```

Si hacemos clic sobre la ventana padre, la secundaria será desactivada y ocultada de forma automática. Deberemos llamar de nuevo a `window_overlay` para visualizarla. Si queremos evitar el cierre por desactivación, deberemos contemplar el valor `ekGUI_CLOSE_DEACT` en `window_OnClose`. Por supuesto, también podremos incluir los flags `ekGUI_CLOSE_ESC` y `ekGUI_CLOSE_INTRO` para cerrar la ventana mediante el teclado.

18.21.5. Foco del teclado

Determinadas ventanas, como los cuadros de diálogo, hacen un uso intensivo del teclado. Incluso es posible que el usuario deba gestionar la entrada de datos prescindiendo del ratón. Es por esto que tenemos que tener muy claro como se comportan los diferentes elementos ante las pulsaciones de teclas. Se denomina **foco del teclado** al **único control** que recibe los eventos de teclas dentro de una ventana determinada. Normalmente este control aparece con el borde resaltado (Figura 18.94).

- Utiliza `window_get_focus` para obtener el control que dispone del foco del teclado.

18.21.6. Cambio del foco

El foco del teclado se asigna automáticamente al primer control de la *tab-list* cuando se activa la ventana y se puede cambiar de diferentes maneras:

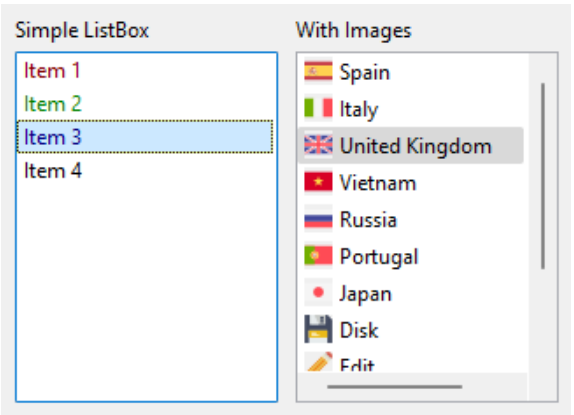


Figura 18.94: El control de la izquierda tiene el foco del teclado.

- Mediante `[TAB]` o `[SHIFT]+[TAB]` nos desplazaremos por los controles incluidos en la *tab-list*, como ya vimos en *"Tabstops"* (Página 385).
- Haciendo clic sobre el control al que queremos conectar el teclado.
- Utilizando `window_focus`, que lo establecerá en el control deseado mediante código.
- Utilizando `window_next_tabstop` que equivale a pulsar `[TAB]`. En *"¡Hola IP-Input!"* (Página 664) tienes varios `Edit` que pasan al siguiente control cuando se introducen exactamente tres números.
- Utilizando `window_previous_tabstop` que equivale a pulsar `[SHIFT]+[TAB]`.

Estas funciones devolverán un `gui_focus_t` para indicar si el cambio de foco ha tenido éxito o no.

18.21.7. Protocolo del foco

El cambio del foco entre controles no es directo, mas bien sigue un protocolo (Figura 18.95). Por lo general no nos tenemos que preocupar por esto, ya que cada control presenta un comportamiento por defecto a la hora de liberar o aceptar el foco. Los puntos a tener presentes son los siguientes:

- Los controles `Edit` pueden retener el foco como respuesta a un evento `OnChange`, como vimos en *"Validar textos"* (Página 343).
- Las vistas personalizadas permiten tomar una decisión en tiempo de ejecución mediante los eventos `OnResignFocus` y `OnAcceptFocus`, como también vimos en *"Uso del teclado"* (Página 355). Por defecto, aceptarán ambos casos.
- Utiliza `window_focus_info` dentro de `edit_OnChange` o `view_OnResignFocus` para obtener información adicional sobre la operación de cambio de foco.

Por ejemplo, si pulsamos `[TAB]` sobre un `Edit`, se lanzará el evento `OnChange`, que puede devolver `FALSE` como respuesta. En este caso, el foco del teclado permanecerá en dicho `Edit` y no saltará al siguiente control.

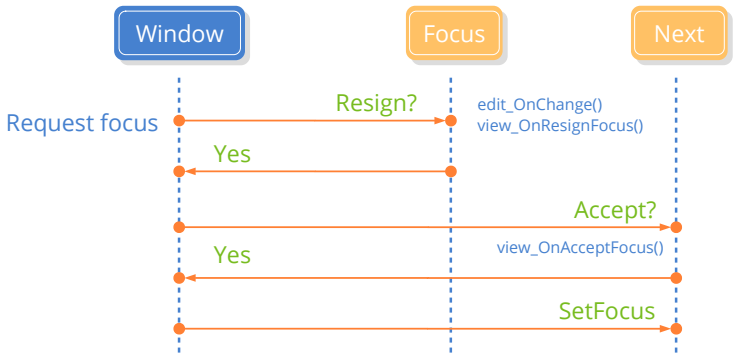


Figura 18.95: Protocolo para el cambio del foco.

18.21.8. Tablist sin ciclos

Volviendo a la navegación mediante la tecla `[TAB]`, lo habitual será que los tabstops funcionen de manera **cíclica** (por defecto). Es decir, si el último control de la *tab-list* tiene el foco y pulsamos `[TAB]`, el foco pasará de nuevo al primer control de la *tab-list*. Es posible deshabilitar este comportamiento, quedando el foco fijo en el último control aunque pulsemos repetidamente la tecla `[TAB]`. De igual forma, el foco quedará fijo en el primer control aunque pulsemos `[SHIFT]+[TAB]`.

- Utiliza `window_cycle_tabstop` para activar/desactivar el ciclo de tabstops.

18.21.9. Botón por defecto

El botón por defecto es aquel que aparece resaltado dentro de la ventana y que recibirá un evento `OnClick` cada vez que se pulse la tecla `[RETURN]`, independientemente de que control tenga el foco del teclado. En principio, no existe ningún botón por defecto, hay que indicarlo explícitamente en la ventana.

- Utiliza `window_defbutton` para establecer el botón por defecto.

18.21.10. Atajos de teclado

Como ya hemos indicado, el foco del teclado estará fijado en algún control del interior de la ventana ya sea un `Edit`, `Button`, `View`, etc. Pero es posible que queramos definir acciones globales asociadas a alguna tecla concreta.

- Utiliza `window_hotkey` para asignar una acción a una tecla.

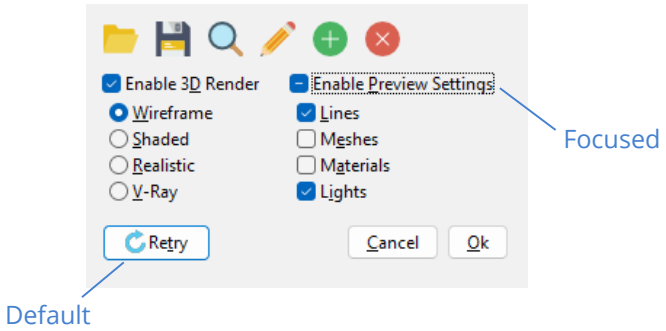


Figura 18.96: Botón por defecto.

- Utiliza `window_clear_hotkeys` para eliminar todos los atajos asociados a la ventana.

Las *hotkeys* tendrán **prioridad sobre el foco del teclado** (Figura 18.97). Es decir, si tenemos una acción vinculada con la tecla `[F9]`, la ventana capturará el evento `ekGUI_EVENT_KEYDOWN` (F9) y este no llegará al control que tiene actualmente el foco del teclado.

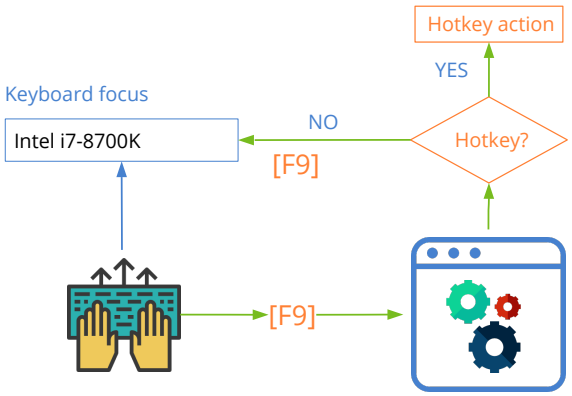


Figura 18.97: Procesamiento de un atajo de teclado.

Para concluir, resumimos todos los puntos a tener en cuenta a la hora de realizar una correcta gestión del teclado.

- Cierre de la ventana con `[RETURN]` o `[ESC]`.
- Gestionar correctamente la *tab-list* y el foco del teclado.
- Definir un botón por defecto, que se active al pulsar `[RETURN]`.
- Definir los atajos de teclado oportunos.

18.22. GUI Data binding

Por **GUI Data Binding** entendemos el mapeo automático entre las variables del programa y los controles de la interfaz de usuario (Figura 18.98). De esta forma ambos estarán sincronizados sin que el programador tenga que realizar ningún trabajo extra como la captura de eventos, asignación de valores, comprobación de rangos, etc. En *"¡Hola Gui Binding!"* (Página 620) tienes el código fuente completo del ejemplo que mostraremos a continuación.

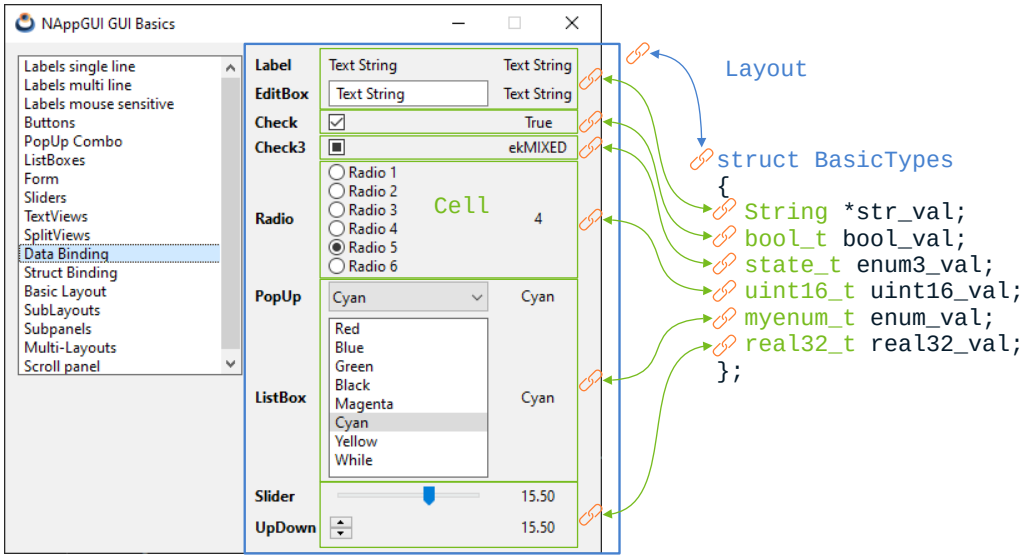


Figura 18.98: Sincronización automática de datos con la interfaz de usuario.

18.22.1. Vinculación de tipos básicos

Partimos de una estructura de datos compuesta de varios campos de tipos básicos (Listado 18.23), donde no hay anidadas otras estructuras u objetos.

Listado 18.23: Sencillo modelo de datos.

```
typedef struct _basictypes_t BasicTypes;

typedef enum _myenum_t
{
    ekRED,
    ekBLUE,
    ekGREEN,
    ekBLACK,
    ekMAGENTA,
    ekCYAN,
    ekYELLOW,
    ekWHITE
```

```
} myenum_t;

struct _basictypes_t
{
    bool_t bool_val;
    uint16_t uint16_val;
    real32_t real32_val;
    myenum_t enum_val;
    gui_state_t enum3_val;
    String *str_val;
};
```

Lo primero que debemos hacer es registrar los campos de la estructura con `dbind` (Listado 18.24):

Listado 18.24: Registro en `dbind` de los campos de la estructura.

```
dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_OFF, "");
dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_ON, "");
dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_MIXED, "");
dbind_enum(myenum_t, ekRED, "Red");
dbind_enum(myenum_t, ekBLUE, "Blue");
dbind_enum(myenum_t, ekGREEN, "Green");
dbind_enum(myenum_t, ekBLACK, "Black");
dbind_enum(myenum_t, ekMAGENTA, "Magenta");
dbind_enum(myenum_t, ekCYAN, "Cyan");
dbind_enum(myenum_t, ekYELLOW, "Yellow");
dbind_enum(myenum_t, ekWHITE, "While");
dbind(BasicTypes, bool_t, bool_val);
dbind(BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
dbind(BasicTypes, real32_t, real32_val);
dbind(BasicTypes, gui_state_t, enum3_val);
dbind(BasicTypes, myenum_t, enum_val);
dbind(BasicTypes, String*, str_val);
dbind_range(BasicTypes, real32_t, real32_val, -50, 50);
dbind_increment(BasicTypes, real32_t, real32_val, 5);
```

`DBind` es un registro, dentro de la aplicación, que permite automatizar ciertas operaciones sobre los datos, así como establecer rangos, precisiones o alias. Su uso va más allá de las interfaces gráficas de usuario. Más información en "Data binding" (Página 225).

Por otro lado, construimos un *"Layout"* (Página 376) que alberga los diferentes controles de la interfaz de usuario (Listado 18.25):

Listado 18.25: Controles de interfaz organizados en un layout (Figura 18.98).

```
static Layout *i_layout(void)
{
```

```
    Layout *layout = layout_create(3, 9);
    Label *label = label_create();
    Edit *edit = edit_create();
    Button *check = button_check();
    Button *check3 = button_check3();
    Layout *radios = i_radio_layout();
    PopUp *popup = popup_create();
    ListBox *listbox = listbox_create();
    Slider *slider = slider_create();
    UpDown *updown = updown_create();
    layout_label(layout, label, 1, 0);
    layout_edit(layout, edit, 1, 1);
    layout_button(layout, check, 1, 2);
    layout_button(layout, check3, 1, 3);
    layout_layout(layout, radios, 1, 4);
    layout_popup(layout, popup, 1, 5);
    layout_listbox(layout, listbox, 1, 6);
    layout_slider(layout, slider, 1, 7);
    layout_updown(layout, updown, 1, 8);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 8, ekLEFT);
    return layout;
}
```

Ahora vincularemos las celdas de nuestro layout con los campos de la estructura (Listado 18.26). Presta atención a que aún **no hemos creado ningún objeto** del tipo `BasicTypes`. Por lo tanto, se trata de un enlace semántico donde no intervienen posiciones de memoria, sino los desplazamientos (offset) de los campos dentro de la estructura de datos.

- Utiliza `cell_dbind` para vincular un campo con una celda individual.
- Utiliza `layout_dbind` para vincular una estructura con un layout.
- Utiliza `layout_cell` para obtener una celda de un Layout.

Listado 18.26: Vinculación de variables con celdas del layout.

```
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), BasicTypes, String*, str_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), BasicTypes, String*, str_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), BasicTypes, bool_t, bool_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 3), BasicTypes, gui_state_t, enum3_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 4), BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 5), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 6), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 7), BasicTypes, real32_t, real32_val);
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 8), BasicTypes, real32_t, real32_val);
layout_dbind(layout, NULL, BasicTypes);
```

Al vincular una estructura de datos con `layout_dbind()` debemos tener presente que

las celdas de dicho layout **solo pueden asociarse con campos de la misma estructura**. De lo contrario, obtendremos un error en tiempo de ejecución, debido a la incoherencia de datos que se produciría. Dicho de otro modo, no podemos mezclar estructuras dentro de un mismo layout.

> *No se pueden utilizar variables aisladas en el Data Binding. Todas deben pertenecer a un `struct` ya que, internamente, se establecen las relaciones (Layout = Estructura) y (Cell = Campo o Variable).*

Ya, por último, asociaremos un objeto de tipo `BasicTypes` con el layout creado anteriormente (Listado 18.27).

- Utiliza `layout_dbind_obj` para vincular un objeto con la interfaz de usuario.
- Utiliza `layout_dbind_get_obj` para obtener el objeto vinculado.

Listado 18.27: Vinculación de un objeto con la interfaz.

```
BasicTypes *data = heap_new(BasicTypes);
data->bool_val = TRUE;
data->uint16_val = 4;
data->real32_val = 15.5f;
data->enum3_val = ekGUI_MIXED;
data->enum_val = ekCYAN;
data->str_val = str_c("Text String");
layout_dbind_obj(layout, data, BasicTypes);
```

- Puedes cambiar el objeto que se está "editando" en cualquier momento, con una nueva llamada a `layout_dbind_obj()` (Figura 18.99).
- Si pasamos `NULL` a `layout_dbind_obj()` se deshabilitarán las celdas vinculadas con campos de la estructura.

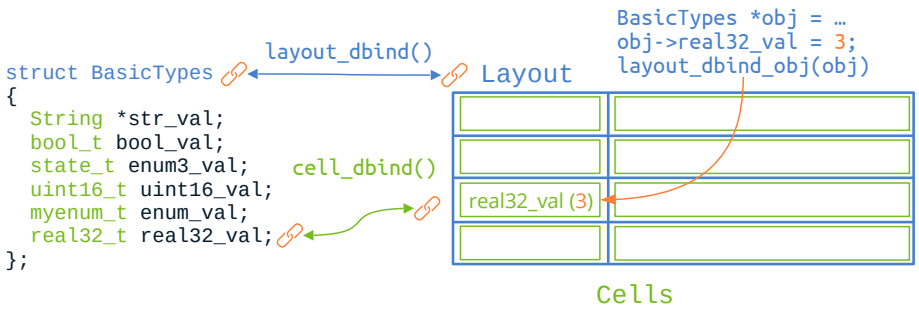


Figura 18.99: Cuando asignamos un objeto a un Layout, los valores de sus campos se sincronizan con la interfaz.

18.22.2. Límites y rangos

Ten presente que la capacidad expresiva de los controles estará, en general, muy por debajo del rango de valores soportados por los tipos de datos (Listado 18.28). Por ejemplo, si vinculamos un `uint16_t` con un `RadioGroup` este último solo soportará valores entre `0` y `n-1`, donde `n` es el número total de radios. Los controles están preparados para manejar los valores fuera de rango de la forma más coherente posible, pero esto no exime al programador de hacer las cosas bien. En (Tabla 18.5) tienes un resumen de los tipos de datos y rangos soportados por los controles estándar.

Listado 18.28: Valor no representable en el RadioGroup de (Figura 18.98).

```
data->uint16_val = 1678;
cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 4), BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
```

Control	Data Type
"Label" (Página 335)	String, Number, Enum, Bool
"Edit" (Página 343)	String, Number
"Button" (Página 338) (CheckBox)	Boolean
"Button" (Página 338) (CheckBox3)	Enum (3 values), Integer (0,1,2)
"RadioGroup" (Página 339)	Enum, Integer (0,1,2...n-1)
"PopUp" (Página 341)	Enum, Integer (0,1,2...n-1)
"ListBox" (Página 348)	Enum, Integer (0,1,2...n-1)
"Slider" (Página 349)	Number (min..max)
"UpDown" (Página 349)	Enum, Number

Tabla 18.5: Tipos de datos y rangos de los controles GUI.

18.22.3. Estructuras anidadas

Veamos ahora un modelo de datos algo más complicado, que incluye estructuras anidadas además de los tipos básicos (Figura 18.100). En este caso contamos con una estructura denominada `StructTypes` que contiene instancias de otra estructura denominada `Vector` (Listado 18.29). El código fuente completo de este segundo ejemplo lo tienes en *"¡Hola Struct Binding!"* (Página 625).

Listado 18.29: Modelo de datos con estructuras anidadas y registro en dbind.

```
typedef struct _vector_t Vector;
typedef struct _structtypes_t StructTypes;

struct _vector_t
```

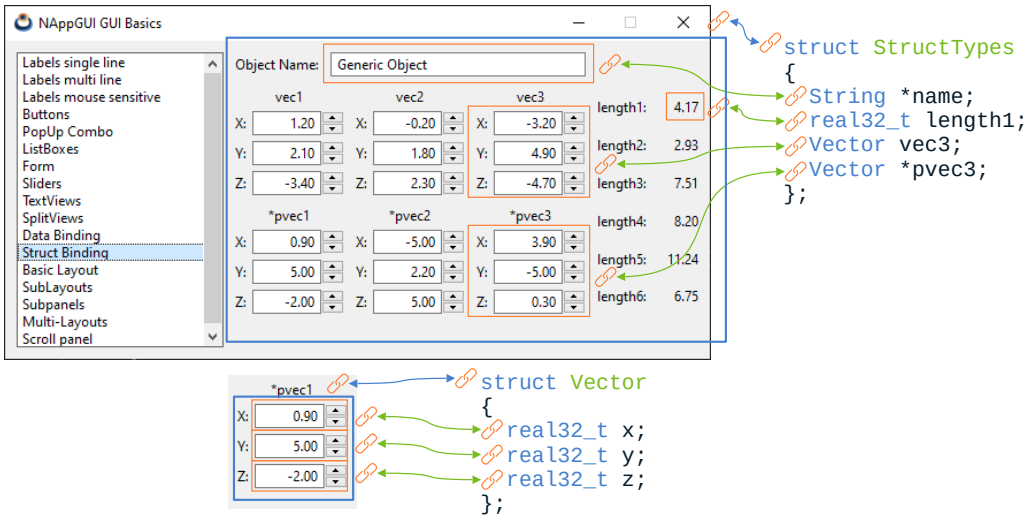


Figura 18.100: Vinculación de datos con sub-estructuras.

```
{
    real32_t x;
    real32_t y;
    real32_t z;
};

struct _structtypes_t
{
    String *name;
    Vector vec1;
    Vector vec2;
    Vector vec3;
    Vector *pvec1;
    Vector *pvec2;
    Vector *pvec3;
    real32_t length1;
    real32_t length2;
    real32_t length3;
    real32_t length4;
    real32_t length5;
    real32_t length6;
};

dbind(Vector, real32_t, x);
dbind(Vector, real32_t, y);
dbind(Vector, real32_t, z);
dbind(StructTypes, String*, name);
dbind(StructTypes, Vector, vec1);
dbind(StructTypes, Vector, vec2);
dbind(StructTypes, Vector, vec3);
```

```
dbind(StructTypes, Vector*, pvec1);
dbind(StructTypes, Vector*, pvec2);
dbind(StructTypes, Vector*, pvec3);
dbind(StructTypes, real32_t, length1);
dbind(StructTypes, real32_t, length2);
dbind(StructTypes, real32_t, length3);
dbind(StructTypes, real32_t, length4);
dbind(StructTypes, real32_t, length5);
dbind(StructTypes, real32_t, length6);
dbind_range(Vector, real32_t, x, -5, 5);
dbind_range(Vector, real32_t, y, -5, 5);
dbind_range(Vector, real32_t, z, -5, 5);
dbind_increment(Vector, real32_t, x, .1f);
dbind_increment(Vector, real32_t, y, .1f);
dbind_increment(Vector, real32_t, z, .1f);
```

Empezamos con la misma metodología que empleamos con el primer ejemplo. Creamos un layout y lo vinculamos con la estructura `Vector` (Listado 18.30). Esto no presenta problemas, al estar compuesta exclusivamente por tipos básicos `real32_t`.

Listado 18.30: Layout para editar objetos de tipo `Vector`.

```
static Layout *i_vector_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 3);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
    UpDown *updown1 = updown_create();
    UpDown *updown2 = updown_create();
    UpDown *updown3 = updown_create();
    label_text(label1, "X:");
    label_text(label2, "Y:");
    label_text(label3, "Z:");
    edit_align(edit1, ekRIGHT);
    edit_align(edit2, ekRIGHT);
    edit_align(edit3, ekRIGHT);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 2);
    layout_edit(layout, edit1, 1, 0);
    layout_edit(layout, edit2, 1, 1);
    layout_edit(layout, edit3, 1, 2);
    layout_updown(layout, updown1, 2, 0);
    layout_updown(layout, updown2, 2, 1);
    layout_updown(layout, updown3, 2, 2);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), Vector, real32_t, x);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), Vector, real32_t, y);
```

```
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), Vector, real32_t, z);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 0), Vector, real32_t, x);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 1), Vector, real32_t, y);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 2), Vector, real32_t, z);
    layout_dbind(layout, NULL, Vector);
    return layout;
}
```

La idea ahora es utilizar esta función para crear *"Sub-layouts"* (Página 381) y asociarlos a celdas de un layout de más alto nivel, que pueda soportar objetos de tipo `StructTypes` (Listado 18.31). Los sub-layout de tipo `Vector` se vinculan con los campos `{ Vector vec1 , Vector *pvec1, ... }` utilizando `cell_dbind`, de forma similar a como lo hicimos con los tipos básicos.

Listado 18.31: Layout que soporta objetos de tipo `StructTypes`.

```
static Layout *i_struct_types_layout(void)
{
    Layout *layout1 = i_create_layout();
    Layout *layout2 = i_vector_layout();
    Layout *layout3 = i_vector_layout();
    Layout *layout4 = i_vector_layout();
    Layout *layout5 = i_vector_layout();
    Layout *layout6 = i_vector_layout();
    Layout *layout7 = i_vector_layout();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 0);
    layout_layout(layout1, layout4, 2, 0);
    layout_layout(layout1, layout5, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout6, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout7, 2, 1);
    layout_label(layout1, label1, 0, 2);
    layout_label(layout1, label2, 1, 2);
    layout_label(layout1, label3, 2, 2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 0), StructTypes, Vector, vec1);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 1, 0), StructTypes, Vector, vec2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 2, 0), StructTypes, Vector, vec3);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 1), StructTypes, Vector*, pvec1);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 1, 1), StructTypes, Vector*, pvec2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 2, 1), StructTypes, Vector*, pvec3);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 2), StructTypes, real32_t, length1);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 1, 2), StructTypes, real32_t, length2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 2, 2), StructTypes, real32_t, length3);
    layout_dbind(layout1, NULL, StructTypes);
    return layout1;
}
```

Y ya, por último, solo nos queda vincular objetos de tipo `StructTypes` con el layout principal (Listado 18.32). DBind detectará los sub-layouts de tipo `Vector` y asociará de forma automática los sub-objetos (por valor o por puntero) correspondientes. Por tanto, solo será necesaria una llamada a `layout_dbind_obj` (la del objeto principal).

Listado 18.32: Asociar objeto y sub-objetos a un layout.

```
StructTypes *data = heap_new(StructTypes);
Layout *layout = i_struct_types_layout();
data->name = str_c("Generic Object");
data->pvec1 = heap_new(Vector);
data->pvec2 = heap_new(Vector);
data->pvec3 = heap_new(Vector);
data->vec1 = i_vec_init(1.2f, 2.1f, -3.4f);
data->vec2 = i_vec_init(-0.2f, 1.8f, 2.3f);
data->vec3 = i_vec_init(-3.2f, 4.9f, -4.7f);
*data->pvec1 = i_vec_init(0.9f, 7.9f, -2.0f);
*data->pvec2 = i_vec_init(-6.9f, 2.2f, 8.6f);
*data->pvec3 = i_vec_init(3.9f, -5.5f, 0.3f);
data->length1 = i_vec_length(&data->vec1);
data->length2 = i_vec_length(&data->vec2);
data->length3 = i_vec_length(&data->vec3);
data->length4 = i_vec_length(data->pvec1);
data->length5 = i_vec_length(data->pvec2);
data->length6 = i_vec_length(data->pvec3);

layout_dbind_obj(layout, data, StructTypes);
```

En resumen:

- Para cada sub-estructura creamos un sub-layout, vinculando los campos a nivel local.
- Las celdas que contienen estos sub-layouts se vincularán con la estructura principal.
- Asignamos al layout principal el objeto a editar.

18.22.4. Notificaciones y campos calculados

Si aplicamos lo visto en las secciones anteriores, la sincronización entre datos e interfaz se realiza en estas dos situaciones:

- Cuando el programa llama a `layout_dbind_obj`. En ese momento la interfaz reflejará el estado del objeto.
- Cuando el usuario manipula cualquier control, momento en que se actualizará valor del objeto.

No obstante, es posible que el programa deba ser notificado cuando el usuario modifique el objeto, con el fin de realizar ciertas acciones (actualizar dibujos, guardar datos en ficheros, lanzar algoritmos de cálculo, etc). Esto se resolverá por medio de eventos,

como se refleja en (Figura 18.101). Por otro lado, el programa puede alterar los valores de ciertos campos del objeto y deberá notificar los cambios a la interfaz (layout) para que se mantenga actualizada.

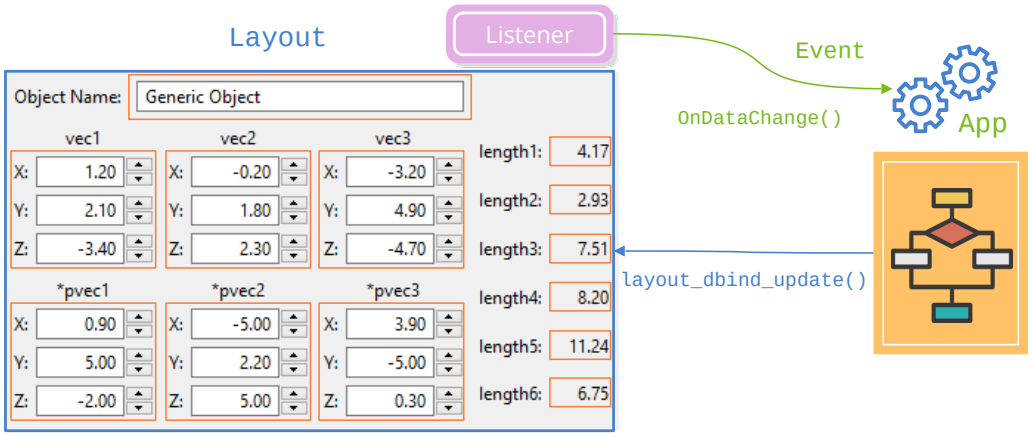


Figura 18.101: Notificación de cambio de valor al programa principal.

- Utiliza `layout_dbind` para incluir un `listener` que notifique los cambios a la aplicación.
- Utiliza `evbind_object` para obtener, dentro del `callback`, el objeto que se está editando.
- Utiliza `event_sender` para obtener, dentro del `callback`, el layout que ha mandado la notificación.
- Utiliza `evbind_modify` para saber, dentro del `callback`, si un campo del objeto ha cambiado o no.
- Utiliza `layout_dbind_update` para notificar al layout que un campo del objeto ha sido modificado por la aplicación.

Todo esto puede verse reflejado en (Listado 18.33). Cada vez que el usuario cambie cualquier valor de `StructTypes` se lanzará una notificación de tipo `ekGUI_EVENT_OBJCHANGE` que comprobará si el campo `vec1` ha cambiado. En caso afirmativo, se recalculará su longitud y se actualizarán los controles GUI asociados con dicha variable.

Listado 18.33: Notificación de modificación de valores del objeto.

```
static void i_OnDataChange(App *app, Event *e)
{
    StructTypes *data = evbind_object(e, StructTypes);
    Layout *layout = event_sender(e, Layout);
    cassert(event_type(e) == ekGUI_EVENT_OBJCHANGE);

    if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector, vec1) == TRUE)
```

```
    {
        app_update_drawing(app);
        data->length1 = i_vec_length(&data->vec1);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length1);
    }
}

layout_dbind(layout, listener(app, i_OnDataChange, App), StructTypes);
```

Si, por algún motivo, el valor modificado no es admisible por la aplicación, se puede revertir devolviendo `FALSE` como resultado del evento (Listado 18.34).

Listado 18.34: Anulando los cambios realizados por el usuario.

```
static void i_OnDataChange(App *app, Event *e)
{
    StructTypes *data = evbind_object(e, StructTypes);
    Layout *layout = event_sender(e, Layout);

    if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector, vec1) == TRUE)
    {
        real32_t length = i_vec_length(&data->vec1);
        if (length < 5.f)
        {
            app_update_drawing(app);
            data->length1 = length;
            layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length1);
        }
        else
        {
            // This will REVERT the changes in 'vec1' variable
            bool_t *res = event_result(e, bool_t);
            *res = FALSE;
        }
    }
}
```

18.23. Menu

Un **Menu** es un tipo de control que integra una serie de opciones, también llamadas items o **MenuItems**. Cada una de ellas consta de un texto corto, opcionalmente un icono y opcionalmente también un atajo de teclado, como por ejemplo el clásico `Ctrl+C/Ctrl+V` para copiar y pegar. Adicionalmente, un item puede albergar un submenu conformando una jerarquía con diferentes niveles de profundidad. En *"Products"* (Página 497) tienes una aplicación que utiliza menús y en *"¡Hola Menu dinámico!"* (Página 656) un ejemplo de como añadir o eliminar items en tiempo de ejecución.

- Utiliza `menu_create` para crear un menú.

- Utiliza `menu_destroy` para destruir un menú.
- Utiliza `menu_add_item` para añadir una opción.

Hay que destruir explícitamente cualquier menú que creemos en la aplicación.

Al destruir un menú se realiza la destrucción de todos sus elementos y submenus de forma recursiva.

18.23.1. Barra de menú

- Utiliza `osapp_menubar` para establecer la barra de menú de la aplicación.
- Utiliza `menu_is_menubar` para obtener si un menú está actuando como barra de menú.

Una vez credo el menú, podemos establecerlo como la barra de menú principal (Figura 18.102), que será anclada a la ventana principal, aunque hay sistemas operativos (como macOS) que muestran la barra de menú en la parte superior de la pantalla.

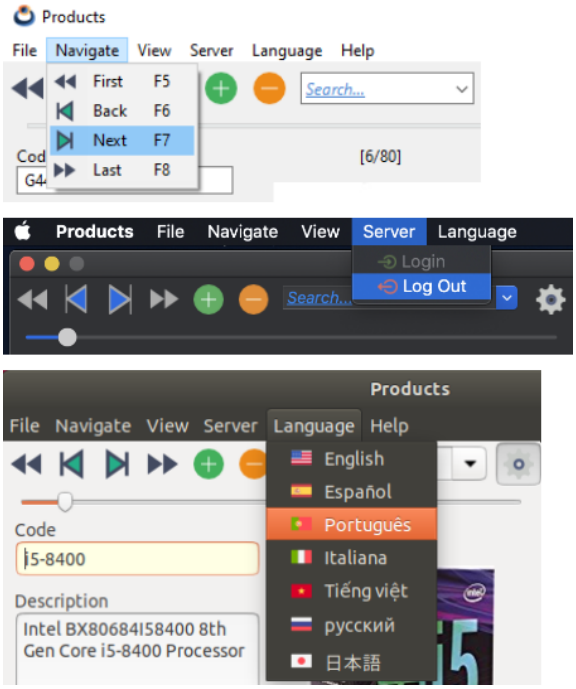


Figura 18.102: Barra de menú en Windows, macOS y Linux.

18.23.2. Particularidades de macOS

macOS trata de forma ligeramente diferente la barra de menú, comparado con Windows o Linux. En aplicaciones multiplataforma, deberás tener en cuenta estas consideraciones para cumplir con las *Human Guidelines* de Apple.

- macOS reserva el primer elemento de la barra al **menú de aplicación** y aparecerá siempre, aunque la aplicación carezca de barra de menú. Lo podemos ver junto al icono de Apple (Figura 18.103). Cualquier contenido asociado al primer elemento del menú, se vinculará automáticamente a este item (Listado 18.35).

Listado 18.35: Primer elemento de la barra de menú en macOS, asociado al menú de aplicación.

```
#if defined(__APPLE__)
    // Apple app menu
    Menu *submenu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_separator();
    MenuItem *item2 = menuitem_create();
    MenuItem *item3 = menuitem_separator();
    MenuItem *item4 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, "About Products");
    menuitem_text(item2, "Settings...");
    menuitem_text(item4, "Quit Products");
    menu_add_item(submenu, item0);
    menu_add_item(submenu, item1);
    menu_add_item(submenu, item2);
    menu_add_item(submenu, item3);
    menu_add_item(submenu, item4);

    // Set the Apple app menu as first item
    MenuItem *item = menuitem_create();
    menuitem_text(item, "");
    menuitem_submenu(item, &submenu);
    menu_ins_item(menu, 0, item);
#endif
```

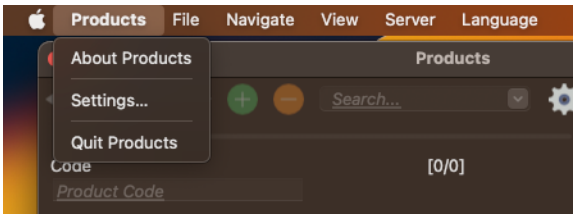


Figura 18.103: El menú de la aplicación aparece por defecto en todas las aplicaciones macOS.

- macOS no permite iconos en los elementos principales de la barra de menú, por lo que serán deshabilitados. Sin embargo, los iconos sí que serán visibles en los submenús desplegables.
- macOS espera que todos los elementos principales de la barra de menú tengan un

submenú asociado, por lo que no emitirá eventos al hacer clic sobre los items principales de la barra de menú. Solo emitirá eventos al hacer clic sobre los elementos de los submenús.

18.23.3. Menú emergente

- Utiliza `menu_launch` para lanzar un menú *popup*.

Por otro lado, podemos lanzar menús emergentes, o contextuales, en cualquier momento de la ejecución (Figura 18.104). Se mostrarán como una ventana superpuesta, normalmente cuando se hace clic derecho sobre algún elemento de la interfaz. NAppGUI no hace distinciones entre barra de menú o contextual, es decir, podemos utilizar el mismo objeto para ambos roles (Listado 18.36).

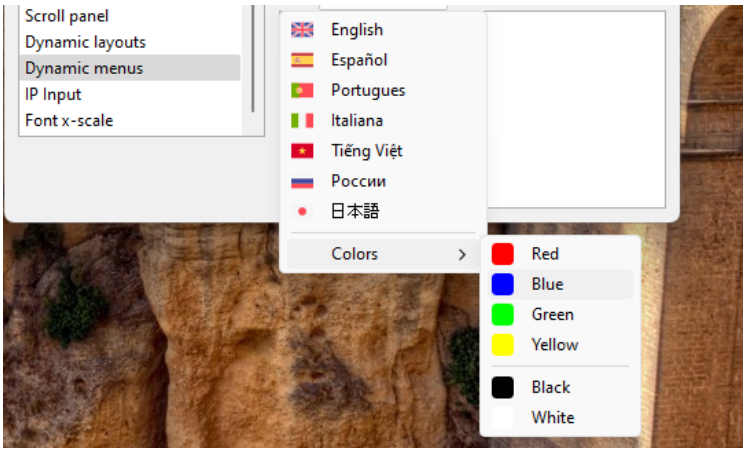


Figura 18.104: Menú contextual lanzado en tiempo de ejecución.

Listado 18.36: El mismo menú en diferentes roles.

```
Menu *menu = create_menu_with_options();

// Set as menubar
osapp_menubar(menu, main_window);
...
// Unset menubar
osapp_menubar(NULL, main_window);
...
// Launch as popup
menu_launch(menu, main_window, v2df(x, y));

// Destroy the menu
menu_destroy(&menu);
```

18.23.4. Perspectiva histórica

El concepto de menú, al igual que el de ventana, existe desde el origen de las interfaces gráficas. El primer ordenador en incorporarlas fue el Xerox Alto que apareció en 1973 y su sucesor comercial el Xerox Star. Conceptos aún muy vivos a día de hoy como: Menú, Ventana, Icono, Escritorio, o Ratón ya estaban presentes en estos equipos que sirvieron de inspiración a Steve Jobs en la creación del Apple Lisa (Figura 18.105), precursor del Macintosh e inspirador de Microsoft Windows.

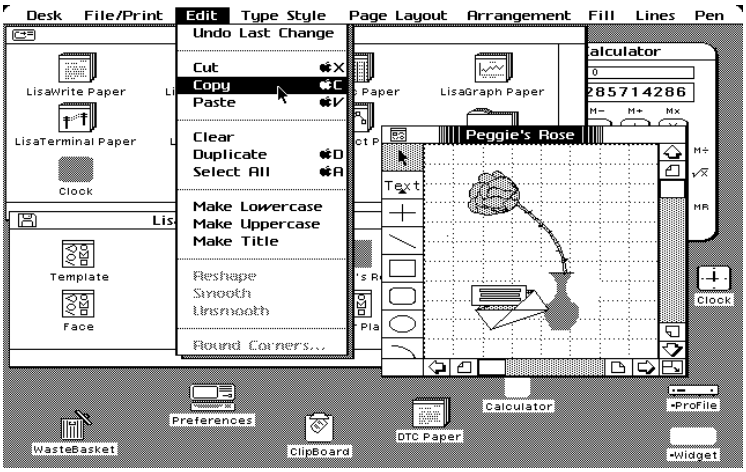


Figura 18.105: El Apple Lisa fue uno de los primeros sistemas en incorporar menús como parte de la interfaz gráfica.

18.24. MenuItem

Representa una opción dentro de un *"Menu"* (Página 414). Tendrán siempre asociada una acción que se ejecutará al activarlos.

- Utiliza `menuitem_create` para crear un item.
- Utiliza `menuitem_text` para asignar un texto.
- Utiliza `menuitem_image` para asignar un icono.

18.25. Diálogos comunes

Los diálogos comunes son ventanas predeterminadas proporcionadas por el sistema operativo para realizar tareas cotidianas como: Abrir archivos (Figura 18.106), seleccionar colores (Figura 18.110), tipografías, etc. Su uso es doblemente beneficioso. Por un lado evitamos programarlas como parte de la aplicación y, por otro, aprovechamos el conocimiento previo del usuario ya que seguramente las habrá utilizado en otros programas.

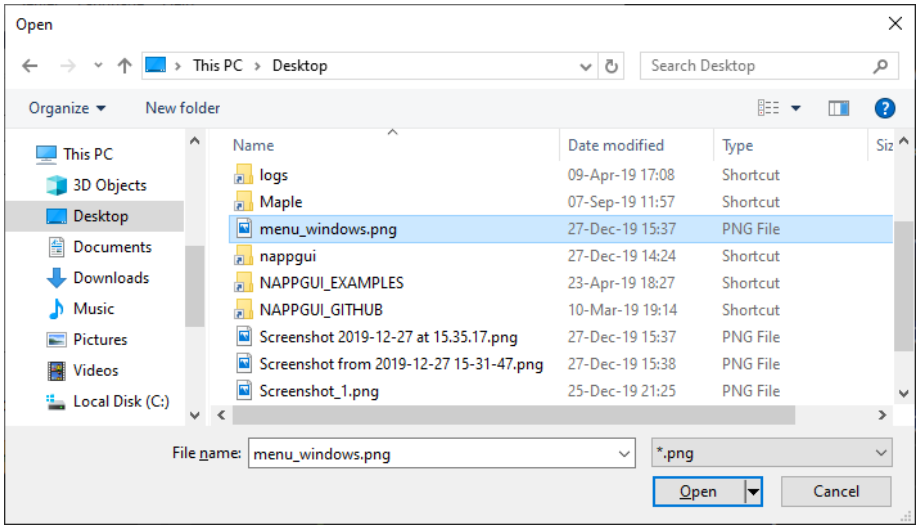


Figura 18.106: Explorador de archivos en Windows.

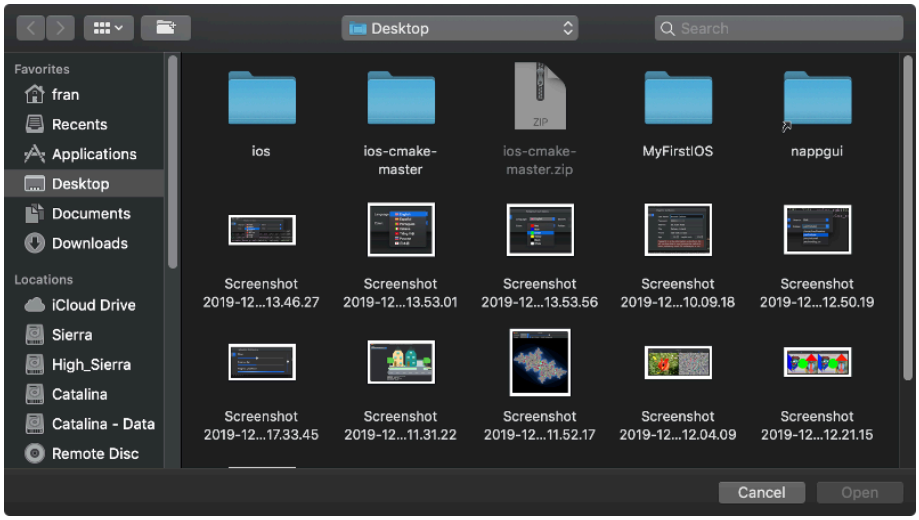


Figura 18.107: Explorador de archivos en macOS.

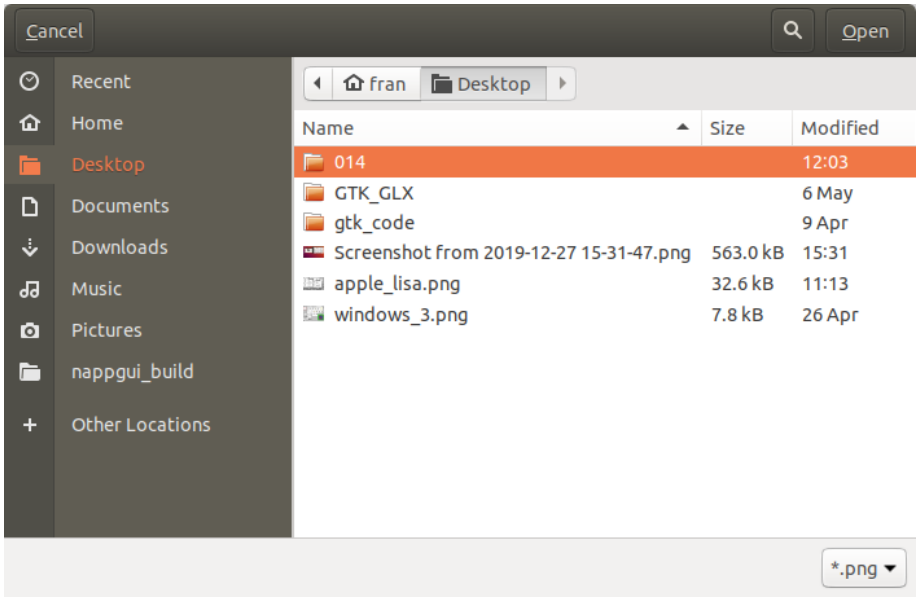


Figura 18.108: Explorador de archivos en Linux.

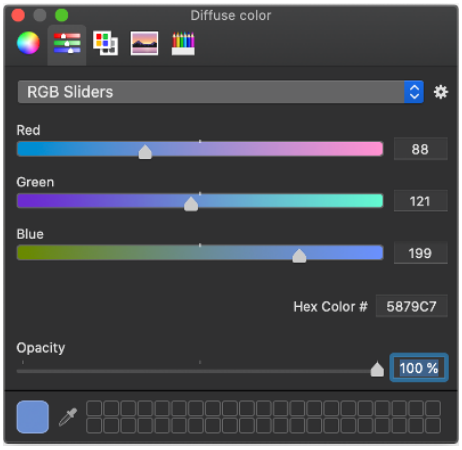


Figura 18.109: Selección de colores en macOS.

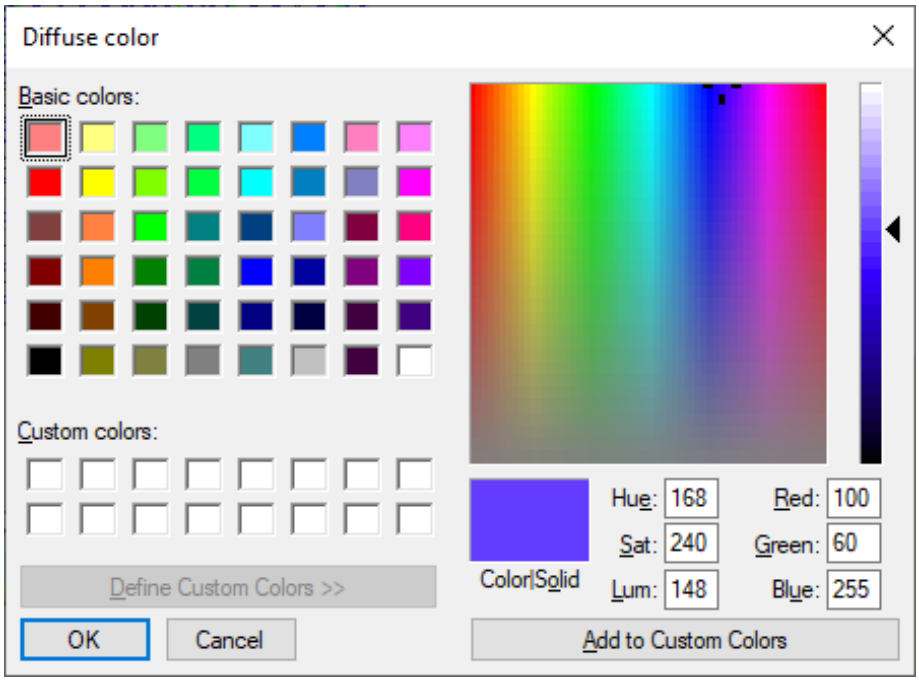


Figura 18.110: Selección de colores en Windows.

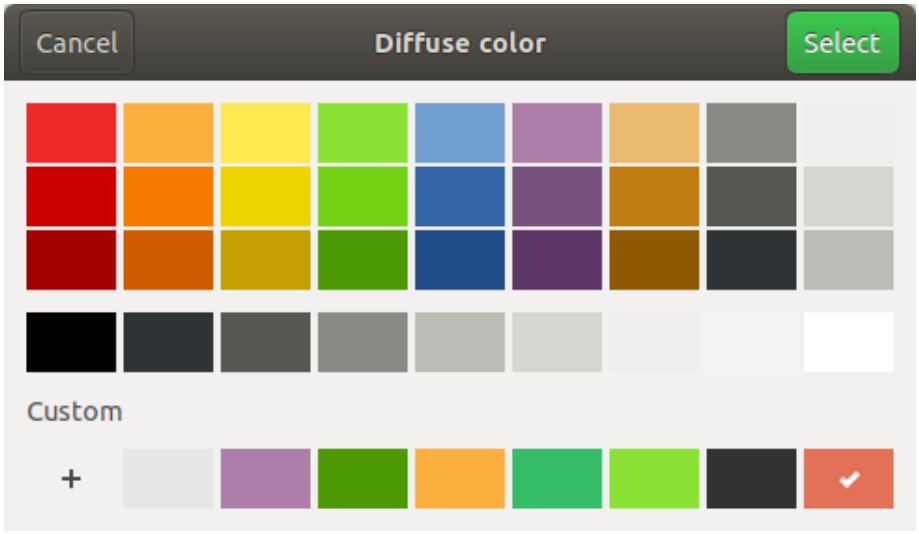


Figura 18.111: Selección de colores en Linux.

Capítulo 19

Librería OSApp

19.1 OSApp **423**
19.2 main() y osmain() **423**
19.3 Aplicaciones síncronas **427**
19.4 Tareas multi-hilo **428**

19.1. OSApp

La librería *OSApp* arranca y gestiona el **ciclo de mensajes** de una aplicación de escritorio (Figura 19.1). Si bien la librería **Gui** podría integrarse en aplicaciones existentes mediante un *plugin*, si queremos crear una aplicación desde cero, necesitaremos gestionar los eventos que el sistema operativo envía al programa.

- Utiliza `osmain` para iniciar una aplicación de escritorio.
- Utiliza `osapp_finish` para finalizar una aplicación de escritorio.

19.2. main() y osmain()

La clásica función `main` es el punto de inicio de cualquier programa C/C++ por línea de comandos (Figura 19.2). Su funcionamiento no entraña dificultad alguna y puede resumirse en:

- (1) El sistema operativo carga el programa en memoria y llama a la función `main()` para empezar su ejecución.
- (2) Las sentencias se van ejecutando de manera secuencial y en el orden en el que están escritas. Dicho orden puede alterarse mediante sentencias de control (`for`, `if`, `switch`, etc) o llamadas a función.

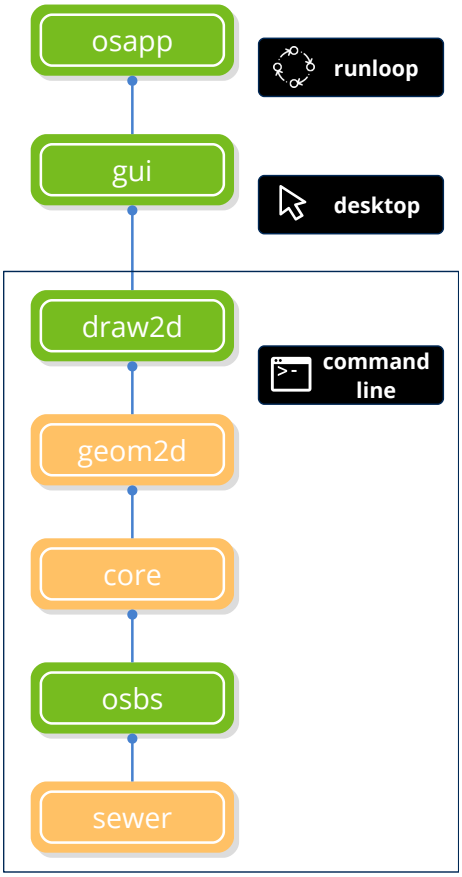


Figura 19.1: Dependencias de *OSApp*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

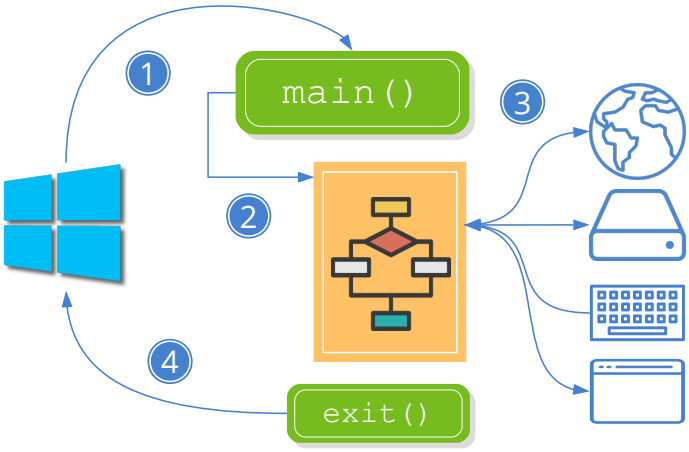


Figura 19.2: Ejecución de una aplicación C de consola.

- ③ Si es necesario realizar entrada/salida, el programa esperará a que termine la comunicación y continuará con la ejecución.

- 4 Cuando se alcance el final de la función `main()` o se ejecute una sentencia `exit()` el programa finalizará y el sistema operativo lo descargará de memoria.

Sin embargo, en aplicaciones de escritorio (dirigidas por eventos), el ciclo de ejecución es un poco más complicado. En esencia, el programa se encuentra continuamente ejecutando un bucle a la espera que el usuario realice alguna acción (Figura 19.3) (Listado 19.1). En *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) tienes un ejemplo sencillo:

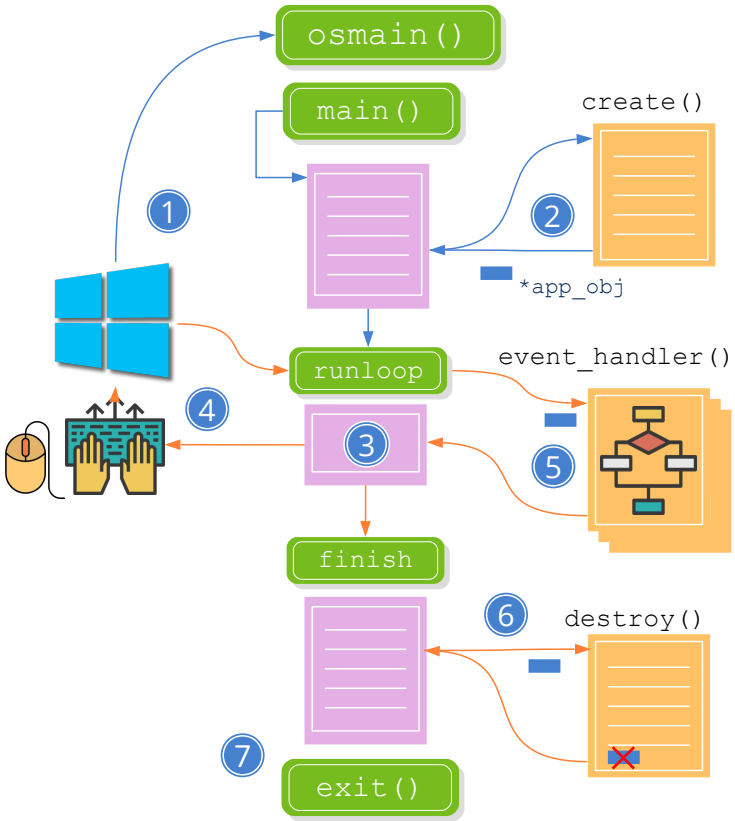


Figura 19.3: Ejecución de una aplicación C de escritorio.

- 1 El sistema operativo carga el programa en memoria y llama a la función `main()`. Ahora está encapsulada dentro de la macro `osmain` que inicia ciertas estructuras necesarias para la captura y gestión de eventos.
- 2 En el algún momento de este proceso inicial, se llamará al constructor de la aplicación (el primer parámetro de `osmain()`) que deberá crear el objeto principal. Dado que el programa está continuamente devolviendo el control al sistema operativo, en este objeto se mantendrá el estado de los datos y de las ventanas.
- 3 Una vez inicializada, la aplicación entrará en un bucle conocido como **ciclo de**

mensajes (Figura 19.4), permaneciendo a la espera de que el usuario realice alguna acción sobre la interfaz del programa.

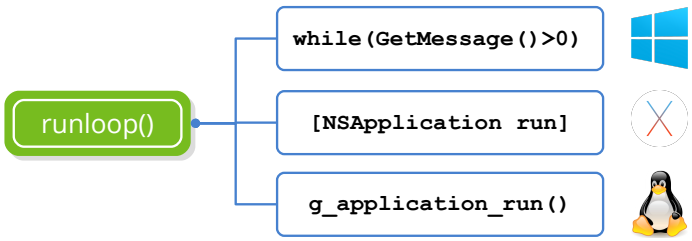


Figura 19.4: Implementación del ciclo de mensajes.

- 4 Cuando esto ocurra, el sistema operativo capturará el evento producido y lo enviará a la aplicación.
- 5 Si la aplicación ha definido un manejador para dicho evento, este será invocado y se ejecutará el código de respuesta. Una aplicación puede recibir cientos de mensajes pero solo responderá a los que considere necesarios, ignorando el resto.
- 6 Hay un evento especial **de salida** que es generado al llamar a `osapp_finish`. Cuando esto ocurre, `osmain()` empieza a liberar recursos y a preparar una salida limpia. En algún punto se llamará al destructor de la aplicación (segundo parámetro de `osmain()`) para que haga su parte del trabajo, cerrando posibles archivos abiertos y destruyendo el objeto principal.
- 7 El sistema operativo descarga la aplicación de la memoria.
- Los bloques de color rosa son dependientes de plataforma y están implementados dentro de NAppGUI.
- Los bloques de color naranja son multiplataforma (totalmente portables) y están implementados dentro de la aplicación.

Listado 19.1: Esqueleto elemental de una aplicación de escritorio.

```
typedef struct _app_t App;
struct _app_t
{
    // Program data
    Window *window;
};

static App* i_create(void)
{
    App *app = heap_new(App);
    // Init program data, GUI and Event handlers
    app->window = ...
    return app;
}
```

```
static void i_destroy(App *app)
{
    // Destroy program data
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

osmain(i_create, i_destroy, "", App);
```

19.3. Aplicaciones síncronas

Cierto tipo de aplicaciones, entre las que se encuentran los videojuegos, reproductores multimedia o simuladores requieren actualizarse a intervalos regulares de tiempo intervenga o no el usuario (Figura 19.5) (Listado 19.2). Para estos casos necesitaremos una variante de `osmain`, que acepte una función de actualización y un intervalo de tiempo. En *"Bricks"* (Página 471) tienes un ejemplo.

- Utiliza `osmain_sync` para iniciar una aplicación síncrona.

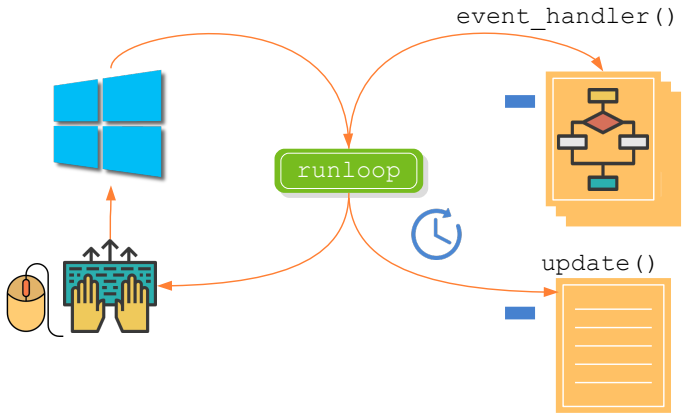


Figura 19.5: Eventos en aplicaciones síncronas.

Listado 19.2: Esqueleto elemental de una aplicación síncrona.

```
typedef struct _app_t App;
struct _app_t
{
    // Program data
    Window *window;
};

static App* i_create(void)
{
    App *app = heap_new(App);
    // Init program data, GUI and Event handlers
    app->window = ...
    return app;
```

```
}

static void i_update(App *app, const real64_t prtime, const real64_t ctime
    ↪ )
{
    // Update program state every 40ms
}

static void i_destroy(App *app)
{
    // Destroy program data
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

osmain_sync(0.04, i_create, i_destroy, i_update, "", App);
```

19.4. Tareas multi-hilo

Tanto las aplicaciones síncronas como asíncronas ejecutan el ciclo de mensajes en un único hilo de la CPU. Esto significa que si, como respuesta a un evento, se debe ejecutar una tarea relativamente lenta la aplicación quedará "congelada" hasta que esta termine (Figura 19.6) **(a)**. Esto producirá un efecto indeseado ya que el programa no responderá durante unos segundos, dando la impresión que se ha bloqueado. La solución es lanzar una tarea en paralelo (Figura 19.6) **(b)** (Listado 19.3) que libere rápidamente el hilo que gestiona el GUI. En *"Login multi-hilo"* (Página 512) tienes un ejemplo del uso de tareas.

- Utiliza `osapp_task` para lanzar una nueva tarea en un hilo paralelo.

Listado 19.3: Nueva tarea en un hilo paralelo.

```
// Runs in new thread
static uint32_t i_task_main(TaskData *data)
{
    // Do the task work here!
}

// Runs in GUI thread
static void i_task_update(TaskData *data)
{
    // Update the GUI here!
}

// Runs in GUI thread
static void i_task_end(TaskData *data, const uint32_t rvalue)
{
    // Finish task code here!
}
```

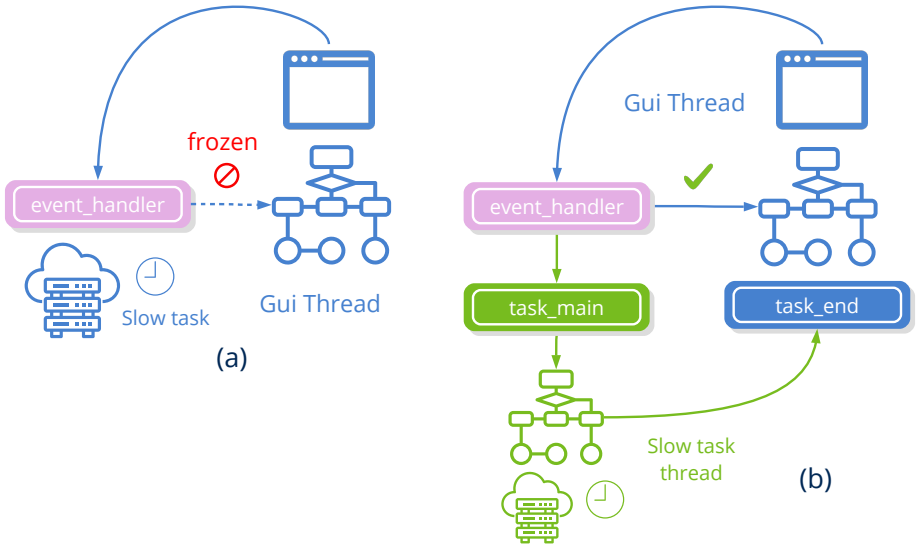


Figura 19.6: (a) Bloqueo de la interfaz por una función lenta. (b) Función lenta en un hilo paralelo.

```
osapp_task(tdata, .04, i_task_main, i_task_update, i_task_end, TaskData);
```

El nuevo hilo comenzará su ejecución en `task_main`. Esta función **no debería** acceder a los elementos de la interfaz, tan solo realizar cálculos o tareas de entrada/salida. Si fuera necesario actualizar el GUI mientras dure la tarea (incrementando una barra de progreso o similar) deberá realizarse en `task_update`, indicando en `updtime` el intervalo de actualización. El nuevo hilo terminará cuando se retorne de `task_main`, momento que se llamará a `task_end` en el hilo principal. Evidentemente, si ambos hilos acceden a variables compartidas, deberán protegerse mediante un `Mutex`.

Capítulo 20

Librería Encode

20.1 Encode **431**
20.2 Base64 **431**
20.3 JSON **432**
20.3.1 Análisis de JSON y conversión a datos en C 434
20.3.2 Mapeo entre Json y C 437
20.3.3 Convertir desde C a JSON 437
20.4 URL **440**

20.1. Encode

La librería **Encode** agrupa la implementación de codificadores y decodificadores para algunos de los formatos de datos más utilizados como *Base64* o *Json*. Algunos de estos módulos se incluyeron originalmente en la librería *"INet"* (Página 443), pero a partir de la versión 1.5.2 de NAppGUI se han movido a *encode* para poder usarse en aplicaciones que no requieren soporte de red, evitando así dependencias externas como *libcurl* (Figura 20.1).

20.2. Base64

Base64 es un sistema de codificación que convierte datos binarios (como imágenes o archivos) en una cadena de texto compuesta por caracteres ASCII seguros para transmisión y almacenamiento, especialmente en entornos que solo admiten texto (como correos electrónicos, URLs, JSON, XML). Como su nombre indica, se utilizan 64 símbolos para la codificación que son *A-Z*, *a-z*, *0-9* en este orden para los primeros 62 dígitos, más dos caracteres adicionales *+/*. El protocolo es relativamente sencillo y puede resumirse en:

- Divide los datos binarios en bloques de 3 bytes (24 bits).

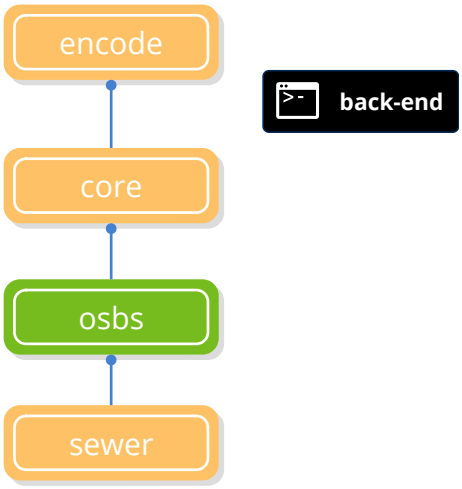


Figura 20.1: Dependencias de *encode*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

- Cada bloque se divide en 4 grupos de 6 bits.
- Cada grupo de 6 bits se traduce a un carácter de los 64 permitidos.
- La codificación Base64 aumenta el tamaño de los datos en aproximadamente un 33 %, ya que cada 3 bytes se convierten en 4 caracteres.
- Permite enviar y almacenar datos binarios en sistemas que solo aceptan texto plano.
- No cifra ni protege los datos, solo los representa de forma textual.

20.3. JSON

JSON *JavaScript Object Notation*, es un formato de datos en modo texto que permite representar de manera sencilla tipos básicos, objetos y arrays. Aunque su uso se ha popularizado en el ámbito Web puede utilizarse también para otros fines, como por ejemplo, archivos de configuración o intercambio local. Su sintaxis es fácil de entender para los humanos y sencilla de procesar para las máquinas. En (Listado 20.1) reproducimos un pequeño fragmento de la respuesta JSON de un servicio Web:

Listado 20.1: Fragmento JSON devuelto por un Web Service.

```
{
    "code":0,
    "size":80,
    "data":[
    {
        "id":0,
        "code":"i7-8700K",
        "description":"Intel BX80684I78700K 8th Gen Core i7-8700K Processor",
        type":0,
        "price":374.89,
```

```
        "image":"cpu_00.jpg",
        "image64":"\/9j\/4AAQSkZJRgABAQ...."
    },
    {
        "id":1,
        "code":"G3930",
        "description":"Intel BX80677G3930 7th Gen Celeron Desktop Processors",
        "type":0,
        "price":51.95,
        "image":"cpu_01.jpg",
        "image64":"\/9j\/4AAQSkZJRgABAQAAAQABAAD..."
    },
    ...
    ]
}
```

En su estructura podemos encontrar estos tipos de datos:

- **Booleanos:** Representados por las constantes `true` o `false`.
- **Números:** Utiliza la notación exponencial de C para valores en coma flotante: `23`, `.76`, `-0.54` o `5.6e12` son ejemplos válidos de valores numéricos. JSON no distingue entre enteros, negativos o reales.
- **Cadenas:** Cualquier texto entre comillas se considera una cadena. Admite cualquier carácter Unicode en *"UTF-8"* (Página 166) o mediante la secuencia de escape `\uXXXX` para indicar el codepoint.
- **Arrays:** Listas de valores delimitados por cochetes `[ ... ]` y separados por comas (Listado 20.2).

Listado 20.2: Array JSON

```
[
    "Red", "Green", "Blue", "Yellow"
]
```

- **Objetos:** Están delimitados por llaves y compuestos por varios campos separados por comas. Cada campo lo forman un identificador (cadena) seguido del carácter dos puntos y un valor que puede ser cualquier tipo simple, objeto u array (Listado 20.3).

Listado 20.3: Objeto JSON

```
{
    "field1" : true,
    "field2" : 24.67,
    "field3" : "Hello Pibe",
    "field4" : [1, 2, 4, 8.4],
    "field5" : { "x" : 34.32, "y" : -6.19 }
}
```

- **null:** Indica la ausencia de valor.
- **Binarios:** JSON no soporta datos binarios por lo que objetos opacos (imágenes, por ejemplo) deben ser codificados en texto y transmitidos como un valor de tipo cadena. El formato más extendido y soportado globalmente es el *"Base64"* (Página 431) donde cada carácter representa 6 bits de información.

El parser JSON de NAppGUI transforma automáticamente los objetos `Image` a Base64 y viceversa, lo que permite incrustar imágenes como campos de datos.

20.3.1. Análisis de JSON y conversión a datos en C

NAppGUI permite el análisis automático de información Json.

- Utiliza `json_read` para traducir un Json a C.
- Utiliza `json_destroy` para destruir un objeto previamente leído.

Mostraremos a continuación diferentes ejemplos con tipos básicos, arrays y objetos. En *"Lectura/Escritura de Json"* (Página 827) tienes el código completo. El primer paso es crear un `Stream` con el contenido del Json (Listado 20.4):

Listado 20.4: Crear un Stream con datos Json.

```
/* Json data from web service */
Stream *stm = http_dget("http://serv.nappgui.com/dproducts.php", NULL, NULL);

/* Json data from disk file */
Stream *stm = hfile_stream("/home/fran/appdata/products.json", NULL);

/* Json data from memory block */
const char_t *data = "[12, 34, 67, 45]";
Stream *stm = stm_from_block((const byte_t*)data, str_len_c(data));
```

El Stream deberá destruirse con `stm_close` al finalizar el análisis.

Después utilizaremos `json_read` indicando el tipo de dato esperado del Json.

Listado 20.5: Json boolean.

```
json: true

bool_t *json = json_read(stm, NULL, bool_t);
bstd_printf("Json boolean: %d\n", *json);
json_destroy(&json, bool_t);
```

Listado 20.6: Json number.

```
json: 6654

uint16_t *json = json_read(stm, NULL, uint16_t);
bstd_printf("Json unsigned int: %d\n", *json);
json_destroy(&json, uint16_t);
```

Listado 20.7: Json string.

```
json: "Hello World"

String *json = json_read(stm, NULL, String);
bstd_printf("Json string: %s\n", tc(json));
json_destroy(&json, String);
```

Listado 20.8: Json string/b64 image (jpg, png, bmp).

```
json: "/9j/4QB4RXhpZgAASUkqAAgAAA..."

Image *json = json_read(stm, NULL, Image);
uint32_t width = image_width(json);
uint32_t height = image_height(json);
bstd_printf("Json image: width: %d height: %d\n", width, height);
json_destroy(&json, Image);
```

Listado 20.9: Json integer array

```
json: [ -321, 12, -8943, 228, -220, 347 ]

ArrSt(int16_t) *json = json_read(stm, NULL, ArrSt(int16_t));
bstd_printf("Json array: ");
arrst_foreach(id, json, int16_t)
    bstd_printf("%d ", *id);
arrst_end()
bstd_printf("\n");
json_destroy(&json, ArrSt(int16_t));
```

Listado 20.10: Json string array

```
json: [ "Red", "Green", "Blue", "Yellow", "Orange" ]

ArrPt(String) *json = json_read(stm, NULL, ArrPt(String));
bstd_printf("Json array: ");
arrpt_foreach(str, json, String)
    bstd_printf("%s ", tc(str));
arrpt_end()
bstd_printf("\n");
json_destroy(&json, ArrPt(String));
```

Para el análisis de objetos es necesario que registremos con *"Data binding"* (Página 225) la estructura de los mismos, de tal forma que coincidan los tipos y nombres de los campos del objeto Json con los `struct` de C. Dado este Json:

Listado 20.11: Json object

```
{
    "size" : 3,
    "data" : [
        {
            "description" : "Intel i7-7700K",
            "price" : 329.99
        },
        {
            "description" : "Ryzen-5-1600",
            "price" : 194.99
        },
        {
            "description" : "GTX-1060",
            "price" : 449.99
        }
    ]
}
```

Definimos estos `struct` y los registramos:

Listado 20.12: Estructuras que albergarán los datos del objeto Json.

```
typedef struct _product_t Product;
typedef struct _products_t Products;

struct _product_t
{
    String *description;
    real32_t price;
};

struct _products_t
{
    uint32_t size;
    ArrSt(Product) *data;
};

DeclSt(Product);

dbind(Product, String*, description);
dbind(Product, real32_t, price);
dbind(Products, uint32_t, size);
dbind(Products, ArrSt(Product)*, data);
```

De esta forma ya podemos llamar a `json_read`:

Listado 20.13: Lectura del objeto Json.

```
Products *json = json_read(stm, NULL, Products);
bstd_printf("Json object: Size %d\n", json->size);
```

```
arrst_foreach(elem, json->data, Product)
    bstd_printf("Product: %s Price %.2f\n", tc(elem->description), elem->price)
        ↪ ;
arrst_end()
bstd_printf("\n");
json_destroy(&json, Products);
```

json_read() *ignora (salta) aquellos campos de objetos Json que no estén registrados con* ***dbind****. En ningún caso generarán cachés ni memoria dinámica.*

20.3.2. Mapeo entre Json y C

`json_read` reconoce los tipos básicos de NAppGUI, así como `String`, `Image`, `ArrSt` y `ArrPt`. **No funcionará con otro tipo de datos** como `int` o `float`. Tampoco reconocerá las estructuras STL `vector`, `map`, etc. En (Tabla 20.1) mostramos la equivalencia entre los campos de un Json y los tipos de C que necesitamos para mapearlo correctamente.

Json	C	Ejemplo
boolean	`bool_t`	true, false
number	`int8_t`, `int16_t`, `int32_t`, `int64_t`	-6785, 45, 0
number	`uint8_t`, `uint16_t`, `uint32_t`, `uint64_t`	1, 36734, 255, 0, 14
number	`real32_t`, `real64_t`	67.554, -3.456, 1.5e7
string	`String`	“Intel Celeron”, “Red”
string	`Image`	“/9j/4QB4RXhpZgAASUkqAA
array	`ArrSt`(uint16_t)	[12, 111, 865]
array	`ArrSt`(real32_t)	[-34.89, 0.0001, 567.45, 1
array	`ArrPt`(String)	[“red”, “green”, “blue”
array	`ArrPt`(Image)	[“/9j/4QB4RXh...”, “/9j/4QB4
object	`struct Product` (*“Data binding”* (Página 225))	{ “description” : “i7-8700K”, “ ”pri
array	`ArrSt`(Product)	[{ “description” : “i7-8700K”, “ ”price
array	`ArrPt`(Product)	[{ “description” : “i7-8700K”, “ ”price

Tabla 20.1: Equivalencia entre tipos Json y NAppGUI.

20.3.3. Convertir desde C a JSON

- Utiliza `json_write` para escribir datos/objetos desde C a Json.

Basándonos de nuevo en (Tabla 20.1), vamos a realizar el proceso inverso y generar datos Json a partir de tipos y objetos en C. Lo primero es crear un stream de escritura para albergar el resultado (Listado 20.14):

Listado 20.14: Crear un Stream de escritura.

```
/* Write stream in memory */
Stream *stm = stm_memory(2048);

/* Write stream in disk */
Stream *stm = stm_to_file("/home/fran/appdata/products.json", NULL);
```

El Stream deberá destruirse con `stm_close` cuando ya no sea necesario.

Después utilizaremos `json_write` indicando el tipo de dato esperado del Json.

Listado 20.15: Escribir booleano a Json.

```
bool_t data_bool = TRUE;
stm_writef(stm, "Json from bool_t: ");
json_write(stm, &data_bool, NULL, bool_t);

// Json from bool_t: true
```

Listado 20.16: Escribir entero a Json.

```
uint16_t data_uint = 6654;
stm_writef(stm, "Json from uint16_t: ");
json_write(stm, &data_uint, NULL, uint16_t);

// Json from uint16_t: 6654
```

Listado 20.17: Escribir String a Json.

```
String *data_str = str_c("Hello World");
stm_writef(stm, "Json from String: ");
json_write(stm, data_str, NULL, String);
str_destroy(&data_str);

// Json from String: "Hello World"
```

Listado 20.18: Escribir Image a Json.

```
Image *data_image = load_image();
stm_writef(stm, "Json from Image: ");
json_write(stm, data_image, NULL, Image);
image_destroy(&data_image);

// Json from Image: "iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAAAIA..."
```

Listado 20.19: Escribir ArrSt(int16_t) a Json.

```
ArrSt(int16_t) *array = arrst_create(int16_t);
arrst_append(array, -321, int16_t);
arrst_append(array, 12, int16_t);
arrst_append(array, -8943, int16_t);
arrst_append(array, 228, int16_t);
arrst_append(array, -220, int16_t);
arrst_append(array, 347, int16_t);
stm_writef(stm, "Json from int array: ");
json_write(stm, array, NULL, ArrSt(int16_t));
arrst_destroy(&array, NULL, int16_t);

// Json from int array: [ -321, 12, -8943, 228, -220, 347 ]
```

Listado 20.20: Escribir ArrPt(String) a Json.

```
ArrPt(String) *array = arrpt_create(String);
arrpt_append(array, str_c("Red"), String);
arrpt_append(array, str_c("Green"), String);
arrpt_append(array, str_c("Blue"), String);
arrpt_append(array, str_c("Yellow"), String);
arrpt_append(array, str_c("Orange"), String);
stm_writef(stm, "Json from string array: ");
json_write(stm, array, NULL, ArrPt(String));
arrpt_destroy(&array, str_destroy, String);

// Json from string array: [ "Red", "Green", "Blue", "Yellow", "Orange" ]
```

Listado 20.21: Escribir objeto Products a Json.

```
Products *products = heap_new(Products);
products->size = 3;
products->data = arrst_create(Product);

{
    Product *product = arrst_new(products->data, Product);
    product->description = str_c("Intel i7-7700K");
    product->price = 329.99f;
}

{
    Product *product = arrst_new(products->data, Product);
    product->description = str_c("Ryzen-5-1600");
    product->price = 194.99f;
}

{
    Product *product = arrst_new(products->data, Product);
    product->description = str_c("GTX-1060");
    product->price = 449.99f;
}
```

```
stm_writef(stm, "Json from object: ");
json_write(stm, products, NULL, Products);
dbind_destroy(&products, Products);

// Json from object: {"size" : 3, "data" : [ {"description" : "Intel i7-7700K",
    ↪  "price" : 329.989990 }, {"description" : "Ryzen-5-1600", "price" :
    ↪ 194.990005 }, {"description" : "GTX-1060", "price" : 449.989990 } ] }
```

20.4. URL

URL es el acrónimo de *Uniform Resource Locator* que identifica un recurso único en Internet. El uso más común lo encontramos al realizar peticiones a un servidor Web. Por ejemplo `https://www.google.com` es una URL ampliamente reconocida y utilizada. Siendo algo más concretos, podemos decir que es una cadena de caracteres con formato específico compuesta por una serie de campos que permiten localizar sin ambigüedad un recurso único global (Listado 20.22) (Figura 20.2).

Listado 20.22: Análisis de una cadena URL.

```
Url *url = url_parse("https://frang@www.nappgui.com/services/demo/userlist.php?
    ↪ id=peter&city=Alicante");
const char_t *scheme = url_scheme(url); // https
const char_t *host = url_host(url);     // www.nappgui.com
const char_t *path = url_path(url);     // /services/demo/userlist.php
const char_t *query = url_query(url);   // id=peter&city=Alicante
```

- **Scheme:** Protocolo de comunicación utilizado. **http**, **https**, **ftp**, **smtp**, **mailto**, etc.
- **Authority:** Cadena de acceso al servidor compuesta por varios campos, donde tan solo el nombre del host es requerido. El resto son opcionales.
  - **Host:** Nombre del servidor o dirección IP.
  - **User:** Nombre del usuario. Opcional, solo si el servicio lo requiere.
  - **Password:** Contraseña. Opcional, solo si el servicio lo requiere.
  - **Port:** Puerto de acceso. Cada protocolo tiene un puerto por defecto, que será el utilizado si no se especifica ninguno. 80 = http, 413 = https.
- **Resource:** Ruta dentro del servidor donde se encuentra el recurso que buscamos. El *pathname* es el único requerido.
  - **Pathname:** Directorio y nombre del archivo o recurso.
  - **Parameters:** Lista de argumentos `name=value` que puede necesitar el servicio. Normalmente no utilizados. Si existen varios valores, se separan con el carácter

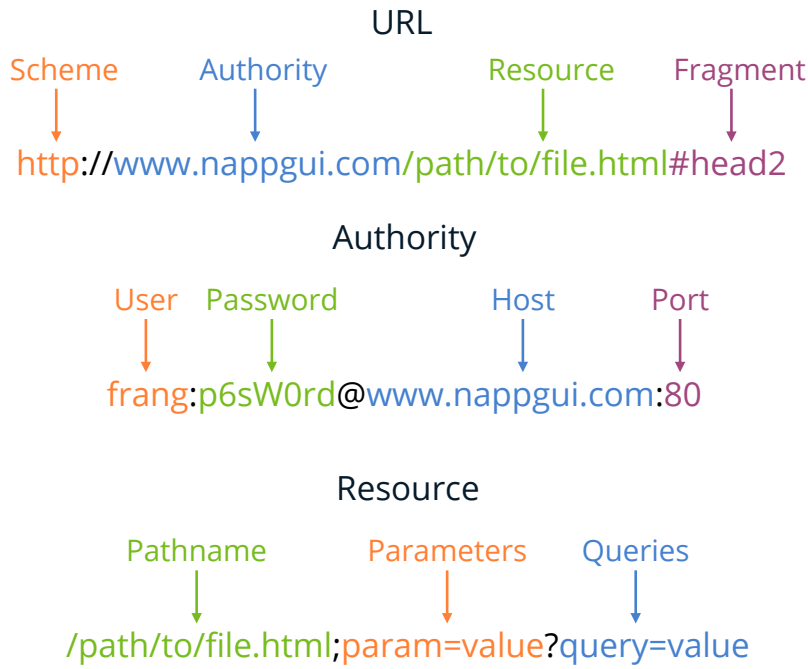


Figura 20.2: Los diferentes campos que componen una URL.

`'&'`.

- **Queries:** Lista de argumentos `name=value` que puede necesitar el servicio. Estos son los normalmente utilizados por los servicios Web. Es decir, en la URL hay que utilizar el separador `'?'` en lugar de `';'` después del *pathname*. Si existen varios valores, se separan con el carácter `'&'`.

- **Fragment:** Es un ancla a una parte concreta del documento que pedimos al servidor. Normalmente utilizado para acceder a un punto concreto de una página HTML.

Capítulo 21

Librería INet

21.1 INet **443**

21.2 HTTP **444**

21.1. INet

La librería **INet** implementa protocolos generales de Internet. Si bien los *"Sockets"* (Página 189) nos permiten abrir un canal de comunicación entre dos máquinas remotas, es necesario definir un formato para los mensajes que intercambiarán ambos interlocutores, con el fin de que la comunicación se lleve a cabo de manera satisfactoria. Cualquier sistema operativo moderno proporciona APIs para utilizar los servicios de Internet más populares, como HTTP. INet accede a esta funcionalidad bajo una interfaz común unificada y simplificada (Figura 21.1).

***Importante**. Para utilizar INet en tus proyectos, tendrás que enlazar la librería de forma explícita en el `CMakeLists.txt` de tu aplicación, a través de la macro `nap_link_inet`.*

```
nap_desktop_app(Products "" NRC_EMBEDDED)
nap_link_inet(Products)
```

***Importante**. En Linux necesitarás instalar las librerías de desarrollo de curl.*

```
sudo apt-get install libcurl4-openssl-dev
```

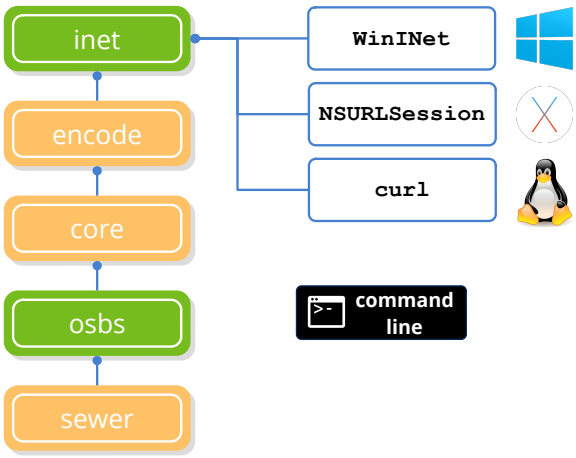


Figura 21.1: Dependencias de *INet*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

21.2. HTTP

Es habitual que una aplicación necesite información más allá de la almacenada en el propio computador. La forma más sencilla y habitual de compartir información es almacenarla en un Servidor Web y publicar una URL que provea el contenido deseado (Figura 21.2). Este esquema cliente/servidor utiliza el protocolo HTTP/HTTPS, que fue originalmente diseñado para transmitir documentos HTML entre servidores Web y navegadores. Debido a la gran repercusión que ha tenido a lo largo de los años, se ha ido ampliando su uso para el intercambio de información estructurada entre cualquier aplicación que "entienda" HTTP. La respuesta del servidor será, por lo general, un bloque de texto formateado en JSON o XML.

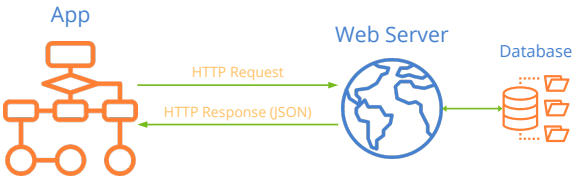


Figura 21.2: Petición de un recurso remoto mediante HTTP.

- Utiliza `http_dget` para descargar un recurso a partir de su *"URL"* (Página 440) (Listado 21.1).
- Utiliza `http_create` para crear una sesión HTTP.
- Utiliza `http_secure` para crear una sesión HTTPS (encriptado).

Listado 21.1: Descarga directa del contenido de una URL.

```
Stream *webpage = http_dget("https://nappgui.com/en/start/win_mac_linux.
    ↪ html", NULL, NULL);
Stream *imgdata = http_dget("http://test.nappgui.com/image_formats/
    ↪ sea_02_rgb.png", NULL, NULL);
```

```
Image *image = image_read(imgdata);

if (webpage != NULL)
{
    ...
    stm_close(&webpage);
}
```

Por otro lado, si vamos a realizar sucesivas llamadas a un mismo servidor o si necesitamos mayor control sobre las cabeceras HTTP, deberemos crear una sesión (Listado 21.2).

Listado 21.2: Sesión HTTP.

```
Stream *webpage = NULL;

Http *http = http_secure("nappgui.com", UINT16_MAX);
if (http_get(http, "/en/start/win_mac_linux.html", NULL, 0, NULL) == TRUE)
{
    if (http_response_status(http) == 200)
    {
        webpage = stm_memory(1024);
        if (http_response_body(http, webpage, NULL) == FALSE)
            stm_close(&webpage);
    }
}

http_destroy(&http);

if (webpage != NULL)
{
    ...
    stm_close(&webpage);
}
```

Capítulo 22

Librería OGL3D

22.1 OGL3D **447**

22.2 Contextos 3D **448**

22.3 Operación de dibujo **449**

22.4 GLEW **450**

22.1. OGL3D

La librería **OGL3D** nos permitirá crear contextos OpenGL multiplataforma, sin tenernos que preocupar de la implementación particular en cada sistema operativo (Figura 22.1). Si bien el API de OpenGL es totalmente portable, la manera de crear contextos gráficos y vincularlos con una ventana es dependiente de cada plataforma. En *"¡Hola Gráficos 3D!"* (Página 701) tienes una aplicación de ejemplo.

> ***Importante**. Para utilizar OGL3D en tus proyectos, tendrás que enlazar la librería de forma explícita en el `CMakeLists.txt` de tu aplicación.*

```
nap_desktop_app(GLHello "" NRC_EMBEDDED)
nap_link_opengl(GLHello)
```

> ***Importante**. En Linux necesitarás instalar las librerías de desarrollo de Mesa.*

```
sudo apt-get install mesa-common-dev libglu1-mesa-dev libegl1-mesa-dev
```

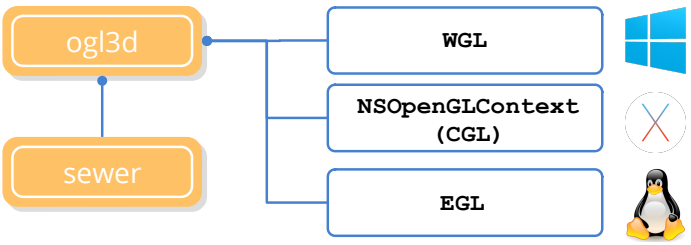


Figura 22.1: Dependencias de *OGL3D*. Ver *"NAppGUI API"* (Página 151).

22.2. Contextos 3D

Utiliza `ogl3d_context` para crear un contexto.

Utiliza `ogl3d_destroy` para destruir un contexto.

Un contexto 3D representa un conjunto de estados y objetos dentro del cual se realizan las operaciones de dibujo con OpenGL (Figura 22.2). Básicamente un contexto incluye:

- Estados: Configuraciones actuales como el modo de proyección, matrices de transformación, opciones de iluminación, etc.
- Shaders: Programas que permiten personalizar el renderizado dentro de la GPU.
- Geometría y texturas: Recursos gráficos que representan los objetos a renderizar.
- Buffers gráficos: Color, profundidad, stencil, y otros que se usan para almacenar la información de los píxeles durante el proceso de renderizado.
- Ventanas: La integración con el sistema operativo para dibujar en una ventana específica.

Para crear un contexto necesitarás el identificador nativo de la vista asociada. Es decir, un objeto `HWND` en Windows, un `GtkWidget` en Linux o un `NSView` en macOS. En NAppGUI, esto lo proporciona la función `view_native` (Listado 22.1).

Listado 22.1: Creación de un contexto OpenGL, asociado con una ventana.

```
View *view = ....
void *nview = view_native(view);
OGLCtx *oglctx = NULL;
OGLProps props;
oglerr_t err;
props.api = ekOGL_3_3;
props.hdaccel = TRUE;
props.color_bpp = 32;
props.depth_bpp = 0;
props.stencil_bpp = 0;
props.aux_buffers = 0;
props.transparent = FALSE;
props.shared = NULL;
oglctx = ogl3d_context(&props, nview, &err);
```

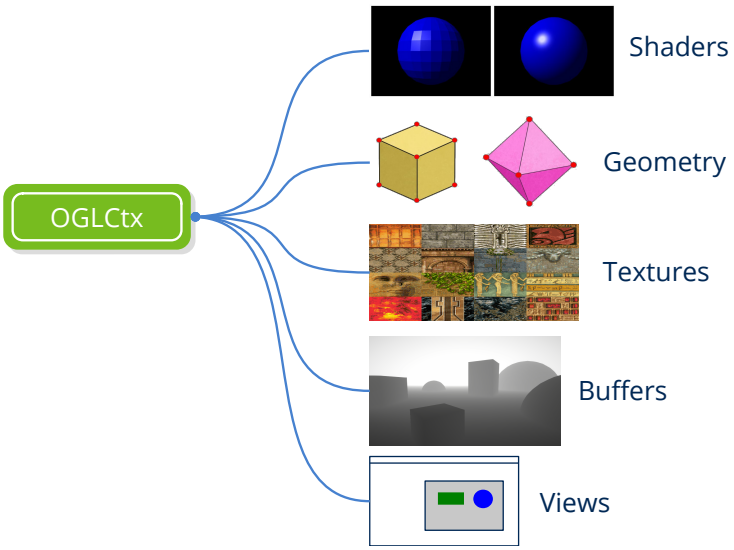


Figura 22.2: Contexto OpenGL y objetos asociados.

```
if (oglctx == NULL)
{
    bstd_printf("Error: %s\n", ogl3d_err_str(err));
}
```

22.3. Operación de dibujo

- Utiliza `ogl3d_begin_draw` al iniciar el renderizado.
- Utiliza `ogl3d_end_draw` al terminar el renderizado.

El objeto `View`, lanzará un evento `OnDraw` cada vez que necesite actualizar el área de dibujo (*"Dibujar en vistas"* (Página 351)). En en manejador a este evento, deberemos incluir el código OpenGL.

Listado 22.2: Dibujo en una vista, utilizando OpenGL.

```
static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    ogl3d_begin_draw(app->oglctx);

    // OpenGL Code (cross-platform)
    glViewport(0, 0, (GLsizei)p->width, (GLsizei)p->height);
    glClearColor(.8f, .8f, .8f, 1.0f);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
```

```
    glLoadIdentity();
    glBegin(GL_TRIANGLES);
    glColor3f(1, 0, 0);
    glVertex3f(0, 1, 0);
    glColor3f(0, 1, 0);
    glVertex3f(-1, -1, 0);
    glColor3f(0, 0, 1);
    glVertex3f(1, -1, 0);
    glEnd();

    ogl3d_end_draw(ogl->ctx);
}
...
view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
```

22.4. GLEW

OpenGL permite la incorporación de **extensiones opcionales** que no están incluidas en el núcleo del estándar. Estas extensiones permiten a los fabricantes de hardware (como NVIDIA, AMD, Intel, etc.) y a los desarrolladores de software agregar nuevas funcionalidades o mejorar el rendimiento de las características existentes. En general, detectar si una extensión está presente o no al crear un contexto implica una gran sobrecarga de trabajo para el programador, por lo que diferentes librerías se han creado para este cometido.

OGL3D incluye una copia de **GLEW**[1] (*OpenGL Extension Wrangler Library*) que facilita enormemente esta tarea. Su inicialización llamando a `glewInit()` se realiza automáticamente al crear el objecto `OGLCtx`. Tan solo deberemos incluir esta cabecera antes de realizar cualquier llamada a OpenGL (Listado 22.3).

Listado 22.3: Inclusión de GLEW.

```
// Include OpenGL and GLEW
#include "nowarn.hxx"
#include <ogl3d/glew.h>
#include "warn.hxx"
...
// OpenGL calls
glViewport(0, 0, (GLsizei)width, (GLsizei)height);
glClearColor(.8f, .8f, .8f, 1.0f);
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
...
```

Para comprobar si una extensión está presente, podemos utilizar `glewIsSupported()` o las diferentes macros que proporciona GLEW (Listado 22.4).

[1] `https://glew.sourceforge.net`

Listado 22.4: Comprobación de extensiones con GLEW.

```
if (glewIsSupported("GL_ARB_vertex_program"))
{
    // Extension available
}
...
if (GLEW_ARB_vertex_program)
{
    // Extension available
}
```

Parte 3

Aplicaciones de ejemplo

Capítulo 23

Die

El buen código debería ser simple, claro y fácil de entender. El buen código debería ser compacto: solo lo necesario para hacer el trabajo y nada más, pero no críptico, hasta el punto de que no se pueda entender. El buen código debería ser genérico, para que pueda resolver una amplia clase de problemas de manera uniforme. Podría describirse como elegante, muestra de buen gusto y refinamiento.

Brian Kernighan

23.1 Die **455**
23.2 Uso de sublayouts **456**
23.3 Uso de vistas personalizadas **458**
23.4 Dibujo paramétrico **459**
23.5 Redimensionado **461**
23.6 Uso de recursos **464**
23.7 Die y Dice **465**
23.8 El programa Die completo **465**

23.1. Die

Como el camino se demuestra andando, vamos a dedicar unos capítulos a profundizar en el uso de NAppGUI de la mano de aplicaciones reales. Nuestro objetivo es presentar programas de cierto nivel, a medio camino entre los sencillos "ejemplos de libro" y las aplicaciones comerciales. En esta primera demo tenemos un programa que nos permite dibujar la silueta de un dado (Figura 23.1) y que nos servirá como excusa para introducir conceptos de dibujo paramétrico, composición de *layouts* y uso de recursos. El **código fuente** está en la caperta `/src/demo/die` de la distribución del SDK. En *"Crear nueva aplicación"* (Página 71) y *"Recursos"* (Página 99) vimos como crear el proyecto desde cero.

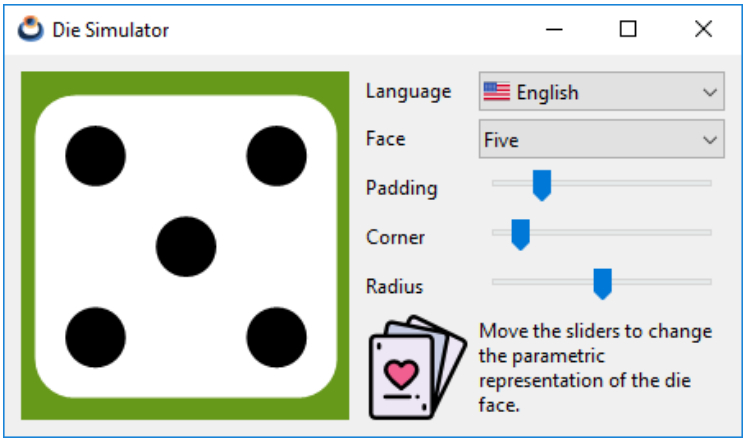


Figura 23.1: Aplicación *Die Simulator*, versión Windows. Inspirado en DieView *(Cocoa Programming for OSX, Hillegass et al.)*

Figura 23.2: Versión macOS.

23.2. Uso de sublayouts

Comenzamos trabajando en la interfaz de usuario, que hemos dividido en dos áreas: una vista personalizada (`View`) donde dibujaremos la representación del dado en 2D, y una zona de controles donde podremos interactuar con dicho dibujo. Como ya vimos en *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) utilizaremos objetos `Layout` para ubicar los controles dentro de la ventana principal. No obstante observamos que esta disposición de elementos no encaja bien en una única tabla, por lo tanto, usaremos dos celdas en horizontal como contenedor principal y un *grid* de dos columnas y seis filas para los controles (Listado 23.1) (Listado 23.1). Este segundo layout se ubicará en la celda derecha del primer contenedor y diremos que es un **sublayout** del layout principal.

Figura 23.3: Versión Linux/GTK+.

Listado 23.1: Composición mediante sublayouts.

```
Layout *layout = layout_create(2, 1);
Layout *layout1 = layout_create(2, 6);
layout_view(layout, view, 0, 0);
layout_label(layout1, label1, 0, 0);
layout_label(layout1, label2, 0, 1);
layout_label(layout1, label3, 0, 2);
layout_label(layout1, label4, 0, 3);
layout_label(layout1, label5, 0, 4);
layout_view(layout1, vimg, 0, 5);
layout_popup(layout1, popup1, 1, 0);
layout_popup(layout1, popup2, 1, 1);
layout_slider(layout1, slider1, 1, 2);
layout_slider(layout1, slider2, 1, 3);
layout_slider(layout1, slider3, 1, 4);
layout_label(layout1, label6, 1, 5);
layout_layout(layout, layout1, 1, 0);
```

De igual forma que hicimos en *"Formato del Layout"* (Página 29) hemos establecido ciertos márgenes y un ancho fijo para la columna de los controles.

Listado 23.2: Formato del layout

```
view_size(view, s2df(200.f, 200.f));
layout_margin(layout, 10.f);
layout_hsize(layout1, 1, 150.f);
layout_hmargin(layout, 0, 10.f);
layout_hmargin(layout1, 0, 5.f);
layout_vmargin(layout1, 0, 5.f);
layout_vmargin(layout1, 1, 5.f);
layout_vmargin(layout1, 2, 5.f);
```

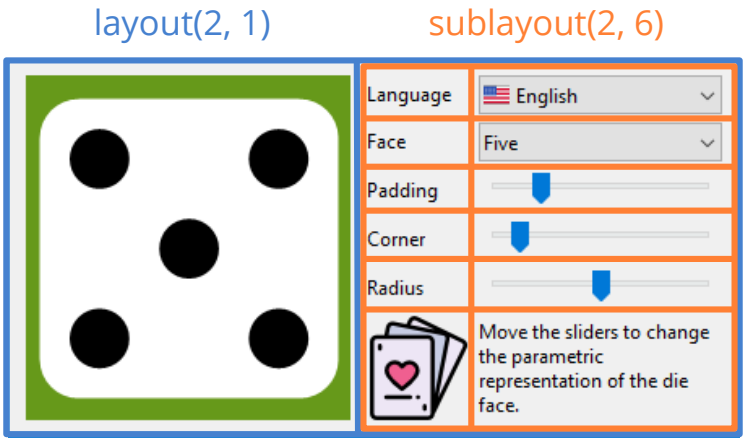


Figura 23.4: El uso de sublayouts añade flexibilidad a la hora de diseñar el *gui*.

```
layout_vmargin(layout1, 3, 5.f);
layout_vmargin(layout1, 4, 5.f);
```

23.3. Uso de vistas personalizadas

`View` son controles que nos permitirán diseñar nuestros propios *widgets*. Al contrario que ocurre con otro tipo de componentes, como *"Slider"* (Página 349) o *"Button"* (Página 338), aquí tendremos total libertad para dibujar cualquier cosa. Podremos interactuar con el control capturando sus eventos (ratón, teclado, etc) e implementando los manejadores adecuados. Estas vistas se integran en el layout como cualquier otro componente (Listado 23.3).

Listado 23.3: Creación de una vista personalizada.

```
View *view = view_create();
view_size(view, s2df(200.f, 200.f));
layout_view(layout, view, 0, 0);
```

No podemos dibujar dentro de un `View` cuando queramos. Tendremos que realizar una solicitud al sistema operativo mediante el método `view_update` (Listado 23.4), ya que el área de dibujo puede afectar a ventanas superpuestas y esto debe gestionarse de forma centralizada. Cuando el control esté listo para refrescarse, el sistema enviará un evento `EvDraw` que debemos capturar a través de `view_OnDraw`.

Listado 23.4: Código básico de refresco del View.

```
static void i_OnPadding(App *app, Event *e)
{
```

```
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    app->padding = params->pos;
    view_update(app->view);
}

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    die_draw(params->context, params->width, params->height, app);
}

slider_OnMoved(slider1, listener(app, i_OnPadding, App));
view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
```

Cada vez que el usuario mueve un slider (parámetro padding, por ejemplo) el sistema operativo captura la acción e informa a la aplicación a través del método `i_OnPadding` (Figura 23.5). Como la acción implica un cambio en el dibujo, este método llama a `view_update` para informar de nuevo al sistema que la vista debe actualizarse. Cuando este lo considera apropiado, manda el evento `EvDraw`, que es capturado por `i_OnDraw` donde se regenera el dibujo con los nuevos parámetros.

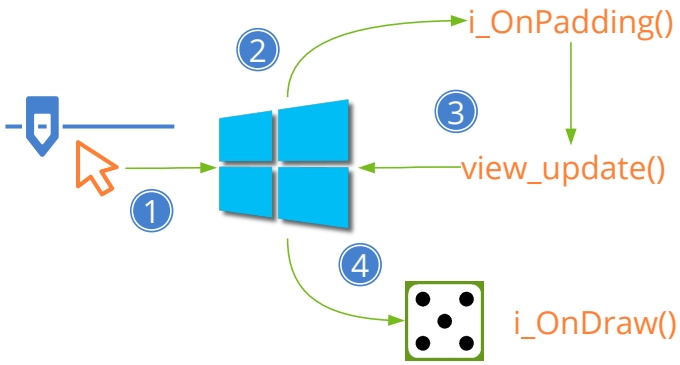


Figura 23.5: Comprendiendo el flujo de eventos en dibujos interactivos.

23.4. Dibujo paramétrico

Bajo este concepto se describe la capacidad para generar imágenes vectoriales a partir de unos pocos valores numéricos conocidos como parámetros (Figura 23.6). Se usa bastante en el diseño asistido por computadora (CAD), ya permite realizar ajustes de forma sencilla en planos o modelos sin tener que editar, una por una, un sinfín de primitivas.

En nuestra aplicación, la representación del dado puede cambiar en tiempo de ejecución a medida que el usuario manipula los sliders o dimensiona la ventana, por lo que calculamos la posición y el tamaño de sus primitivas utilizando fórmulas paramétricas. Una vez resueltas, creamos el dibujo con tres simples comandos del API *"Primitivas de dibujo"* (Página 293).

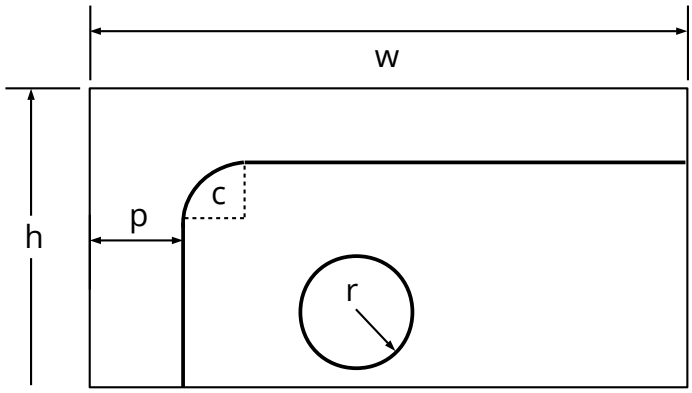


Figura 23.6: Principios del dibujo paramétrico, aplicados en Die.

- `draw_clear`. Borra toda el área de dibujo utilizando un color sólido.
- `draw_rndrect`. Dibuja un rectángulo con bordes redondeados.
- `draw_circle`. Dibuja un círculo.

Listado 23.5: demo/casino/ddraw.c

```
/* Die drawing */

#include "ddraw.h"
#include <draw2d/draw2dall.h>

/*
    ↪ ------------------------------------------------------------------------
    ↪ */

static const real32_t i_MAX_PADDING = 0.2f;
const real32_t kDEF_PADDING = .15f;
const real32_t kDEF_CORNER = .15f;
const real32_t kDEF_RADIUS = .35f;

/*
    ↪ ------------------------------------------------------------------------
    ↪ */

void die_draw(DCtx *ctx, const real32_t x, const real32_t y, const
    ↪ real32_t width, const real32_t height, const real32_t padding,
    ↪ const real32_t corner, const real32_t radius, const uint32_t face)
{
    color_t white = color_rgb(255, 255, 255);
    color_t black = color_rgb(0, 0, 0);
    real32_t dsize, dx, dy;
    real32_t rc, rr;
    real32_t p1, p2, p3;

    dsize = width < height ? width : height;
```

```
    dsize -= bmath_floorf(2.f * dsize * padding * i_MAX_PADDING);
    dx = x + .5f * (width - dsize);
    dy = y + .5f * (height - dsize);
    rc = dsize * (.1f + .3f * corner);
    rr = dsize * (.05f + .1f * radius);
    p1 = 0.5f * dsize;
    p2 = 0.2f * dsize;
    p3 = 0.8f * dsize;

    draw_fill_color(ctx, white);
    draw_rndrect(ctx, ekFILL, dx, dy, dsize, dsize, rc);
    draw_fill_color(ctx, black);

    if (face == 1 || face == 3 || face == 5)
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p1, dy + p1, rr);

    if (face != 1)
    {
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p3, dy + p2, rr);
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p2, dy + p3, rr);
    }

    if (face == 4 || face == 5 || face == 6)
    {
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p2, dy + p2, rr);
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p3, dy + p3, rr);
    }

    if (face == 6)
    {
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p2, dy + p1, rr);
        draw_circle(ctx, ekFILL, dx + p3, dy + p1, rr);
    }
}
```

Los comandos de dibujo se plasman sobre un lienzo (canvas), también conocido como contexto `DCtx`. Este objeto llega a `i_OnDraw` como parámetro del evento `EvDraw`. En este caso, el lienzo lo proporciona el propio control `View`, pero también es posible crear contextos para dibujar directamente en memoria.

23.5. Redimensionado

En esta aplicación la ventana puede cambiar de tamaño estirando el cursor sobre sus bordes, algo habitual en programas de escritorio. Vamos a ver algunos aspectos básicos sobre esta característica no presente en *"¡Hola Mundo!"* (Página 23), que presentaba una ventana estática. Lo primero es habilitar la opción dentro del constructor de la ventana.

```
window_create(ekWINDOW_STDRES, &panel);
```

Cuando una ventana cambia de tamaño, los controles interiores deben hacerlo proporcionalmente así como cambiar su ubicación dentro del panel. Esta gestión se lleva a cabo dentro de cada objeto `Layout`. Cuando se inicia la ventana, el tamaño por defecto de cada layout se calcula aplicando el **dimensionamiento natural**, que es el resultante del tamaño inicial de los controles más los márgenes, como ya vimos en *"Formato del Layout"* (Página 29). Cuando estiramos o contraemos la ventana, la diferencia de píxeles entre el dimensionamiento natural y el real se distribuye entre las columnas del layout (Figura 23.7). Lo mismo ocurre con la diferencia vertical, que se distribuye entre sus filas. Si una celda contiene un sublayout, este incremento se distribuirá recursivamente por sus propias columnas y filas.

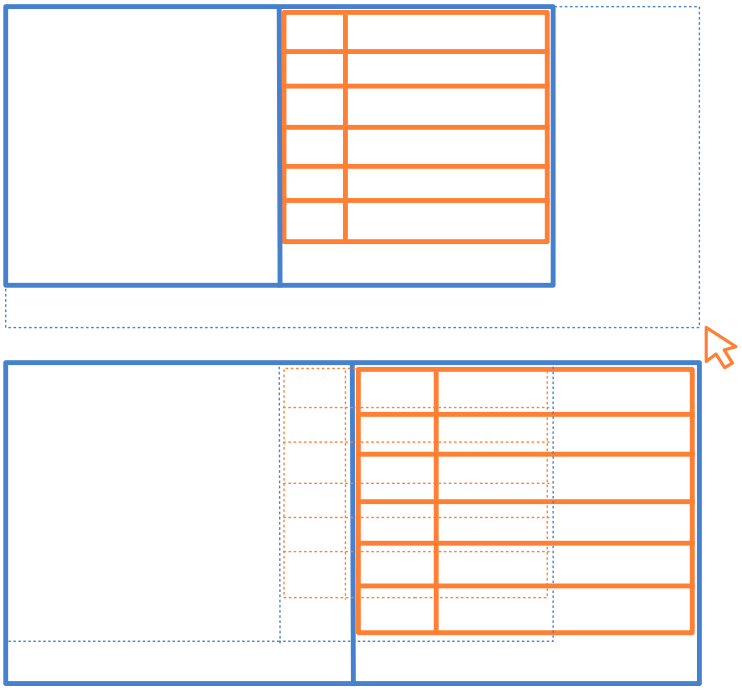


Figura 23.7: Al redimensionar, el exceso de píxeles se distribuye proporcionalmente por las filas y columnas del `Layout`.

Pero en este caso particular, queremos que todo el incremento vaya al área de dibujo (columna 0). Dicho de otro modo, buscamos que la columna de los controles permanezca con ancho fijo y no crezca (Figura 23.8). Para ello debemos cambiar la proporción del redimensionado:

```
layout_hexpand(layout, 0);
```

Con esta función el 100 % del excedente horizontal irá a la columna 0. Por defecto, teníamos una proporción del (50 %, 50 %) ya que son dos columnas (33 % para tres, 25 %

para cuatro, etc). Con esto ya tendríamos resuelto el redimensionado para la dimensión X de la ventana, pero ¿qué ocurre con la vertical?. En el layout principal, solo tenemos una fila que, al expandirse, cambiará la altura de la vista personalizada. Pero esta expansión también afectará a la celda de la derecha, donde los controles también crecerán verticalmente debido al aumento recursivo de píxeles en las filas del sublayout. Para resolverlo, forzamos la alineación vertical `ekTOP` en la celda derecha del layout.

```
layout_valign(layout, 1, 0, ekTOP);
```

en lugar del `ekJUSTIFY`, que es la alineación predeterminada para sublayouts. De esta manera, el contenido de la celda (el sublayout completo) no se expandirá verticalmente, si no que se ajustará al borde superior dejando todo el espacio libre en la parte inferior de la celda. Obviamente, si usamos `ekCENTER` o `ekBOTTOM`, el sublayout se centrará o ajustará al borde inferior.

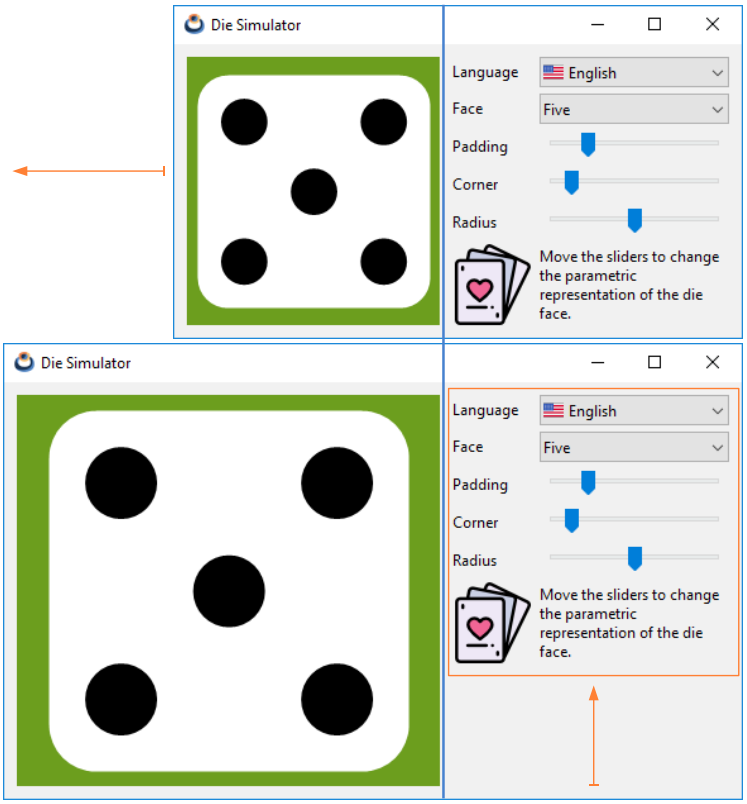


Figura 23.8: Jugando con la proporción horizontal y la alineación vertical, solo el área de dibujo se verá afectada por los cambios de tamaño.

23.6. Uso de recursos

Tanto los texto como los iconos que hemos utilizado en *Die* se han externalizado en el paquete de recursos `all`. Gracias a ello, podemos realizar una traducción automática de la interfaz entre los idiomas Inglés y Español. Puedes consultar *"Recursos"* (Página 99) para obtener información detallada de como se han asignado los textos e imágenes en la interfaz del programa.

Listado 23.6: demo/die/res/res_die/strings.msg

```
/* Die strings */
TEXT_FACE       Face
TEXT_PADDING    Padding
TEXT_CORNER     Corner
TEXT_RADIUS     Radius
TEXT_ONE        One
TEXT_TWO        Two
TEXT_THREE      Three
TEXT_FOUR       Four
TEXT_FIVE       Five
TEXT_SIX        Six
TEXT_TITLE      Die Simulator
TEXT_INFO       Move the sliders to change the parametric representation of the
    ↪  die face.
TEXT_LANG       Language
TEXT_ENGLISH    English
TEXT_SPANISH    Spanish
```

Listado 23.7: demo/die/res/res_die/es_es/strings.msg

```
/* Die strings */
TEXT_FACE       Cara
TEXT_PADDING    Margen
TEXT_CORNER     Borde
TEXT_RADIUS     Radio
TEXT_ONE        Uno
TEXT_TWO        Dos
TEXT_THREE      Tres
TEXT_FOUR       Cuatro
TEXT_FIVE       Cinco
TEXT_SIX        Seis
TEXT_TITLE      Simulador de dado
TEXT_INFO       Mueve los sliders para cambiar la representación paramétrica de
    ↪  la cara del dado.
TEXT_LANG       Idioma
TEXT_ENGLISH    Inglés
TEXT_SPANISH    Español
```

23.7. Die y Dice

Esta aplicación se ha utilizado como hilo conductor del capítulo *"Crear nueva aplicación"* (Página 71) y siguientes del tutorial de NAppGUI. El ejemplo completo consta de dos aplicaciones (**Die** y **Dice**), así como de la librería **casino** que agrupa las rutinas comunes para ambos programas (Figura 23.9). Los tres proyectos completos los tienes listos para compilar y probar en la carpeta `src/demo` de la distribución del SDK.

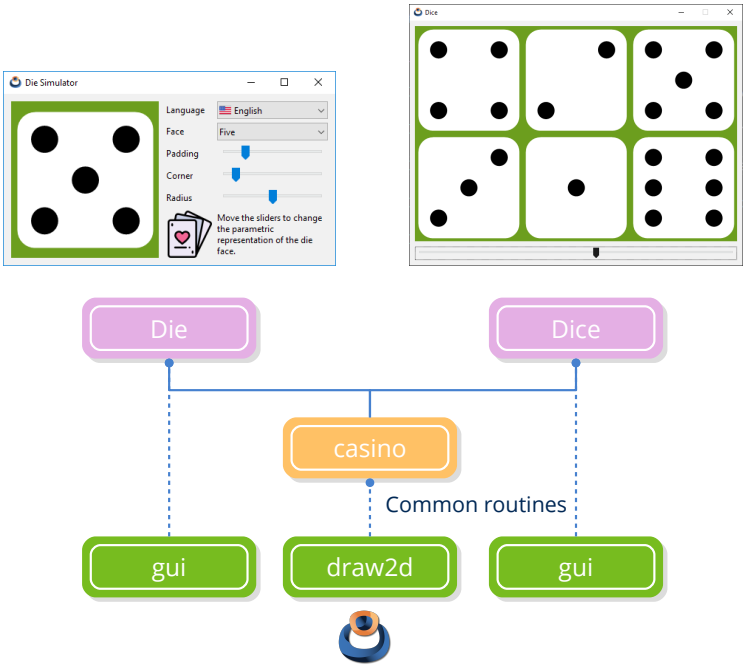


Figura 23.9: Las rutinas comunes para ambas aplicaciones se comparten mediante la librería **casino**.

23.8. El programa Die completo

Listado 23.8: demo/die/die.hxx

```
/* Die Types */

#ifndef __DIE_HXX__
#define __DIE_HXX__

#include <gui/gui.hxx>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
```

```
    real32_t padding;
    real32_t corner;
    real32_t radius;
    uint32_t face;
    View *view;
    Window *window;
};

#endif
```

Listado 23.9: demo/die/main.c

```
/* Die application */

#include "dgui.h"
#include <nappgui.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    app->padding = 0.2f;
    app->corner = 0.1f;
    app->radius = 0.5f;
    app->face = 5;
    app->window = dgui_window(app);
    window_origin(app->window, v2df(200.f, 200.f));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Listado 23.10: demo/die/dgui.c

```
/* Die Gui */

#include "dgui.h"
#include "res_die.h"
#include <casino/ddraw.h>
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    color_t green = color_rgb(102, 153, 26);
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    draw_clear(params->ctx, green);
    die_draw(params->ctx, 0, 0, params->width, params->height, app->padding,
        ↪ app->corner, app->radius, app->face);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAcceptFocus(App *app, Event *e)
{
    bool_t *r = event_result(e, bool_t);
    unref(app);
    *r = FALSE;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFace(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    app->face = params->index + 1;
    view_update(app->view);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnPadding(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    app->padding = params->pos;
    view_update(app->view);
}
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCorner(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    app->corner = params->pos;
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnRadius(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    app->radius = params->pos;
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLang(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    const char_t *lang = params->index == 0 ? "en_us" : "es_es";
    gui_language(lang);
    unref(app);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Layout *layout1 = layout_create(2, 6);
    View *view = view_create();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
    PopUp *popup1 = popup_create();
    PopUp *popup2 = popup_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    Slider *slider3 = slider_create();
    ImageView *img = imageview_create();
    app->view = view;
    view_size(view, s2df(200, 200));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
```

```
view_OnAcceptFocus(view, listener(app, i_OnAcceptFocus, App));
label_text(label1, TEXT_LANG);
label_text(label2, TEXT_FACE);
label_text(label3, TEXT_PADDING);
label_text(label4, TEXT_CORNER);
label_text(label5, TEXT_RADIUS);
label_text(label6, TEXT_INFO);
label_multiline(label6, TRUE);
popup_add_elem(popup1, TEXT_ENGLISH, gui_image(USA_PNG));
popup_add_elem(popup1, TEXT_SPANISH, gui_image(SPAIN_PNG));
popup_OnSelect(popup1, listener(app, i_OnLang, App));
popup_add_elem(popup2, TEXT_ONE, NULL);
popup_add_elem(popup2, TEXT_TWO, NULL);
popup_add_elem(popup2, TEXT_THREE, NULL);
popup_add_elem(popup2, TEXT_FOUR, NULL);
popup_add_elem(popup2, TEXT_FIVE, NULL);
popup_add_elem(popup2, TEXT_SIX, NULL);
popup_OnSelect(popup2, listener(app, i_OnFace, App));
popup_selected(popup2, app->face - 1);
slider_value(slider1, app->padding);
slider_value(slider2, app->corner);
slider_value(slider3, app->radius);
slider_OnMoved(slider1, listener(app, i_OnPadding, App));
slider_OnMoved(slider2, listener(app, i_OnCorner, App));
slider_OnMoved(slider3, listener(app, i_OnRadius, App));
imageview_image(img, cast_const(CARDS_PNG, Image));
layout_view(layout, view, 0, 0);
layout_label(layout1, label1, 0, 0);
layout_label(layout1, label2, 0, 1);
layout_label(layout1, label3, 0, 2);
layout_label(layout1, label4, 0, 3);
layout_label(layout1, label5, 0, 4);
layout_imageview(layout1, img, 0, 5);
layout_popup(layout1, popup1, 1, 0);
layout_popup(layout1, popup2, 1, 1);
layout_slider(layout1, slider1, 1, 2);
layout_slider(layout1, slider2, 1, 3);
layout_slider(layout1, slider3, 1, 4);
layout_label(layout1, label6, 1, 5);
layout_layout(layout, layout1, 1, 0);
layout_margin(layout, 10);
layout_hsize(layout1, 1, 150);
layout_hmargin(layout, 0, 10);
layout_hmargin(layout1, 0, 5);
layout_vmargin(layout1, 0, 5);
layout_vmargin(layout1, 1, 5);
layout_vmargin(layout1, 2, 5);
layout_vmargin(layout1, 3, 5);
layout_vmargin(layout1, 4, 5);
layout_hexpand(layout, 0);
layout_valign(layout, 1, 0, ekTOP);
```

```
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

Window *dgui_window(App *app)
{
    gui_respack(res_die_respack);
    gui_language("");

    {
        Panel *panel = i_panel(app);
        Window *window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
        window_panel(window, panel);
        window_title(window, TEXT_TITLE);
        return window;
    }
}
```

Listado 23.11: demo/die/dgui.h

```
/* Die Gui */

#include "die.hxx"

__EXTERN_C

Window *dgui_window(App *app);

__END_C
```

Capítulo 24

Bricks

24.1 Bricks 471

24.1. Bricks

Briks es una imitación muy simplista del videojuego **Atari Breakout**, que nos permitirá realizar una introducción al mundo de las *"Aplicaciones síncronas"* (Página 427). Cualquier aplicación en tiempo real debe estar constantemente actualizándose intervenga o no el usuario. El **código fuente** está en la caperta `/src/demo/bricks` de la distribución del SDK.

- Utiliza `osmain_sync` para iniciar una aplicación síncrona, indicando un intervalo y función *callback* de actualización. NAppGUI lanzará periódicamente eventos de tiempo que actualizarán el programa.

Esta aplicación está dirigida por dos eventos (Figura 24.2). Por un lado el movimiento del slider, que puede producirse en cualquier momento (evento asíncrono), y actualizará la posición del jugador. Por otro un evento síncrono producido por `osmain_sync` cada 40 milisegundos y será notificado a través de `i_update()` para que se actualice el estado del juego y la vista gráfica.

Listado 24.1: demo/bricks/bricks.c

```
/* Simplistic Breakout-like game */

#include <nappgui.h>

#define NUM_BRICKS 40

typedef struct _brick_t Brick;
```

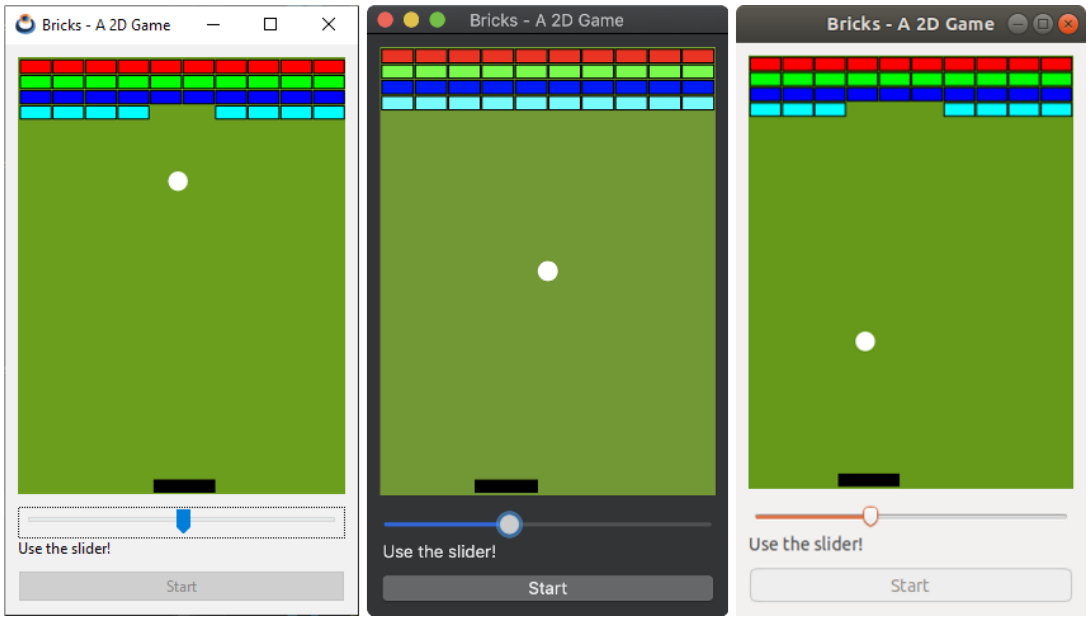


Figura 24.1: Videojuego bricks en Windows, macOS y Linux.

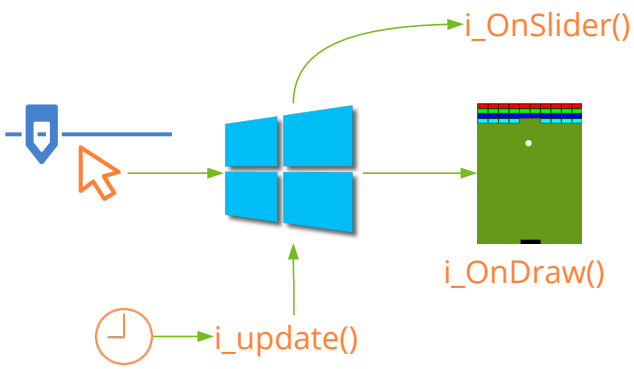


Figura 24.2: Eventos síncronos y asíncronos.

```
typedef struct _app_t App;

struct _brick_t
{
    real32_t x;
    real32_t y;
    uint8_t color;
    bool_t is_visible;
};

struct _app_t
{
    bool_t is_running;
```

```
    Brick bricks[NUM_BRICKS];
    color_t color[4];
    real32_t brick_width;
    real32_t player_pos;
    real32_t ball_x;
    real32_t ball_y;
    V2Df ball_dir;
    real32_t ball_speed;
    Cell *button;
    Slider *slider;
    View *view;
    Window *window;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static const real32_t i_BALL_RADIUS = .03f;
static const real32_t i_BRICK_HEIGHT = .03f;
static const real32_t i_BRICK_SEPARATION = .005f;
static const uint32_t i_BRICKS_PER_ROW = 10;
static const uint32_t i_NUM_ROWS = 4;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    uint32_t i = 0;

    draw_clear(params->ctx, color_rgb(102, 153, 26));
    draw_line_color(params->ctx, kCOLOR_BLACK);

    for (i = 0; i < NUM_BRICKS; ++i)
    {
        if (app->bricks[i].is_visible == TRUE)
        {
            real32_t x = app->bricks[i].x * params->width;
            real32_t y = app->bricks[i].y * params->height;
            real32_t width = app->brick_width * params->width;
            real32_t height = i_BRICK_HEIGHT * params->height;
            draw_fill_color(params->ctx, app->color[app->bricks[i].color]);
            draw_rect(params->ctx, ekFILLSK, x, y, width, height);
        }
    }

    {
        real32_t x = (app->player_pos - app->brick_width) * params->width;
        real32_t y = (1 - i_BRICK_HEIGHT - i_BRICK_SEPARATION) * params->height
            ↪ ;
        real32_t width = 2 * app->brick_width * params->width;
        real32_t height = i_BRICK_HEIGHT * params->height;
```

```
        draw_fill_color(params->ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_rect(params->ctx, ekFILL, x, y, width, height);
    }

    {
        real32_t x = app->ball_x * params->width;
        real32_t y = app->ball_y * params->height;
        real32_t rad = i_BALL_RADIUS * params->width;
        draw_fill_color(params->ctx, kCOLOR_WHITE);
        draw_circle(params->ctx, ekFILL, x, y, rad);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    app->player_pos = params->pos;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnStart(App *app, Event *e)
{
    unref(e);
    app->is_running = TRUE;
    cell_enabled(app->button, FALSE);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    View *view = view_create();
    Slider *slider = slider_create();
    Label *label = label_create();
    Button *button = button_push();
    view_size(view, s2df(258, 344));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    slider_OnMoved(slider, listener(app, i_OnSlider, App));
    label_text(label, "Use the slider!");
    button_text(button, "Start");
    button_OnClick(button, listener(app, i_OnStart, App));
    layout_view(layout, view, 0, 0);
    layout_slider(layout, slider, 0, 1);
    layout_label(layout, label, 0, 2);
    layout_button(layout, button, 0, 3);
    layout_vexpand(layout, 0);
```

```
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    layout_margin(layout, 10);
    panel_layout(panel, layout);
    app->view = view;
    app->slider = slider;
    app->button = layout_cell(layout, 0, 3);
    return panel;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_init_game(App *app)
{
    real32_t hoffset;
    Brick *brick = NULL;
    uint32_t j, i;

    app->color[0] = color_rgb(255, 0, 0);
    app->color[1] = color_rgb(0, 255, 0);
    app->color[2] = color_rgb(0, 0, 255);
    app->color[3] = color_rgb(0, 255, 255);

    hoffset = i_BRICK_SEPARATION;
    brick = app->bricks;

    app->is_running = FALSE;
    app->brick_width = (1 - ((real32_t)i_BRICKS_PER_ROW + 1) *
        ↪ i_BRICK_SEPARATION) / (real32_t)i_BRICKS_PER_ROW;

    for (j = 0; j < i_NUM_ROWS; ++j)
    {
        real32_t woffset = i_BRICK_SEPARATION;

        for (i = 0; i < i_BRICKS_PER_ROW; ++i)
        {
            brick->x = woffset;
            brick->y = hoffset;
            brick->is_visible = TRUE;
            brick->color = (uint8_t)j;
            woffset += app->brick_width + i_BRICK_SEPARATION;
            brick++;
        }

        hoffset += i_BRICK_HEIGHT + i_BRICK_SEPARATION;
    }

    app->player_pos = slider_get_value(app->slider);
    app->ball_x = .5f;
    app->ball_y = .5f;
    app->ball_dir.x = .3f;
```

```
    app->ball_dir.y = -.1f;
    app->ball_speed = .6f;
    v2d_normf(&app->ball_dir);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    window_panel(app->window, panel);
    window_origin(app->window, v2df(200, 200));
    window_title(app->window, "Bricks - A 2D Game");
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    i_init_game(app);
    return app;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static bool_t i_collision(Brick *brick, real32_t brick_width, real32_t ball_x,
    ↪ real32_t ball_y)
{
    if (ball_x + i_BALL_RADIUS < brick->x)
        return FALSE;
    if (ball_x - i_BALL_RADIUS > brick->x + brick_width)
        return FALSE;
    if (ball_y + i_BALL_RADIUS < brick->y)
        return FALSE;
    if (ball_y - i_BALL_RADIUS > brick->y + i_BRICK_HEIGHT)
        return FALSE;
```

```
    return TRUE;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_update(App *app, const real64_t prtime, const real64_t ctime)
{
    if (app->is_running == TRUE)
    {
        real32_t step = (real32_t)(ctime - prtime);
        bool_t collide;
        uint32_t i;

        /* Update ball position */
        app->ball_x += step * app->ball_speed * app->ball_dir.x;
        app->ball_y += step * app->ball_speed * app->ball_dir.y;

        /* Collision with limits */
        if (app->ball_x + i_BALL_RADIUS >= 1.f && app->ball_dir.x >= 0.f)
            app->ball_dir.x = -app->ball_dir.x;

        if (app->ball_x - i_BALL_RADIUS <= 0.f && app->ball_dir.x <= 0.f)
            app->ball_dir.x = -app->ball_dir.x;

        if (app->ball_y - i_BALL_RADIUS <= 0.f && app->ball_dir.y <= 0.f)
            app->ball_dir.y = -app->ball_dir.y;

        /* Collision with bricks */
        collide = FALSE;
        for (i = 0; i < NUM_BRICKS; ++i)
        {
            if (app->bricks[i].is_visible == TRUE)
            {
                if (i_collision(&app->bricks[i], app->brick_width, app->ball_x,
                    ↪  app->ball_y) == TRUE)
                {
                    app->bricks[i].is_visible = FALSE;
                    if (collide == FALSE)
                    {
                        real32_t brick_x = app->bricks[i].x + .5f * app->
                            ↪ brick_width;
                        app->ball_dir.x = 5.f * (app->ball_x - brick_x);
                        app->ball_dir.y = -app->ball_dir.y;
                        v2d_normf(&app->ball_dir);
                        collide = TRUE;
                    }
                }
            }
        }

        /* Collision with player */
```

```
        {
            Brick player;
            player.x = app->player_pos - app->brick_width;
            player.y = 1.f - i_BRICK_HEIGHT - i_BRICK_SEPARATION;
            if (i_collision(&player, 2.f * app->brick_width, app->ball_x, app->
                ↪ ball_y) == TRUE)
            {
                app->ball_dir.x = 5.f * (app->ball_x - app->player_pos);
                app->ball_dir.y = -app->ball_dir.y;
                v2d_normf(&app->ball_dir);
            }
        }

        /* Game Over */
        if (app->ball_y + i_BALL_RADIUS >= 1.f)
        {
            i_init_game(app);
            cell_enabled(app->button, TRUE);
        }
    }

    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain_sync(.04, i_create, i_destroy, i_update, "", App)
```

Capítulo 25

Fractals

25.1 Fractals 479

25.1. Fractals

En esta aplicación creamos una imagen de forma procedimental calculando el color de cada píxel mediante algoritmos fractales (Figura 25.1). Algunos de los resultados más fascinantes producidos por un sistema dinámico se dan cuando iteramos una función de variable compleja en lugar de real. Este es el caso de los **conjuntos de Julia**. El **código fuente** está en la caperta `/src/demo/fractals` de la distribución del SDK.

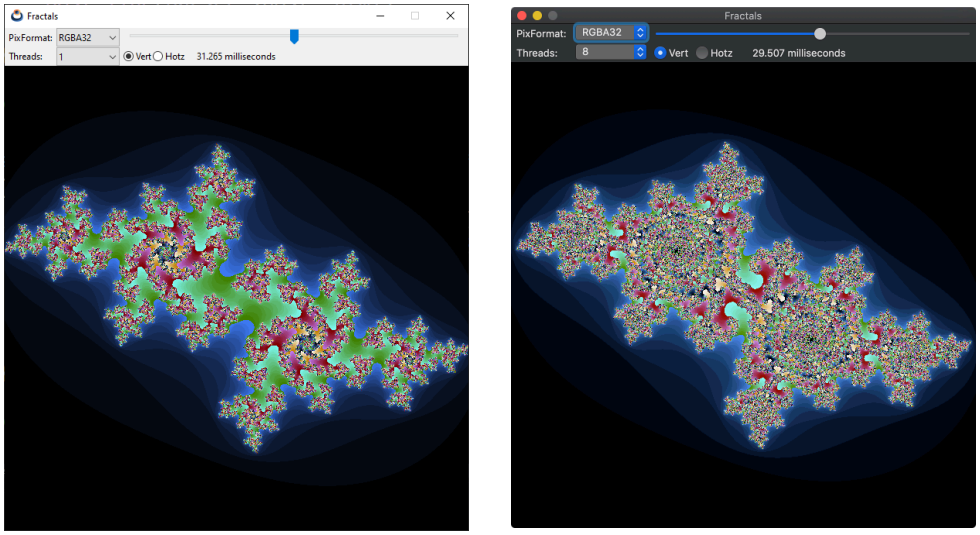


Figura 25.1: Aplicación **Fractals** versión Windows y macOS.

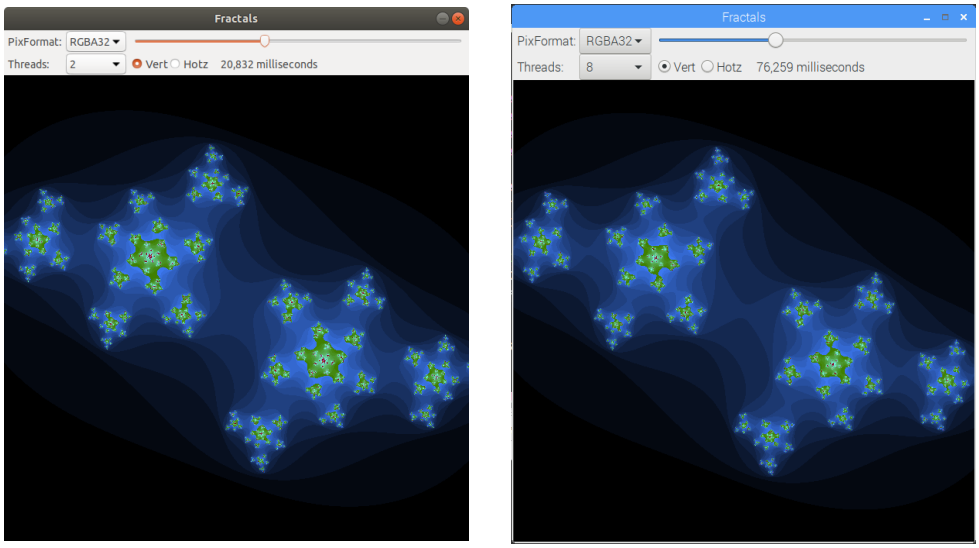


Figura 25.2: Versión Ubuntu y Raspbian.

Debido a la gran carga computacional de este algoritmo hemos dividido el cálculo en varios hilos (Figura 25.3). Este problema es fácilmente paralelizable simplemente fraccionando la imagen, gracias a que cada píxel se obtiene de forma independiente.

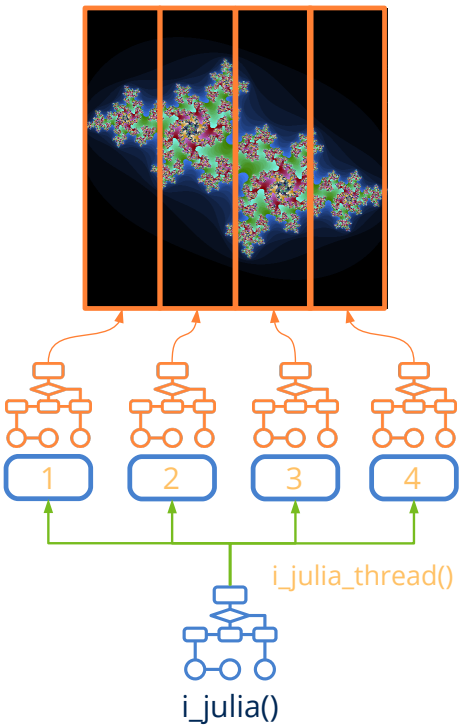


Figura 25.3: Colaboración de varios hilos de ejecución.

Listado 25.1: demo/fractals/fractals.c

```
/* Multi-threaded fractals */

#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;
typedef struct _thdata_t ThData;

struct _app_t
{
    Window *window;
    ImageView *view;
    Label *time_label;
    Clock *clock;
    uint32_t threads;
    bool_t vertical;
    real64_t fct;
};

struct _thdata_t
{
    real64_t fct;
    real64_t kreal;
    real64_t kimag;
    Pixbuf *pixbuf;
    uint32_t i;
    uint32_t j;
    uint32_t width;
    uint32_t height;
};

static const real64_t i_FCT = 2.85;
static const uint32_t i_ITERATIONS = 512;
static const uint32_t i_WIDTH = 601;
static const uint32_t i_HEIGHT = 601;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_inset(real64_t zreal, real64_t zimag, real64_t creal,
    ↪ real64_t cimag)
{
    uint32_t i;
    for (i = 0; i < i_ITERATIONS; ++i)
    {
        real64_t ztmp, zdist;
        ztmp = zreal * zreal - zimag * zimag;
        zimag = zreal * zimag + zreal * zimag;
        zreal = ztmp;
        zreal = zreal + creal;
        zimag = zimag + cimag;
        zdist = zimag * zimag + zreal * zreal;
```

```
        if (zdist > 3)
            return i;
    }

    return 0;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_julia_thread(ThData *data)
{
    real64_t fct = data->fct;
    uint32_t imgwidth = pixbuf_width(data->pixbuf);
    real64_t freal = fct / imgwidth;
    real64_t fimag = fct / pixbuf_height(data->pixbuf);
    real64_t kreal = data->kreal;
    real64_t kimag = data->kimag;
    uint32_t val;
    real64_t creal, cimag;
    uint32_t stj = data->j;
    uint32_t edj = data->j + data->height;
    uint32_t sti = data->i;
    uint32_t edi = data->i + data->width;
    uint32_t i, j;

    for (j = stj; j < edj; ++j)
    {
        cimag = fimag * j - (fct / 2);

        for (i = sti; i < edi; ++i)
        {
            creal = freal * i - (fct / 2);
            val = i_inset(creal, cimag, kreal, kimag);
            if (val > 0)
            {
                uint8_t n_val = (uint8_t)(val % 255);
                if (val < (i_ITERATIONS >> 1))
                    val = color_rgb((uint8_t)(n_val << 2), (uint8_t)(n_val <<
                        ↪ 3), (uint8_t)(n_val << 4));
                else
                    val = color_rgb((uint8_t)(n_val << 4), (uint8_t)(n_val <<
                        ↪ 2), (uint8_t)(n_val << 5));
            }
            else
            {
                val = kCOLOR_BLACK;
            }

            pixbuf_set(data->pixbuf, i, j, val);
        }
    }
```

```
    return 5;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_julia(const uint32_t nthreads, const bool_t vertical, const
    ↪ real64_t fct, const real64_t kreal, const real64_t kimag, Pixbuf *pixbuf
    ↪ )
{
    ThData data[8];
    uint32_t width = pixbuf_width(pixbuf);
    uint32_t height = pixbuf_height(pixbuf);
    data[0].fct = fct;
    data[0].kreal = kreal;
    data[0].kimag = kimag;
    data[0].pixbuf = pixbuf;

    if (nthreads == 1)
    {
        data[0].i = 0;
        data[0].j = 0;
        data[0].width = width;
        data[0].height = height;
        i_julia_thread(&data[0]);
    }
    else
    {
        Thread *thread[8];

        uint32_t i;
        if (vertical == TRUE)
        {
            uint32_t twidth = width / nthreads;
            for (i = 0; i < nthreads; ++i)
            {
                data[i] = data[0];
                data[i].i = i * twidth;
                data[i].j = 0;
                data[i].width = twidth;
                data[i].height = height;
            }

            data[nthreads - 1].width += (width - (twidth * nthreads));
        }
        else
        {
            uint32_t theight = height / nthreads;
            for (i = 0; i < nthreads; ++i)
            {
                data[i] = data[0];
```

```
                data[i].i = 0;
                data[i].j = i * theight;
                data[i].width = width;
                data[i].height = theight;
            }

            data[nthreads - 1].height += (height - (theight * nthreads));
        }

        for (i = 0; i < nthreads; ++i)
            thread[i] = bthread_create(i_julia_thread, &data[i], ThData);

        for (i = 0; i < nthreads; ++i)
        {
            uint32_t thid = bthread_wait(thread[i]);
            cassert_unref(thid == 5, thid);
            bthread_close(&thread[i]);
        }
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_image(App *app)
{
    Pixbuf *pixbuf = pixbuf_create(i_WIDTH, i_HEIGHT, ekRGBA32);
    real64_t rfactor = app->fct / i_WIDTH;
    real64_t ifactor = app->fct / i_HEIGHT;
    real64_t kreal = rfactor * 307 - 2;
    real64_t kimag = ifactor * 184 - 1.4;
    Image *image = NULL;
    real64_t timems;
    String *str;
    clock_reset(app->clock);
    i_julia(app->threads, app->vertical, app->fct, kreal, kimag, pixbuf);
    timems = 1000. * clock_elapsed(app->clock);
    str = str_printf("%.3f milliseconds", timems);
    label_text(app->time_label, tc(str));
    str_destroy(&str);
    image = image_from_pixbuf(pixbuf, NULL);
    imageview_image(app->view, image);
    image_destroy(&image);
    pixbuf_destroy(&pixbuf);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    real64_t st = i_FCT - 1;
```

```
    real64_t ed = i_FCT + 1;
    app->fct = ((ed - st) * p->pos) + st;
    i_image(app);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnThreads(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    switch (p->index)
    {
    case 0:
        app->threads = 1;
        break;
    case 1:
        app->threads = 2;
        break;
    case 2:
        app->threads = 3;
        break;
    case 3:
        app->threads = 4;
        break;
    case 4:
        app->threads = 8;
        break;
    }
    i_image(app);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnVertical(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    app->vertical = p->index == 0 ? TRUE : FALSE;
    i_image(app);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = layout_create(5, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    PopUp *popup = popup_create();
    Slider *slider = slider_create();
```

```
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    ImageView *view = imageview_create();
    label_text(label1, "Threads:");
    popup_add_elem(popup, "1", NULL);
    popup_add_elem(popup, "2", NULL);
    popup_add_elem(popup, "3", NULL);
    popup_add_elem(popup, "4", NULL);
    popup_add_elem(popup, "8", NULL);
    popup_selected(popup, 0);
    popup_OnSelect(popup, listener(app, i_OnThreads, App));
    slider_value(slider, .5f);
    slider_OnMoved(slider, listener(app, i_OnSlider, App));
    button_text(button1, "Vert");
    button_text(button2, "Hotz");
    button_state(button1, ekGUI_ON);
    button_OnClick(button1, listener(app, i_OnVertical, App));
    imageview_size(view, s2di(i_WIDTH, i_HEIGHT));
    layout_slider(layout1, slider, 0, 0);
    layout_label(layout2, label1, 0, 0);
    layout_popup(layout2, popup, 1, 0);
    layout_button(layout2, button1, 2, 0);
    layout_button(layout2, button2, 3, 0);
    layout_label(layout2, label2, 4, 0);
    layout_halign(layout2, 4, 0, ekJUSTIFY);
    layout_hexpand(layout2, 4);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_imageview(layout1, view, 0, 2);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_margin2(layout2, 0, 5);
    layout_hmargin(layout2, 0, 5);
    layout_hmargin(layout2, 1, 10);
    layout_hmargin(layout2, 2, 5);
    layout_hmargin(layout2, 3, 15);
    panel_layout(panel, layout1);
    app->fct = i_FCT;
    app->threads = 1;
    app->vertical = TRUE;
    app->view = view;
    app->time_label = label2;
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    app->clock = clock_create(0);
    i_image(app);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Fractals");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    clock_destroy(&(*app)->clock);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 26

Bode

26.1 Bode **489**

26.1. Bode

En este proyecto abordamos la construcción de una interfaz de usuario interactiva para los **Diagramas de Bode**, herramienta muy utilizada en Ingeniería del Control (Figura 26.1). El módulo de cálculo ha sido escrito en lenguaje C por Javier Gil Chica[1], profesor titular del Departamento de Física de la Universidad de Alicante. El código fuente al completo está disponible disponible en la carpeta `/src/demo/bode` de la distribución del SDK.

La ventana principal se ha dividido verticalmente en dos partes, mediante un `layout(2,1)` (Figura 26.4). En la parte izquierda tenemos los parámetros `P, Q, T, R` y algunos botones. Se han utilizado los sublayouts `i_coeffs(4,9)` y `i_ranges(3,3)` para agrupar controles. En la zona de la derecha se ubican dos controles de dibujo `View` para las gráficas y otro sublayout `i_sliders(3,3)` con los parámetros `I, P, D`.

El re-dimensionado horizontal se realiza íntegramente sobre la celda derecha (gráficas y sliders), manteniendo la zona de parámetros un tamaño horizontal constante. Durante el re-dimensionado vertical crecerán las gráficas con una proporción del 50 % cada una. Para la parte izquierda, se ha reservado una celda vacía, que se expandirá horizontalmente, alineando el botón `[More Info]` al borde inferior de la ventana.

Listado 26.1: demo/bode/bdview.c

```
/* Bode View */
```

[1] mailto:francisco.gil@ua.es

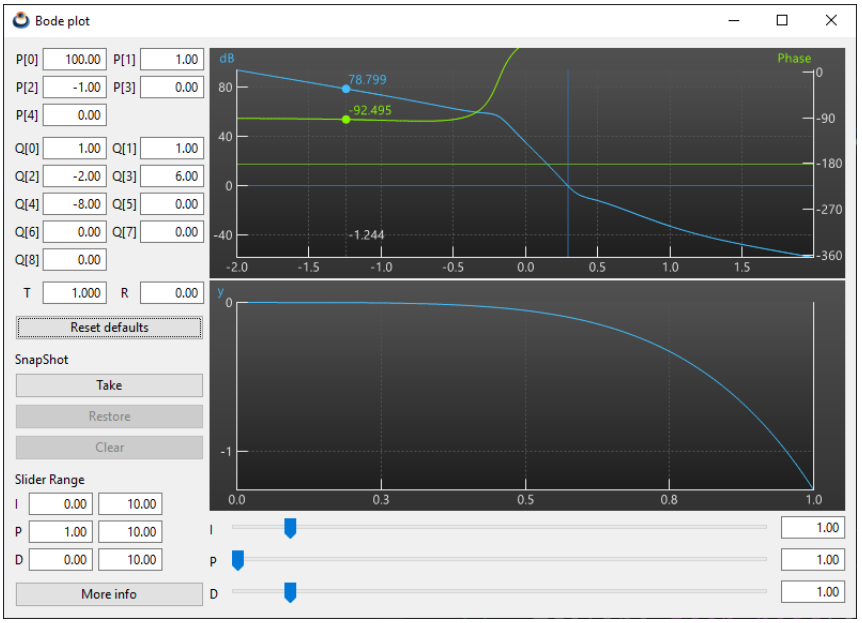


Figura 26.1: Versión Windows.

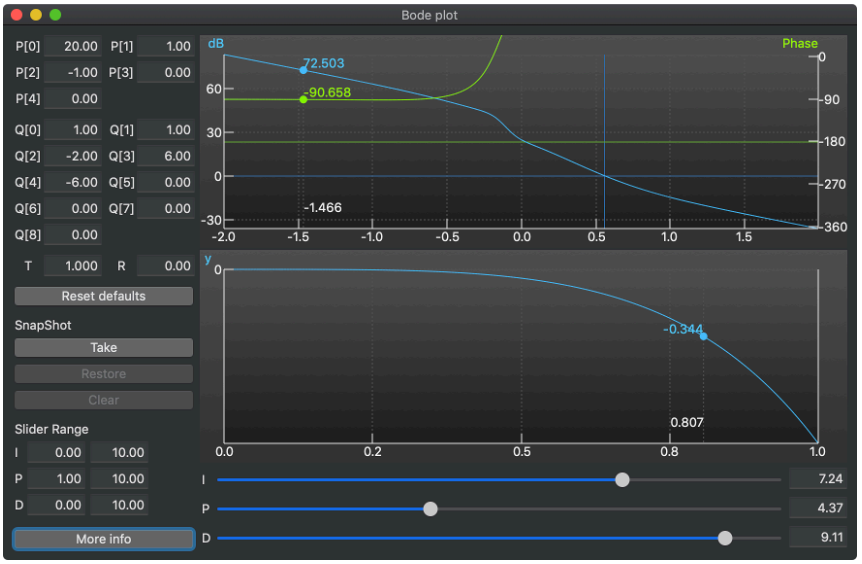


Figura 26.2: Versión macOS.

```
#include "bdview.h"
#include "bdctrl.h"
#include <gui/guiall.h>

static const real32_t kEDIT_WIDTH = 60;
```

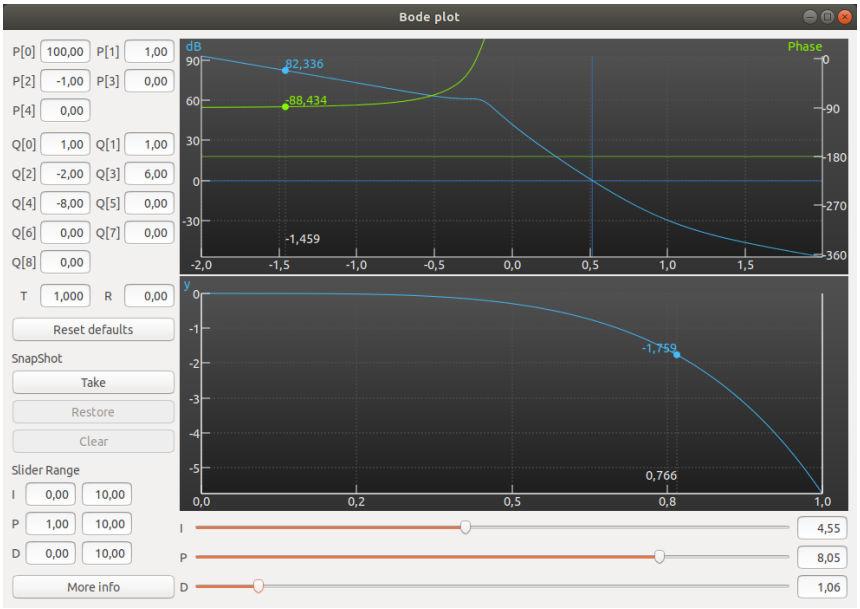


Figura 26.3: Versión Linux Ubuntu.

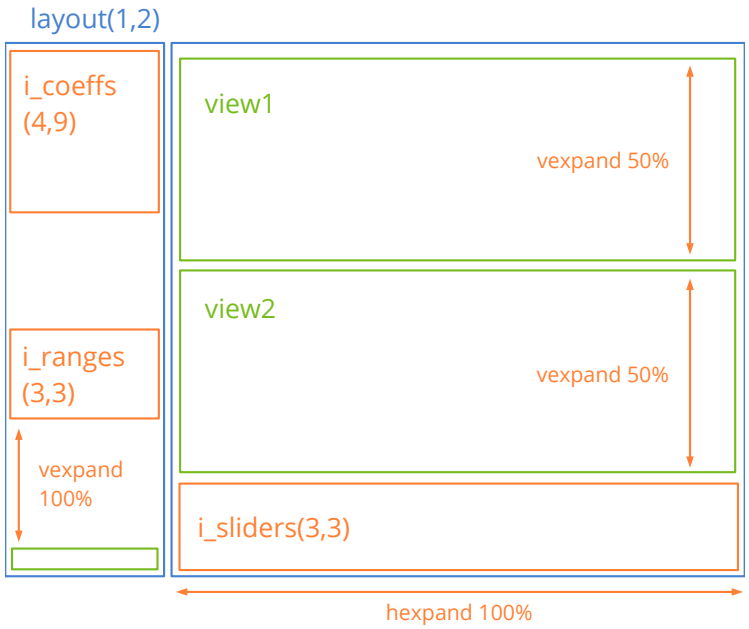


Figura 26.4: Distribución de la interfaz de usuario de Bode.

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Cell *i_coeff(Layout *layout, const char_t *text, const uint32_t col,
    ↪ const uint32_t row)
{
    Label *label = label_create();
    Edit *edit = edit_create();
    label_text(label, text);
    edit_align(edit, ekRIGHT);
    layout_halign(layout, col * 2, row, ekCENTER);
    layout_label(layout, label, col * 2, row);
    layout_edit(layout, edit, col * 2 + 1, row);
    return layout_cell(layout, col * 2 + 1, row);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_coeffs(void)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 9);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "P[0]", 0, 0), Params, real32_t, P[0]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "P[1]", 1, 0), Params, real32_t, P[1]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "P[2]", 0, 1), Params, real32_t, P[2]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "P[3]", 1, 1), Params, real32_t, P[3]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "P[4]", 0, 2), Params, real32_t, P[4]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[0]", 0, 3), Params, real32_t, Q[0]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[1]", 1, 3), Params, real32_t, Q[1]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[2]", 0, 4), Params, real32_t, Q[2]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[3]", 1, 4), Params, real32_t, Q[3]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[4]", 0, 5), Params, real32_t, Q[4]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[5]", 1, 5), Params, real32_t, Q[5]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[6]", 0, 6), Params, real32_t, Q[6]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[7]", 1, 6), Params, real32_t, Q[7]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "Q[8]", 0, 7), Params, real32_t, Q[8]);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "T", 0, 8), Params, real32_t, T);
    cell_dbind(i_coeff(layout, "R", 1, 8), Params, real32_t, R);
    layout_hsize(layout, 1, kEDIT_WIDTH);
    layout_hsize(layout, 3, kEDIT_WIDTH);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    layout_vmargin(layout, 3, 5);
    layout_vmargin(layout, 4, 5);
    layout_vmargin(layout, 5, 5);
    layout_vmargin(layout, 6, 5);
    layout_vmargin(layout, 7, 10);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 0, 3);
    layout_hmargin(layout, 2, 3);
    return layout;
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_range(Layout *layout, const char_t *text, const uint32_t i)
{
    Label *label = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    label_text(label, text);
    edit_align(edit1, ekRIGHT);
    edit_align(edit2, ekRIGHT);
    layout_label(layout, label, 0, i);
    layout_edit(layout, edit1, 1, i);
    layout_edit(layout, edit2, 2, i);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_ranges(void)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 3);
    i_range(layout, "I", 0);
    i_range(layout, "P", 1);
    i_range(layout, "D", 2);
    layout_hsize(layout, 1, kEDIT_WIDTH);
    layout_hsize(layout, 2, kEDIT_WIDTH);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), Params, real32_t, KRg[0]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 0), Params, real32_t, KRg[1]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), Params, real32_t, KRg[2]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 1), Params, real32_t, KRg[3]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), Params, real32_t, KRg[4]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 2), Params, real32_t, KRg[5]);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_left(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 10);
    Layout *layout1 = i_coeffs();
    Button *button = button_push();
    Label *label = label_create();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    Label *label2 = label_create();
    Layout *layout2 = i_ranges();
```

```
    Button *button5 = button_push();
    button_text(button, "Reset defaults");
    button_text(button2, "Take");
    button_text(button3, "Restore");
    button_text(button4, "Clear");
    button_text(button5, "More info");
    label_text(label, "SnapShot");
    label_text(label2, "Slider Range");
    layout_layout(layout, layout1, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 0, 1);
    layout_label(layout, label, 0, 2);
    layout_button(layout, button2, 0, 3);
    layout_button(layout, button3, 0, 4);
    layout_button(layout, button4, 0, 5);
    layout_label(layout, label2, 0, 6);
    layout_layout(layout, layout2, 0, 7);
    layout_button(layout, button5, 0, 9);
    layout_halign(layout, 0, 7, ekLEFT);
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
    layout_vmargin(layout, 1, 10);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    layout_vmargin(layout, 3, 5);
    layout_vmargin(layout, 4, 5);
    layout_vmargin(layout, 5, 10);
    layout_vmargin(layout, 6, 5);
    layout_vmargin(layout, 7, 10);
    layout_vexpand(layout, 8);
    ctrl_reset(ctrl, button);
    ctrl_take(ctrl, layout_cell(layout, 0, 3));
    ctrl_restore(ctrl, layout_cell(layout, 0, 4));
    ctrl_clear(ctrl, layout_cell(layout, 0, 5));
    ctrl_info(ctrl, button5);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_slider_K(Layout *layout, const char_t *title, const uint32_t row)
{
    Label *label = label_create();
    Slider *slider = slider_create();
    Edit *edit = edit_create();
    label_text(label, title);
    edit_align(edit, ekRIGHT);
    layout_label(layout, label, 0, row);
    layout_slider(layout, slider, 1, row);
    layout_edit(layout, edit, 2, row);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Layout *i_sliders(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 3);
    i_slider_K(layout, "I", 0);
    i_slider_K(layout, "P", 1);
    i_slider_K(layout, "D", 2);
    layout_hsize(layout, 2, kEDIT_WIDTH);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hexpand(layout, 1);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), Params, real32_t, K[0]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 0), Params, real32_t, K[0]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), Params, real32_t, K[1]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 1), Params, real32_t, K[1]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), Params, real32_t, K[2]);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 2), Params, real32_t, K[2]);
    ctrl_slider1(ctrl, layout_cell(layout, 1, 0));
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_right(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Layout *layout1 = i_sliders(ctrl);
    View *view1 = view_create();
    View *view2 = view_create();
    layout_view(layout, view1, 0, 0);
    layout_view(layout, view2, 0, 1);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vexpand2(layout, 0, 1, .5f);
    ctrl_view1(ctrl, view1);
    ctrl_view2(ctrl, view2);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(Ctrl *ctrl)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Layout *layout1 = i_left(ctrl);
    Layout *layout2 = i_right(ctrl);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 0);
    layout_layout(layout, layout2, 1, 0);
```

```
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hexpand(layout, 1);
    layout_margin(layout, 10);
    panel_layout(panel, layout);
    layout_dbind(layout1, NULL, Params);
    layout_dbind(layout2, NULL, Params);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 0), Model, Params, cparams);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), Model, Params, cparams);
    layout_dbind(layout, listener(ctrl, ctrl_OnModelChange, Ctrl), Model);
    ctrl_layout(ctrl, layout);
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Window *bdview_create(Ctrl *ctrl)
{
    Panel *panel = i_panel(ctrl);
    Window *window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    window_panel(window, panel);
    window_title(window, "Bode plot");
    return window;
}
```

Capítulo 27

Products

27.1 Products **497**
27.2 Especificaciones **499**
27.3 Modelo-Vista-Controlador **500**
27.4 Modelo **500**
27.4.1 JSON WebServices 501
27.4.2 Escribir/Leer en disco 503
27.4.3 Añadir/Eliminar registros 504
27.5 Vista **505**
27.5.1 Panel de Login 506
27.5.2 Ocultar columnas 508
27.5.3 Gráficos de barras 508
27.5.4 Traducciones 509
27.5.5 Temas *Dark Mode* 510
27.6 Controlador **512**
27.6.1 Login multi-hilo 512
27.6.2 Sincronizar Modelo y Vista 513
27.6.3 Cambiar la imagen 514
27.6.4 Gestión de memoria 516
27.7 El programa completo **517**

27.1. Products

En este proyecto afrontaremos la construcción de una aplicación que permite navegar por una base de datos de productos obtenida desde un servidor Web (Figura 27.1). Este

patrón cliente-servidor es ampliamente utilizado a día de hoy, por lo que dispondremos de una base estable para crear cualquier aplicación basada en este modelo. El **código fuente** está en la caperta `/src/demo/products` de la distribución del SDK.

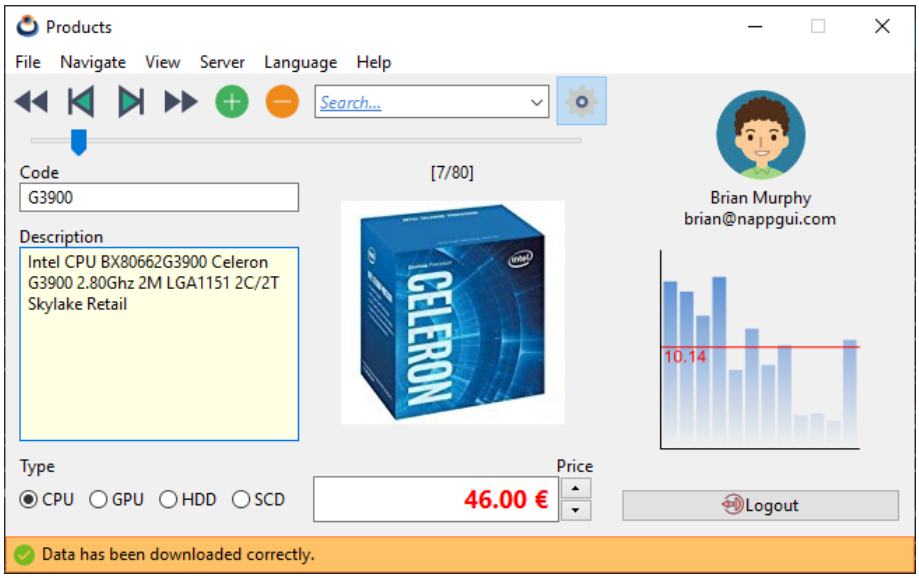


Figura 27.1: Aplicación *Products*, versión Windows.

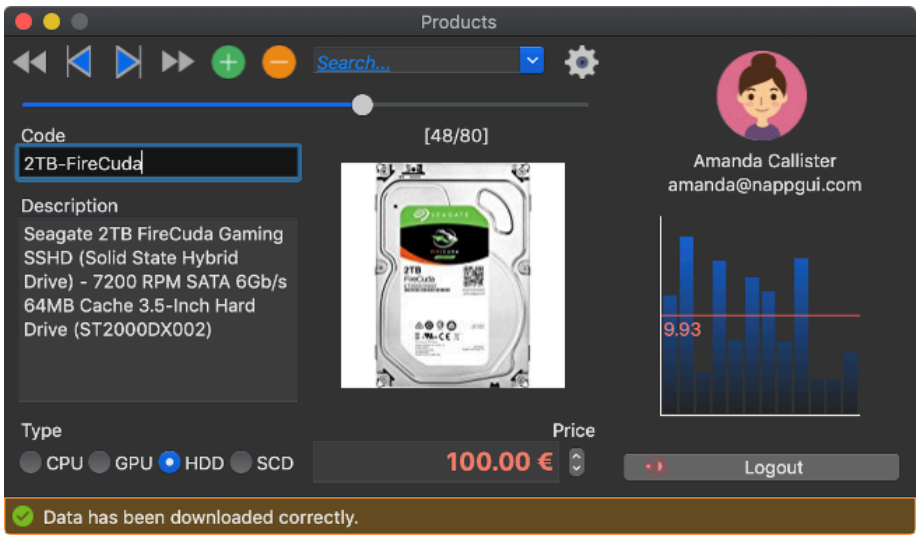


Figura 27.2: Versión macOS.

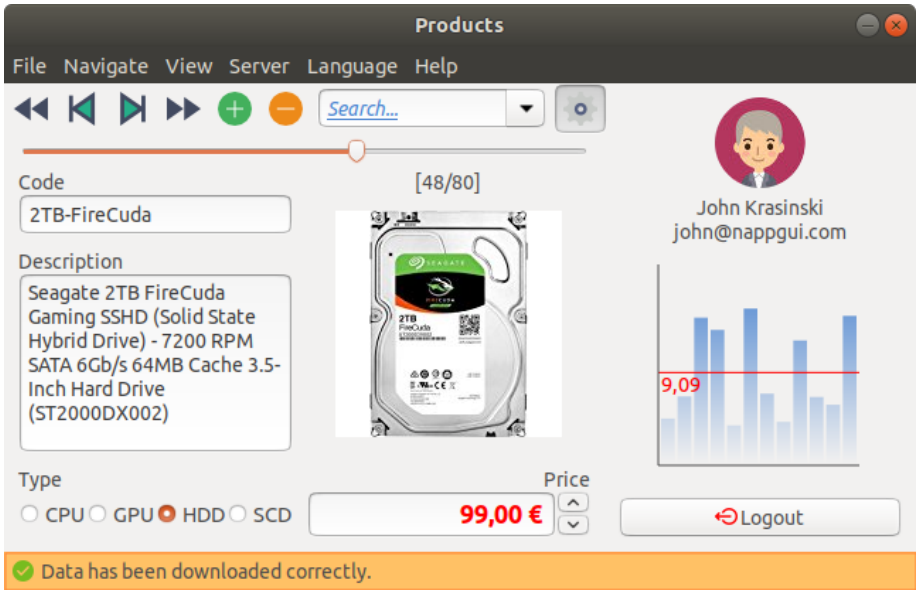


Figura 27.3: Versión Linux/GTK+.

27.2. Especificaciones

- La base de datos es remota y accederemos a ella a través de servicios Web que encapsularán los datos en JSON. Para obtener los productos utilizaremos este servicio[1] y para registrar a un usuario este otro[2]. Tenemos cuatro **usuarios** dados de alta en nuestra base de datos: *amanda*, *brenda*, *brian* y *john* todos con el **password** 1234.
- La base de datos remota es de solo lectura. No tenemos servicios web para editarla.
- En el momento que un usuario se registre, se descargarán automáticamente todos los artículos.
- Se mostrará un pequeño gráfico con las estadísticas de ventas de cada producto.
- Se puede editar la base de datos de forma local, así como añadir o eliminar registros.
- Se puede exportar la base de datos local a disco, así como importarla.
- Tendremos los controles típicos de navegación: Primero, último, siguiente, anterior.
- Podremos establecer un filtro por descripción. Solo se mostrarán aquellos productos cuya descripción coincida parcialmente con el filtro.
- La interfaz estará en siete idiomas: Inglés, Español, Portugués, Italiano, Vietnamita,

[1] `http://serv.nappgui.com/dproducts.php`
[2] `http://serv.nappgui.com/duser.php?user=amanda&pass=1234`

Ruso y Japonés. Podremos cambiar de idioma sin necesidad de cerrar la aplicación.

- La aplicación debe correr en Windows, macOS y Linux.

27.3. Modelo-Vista-Controlador

Dado que este programa tiene un nivel de complejidad medio, lo fragmentaremos en tres partes utilizando el conocido patrón modelo-vista-controlador **MVC** (Figura 27.4).

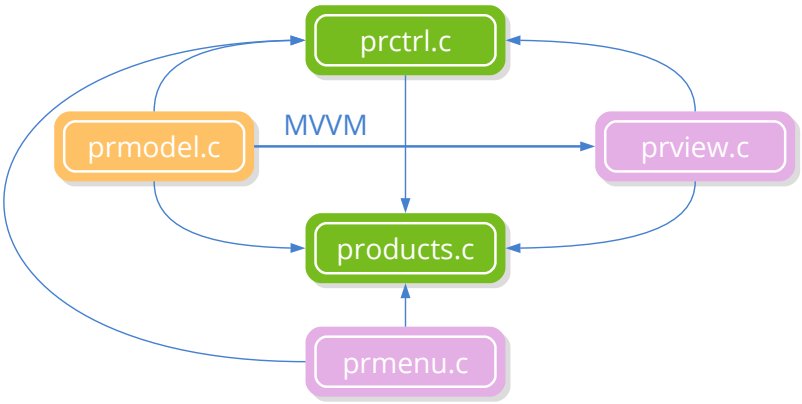


Figura 27.4: Módulos MVC que componen la aplicación.

- **Modelo:** Se ocupará de los datos propiamente dichos, la conexión con el servidor y la lectura/escritura en disco. Se implementará en `prmodel.c`.
- **Vista:** Aquí implementaremos la capa de presentación de datos, compuesta por la ventana principal (en `prview.c`) y la barra de menú (en `prmenu.c`).
- **Controlador:** Se ocupará de la lógica del programa `prctrl.c`. Responderá a los eventos del usuario y mantendrá la coherencia entre el modelo y la vista. Debido a la cantidad de trabajo extra que supone sincronizar cada campo de la estructura con los controles de interfaz, haremos uso del patrón *Model-View-ViewModel* **MVVM** donde los datos del modelo se sincronizarán automáticamente con la interfaz y los canales E/S.
- **Main:** Módulo principal `products.c`. Contiene la función `osmain` y carga los tres actores anteriores.

27.4. Modelo

El modelo de datos de esta aplicación es bastante sencillo (Listado 27.1), ya que únicamente requiere manipular un array de estructuras tipo `Product`.

Listado 27.1: Estructuras que forman el modelo de datos.

```
typedef struct _model_t Model;
typedef struct _product_t Product;

typedef enum _type_t
{
    ekCPU,
    ekGPU,
    ekHDD,
    ekSCD
} type_t;

struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *description;
    Image *image64;
    real32_t price;
};

struct _model_t
{
    ArrSt(uint32_t) *filter;
    ArrPt(Product) *products;
};
```

Como paso previo, registraremos las estructuras del modelo lo que nos permitirá automatizar tareas de E/S sin tener que programarlas explícitamente gracias al *"Data binding"* (Página 225) (Listado 27.2).

Listado 27.2: Registro de los `struct` del modelo de datos.

```
dbind_enum(type_t, ekCPU);
dbind_enum(type_t, ekGPU);
dbind_enum(type_t, ekHDD);
dbind_enum(type_t, ekSCD);
dbind(Product, type_t, type);
dbind(Product, String*, code);
dbind(Product, String*, description);
dbind(Product, Image*, image64);
dbind(Product, real32_t, price);
```

27.4.1. JSON WebServices

La lectura de los artículos desde el servidor Web la haremos en dos pasos. Por un lado descargaremos un `Stream` con el JSON mediante HTTP y, posteriormente, lo "parsearemos" a un objeto C (Listado 27.3).

Listado 27.3: Descarga de datos y procesamiento del JSON.

```
wserv_t model_webserv(Model *model)
{
    Stream *stm = http_dget("serv.nappgui.com",80,"/dproducts.php",NULL);
    if (stm != NULL)
    {
        PJson *json = json_read(stm, NULL, PJson);
        stm_close(&stm);
        ...
```

El JSON de este servicio web[3] consta de una cabecera y una lista de productos (Listado 27.4), por lo que debemos registrar una nueva estructura con el fin de que `json_read` pueda crear correctamente el objeto (Listado 27.5). Observar que emparejamiento JSON-C se lleva a cabo por el nombre del campo, por lo que estos deben ser idénticos (Figura 27.5).

Listado 27.4: Formato del servicio Web.

```
{
    "code":0,
    "size":80,
    "data":[
    {"id":0,
    "code":"i7-8700K",
    "description":"Intel BX80684I78700K 8th Gen Core i7-8700K Processor",
    type":0,
    "price":374.889999999999986357579473406076431274414062 5,
    "image":"cpu_00.jpg",
    "image64":"\/9j\/4AAQSkZJRgABAQ....
    },
    ...
}
```

Listado 27.5: Registrando de cabecera del JSON.

```
typedef struct _pjson_t PJson;
struct _pjson_t
{
    int32_t code;
    uint32_t size;
    ArrPt(Product) *data;
};

dbind(PJson, int32_t, code);
dbind(PJson, uint32_t, size);
dbind(PJson, ArrPt(Product)*, data);
```

[3] http://serv.nappgui.com/dproducts.php

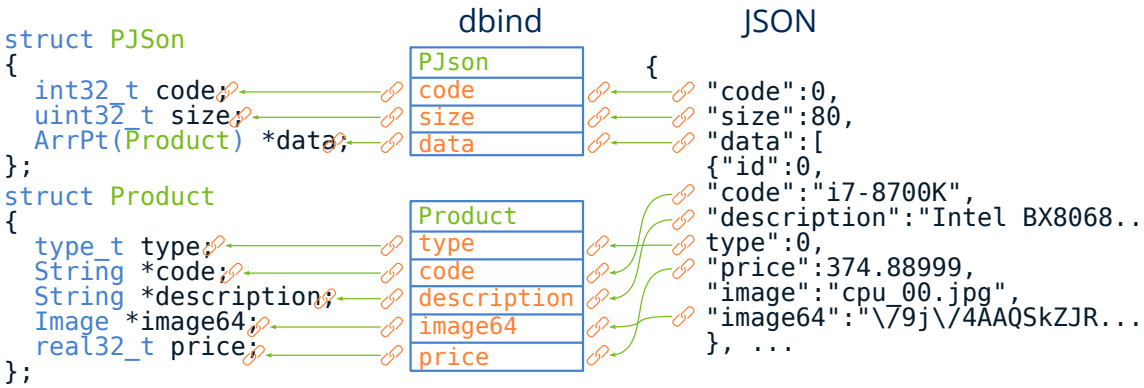


Figura 27.5: `json_read` accede al registro `dbind` para crear un objeto C a partir de un stream JSON.

27.4.2. Escribir/Leer en disco

La serialización (Listado 27.6) y de-serialización (Listado 27.7) de objetos mediante streams binarios también puede realizarse de forma automática por el mero hecho de haber registrado los tipos de datos (Figura 27.6). No es necesario que programemos explícitamente métodos de lectura y escritura de clases.

Listado 27.6: Exportación de la base de datos a disco.

```
bool_t model_export(Model *model, const char_t *pathname, ferror_t *err)
{
    Stream *stm = stm_to_file(pathname, err);
    if (stm != NULL)
    {
        dbind_write(stm, model->products, ArrPt(Product));
        stm_close(&stm);
        return TRUE;
    }

    return FALSE;
}
```

Listado 27.7: Importación de la base de datos desde disco.

```
bool_t model_import(Model *model, const char_t *pathname, ferror_t *err)
{
    Stream *stm = stm_from_file(pathname, err);
    if (stm != NULL)
    {
        ArrPt(Product) *products = dbind_read(stm, ArrPt(Product));
        stm_close(&stm);

        if (products != NULL)
        {
```

```
            dbind_destroy(&model->products, ArrPt(Product));
            model->products = products;
            return TRUE;
        }
    }

    return FALSE;
}
```

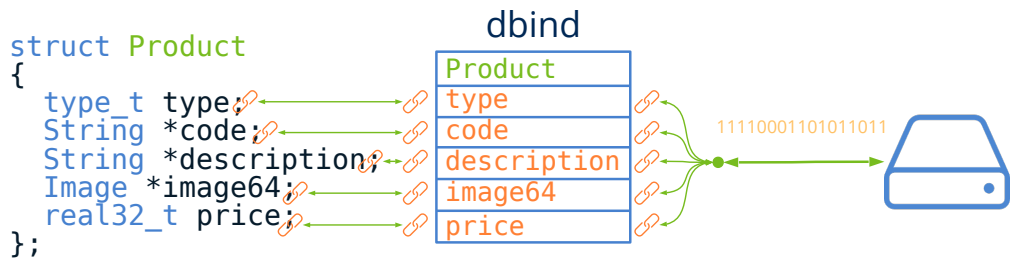


Figura 27.6: (De)serialización de objetos binarios mediante `dbind`.

27.4.3. Añadir/Eliminar registros

Y por último veremos como añadir o eliminar registros a la base de datos utilizando los constructores y destructores que proporciona por defecto `dbind`. En (Listado 27.8) creamos un nuevo artículo y en (Listado 27.9) destruimos otro existente a partir de su índice.

Listado 27.8: Constructor por defecto.

```
void model_add(Model *model)
{
    Product *product = dbind_create(Product);
    arrpt_append(model->products, product, Product);
}
```

Listado 27.9: Destructor.

```
static void i_destroy(Product **product)
{
    dbind_destroy(product, Product);
}

void model_delete(Model *model, const uint32_t index)
{
    arrpt_delete(model->products, index, i_destroy, Product);
}
```

27.5. Vista

Hemos fragmentado el diseño de la ventana principal en varios bloques, implementado cada uno en su propio *sublayout*. En *"Uso de sublayouts"* (Página 456) y *"Sub-layouts"* (Página 381) tienes ejemplos al respecto. Comenzamos por un layout de una columna y dos filas (Listado 27.10) (Figura 27.7). En la celda superior ubicaremos un sublayout con otras dos celdas en horizontal: Una para el formulario y otra para el panel de login. La celda inferior la utilizaremos para el *status bar*.

Listado 27.10: Composición del layout principal.

```
static Layout *i_layout(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 2);
    Layout *layout0 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout1 = i_form(ctrl);
    Layout *layout2 = i_status_bar(ctrl);
    Panel *panel1 = i_login_panel(ctrl);
    layout_layout(layout0, layout1, 0, 0);
    layout_panel(layout0, panel1, 1, 0);
    layout_layout(layout, layout0, 0, 0);
    layout_layout(layout, layout2, 0, 1);
    return layout;
}
```

A su vez, el layout que integra el formulario, implementado en `i_form()`, está compuesto por tres celdas en vertical (Figura 27.8): Una para la barra de herramientas `i_toolbar()`, otra para el slider de selección y otra para los datos de artículos `i_product()`. Esta última celda es un sublayout de dos columnas y tres filas. En la fila central ubicamos los label `Type` y `Price` y, en las otras dos, cuatro sublayout creados por las funciones `i_code_desc()`, `i_n_img()`, `i_type()` e `i_price()`.

Si observamos el código de `i_product()`, reproducido parcialmente en (Listado 27.11), hemos realizado un *"Formato del Layout"* (Página 29), asignando un ancho y alto mínimo para las celdas superiores. También indicamos que la expansión vertical se realice sobre la fila 0, evitando que se expandan las filas 1 y 2, correspondientes a los *label*, los *radiobutton* y el precio.

Listado 27.11: Formato del layout `i_product()`.

```
static Layout *i_product()
{
    Layout *layout = layout_create(2, 3);
    ...
    layout_hsize(layout, 0, 200.f);
    layout_hsize(layout, 1, 200.f);
    layout_vsize(layout, 0, 200.f);
    layout_vexpand(layout, 0);
    ...
```

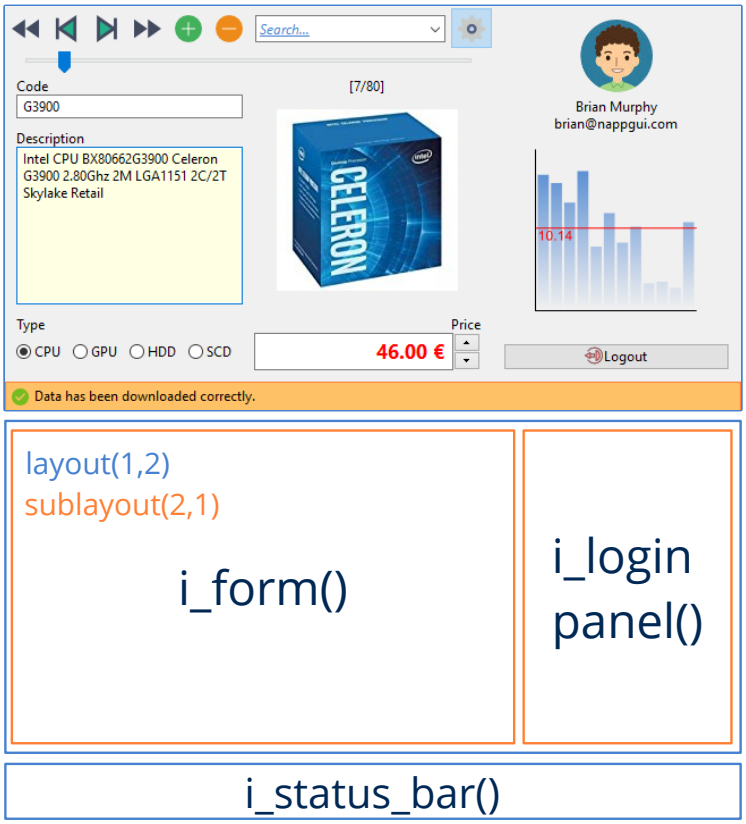


Figura 27.7: Layout principal de la ventana.

```
}
```

27.5.1. Panel de Login

Para el *login* del usuario hemos utilizado un panel con dos layouts diferentes: Uno para registro y otro para mostrar los datos de usuario una vez registrado (Listado 27.12) (Figura 27.9). De esta forma, el controlador podrá alternar entre ellos fácilmente llamando a `panel_visible_layout`. Esta función se encargará de visualizar/ocultar controles y recalcular el tamaño de la ventana, ya que puede haber sufrido variaciones por el cambio de disposición.

Listado 27.12: Creación de un panel multi-layout

```
static Panel *i_login_panel(Ctrl *ctrl)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout0 = i_login(ctrl);
    Layout *layout1 = i_logout(ctrl);
```

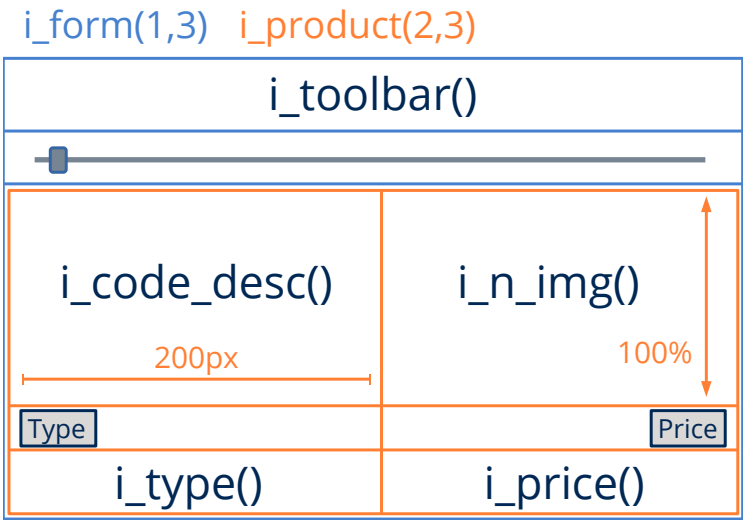


Figura 27.8: Layout que implementa el formulario.

```
    panel_layout(panel, layout0);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}
```

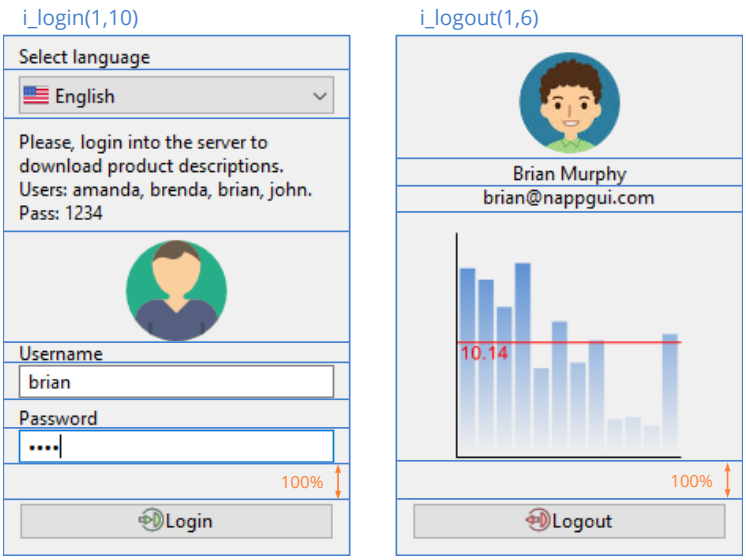


Figura 27.9: Panel de login con dos layouts.

27.5.2. Ocultar columnas

También es posible ocultar el panel de login mediante el menú o el botón correspondiente (Figura 27.10). Esto es sencillo de realizar dentro del controlador, actuando sobre la columna que contiene dicho panel.

```
layout_show_col(ctrl->layout, 1, state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE);
```

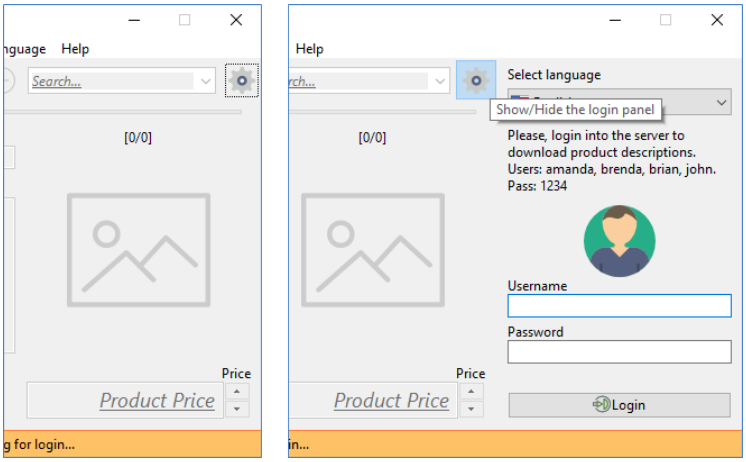


Figura 27.10: Mostrar/Ocultar el panel de login.

27.5.3. Gráficos de barras

Uno de los requisitos es que la interfaz incluya un pequeño gráfico de barras que vaya mostrando las estadísticas de venta de cada producto (Figura 27.11). El código que genera dicho gráfico lo tenemos en (Listado 27.13). En *"Uso de vistas personalizadas"* (Página 458), *"Dibujo paramétrico"* (Página 459) y *"Contextos 2D"* (Página 285) tienes más información sobre gráficos interactivos.

Listado 27.13: Dibujo paramétrico de un gráfico de barras.

```
static void i_OnStats(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    uint32_t i, n = sizeof(ctrl->stats) / sizeof(real32_t);
    real32_t p = 10.f, x = p, y0 = params->height - p;
    real32_t w = (params->width - p * 2) / n;
    real32_t h = params->height - p * 2;
    real32_t avg = 0, pavg;
    char_t tavg[16];
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    c[0] = kHOLDER;
    c[1] = kCOLOR_VIEW;
```

```
    draw_fill_linear(params->ctx, c,stop, 2, 0, p, 0, params->height - p + 1);

    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        real32_t hr = h * (ctrl->stats[i] / i_MAX_STATS);
        real32_t y = p + h - hr;
        draw_rect(params->ctx, ekFILL, x, y, w - 2, hr);
        avg += ctrl->stats[i];
        x += w;
    }

    avg /= n;
    pavg = h * (avg / i_MAX_STATS);
    pavg = p + h - pavg;
    bstd_sprintf(tavg, sizeof(tavg), "%.2f", avg);
    draw_fill_color(params->ctx, kTXTRED);
    draw_line_color(params->ctx, kTXTRED);
    draw_line(params->ctx, p - 2, pavg, params->width - p, pavg);
    draw_line_color(params->ctx, kCOLOR_LABEL);
    draw_line(params->ctx, p - 2, y0 + 2, params->width - p, y0 + 2);
    draw_line(params->ctx, p - 2, y0 + 2, p - 2, p);
    draw_text(params->ctx, ekFILL, tavg, p, pavg);
}
```

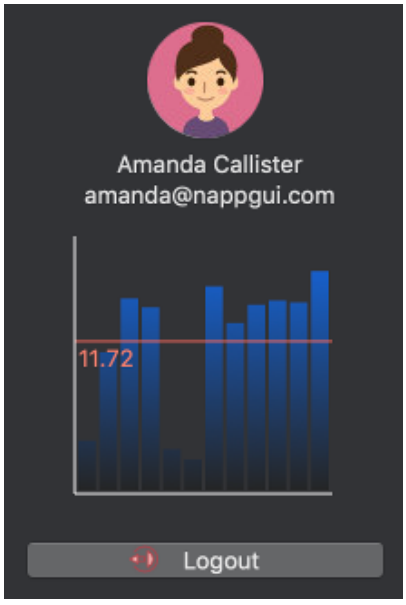


Figura 27.11: Gráficos dinámicos en el panel de login.

27.5.4. Traducciones

La interfaz se ha traducido a siete idiomas, con el Inglés como predeterminado (Figura 27.12). Para cambiar el lenguaje, llamamos a `gui_language` dentro del manejador del

evento del `PopUp` (Listado 27.14). En *"Recursos"* (Página 99) tienes una guía paso a paso para localizar y traducir aplicaciones.

Listado 27.14: Código que cambia el idioma del programa.

```
static void i_OnLang(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    static const char_t *LANGS[] = { "en_US", "es_ES", "pt_PT", "it_IT", "vi_VN
        ↪ ", "ru_RU", "ja_JP" };
    gui_language(LANGS[params->index]);
}
```

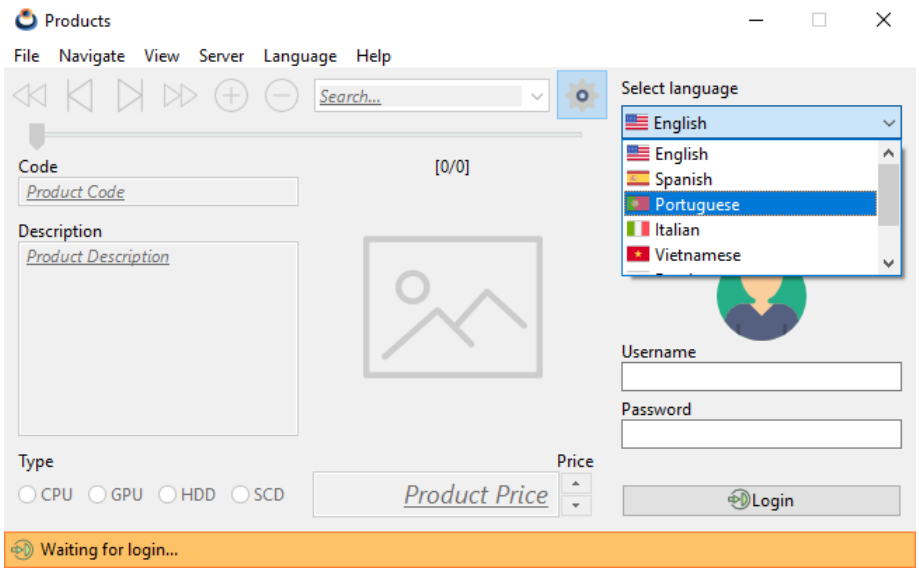


Figura 27.12: Traducciones automáticas.

27.5.5. Temas *Dark Mode*

NAppGUI utiliza controles de interfaz nativos, hecho que que provoca que las ventanas se integren perfectamente con el tema de escritorio activo en cada máquina. No obstante, si utilizamos iconos o colores personalizados es posible estos no siempre sean coherentes al portar a otros sistemas.

- En *"Gui"* (Página 328) se definen una serie de colores "de sistema", por ejemplo `gui_label_color`, cuyo valor RGB se resolverá en tiempo de ejecución en función de la plataforma destino. Utilizando estas funciones, tendremos la certeza que nuestras aplicaciones siempre lucirán bien y presentarán un esquema de colores coherentes. En *"Tabla de colores"* (Página 821) tienes una demo que muestra estos colores.

- Utiliza `gui_alt_color` para definir colores con dos versiones: Una para temas claros y otra para oscuros. NAppGUI se encargará de resolver el RGB cada vez que sea necesario (Listado 27.15).

Listado 27.15: Colores personalizados utilizados en `Products`.

```
kHOLDER = gui_alt_color(color_bgr(0x4681Cf), color_bgr(0x1569E6));
kEDITBG = gui_alt_color(color_bgr(0xFFFFe4), color_bgr(0x101010));
kSTATBG = gui_alt_color(color_bgr(0xFFC165), color_bgr(0x523d1d));
kSTATSK = gui_alt_color(color_bgr(0xFF8034), color_bgr(0xFF8034));
kTXTRED = gui_alt_color(color_bgr(0xFF0000), color_bgr(0xEB665A));
```

- Para las imágenes, deberemos incluir dos versiones en los recursos del programa y seleccionar una u otra en función del valor `gui_dark_mode` (Listado 27.16).

Listado 27.16: Selección de iconos para *Light* o *Dark Themes*.

```
void ctrl_theme_images(Ctrl *ctrl)
{
    bool_t dark = color_dark_mode();
    button_image(cell_button(ctrl->first_cell), dark ? FIRSTD_PNG :
        ↪ FIRST_PNG);
    button_image(cell_button(ctrl->back_cell), dark ? BACKD_PNG : BACK_PNG
        ↪ );
    button_image(cell_button(ctrl->next_cell), dark ? NEXTD_PNG : NEXT_PNG
        ↪ );
    button_image(cell_button(ctrl->last_cell), dark ? LASTD_PNG : LAST_PNG
        ↪ );
    button_image(cell_button(ctrl->add_cell), ADD_PNG);
    button_image(cell_button(ctrl->minus_cell), MINUS_PNG);
    button_image(cell_button(ctrl->setting_cell), SETTINGS_PNG);
    button_image(cell_button(ctrl->login_cell), LOGIN16_PNG);
    button_image(cell_button(ctrl->logout_cell), dark ? LOGOUT16D_PNG :
        ↪ LOGOUT16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->import_item, OPEN_PNG);
    menuitem_image(ctrl->export_item, dark ? SAVED_PNG : SAVE_PNG);
    menuitem_image(ctrl->first_item, dark ? FIRST16D_PNG : FIRST16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->back_item, dark ? BACK16D_PNG : BACK16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->next_item, dark ? NEXT16D_PNG : NEXT16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->last_item, dark ? LAST16D_PNG : LAST16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->login_item, LOGIN16_PNG);
    menuitem_image(ctrl->logout_item, dark ? LOGOUT16D_PNG : LOGOUT16_PNG)
        ↪ ;
}
```

- Utiliza `gui_OnThemeChanged` para actualizar los iconos personalizados en tiempo de ejecución (Listado 27.17) (Figura 27.13).

Listado 27.17: Actualización de iconos en tiempo de ejecución.

```
static void i_OnThemeChanged(App *app, Event *e)
```

```
{
    ctrl_theme_images(app->ctrl);
    unref(e);
}

gui_OnThemeChanged(listener(app, i_OnThemeChanged, App));
```

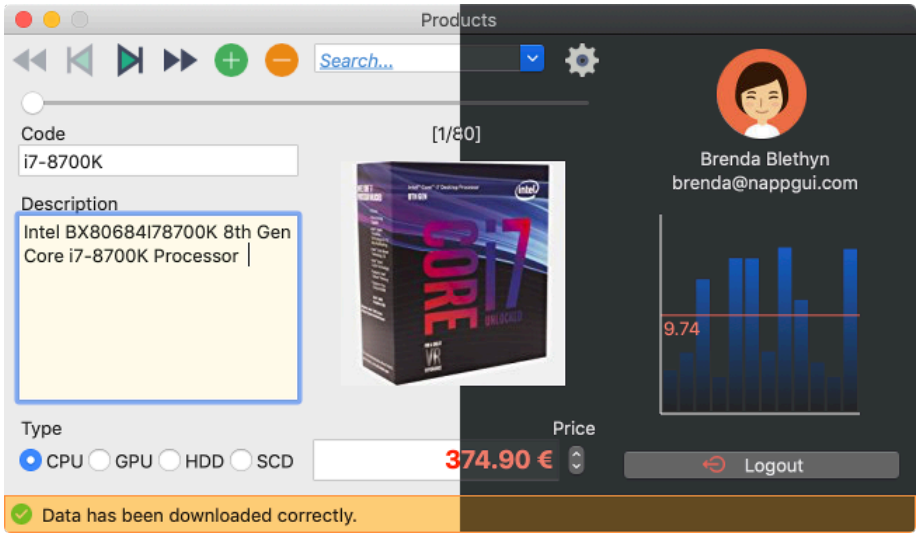


Figura 27.13: Cambio del tema de escritorio.

27.6. Controlador

El controlador es el encargado de mantener la coherencia entre el Modelo y la Vista, así como de implementar la **lógica de negocio**. Concretamente este programa no hace prácticamente nada con los datos, al margen de descargarlos del servidor y mostrarlos, lo que presenta una buena oportunidad para practicar.

27.6.1. Login multi-hilo

Cuando el usuario pulsa el botón `[Login]` el programa llama a dos servicios Web. Uno para registrar al usuario y otro para descargar los datos. Este proceso dura alrededor de un segundo, lo cual es una eternidad desde el punto de vista de un proceso. Durante este tiempo se llega a apreciar que el programa se queda "congelado" a la espera de que se resuelvan las llamadas del servidor. Esto ocurre porque se está ejecutando una tarea "lenta" en el mismo hilo que gestiona el ciclo de mensajes (Figura 27.14)**(a)**.

Para evitar este desagradable efecto, que puede agravarse si la petición durase más tiempo, vamos a utilizar *"Tareas multi-hilo"* (Página 428) mediante `osapp_task` (Lis-

tado 27.18) (Figura 27.14)**(b)**. Esto crea un nuevo hilo de ejecución que comienza en `i_login_begin`. En el momento que los datos se han descargado, el gestor de tareas de NAppGUI llamará a `i_login_end` (ya en el hilo principal) y el programa seguirá con su ejecución mono-hilo.

Listado 27.18: Proceso de login multi-hilo.

```
static void i_OnLogin(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    ctrl->status = ekIN_LOGIN;
    i_status(ctrl);
    osapp_task(ctrl, 0., i_login_begin, NULL, i_login_end, Ctrl);
    unref(e);
}
```

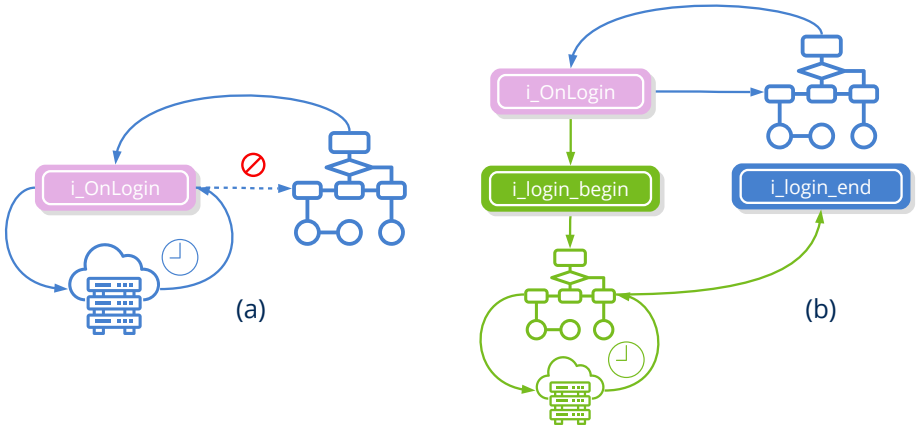


Figura 27.14: Ejecución de una tarea "lenta". Mono-hilo (a), Multi-hilo (b). Con un solo hilo la interfaz se quedará "congelada".

27.6.2. Sincronizar Modelo y Vista

Mantener sincronizados el Modelo de datos y la Vista también es tarea del controlador. A medida que el usuario interactúa con la interfaz, este deberá capturar los eventos, filtrar datos y actualizar los objetos del modelo. De igual forma, cada vez que cambie el modelo tendrá que refrescar la interfaz. Esta sincronización bidireccional se puede automatizar utilizando el registro **dbind**, ahorrando mucho código extra de programación (Figura 27.15).

La implementación de este patrón **MVVM** *Model-View-ViewModel* es bastante sencilla y la tenemos resumida en (Listado 27.19) (Figura 27.16).

- Utiliza `cell_dbind` para vincular una celda del layout con un campo del modelo.
- Utiliza `layout_dbind` para vincular el layout que contiene las celdas anteriores con el `struct` que contiene los campos.

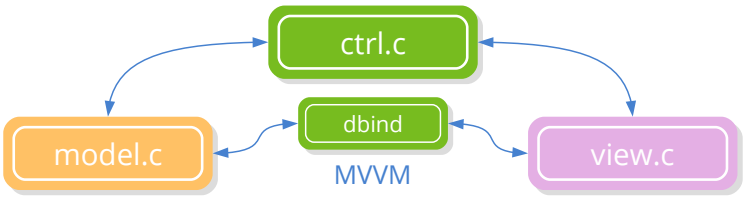


Figura 27.15: DBind libera al controlador de la recurrente tarea de sincronizar los objetos con la interfaz.

- Utiliza `layout_dbind_obj` para asignar un objeto al layout. A partir de aquí las actualizaciones Modelo-Vista se realizarán de forma automática.

Listado 27.19: Vinculación de `struct` con `layout`.

```
// In View
Cell *cell0 = layout_cell(layout, 0, 1);
...
cell_dbind(cell0, Product, String*, code);
cell_dbind(cell1, Product, String*, description);
cell_dbind(cell2, Product, type_t, type);
cell_dbind(cell3, Product, Image*, image64);
cell_dbind(cell4, Product, real32_t, price);
layout_dbind(layout, Product);

// In Controller
Product *product = model_product(model, index);
layout_dbind_obj(layout, product, Product);
```

Es habitual que los datos tengan que ser revisados (filtrados) tras la edición para comprobar que los valores sean coherentes con el modelo. **dbind** admite diferentes formatos para los campos registrados. En (Listado 27.20) hemos aplicado formato al campo `price` de `Product`.

Listado 27.20: Formato del campo `price` de `Product`.

```
dbind_default(Product, real32_t, price, 1);
dbind_range(Product, real32_t, price, .50f, 1e6f);
dbind_precision(Product, real32_t, price, .05f);
dbind_increment(Product, real32_t, price, 5.f);
dbind_suffix(Product, real32_t, price, "€");
```

27.6.3. Cambiar la imagen

Para cambiar la imagen asociada al producto, el controlador ha modificado ligeramente el funcionamiento del `ImageView`, que mostrará un icono sobreimpreso cada vez que el ratón se sitúe encima de la imagen (Listado 27.21), (Figura 27.17).

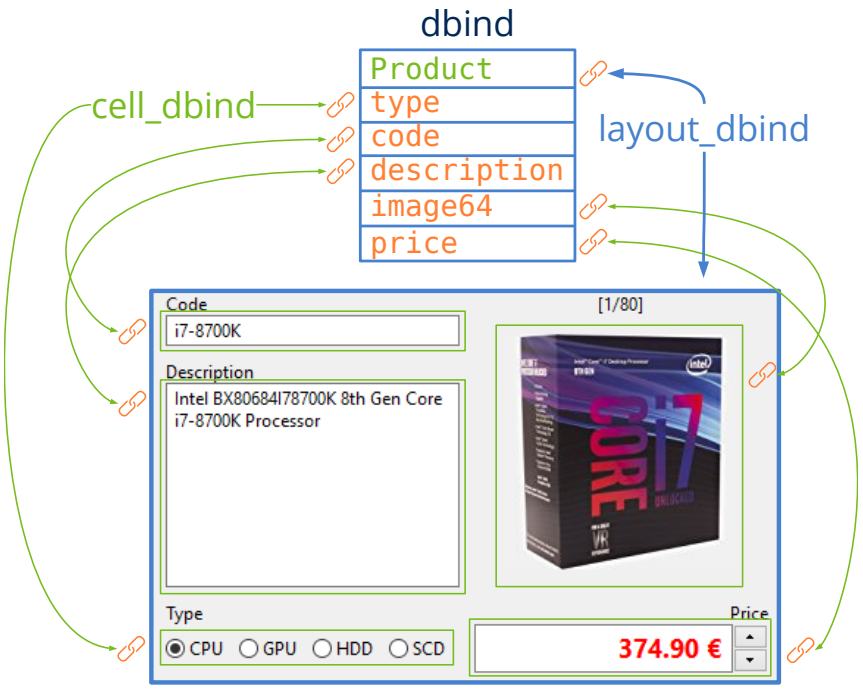


Figura 27.16: Vinculación de datos en el GUI.

Listado 27.21: Dibujo de un *overlay* cuando el ratón está encima de la imagen.

```
static void i_OnImgDraw(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    const Image *image = gui_respack_image(EDIT_PNG);
    uint32_t w, h;
    image_size(image, &w, &h);
    draw_image(params->context, image, params->width - w - 10, params->height -
        ↪ h - 10);
    unref(ctrl);
}
...
imageview_OnOverDraw(view, listener(ctrl, i_OnImgDraw, Ctrl));
```

Al hacer clic sobre la imagen aparecerá el diálogo de apertura de archivos que nos permitirá seleccionar una nueva. Si se acepta el diálogo, la imagen se cargará y se asignará al control (Listado 27.22). El objeto se actualizará automáticamente.

Listado 27.22: Dibujo de un *overlay* cuando el ratón está encima de la imagen.

```
static void i_OnImgClick(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const char_t *type[] = { "png", "jpg" };
```

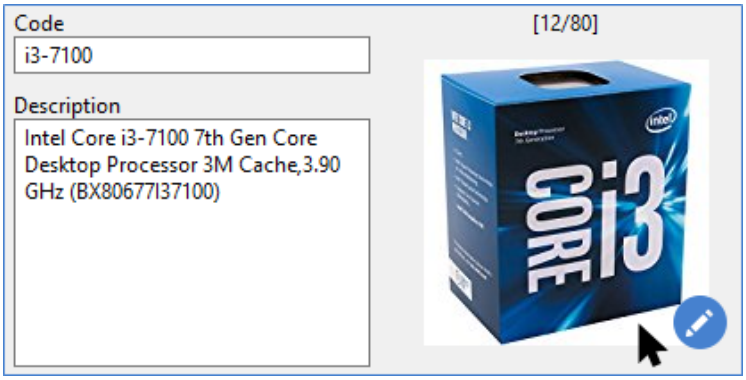


Figura 27.17: Icono sobreimpreso en una vista de imagen.

```
    const char_t *file = comwin_open_file(type, 2, NULL);
    if (file != NULL)
    {
        Image *image = image_from_file(file, NULL);
        if (image != NULL)
        {
            View *view = cell_view(ctrl->image_cell);
            imageview_image(view, image);
            image_destroy(&image);
        }
    }
    unref(e);
}
...
imageview_OnClick(view, listener(ctrl, i_OnImgClick, Ctrl));
```

27.6.4. Gestión de memoria

Tras el cierre del programa se imprimirá un informe con el uso de la memoria, alertándonos de posibles *memory leaks* (Listado 27.23). No está de más revisarlo periódicamente con el fin de detectar anomalías lo antes posible.

Listado 27.23: Estadísticas del uso de memoria, generadas al cierre de cualquier aplicación NAppGUI.

```
[22:17:21] [OK] Heap Memory Staticstics
[22:17:21] ============================
[22:17:21] Total a/dellocations: 2065, 2065
[22:17:21] Total bytes a/dellocated: 2831766, 2831766
[22:17:21] Max bytes allocated: 1642879
[22:17:21] Effective reallocations: (0/55)
[22:17:21] Real allocations: 13 pages of 65536 bytes
[22:17:21]                   5 pages greater than 65536 bytes
[22:17:21] ============================
```

Si queremos información más detallada, podemos pasar el parámetro `"-hv"` en el campo `options` de `osmain` (Listado 27.24).

```
osmain(i_create, i_destroy, "-hv", App)
```

Listado 27.24: Salida detallada del uso de memoria.

```
[12:01:41] 'App' a/deallocations: 1, 1 (32) bytes
[12:01:41] 'ArrPt::Cell' a/deallocations: 24, 24 (576) bytes
[12:01:41] 'ArrPt::GuiComponent' a/deallocations: 8, 8 (192) bytes
...
[12:01:41] 'Button' a/deallocations: 13, 13 (1664) bytes
[12:01:41] 'View' a/deallocations: 5, 5 (840) bytes
[12:01:41] 'Clock' a/deallocations: 1, 1 (48) bytes
[12:01:41] 'Combo' a/deallocations: 1, 1 (176) bytes
...
[12:01:41] 'UpDown' a/deallocations: 1, 1 (64) bytes
[12:01:41] 'VImgData' a/deallocations: 4, 4 (160) bytes
[12:01:41] 'Window' a/deallocations: 1, 1 (80) bytes
[12:01:41] 'bool_t::arr' a/deallocations: 6, 6 (27) bytes
[12:01:41] 'i_App' a/deallocations: 1, 1 (184) bytes
[12:01:41] 'i_Task' a/deallocations: 1, 1 (64) bytes
```

27.7. El programa completo

Listado 27.25: demo/products/products.hxx

```
/* Products Types */

#ifndef __TYPES_HXX__
#define __TYPES_HXX__

#include <gui/gui.hxx>

typedef enum _wserv_t
{
    ekWS_CONNECT = 1,
    ekWS_JSON,
    ekWS_ACCESS,
    ekWS_OK
} wserv_t;

typedef struct _model_t Model;
typedef struct _product_t Product;
typedef struct _ctrl_t Ctrl;

__EXTERN_C

extern color_t kHOLDER;
extern color_t kEDITBG;
```

```
extern color_t kSTATBG;
extern color_t kSTATSK;
extern color_t kTXTRED;

__END_C

#endif
```

Listado 27.26: demo/products/products.c

```
/* NAppGUI Products Demo */

#include "nappgui.h"
#include "prmodel.h"
#include "prmenu.h"
#include "prctrl.h"
#include "prview.h"
#include "res_products.h"
#include <inet/inet.h>

typedef struct _app_t App;
struct _app_t
{
    Model *model;
    Ctrl *ctrl;
    Window *window;
    Menu *menu;
};

color_t kHOLDER;
color_t kEDITBG;
color_t kSTATBG;
color_t kSTATSK;
color_t kTXTRED;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnThemeChanged(App *app, Event *e)
{
    ctrl_theme_images(app->ctrl);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new(App);
    kHOLDER = gui_alt_color(color_bgr(0x4681Cf), color_bgr(0x1569E6));
    kEDITBG = gui_alt_color(color_bgr(0xFFFFe4), color_bgr(0x101010));
    kSTATBG = gui_alt_color(color_bgr(0xFFC165), color_bgr(0x523d1d));
```

```
    kSTATSK = gui_alt_color(color_bgr(0xFF8034), color_bgr(0xFF8034));
    kTXTRED = gui_alt_color(color_bgr(0xFF0000), color_bgr(0xEB665A));
    inet_start();
    gui_respack(res_products_respack);
    gui_language("");
    gui_OnThemeChanged(listener(app, i_OnThemeChanged, App));
    model_bind();
    app->model = model_create();
    app->ctrl = ctrl_create(app->model);
    app->menu = prmenu_create(app->ctrl);
    app->window = prview_create(app->ctrl);
    osapp_menubar(app->menu, app->window);
    window_origin(app->window, v2df(100.f, 100.f));
    window_show(app->window);
    ctrl_run(app->ctrl);
    return app;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    cassert_no_null(app);
    cassert_no_null(*app);
    ctrl_destroy(&(*app)->ctrl);
    window_destroy(&(*app)->window);
    menu_destroy(&(*app)->menu);
    model_destroy(&(*app)->model);
    inet_finish();
    heap_delete(app, App);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Listado 27.27: demo/products/prmodel.c

```
/* Products Model */

#include "prmodel.h"
#include "res_products.h"
#include <gui/guiall.h>
#include <encode/json.h>
#include <inet/httpreq.h>

typedef struct _pjson_t PJson;

typedef enum _type_t
{
```

```
    ekCPU,
    ekGPU,
    ekHDD,
    ekSCD
} type_t;

struct _product_t
{
    type_t type;
    String *code;
    String *description;
    Image *image64;
    real32_t price;
};

struct _pjson_t
{
    int32_t code;
    uint32_t size;
    ArrPt(Product) *data;
};

struct _model_t
{
    ArrSt(uint32_t) *filter;
    ArrPt(Product) *products;
};

DeclPt(Product);

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Model *model_create(void)
{
    Model *model = heap_new(Model);
    model->filter = arrst_create(uint32_t);
    model->products = arrpt_create(Product);
    return model;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_destroy(Model **model)
{
    arrst_destroy(&(*model)->filter, NULL, uint32_t);
    dbind_destroy(&(*model)->products, ArrPt(Product));
    heap_delete(model, Model);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Stream *i_http_get(void)
{
    Http *http = http_create("serv.nappgui.com", 80);
    Stream *stm = NULL;

    if (http_get(http, "/dproducts.php", NULL, 0, NULL) == TRUE)
    {
        uint32_t status = http_response_status(http);
        if (status >= 200 && status <= 299)
        {
            stm = stm_memory(4096);
            if (http_response_body(http, stm, NULL) == FALSE)
                stm_close(&stm);
        }
    }

    http_destroy(&http);
    return stm;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

wserv_t model_webserv(Model *model)
{
    Stream *stm = i_http_get();
    if (stm != NULL)
    {
        PJson *json = json_read(stm, NULL, PJson);
        stm_close(&stm);

        if (json != NULL)
        {
            cassert(json->size == arrpt_size(json->data, Product));
            dbind_destroy(&model->products, ArrPt(Product));
            model->products = json->data;
            json->data = NULL;
            json_destroy(&json, PJson);
            return ekWS_OK;
        }

        return ekWS_JSON;
    }

    return ekWS_CONNECT;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

bool_t model_import(Model *model, const char_t *pathname, ferror_t *err)
{
    Stream *stm = stm_from_file(pathname, err);
```

```
    if (stm != NULL)
    {
        ArrPt(Product) *products = dbind_read(stm, ArrPt(Product));
        stm_close(&stm);

        if (products != NULL)
        {
            dbind_destroy(&model->products, ArrPt(Product));
            model->products = products;
            return TRUE;
        }
    }

    return FALSE;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

bool_t model_export(Model *model, const char_t *pathname, ferror_t *err)
{
    Stream *stm = stm_to_file(pathname, err);
    if (stm != NULL)
    {
        dbind_write(stm, model->products, ArrPt(Product));
        stm_close(&stm);
        return TRUE;
    }

    return FALSE;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

uint32_t model_count(const Model *model)
{
    uint32_t total = arrst_size(model->filter, uint32_t);
    if (total == 0)
        total = arrpt_size(model->products, Product);
    return total;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_clear(Model *model)
{
    dbind_destroy(&model->products, ArrPt(Product));
    arrst_clear(model->filter, NULL, uint32_t);
    model->products = dbind_create(ArrPt(Product));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void model_add(Model *model)
{
    Product *product = dbind_create(Product);
    arrpt_append(model->products, product, Product);
    arrst_clear(model->filter, NULL, uint32_t);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_index(ArrSt(uint32_t) *filter, const uint32_t index)
{
    if (arrst_size(filter, uint32_t) > 0)
        return *arrst_get(filter, index, uint32_t);
    else
        return index;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static ___INLINE void i_destroy(Product **product)
{
    dbind_destroy(product, Product);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

void model_delete(Model *model, const uint32_t index)
{
    uint32_t lindex = i_index(model->filter, index);
    arrpt_delete(model->products, lindex, i_destroy, Product);
    arrst_clear(model->filter, NULL, uint32_t);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

bool_t model_filter(Model *model, const char_t *filter)
{
    ArrSt(uint32_t) *new_filter = arrst_create(uint32_t);

    arrpt_foreach(product, model->products, Product)
        if (str_str(tc(product->description), filter) != NULL)
            arrst_append(new_filter, product_i, uint32_t);
    arrpt_end()

    arrst_destroy(&model->filter, NULL, uint32_t);
    model->filter = new_filter;

    return (bool_t)(arrst_size(new_filter, uint32_t) > 0);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

Product *model_product(Model *model, const uint32_t product_id)
{
    uint32_t lindex = i_index(model->filter, product_id);
    return arrpt_get(model->products, lindex, Product);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_bind(void)
{
    dbind_enum(type_t, ekCPU, "");
    dbind_enum(type_t, ekGPU, "");
    dbind_enum(type_t, ekHDD, "");
    dbind_enum(type_t, ekSCD, "");
    dbind(Product, type_t, type);
    dbind(Product, String *, code);
    dbind(Product, String *, description);
    dbind(Product, Image *, image64);
    dbind(Product, real32_t, price);
    dbind(PJson, int32_t, code);
    dbind(PJson, uint32_t, size);
    dbind(PJson, ArrPt(Product) *, data);
    dbind_default(Product, real32_t, price, 1);
    dbind_range(Product, real32_t, price, .50f, 1e6f);
    dbind_precision(Product, real32_t, price, .05f);
    dbind_increment(Product, real32_t, price, 5.f);
    dbind_suffix(Product, real32_t, price, "€");
    dbind_default(Product, Image *, image64, gui_image(NOIMAGE_PNG));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_layout(Layout *layout)
{
    layout_dbind(layout, NULL, Product);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_type(Cell *cell)
{
    cell_dbind(cell, Product, type_t, type);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_code(Cell *cell)
{
    cell_dbind(cell, Product, String *, code);
```

```
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_desc(Cell *cell)
{
    cell_dbind(cell, Product, String *, description);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_image(Cell *cell)
{
    cell_dbind(cell, Product, Image *, image64);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void model_price(Cell *cell)
{
    cell_dbind(cell, Product, real32_t, price);
}
```

Listado 27.28: demo/products/prview.c

```
/* Products View */

#include "prview.h"
#include "prctrl.h"
#include "res_products.h"
#include <gui/guiall.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_toolbar(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(8, 1);
    Button *button0 = button_flat();
    Button *button1 = button_flat();
    Button *button2 = button_flat();
    Button *button3 = button_flat();
    Button *button4 = button_flat();
    Button *button5 = button_flat();
    Button *button6 = button_flatgle();
    Combo *combo = combo_create();
    button_text(button0, TWIN_FIRST);
    button_text(button1, TWIN_BACK);
    button_text(button2, TWIN_NEXT);
    button_text(button3, TWIN_LAST);
    button_text(button4, TWIN_ADD);
    button_text(button5, TWIN_DEL);
```

```
    button_text(button6, TWIN_SETTINGS_PANEL);
    combo_tooltip(combo, TWIN_FILTER_DESC);
    combo_bgcolor_focus(combo, kEDITBG);
    combo_phtext(combo, TWIN_FILTER);
    combo_phcolor(combo, kHOLDER);
    combo_phstyle(combo, ekFITALIC | ekFUNDERLINE);
    layout_button(layout, button0, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 1, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_button(layout, button3, 3, 0);
    layout_button(layout, button4, 4, 0);
    layout_button(layout, button5, 5, 0);
    layout_combo(layout, combo, 6, 0);
    layout_button(layout, button6, 7, 0);
    layout_hmargin(layout, 5, 5);
    layout_hmargin(layout, 6, 5);
    layout_hexpand(layout, 6);
    ctrl_first_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 0));
    ctrl_back_cell(ctrl, layout_cell(layout, 1, 0));
    ctrl_next_cell(ctrl, layout_cell(layout, 2, 0));
    ctrl_last_cell(ctrl, layout_cell(layout, 3, 0));
    ctrl_add_cell(ctrl, layout_cell(layout, 4, 0));
    ctrl_minus_cell(ctrl, layout_cell(layout, 5, 0));
    ctrl_filter_cell(ctrl, layout_cell(layout, 6, 0));
    ctrl_setting_cell(ctrl, layout_cell(layout, 7, 0));
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_code_desc(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Label *label0 = label_create();
    Label *label1 = label_create();
    Edit *edit0 = edit_create();
    Edit *edit1 = edit_multiline();
    label_text(label0, TWIN_CODE);
    label_text(label1, TWIN_DESC);
    edit_phtext(edit0, TWIN_TYPE_CODE);
    edit_phtext(edit1, TWIN_TYPE_DESC);
    edit_bgcolor_focus(edit0, kEDITBG);
    edit_bgcolor_focus(edit1, kEDITBG);
    edit_phcolor(edit0, kHOLDER);
    edit_phcolor(edit1, kHOLDER);
    edit_phstyle(edit0, ekFITALIC | ekFUNDERLINE);
    edit_phstyle(edit1, ekFITALIC | ekFUNDERLINE);
    layout_label(layout, label0, 0, 0);
    layout_edit(layout, edit0, 0, 1);
    layout_label(layout, label1, 0, 2);
    layout_edit(layout, edit1, 0, 3);
```

```
    layout_vmargin(layout, 1, 10);
    layout_vexpand(layout, 3);
    ctrl_code_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 1));
    ctrl_desc_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 3));
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_type(void)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
    Button *button0 = button_radio();
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    button_text(button0, TWIN_CPU);
    button_text(button1, TWIN_GPU);
    button_text(button2, TWIN_HDD);
    button_text(button3, TWIN_SCD);
    layout_button(layout, button0, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 1, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_button(layout, button3, 3, 0);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_n_img(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 2);
    Label *label = label_create();
    ImageView *view = imageview_create();
    label_align(label, ekCENTER);
    layout_halign(layout, 0, 0, ekJUSTIFY);
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_imageview(layout, view, 0, 1);
    layout_vexpand(layout, 1);
    ctrl_counter_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 0));
    ctrl_image_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 1));
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_price(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Edit *edit = edit_create();
    Font *font = font_system(18, ekFBOLD);
```

```
    UpDown *updown = updown_create();
    edit_phtext(edit, TWIN_TYPE_PRICE);
    edit_font(edit, font);
    edit_align(edit, ekRIGHT);
    edit_color(edit, kTXTRED);
    edit_bgcolor_focus(edit, kEDITBG);
    edit_phcolor(edit, kHOLDER);
    edit_phstyle(edit, ekFITALIC | ekFUNDERLINE);
    layout_edit(layout, edit, 0, 0);
    layout_updown(layout, updown, 1, 0);
    layout_hsize(layout, 1, 24);
    layout_hexpand(layout, 0);
    font_destroy(&font);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_product(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 3);
    Layout *layout0 = i_code_desc(ctrl);
    Layout *layout1 = i_type();
    Layout *layout2 = i_n_img(ctrl);
    Layout *layout3 = i_price();
    Label *label0 = label_create();
    Label *label1 = label_create();
    label_text(label0, TWIN_TYPE);
    label_text(label1, TWIN_PRICE);
    layout_layout(layout, layout0, 0, 0);
    layout_label(layout, label0, 0, 1);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 2);
    layout_layout(layout, layout2, 1, 0);
    layout_label(layout, label1, 1, 1);
    layout_layout(layout, layout3, 1, 2);
    layout_halign(layout, 1, 1, ekRIGHT);
    layout_hsize(layout, 1, 200);
    layout_vsize(layout, 0, 200);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
    layout_margin4(layout, 0, 10, 10, 10);
    layout_vexpand(layout, 0);
    ctrl_type_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 2));
    ctrl_price_cell(ctrl, layout_cell(layout, 1, 2));
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_form(Ctrl *ctrl)
{
```

```
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Layout *layout0 = i_toolbar(ctrl);
    Layout *layout1 = i_product(ctrl);
    Slider *slider = slider_create();
    Cell *cell = NULL;
    layout_layout(layout, layout0, 0, 0);
    layout_slider(layout, slider, 0, 1);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 2);
    layout_vexpand(layout, 2);
    cell = layout_cell(layout, 0, 1);
    cell_padding4(cell, 0, 10, 0, 10);
    ctrl_slider_cell(ctrl, cell);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_login(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 10);
    Label *label0 = label_create();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    PopUp *popup0 = popup_create();
    ImageView *view0 = imageview_create();
    Edit *edit0 = edit_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Button *button = button_push();
    label_multiline(label1, TRUE);
    label_text(label0, TWIN_SETLANG);
    label_text(label1, TWIN_LOGIN_MSG);
    label_text(label2, TWIN_USER);
    label_text(label3, TWIN_PASS);
    popup_add_elem(popup0, ENGLISH, cast_const(USA_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, SPANISH, cast_const(SPAIN_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, PORTUGUESE, cast_const(PORTUGAL_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, ITALIAN, cast_const(ITALY_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, VIETNAMESE, cast_const(VIETNAM_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, RUSSIAN, cast_const(RUSSIA_PNG, Image));
    popup_add_elem(popup0, JAPANESE, cast_const(JAPAN_PNG, Image));
    popup_tooltip(popup0, TWIN_SETLANG);
    imageview_image(view0, cast_const(USER_PNG, Image));
    edit_passmode(edit1, TRUE);
    button_text(button, TWIN_LOGIN);
    layout_label(layout, label0, 0, 0);
    layout_popup(layout, popup0, 0, 1);
    layout_label(layout, label1, 0, 2);
    layout_imageview(layout, view0, 0, 3);
    layout_label(layout, label2, 0, 4);
    layout_edit(layout, edit0, 0, 5);
```

```
    layout_label(layout, label3, 0, 6);
    layout_edit(layout, edit1, 0, 7);
    layout_button(layout, button, 0, 9);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 10);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    layout_vmargin(layout, 5, 5);
    layout_vmargin(layout, 8, 5);
    layout_margin4(layout, 5, 10, 10, 10);
    layout_hsize(layout, 0, 200);
    layout_vexpand(layout, 8);
    ctrl_lang_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 1));
    ctrl_user_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 5));
    ctrl_pass_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 7));
    ctrl_login_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 9));
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_logout(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 6);
    ImageView *view = imageview_create();
    Label *label0 = label_create();
    Label *label1 = label_create();
    View *cview = view_create();
    Button *button = button_push();
    label_align(label0, ekCENTER);
    label_align(label1, ekCENTER);
    button_text(button, TWIN_LOGOUT);
    view_size(cview, s2df(160, 160));
    layout_imageview(layout, view, 0, 0);
    layout_label(layout, label0, 0, 1);
    layout_label(layout, label1, 0, 2);
    layout_view(layout, cview, 0, 3);
    layout_button(layout, button, 0, 5);
    layout_halign(layout, 0, 1, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 0, 2, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 0, 3, ekCENTER);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    layout_vexpand(layout, 4);
    layout_hsize(layout, 0, 200);
    layout_margin(layout, 10);
    ctrl_stats_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 3));
    ctrl_logout_cell(ctrl, layout_cell(layout, 0, 5));
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Panel *i_login_panel(Ctrl *ctrl)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout0 = i_login(ctrl);
    Layout *layout1 = i_logout(ctrl);
    panel_layout(panel, layout0);
    panel_layout(panel, layout1);
    ctrl_login_panel(ctrl, panel);
    return panel;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_status_bar(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    ImageView *view = imageview_create();
    Label *label = label_create();
    imageview_size(view, s2df(16, 16));
    layout_imageview(layout, view, 0, 0);
    layout_label(layout, label, 1, 0);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_hexpand(layout, 1);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_margin(layout, 5);
    layout_bgcolor(layout, kSTATBG);
    layout_skcolor(layout, kSTATSK);
    ctrl_status_layout(ctrl, layout);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(Ctrl *ctrl)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 2);
    Layout *layout0 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout1 = i_form(ctrl);
    Layout *layout2 = i_status_bar(ctrl);
    Panel *panel1 = i_login_panel(ctrl);
    layout_layout(layout0, layout1, 0, 0);
    layout_panel(layout0, panel1, 1, 0);
    layout_layout(layout, layout0, 0, 0);
    layout_layout(layout, layout2, 0, 1);
    ctrl_main_layout(ctrl, layout0);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
Window *prview_create(Ctrl *ctrl)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = i_layout(ctrl);
    Window *window = NULL;
    ctrl_theme_images(ctrl);
    panel_layout(panel, layout);
    window = window_create(ekWINDOW_STD);
    window_panel(window, panel);
    window_title(window, TWIN_TITLE);
    ctrl_window(ctrl, window);
    return window;
}
```

Listado 27.29: demo/products/prmenu.c

```
/* Products Menu */

#include "prmenu.h"
#include "prctrl.h"
#include "res_products.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

#if defined(__APPLE__)
static Menu *i_app(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_separator();
    MenuItem *item2 = menuitem_create();
    MenuItem *item3 = menuitem_separator();
    MenuItem *item4 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, TMEN_ABOUT);
    menuitem_text(item2, TMEN_PREFERS);
    menuitem_text(item4, TMEN_QUIT);
    menu_add_item(menu, item0);
    menu_add_item(menu, item1);
    menu_add_item(menu, item2);
    menu_add_item(menu, item3);
    menu_add_item(menu, item4);
    ctrl_about_item(ctrl, item0);
    ctrl_exit_item(ctrl, item4);
    return menu;
}
#endif

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_file(Ctrl *ctrl)
```

```
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, TMEN_IMPORT);
    menuitem_text(item1, TMEN_EXPORT);
    menu_add_item(menu, item0);
    menu_add_item(menu, item1);

#if !defined(__APPLE__)
    {
        MenuItem *item2 = menuitem_separator();
        MenuItem *item3 = menuitem_create();
        menuitem_text(item3, TMEN_EXIT);
        menuitem_image(item3, cast_const(EXIT_PNG, Image));
        menu_add_item(menu, item2);
        menu_add_item(menu, item3);
        ctrl_exit_item(ctrl, item3);
    }
#endif

    ctrl_import_item(ctrl, item0);
    ctrl_export_item(ctrl, item1);
    return menu;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_navigate(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_create();
    MenuItem *item2 = menuitem_create();
    MenuItem *item3 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, TMEN_FIRST);
    menuitem_text(item1, TMEN_BACK);
    menuitem_text(item2, TMEN_NEXT);
    menuitem_text(item3, TMEN_LAST);
    menuitem_key(item0, ekKEY_F5, 0);
    menuitem_key(item1, ekKEY_F6, 0);
    menuitem_key(item2, ekKEY_F7, 0);
    menuitem_key(item3, ekKEY_F8, 0);
    menu_add_item(menu, item0);
    menu_add_item(menu, item1);
    menu_add_item(menu, item2);
    menu_add_item(menu, item3);
    ctrl_first_item(ctrl, item0);
    ctrl_back_item(ctrl, item1);
    ctrl_next_item(ctrl, item2);
    ctrl_last_item(ctrl, item3);
```

```
    return menu;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_view(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    unref(ctrl);
    menuitem_text(item0, TMEN_LOGIN_PANEL);
    menuitem_image(item0, cast_const(SETTINGS16_PNG, Image));
    menu_add_item(menu, item0);
    ctrl_setting_item(ctrl, item0);
    return menu;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_server(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, TMEN_LOGIN);
    menuitem_text(item1, TMEN_LOGOUT);
    menu_add_item(menu, item0);
    menu_add_item(menu, item1);
    ctrl_login_item(ctrl, item0);
    ctrl_logout_item(ctrl, item1);
    return menu;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_language(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_create();
    MenuItem *item2 = menuitem_create();
    MenuItem *item3 = menuitem_create();
    MenuItem *item4 = menuitem_create();
    MenuItem *item5 = menuitem_create();
    MenuItem *item6 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, ENGLISH);
    menuitem_text(item1, SPANISH);
    menuitem_text(item2, PORTUGUESE);
    menuitem_text(item3, ITALIAN);
    menuitem_text(item4, VIETNAMESE);
    menuitem_text(item5, RUSSIAN);
```

```
    menuitem_text(item6, JAPANESE);
    menuitem_image(item0, cast_const(USA_PNG, Image));
    menuitem_image(item1, cast_const(SPAIN_PNG, Image));
    menuitem_image(item2, cast_const(PORTUGAL_PNG, Image));
    menuitem_image(item3, cast_const(ITALY_PNG, Image));
    menuitem_image(item4, cast_const(VIETNAM_PNG, Image));
    menuitem_image(item5, cast_const(RUSSIA_PNG, Image));
    menuitem_image(item6, cast_const(JAPAN_PNG, Image));
    menu_add_item(menu, item0);
    menu_add_item(menu, item1);
    menu_add_item(menu, item2);
    menu_add_item(menu, item3);
    menu_add_item(menu, item4);
    menu_add_item(menu, item5);
    menu_add_item(menu, item6);
    ctrl_lang_menu(ctrl, menu);
    return menu;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

#if !defined(__APPLE__)
static Menu *i_help(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item0 = menuitem_create();
    menuitem_text(item0, TMEN_ABOUT);
    menuitem_image(item0, cast_const(ABOUT_PNG, Image));
    menu_add_item(menu, item0);
    ctrl_about_item(ctrl, item0);
    return menu;
}
#endif

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Menu *prmenu_create(Ctrl *ctrl)
{
    Menu *menu = menu_create();
    MenuItem *item1 = menuitem_create();
    MenuItem *item2 = menuitem_create();
    MenuItem *item3 = menuitem_create();
    MenuItem *item4 = menuitem_create();
    MenuItem *item5 = menuitem_create();
    Menu *submenu1 = i_file(ctrl);
    Menu *submenu2 = i_navigate(ctrl);
    Menu *submenu3 = i_view(ctrl);
    Menu *submenu4 = i_server(ctrl);
    Menu *submenu5 = i_language(ctrl);

#if defined(__APPLE__)
```

```
    {
        MenuItem *item0 = menuitem_create();
        Menu *submenu0 = i_app(ctrl);
        menuitem_text(item0, "");
        menuitem_submenu(item0, &submenu0);
        menu_add_item(menu, item0);
    }
#endif

    menuitem_text(item1, TMEN_FILE);
    menuitem_text(item2, TMEN_NAVIGATE);
    menuitem_text(item3, TMEN_VIEW);
    menuitem_text(item4, TMEN_SERVER);
    menuitem_text(item5, LANGUAGE);
    menuitem_submenu(item1, &submenu1);
    menuitem_submenu(item2, &submenu2);
    menuitem_submenu(item3, &submenu3);
    menuitem_submenu(item4, &submenu4);
    menuitem_submenu(item5, &submenu5);
    menu_add_item(menu, item1);
    menu_add_item(menu, item2);
    menu_add_item(menu, item3);
    menu_add_item(menu, item4);
    menu_add_item(menu, item5);

#if !defined(__APPLE__)
    {
        MenuItem *item6 = menuitem_create();
        Menu *submenu6 = i_help(ctrl);
        menuitem_text(item6, TMEN_HELP);
        menuitem_submenu(item6, &submenu6);
        menu_add_item(menu, item6);
    }
#endif
    return menu;
}
```

Listado 27.30: demo/products/prctrl.c

```
/* Products Controller */

#include "prctrl.h"
#include "prmodel.h"
#include "res_products.h"
#include <nappgui.h>
#include <encode/json.h>
#include <inet/httpreq.h>

typedef enum _status_t
{
    ekWAIT_LOGIN,
```

```
    ekIN_LOGIN,
    ekERR_LOGIN,
    ekOK_LOGIN
} status_t;

typedef struct _user_t User;
typedef struct _ujson_t UJson;

struct _user_t
{
    String *name;
    String *mail;
    Image *image64;
};

struct _ujson_t
{
    int32_t code;
    User data;
};

struct _ctrl_t
{
    Model *model;
    status_t status;
    wserv_t err;
    uint32_t selected;
    real32_t stats[12];
    UJson *ujson;
    Window *window;
    Layout *main_layout;
    Layout *status_layout;
    Cell *image_cell;
    Cell *first_cell;
    Cell *back_cell;
    Cell *next_cell;
    Cell *last_cell;
    Cell *add_cell;
    Cell *minus_cell;
    Cell *filter_cell;
    Cell *slider_cell;
    Cell *counter_cell;
    Cell *code_cell;
    Cell *desc_cell;
    Cell *price_cell;
    Cell *lang_cell;
    Cell *setting_cell;
    Cell *user_cell;
    Cell *pass_cell;
    Cell *login_cell;
    Cell *logout_cell;
```

```
    Cell *stats_cell;
    Panel *login_panel;
    Menu *lang_menu;
    MenuItem *import_item;
    MenuItem *export_item;
    MenuItem *first_item;
    MenuItem *back_item;
    MenuItem *next_item;
    MenuItem *last_item;
    MenuItem *setting_item;
    MenuItem *login_item;
    MenuItem *logout_item;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static real32_t i_MAX_STATS = 20.f;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Ctrl *ctrl_create(Model *model)
{
    Ctrl *ctrl = heap_new0(Ctrl);
    ctrl->model = model;
    ctrl->status = ekWAIT_LOGIN;
    ctrl->selected = 0;
    dbind(User, String *, name);
    dbind(User, String *, mail);
    dbind(User, Image *, image64);
    dbind(UJson, int32_t, code);
    dbind(UJson, User, data);
    return ctrl;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_destroy(Ctrl **ctrl)
{
    heap_delete(ctrl, Ctrl);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_main_layout(Ctrl *ctrl, Layout *layout)
{
    model_layout(layout);
    ctrl->main_layout = layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void ctrl_status_layout(Ctrl *ctrl, Layout *layout)
{
    ctrl->status_layout = layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_update_product(Ctrl *ctrl)
{
    uint32_t total = model_count(ctrl->model);
    bool_t enabled = FALSE;
    bool_t is_first = (total == 0 || ctrl->selected == 0) ? TRUE : FALSE;
    bool_t is_last = (total == 0 || ctrl->selected == (total - 1)) ? TRUE :
        ↪ FALSE;
    Slider *slider = cell_slider(ctrl->slider_cell);
    Label *counter = cell_label(ctrl->counter_cell);
    Product *product = NULL;

    if (total > 0)
    {
        char_t msg[64];
        uint32_t i, n = sizeof(ctrl->stats) / sizeof(real32_t);
        View *vstats = cell_view(ctrl->stats_cell);
        product = model_product(ctrl->model, ctrl->selected);
        bstd_sprintf(msg, 64, "[%d/%d]", ctrl->selected + 1, total);
        label_text(counter, msg);
        slider_value(slider, (real32_t)ctrl->selected / (real32_t)(total > 1 ?
            ↪ total - 1 : 1));
        enabled = TRUE;
        for (i = 0; i < n; ++i)
            ctrl->stats[i] = bmath_randf(2.f, i_MAX_STATS - 2.f);
        view_update(vstats);
    }
    else
    {
        label_text(counter, "[0/0]");
        slider_value(slider, 0.f);
        enabled = FALSE;
    }

    layout_dbind_obj(ctrl->main_layout, product, Product);
    cell_enabled(ctrl->add_cell, enabled);
    cell_enabled(ctrl->minus_cell, enabled);
    cell_enabled(ctrl->slider_cell, enabled);
    cell_enabled(ctrl->filter_cell, enabled);
    cell_enabled(ctrl->first_cell, !is_first);
    cell_enabled(ctrl->back_cell, !is_first);
    cell_enabled(ctrl->next_cell, !is_last);
    cell_enabled(ctrl->last_cell, !is_last);
    menuitem_enabled(ctrl->first_item, !is_first);
    menuitem_enabled(ctrl->back_item, !is_first);
```

```
    menuitem_enabled(ctrl->next_item, !is_last);
    menuitem_enabled(ctrl->last_item, !is_last);
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

static void i_status(Ctrl *ctrl)
{
    ImageView *view = layout_get_imageview(ctrl->status_layout, 0, 0);
    Label *label = layout_get_label(ctrl->status_layout, 1, 0);

    switch (ctrl->status)
    {
    case ekWAIT_LOGIN:
        imageview_image(view, cast_const(LOGIN16_PNG, Image));
        label_text(label, WAIT_LOGIN);
        break;

    case ekIN_LOGIN:
        imageview_image(view, cast_const(SPIN_GIF, Image));
        label_text(label, IN_LOGIN);
        break;

    case ekERR_LOGIN:
        imageview_image(view, cast_const(ERROR_PNG, Image));
        switch (ctrl->err)
        {
        case ekWS_CONNECT:
            label_text(label, ERR_CONNECT);
            break;
        case ekWS_JSON:
            label_text(label, ERR_JSON);
            break;
        case ekWS_ACCESS:
            label_text(label, ERR_ACCESS);
            break;
        case ekWS_OK:
            cassert_default();
        }
        break;

    case ekOK_LOGIN:
        imageview_image(view, cast_const(OK_PNG, Image));
        label_text(label, OK_LOGIN);
        break;

        cassert_default();
    }
}

/*------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void ctrl_run(Ctrl *ctrl)
{
    Button *setting_button;
    PopUp *lang_popup;
    MenuItem *lang_item;
    uint32_t lang_index;
    ctrl->status = ekWAIT_LOGIN;
    setting_button = cell_button(ctrl->setting_cell);
    layout_show_col(ctrl->main_layout, 1, TRUE);
    button_state(setting_button, ekGUI_ON);
    menuitem_state(ctrl->setting_item, ekGUI_ON);
    lang_popup = cell_popup(ctrl->lang_cell);
    lang_index = popup_get_selected(lang_popup);
    lang_item = menu_get_item(ctrl->lang_menu, lang_index);
    menuitem_state(lang_item, ekGUI_ON);
    menuitem_enabled(ctrl->login_item, TRUE);
    menuitem_enabled(ctrl->logout_item, FALSE);
    menuitem_enabled(ctrl->import_item, FALSE);
    menuitem_enabled(ctrl->export_item, FALSE);
    i_status(ctrl);
    window_focus(ctrl->window, cell_control(ctrl->user_cell));
    i_update_product(ctrl);
    window_defbutton(ctrl->window, cell_button(ctrl->login_cell));
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFirst(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    ctrl->selected = 0;
    i_update_product(ctrl);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnImport(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const char_t *type[] = {"dbp"};
    const char_t *file = comwin_open_file(ctrl->window, type, 1, NULL);
    if (file != NULL)
    {
        ferror_t err;
        if (model_import(ctrl->model, file, &err) == TRUE)
            i_update_product(ctrl);
    }
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void ctrl_import_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    ctrl->import_item = item;
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnImport, Ctrl));
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnExport(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const char_t *type[] = {"dbp"};
    const char_t *file = comwin_save_file(ctrl->window, type, 1, NULL);
    if (file != NULL)
    {
        ferror_t err;
        model_export(ctrl->model, file, &err);
    }
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_export_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    ctrl->export_item = item;
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnExport, Ctrl));
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnImgDraw(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    const Image *image = gui_image(EDIT_PNG);
    uint32_t w = image_width(image);
    uint32_t h = image_height(image);
    draw_image(params->ctx, image, params->width - w - 10, params->height - h -
        ↪ 10);
    unref(ctrl);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnImgClick(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const char_t *type[] = {"png", "jpg"};
    const char_t *file = comwin_open_file(ctrl->window, type, 2, NULL);
    if (file != NULL)
    {
        Image *image = image_from_file(file, NULL);
```

```
        if (image != NULL)
        {
            ImageView *view = cell_imageview(ctrl->image_cell);
            imageview_image(view, image);
            image_destroy(&image);
        }
    }
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_image_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    ImageView *view = cell_imageview(cell);
    model_image(cell);
    imageview_OnOverDraw(view, listener(ctrl, i_OnImgDraw, Ctrl));
    imageview_OnClick(view, listener(ctrl, i_OnImgClick, Ctrl));
    ctrl->image_cell = cell;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_first_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnFirst, Ctrl));
    ctrl->first_cell = cell;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_first_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnFirst, Ctrl));
    ctrl->first_item = item;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnBack(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    if (ctrl->selected > 0)
    {
        ctrl->selected -= 1;
        i_update_product(ctrl);
    }
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void ctrl_back_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnBack, Ctrl));
    ctrl->back_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_back_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnBack, Ctrl));
    ctrl->back_item = item;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnNext(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    uint32_t total = model_count(ctrl->model);
    if (ctrl->selected < total - 1)
    {
        ctrl->selected += 1;
        i_update_product(ctrl);
    }
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_next_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnNext, Ctrl));
    ctrl->next_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_next_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnNext, Ctrl));
    ctrl->next_item = item;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLast(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    uint32_t total = model_count(ctrl->model);
```

```
    if (ctrl->selected < total - 1)
    {
        ctrl->selected = total - 1;
        i_update_product(ctrl);
    }
    unref(e);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_last_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnLast, Ctrl));
    ctrl->last_cell = cell;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_last_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnLast, Ctrl));
    ctrl->last_item = item;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAdd(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    model_add(ctrl->model);
    ctrl->selected = model_count(ctrl->model) - 1;
    i_update_product(ctrl);
    window_focus(ctrl->window, cell_control(ctrl->code_cell));
    unref(e);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_add_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnAdd, Ctrl));
    ctrl->add_cell = cell;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDelete(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    model_delete(ctrl->model, ctrl->selected);
    if (ctrl->selected == model_count(ctrl->model) && ctrl->selected > 0)
```

```
        ctrl->selected -= 1;
    i_update_product(ctrl);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_minus_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnDelete, Ctrl));
    ctrl->minus_cell = cell;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFilter(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvText *params = event_params(e, EvText);
    EvTextFilter *result = event_result(e, EvTextFilter);
    Combo *combo = event_sender(e, Combo);
    uint32_t color = color_rgb(255, 0, 0);

    if (unicode_nchars(params->text, ekUTF8) >= 3)
    {
        if (model_filter(ctrl->model, params->text) == TRUE)
        {
            color = UINT32_MAX;
            ctrl->selected = 0;
            i_update_product(ctrl);
        }
    }

    combo_color(combo, color);
    result->apply = FALSE;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFilterEnd(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvText *params = event_params(e, EvText);
    Combo *combo = event_sender(e, Combo);

    if (model_filter(ctrl->model, params->text) == TRUE)
        combo_ins_elem(combo, 0, params->text, NULL);
    else
        combo_text(combo, "");

    ctrl->selected = 0;
    i_update_product(ctrl);
```

```
    combo_color(combo, UINT32_MAX);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_filter_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Combo *combo = cell_combo(cell);
    combo_OnFilter(combo, listener(ctrl, i_OnFilter, Ctrl));
    combo_OnChange(combo, listener(ctrl, i_OnFilterEnd, Ctrl));
    ctrl->filter_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvSlider *params = event_params(e, EvSlider);
    uint32_t total = model_count(ctrl->model);
    uint32_t selected = 0;
    if (total > 0)
        selected = (uint32_t)((real32_t)(total - 1) * params->pos);

    if (selected != ctrl->selected)
    {
        ctrl->selected = selected;
        i_update_product(ctrl);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_slider_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Slider *slider = cell_slider(cell);
    slider_OnMoved(slider, listener(ctrl, i_OnSlider, Ctrl));
    ctrl->slider_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_counter_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    ctrl->counter_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_type_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
```

```
    model_type(cell);
    unref(ctrl);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_code_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    model_code(cell);
    ctrl->code_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_desc_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    model_desc(cell);
    ctrl->desc_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_price_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    model_price(cell);
    ctrl->price_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_user_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    ctrl->user_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_pass_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    ctrl->pass_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_login_panel(Ctrl *ctrl, Panel *panel)
{
    ctrl->login_panel = panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static UJson *i_user_webserv(const char_t *user, const char_t *pass, wserv_t *
    ↪ ret)
{
    Http *http = NULL;
    String *path = NULL;
    UJson *ujson = NULL;

    *ret = ekWS_OK;
    if (str_empty_c(user) || str_empty_c(pass))
    {
        *ret = ekWS_ACCESS;
        return NULL;
    }

    http = http_create("serv.nappgui.com", 80);
    path = str_printf("/duser.php?user=%s&pass=%s", user, pass);
    if (http_get(http, tc(path), NULL, 0, NULL) == TRUE)
    {
        uint32_t status = http_response_status(http);
        if (status >= 200 && status <= 299)
        {
            Stream *stm = stm_memory(4096);
            http_response_body(http, stm, NULL);
            ujson = json_read(stm, NULL, UJson);

            if (!ujson)
            {
                *ret = ekWS_JSON;
            }
            else if (ujson->code != 0)
            {
                json_destroy(&ujson, UJson);
                *ret = ekWS_ACCESS;
            }

            stm_close(&stm);
        }
        else
        {
            *ret = ekWS_ACCESS;
        }
    }

    str_destroy(&path);
    http_destroy(&http);
    return ujson;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_login_begin(Ctrl *ctrl)
```

```
{
    Edit *user = cell_edit(ctrl->user_cell);
    Edit *pass = cell_edit(ctrl->pass_cell);
    wserv_t ret = ekWS_OK;
    ctrl->ujson = i_user_webserv(edit_get_text(user), edit_get_text(pass), &ret
        ↪ );
    if (ctrl->ujson != NULL)
    {
        ret = model_webserv(ctrl->model);
        if (ret != ekWS_OK)
            json_destroy(&ctrl->ujson, UJson);
    }

    return (uint32_t)ret;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_login_end(Ctrl *ctrl, const uint32_t rvalue)
{
    wserv_t ret = (wserv_t)rvalue;
    if (ret == ekWS_OK)
    {
        Layout *layout = panel_get_layout(ctrl->login_panel, 1);
        ImageView *view = layout_get_imageview(layout, 0, 0);
        Label *label0 = layout_get_label(layout, 0, 1);
        Label *label1 = layout_get_label(layout, 0, 2);
        window_defbutton(ctrl->window, NULL);
        imageview_image(view, ctrl->ujson->data.image64);
        label_text(label0, tc(ctrl->ujson->data.name));
        label_text(label1, tc(ctrl->ujson->data.mail));
        menuitem_enabled(ctrl->login_item, FALSE);
        menuitem_enabled(ctrl->logout_item, TRUE);
        menuitem_enabled(ctrl->import_item, TRUE);
        menuitem_enabled(ctrl->export_item, TRUE);
        panel_visible_layout(ctrl->login_panel, 1);
        ctrl->status = ekOK_LOGIN;
        ctrl->selected = 0;
        i_update_product(ctrl);
        json_destroy(&ctrl->ujson, UJson);
        window_focus(ctrl->window, cell_control(ctrl->code_cell));
        panel_update(ctrl->login_panel);
    }
    else
    {
        cassert(ctrl->ujson == NULL);
        ctrl->status = ekERR_LOGIN;
        ctrl->err = ret;
    }

    i_status(ctrl);
```

```
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLogin(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    if (ctrl->status != ekIN_LOGIN)
    {
        ctrl->status = ekIN_LOGIN;
        i_status(ctrl);
        osapp_task(ctrl, 0, i_login_begin, NULL, i_login_end, Ctrl);
    }

    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_login_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnLogin, Ctrl));
    ctrl->login_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_login_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnLogin, Ctrl));
    ctrl->login_item = item;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLogout(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    Edit *edit0 = cell_edit(ctrl->user_cell);
    Edit *edit1 = cell_edit(ctrl->pass_cell);
    model_clear(ctrl->model);
    edit_text(edit0, "");
    edit_text(edit1, "");
    menuitem_enabled(ctrl->login_item, TRUE);
    menuitem_enabled(ctrl->logout_item, FALSE);
    menuitem_enabled(ctrl->import_item, FALSE);
    menuitem_enabled(ctrl->export_item, FALSE);
    ctrl->status = ekWAIT_LOGIN;
    panel_visible_layout(ctrl->login_panel, 0);
    i_update_product(ctrl);
    i_status(ctrl);
    panel_update(ctrl->login_panel);
```

```
    window_focus(ctrl->window, cell_control(ctrl->user_cell));
    window_defbutton(ctrl->window, cell_button(ctrl->login_cell));
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_logout_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnLogout, Ctrl));
    ctrl->logout_cell = cell;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_logout_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnLogout, Ctrl));
    ctrl->logout_item = item;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSetting(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    gui_state_t state = ekGUI_ON;
    if (event_type(e) == ekGUI_EVENT_BUTTON)
    {
        const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
        state = params->state;
    }
    else
    {
        Button *button = cell_button(ctrl->setting_cell);
        cassert(event_type(e) == ekGUI_EVENT_MENU);
        state = button_get_state(button);
        state = state == ekGUI_ON ? ekGUI_OFF : ekGUI_ON;
        button_state(button, state);
    }

    menuitem_state(ctrl->setting_item, state);
    layout_show_col(ctrl->main_layout, 1, state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE);
    layout_update(ctrl->main_layout);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_setting_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    Button *button = cell_button(cell);
```

```
    button_OnClick(button, listener(ctrl, i_OnSetting, Ctrl));
    ctrl->setting_cell = cell;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_setting_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnSetting, Ctrl));
    ctrl->setting_item = item;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnStats(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    const EvDraw *params = event_params(e, EvDraw);
    uint32_t i, n = sizeof(ctrl->stats) / sizeof(real32_t);
    real32_t p = 10.f, x = p, y0 = params->height - p;
    real32_t w = (params->width - p * 2) / n;
    real32_t h = params->height - p * 2;
    real32_t avg = 0, pavg;
    char_t tavg[16];
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    c[0] = kHOLDER;
    c[1] = gui_view_color();

    draw_fill_linear(params->ctx, c, stop, 2, 0, p, 0, params->height - p + 1);

    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        real32_t hr = h * (ctrl->stats[i] / i_MAX_STATS);
        real32_t y = p + h - hr;
        draw_rect(params->ctx, ekFILL, x, y, w - 2, hr);
        avg += ctrl->stats[i];
        x += w;
    }

    avg /= n;
    pavg = h * (avg / i_MAX_STATS);
    pavg = p + h - pavg;
    bstd_sprintf(tavg, sizeof(tavg), "%.2f", avg);
    draw_text_color(params->ctx, kTXTRED);
    draw_line_color(params->ctx, kTXTRED);
    draw_line(params->ctx, p - 2, pavg, params->width - p, pavg);
    draw_line_color(params->ctx, gui_label_color());
    draw_line(params->ctx, p - 2, y0 + 2, params->width - p, y0 + 2);
    draw_line(params->ctx, p - 2, y0 + 2, p - 2, p);
    draw_text(params->ctx, tavg, p, pavg);
}
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_stats_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    View *view = cell_view(cell);
    view_OnDraw(view, listener(ctrl, i_OnStats, Ctrl));
    ctrl->stats_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLang(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    MenuItem *item = NULL;
    uint32_t lang_id = 0;
    static const char_t *LANGS[] = {"en_US", "es_ES", "pt_PT", "it_IT", "vi_VN"
        ↪ , "ru_RU", "ja_JP"};
    if (event_type(e) == ekGUI_EVENT_POPUP)
    {
        const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
        item = menu_get_item(ctrl->lang_menu, params->index);
        lang_id = params->index;
    }
    else
    {
        const EvMenu *params = event_params(e, EvMenu);
        PopUp *popup = cell_popup(ctrl->lang_cell);
        cassert(event_type(e) == ekGUI_EVENT_MENU);
        popup_selected(popup, params->index);
        item = event_sender(e, MenuItem);
        lang_id = params->index;
    }

    menu_off_items(ctrl->lang_menu);
    menuitem_state(item, ekGUI_ON);
    gui_language(LANGS[lang_id]);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_lang_cell(Ctrl *ctrl, Cell *cell)
{
    PopUp *popup = cell_popup(cell);
    popup_OnSelect(popup, listener(ctrl, i_OnLang, Ctrl));
    ctrl->lang_cell = cell;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_lang_menu(Ctrl *ctrl, Menu *menu)
```

```
{
    uint32_t i, n = menu_count(menu);
    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        MenuItem *item = menu_get_item(menu, i);
        menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnLang, Ctrl));
    }
    ctrl->lang_menu = menu;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnExit(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(ctrl);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_exit_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnExit, Ctrl));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAbout(Ctrl *ctrl, Event *e)
{
    unref(ctrl);
    unref(e);
    osapp_open_url("https://nappgui.com/en/demo/products.html");
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_about_item(Ctrl *ctrl, MenuItem *item)
{
    menuitem_OnClick(item, listener(ctrl, i_OnAbout, Ctrl));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ctrl_window(Ctrl *ctrl, Window *window)
{
    window_OnClose(window, listener(ctrl, i_OnExit, Ctrl));
    ctrl->window = window;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
void ctrl_theme_images(Ctrl *ctrl)
{
    bool_t dark = gui_dark_mode();
    button_image(cell_button(ctrl->first_cell), cast_const(dark ? FIRSTD_PNG :
        ↪ FIRST_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->back_cell), cast_const(dark ? BACKD_PNG :
        ↪ BACK_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->next_cell), cast_const(dark ? NEXTD_PNG :
        ↪ NEXT_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->last_cell), cast_const(dark ? LASTD_PNG :
        ↪ LAST_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->add_cell), cast_const(ADD_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->minus_cell), cast_const(MINUS_PNG, Image));
    button_image(cell_button(ctrl->setting_cell), cast_const(SETTINGS_PNG,
        ↪ Image));
    button_image(cell_button(ctrl->login_cell), cast_const(LOGIN16_PNG, Image))
        ↪ ;
    button_image(cell_button(ctrl->logout_cell), cast_const(dark ?
        ↪ LOGOUT16D_PNG : LOGOUT16_PNG, Image));
    menuitem_image(ctrl->import_item, cast_const(OPEN_PNG, Image));
    menuitem_image(ctrl->export_item, cast_const(dark ? SAVED_PNG : SAVE_PNG,
        ↪ Image));
    menuitem_image(ctrl->first_item, cast_const(dark ? FIRST16D_PNG :
        ↪ FIRST16_PNG, Image));
    menuitem_image(ctrl->back_item, cast_const(dark ? BACK16D_PNG : BACK16_PNG,
        ↪  Image));
    menuitem_image(ctrl->next_item, cast_const(dark ? NEXT16D_PNG : NEXT16_PNG,
        ↪  Image));
    menuitem_image(ctrl->last_item, cast_const(dark ? LAST16D_PNG : LAST16_PNG,
        ↪  Image));
    menuitem_image(ctrl->login_item, cast_const(LOGIN16_PNG, Image));
    menuitem_image(ctrl->logout_item, cast_const(dark ? LOGOUT16D_PNG :
        ↪ LOGOUT16_PNG, Image));
}
```

Capítulo 28

¡Hola GUI!

28.1 ¡Hola GUI! 558
28.2 ¡Hola Label! 558
28.3 ¡Hola Button! 561
28.4 ¡Hola PopUp y Combo! 565
28.5 ¡Hola Edit y UpDown! 568
28.6 ¡Hola TextSel y Clipboard! 575
28.7 ¡Hola TextEditor! 583
28.8 ¡Hola ListBox! 590
28.9 ¡Hola Slider y Progress! 593
28.10 ¡Hola TextView! 595
28.11 ¡Hola TableView! 598
28.12 ¡Hola SplitView! 604
28.13 ¡Hola Modal Window! 607
28.14 ¡Hola Overlay Window! 611
28.15 ¡Hola Button Padding! 617
28.16 ¡Hola Gui Binding! 620
28.17 ¡Hola Struct Binding! 625
28.18 ¡Hola Sublayout! 632
28.19 ¡Hola Subpanel! 636
28.20 ¡Hola Multi-layout! 637
28.21 ¡Hola Scroll-Panel! 639
28.22 ¡Hola Layout dinámico! 641
28.23 ¡Hola Menu dinámico! 656
28.24 ¡Hola IP-Input! 664
28.25 ¡Hola Font Width! 665

28.1. ¡Hola GUI!

GuiHello es una aplicación, que a modo de ejemplo, muestra las características de la librería *"Gui"* (Página 328) para la creación de interfaces de usuario. El **código fuente** está en la caperta `/demo/guihello` de la distribución del SDK.

28.2. ¡Hola Label!

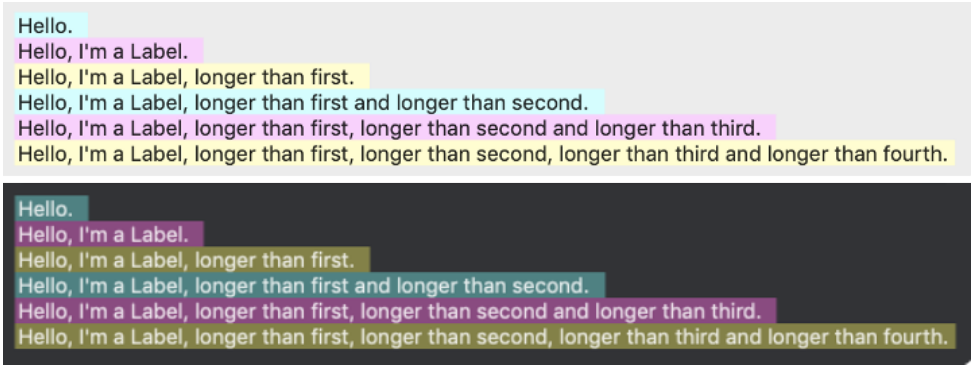


Figura 28.1: Controles `Label`.

Listado 28.1: demo/guihello/labels.c

```
/* Labels basics */

#include "labels.h"
#include <gui/guiall.h>

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_LABEL_01 = "Hello.";
static const char_t *i_LABEL_02 = "Hello, I'm a Label.";
static const char_t *i_LABEL_03 = "Hello, I'm a Label, longer than first.";
static const char_t *i_LABEL_04 = "Hello, I'm a Label, longer than first and
    ↪ longer than second.";
static const char_t *i_LABEL_05 = "Hello, I'm a Label, longer than first,
    ↪ longer than second and longer than third.";
static const char_t *i_LABEL_06 = "Hello, I'm a Label, longer than first,
    ↪ longer than second, longer than third and longer than fourth.";
static const char_t *i_LABEL_07 = "Mouse sensitive label";

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLayoutWidth(Layout *layout, Event *event)
{
    const EvButton *p = event_params(event, EvButton);
    real32_t width = 0;
```

```
    switch (p->index)
    {
    case 0:
        width = 0;
        break;
    case 1:
        width = 100;
        break;
    case 2:
        width = 200;
        break;
    case 3:
        width = 300;
        break;
    case 4:
        width = 400;
        break;
        cassert_default();
    }

    layout_hsize(layout, 0, width);
    layout_update(layout);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static PopUp *i_width_popup(Layout *layout)
{
    PopUp *popup = popup_create();
    popup_add_elem(popup, "Natural", NULL);
    popup_add_elem(popup, "100px", NULL);
    popup_add_elem(popup, "200px", NULL);
    popup_add_elem(popup, "300px", NULL);
    popup_add_elem(popup, "400px", NULL);
    popup_OnSelect(popup, listener(layout, i_OnLayoutWidth, Layout));
    return popup;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_labels(const bool_t multiline)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 7);
    PopUp *popup = i_width_popup(layout);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
```

```
    color_t c1 = gui_alt_color(color_rgb(192, 255, 255), color_rgb(48, 112,
        ↪ 112));
    color_t c2 = gui_alt_color(color_rgb(255, 192, 255), color_rgb(128, 48,
        ↪ 112));
    color_t c3 = gui_alt_color(color_rgb(255, 255, 192), color_rgb(112, 112,
        ↪ 48));
    label_multiline(label1, multiline);
    label_multiline(label2, multiline);
    label_multiline(label3, multiline);
    label_multiline(label4, multiline);
    label_multiline(label5, multiline);
    label_multiline(label6, multiline);
    label_text(label1, i_LABEL_01);
    label_text(label2, i_LABEL_02);
    label_text(label3, i_LABEL_03);
    label_text(label4, i_LABEL_04);
    label_text(label5, i_LABEL_05);
    label_text(label6, i_LABEL_06);
    label_bgcolor(label1, c1);
    label_bgcolor(label2, c2);
    label_bgcolor(label3, c3);
    label_bgcolor(label4, c1);
    label_bgcolor(label5, c2);
    label_bgcolor(label6, c3);
    layout_popup(layout, popup, 0, 0);
    layout_label(layout, label1, 0, 1);
    layout_label(layout, label2, 0, 2);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_label(layout, label4, 0, 4);
    layout_label(layout, label5, 0, 5);
    layout_label(layout, label6, 0, 6);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Panel *labels_single_line(void)
{
    return i_labels(FALSE);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Panel *labels_multi_line(void)
{
    return i_labels(TRUE);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
Panel *labels_mouse_over(void)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Font *font = font_system(20, ekFNORMAL | ekFPIXELS);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    label_text(label1, i_LABEL_07);
    label_text(label2, i_LABEL_07);
    label_text(label3, i_LABEL_07);
    label_text(label4, i_LABEL_07);
    label_text(label5, i_LABEL_07);
    label_font(label1, font);
    label_font(label2, font);
    label_font(label3, font);
    label_font(label4, font);
    label_font(label5, font);
    label_color_over(label1, kCOLOR_RED);
    label_color_over(label2, kCOLOR_RED);
    label_color_over(label3, kCOLOR_RED);
    label_color_over(label4, kCOLOR_RED);
    label_color_over(label5, kCOLOR_RED);
    label_style_over(label1, ekFBOLD);
    label_style_over(label2, ekFITALIC);
    label_style_over(label3, ekFSTRIKEOUT);
    label_style_over(label4, ekFUNDERLINE);
    label_bgcolor_over(label5, kCOLOR_CYAN);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 2);
    layout_label(layout, label4, 0, 3);
    layout_label(layout, label5, 0, 4);
    panel_layout(panel, layout);
    font_destroy(&font);
    return panel;
}
```

28.3. ¡Hola Button!

Listado 28.2: demo/guihello/buttons.c

```
/* Buttons demo */

#include "buttons.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>
```

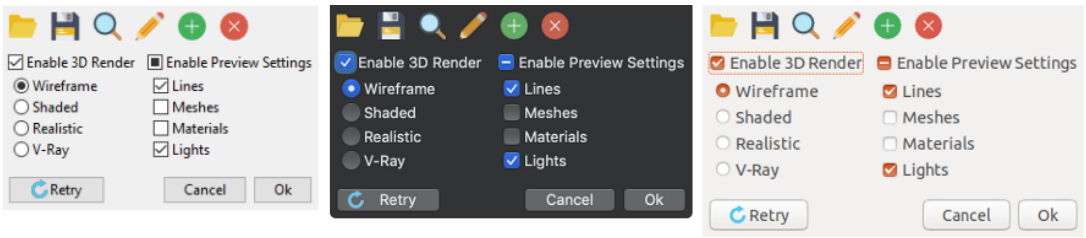


Figura 28.2: Controles `Button`.

```
/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_flatbuttons(void)
{
    Layout *layout = layout_create(6, 1);
    Button *button1 = button_flat();
    Button *button2 = button_flat();
    Button *button3 = button_flat();
    Button *button4 = button_flat();
    Button *button5 = button_flat();
    Button *button6 = button_flat();
    button_text(button1, "Open File");
    button_text(button2, "Save File");
    button_text(button3, "Search File");
    button_text(button4, "Edit File");
    button_text(button5, "Add File");
    button_text(button6, "Delete File");
    button_image(button1, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_image(button2, gui_image(DISK24_PNG));
    button_image(button3, gui_image(SEARCH24_PNG));
    button_image(button4, gui_image(EDIT24_PNG));
    button_image(button5, gui_image(PLUS24_PNG));
    button_image(button6, gui_image(ERROR24_PNG));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 1, 0);
    layout_button(layout, button3, 2, 0);
    layout_button(layout, button4, 3, 0);
    layout_button(layout, button5, 4, 0);
    layout_button(layout, button6, 5, 0);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_radios(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Button *radio1 = button_radio();
    Button *radio2 = button_radio();
```

```
    Button *radio3 = button_radio();
    Button *radio4 = button_radio();
    button_text(radio1, "&Wireframe");
    button_text(radio2, "&Shaded");
    button_text(radio3, "&Realistic");
    button_text(radio4, "&V-Ray");
    button_state(radio1, ekGUI_ON);
    layout_button(layout, radio1, 0, 0);
    layout_button(layout, radio2, 0, 1);
    layout_button(layout, radio3, 0, 2);
    layout_button(layout, radio4, 0, 3);
    layout_margin(layout, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 3);
    layout_vmargin(layout, 1, 3);
    layout_vmargin(layout, 2, 3);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_checks(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Button *check1 = button_check();
    Button *check2 = button_check();
    Button *check3 = button_check();
    Button *check4 = button_check();
    button_text(check1, "&Lines");
    button_text(check2, "M&eshes");
    button_text(check3, "M&aterials");
    button_text(check4, "L&ights");
    button_state(check1, ekGUI_ON);
    button_state(check2, ekGUI_OFF);
    button_state(check3, ekGUI_OFF);
    button_state(check4, ekGUI_ON);
    layout_button(layout, check1, 0, 0);
    layout_button(layout, check2, 0, 1);
    layout_button(layout, check3, 0, 2);
    layout_button(layout, check4, 0, 3);
    layout_margin(layout, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 3);
    layout_vmargin(layout, 1, 3);
    layout_vmargin(layout, 2, 3);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_pushes(Button **defbutton)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
```

```
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    button_text(button1, "Re&try");
    button_text(button2, "&Cancel");
    button_text(button3, "&Ok");
    button_image(button1, gui_image(RETRY_PNG));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_button(layout, button3, 3, 0);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    layout_hexpand(layout, 1);
    *defbutton = button1;
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_buttons(Button **defbutton)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Layout *layout1 = i_flatbuttons();
    Layout *layout2 = layout_create(2, 2);
    Layout *layout3 = i_radios();
    Layout *layout4 = i_checks();
    Layout *layout5 = i_pushes(defbutton);
    Button *check1 = button_check();
    Button *check2 = button_check3();
    button_text(check1, "Enable 3&D Render");
    button_text(check2, "Enable &Preview Settings");
    button_state(check1, ekGUI_ON);
    button_state(check2, ekGUI_MIXED);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 0);
    layout_button(layout2, check1, 0, 0);
    layout_layout(layout2, layout3, 0, 1);
    layout_button(layout2, check2, 1, 0);
    layout_layout(layout2, layout4, 1, 1);
    layout_layout(layout, layout2, 0, 1);
    layout_layout(layout, layout5, 0, 2);
    layout_halign(layout, 0, 0, ekLEFT);
    layout_margin(layout2, 5);
    layout_hmargin(layout2, 0, 10);
    layout_margin(layout5, 5);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *buttons_basics(Button **defbutton)
{
    Layout *layout = i_buttons(defbutton);
```

```
    Panel *panel = panel_create();
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.4. ¡Hola PopUp y Combo!

Figura 28.3: Controles PopUp.

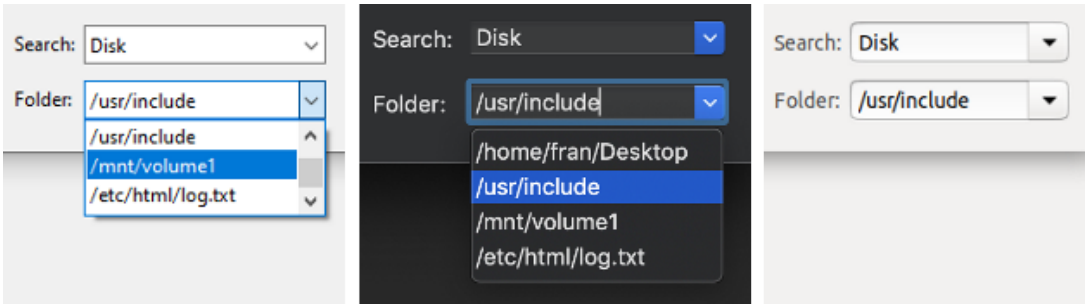


Figura 28.4: Controles Combo.

Listado 28.3: demo/guihello/popcom.c

```
/* PopUp and Combo */

#include "popcom.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _popupdata_t PopUpData;

struct _popupdata_t
{
    PopUp *popup;
};

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_destroy_data(PopUpData **data)
{
    heap_delete(data, PopUpData);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_popups(Layout *layout, PopUpData *data)
{
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    PopUp *popup1 = popup_create();
    PopUp *popup2 = popup_create();
    label_text(label1, "Language:");
    label_text(label2, "Color:");
    popup_add_elem(popup1, "English", gui_image(UKING_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "Español", gui_image(SPAIN_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "Portugues", gui_image(PORTUGAL_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "Italiana", gui_image(ITALY_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "ÊTing ệVit", gui_image(VIETNAM_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "Россия", gui_image(RUSSIA_PNG));
    popup_add_elem(popup1, "□□□", gui_image(JAPAN_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "Red", gui_image(RED_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "Blue", gui_image(BLUE_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "Green", gui_image(GREEN_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "Yellow", gui_image(YELLOW_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "Black", gui_image(BLACK_PNG));
    popup_add_elem(popup2, "White", gui_image(WHITE_PNG));
    popup_list_height(popup1, 10);
    popup_list_height(popup2, 10);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_popup(layout, popup1, 1, 0);
    layout_popup(layout, popup2, 1, 1);
    data->popup = popup1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_combos(Layout *layout)
{
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Combo *combo1 = combo_create();
    Combo *combo2 = combo_create();
    label_text(label1, "Search:");
    label_text(label2, "Folder:");
    combo_add_elem(combo1, "Search", NULL);
    combo_add_elem(combo1, "Disk", NULL);
    combo_add_elem(combo1, "Edit", NULL);
    combo_add_elem(combo2, "/home/fran/Desktop", NULL);
```

```
    combo_add_elem(combo2, "/usr/include", NULL);
    combo_add_elem(combo2, "/mnt/volume1", NULL);
    combo_add_elem(combo2, "/etc/html/log.txt", NULL);
    layout_label(layout, label1, 2, 0);
    layout_label(layout, label2, 2, 1);
    layout_combo(layout, combo1, 3, 0);
    layout_combo(layout, combo2, 3, 1);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAdd(PopUpData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    popup_add_elem(data->popup, "Español", gui_image(SPAIN_PNG));
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClear(PopUpData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    popup_clear(data->popup);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *popup_combo(void)
{
    PopUpData *data = heap_new0(PopUpData);
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(4, 4);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    i_popups(layout, data);
    i_combos(layout);
    button_text(button1, "Add elem to PopUp");
    button_text(button2, "Clear PopUp");
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnAdd, PopUpData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnClear, PopUpData));
    layout_button(layout, button1, 1, 2);
    layout_button(layout, button2, 1, 3);
    layout_margin(layout, 10);
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
    layout_vmargin(layout, 1, 10);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
```

```
    layout_hsize(layout, 1, 150);
    layout_hsize(layout, 3, 150);
    panel_layout(panel, layout);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, PopUpData);
    return panel;
}
```

28.5. ¡Hola Edit y UpDown!

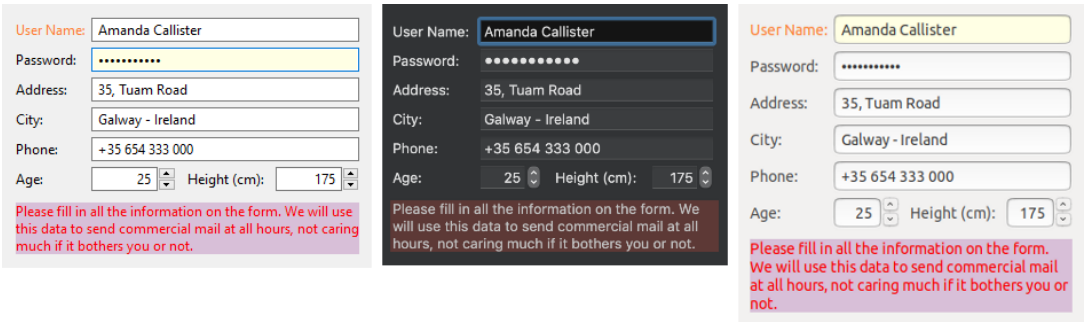


Figura 28.5: Controles `Edit` y `UpDown`.

Listado 28.4: demo/guihello/form.c

```
/* Form demo */

#include "form.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

typedef struct _form_data_t FormData;

struct _form_data_t
{
    Window *window;
    Window *modal_window;
    Button *validate_check;
};

#define BUTTON_YES 1000
#define BUTTON_NO 1001

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_data(FormData **data)
{
    cassert_no_null(data);
    cassert_no_null(*data);
```

```
    ptr_destopt(window_destroy, &(*data)->modal_window, Window);
    heap_delete(data, FormData);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFilter(void *noused, Event *e)
{
    const EvText *params = event_params(e, EvText);
    EvTextFilter *result = event_result(e, EvTextFilter);
    uint32_t i = 0, j = 0;
    while (params->text[i] != '\0')
    {
        if (params->text[i] >= '0' && params->text[i] <= '9')
        {
            result->text[j] = params->text[i];
            j += 1;
        }

        i += 1;
    }

    result->text[j] = '\0';
    result->apply = TRUE;
    unref(noused);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnModalButton(FormData *data, Event *e)
{
    Button *button = event_sender(e, Button);
    uint32_t tag = button_get_tag(button);
    window_stop_modal(data->modal_window, tag);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Window *i_modal_window(FormData *data, Edit *edit, const GuiControl *
    ↪ next, const char_t *field_text, const char_t *action_text)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout2 = layout_create(3, 1);
    Label *label = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Panel *panel = panel_create();
    Window *window = window_create(ekWINDOW_STD | ekWINDOW_ESC);
    String *str = str_printf("Do you want to validate the text '%s' of the
        ↪ EditBox '%p'? The focus will be moved to the '%p' control using the
        ↪ '%s' action.", field_text, (void *)edit, (void *)next, action_text);
```

```
    label_multiline(label, TRUE);
    label_text(label, tc(str));
    button_text(button1, "Yes");
    button_text(button2, "No");
    button_tag(button1, BUTTON_YES);
    button_tag(button2, BUTTON_NO);
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnModalButton, FormData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnModalButton, FormData));
    layout_label(layout1, label, 0, 0);
    layout_button(layout2, button1, 1, 0);
    layout_button(layout2, button2, 2, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_hsize(layout1, 0, 250);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_hmargin(layout2, 1, 5);
    layout_margin4(layout2, 0, 10, 0, 0);
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_hexpand(layout2, 0);
    window_title(window, "Data validation");
    panel_layout(panel, layout1);
    window_panel(window, panel);
    window_defbutton(window, button1);
    str_destroy(&str);
    return window;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_action_text(const gui_tab_t action)
{
    switch (action)
    {
    case ekGUI_TAB_KEY:
        return "TAB_KEY";
    case ekGUI_TAB_BACKKEY:
        return "TAB_BACKKEY";
    case ekGUI_TAB_NEXT:
        return "TAB_NEXT";
    case ekGUI_TAB_PREV:
        return "TAB_PREV";
    case ekGUI_TAB_MOVE:
        return "TAB_MOVE";
    case ekGUI_TAB_CLICK:
        return "TAB_CLICK";
    }

    return "TAB_UNKNOWN";
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static V2Df i_modal_pos(Window *window, Window *parent)
{
    V2Df pos = window_get_origin(parent);
    S2Df s1 = window_get_size(parent);
    S2Df s2 = window_get_size(window);
    real32_t x = pos.x + ((s1.width - s2.width) / 2);
    real32_t y = pos.y + ((s1.height - s2.height) / 2);
    return v2df(x, y);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static bool_t i_validate_field(FormData *data, Edit *edit, const char_t *text)
{
    FocusInfo info;
    const char_t *action_text = NULL;
    uint32_t modal_value = UINT32_MAX;
    V2Df pos;
    cassert_no_null(data);
    cassert(data->modal_window == NULL);
    window_focus_info(data->window, &info);
    action_text = i_action_text(info.action);
    data->modal_window = i_modal_window(data, edit, info.next, text,
        ↪ action_text);
    pos = i_modal_pos(data->modal_window, data->window);
    window_origin(data->modal_window, pos);
    modal_value = window_modal(data->modal_window, data->window);
    window_destroy(&data->modal_window);
    switch (modal_value)
    {
    case ekGUI_CLOSE_BUTTON:
    case ekGUI_CLOSE_ESC:
    case BUTTON_NO:
        return FALSE;
    case BUTTON_YES:
        return TRUE;
        cassert_default();
    }

    return TRUE;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnEditChange(FormData *data, Event *e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    Edit *edit = event_sender(e, Edit);
    cassert_no_null(data);
    if (button_get_state(data->validate_check) == ekGUI_ON)
    {
```

```
        bool_t *r = event_result(e, bool_t);
        *r = i_validate_field(data, edit, p->text);
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnUpDown(Edit *edit, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    int32_t n = str_to_i32(edit_get_text(edit), 10, NULL);
    char_t text[64];
    n += (params->index == 0) ? 1 : -1;
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "%d", n);
    edit_text(edit, text);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_numbers(FormData *data, color_t colorbg)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
    Label *label = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    UpDown *updown1 = updown_create();
    UpDown *updown2 = updown_create();
    label_text(label, "Height (cm):");
    edit_text(edit1, "25");
    edit_text(edit2, "175");
    edit_autoselect(edit1, TRUE);
    edit_align(edit1, ekRIGHT);
    edit_align(edit2, ekRIGHT);
    edit_OnFilter(edit1, listener(NULL, i_OnFilter, void));
    edit_OnFilter(edit2, listener(NULL, i_OnFilter, void));
    edit_OnChange(edit1, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_OnChange(edit2, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_bgcolor_focus(edit1, colorbg);
    edit_bgcolor_focus(edit2, colorbg);
    updown_OnClick(updown1, listener(edit1, i_OnUpDown, Edit));
    updown_OnClick(updown2, listener(edit2, i_OnUpDown, Edit));
    updown_tooltip(updown1, "Increase/Decrease age");
    updown_tooltip(updown2, "Increase/Decrease height");
    layout_label(layout, label, 2, 0);
    layout_edit(layout, edit1, 0, 0);
    layout_edit(layout, edit2, 3, 0);
    layout_updown(layout, updown1, 1, 0);
    layout_updown(layout, updown2, 4, 0);
    layout_hmargin(layout, 1, 10.f);
    layout_hmargin(layout, 2, 10.f);
    layout_hexpand2(layout, 0, 3, .5f);
```

```
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_edits(FormData *data)
{
    color_t colorbg = gui_alt_color(color_rgb(255, 255, 192), color_rgb(112,
        ↪ 112, 48));
    Layout *layout1 = layout_create(2, 6);
    Layout *layout2 = i_numbers(data, colorbg);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
    Edit *edit4 = edit_create();
    Edit *edit5 = edit_create();
    label_text(label1, "User Name:");
    label_text(label2, "Password:");
    label_text(label3, "Address:");
    label_text(label4, "City:");
    label_text(label5, "Phone:");
    label_text(label6, "Age:");
    label_color_over(label1, color_rgb(255, 128, 52));
    label_color_over(label2, color_rgb(70, 129, 207));
    label_color_over(label3, color_rgb(119, 188, 31));
    label_style_over(label4, ekFITALIC | ekFUNDERLINE);
    edit_text(edit1, "Amanda Callister");
    edit_text(edit2, "aQwe56nhjJk");
    edit_text(edit3, "35, Tuam Road");
    edit_text(edit4, "Galway - Ireland");
    edit_text(edit5, "+35 654 333 000");
    edit_OnChange(edit1, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_OnChange(edit2, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_OnChange(edit3, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_OnChange(edit4, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_OnChange(edit5, listener(data, i_OnEditChange, FormData));
    edit_select(edit1, 2, 6);
    edit_passmode(edit2, TRUE);
    edit_bgcolor_focus(edit1, colorbg);
    edit_bgcolor_focus(edit2, colorbg);
    edit_bgcolor_focus(edit3, colorbg);
    edit_bgcolor_focus(edit4, colorbg);
    edit_bgcolor_focus(edit5, colorbg);
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 0, 1);
```

```
    layout_label(layout1, label3, 0, 2);
    layout_label(layout1, label4, 0, 3);
    layout_label(layout1, label5, 0, 4);
    layout_label(layout1, label6, 0, 5);
    layout_edit(layout1, edit1, 1, 0);
    layout_edit(layout1, edit2, 1, 1);
    layout_edit(layout1, edit3, 1, 2);
    layout_edit(layout1, edit4, 1, 3);
    layout_edit(layout1, edit5, 1, 4);
    layout_layout(layout1, layout2, 1, 5);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_hexpand(layout1, 1);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    layout_vmargin(layout1, 4, 5);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_toolbar(FormData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    Button *check = button_check();
    button_text(check, "Field validations");
    layout_button(layout, check, 0, 0);
    data->validate_check = check;
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_form(FormData *data)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = i_edits(data);
    Layout *layout3 = i_toolbar(data);
    Label *label = label_create();
    cassert_no_null(data);
    label_multiline(label, TRUE);
    label_text(label, "Please fill in all the information on the form. We will
        ↪ use this data to send commercial mail at all hours, not caring much
        ↪ if it bothers you or not.");
    label_color(label, gui_alt_color(color_rgb(255, 0, 0), color_rgb(180, 180,
        ↪ 180)));
    label_bgcolor(label, gui_alt_color(color_rgb(216, 191, 216), color_rgb(80,
        ↪ 40, 40)));
    label_bgcolor_over(label, gui_alt_color(color_rgb(255, 250, 205), color_rgb
        ↪ (105, 100, 55)));
```

```
    label_style_over(label, ekFUNDERLINE);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 1);
    layout_label(layout1, label, 0, 2);
    layout_hsize(layout1, 0, 300);
    layout_halign(layout1, 0, 1, ekLEFT);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 1, 10);
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_tabstop(layout1, 0, 1, FALSE);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static FormData *i_form_data(Window *window)
{
    FormData *data = heap_new0(FormData);
    data->window = window;
    return data;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *form_basic(Window *window)
{
    FormData *data = i_form_data(window);
    Layout *layout = i_form(data);
    Panel *panel = panel_create();
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, FormData);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.6. ¡Hola TextSel y Clipboard!

Listado 28.5: demo/guihello/seltext.c

```
/* Text selection and clipboard demo */

#include "seltext.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

typedef struct _sel_data_t SelData;

struct _sel_data_t
{
```

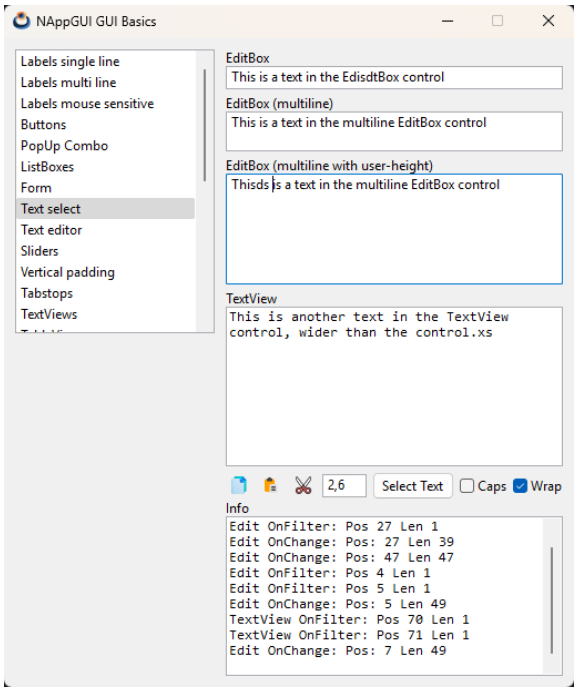


Figura 28.6: Selección de texto y operaciones en el portapapeles.

```
    Window *window;
    Edit *edit_range;
    Button *caps;
    TextView *text;
    TextView *info_text;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_data(SelData **data)
{
    heap_delete(data, SelData);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCopy(SelData *data, Event *e)
{
    GuiControl *control = NULL;
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    control = window_get_focus(data->window);
    if (guicontrol_edit(control) != NULL)
        edit_copy(guicontrol_edit(control));
    else if (guicontrol_textview(control) != NULL)
        textview_copy(guicontrol_textview(control));
```

```
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnPaste(SelData *data, Event *e)
{
    GuiControl *control = NULL;
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    control = window_get_focus(data->window);
    if (guicontrol_edit(control) != NULL)
        edit_paste(guicontrol_edit(control));
    else if (guicontrol_textview(control) != NULL)
        textview_paste(guicontrol_textview(control));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCut(SelData *data, Event *e)
{
    GuiControl *control = NULL;
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    control = window_get_focus(data->window);
    if (guicontrol_edit(control) != NULL)
        edit_cut(guicontrol_edit(control));
    else if (guicontrol_textview(control) != NULL)
        textview_cut(guicontrol_textview(control));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelect(SelData *data, Event *e)
{
    GuiControl *control = NULL;
    const char_t *range = NULL;
    String *left = NULL, *right = NULL;
    int32_t start = 0, end = 0;
    cassert_no_null(data);
    unref(e);
    control = window_get_focus(data->window);
    range = edit_get_text(data->edit_range);
    str_split_trim(range, ",", &left, &right);
    start = str_to_i32(tc(left), 10, NULL);
    end = str_to_i32(tc(right), 10, NULL);

    if (guicontrol_edit(control) != NULL)
        edit_select(guicontrol_edit(control), start, end);
    else if (guicontrol_textview(control) != NULL)
        textview_select(guicontrol_textview(control), start, end);
```

```
    str_destroy(&left);
    str_destroy(&right);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnWrap(SelData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    cassert_no_null(data);
    textview_wrap(data->text, p->state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_filter_event(SelData *data, Event *e, const bool_t from_editbox)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    cassert_no_null(data);

    /*
     * Convert the inserted text in caps.
     * p->text the control current text (const).
     * r->text the new filterd text.
     * p->cpos current caret position.
     * r->apply = TRUE means the editbox text has to be updated.
     * p->len number of chars inserted at left of caret (to caps).
     * We are working with UTF8-Strings. Sequential access.
     */
    if (button_get_state(data->caps) == ekGUI_ON && p->len > 0)
    {
        EvTextFilter *r = event_result(e, EvTextFilter);
        const char_t *src = p->text;
        char_t *dest = r->text;
        uint32_t cp = unicode_to_u32(src, ekUTF8);
        uint32_t pos = 0;
        while (cp != 0)
        {
            uint32_t offset = 0;
            if ((pos >= p->cpos - p->len && pos < p->cpos) || !from_editbox)
            {
                if (cp >= 'a' && cp <= 'z')
                    cp -= 32;
            }
            offset = unicode_to_char(cp, dest, ekUTF8);
            dest += offset;
            src = unicode_next(src, ekUTF8);
            cp = unicode_to_u32(src, ekUTF8);
            pos += 1;
        }
```

```
        *dest = 0;
        r->cpos = p->cpos;
        r->apply = TRUE;
    }

    textview_printf(data->info_text, "%s OnFilter: Pos %d Len %d\n",
        ↪ from_editbox ? "Edit" : "TextView", p->cpos, p->len);
    textview_scroll_caret(data->info_text);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnEditFilter(SelData *data, Event *e)
{
    i_filter_event(data, e, TRUE);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnEditChange(SelData *data, Event *e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    cassert_no_null(data);
    textview_printf(data->info_text, "Edit OnChange: Pos: %d Len %d\n", p->cpos
        ↪ , p->len);
    textview_scroll_caret(data->info_text);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTextViewFilter(SelData *data, Event *e)
{
    i_filter_event(data, e, FALSE);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_text_controls(SelData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(7, 1);
    Button *button1 = button_flat();
    Button *button2 = button_flat();
    Button *button3 = button_flat();
    Button *button4 = button_push();
    Button *button5 = button_check();
    Button *button6 = button_check();
    Edit *edit = edit_create();
    button_image(button1, gui_image(COPY_PNG));
    button_image(button2, gui_image(PASTE_PNG));
    button_image(button3, gui_image(CUT_PNG));
    edit_text(edit, "2,6");
```

```
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnCopy, SelData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnPaste, SelData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnCut, SelData));
    button_tooltip(button1, "Copy");
    button_tooltip(button2, "Paste");
    button_tooltip(button3, "Cut");
    button_text(button4, "Select Text");
    button_text(button5, "Caps");
    button_text(button6, "Wrap");
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnSelect, SelData));
    button_OnClick(button6, listener(data, i_OnWrap, SelData));
    button_state(button6, ekGUI_ON);
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 1, 0);
    layout_button(layout, button3, 2, 0);
    layout_edit(layout, edit, 3, 0);
    layout_button(layout, button4, 4, 0);
    layout_button(layout, button5, 5, 0);
    layout_button(layout, button6, 6, 0);
    layout_hsize(layout, 3, 40);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    layout_hmargin(layout, 3, 5);
    layout_hmargin(layout, 4, 5);
    layout_hmargin(layout, 5, 5);
    data->edit_range = edit;
    data->caps = button5;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAddText(SelData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    textview_printf(data->text, "%s", "add");
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnInsertText(SelData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    textview_cpos_printf(data->text, "%s", "ins");
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_OnDeleteText(SelData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    textview_del_select(data->text);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_textview_controls(SelData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
    Label *label = label_create();
    Button *button1 = button_flat();
    Button *button2 = button_flat();
    Button *button3 = button_flat();
    label_text(label, "TextView");
    button_image(button1, gui_image(EDIT16_PNG));
    button_image(button2, gui_image(CURSOR16_PNG));
    button_image(button3, gui_image(ERROR16_PNG));
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnAddText, SelData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnInsertText, SelData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnDeleteText, SelData));
    button_tooltip(button1, "Add text at the end of TextView");
    button_tooltip(button2, "Insert text at cursor position in TextView");
    button_tooltip(button3, "Delete the selected text, without copy into
        ↪ clipboard");
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 2, 0);
    layout_button(layout, button2, 3, 0);
    layout_button(layout, button3, 4, 0);
    layout_hexpand(layout, 1);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(SelData *data)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 11);
    Layout *layout2 = i_textview_controls(data);
    Layout *layout3 = i_text_controls(data);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_multiline();
    Edit *edit3 = edit_multiline();
    TextView *text1 = textview_create();
    TextView *text2 = textview_create();
```

```
    cassert_no_null(data);
    label_text(label1, "EditBox");
    label_text(label2, "EditBox (multiline)");
    label_text(label3, "EditBox (multiline with user-height)");
    label_text(label5, "Info");
    edit_text(edit1, "This is a text in the EditBox control");
    edit_text(edit2, "This is a text in the multiline EditBox control");
    edit_text(edit3, "This is a text in the multiline EditBox control");
    edit_min_height(edit3, 100);
    edit_OnFilter(edit1, listener(data, i_OnEditFilter, SelData));
    edit_OnFilter(edit2, listener(data, i_OnEditFilter, SelData));
    edit_OnFilter(edit3, listener(data, i_OnEditFilter, SelData));
    edit_OnChange(edit1, listener(data, i_OnEditChange, SelData));
    edit_OnChange(edit2, listener(data, i_OnEditChange, SelData));
    edit_OnChange(edit3, listener(data, i_OnEditChange, SelData));
    textview_writef(text1, "This is another text in the TextView control, wider
        ↪  than the control.");
    textview_editable(text1, TRUE);
    textview_OnFilter(text1, listener(data, i_OnTextViewFilter, SelData));
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_edit(layout1, edit1, 0, 1);
    layout_label(layout1, label2, 0, 2);
    layout_edit(layout1, edit2, 0, 3);
    layout_label(layout1, label3, 0, 4);
    layout_edit(layout1, edit3, 0, 5);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 6);
    layout_textview(layout1, text1, 0, 7);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 8);
    layout_label(layout1, label5, 0, 9);
    layout_textview(layout1, text2, 0, 10);
    layout_tabstop(layout1, 0, 6, FALSE);
    layout_tabstop(layout1, 0, 7, TRUE);
    layout_tabstop(layout1, 0, 8, FALSE);
    layout_halign(layout1, 0, 8, ekLEFT);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    layout_vmargin(layout1, 5, 5);
    layout_vmargin(layout1, 7, 5);
    data->text = text1;
    data->info_text = text2;
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static SelData *i_seldata(Window *window)
{
    SelData *data = heap_new0(SelData);
    data->window = window;
    return data;
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *seltext(Window *window)
{
    SelData *data = i_seldata(window);
    Layout *layout = i_layout(data);
    Panel *panel = panel_create();
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, SelData);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.7. ¡Hola TextEditor!

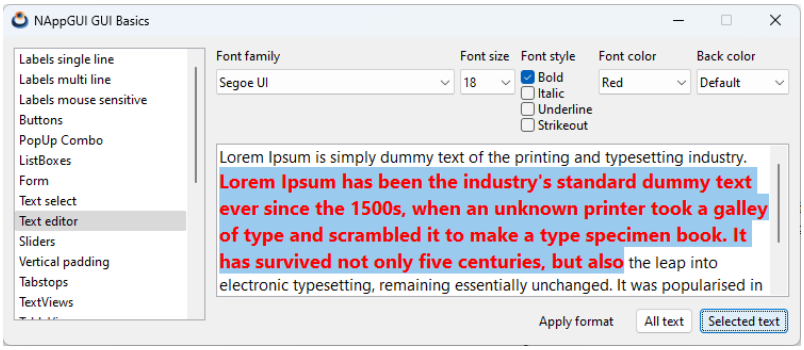


Figura 28.7: Funciones de edición de texto.

Listado 28.6: demo/guihello/editor.c

```
/* Text editor demo */

#include "editor.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

typedef struct _edit_data_t EditData;

struct _edit_data_t
{
    ArrPt(String) *fonts;
    Window *window;
    TextView *text;
    PopUp *family_popup;
    PopUp *size_popup;
    PopUp *color_popup;
```

```
    PopUp *back_popup;
    Button *bold_check;
    Button *italic_check;
    Button *under_check;
    Button *strike_check;
};

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static color_t i_COLORS[9];

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_data(EditData **data)
{
    cassert_no_null(data);
    cassert_no_null(*data);
    arrpt_destroy(&(*data)->fonts, str_destroy, String);
    heap_delete(data, EditData);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_set_params(EditData *data)
{
    const char_t *ffamily = NULL;
    const char_t *tsize = NULL;
    real32_t fsize = 0;
    uint32_t fstyle = 0;
    color_t color = 0;
    color_t back = 0;
    cassert_no_null(data);

    /* Get text attribs from GUI controls */
    ffamily = popup_get_text(data->family_popup, popup_get_selected(data->
        ↪ family_popup));
    tsize = popup_get_text(data->size_popup, popup_get_selected(data->
        ↪ size_popup));
    fsize = str_to_r32(tsize, NULL);

    if (button_get_state(data->bold_check) == ekGUI_ON)
        fstyle |= ekFBOLD;
    if (button_get_state(data->italic_check) == ekGUI_ON)
        fstyle |= ekFITALIC;
    if (button_get_state(data->under_check) == ekGUI_ON)
        fstyle |= ekFUNDERLINE;
    if (button_get_state(data->strike_check) == ekGUI_ON)
        fstyle |= ekFSTRIKEOUT;

    color = i_COLORS[popup_get_selected(data->color_popup)];
    back = i_COLORS[popup_get_selected(data->back_popup)];
```

```
    /* Set textview params */
    textview_family(data->text, ffamily);
    textview_fsize(data->text, fsize);
    textview_fstyle(data->text, fstyle);
    textview_color(data->text, color);
    textview_bgcolor(data->text, back);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSetParams(EditData *data, Event *e)
{
    i_set_params(data);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static PopUp *i_font_popup(EditData *data)
{
    PopUp *popup = popup_create();
    Font *sfont = font_system(15, 0);
    const char_t *fname = font_family(sfont);
    uint32_t sel = UINT32_MAX;
    uint32_t arial = UINT32_MAX;
    cassert_no_null(data);
    data->fonts = font_installed_families();

    arrpt_foreach_const(font, data->fonts, String)
        popup_add_elem(popup, tc(font), NULL);
        if (str_equ(font, fname) == TRUE)
            sel = font_i;
        if (str_equ_nocase(tc(font), "Arial") == TRUE)
            arial = font_i;
    arrpt_end()

    if (sel != UINT32_MAX)
        popup_selected(popup, sel);
    else if (arial != UINT32_MAX)
        popup_selected(popup, arial);
    else
        popup_selected(popup, 0);

    popup_list_height(popup, 20);
    popup_OnSelect(popup, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    font_destroy(&sfont);
    return popup;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static PopUp *i_font_size(EditData *data)
{
    PopUp *popup = popup_create();
    uint32_t i = 0;
    for (i = 10; i <= 30; ++i)
    {
        char_t buf[32];
        bstd_sprintf(buf, sizeof(buf), "%d", i);
        popup_add_elem(popup, buf, NULL);
    }
    popup_OnSelect(popup, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    return popup;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static PopUp *i_font_color(EditData *data)
{
    PopUp *popup = popup_create();
    popup_add_elem(popup, "Default", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Black", NULL);
    popup_add_elem(popup, "White", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Red", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Green", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Blue", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Yellow", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Cyan", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Magenta", NULL);
    popup_OnSelect(popup, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    return popup;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_font_style(EditData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Button *button1 = button_check();
    Button *button2 = button_check();
    Button *button3 = button_check();
    Button *button4 = button_check();
    cassert_no_null(data);
    button_text(button1, "Bold");
    button_text(button2, "Italic");
    button_text(button3, "Underline");
    button_text(button4, "Strikeout");
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
```

```
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnSetParams, EditData));
    data->bold_check = button1;
    data->italic_check = button2;
    data->under_check = button3;
    data->strike_check = button4;
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_text_controls(EditData *data)
{
    Layout *layout1 = layout_create(5, 2);
    Layout *layout2 = i_font_style(data);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    PopUp *popup1 = i_font_popup(data);
    PopUp *popup2 = i_font_size(data);
    PopUp *popup3 = i_font_color(data);
    PopUp *popup4 = i_font_color(data);
    label_text(label1, "Font family");
    label_text(label2, "Font size");
    label_text(label3, "Font style");
    label_text(label4, "Font color");
    label_text(label5, "Back color");
    popup_selected(popup2, 5);
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 1, 0);
    layout_label(layout1, label3, 2, 0);
    layout_label(layout1, label4, 3, 0);
    layout_label(layout1, label5, 4, 0);
    layout_popup(layout1, popup1, 0, 1);
    layout_popup(layout1, popup2, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout2, 2, 1);
    layout_popup(layout1, popup3, 3, 1);
    layout_popup(layout1, popup4, 4, 1);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_hmargin(layout1, 1, 5);
    layout_hmargin(layout1, 2, 5);
    layout_hmargin(layout1, 3, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_valign(layout1, 0, 1, ekTOP);
    layout_valign(layout1, 1, 1, ekTOP);
    layout_valign(layout1, 2, 1, ekTOP);
    layout_valign(layout1, 3, 1, ekTOP);
```

```
    layout_valign(layout1, 4, 1, ekTOP);
    data->family_popup = popup1;
    data->size_popup = popup2;
    data->color_popup = popup3;
    data->back_popup = popup4;
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnInsertText(EditData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    textview_cpos_printf(data->text, "%s", "ins");
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAddText(EditData *data, Event *e)
{
    cassert_no_null(data);
    textview_printf(data->text, "%s", "add");
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_apply_params(EditData *data, const bool_t apply_all)
{
    /* Apply the format */
    if (apply_all == TRUE)
        textview_apply_all(data->text);
    else
        textview_apply_select(data->text);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnApplyAll(EditData *data, Event *e)
{
    i_apply_params(data, TRUE);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnApplySel(EditData *data, Event *e)
{
    i_apply_params(data, FALSE);
    unref(e);
```

```
}

/*------------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_apply_buttons(EditData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
    Label *label = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    label_text(label, "Apply format");
    button_text(button1, "Insert text");
    button_text(button2, "Add text");
    button_text(button3, "All text");
    button_text(button4, "Selected text");
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnInsertText, EditData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnAddText, EditData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnApplyAll, EditData));
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnApplySel, EditData));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 1, 0);
    layout_label(layout, label, 2, 0);
    layout_button(layout, button3, 3, 0);
    layout_button(layout, button4, 4, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    layout_hmargin(layout, 3, 5);
    return layout;
}

/*------------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(EditData *data)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = i_text_controls(data);
    Layout *layout3 = i_apply_buttons(data);
    TextView *text = textview_create();
    cassert_no_null(data);
    textview_editable(text, TRUE);
    textview_show_select(text, TRUE);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_textview(layout1, text, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 2);
    layout_halign(layout1, 0, 2, ekRIGHT);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 1, 10);
    layout_tabstop(layout1, 0, 1, TRUE);
```

```
    data->text = text;
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static EditData *i_edit_data(Window *window)
{
    EditData *data = heap_new0(EditData);
    data->window = window;
    return data;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_colors(void)
{
    i_COLORS[0] = kCOLOR_DEFAULT;
    i_COLORS[1] = kCOLOR_BLACK;
    i_COLORS[2] = kCOLOR_WHITE;
    i_COLORS[3] = kCOLOR_RED;
    i_COLORS[4] = kCOLOR_GREEN;
    i_COLORS[5] = kCOLOR_BLUE;
    i_COLORS[6] = kCOLOR_YELLOW;
    i_COLORS[7] = kCOLOR_CYAN;
    i_COLORS[8] = kCOLOR_MAGENTA;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *editor(Window *window)
{
    EditData *data = i_edit_data(window);
    Layout *layout = i_layout(data);
    Panel *panel = panel_create();
    i_colors();
    i_set_params(data);
    i_apply_params(data, TRUE);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, EditData);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.8. ¡Hola ListBox!

Listado 28.7: demo/guihello/listboxes.c

```
/* Listboxes */

#include "listboxes.h"
```

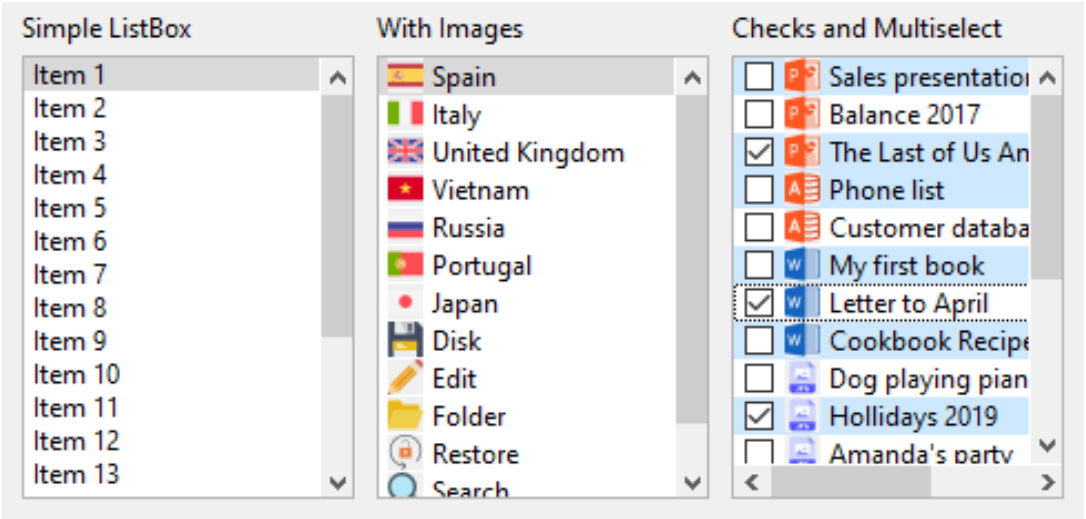


Figura 28.8: Controles `ListBox`.

```
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static ListBox *i_full_listbox(void)
{
    ListBox *listbox = listbox_create();
    listbox_size(listbox, s2df(150, 200));
    listbox_multisel(listbox, TRUE);
    listbox_checkbox(listbox, TRUE);
    listbox_add_elem(listbox, "Sales presentation", gui_image(POWERPOINT_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Balance 2017", gui_image(POWERPOINT_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "The Last of Us Analysis", gui_image(
        ↪ POWERPOINT_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Phone list", gui_image(ACCESS_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Customer database", gui_image(ACCESS_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "My first book", gui_image(WORD_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Letter to April", gui_image(WORD_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Cookbook Recipes", gui_image(WORD_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Dog playing piano", gui_image(JPG_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Hollidays 2019", gui_image(JPG_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Amanda's party", gui_image(JPG_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Flying", gui_image(JPG_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "The C Programing Language", gui_image(PDF_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Graphics Programing with GDI+", gui_image(
        ↪ PDF_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Personal finances", gui_image(EXCEL_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Stocks 2017", gui_image(EXCEL_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Website Dashboard", gui_image(EXCEL_PNG));
```

```
    listbox_add_elem(listbox, "Open Issues", gui_image(DOCUMENT_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "TODO List", gui_image(DOCUMENT_PNG));
    listbox_select(listbox, 0, TRUE);
    return listbox;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static ListBox *i_image_listbox(void)
{
    ListBox *listbox = listbox_create();
    listbox_size(listbox, s2df(150, 200));
    listbox_add_elem(listbox, "Spain", gui_image(SPAIN_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Italy", gui_image(ITALY_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "United Kingdom", gui_image(UKING_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Vietnam", gui_image(VIETNAM_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Russia", gui_image(RUSSIA_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Portugal", gui_image(PORTUGAL_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Japan", gui_image(JAPAN_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Disk", gui_image(DISK16_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Edit", gui_image(EDIT16_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Folder", gui_image(FOLDER16_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Restore", gui_image(RESTORE16_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Search", gui_image(SEARCH16_PNG));
    listbox_add_elem(listbox, "Error", gui_image(ERROR16_PNG));
    listbox_select(listbox, 0, TRUE);
    return listbox;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static ListBox *i_simple_listbox(void)
{
    ListBox *listbox = listbox_create();
    listbox_size(listbox, s2df(150, 200));
    listbox_add_elem(listbox, "Item 1", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "Item 2", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "Item 3", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "Item 4", NULL);
    listbox_color(listbox, 0, gui_alt_color(color_rgb(128, 0, 0), kCOLOR_RED));
    listbox_color(listbox, 1, gui_alt_color(color_rgb(0, 128, 0), kCOLOR_GREEN)
        ↪ );
    listbox_color(listbox, 2, gui_alt_color(color_rgb(0, 0, 128), kCOLOR_BLUE))
        ↪ ;
    listbox_select(listbox, 0, TRUE);
    return listbox;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Panel *listboxes(void)
```

```
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(3, 2);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    ListBox *listbox1 = i_simple_listbox();
    ListBox *listbox2 = i_image_listbox();
    ListBox *listbox3 = i_full_listbox();
    label_text(label1, "Simple ListBox");
    label_text(label2, "With Images");
    label_text(label3, "Checks and Multiselect");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 1, 0);
    layout_label(layout, label3, 2, 0);
    layout_listbox(layout, listbox1, 0, 1);
    layout_listbox(layout, listbox2, 1, 1);
    layout_listbox(layout, listbox3, 2, 1);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.9. ¡Hola Slider y Progress!

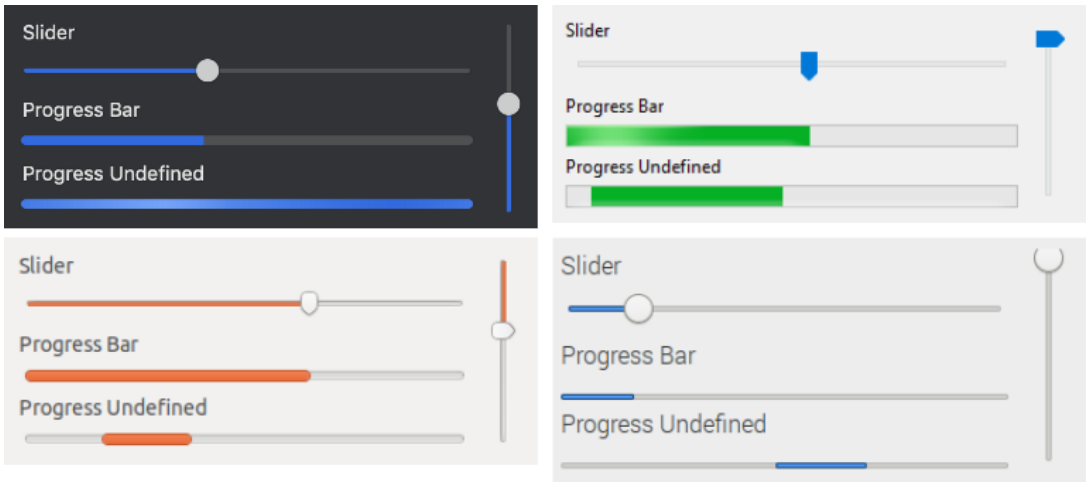


Figura 28.9: Controles `Slider` y `Progress`.

Listado 28.8: demo/guihello/sliders.c

```
/* Sliders */
```

```
#include "sliders.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(Progress *prog, Event *event)
{
    const EvSlider *params = event_params(event, EvSlider);
    progress_value(prog, params->pos);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *sliders(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 8);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    Slider *slider3 = slider_vertical();
    Progress *prog1 = progress_create();
    Progress *prog2 = progress_create();
    Panel *panel = panel_create();
    label_text(label1, "Slider");
    label_text(label2, "Slider (discrete 6 steps)");
    label_text(label3, "Progress Bar");
    label_text(label4, "Progress Undefined");
    slider_steps(slider2, 6);
    slider_tooltip(slider1, "Horizontal Slider");
    slider_tooltip(slider2, "Horizontal Discrete Slider");
    slider_tooltip(slider3, "Vertical Slider");
    slider_OnMoved(slider1, listener(prog1, i_OnSlider, Progress));
    progress_undefined(prog2, TRUE);
    layout_label(layout2, label1, 0, 0);
    layout_label(layout2, label2, 0, 2);
    layout_label(layout2, label3, 0, 4);
    layout_label(layout2, label4, 0, 6);
    layout_slider(layout2, slider1, 0, 1);
    layout_slider(layout2, slider2, 0, 3);
    layout_slider(layout1, slider3, 1, 0);
    layout_progress(layout2, prog1, 0, 5);
    layout_progress(layout2, prog2, 0, 7);
    layout_hsize(layout2, 0, 300);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_vmargin(layout2, 0, 5);
    layout_vmargin(layout2, 1, 5);
```

```
    layout_vmargin(layout2, 2, 5);
    layout_vmargin(layout2, 3, 5);
    layout_vmargin(layout2, 4, 5);
    layout_vmargin(layout2, 5, 5);
    layout_vmargin(layout2, 6, 5);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}
```

28.10. ¡Hola TextView!

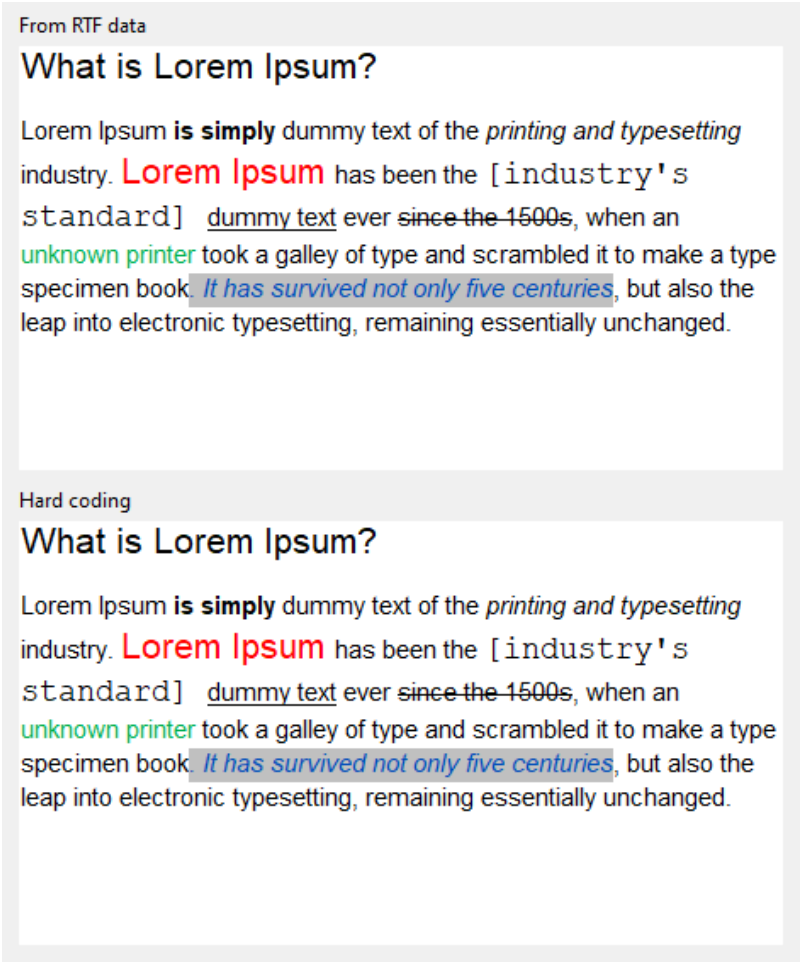


Figura 28.10: Control de texto enriquecido.

Listado 28.9: demo/guihello/textviews.c

```
/* Use of textviews */

#include "textviews.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_set_rtf(TextView *text)
{
    ResPack *pack = res_guihello_respack("");
    uint32_t size = 0;
    const byte_t *data = respack_file(pack, TEXTVIEW_RTF, &size);
    Stream *stm = stm_from_block(data, size);
    textview_rtf(text, stm);
    stm_close(&stm);
    respack_destroy(&pack);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_set_hard_coding(TextView *text)
{
    textview_units(text, ekFPOINTS);
    textview_lspacing(text, 1.15f);
    textview_afspace(text, 10);
    textview_family(text, "Arial");
    textview_fsize(text, 16);
    textview_writef(text, "What is Lorem Ipsum?\n");
    textview_fsize(text, 11);
    textview_writef(text, "Lorem Ipsum ");
    textview_fstyle(text, ekFBOLD);
    textview_writef(text, "is simply");
    textview_fstyle(text, ekFNORMAL);
    textview_writef(text, " dummy text of the ");
    textview_fstyle(text, ekFITALIC);
    textview_writef(text, "printing and typesetting ");
    textview_fstyle(text, ekFNORMAL);
    textview_writef(text, "industry. ");
    textview_fsize(text, 16);
    textview_color(text, color_rgb(255, 0, 0));
    textview_writef(text, "Lorem Ipsum ");
    textview_color(text, kCOLOR_DEFAULT);
    textview_fsize(text, 11);
    textview_writef(text, "has been the ");
    textview_family(text, "Courier New");
    textview_fsize(text, 14);
    textview_writef(text, "[industry's standard] ");
    textview_family(text, "Arial");
    textview_fsize(text, 11);
    textview_fstyle(text, ekFUNDERLINE);
```

```
    textview_writef(text, "dummy text");
    textview_fstyle(text, ekFNORMAL);
    textview_writef(text, " ever ");
    textview_fstyle(text, ekFSTRIKEOUT);
    textview_writef(text, "since the 1500s");
    textview_fstyle(text, ekFNORMAL);
    textview_writef(text, ", when an ");
    textview_color(text, color_rgb(0, 176, 80));
    textview_writef(text, "unknown printer ");
    textview_color(text, kCOLOR_DEFAULT);
    textview_writef(text, "took a galley of type and scrambled it to make a
        ↪ type specimen book");
    textview_fstyle(text, ekFITALIC);
    textview_color(text, color_rgb(0, 77, 187));
    textview_bgcolor(text, color_rgb(192, 192, 192));
    textview_writef(text, ". It has survived not only five centuries");
    textview_fstyle(text, ekFNORMAL);
    textview_color(text, kCOLOR_DEFAULT);
    textview_bgcolor(text, kCOLOR_DEFAULT);
    textview_writef(text, ", but also the leap into electronic typesetting,
        ↪ remaining essentially unchanged.");
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Panel *textviews(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    TextView *text1 = textview_create();
    TextView *text2 = textview_create();
    Panel *panel = panel_create();
    label_text(label1, "From RTF data");
    label_text(label2, "Hard coding");
    textview_size(text1, s2df(450, 250));
    textview_size(text2, s2df(450, 250));
    i_set_rtf(text1);
    i_set_hard_coding(text2);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 2);
    layout_textview(layout, text1, 0, 1);
    layout_textview(layout, text2, 0, 3);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 10);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.11. ¡Hola TableView!

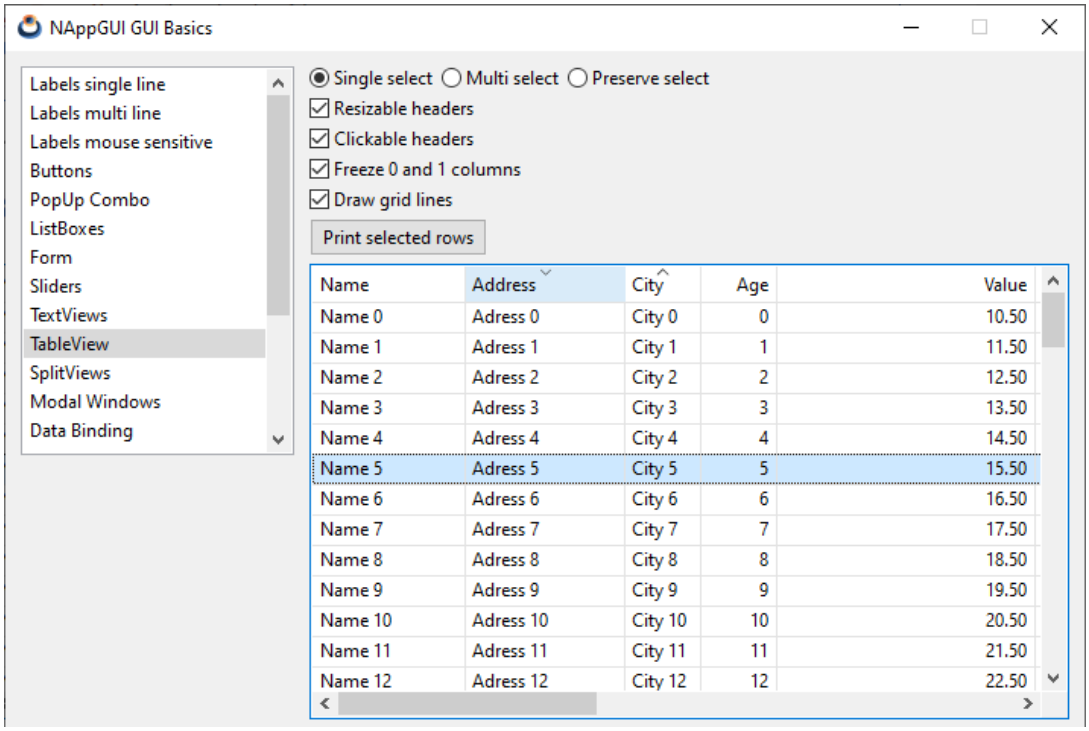


Figura 28.11: Control de tabla.

Listado 28.10: demo/guihello/table.c

```
/* Use of tables */

#include "table.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _appdata_t AppData;

struct _appdata_t
{
    TableView *table;
    TextView *text;
    char_t temp_string[256];
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_appdata(AppData **data)
{
    heap_delete(data, AppData);
}
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/

/* AppData must contain the real data access(array, stream, etc) */
static void i_OnTableData(AppData *data, Event *e)
{
    uint32_t etype = event_type(e);

    switch (etype)
    {
    case ekGUI_EVENT_TBL_NROWS:
    {
        uint32_t *n = event_result(e, uint32_t);
        *n = 100;
        break;
    }

    case ekGUI_EVENT_TBL_CELL:
    {
        const EvTbPos *pos = event_params(e, EvTbPos);
        EvTbCell *cell = event_result(e, EvTbCell);

        switch (pos->col)
        {
        case 0:
            cell->align = ekLEFT;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Name %d
                ↪ ", pos->row);
            break;

        case 1:
            cell->align = ekLEFT;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Adress
                ↪ %d", pos->row);
            break;

        case 2:
            cell->align = ekLEFT;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "City %d
                ↪ ", pos->row);
            break;

        case 3:
            cell->align = ekRIGHT;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "%d",
                ↪ pos->row);
            break;

        case 4:
            cell->align = ekRIGHT;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "%.2f",
```

```
                ↪ 10.5f + pos->row);
            break;

        case 5:
            cell->align = ekCENTER;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Extra
                ↪ Data 1 %d", pos->row);
            break;

        case 6:
            cell->align = ekCENTER;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Extra
                ↪ Data 2 %d", pos->row);
            break;

        case 7:
            cell->align = ekCENTER;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Extra
                ↪ Data 3 %d", pos->row);
            break;

        case 8:
            cell->align = ekCENTER;
            bstd_sprintf(data->temp_string, sizeof(data->temp_string), "Extra
                ↪ Data 4 %d", pos->row);
            break;

            cassert_default();
        }

        cell->text = data->temp_string;
        break;
    }
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnHeaderClick(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    textview_printf(data->text, "Click on Header: %d\n", p->index);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMultisel(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    if (p->index == 0)
        tableview_multisel(data->table, FALSE, FALSE);
```

```
    else if (p->index == 1)
        tableview_multisel(data->table, TRUE, FALSE);
    else if (p->index == 2)
        tableview_multisel(data->table, TRUE, TRUE);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnResizeCheck(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    bool_t resizable = p->state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE;
    tableview_header_resizable(data->table, resizable);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnHeaderCheck(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    bool_t clickable = p->state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE;
    tableview_header_clickable(data->table, clickable);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFreezeCheck(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    uint32_t col_freeze = p->state == ekGUI_ON ? 1 : UINT32_MAX;
    tableview_column_freeze(data->table, col_freeze);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnGridCheck(AppData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    bool_t grid = p->state == ekGUI_ON ? TRUE : FALSE;
    tableview_grid(data->table, grid, grid);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnPrintsel(AppData *data, Event *e)
{
    const ArrSt(uint32_t) *sel = tableview_selected(data->table);
    uint32_t n = arrst_size(sel, uint32_t);
    textview_writef(data->text, "Selected rows: ");
    arrst_foreach_const(row, sel, uint32_t)
        textview_printf(data->text, "%d", *row);
```

```
        if (row_i < n - 1)
            textview_writef(data->text, ", ");
    arrst_end()
    textview_writef(data->text, "\n");
    unref(e);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_table_control_layout(AppData *data)
{
    Layout *layout1 = layout_create(3, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 6);
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    Button *button4 = button_check();
    Button *button5 = button_check();
    Button *button6 = button_check();
    Button *button7 = button_check();
    Button *button8 = button_push();
    button_text(button1, "Single select");
    button_text(button2, "Multi select");
    button_text(button3, "Preserve select");
    button_text(button4, "Resizable headers");
    button_text(button5, "Clickable headers");
    button_text(button6, "Freeze 0 and 1 columns");
    button_text(button7, "Draw grid lines");
    button_text(button8, "Print selected rows");
    button_state(button1, ekGUI_ON);
    button_state(button4, ekGUI_ON);
    button_state(button5, ekGUI_ON);
    button_state(button6, ekGUI_ON);
    button_state(button7, ekGUI_ON);
    layout_button(layout1, button1, 0, 0);
    layout_button(layout1, button2, 1, 0);
    layout_button(layout1, button3, 2, 0);
    layout_layout(layout2, layout1, 0, 0);
    layout_button(layout2, button4, 0, 1);
    layout_button(layout2, button5, 0, 2);
    layout_button(layout2, button6, 0, 3);
    layout_button(layout2, button7, 0, 4);
    layout_button(layout2, button8, 0, 5);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5.f);
    layout_hmargin(layout1, 1, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 0, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 1, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 2, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 3, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 4, 5.f);
    layout_halign(layout2, 0, 0, ekLEFT);
```

```
    layout_halign(layout2, 0, 5, ekLEFT);
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnMultisel, AppData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnMultisel, AppData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnMultisel, AppData));
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnResizeCheck, AppData));
    button_OnClick(button5, listener(data, i_OnHeaderCheck, AppData));
    button_OnClick(button6, listener(data, i_OnFreezeCheck, AppData));
    button_OnClick(button7, listener(data, i_OnGridCheck, AppData));
    button_OnClick(button8, listener(data, i_OnPrintsel, AppData));
    return layout2;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *table_view(void)
{
    Panel *panel = panel_create();
    AppData *data = heap_new0(AppData);
    TableView *table = tableview_create();
    TextView *text = textview_create();
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = i_table_control_layout(data);
    data->table = table;
    data->text = text;
    tableview_size(table, s2df(500, 300));
    tableview_OnData(table, listener(data, i_OnTableData, AppData));
    tableview_OnHeaderClick(table, listener(data, i_OnHeaderClick, AppData));
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_header_clickable(table, TRUE);
    tableview_header_resizable(table, TRUE);
    tableview_header_indicator(table, 1, ekINDDOWN_ARROW);
    tableview_header_indicator(table, 2, ekINDUP_ARROW);
    tableview_header_title(table, 0, "Name");
    tableview_header_title(table, 1, "Address");
    tableview_header_title(table, 2, "City");
    tableview_header_title(table, 3, "Age");
    tableview_header_title(table, 4, "Value");
    tableview_header_title(table, 5, "Extra\nData 1");
    tableview_header_title(table, 6, "Extra\nData 2");
    tableview_header_title(table, 7, "Extra\nData 3");
    tableview_header_title(table, 8, "Extra\nData 4");
    tableview_column_width(table, 0, 100);
    tableview_column_width(table, 1, 105);
```

```
    tableview_column_width(table, 2, 50);
    tableview_column_width(table, 3, 50);
    tableview_column_width(table, 4, 170);
    tableview_column_width(table, 5, 200);
    tableview_column_width(table, 6, 200);
    tableview_column_width(table, 7, 200);
    tableview_column_width(table, 8, 200);
    tableview_column_limits(table, 2, 50, 100);
    tableview_column_freeze(table, 1);
    tableview_header_align(table, 0, ekLEFT);
    tableview_header_align(table, 1, ekLEFT);
    tableview_header_align(table, 2, ekLEFT);
    tableview_header_align(table, 3, ekRIGHT);
    tableview_header_align(table, 4, ekRIGHT);
    tableview_header_align(table, 5, ekCENTER);
    tableview_header_align(table, 6, ekCENTER);
    tableview_header_align(table, 7, ekCENTER);
    tableview_header_align(table, 8, ekCENTER);
    tableview_multisel(table, FALSE, FALSE);
    tableview_header_visible(table, TRUE);
    tableview_grid(table, TRUE, TRUE);
    tableview_update(table);

    {
        uint32_t row = 20;
        tableview_select(table, &row, 1);
        tableview_focus_row(table, row, ekBOTTOM);
    }

    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_tableview(layout1, table, 0, 1);
    layout_textview(layout1, text, 0, 2);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5.f);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5.f);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_appdata, AppData);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}
```

28.12. ¡Hola SplitView!

Listado 28.11: demo/guihello/splits.c

```
/* Use of splitviews */

#include "splits.h"
#include <gui/guiall.h>

static const char_t *i_LOREM = "Lorem Ipsum is simply dummy text of the
    ↪ printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's
```

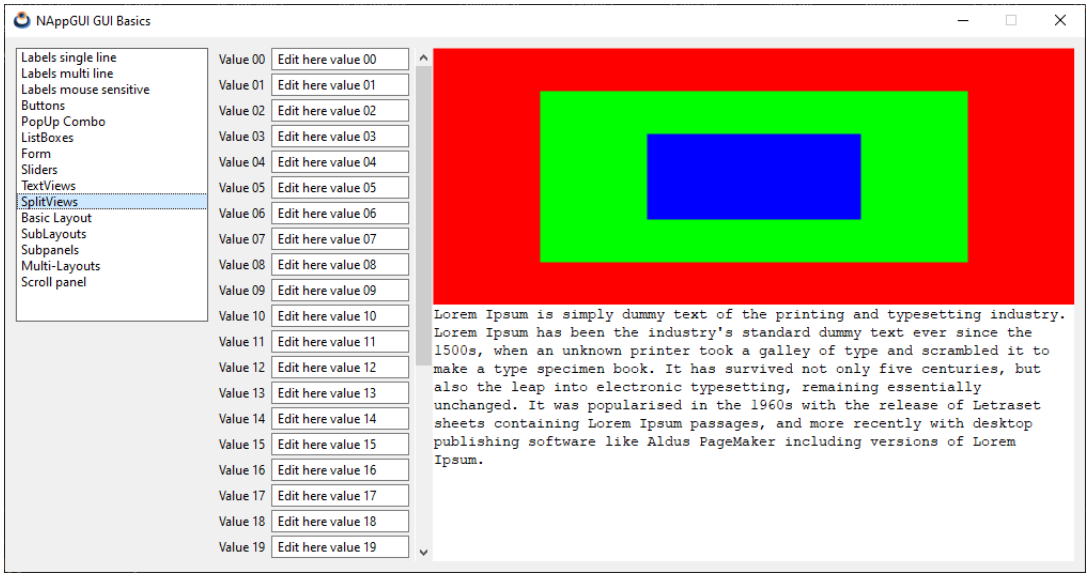


Figura 28.12: SplitView.

```
    ↪ standard dummy text ever since the 1500s, when an unknown printer took a
    ↪  galley of type and scrambled it to make a type specimen book. It has
    ↪ survived not only five centuries, but also the leap into electronic
    ↪ typesetting, remaining essentially unchanged. It was popularised in the
    ↪ 1960s with the release of Letraset sheets containing Lorem Ipsum
    ↪ passages, and more recently with desktop publishing software like Aldus
    ↪ PageMaker including versions of Lorem Ipsum.";

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(View *view, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    real32_t p0 = p->width / 6;
    real32_t p1 = p->height / 6;
    real32_t p2 = p->width / 3;
    real32_t p3 = p->height / 3;
    unref(view);
    draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_RED);
    draw_rect(p->ctx, ekFILL, 0, 0, p->width, p->height);
    draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_GREEN);
    draw_rect(p->ctx, ekFILL, p0, p1, p->width - 2 * p0, p->height - 2 * p1);
    draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_rect(p->ctx, ekFILL, p2, p3, p->width - 2 * p2, p->height - 2 * p3);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Panel *i_left_panel(void)
{
    uint32_t i, n = 32;
    Panel *panel = panel_scroll(FALSE, TRUE);
    Layout *layout = layout_create(2, n);
    real32_t rmargin = panel_scroll_width(panel);

    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        char_t text[64];
        Label *label = label_create();
        Edit *edit = edit_create();
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Value %02d", i);
        label_text(label, text);
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Edit here value %02d", i);
        edit_text(edit, text);
        layout_label(layout, label, 0, i);
        layout_edit(layout, edit, 1, i);
    }

    for (i = 0; i < n - 1; ++i)
        layout_vmargin(layout, i, 3);

    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_margin4(layout, 0, rmargin, 0, 0);
    layout_hexpand(layout, 1);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *split_panel(void)
{
    Panel *panel1 = panel_create();
    Panel *panel2 = i_left_panel();
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    SplitView *split1 = splitview_vertical();
    SplitView *split2 = splitview_horizontal();
    TextView *text = textview_create();
    View *view = view_create();
    textview_writef(text, i_LOREM);
    view_size(view, s2df(400, 200));
    textview_size(text, s2df(400, 200));
    view_OnDraw(view, listener(view, i_OnDraw, View));
    splitview_view(split2, view, FALSE);
    splitview_textview(split2, text, FALSE);
    splitview_panel(split1, panel2);
    splitview_splitview(split1, split2);
    layout_splitview(layout, split1, 0, 0);
    panel_layout(panel1, layout);
```

```
    return panel1;
}
```

28.13. ¡Hola Modal Window!

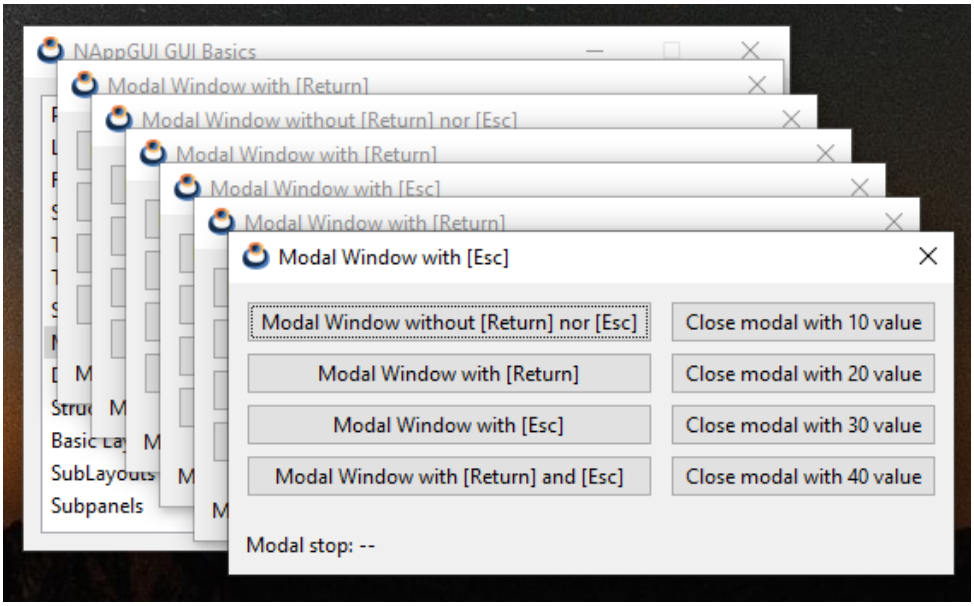


Figura 28.13: Ventanas modales.

Listado 28.12: demo/guihello/modalwin.c

```
/* Listboxes */

#include "modalwin.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _modal_data_t ModalData;

struct _modal_data_t
{
    uint32_t type;
    Label *label;
    Window *parent;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_MODAL0 = "Modal Window without [Return] nor [Esc]";
static const char_t *i_MODAL1 = "Modal Window with [Return]";
static const char_t *i_MODAL2 = "Modal Window with [Esc]";
```

```
static const char_t *i_MODAL3 = "Modal Window with [Return] and [Esc]";

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_modal_layout(ModalData *data);

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static ModalData* i_modal_data(Window* parent)
{
    ModalData *data = heap_new0(ModalData);
    data->parent = parent;
    data->type = UINT32_MAX;
    return data;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_modal_data(ModalData** data)
{
    heap_delete(data, ModalData);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCloseModal(Window* window, Event* e)
{
    Button *button = event_sender(e, Button);
    window_stop_modal(window, button_get_tag(button));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout* i_close_layout(Window *window)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    button_text(button1, "Close modal with 10 value");
    button_text(button2, "Close modal with 20 value");
    button_text(button3, "Close modal with 30 value");
    button_text(button4, "Close modal with 40 value");
    button_tag(button1, 10);
    button_tag(button2, 20);
    button_tag(button3, 30);
    button_tag(button4, 40);
    button_OnClick(button1, listener(window, i_OnCloseModal, Window));
    button_OnClick(button2, listener(window, i_OnCloseModal, Window));
    button_OnClick(button3, listener(window, i_OnCloseModal, Window));
```

```
    button_OnClick(button4, listener(window, i_OnCloseModal, Window));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_window_flags(const uint32_t type)
{
    uint32_t flags = ekWINDOW_TITLE | ekWINDOW_CLOSE;
    switch(type) {
    case 0:
        return flags;
    case 1:
        return flags | ekWINDOW_RETURN;
    case 2:
        return flags | ekWINDOW_ESC;
    case 3:
        return flags | ekWINDOW_RETURN | ekWINDOW_ESC;
    cassert_default();
    }

    return 0;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_window_title(const uint32_t type)
{
    switch(type) {
    case 0:
        return i_MODAL0;
    case 1:
        return i_MODAL1;
    case 2:
        return i_MODAL2;
    case 3:
        return i_MODAL3;
    cassert_default();
    }

    return 0;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_modal_window(ModalData *data)
{
    uint32_t flags = i_window_flags(data->type);
    Window *window = window_create(flags);
    ModalData *ndata = i_modal_data(window);
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = i_modal_layout(ndata);
    Layout *layout3 = i_close_layout(window);
    uint32_t retval = UINT32_MAX;
    V2Df pos = window_get_origin(data->parent);
    char_t text[128];
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 0);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_valign(layout1, 1, 0, ekTOP);
    layout_margin(layout1, 10);
    panel_data(panel, &ndata, i_destroy_modal_data, ModalData);
    panel_layout(panel, layout1);
    window_panel(window, panel);
    window_title(window, i_window_title(data->type));
    window_origin(window, v2df(pos.x + 20, pos.y + 20));
    retval = window_modal(window, data->parent);

    if (retval == (uint32_t)ekGUI_CLOSE_ESC)
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Modal stop: [Esc] (%d)", retval);
    else if (retval == (uint32_t)ekGUI_CLOSE_INTRO)
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Modal stop: [Return] (%d)", retval);
    else if (retval == (uint32_t)ekGUI_CLOSE_BUTTON)
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Modal stop: [X] (%d)", retval);
    else
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Modal stop: %d", retval);

    label_text(data->label, text);
    window_destroy(&window);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClickModal(ModalData* data, Event* e)
{
    Button *button = event_sender(e, Button);
    data->type = button_get_tag(button);
    i_modal_window(data);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_modal_layout(ModalData *data)
{
```

```
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    Label *label = label_create();
    cassert(data->label == NULL);
    data->label = label;
    button_text(button1, i_MODAL0);
    button_text(button2, i_MODAL1);
    button_text(button3, i_MODAL2);
    button_text(button4, i_MODAL3);
    label_text(label, "Modal stop: --");
    button_tag(button1, 0);
    button_tag(button2, 1);
    button_tag(button3, 2);
    button_tag(button4, 3);
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnClickModal, ModalData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnClickModal, ModalData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnClickModal, ModalData));
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnClickModal, ModalData));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_label(layout, label, 0, 4);
    layout_halign(layout, 0, 4, ekJUSTIFY);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    layout_vmargin(layout, 3, 20);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *modal_windows(Window *parent)
{
    Panel *panel = panel_create();
    ModalData *data = i_modal_data(parent);
    Layout *layout = i_modal_layout(data);
    panel_layout(panel, layout);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_modal_data, ModalData);
    return panel;
}
```

28.14. ¡Hola Overlay Window!

Listado 28.13: demo/guihello/flyout.c

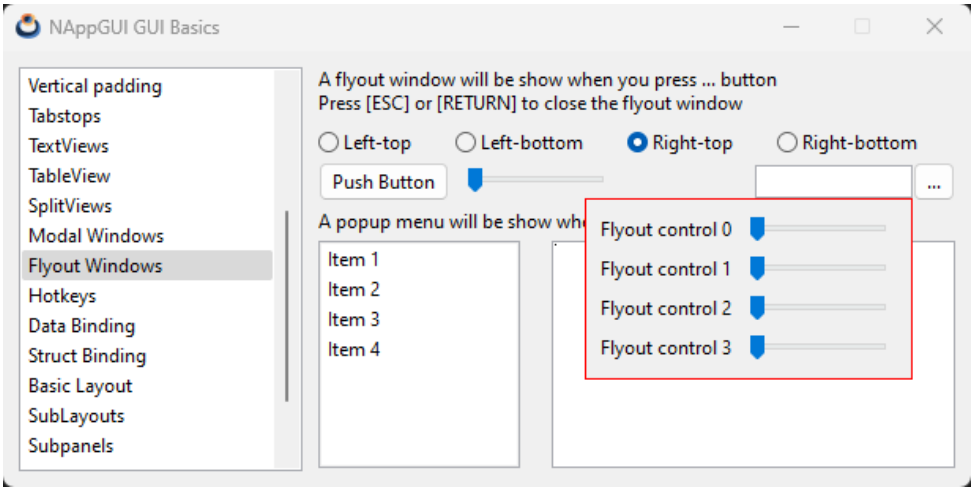


Figura 28.14: Ventanas superpuestas.

```c
/* Flyout window */

#include "flyout.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _flyout_t FlyOut;

struct _flyout_t
{
    Window *parent;
    Window *flywin;
    Menu *menu;
    TextView *text;
    GuiControl *edit;
    uint32_t align;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_flyout(FlyOut **flyout)
{
    cassert_no_null(flyout);
    cassert_no_null(*flyout);
    window_destroy(&(*flyout)->flywin);
    if ((*flyout)->menu != NULL)
        menu_destroy(&(*flyout)->menu);
    heap_delete(flyout, FlyOut);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Window *i_create_flywin(void)
{
    uint32_t nrows = 4;
    Layout *layout = layout_create(2, nrows);
    Panel *panel = panel_create();
    Window *window = window_create(ekWINDOW_RETURN | ekWINDOW_ESC);
    uint32_t i;

    for (i = 0; i < nrows; ++i)
    {
        char_t text[64];
        Label *label = label_create();
        Slider *slider = slider_create();
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Flyout control %d", i);
        label_text(label, text);
        layout_label(layout, label, 0, i);
        layout_slider(layout, slider, 1, i);

        if (i < nrows - 1)
            layout_vmargin(layout, i, 5);
    }

    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_margin(layout, 10);
    layout_skcolor(layout, kCOLOR_RED);
    panel_layout(panel, layout);
    window_panel(window, panel);
    return window;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnIdleLaunch(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    /* Edit control bounds in window coordinates */
    R2Df frame = window_control_frame(flyout->parent, flyout->edit);
    /* Top-Left edit control in screen coordinates */
    V2Df pos = window_client_to_screen(flyout->parent, frame.pos);
    /* Flyout window size */
    S2Df size = window_get_size(flyout->flywin);

    switch (flyout->align)
    {
    case 0:
        pos.y += frame.size.height;
        break;
    case 1:
        pos.y -= size.height;
        break;
    case 2:
```

```
        pos.x -= size.width - frame.size.width;
        pos.y += frame.size.height;
        break;
    case 3:
        pos.x -= size.width - frame.size.width;
        pos.y -= size.height;
        break;
    }

    /* Position in screen coordinates */
    window_origin(flyout->flywin, pos);
    window_overlay(flyout->flywin, flyout->parent);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClick(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    gui_OnIdle(listener(flyout, i_OnIdleLaunch, FlyOut));
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_controls_layout(FlyOut *flyout)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Slider *slider = slider_create();
    Edit *edit = edit_create();
    button_text(button1, "Push Button");
    button_text(button2, "...");
    button_OnClick(button2, listener(flyout, i_OnClick, FlyOut));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 4, 0);
    layout_slider(layout, slider, 1, 0);
    layout_edit(layout, edit, 3, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hexpand(layout, 2);
    flyout->edit = guicontrol(edit);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAlign(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
```

```
    cassert_no_null(flyout);
    flyout->align = p->index;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_align_layout(FlyOut *flyout)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    Button *button4 = button_radio();
    button_text(button1, "Left-top");
    button_text(button2, "Left-bottom");
    button_text(button3, "Right-top");
    button_text(button4, "Right-bottom");
    button_OnClick(button1, listener(flyout, i_OnAlign, FlyOut));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 1, 0);
    layout_button(layout, button3, 2, 0);
    layout_button(layout, button4, 3, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    button_state(button1, ekGUI_ON);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMenu(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    const EvMenu *p = event_params(e, EvMenu);
    textview_writef(flyout->text, p->text);
    textview_writef(flyout->text, "\n");
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDown(FlyOut *flyout, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
    if (p->button == ekGUI_MOUSE_RIGHT && p->tag != UINT32_MAX)
    {
        uint32_t i = 0;

        if (flyout->menu != NULL)
            menu_destroy(&flyout->menu);

        flyout->menu = menu_create();
```

```
        for (i = 0; i < 4; ++i)
        {
            char_t text[64];
            MenuItem *item = menuitem_create();
            bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Item %d Option %d", p->tag + 1, i
                ↪  + 1);
            menuitem_text(item, text);
            menuitem_OnClick(item, listener(flyout, i_OnMenu, FlyOut));
            menu_add_item(flyout->menu, item);
        }

        {
            V2Df pos = gui_mouse_pos();
            menu_launch(flyout->menu, flyout->parent, pos);
        }
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_listbox_layout(FlyOut *flyout)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    ListBox *list = listbox_create();
    TextView *text = textview_create();
    listbox_add_elem(list, "Item 1", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Item 2", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Item 3", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Item 4", NULL);
    listbox_OnDown(list, listener(flyout, i_OnDown, FlyOut));
    layout_listbox(layout, list, 0, 0);
    layout_textview(layout, text, 1, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 20);
    flyout->text = text;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(FlyOut *flyout)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 5);
    Layout *layout2 = i_align_layout(flyout);
    Layout *layout3 = i_controls_layout(flyout);
    Layout *layout4 = i_listbox_layout(flyout);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    label_multiline(label1, TRUE);
    label_text(label1, "A flyout window will be show when you press ... button\
        ↪ nPress [ESC] or [RETURN] to close the flyout window");
```

```
    label_text(label2, "A popup menu will be show when right click in ListBox")
        ↪ ;
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 2);
    layout_label(layout1, label2, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout4, 0, 4);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static FlyOut *i_flyout(Window *window)
{
    FlyOut *flyout = heap_new(FlyOut);
    flyout->parent = window;
    flyout->flywin = i_create_flywin();
    flyout->menu = NULL;
    flyout->align = 0;
    return flyout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *flyout_window(Window *window)
{
    FlyOut *flyout = i_flyout(window);
    Layout *layout = i_layout(flyout);
    Panel *panel = panel_create();
    panel_data(panel, &flyout, i_destroy_flyout, FlyOut);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.15. ¡Hola Button Padding!

Listado 28.14: demo/guihello/buttonpad.c

```
/* Button padding */

#include "buttonpad.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

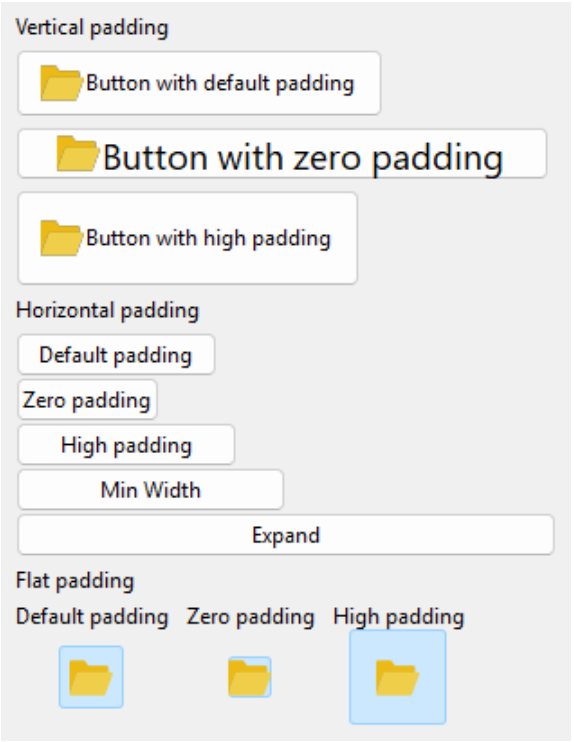


Figura 28.15: Márgenes interiores en botones.

```
static Layout *i_vpadding_layout(void)
{
    Font *font = font_system(20, 0);
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    button_text(button1, "Button with default padding");
    button_text(button2, "Button with zero padding");
    button_text(button3, "Button with high padding");
    button_font(button2, font);
    button_image(button1, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_image(button2, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_image(button3, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_vpadding(button2, 0);
    button_vpadding(button3, 30);
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    font_destroy(&font);
    return layout;
}
```

```
/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_hpadding_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    Button *button5 = button_push();
    button_text(button1, "Default padding");
    button_text(button2, "Zero padding");
    button_text(button3, "High padding");
    button_text(button4, "Min Width");
    button_text(button5, "Expand");
    button_hpadding(button2, 0);
    button_hpadding(button3, 50);
    button_min_width(button4, 150);
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_button(layout, button5, 0, 4);
    layout_hsize(layout, 0, 300);
    layout_halign(layout, 0, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 1, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 2, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 3, ekLEFT);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_flatpadding_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 2);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Button *button1 = button_flatgle();
    Button *button2 = button_flatgle();
    Button *button3 = button_flatgle();
    label_text(label1, "Default padding");
    label_text(label2, "Zero padding");
    label_text(label3, "High padding");
    button_image(button1, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_image(button2, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_image(button3, gui_image(FOLDER24_PNG));
    button_hpadding(button2, 0);
    button_vpadding(button2, 0);
```

```
    button_hpadding(button3, 30);
    button_vpadding(button3, 30);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 1, 0);
    layout_label(layout, label3, 2, 0);
    layout_button(layout, button1, 0, 1);
    layout_button(layout, button2, 1, 1);
    layout_button(layout, button3, 2, 1);
    layout_halign(layout, 0, 1, ekCENTER);
    layout_halign(layout, 1, 1, ekCENTER);
    layout_halign(layout, 2, 1, ekCENTER);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *buttonpad(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 6);
    Layout *layout2 = i_vpadding_layout();
    Layout *layout3 = i_hpadding_layout();
    Layout *layout4 = i_flatpadding_layout();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Panel *panel = panel_create();
    label_text(label1, "Vertical padding");
    label_text(label2, "Horizontal padding");
    label_text(label3, "Flat padding");
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 0, 2);
    layout_label(layout1, label3, 0, 4);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout4, 0, 5);
    layout_halign(layout1, 0, 1, ekLEFT);
    layout_halign(layout1, 0, 5, ekLEFT);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    layout_vmargin(layout1, 4, 5);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}
```

28.16. ¡Hola Gui Binding!

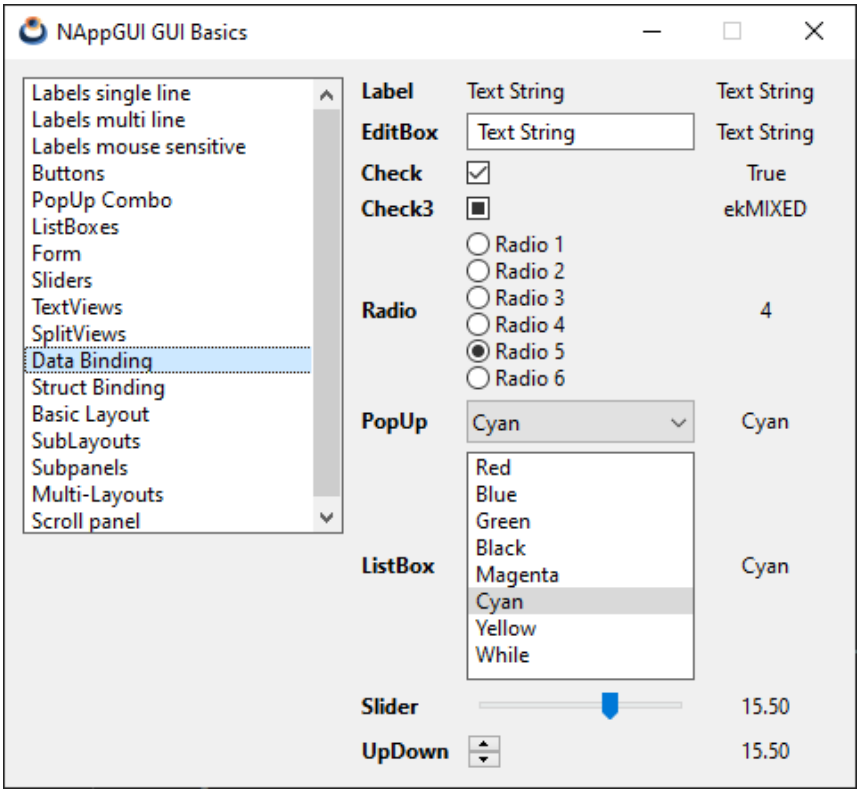


Figura 28.16: Gui Data binding.

Listado 28.15: demo/guihello/guibind.c

```
/* GUI data binding */

#include "guibind.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _basictypes_t BasicTypes;

typedef enum _myenum_t
{
    ekRED,
    ekBLUE,
    ekGREEN,
    ekBLACK,
    ekMAGENTA,
    ekCYAN,
    ekYELLOW,
    ekWHITE
} myenum_t;
```

```
struct _basictypes_t
{
    bool_t bool_val;
    uint16_t uint16_val;
    real32_t real32_val;
    myenum_t enum_val;
    gui_state_t enum3_val;
    String *str_val;
};

#define i_NUM_CONTROLS 9

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_data_bind(void)
{
    dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_OFF, "");
    dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_ON, "");
    dbind_enum(gui_state_t, ekGUI_MIXED, "");
    dbind_enum(myenum_t, ekRED, "Red");
    dbind_enum(myenum_t, ekBLUE, "Blue");
    dbind_enum(myenum_t, ekGREEN, "Green");
    dbind_enum(myenum_t, ekBLACK, "Black");
    dbind_enum(myenum_t, ekMAGENTA, "Magenta");
    dbind_enum(myenum_t, ekCYAN, "Cyan");
    dbind_enum(myenum_t, ekYELLOW, "Yellow");
    dbind_enum(myenum_t, ekWHITE, "While");
    dbind(BasicTypes, bool_t, bool_val);
    dbind(BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
    dbind(BasicTypes, real32_t, real32_val);
    dbind(BasicTypes, gui_state_t, enum3_val);
    dbind(BasicTypes, myenum_t, enum_val);
    dbind(BasicTypes, String *, str_val);
    dbind_range(BasicTypes, real32_t, real32_val, -50, 50);
    dbind_increment(BasicTypes, real32_t, real32_val, 5);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_data(BasicTypes **data)
{
    str_destroy(&(*data)->str_val);
    heap_delete(data, BasicTypes);
    dbind_unreg(BasicTypes);
    dbind_unreg(myenum_t);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_radio_layout(void)
{
```

```
    uint32_t i = 0, n = 6;
    Layout *layout = layout_create(1, n);
    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        Button *radio = button_radio();
        char_t str[64];
        bstd_sprintf(str, sizeof(str), "Radio %d", i + 1);
        button_text(radio, str);
        layout_button(layout, radio, 0, i);
    }

    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_title_labels(Layout *layout)
{
    Font *font = font_system(font_regular_size(), ekFBOLD);
    const char_t *strs[] = {"Label", "EditBox", "Check", "Check3", "Radio", "
        ↪ PopUp", "ListBox", "Slider", "UpDown"};
    uint32_t i = 0;
    for (i = 0; i < i_NUM_CONTROLS; ++i)
    {
        Label *label = label_create();
        label_text(label, strs[i]);
        label_font(label, font);
        layout_label(layout, label, 0, i);
    }

    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    font_destroy(&font);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_value_labels(Layout *layout)
{
    uint32_t i = 0;
    for (i = 0; i < i_NUM_CONTROLS; ++i)
    {
        Label *label = label_create();
        label_align(label, ekCENTER);
        layout_label(layout, label, 2, i);
        layout_halign(layout, 2, i, ekJUSTIFY);
    }

    layout_hsize(layout, 2, 80);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    for (i = 0; i < i_NUM_CONTROLS - 1; ++i)
        layout_vmargin(layout, i, 5);
```

```
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 0), BasicTypes, String *, str_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 1), BasicTypes, String *, str_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 2), BasicTypes, bool_t, bool_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 3), BasicTypes, gui_state_t, enum3_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 4), BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 5), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 6), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 7), BasicTypes, real32_t, real32_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 8), BasicTypes, real32_t, real32_val);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 9);
    Label *label = label_create();
    Edit *edit = edit_create();
    Button *check = button_check();
    Button *check3 = button_check3();
    Layout *radios = i_radio_layout();
    PopUp *popup = popup_create();
    ListBox *listbox = listbox_create();
    Slider *slider = slider_create();
    UpDown *updown = updown_create();
    layout_label(layout, label, 1, 0);
    layout_edit(layout, edit, 1, 1);
    layout_button(layout, check, 1, 2);
    layout_button(layout, check3, 1, 3);
    layout_layout(layout, radios, 1, 4);
    layout_popup(layout, popup, 1, 5);
    layout_listbox(layout, listbox, 1, 6);
    layout_slider(layout, slider, 1, 7);
    layout_updown(layout, updown, 1, 8);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 8, ekLEFT);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), BasicTypes, String *, str_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), BasicTypes, String *, str_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), BasicTypes, bool_t, bool_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 3), BasicTypes, gui_state_t, enum3_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 4), BasicTypes, uint16_t, uint16_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 5), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 6), BasicTypes, myenum_t, enum_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 7), BasicTypes, real32_t, real32_val);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 8), BasicTypes, real32_t, real32_val);
    i_title_labels(layout);
    i_value_labels(layout);
    return layout;
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *guibind(void)
{
    Layout *layout = NULL;
    Panel *panel = NULL;
    BasicTypes *data = heap_new(BasicTypes);
    i_data_bind();
    layout = i_layout();
    panel = panel_create();
    panel_layout(panel, layout);
    data->bool_val = TRUE;
    data->uint16_val = 4;
    data->real32_val = 15.5f;
    data->enum3_val = ekGUI_MIXED;
    data->enum_val = ekCYAN;
    data->str_val = str_c("Text String");
    layout_dbind(layout, NULL, BasicTypes);
    layout_dbind_obj(layout, data, BasicTypes);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, BasicTypes);
    return panel;
}
```

28.17. ¡Hola Struct Binding!

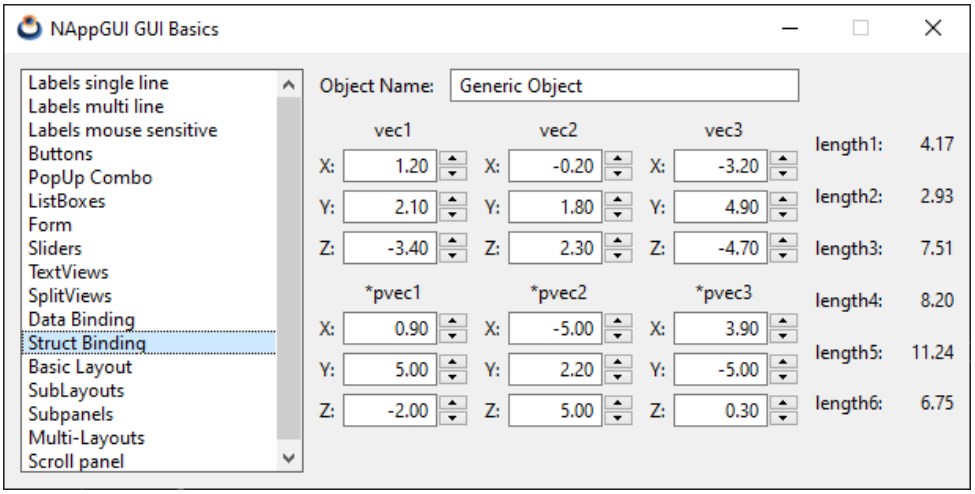


Figura 28.17: Gui Struct binding.

Listado 28.16: demo/guihello/layoutbind.c

```
/* GUI data binding */

#include "layoutbind.h"
```

```
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _vector_t Vector;
typedef struct _structtypes_t StructTypes;

struct _vector_t
{
    real32_t x;
    real32_t y;
    real32_t z;
};

struct _structtypes_t
{
    String *name;
    Vector vec1;
    Vector vec2;
    Vector vec3;
    Vector *pvec1;
    Vector *pvec2;
    Vector *pvec3;
    real32_t length1;
    real32_t length2;
    real32_t length3;
    real32_t length4;
    real32_t length5;
    real32_t length6;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_data_bind(void)
{
    dbind(Vector, real32_t, x);
    dbind(Vector, real32_t, y);
    dbind(Vector, real32_t, z);
    dbind(StructTypes, String *, name);
    dbind(StructTypes, Vector, vec1);
    dbind(StructTypes, Vector, vec2);
    dbind(StructTypes, Vector, vec3);
    dbind(StructTypes, Vector *, pvec1);
    dbind(StructTypes, Vector *, pvec2);
    dbind(StructTypes, Vector *, pvec3);
    dbind(StructTypes, real32_t, length1);
    dbind(StructTypes, real32_t, length2);
    dbind(StructTypes, real32_t, length3);
    dbind(StructTypes, real32_t, length4);
    dbind(StructTypes, real32_t, length5);
    dbind(StructTypes, real32_t, length6);
    dbind_range(Vector, real32_t, x, -5, 5);
    dbind_range(Vector, real32_t, y, -5, 5);
```

```
    dbind_range(Vector, real32_t, z, -5, 5);
    dbind_increment(Vector, real32_t, x, .1f);
    dbind_increment(Vector, real32_t, y, .1f);
    dbind_increment(Vector, real32_t, z, .1f);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_data(StructTypes **data)
{
    str_destroy(&(*data)->name);
    heap_delete(&(*data)->pvec1, Vector);
    heap_delete(&(*data)->pvec2, Vector);
    heap_delete(&(*data)->pvec3, Vector);
    heap_delete(data, StructTypes);
    dbind_unreg(StructTypes);
    dbind_unreg(Vector);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Vector i_vec_init(const real32_t x, const real32_t y, const real32_t z)
{
    Vector v;
    v.x = x;
    v.y = y;
    v.z = z;
    return v;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static real32_t i_vec_length(const Vector *vec)
{
    real32_t n = vec->x * vec->x + vec->y * vec->y + vec->z * vec->z;
    return bmath_sqrtf(n);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDataChange(void *non_used, Event *e)
{
    StructTypes *data = evbind_object(e, StructTypes);
    Layout *layout = event_sender(e, Layout);
    unref(non_used);

    if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector, vec1) == TRUE)
    {
        data->length1 = i_vec_length(&data->vec1);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length1);
    }
```

```
    else if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector, vec2) == TRUE)
    {
        data->length2 = i_vec_length(&data->vec2);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length2);
    }
    else if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector, vec3) == TRUE)
    {
        data->length3 = i_vec_length(&data->vec3);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length3);
    }
    else if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector *, pvec1) == TRUE)
    {
        data->length4 = i_vec_length(data->pvec1);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length4);
    }
    else if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector *, pvec2) == TRUE)
    {
        data->length5 = i_vec_length(data->pvec2);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length5);
    }
    else if (evbind_modify(e, StructTypes, Vector *, pvec3) == TRUE)
    {
        data->length6 = i_vec_length(data->pvec3);
        layout_dbind_update(layout, StructTypes, real32_t, length6);
    }
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_vector_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(3, 3);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
    UpDown *updown1 = updown_create();
    UpDown *updown2 = updown_create();
    UpDown *updown3 = updown_create();
    label_text(label1, "X:");
    label_text(label2, "Y:");
    label_text(label3, "Z:");
    edit_align(edit1, ekRIGHT);
    edit_align(edit2, ekRIGHT);
    edit_align(edit3, ekRIGHT);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 2);
    layout_edit(layout, edit1, 1, 0);
```

```
    layout_edit(layout, edit2, 1, 1);
    layout_edit(layout, edit3, 1, 2);
    layout_updown(layout, updown1, 2, 0);
    layout_updown(layout, updown2, 2, 1);
    layout_updown(layout, updown3, 2, 2);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_hsize(layout, 1, 60);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), Vector, real32_t, x);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), Vector, real32_t, y);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), Vector, real32_t, z);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 0), Vector, real32_t, x);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 1), Vector, real32_t, y);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 2, 2), Vector, real32_t, z);
    layout_dbind(layout, NULL, Vector);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_name_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Label *label = label_create();
    Edit *edit = edit_create();
    label_text(label, "Object Name:");
    layout_hexpand(layout, 1);
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_edit(layout, edit, 1, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), StructTypes, String *, name);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_vectors_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(3, 4);
    Layout *layout2 = i_vector_layout();
    Layout *layout3 = i_vector_layout();
    Layout *layout4 = i_vector_layout();
    Layout *layout5 = i_vector_layout();
    Layout *layout6 = i_vector_layout();
    Layout *layout7 = i_vector_layout();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
```

```
    Label *label6 = label_create();
    label_text(label1, "vec1");
    label_text(label2, "vec2");
    label_text(label3, "vec3");
    label_text(label4, "*pvec1");
    label_text(label5, "*pvec2");
    label_text(label6, "*pvec3");
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 1, 0);
    layout_label(layout1, label3, 2, 0);
    layout_label(layout1, label4, 0, 2);
    layout_label(layout1, label5, 1, 2);
    layout_label(layout1, label6, 2, 2);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout4, 2, 1);
    layout_layout(layout1, layout5, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout6, 1, 3);
    layout_layout(layout1, layout7, 2, 3);
    layout_halign(layout1, 0, 0, ekCENTER);
    layout_halign(layout1, 1, 0, ekCENTER);
    layout_halign(layout1, 2, 0, ekCENTER);
    layout_halign(layout1, 0, 2, ekCENTER);
    layout_halign(layout1, 1, 2, ekCENTER);
    layout_halign(layout1, 2, 2, ekCENTER);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_hmargin(layout1, 1, 10);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 10);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 1), StructTypes, Vector, vec1);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 1, 1), StructTypes, Vector, vec2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 2, 1), StructTypes, Vector, vec3);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 3), StructTypes, Vector *, pvec1);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 1, 3), StructTypes, Vector *, pvec2);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 2, 3), StructTypes, Vector *, pvec3);
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_lengths_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 6);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
    Label *label7 = label_create();
```

```
    Label *label8 = label_create();
    Label *label9 = label_create();
    Label *label10 = label_create();
    Label *label11 = label_create();
    Label *label12 = label_create();
    label_text(label1, "length1:");
    label_text(label2, "length2:");
    label_text(label3, "length3:");
    label_text(label4, "length4:");
    label_text(label5, "length5:");
    label_text(label6, "length6:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 2);
    layout_label(layout, label4, 0, 3);
    layout_label(layout, label5, 0, 4);
    layout_label(layout, label6, 0, 5);
    layout_label(layout, label7, 1, 0);
    layout_label(layout, label8, 1, 1);
    layout_label(layout, label9, 1, 2);
    layout_label(layout, label10, 1, 3);
    layout_label(layout, label11, 1, 4);
    layout_label(layout, label12, 1, 5);
    label_align(label7, ekRIGHT);
    label_align(label8, ekRIGHT);
    label_align(label9, ekRIGHT);
    label_align(label10, ekRIGHT);
    label_align(label11, ekRIGHT);
    label_align(label12, ekRIGHT);
    layout_hsize(layout, 1, 40);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 1, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 2, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 3, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 4, ekJUSTIFY);
    layout_halign(layout, 1, 5, ekJUSTIFY);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), StructTypes, real32_t, length1);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 1), StructTypes, real32_t, length2);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 2), StructTypes, real32_t, length3);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 3), StructTypes, real32_t, length4);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 4), StructTypes, real32_t, length5);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 5), StructTypes, real32_t, length6);
    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 2);
```

```
    Layout *layout2 = i_name_layout();
    Layout *layout3 = i_vectors_layout();
    Layout *layout4 = i_lengths_layout();
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout4, 1, 1);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *layoutbind(void)
{
    Layout *layout = NULL;
    Panel *panel = NULL;
    StructTypes *data = heap_new(StructTypes);
    i_data_bind();
    layout = i_layout();
    panel = panel_create();
    panel_layout(panel, layout);
    data->name = str_c("Generic Object");
    data->pvec1 = heap_new(Vector);
    data->pvec2 = heap_new(Vector);
    data->pvec3 = heap_new(Vector);
    data->vec1 = i_vec_init(1.2f, 2.1f, -3.4f);
    data->vec2 = i_vec_init(-0.2f, 1.8f, 2.3f);
    data->vec3 = i_vec_init(-3.2f, 4.9f, -4.7f);
    *data->pvec1 = i_vec_init(0.9f, 7.9f, -2.0f);
    *data->pvec2 = i_vec_init(-6.9f, 2.2f, 8.6f);
    *data->pvec3 = i_vec_init(3.9f, -5.5f, 0.3f);
    data->length1 = i_vec_length(&data->vec1);
    data->length2 = i_vec_length(&data->vec2);
    data->length3 = i_vec_length(&data->vec3);
    data->length4 = i_vec_length(data->pvec1);
    data->length5 = i_vec_length(data->pvec2);
    data->length6 = i_vec_length(data->pvec3);
    layout_dbind(layout, listener(NULL, i_OnDataChange, void), StructTypes);
    layout_dbind_obj(layout, data, StructTypes);
    panel_data(panel, &data, i_destroy_data, StructTypes);
    return panel;
}
```

28.18. ¡Hola Sublayout!

Listado 28.17: demo/guihello/sublayout.c

```
/* Sublayouts */
```

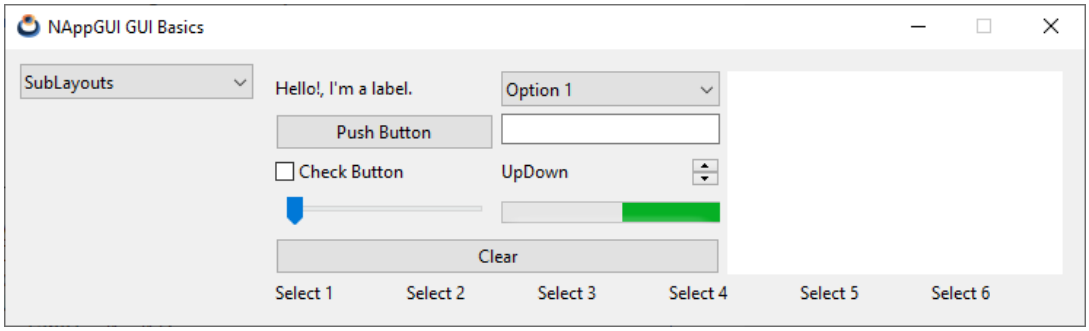


Figura 28.18: Composición de Sublayouts.

```
#include "sublayout.h"
#include <gui/guiall.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_updown_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Label *label = label_create();
    UpDown *updown = updown_create();
    label_text(label, "UpDown");
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_updown(layout, updown, 1, 0);
    layout_hexpand(layout, 0);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_left_grid_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 4);
    Layout *layout2 = i_updown_layout();
    Label *label = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_check();
    Slider *slider = slider_create();
    PopUp *popup = popup_create();
    Edit *edit = edit_create();
    Progress *progress = progress_create();
    label_text(label, "Hello!, I'm a label.");
    button_text(button1, "Push Button");
    button_text(button2, "Check Button");
    popup_add_elem(popup, "Option 1", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Option 2", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Option 3", NULL);
```

```
    popup_add_elem(popup, "Option 4", NULL);
    progress_undefined(progress, TRUE);
    layout_label(layout1, label, 0, 0);
    layout_button(layout1, button1, 0, 1);
    layout_button(layout1, button2, 0, 2);
    layout_slider(layout1, slider, 0, 3);
    layout_popup(layout1, popup, 1, 0);
    layout_edit(layout1, edit, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout2, 1, 2);
    layout_progress(layout1, progress, 1, 3);
    layout_hsize(layout1, 0, 150);
    layout_hsize(layout1, 1, 150);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    return layout1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_left_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout2 = i_left_grid_layout();
    Button *button = button_push();
    button_text(button, "Clear");
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_button(layout1, button, 0, 1);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    return layout1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_top_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = i_left_layout();
    TextView *view = textview_create();
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_textview(layout1, view, 1, 0);
    layout_hsize(layout1, 1, 230);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    return layout1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_bottom_layout(void)
{
```

```
    Layout *layout = layout_create(6, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
    label_text(label1, "Select 1");
    label_text(label2, "Select 2");
    label_text(label3, "Select 3");
    label_text(label4, "Select 4");
    label_text(label5, "Select 5");
    label_text(label6, "Select 6");
    label_style_over(label1, ekFUNDERLINE);
    label_style_over(label2, ekFUNDERLINE);
    label_style_over(label3, ekFUNDERLINE);
    label_style_over(label4, ekFUNDERLINE);
    label_style_over(label5, ekFUNDERLINE);
    label_style_over(label6, ekFUNDERLINE);
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 1, 0);
    layout_label(layout, label3, 2, 0);
    layout_label(layout, label4, 3, 0);
    layout_label(layout, label5, 4, 0);
    layout_label(layout, label6, 5, 0);
    return layout;
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_main_layout(void)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout2 = i_top_layout();
    Layout *layout3 = i_bottom_layout();
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 1);
    layout_margin(layout1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    return layout1;
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

Panel *sublayouts(void)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = i_main_layout();
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.19. ¡Hola Subpanel!

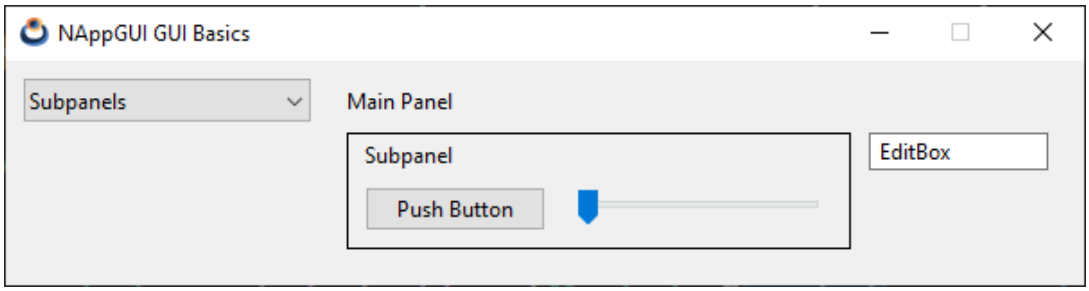


Figura 28.19: Subpaneles.

Listado 28.18: demo/guihello/subpanel.c

```
/* Use of subpanels */

#include "subpanel.h"
#include <gui/guiall.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *subpanels(void)
{
    Panel *panel1 = panel_create();
    Panel *panel2 = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 2);
    Layout *layout2 = layout_create(2, 2);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Button *button = button_push();
    Slider *slider = slider_create();
    Edit *edit = edit_create();
    label_text(label1, "Main Panel");
    label_text(label2, "Subpanel");
    button_text(button, "Push Button");
    edit_text(edit, "EditBox");

    layout_label(layout2, label2, 0, 0);
    layout_button(layout2, button, 0, 1);
    layout_slider(layout2, slider, 1, 1);
    layout_hsize(layout2, 1, 150);
    layout_hmargin(layout2, 0, 10);
    layout_vmargin(layout2, 0, 10);
    layout_margin4(layout2, 5, 10, 10, 10);
    layout_skcolor(layout2, gui_line_color());
    panel_layout(panel2, layout2);

    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_edit(layout1, edit, 1, 1);
```

```
    layout_panel(layout1, panel2, 0, 1);
    layout_hsize(layout1, 1, 100);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_margin4(layout1, 5, 10, 10, 10);
    panel_layout(panel1, layout1);
    return panel1;
}
```

28.20. ¡Hola Multi-layout!

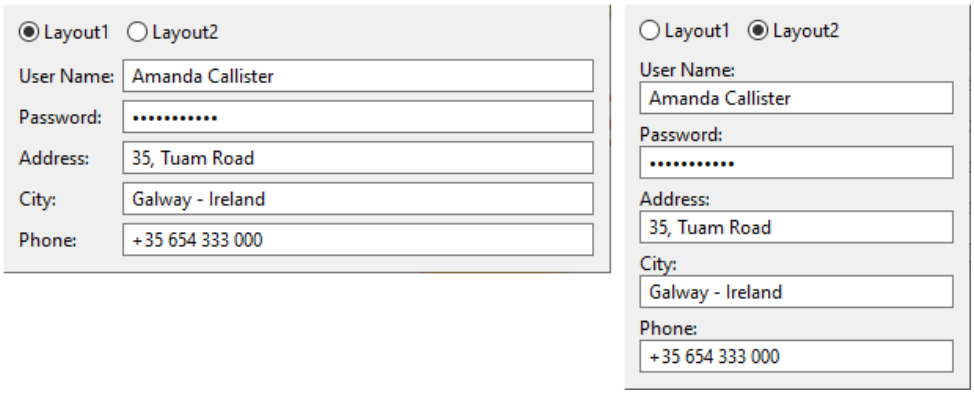


Figura 28.20: `Panel` con dos layouts.

Listado 28.19: demo/guihello/multilayout.c

```
/* Panels with multiple layouts */

#include "multilayout.h"
#include <gui/guiall.h>

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_multilayout_panel(void)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 5);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 10);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
```

```
    Edit *edit4 = edit_create();
    Edit *edit5 = edit_create();
    label_text(label1, "User Name:");
    label_text(label2, "Password:");
    label_text(label3, "Address:");
    label_text(label4, "City:");
    label_text(label5, "Phone:");
    edit_text(edit1, "Amanda Callister");
    edit_text(edit2, "aQwe56nhjJk");
    edit_text(edit3, "35, Tuam Road");
    edit_text(edit4, "Galway - Ireland");
    edit_text(edit5, "+35 654 333 000");
    edit_passmode(edit2, TRUE);

    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 0, 1);
    layout_label(layout1, label3, 0, 2);
    layout_label(layout1, label4, 0, 3);
    layout_label(layout1, label5, 0, 4);
    layout_edit(layout1, edit1, 1, 0);
    layout_edit(layout1, edit2, 1, 1);
    layout_edit(layout1, edit3, 1, 2);
    layout_edit(layout1, edit4, 1, 3);
    layout_edit(layout1, edit5, 1, 4);
    layout_hsize(layout1, 1, 300);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);

    layout_label(layout2, label1, 0, 0);
    layout_label(layout2, label2, 0, 2);
    layout_label(layout2, label3, 0, 4);
    layout_label(layout2, label4, 0, 6);
    layout_label(layout2, label5, 0, 8);
    layout_edit(layout2, edit1, 0, 1);
    layout_edit(layout2, edit2, 0, 3);
    layout_edit(layout2, edit3, 0, 5);
    layout_edit(layout2, edit4, 0, 7);
    layout_edit(layout2, edit5, 0, 9);
    layout_hsize(layout2, 0, 200);
    layout_vmargin(layout2, 1, 5);
    layout_vmargin(layout2, 3, 5);
    layout_vmargin(layout2, 5, 5);
    layout_vmargin(layout2, 7, 5);

    panel_layout(panel, layout1);
    panel_layout(panel, layout2);
    return panel;
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnLayout(Panel *panel, Event *e)
{
    const EvButton *params = event_params(e, EvButton);
    panel_visible_layout(panel, params->index);
    panel_update(panel);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *multilayouts(void)
{
    Panel *panel1 = panel_create();
    Panel *panel2 = i_multilayout_panel();
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Layout *layout1 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout2 = layout_create(2, 1);
    button_text(button1, "Layout1");
    button_text(button2, "Layout2");
    button_state(button1, ekGUI_ON);
    button_OnClick(button1, listener(panel2, i_OnLayout, Panel));
    layout_button(layout2, button1, 0, 0);
    layout_button(layout2, button2, 1, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_panel(layout1, panel2, 0, 1);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_hmargin(layout2, 0, 10);
    layout_halign(layout1, 0, 0, ekLEFT);
    panel_layout(panel1, layout1);
    return panel1;
}
```

28.21. ¡Hola Scroll-Panel!

Listado 28.20: demo/guihello/scrollpanel.c

```
/* Panel with scroll */

#include "scrollpanel.h"
#include <gui/guiall.h>

static const uint32_t i_ROWS = 100;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *scrollpanel(void)
{
```

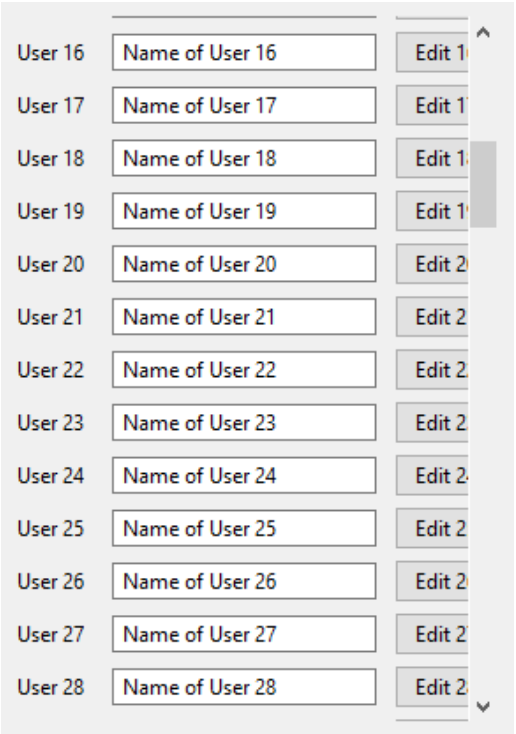


Figura 28.21: `Panel` con barras de scroll.

```
Panel *panel = panel_scroll(FALSE, TRUE);
Layout *layout = layout_create(3, i_ROWS);
real32_t margin = panel_scroll_width(panel);
uint32_t i = 0;
panel_size(panel, s2df(-1, 400));
for (i = 0; i < i_ROWS; ++i)
{
    char_t text[128];
    Label *label = label_create();
    Edit *edit = edit_create();
    Button *button = button_push();
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "User %d", i + 1);
    label_text(label, text);
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Name of User %d", i + 1);
    edit_text(edit, text);
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Edit %d", i + 1);
    button_text(button, text);
    layout_label(layout, label, 0, i);
    layout_edit(layout, edit, 1, i);
    layout_button(layout, button, 2, i);
}

for (i = 0; i < i_ROWS - 1; ++i)
    layout_vmargin(layout, i, 5);
```

```
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    layout_hsize(layout, 1, 150);
    layout_margin4(layout, 0, margin, 0, 0);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

28.22. ¡Hola Layout dinámico!

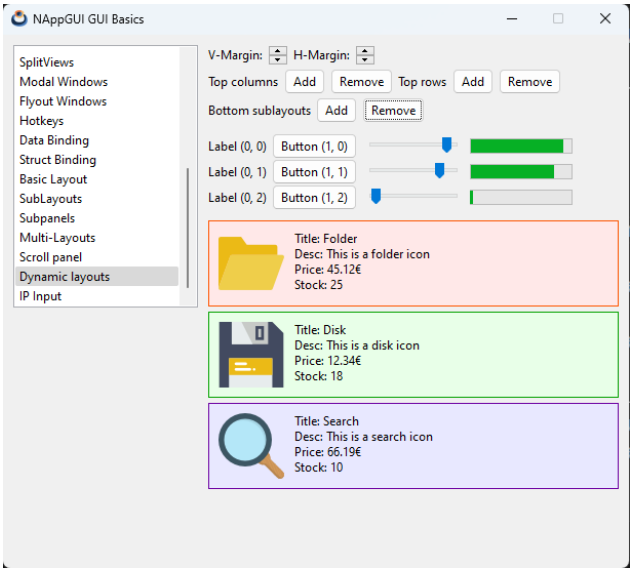


Figura 28.22: Añadir o eliminar contenido en un `Layout`.

Listado 28.21: demo/guihello/dynlay.c

```
/* Dynamic layouts */

#include "dynlay.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct dyn_data_t DynData;

struct dyn_data_t
{
    Layout *top_layout;
    Layout *bottom_layout;
    uint32_t hmargin;
    uint32_t vmargin;
    color_t bgcolor[3];
    color_t skcolor[3];
```

```
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_dyndata(DynData **data)
{
    heap_delete(data, DynData);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_top_layout_margins(DynData *data)
{
    uint32_t i, ncols, nrows;
    cassert_no_null(data);
    ncols = layout_ncols(data->top_layout);
    nrows = layout_nrows(data->top_layout);
    cassert(ncols >= 2); /* At lest one column and expand column */
    cassert(nrows >= 1); /* At lest one row */
    if (ncols > 2)
    {
        for (i = 0; i < ncols - 2; ++i)
            layout_hmargin(data->top_layout, i, (real32_t)data->hmargin);
    }

    if (nrows > 1)
    {
        for (i = 0; i < nrows - 1; ++i)
            layout_vmargin(data->top_layout, i, (real32_t)data->vmargin);
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_bottom_layout_margins(DynData *data)
{
    uint32_t i, nrows;
    cassert_no_null(data);
    nrows = layout_nrows(data->bottom_layout);
    cassert(nrows >= 1); /* At lest one row */

    if (nrows > 1)
    {
        for (i = 0; i < nrows - 1; ++i)
            layout_vmargin(data->bottom_layout, i, 5);
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnVMargin(DynData *data, Event *e)
```

```
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    cassert_no_null(data);
    if (p->index == 1 && data->vmargin > 0)
        data->vmargin -= 1;
    else if (p->index == 0)
        data->vmargin += 1;
    i_top_layout_margins(data);
    layout_update(data->top_layout);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnHMargin(DynData *data, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    cassert_no_null(data);
    if (p->index == 1 && data->hmargin > 0)
        data->hmargin -= 1;
    else if (p->index == 0)
        data->hmargin += 1;
    i_top_layout_margins(data);
    layout_update(data->top_layout);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout_1(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    UpDown *updown1 = updown_create();
    UpDown *updown2 = updown_create();
    label_text(label1, "V-Margin:");
    label_text(label2, "H-Margin:");
    updown_OnClick(updown1, listener(data, i_OnVMargin, DynData));
    updown_OnClick(updown2, listener(data, i_OnHMargin, DynData));
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_updown(layout, updown1, 1, 0);
    layout_label(layout, label2, 2, 0);
    layout_updown(layout, updown2, 3, 0);

    /*
     * Static margin between columns
     */
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);

    /*
```

```
     * By default, updown and button cells are JUSTIFICABLE
     * We force keep the buttons into their original size
     */
    layout_halign(layout, 1, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 3, 0, ekLEFT);

    /*
     * The horizontal expansion is delegated to a fifth empty cell.
     * This prevents excess pixels from being distributed across all columns,
     * keeping the left four columns together.
     */
    layout_hexpand(layout, 4);

    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(DynData *data, Event *e)
{
    Slider *slider = event_sender(e, Slider);
    GuiControl *control = guicontrol(slider);
    uint32_t tag = guicontrol_get_tag(control);
    uint32_t col = tag & 0x0000FFFF;
    uint32_t row = ((tag & 0xFFFF0000) >> 16);
    uint32_t ncols = layout_ncols(data->top_layout);

    /* Exists a column at the right of slider */
    if (ncols > col + 1)
    {
        const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
        /* The element at the right of slider is a progress always */
        Progress *progress = layout_get_progress(data->top_layout, col + 1, row
            ↪ );

        /* We syncro the progress with its neighbor slider */
        progress_value(progress, p->pos);
    }
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_fill_cell(Layout *layout, const uint32_t col, const uint32_t row,
    ↪  DynData *data)
{
    /* We are sure not to overwrite a cell */
    cassert(cell_empty(layout_cell(layout, col, row)) == TRUE);

    switch (col % 5) {
    case 0:
    {
```

```
        Label *label = label_create();
        String *text = str_printf("Label (%d, %d)", col, row);
        label_text(label, tc(text));
        layout_label(layout, label, col, row);
        str_destroy(&text);
        break;
    }

    case 1:
    {
        Button *button = button_push();
        String *text = str_printf("Button (%d, %d)", col, row);
        button_text(button, tc(text));
        layout_button(layout, button, col, row);
        str_destroy(&text);
        break;
    }

    case 2:
    {
        Slider *slider = slider_create();
        GuiControl *control = guicontrol(slider);
        real32_t pos = bmath_randf(0, 1);
        uint32_t tag = (row << 16) | col;
        slider_value(slider, pos);
        slider_OnMoved(slider, listener(data, i_OnSlider, DynData));
        guicontrol_tag(control, tag);
        layout_slider(layout, slider, col, row);
        break;
    }

    case 3:
    {
        /* Progress is in syncro with its left slider */
        Progress *progress = progress_create();
        Slider *slider = layout_get_slider(layout, col - 1, row);
        real32_t pos = slider_get_value(slider);
        progress_value(progress, pos);
        layout_progress(layout, progress, col, row);
        break;
    }

    case 4:
    {
        PopUp *popup = popup_create();
        uint32_t i;
        for (i = 0; i < 5; ++i)
        {
            String *text = str_printf("Item (%d, %d) - %d", col, row, i);
            popup_add_elem(popup, tc(text), NULL);
            str_destroy(&text);
```

```
        }
        layout_popup(layout, popup, col, row);
        break;
    }

    }
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

static void i_fill_row(Layout *layout, const uint32_t row, DynData *data)
{
    uint32_t i, cols = layout_ncols(layout);
    cassert(cols > 1);
    for (i = 0; i < cols - 1; ++i)
        i_fill_cell(layout, i, row, data);
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

static void i_fill_col(Layout *layout, const uint32_t col, DynData *data)
{
    uint32_t i, rows = layout_nrows(layout);
    cassert(rows > 1);
    for (i = 0; i < rows; ++i)
        i_fill_cell(layout, col, i, data);
}

/*------------------------------------------------------------------------*/

static const Image *i_image(const uint32_t row)
{
    switch (row % 6) {
    case 0:
        return gui_image(FOLDER64_PNG);
    case 1:
        return gui_image(DISK64_PNG);
    case 2:
        return gui_image(SEARCH64_PNG);
    case 3:
        return gui_image(EDIT64_PNG);
    case 4:
        return gui_image(PLUS64_PNG);
    case 5:
        return gui_image(ERROR64_PNG);
    }

    return NULL;
}

/*------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static const char_t *i_title_text(const uint32_t row)
{
    switch (row % 6) {
    case 0:
        return "Title: Folder";
    case 1:
        return "Title: Disk";
    case 2:
        return "Title: Search";
    case 3:
        return "Title: Edit";
    case 4:
        return "Title: Plus";
    case 5:
        return "Title: Error";
    }

    return NULL;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_desc_text(const uint32_t row)
{
    switch (row % 6) {
    case 0:
        return "Desc: This is a folder icon";
    case 1:
        return "Desc: This is a disk icon";
    case 2:
        return "Desc: This is a search icon";
    case 3:
        return "Desc: This is a edit icon";
    case 4:
        return "Desc: This is a plus icon";
    case 5:
        return "Desc: This is a error icon";
    }

    return NULL;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_price_text(const uint32_t row)
{
    switch (row % 6) {
    case 0:
        return "Price: €45.12";
    case 1:
```

```
        return "Price: €12.34";
    case 2:
        return "Price: €66.19";
    case 3:
        return "Price: €22.65";
    case 4:
        return "Price: €99.99";
    case 5:
        return "Price: €32.56";
    }

    return NULL;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static const char_t *i_stock_text(const uint32_t row)
{
    switch (row % 6) {
    case 0:
        return "Stock: 25";
    case 1:
        return "Stock: 18";
    case 2:
        return "Stock: 10";
    case 3:
        return "Stock: 22";
    case 4:
        return "Stock:  7";
    case 5:
        return "Stock:  0";
    }

    return NULL;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_fill_sublayout(Layout *layout, const uint32_t row, DynData *data)
{
    /*
     * layout1 is a new row-sublayout added to bottom_layout
     * composed by tree cells:
     * Image cell
     * Data cell: vertical sublayout with 4 labels in a stack
     * Expand cell: Only for expand the excess of pixels of wider sublayout (
        ↪ top_layout)
     */
    Layout *layout1 = layout_create(3, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 4);
    ImageView *view = imageview_create();
```

```
    const Image *image = i_image(row);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    /* We are sure not to overwrite a cell */
    cassert(cell_empty(layout_cell(layout, 0, row)) == TRUE);
    imageview_image(view, image);
    layout_imageview(layout1, view, 0, 0);
    label_text(label1, i_title_text(row));
    label_text(label2, i_desc_text(row));
    label_text(label3, i_price_text(row));
    label_text(label4, i_stock_text(row));
    layout_label(layout2, label1, 0, 0);
    layout_label(layout2, label2, 0, 1);
    layout_label(layout2, label3, 0, 2);
    layout_label(layout2, label4, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout2, 1, 0);
    layout_valign(layout1, 0, 0, ekTOP);
    layout_valign(layout1, 1, 0, ekTOP);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_hexpand(layout1, 2);
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_bgcolor(layout1, data->bgcolor[row % 3]);
    layout_skcolor(layout1, data->skcolor[row % 3]);
    layout_layout(layout, layout1, 0, row);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopAddCol(DynData *data, Event *e)
{
    uint32_t ncols = 0;
    cassert_no_null(data);
    ncols = layout_ncols(data->top_layout);
    cassert(ncols > 1);
    unref(e);

    /* Insert new column in penultimate position. The last is the empty-
        ↪ resizable column */
    /* Because empty cells with 0-margin are added, the visual appearance does
        ↪ not change after insert */
    layout_insert_col(data->top_layout, ncols - 1);

    /* Add the new widget to recent-created cells */
    i_fill_col(data->top_layout, ncols - 1, data);

    /* Update the margins, because the new column has 0-margin */
    i_top_layout_margins(data);

    /* Recompute the layout appearance and update widgets */
```

```
    layout_update(data->top_layout);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopDelCol(DynData *data, Event *e)
{
    uint32_t ncols = 0;
    cassert_no_null(data);
    ncols = layout_ncols(data->top_layout);
    unref(e);
    if (ncols > 3)
    {
        layout_remove_col(data->top_layout, ncols - 2);

        /* Update the margins, because the new column has 0-margin */
        i_top_layout_margins(data);

        /* Recompute the layout appearance and update widgets */
        layout_update(data->top_layout);
    }
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopAddRow(DynData *data, Event *e)
{
    uint32_t nrows = 0;
    cassert_no_null(data);
    nrows = layout_nrows(data->top_layout);
    cassert(nrows >= 1);
    unref(e);

    /* Insert new row in last position */
    /* Because empty cells with 0-margin are added, the visual appearance does
        ↪ not change after insert */
    layout_insert_row(data->top_layout, nrows);

    /* Add the new widget to recent-created cells */
    i_fill_row(data->top_layout, nrows, data);

    /* Update the margins, because the new row has 0-margin */
    i_top_layout_margins(data);

    /* Recompute the layout appearance and update widgets */
    layout_update(data->top_layout);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopDelRow(DynData *data, Event *e)
```

```
{
    uint32_t nrows = 0;
    cassert_no_null(data);
    nrows = layout_nrows(data->top_layout);
    unref(e);
    if (nrows > 2)
    {
        layout_remove_row(data->top_layout, nrows - 1);

        /* Update the margins, because the new column has 0-margin */
        i_top_layout_margins(data);

        /* Recompute the layout appearance and update widgets */
        layout_update(data->top_layout);
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopAddLayout(DynData *data, Event *e)
{
    uint32_t nrows = 0;
    cassert_no_null(data);
    nrows = layout_nrows(data->bottom_layout);
    cassert(nrows >= 1);
    unref(e);

    /* Insert new row in last position */
    layout_insert_row(data->bottom_layout, nrows);

    /* Add a new sublayout to last cell */
    i_fill_sublayout(data->bottom_layout, nrows, data);

    /* Update the margins, because the new row has 0-margin */
    i_bottom_layout_margins(data);

    /* Recompute the layout appearance and update widgets */
    layout_update(data->bottom_layout);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTopDelLayout(DynData *data, Event *e)
{
    uint32_t nrows = 0;
    cassert_no_null(data);
    nrows = layout_nrows(data->bottom_layout);
    unref(e);

    if (nrows > 1)
    {
```

```
        /* Remove the row in last position */
        layout_remove_row(data->bottom_layout, nrows - 1);

        /* Update the margins, because the new row has 0-margin */
        i_bottom_layout_margins(data);

        /* Recompute the layout appearance and update widgets */
        layout_update(data->bottom_layout);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout_2(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(7, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    label_text(label1, "Top columns");
    label_text(label2, "Top rows");
    button_text(button1, "Add");
    button_text(button2, "Remove");
    button_text(button3, "Add");
    button_text(button4, "Remove");
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnTopAddCol, DynData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnTopDelCol, DynData));
    button_OnClick(button3, listener(data, i_OnTopAddRow, DynData));
    button_OnClick(button4, listener(data, i_OnTopDelRow, DynData));
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 1, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_label(layout, label2, 3, 0);
    layout_button(layout, button3, 4, 0);
    layout_button(layout, button4, 5, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    layout_hmargin(layout, 3, 5);
    layout_hmargin(layout, 4, 5);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 2, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 4, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 5, 0, ekLEFT);
    layout_hexpand(layout, 6);
    return layout;
}
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout_3(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
    Label *label = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    label_text(label, "Bottom sublayouts");
    button_text(button1, "Add");
    button_text(button2, "Remove");
    button_OnClick(button1, listener(data, i_OnTopAddLayout, DynData));
    button_OnClick(button2, listener(data, i_OnTopDelLayout, DynData));
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 1, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 2, 0, ekLEFT);
    layout_hexpand(layout, 3);
    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Layout *layout1 = i_control_layout_1(data);
    Layout *layout2 = i_control_layout_2(data);
    Layout *layout3 = i_control_layout_3(data);
    layout_layout(layout, layout1, 0, 0);
    layout_layout(layout, layout2, 0, 1);
    layout_layout(layout, layout3, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 0, 3);
    layout_vmargin(layout, 1, 3);
    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_top_layout(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 3);
    i_fill_row(layout, 0, data);
    i_fill_row(layout, 1, data);
    i_fill_row(layout, 2, data);
    layout_hexpand(layout, 4);
    return layout;
}
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_bottom_layout(DynData *data)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    i_fill_sublayout(layout, 0, data);
    i_fill_sublayout(layout, 1, data);
    i_fill_sublayout(layout, 2, data);
    return layout;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static DynData *i_panel_data(void)
{
    DynData *data = heap_new0(DynData);
    data->hmargin = 5;
    data->vmargin = 0;

    /* Alternative colors for Light and Dark themes */
    data->bgcolor[0] = gui_alt_color(color_rgb(255, 232, 232), color_rgb(128,
        ↪ 0, 0));
    data->bgcolor[1] = gui_alt_color(color_rgb(232, 255, 232), color_rgb(0,
        ↪ 128, 0));
    data->bgcolor[2] = gui_alt_color(color_rgb(232, 232, 255), color_rgb(0, 0,
        ↪ 128));
    data->skcolor[0] = gui_alt_color(color_rgb(255, 85, 0), color_rgb(255,0, 0)
        ↪ );
    data->skcolor[1] = gui_alt_color(color_rgb(5, 163, 0), color_rgb(0, 255, 0)
        ↪ );
    data->skcolor[2] = gui_alt_color(color_rgb(109, 0, 163), color_rgb(0, 0,
        ↪ 255));
    return data;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/
/*
* Dynamic layouts example
*
* The main layout is a stack with three rows:
* Control Layout: Buttons to add/remove dynamic layouts cells
* Top Layout: Grid layout with simple widgets where we can add/remove columns/
    ↪ rows dynamically
* Bottom Layout: A stack where we can add/remove complex sublayouts dynamically
*
* Main layout lives in a scroll panel with fixed size.
* When main layout grows, scrollbars will be activated to browse all the
    ↪ content.
*
*/
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/
Panel *dynlay_panel(void)
{
    DynData *data = i_panel_data();
    Panel *panel = panel_scroll(TRUE, TRUE);
    Layout *layout = layout_create(1, 4);
    Layout *control_layout = i_control_layout(data);
    Layout *top_layout = i_top_layout(data);
    Layout *bottom_layout = i_bottom_layout(data);
    data->top_layout = top_layout;
    data->bottom_layout = bottom_layout;

    /* Main layout composition */
    layout_layout(layout, control_layout, 0, 0);
    layout_layout(layout, top_layout, 0, 1);
    layout_layout(layout, bottom_layout, 0, 2);

    /* Grid layout dynamic margins */
    i_top_layout_margins(data);

    /* Articles layout margins */
    i_bottom_layout_margins(data);

    /* Static vertical separation between three layouts */
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
    layout_vmargin(layout, 1, 10);

    /*
    * The main layout vertical expansion is delegated to a fourth empty cell.
    * This prevents excess pixels from being distributed across all rows,
    * keeping the top three rows together.
    */
    layout_vexpand(layout, 3);

    /*
     * Main container fixed size
     * Scrollbars will be activated when layouts grow
     */
    panel_size(panel, s2df(400, 500));

    /* Panel-Layout binding */
    panel_layout(panel, layout);

    /* DynData is a dynamic structure that will be destroyed the Panel destroys
        ↪  */
    panel_data(panel, &data, i_destroy_dyndata, DynData);
    return panel;
}
```

28.23. ¡Hola Menu dinámico!

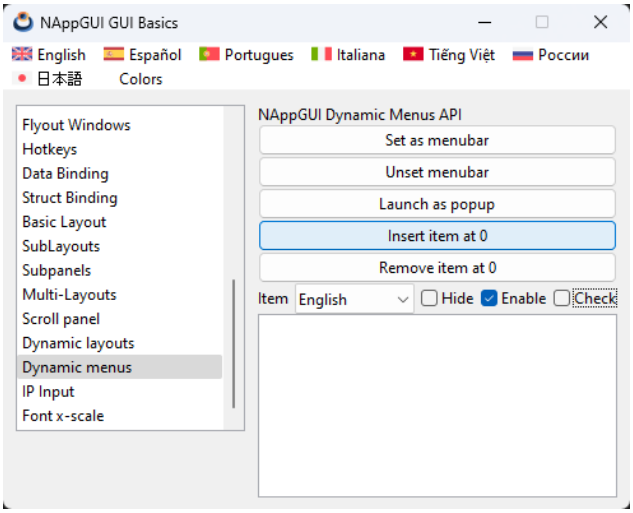


Figura 28.23: Añadir, eliminar, ocultar o deshabilitar elementos en un `Menu`.

Listado 28.22: demo/guihello/dynmenu.c

```
/* Dynamic menus */

#include "dynmenu.h"
#include "res_guihello.h"
#include <gui/guiall.h>
#include <osapp/osapp.h>

typedef struct _dynmenu_t DynMenu;

struct _dynmenu_t
{
    Menu *menu;
    Window *window;
    PopUp *popup;
    TextView *text;
    Button *hide_check;
    Button *enable_check;
    Button *state_check;
    uint32_t itemid;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_dynmenu(DynMenu **dmenu)
{
    cassert_no_null(dmenu);
    menu_destroy(&(*dmenu)->menu);
    heap_delete(dmenu, DynMenu);
}
```

```
/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMenuClick(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    MenuItem *item = event_sender(e, MenuItem);
    const char_t *text = menuitem_get_text(item);
    cassert_no_null(dmenu);
    textview_printf(dmenu->text, "Click: %s\n", text);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_select_item(DynMenu *dmenu, const uint32_t index)
{
    MenuItem *item = NULL;
    bool_t visible = TRUE;
    bool_t enabled = TRUE;
    cassert_no_null(dmenu);
    item = menu_get_item(dmenu->menu, index);
    visible = menuitem_get_visible(item);
    enabled = menuitem_get_enabled(item);
    button_state(dmenu->hide_check, visible ? ekGUI_OFF : ekGUI_ON);
    button_state(dmenu->enable_check, enabled ? ekGUI_ON : ekGUI_OFF);
    button_state(dmenu->state_check, menuitem_get_state(item));
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_index_popup(DynMenu *dmenu)
{
    uint32_t n;
    cassert_no_null(dmenu);
    n = menu_count(dmenu->menu);
    popup_clear(dmenu->popup);
    if (n > 0)
    {
        uint32_t i;
        for (i = 0; i < n; ++i)
        {
            const MenuItem *item = menu_get_citem(dmenu->menu, i);
            popup_add_elem(dmenu->popup, menuitem_get_text(item), NULL);
        }

        i_select_item(dmenu, popup_get_selected(dmenu->popup));
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static MenuItem *i_menuitem(DynMenu *dmenu, const char_t *text, const Image *
```

```
    ↪ image)
{
    MenuItem *item = menuitem_create();
    menuitem_text(item, text);
    menuitem_image(item, image);
    menuitem_OnClick(item, listener(dmenu, i_OnMenuClick, DynMenu));
    return item;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Menu *i_menu(DynMenu *dmenu)
{
    Menu *menu = menu_create();
    Menu *submenu = menu_create();
    MenuItem *item1 = i_menuitem(dmenu, "English", gui_image(UKING_PNG));
    MenuItem *item2 = i_menuitem(dmenu, "Español", gui_image(SPAIN_PNG));
    MenuItem *item3 = i_menuitem(dmenu, "Portugues", gui_image(PORTUGAL_PNG));
    MenuItem *item4 = i_menuitem(dmenu, "Italiana", gui_image(ITALY_PNG));
    MenuItem *item5 = i_menuitem(dmenu, "ếTing ệVit", gui_image(VIETNAM_PNG));
    MenuItem *item6 = i_menuitem(dmenu, "Россия", gui_image(RUSSIA_PNG));
    MenuItem *item7 = i_menuitem(dmenu, "□□□", gui_image(JAPAN_PNG));
    MenuItem *item8 = i_menuitem(dmenu, "Red", gui_image(RED_PNG));
    MenuItem *item9 = i_menuitem(dmenu, "Blue", gui_image(BLUE_PNG));
    MenuItem *item10 = i_menuitem(dmenu, "Green", gui_image(GREEN_PNG));
    MenuItem *item11 = i_menuitem(dmenu, "Yellow", gui_image(YELLOW_PNG));
    MenuItem *item12 = i_menuitem(dmenu, "Black", gui_image(BLACK_PNG));
    MenuItem *item13 = i_menuitem(dmenu, "White", gui_image(WHITE_PNG));
    MenuItem *item14 = menuitem_create();
    menu_add_item(menu, item1);
    menu_add_item(menu, item2);
    menu_add_item(menu, item3);
    menu_add_item(menu, item4);
    menu_add_item(menu, item5);
    menu_add_item(menu, item6);
    menu_add_item(menu, item7);
    menu_add_item(submenu, item8);
    menu_add_item(submenu, item9);
    menu_add_item(submenu, item10);
    menu_add_item(submenu, item11);
    menu_add_item(submenu, menuitem_separator());
    menu_add_item(submenu, item12);
    menu_add_item(submenu, item13);
    menuitem_text(item14, "Colors");
    menuitem_submenu(item14, &submenu);
    menu_add_item(menu, menuitem_separator());
    menu_add_item(menu, item14);
    return menu;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static DynMenu *i_dynmenu(Window *window)
{
    DynMenu *dmenu = heap_new0(DynMenu);
    dmenu->menu = i_menu(dmenu);
    dmenu->window = window;
    return dmenu;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelectItem(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    i_select_item(dmenu, p->index);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnHideClick(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    cassert_no_null(dmenu);
    if (menu_count(dmenu->menu) > 0)
    {
        const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
        uint32_t index = popup_get_selected(dmenu->popup);
        MenuItem *item = menu_get_item(dmenu->menu, index);
        bool_t visible = p->state == ekGUI_OFF;
        menuitem_visible(item, visible);
        window_update(dmenu->window);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnEnableClick(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    cassert_no_null(dmenu);
    if (menu_count(dmenu->menu) > 0)
    {
        const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
        uint32_t index = popup_get_selected(dmenu->popup);
        MenuItem *item = menu_get_item(dmenu->menu, index);
        bool_t enabled = p->state == ekGUI_ON;
        menuitem_enabled(item, enabled);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnStateClick(DynMenu *dmenu, Event *e)
```

```
{
    cassert_no_null(dmenu);
    if (menu_count(dmenu->menu) > 0)
    {
        const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
        uint32_t index = popup_get_selected(dmenu->popup);
        MenuItem *item = menu_get_item(dmenu->menu, index);
        menuitem_state(item, p->state);
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSetMenubar(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    cassert_no_null(dmenu);
    unref(e);

    if (menu_is_menubar(dmenu->menu) == FALSE)
    {
        /*
           In apple menubar, the first menu item is attached
           automatically to app name menu entry.
         */
#if defined(__APPLE__)
        MenuItem *item00 = menuitem_create();
        Menu *apple_app_menu = menu_create();
        MenuItem *item01 = menuitem_create();
        MenuItem *item02 = menuitem_create();
        menuitem_text(item00, "");
        menuitem_text(item01, "About...");
        menuitem_text(item02, "Settings...");
        menu_add_item(apple_app_menu, item01);
        menu_add_item(apple_app_menu, item02);
        menuitem_submenu(item00, &apple_app_menu);
        menu_ins_item(dmenu->menu, 0, item00);
        i_index_popup(dmenu);
#endif
        osapp_menubar(dmenu->menu, dmenu->window);
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_unset_menubar(DynMenu *dmenu)
{
    cassert_no_null(dmenu);
    if (menu_is_menubar(dmenu->menu) == TRUE)
    {
        /* Remove the Apple 'appName' first menu entry */
#if defined(__APPLE__)
```

```
        menu_del_item(dmenu->menu, 0);
        i_index_popup(dmenu);
#endif
        osapp_menubar(NULL, dmenu->window);
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnUnsetMenubar(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    unref(e);
    i_unset_menubar(dmenu);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnPopUpMenu(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    V2Df pos;
    cassert_no_null(dmenu);
    unref(e);

    /* First, unlink the menu if has a menubar role */
    i_unset_menubar(dmenu);

    /* Screen position of top-left textview corner */
    {
        R2Df frame = window_control_frame(dmenu->window, guicontrol(dmenu->text
            ↪ ));
        pos = window_client_to_screen(dmenu->window, frame.pos);
    }

    /* Launch as popup */
    menu_launch(dmenu->menu, dmenu->window, pos);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnInsertItem(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    MenuItem *item = menuitem_create();
    char_t text[64];
    uint32_t pos = 0;
    cassert_no_null(dmenu);
    unref(e);
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "NewItem%d", dmenu->itemid++);
    menuitem_text(item, text);
    menuitem_OnClick(item, listener(dmenu, i_OnMenuClick, DynMenu));

#if defined(__APPLE__)
```

```
    /* In macOS, we insert the new item AFTER the 'appName' menu item */
    if (menu_is_menubar(dmenu->menu) == TRUE)
        pos = 1;
#endif

    menu_ins_item(dmenu->menu, pos, item);
    i_index_popup(dmenu);
    window_update(dmenu->window);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnRemoveItem(DynMenu *dmenu, Event *e)
{
    uint32_t pos = 0;
    cassert_no_null(dmenu);
    unref(e);

#if defined(__APPLE__)
    /* In macOS, we remove the item AFTER the 'appName' menu item */
    if (menu_is_menubar(dmenu->menu) == TRUE)
        pos = 1;
#endif

    if (menu_count(dmenu->menu) > pos)
    {
        menu_del_item(dmenu->menu, pos);
        i_index_popup(dmenu);
        window_update(dmenu->window);
    }
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

Panel *dynmenu_panel(Window *window)
{
    DynMenu *dmenu = i_dynmenu(window);
    Layout *layout1 = layout_create(1, 8);
    Layout *layout2 = layout_create(5, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    Button *button5 = button_push();
    Button *button6 = button_check();
    Button *button7 = button_check();
    Button *button8 = button_check();
    PopUp *popup = popup_create();
    TextView *text = textview_create();
```

```
    Panel *panel = panel_create();
    dmenu->text = text;
    label_text(label1, "NAppGUI Dynamic Menus API");
    label_text(label2, "Item");
    button_text(button1, "Set as menubar");
    button_text(button2, "Unset menubar");
    button_text(button3, "Launch as popup");
    button_text(button4, "Insert item at 0");
    button_text(button5, "Remove item at 0");
    button_text(button6, "Hide");
    button_text(button7, "Enable");
    button_text(button8, "Check");
    button_OnClick(button1, listener(dmenu, i_OnSetMenubar, DynMenu));
    button_OnClick(button2, listener(dmenu, i_OnUnsetMenubar, DynMenu));
    button_OnClick(button3, listener(dmenu, i_OnPopUpMenu, DynMenu));
    button_OnClick(button4, listener(dmenu, i_OnInsertItem, DynMenu));
    button_OnClick(button5, listener(dmenu, i_OnRemoveItem, DynMenu));
    button_OnClick(button6, listener(dmenu, i_OnHideClick, DynMenu));
    button_OnClick(button7, listener(dmenu, i_OnEnableClick, DynMenu));
    button_OnClick(button8, listener(dmenu, i_OnStateClick, DynMenu));
    popup_OnSelect(popup, listener(dmenu, i_OnSelectItem, DynMenu));
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_button(layout1, button1, 0, 1);
    layout_button(layout1, button2, 0, 2);
    layout_button(layout1, button3, 0, 3);
    layout_button(layout1, button4, 0, 4);
    layout_button(layout1, button5, 0, 5);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 6);
    layout_textview(layout1, text, 0, 7);
    layout_label(layout2, label2, 0, 0);
    layout_popup(layout2, popup, 1, 0);
    layout_button(layout2, button6, 2, 0);
    layout_button(layout2, button7, 3, 0);
    layout_button(layout2, button8, 4, 0);
    layout_halign(layout1, 0, 6, ekLEFT);
    layout_hmargin(layout2, 0, 5);
    layout_hmargin(layout2, 1, 5);
    layout_hmargin(layout2, 2, 5);
    layout_hmargin(layout2, 3, 5);
    panel_layout(panel, layout1);
    dmenu->popup = popup;
    dmenu->hide_check = button6;
    dmenu->enable_check = button7;
    dmenu->state_check = button8;
    i_index_popup(dmenu);
    panel_data(panel, &dmenu, i_destroy_dynmenu, DynMenu);
    return panel;
}
```

28.24. ¡Hola IP-Input!

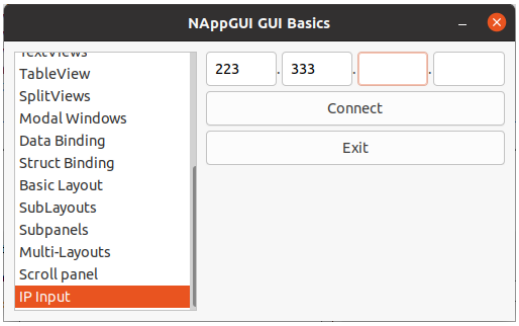


Figura 28.24: Los `Edit` cambian automáticamente el foco del teclado tras insertar el tercer carácter.

Listado 28.23: demo/guihello/ipinput.c

```
/* IP input */

#include "ipinput.h"
#include <gui/guiall.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnEditFilter(Window *window, Event* e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    EvTextFilter *filter = event_result(e, EvTextFilter);
    uint32_t i, j = 0, n = str_len_c(p->text);

    /* We only accept numbers in IP controls */
    for(i = 0; i < n; ++i)
    {
        if (p->text[i] >= '0' && p->text[i] <= '9')
            filter->text[j++] = p->text[i];
    }

    if (j > 3)
        j = 3;

    filter->text[j] = '\0';
    filter->apply = TRUE;

    /* We wrote the third character --> Jump to next control */
    if (j == 3)
        window_next_tabstop(window);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

Panel *ip_input(Window *window)
{
    Panel *panel = panel_create();
```

```
    Layout *layout1 = layout_create(7, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 3);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
    Edit *edit4 = edit_create();
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    label_text(label1, ".");
    label_text(label2, ".");
    label_text(label3, ".");
    button_text(button1, "Connect");
    button_text(button2, "Exit");
    edit_OnFilter(edit1, listener(window, i_OnEditFilter, Window));
    edit_OnFilter(edit2, listener(window, i_OnEditFilter, Window));
    edit_OnFilter(edit3, listener(window, i_OnEditFilter, Window));
    edit_OnFilter(edit4, listener(window, i_OnEditFilter, Window));
    layout_label(layout1, label1, 1, 0);
    layout_label(layout1, label2, 3, 0);
    layout_label(layout1, label3, 5, 0);
    layout_edit(layout1, edit1, 0, 0);
    layout_edit(layout1, edit2, 2, 0);
    layout_edit(layout1, edit3, 4, 0);
    layout_edit(layout1, edit4, 6, 0);
    layout_layout(layout2, layout1, 0, 0);
    layout_button(layout2, button1, 0, 1);
    layout_button(layout2, button2, 0, 2);
    layout_vmargin(layout2, 0, 5.f);
    layout_vmargin(layout2, 1, 5.f);
    layout_hsize(layout2, 0, 200.f);
    panel_layout(panel, layout2);
    return panel;
}
```

28.25. ¡Hola Font Width!

Listado 28.24: demo/guihello/fontx.c

```
/* Font x-scale */

#include "fontx.h"
#include <gui/guiall.h>

typedef struct _fontx_t FontX;

struct _fontx_t
{
```

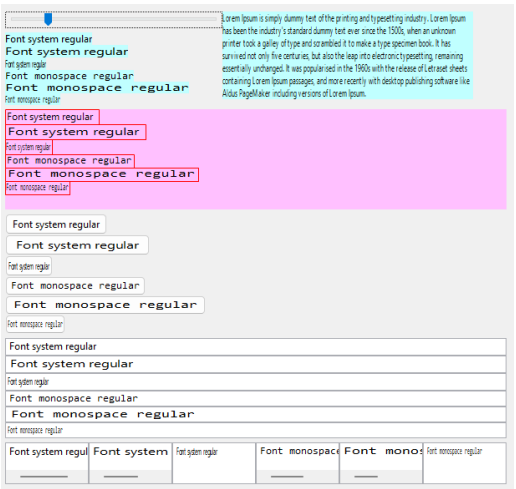


Figura 28.25: Efecto, de cambiar el ancho de fuente, sobre controles GUI y contextos de dibujo.

```
    Font *font_1_0;
    Font *font_1_5;
    Font *font_0_5;
    Font *fontm_1_0;
    Font *fontm_1_5;
    Font *fontm_0_5;
    Label *mline;
    Layout *layout;
    color_t c1;
    color_t c2;
};

const char_t *i_TEXT1 = "Font system regular";
const char_t *i_TEXT2 = "Font monospace regular";
const char_t *i_TEXT3 = "Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and
    ↪ typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy
    ↪  text ever since the 1500s, when an unknown printer took a galley of
    ↪ type and scrambled it to make a type specimen book. It has survived not
    ↪ only five centuries, but also the leap into electronic typesetting,
    ↪ remaining essentially unchanged. It was popularised in the 1960s with
    ↪ the release of Letraset sheets containing Lorem Ipsum passages, and more
    ↪  recently with desktop publishing software like Aldus PageMaker
    ↪ including versions of Lorem Ipsum.";

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_fontx(FontX **fontx)
{
    cassert_no_null(fontx);
    cassert_no_null(*fontx);
    font_destroy(&(*fontx)->font_1_0);
    font_destroy(&(*fontx)->font_1_5);
    font_destroy(&(*fontx)->font_0_5);
```

```
    font_destroy(&(*fontx)->fontm_1_0);
    font_destroy(&(*fontx)->fontm_1_5);
    font_destroy(&(*fontx)->fontm_0_5);
    heap_delete(fontx, FontX);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMoved(FontX *fontx, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    Font *font = font_system(font_regular_size(), 0);
    Font *font_sx = font_with_xscale(font, p->pos + .5f);
    label_font(fontx->mline, font_sx);
    layout_update(fontx->layout);
    font_destroy(&font_sx);
    font_destroy(&font);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_label_layout(FontX *fontx)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 7);
    Slider *slider = slider_create();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Label *label6 = label_create();
    Label *label7 = label_create();
    cassert_no_null(fontx);
    slider_value(slider, .5f);
    slider_OnMoved(slider, listener(fontx, i_OnMoved, FontX));
    label_multiline(label7, TRUE);
    label_text(label1, i_TEXT1);
    label_text(label2, i_TEXT1);
    label_text(label3, i_TEXT1);
    label_text(label4, i_TEXT2);
    label_text(label5, i_TEXT2);
    label_text(label6, i_TEXT2);
    label_text(label7, i_TEXT3);
    label_font(label1, fontx->font_1_0);
    label_font(label2, fontx->font_1_5);
    label_font(label3, fontx->font_0_5);
    label_font(label4, fontx->fontm_1_0);
    label_font(label5, fontx->fontm_1_5);
    label_font(label6, fontx->fontm_0_5);
    label_font(label7, fontx->font_1_0);
```

```
    label_bgcolor(label1, fontx->c1);
    label_bgcolor(label2, fontx->c1);
    label_bgcolor(label3, fontx->c1);
    label_bgcolor(label4, fontx->c1);
    label_bgcolor(label5, fontx->c1);
    label_bgcolor(label6, fontx->c1);
    label_bgcolor(label7, fontx->c1);
    layout_slider(layout2, slider, 0, 0);
    layout_label(layout2, label1, 0, 1);
    layout_label(layout2, label2, 0, 2);
    layout_label(layout2, label3, 0, 3);
    layout_label(layout2, label4, 0, 4);
    layout_label(layout2, label5, 0, 5);
    layout_label(layout2, label6, 0, 6);
    layout_vmargin(layout2, 0, 5);
    layout_valign(layout1, 0, 0, ekTOP);
    layout_valign(layout1, 1, 0, ekTOP);
    layout_hsize(layout1, 1, 300);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_label(layout1, label7, 1, 0);
    fontx->mline = label7;
    fontx->layout = layout1;
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_button_layout(FontX *fontx)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 6);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    Button *button4 = button_push();
    Button *button5 = button_push();
    Button *button6 = button_push();
    cassert_no_null(fontx);
    button_text(button1, i_TEXT1);
    button_text(button2, i_TEXT1);
    button_text(button3, i_TEXT1);
    button_text(button4, i_TEXT2);
    button_text(button5, i_TEXT2);
    button_text(button6, i_TEXT2);
    button_font(button1, fontx->font_1_0);
    button_font(button2, fontx->font_1_5);
    button_font(button3, fontx->font_0_5);
    button_font(button4, fontx->fontm_1_0);
    button_font(button5, fontx->fontm_1_5);
    button_font(button6, fontx->fontm_0_5);
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
```

```
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_button(layout, button5, 0, 4);
    layout_button(layout, button6, 0, 5);
    layout_halign(layout, 0, 0, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 1, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 2, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 3, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 4, ekLEFT);
    layout_halign(layout, 0, 5, ekLEFT);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_edit_layout(FontX *fontx)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 6);
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Edit *edit3 = edit_create();
    Edit *edit4 = edit_create();
    Edit *edit5 = edit_create();
    Edit *edit6 = edit_create();
    cassert_no_null(fontx);
    edit_text(edit1, i_TEXT1);
    edit_text(edit2, i_TEXT1);
    edit_text(edit3, i_TEXT1);
    edit_text(edit4, i_TEXT2);
    edit_text(edit5, i_TEXT2);
    edit_text(edit6, i_TEXT2);
    edit_font(edit1, fontx->font_1_0);
    edit_font(edit2, fontx->font_1_5);
    edit_font(edit3, fontx->font_0_5);
    edit_font(edit4, fontx->fontm_1_0);
    edit_font(edit5, fontx->fontm_1_5);
    edit_font(edit6, fontx->fontm_0_5);
    layout_edit(layout, edit1, 0, 0);
    layout_edit(layout, edit2, 0, 1);
    layout_edit(layout, edit3, 0, 2);
    layout_edit(layout, edit4, 0, 3);
    layout_edit(layout, edit5, 0, 4);
    layout_edit(layout, edit6, 0, 5);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static ListBox *i_listbox(const Font *font, const char_t *text)
{
    ListBox *listbox = listbox_create();
```

```
    listbox_font(listbox, font);
    listbox_add_elem(listbox, text, NULL);
    listbox_size(listbox, s2df(100, 50));
    return listbox;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_list_layout(FontX *fontx)
{
    Layout *layout = layout_create(6, 1);
    ListBox *list1 = i_listbox(fontx->font_1_0, i_TEXT1);
    ListBox *list2 = i_listbox(fontx->font_1_5, i_TEXT1);
    ListBox *list3 = i_listbox(fontx->font_0_5, i_TEXT1);
    ListBox *list4 = i_listbox(fontx->fontm_1_0, i_TEXT2);
    ListBox *list5 = i_listbox(fontx->fontm_1_5, i_TEXT2);
    ListBox *list6 = i_listbox(fontx->fontm_0_5, i_TEXT2);
    layout_listbox(layout, list1, 0, 0);
    layout_listbox(layout, list2, 1, 0);
    layout_listbox(layout, list3, 2, 0);
    layout_listbox(layout, list4, 3, 0);
    layout_listbox(layout, list5, 4, 0);
    layout_listbox(layout, list6, 5, 0);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(FontX *fontx, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    real32_t w1, w2, w3, w4, w5, w6;
    real32_t h1, h2, h3, h4, h5, h6;
    cassert_no_null(fontx);
    draw_clear(p->ctx, fontx->c2);
    draw_text_color(p->ctx, gui_label_color());
    draw_font(p->ctx, fontx->font_1_0);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT1, -1, &w1, &h1);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT1, 0, 0);
    draw_font(p->ctx, fontx->font_1_5);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT1, -1, &w2, &h2);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT1, 0, h1);
    draw_font(p->ctx, fontx->font_0_5);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT1, -1, &w3, &h3);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT1, 0, h1 + h2);
    draw_font(p->ctx, fontx->fontm_1_0);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT2, -1, &w4, &h4);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT2, 0, h1 + h2 + h3);
    draw_font(p->ctx, fontx->fontm_1_5);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT2, -1, &w5, &h5);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT2, 0, h1 + h2 + h3 + h4);
```

```
    draw_font(p->ctx, fontx->fontm_0_5);
    draw_text_extents(p->ctx, i_TEXT2, -1, &w6, &h6);
    draw_text(p->ctx, i_TEXT2, 0, h1 + h2 + h3 + h4 + h5);
    draw_line_color(p->ctx, kCOLOR_RED);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, 0, w1, h1);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, h1, w2, h2);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, h1 + h2, w3, h3);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, h1 + h2 + h3, w4, h4);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, h1 + h2 + h3 + h4, w5, h5);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, 0, h1 + h2 + h3 + h4 + h5, w6, h6);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(FontX *fontx)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 5);
    Layout *layout2 = i_label_layout(fontx);
    Layout *layout3 = i_button_layout(fontx);
    Layout *layout4 = i_edit_layout(fontx);
    Layout *layout5 = i_list_layout(fontx);
    View *view = view_create();
    view_OnDraw(view, listener(fontx, i_OnDraw, FontX));
    view_size(view, s2df(200, 120));
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_view(layout1, view, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 2);
    layout_layout(layout1, layout4, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout5, 0, 4);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static FontX *i_fontx(void)
{
    FontX *fontx = heap_new(FontX);
    fontx->font_1_0 = font_system(font_regular_size(), 0);
    fontx->font_1_5 = font_with_xscale(fontx->font_1_0, 1.5f);
    fontx->font_0_5 = font_with_xscale(fontx->font_1_0, 0.5f);
    fontx->fontm_1_0 = font_monospace(font_regular_size(), 0);
    fontx->fontm_1_5 = font_with_xscale(fontx->fontm_1_0, 1.5f);
    fontx->fontm_0_5 = font_with_xscale(fontx->fontm_1_0, 0.5f);
    fontx->c1 = gui_alt_color(color_rgb(192, 255, 255), color_rgb(48, 112, 112)
        ↪ );
    fontx->c2 = gui_alt_color(color_rgb(255, 192, 255), color_rgb(128, 48, 112)
        ↪ );
```

```
    return fontx;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

Panel *font_x_scale(void)
{
    FontX *fontx = i_fontx();
    Layout *layout = i_layout(fontx);
    Panel *panel = panel_create();
    panel_data(panel, &fontx, i_destroy_fontx, FontX);
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}
```

Capítulo 29

¡Hola Draw2d!

29.1 ¡Hola Draw2d! 673

29.1. ¡Hola Draw2d!

DrawHello es una aplicación, que a modo de ejemplo, muestra las características de la librería *"Draw2D"* (Página 284) para el dibujo vectorial en 2D. Implementa el dibujo de líneas, relleno de regiones, textos e imágenes. El **código fuente** está en la carpeta `/demo/drawhello` de la distribución del SDK.

Listado 29.1: demo/drawhello/drawhello.c

```
/* Drawing primitives */

#include "res_drawhello.h"
#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    View *view;
    Label *label;
    Cell *slider;
    uint32_t option;
    real32_t slider_pos;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_lines(DCtx *ctx)
```

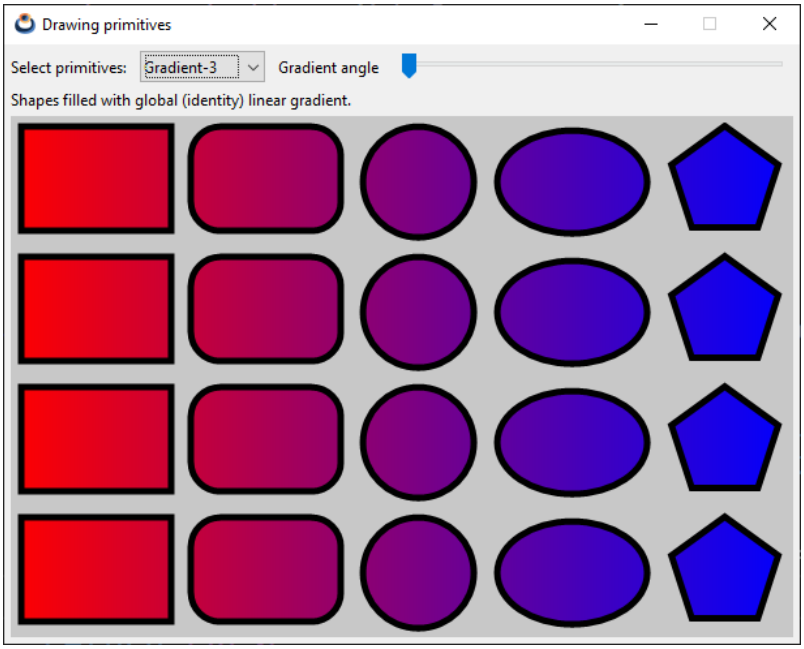


Figura 29.1: Versión Windows.

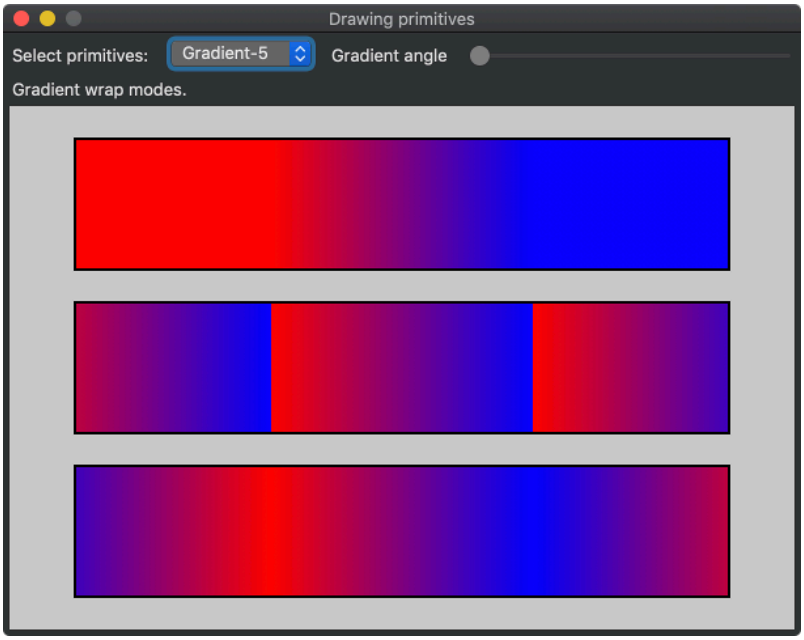


Figura 29.2: Versión macOS.

```
{
```

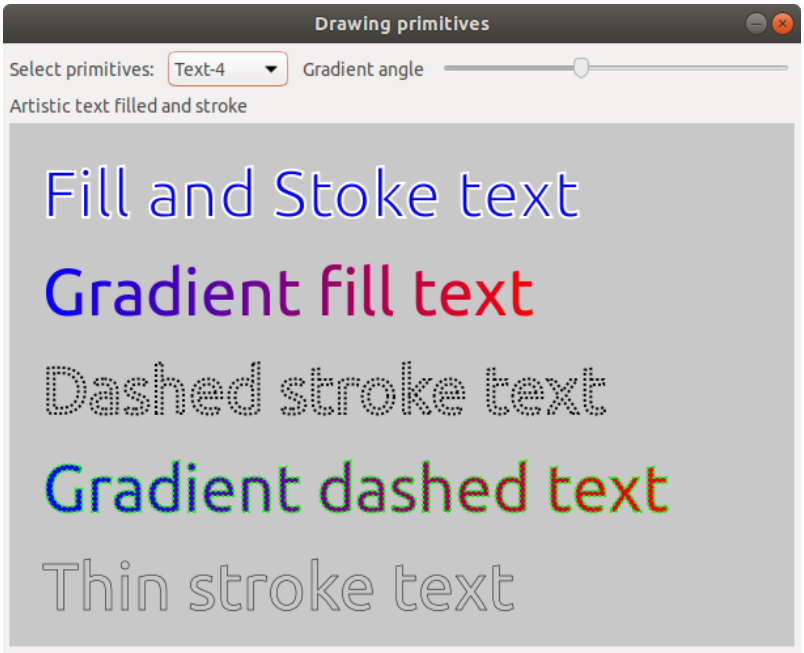


Figura 29.3: Versión Linux.

```
const V2Df poly1[] = {{10, 190}, {90, 110}, {110, 190}, {190, 110}, {210,
    ↪ 190}, {290, 110}};
const V2Df poly2[] = {{310, 190}, {390, 110}, {410, 190}, {490, 110}, {510,
    ↪  190}, {590, 110}};
const V2Df poly3[] = {{10, 290}, {90, 210}, {110, 290}, {190, 210}, {210,
    ↪ 290}, {290, 210}};
const real32_t pattern1[] = {5, 5, 10, 5};
const real32_t pattern2[] = {1, 1};
const real32_t pattern3[] = {2, 1};
const real32_t pattern4[] = {1, 2};

/* Line widths */
draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
draw_line_width(ctx, 5);
draw_line(ctx, 10, 90, 90, 10);
draw_line_width(ctx, 10);
draw_line(ctx, 110, 90, 190, 10);
draw_line_width(ctx, 15);
draw_line(ctx, 210, 90, 290, 10);

/* Line caps */
draw_line_cap(ctx, ekLCFLAT);
draw_line(ctx, 310, 90, 390, 10);
draw_line_cap(ctx, ekLCSQUARE);
draw_line(ctx, 410, 90, 490, 10);
```

```
    draw_line_cap(ctx, ekLCROUND);
    draw_line(ctx, 510, 90, 590, 10);

    /* Line joins */
    draw_line_width(ctx, 15);
    draw_line_cap(ctx, ekLCFLAT);
    draw_line_join(ctx, ekLJMITER);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly1, 6);
    draw_line_cap(ctx, ekLCSQUARE);
    draw_line_join(ctx, ekLJROUND);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly2, 6);
    draw_line_cap(ctx, ekLCROUND);
    draw_line_join(ctx, ekLJBEVEL);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly3, 6);

    /* Line colors */
    draw_line_width(ctx, 10);
    draw_line_cap(ctx, ekLCFLAT);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_line(ctx, 310, 215, 590, 215);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_GREEN);
    draw_line(ctx, 310, 235, 590, 235);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_line(ctx, 310, 255, 590, 255);
    draw_line_width(ctx, 5);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_YELLOW);
    draw_line(ctx, 310, 270, 590, 270);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_CYAN);
    draw_line(ctx, 310, 280, 590, 280);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_MAGENTA);
    draw_line(ctx, 310, 290, 590, 290);

    /* Line patterns */
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_line_width(ctx, 5);
    draw_line_cap(ctx, ekLCFLAT);
    draw_line_dash(ctx, pattern1, 4);
    draw_line(ctx, 10, 310, 590, 310);
    draw_line_dash(ctx, pattern2, 2);
    draw_line(ctx, 10, 330, 590, 330);
    draw_line_dash(ctx, pattern3, 2);
    draw_line(ctx, 10, 350, 590, 350);
    draw_line_dash(ctx, pattern4, 2);
    draw_line_width(ctx, 2);
    draw_line(ctx, 10, 365, 590, 365);
    draw_line_dash(ctx, pattern1, 4);
    draw_line_width(ctx, 1);
    draw_line(ctx, 10, 375, 590, 375);
    draw_line_dash(ctx, NULL, 0);
    draw_line(ctx, 10, 385, 590, 385);
```

```
    /* Thin lines in centers */
    draw_line_dash(ctx, NULL, 0);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(255, 255, 255));
    draw_line_width(ctx, 1);
    draw_line(ctx, 10, 90, 90, 10);
    draw_line(ctx, 110, 90, 190, 10);
    draw_line(ctx, 210, 90, 290, 10);
    draw_line(ctx, 310, 90, 390, 10);
    draw_line(ctx, 410, 90, 490, 10);
    draw_line(ctx, 510, 90, 590, 10);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly1, 6);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly2, 6);
    draw_polyline(ctx, FALSE, poly3, 6);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_shapes_row(DCtx *ctx, const drawop_t op, const T2Df *origin)
{
    const V2Df poly[] = {{40, 0}, {12.36f, 38.04f}, {-32.36f, 23.52f}, {-32.36f
        ↪ , -23.52f}, {12.36f, -38.04f}};
    T2Df matrix;
    draw_rect(ctx, op, 10, 10, 110, 75);
    draw_rndrect(ctx, op, 140, 10, 110, 75, 20);
    draw_circle(ctx, op, 312, 50, 40);
    draw_ellipse(ctx, op, 430, 50, 55, 37);
    t2d_movef(&matrix, origin, 547, 50);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, -kBMATH_PIf / 10);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_polygon(ctx, op, poly, 5);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_shapes(DCtx *ctx, const bool_t grad)
{
    T2Df origin = *kT2D_IDENTf;
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_line_width(ctx, 10);
    draw_matrixf(ctx, &origin);
    i_draw_shapes_row(ctx, grad ? ekSKFILL : ekSTROKE, &origin);
    t2d_movef(&origin, &origin, 0, 100);
    draw_matrixf(ctx, &origin);
    i_draw_shapes_row(ctx, grad ? ekSKFILL : ekFILL, &origin);
    t2d_movef(&origin, &origin, 0, 100);
    draw_matrixf(ctx, &origin);
    i_draw_shapes_row(ctx, grad ? ekSKFILL : ekSKFILL, &origin);
    t2d_movef(&origin, &origin, 0, 100);
    draw_matrixf(ctx, &origin);
    i_draw_shapes_row(ctx, grad ? ekSKFILL : ekFILLSK, &origin);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_gradient(DCtx *ctx, const real32_t gradient, const bool_t
    ↪ back, const bool_t shapes)
{
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    real32_t gpos;
    real32_t gx, gy;
    c[0] = kCOLOR_RED;
    c[1] = kCOLOR_BLUE;

    gpos = gradient * (600 + 400);

    if (gpos < 400)
    {
        gx = 600;
        gy = gpos;
    }
    else
    {
        gx = 600 - (gpos - 400);
        gy = 400;
    }

    draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, gx, gy);

    if (back == TRUE)
        draw_rect(ctx, ekFILL, 0, 0, 600, 400);

    if (shapes == TRUE)
        i_draw_shapes(ctx, TRUE);

    draw_matrixf(ctx, kT2D_IDENTf);
    draw_line_width(ctx, 3);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_line(ctx, 3, 3, gx + 3, gy + 3);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_lines_gradient(DCtx *ctx, const real32_t gradient)
{
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    real32_t gpos;
    real32_t gx, gy;
    const real32_t pattern1[] = {5, 5, 10, 5};
    const real32_t pattern2[] = {1, 1};
    const real32_t pattern3[] = {2, 1};
```

```
const real32_t pattern4[] = {1, 2};

c[0] = kCOLOR_RED;
c[1] = kCOLOR_BLUE;

gpos = gradient * (600 + 400);

if (gpos < 400)
{
    gx = 600;
    gy = gpos;
}
else
{
    gx = 600 - (gpos - 400);
    gy = 400;
}

draw_line_width(ctx, 10);
draw_line_fill(ctx);
draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, gx, gy);
i_draw_shapes_row(ctx, ekSTROKE, kT2D_IDENTf);

draw_matrixf(ctx, kT2D_IDENTf);
draw_line_width(ctx, 1);
draw_bezier(ctx, 30, 190, 140, 50, 440, 110, 570, 190);
draw_line_width(ctx, 4);
draw_bezier(ctx, 30, 210, 140, 70, 440, 130, 570, 210);
draw_line_width(ctx, 7);
draw_bezier(ctx, 30, 230, 140, 90, 440, 150, 570, 230);
draw_line_width(ctx, 10);
draw_bezier(ctx, 30, 250, 140, 110, 440, 170, 570, 250);

draw_line_width(ctx, 8);
draw_arc(ctx, 100, 280, 60, 0, -kBMATH_PIf / 2);
draw_arc(ctx, 250, 280, 60, kBMATH_PIf, kBMATH_PIf / 2);
draw_arc(ctx, 300, 220, 60, kBMATH_PIf / 2, -kBMATH_PIf / 2);
draw_arc(ctx, 450, 220, 60, kBMATH_PIf / 2, kBMATH_PIf / 2);

draw_line_width(ctx, 5);
draw_line_cap(ctx, ekLCFLAT);
draw_line_dash(ctx, pattern1, 4);
draw_line(ctx, 10, 310, 590, 310);
draw_line_dash(ctx, pattern2, 2);
draw_line(ctx, 10, 330, 590, 330);
draw_line_dash(ctx, pattern3, 2);
draw_line(ctx, 10, 350, 590, 350);
draw_line_dash(ctx, pattern4, 2);
draw_line_width(ctx, 2);
draw_line(ctx, 10, 365, 590, 365);
draw_line_dash(ctx, pattern1, 4);
```

```
    draw_line_width(ctx, 1);
    draw_line(ctx, 10, 375, 590, 375);
    draw_line_dash(ctx, NULL, 0);
    draw_line(ctx, 10, 385, 590, 385);

    draw_line_width(ctx, 1);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(50, 50, 50));
    draw_line(ctx, 3, 3, gx + 3, gy + 3);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_local_gradient(DCtx *ctx, const real32_t gradient)
{
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    real32_t gpos;
    real32_t gx, gy;
    T2Df matrix;

    c[0] = kCOLOR_RED;
    c[1] = kCOLOR_BLUE;

    gpos = gradient * (200 + 100);

    if (gpos < 100)
    {
        gx = 200;
        gy = gpos;
    }
    else
    {
        gx = 200 - (gpos - 100);
        gy = 100;
    }

    draw_line_join(ctx, ekLJROUND);
    draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 0, 0, gx, gy);

    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 50, 40);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_fill_matrix(ctx, &matrix);
    draw_line_width(ctx, 10);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_rect(ctx, ekSKFILL, 0, 0, 200, 100);
    draw_line_width(ctx, 3);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_line(ctx, 0, 0, gx, gy);

    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 400, 40);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, kBMATH_PIf / 6);
```

```
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_fill_matrix(ctx, &matrix);
    draw_line_width(ctx, 10);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_rect(ctx, ekSKFILL, 0, 0, 200, 100);
    draw_line_width(ctx, 3);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_line(ctx, 0, 0, gx, gy);

    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 250, 280);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, -kBMATH_PIf / 10);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    t2d_movef(&matrix, &matrix, -100, -50);
    draw_fill_matrix(ctx, &matrix);
    draw_line_width(ctx, 10);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_ellipse(ctx, ekSKFILL, 0, 0, 100, 50);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_line_width(ctx, 3);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    draw_line(ctx, 0, 0, gx, gy);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_wrap_gradient(DCtx *ctx)
{
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    c[0] = kCOLOR_RED;
    c[1] = kCOLOR_BLUE;
    draw_line_width(ctx, 2);
    draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 200, 0, 400, 0);
    draw_fill_wrap(ctx, ekFCLAMP);
    draw_rect(ctx, ekFILLSK, 50, 25, 500, 100);
    draw_fill_wrap(ctx, ekFTILE);
    draw_rect(ctx, ekFILLSK, 50, 150, 500, 100);
    draw_fill_wrap(ctx, ekFFLIP);
    draw_rect(ctx, ekFILLSK, 50, 275, 500, 100);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_text_single(DCtx *ctx, const real32_t xscale)
{
    Font *bfont = font_system(20, 0);
    Font *font = font_with_xscale(bfont, xscale);
    const char_t *text = "Text □□Κείμενο ";
    real32_t width, height;
    T2Df matrix;
    draw_font(ctx, font);
```

```
    draw_text_extents(ctx, text, -1, &width, &height);
    draw_text_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 25, 25);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 300, 25);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 575, 25);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 25, 100);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 300, 100);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 575, 100);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekBOTTOM);
    draw_text(ctx, text, 25, 175);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekBOTTOM);
    draw_text(ctx, text, 300, 175);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekBOTTOM);
    draw_text(ctx, text, 575, 175);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 100, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 100, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 100, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 200, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 250, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 325, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 200, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 230, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 260, 3);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 100 - (height / 2), width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 100 - (height / 2), width,
        ↪ height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 100 - (height / 2), width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 175 - height, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 175 - height, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 175 - height, width, height);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 25, 200);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, kBMATH_PIf / 8);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
```

```
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 300, 250);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, -kBMATH_PIf / 8);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 25, 325);
    t2d_scalef(&matrix, &matrix, 3, 1);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 575, 200);
    t2d_scalef(&matrix, &matrix, .5f, 1);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 575, 230);
    t2d_scalef(&matrix, &matrix, .75f, 1);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 575, 260);
    t2d_scalef(&matrix, &matrix, 1.25f, 1);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_text(ctx, text, 0, 0);
    font_destroy(&bfont);
    font_destroy(&font);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_text_newline(DCtx *ctx, const real32_t xscale)
{
    Font *bfont = font_system(20, 0);
    Font *font = font_with_xscale(bfont, xscale);
    const char_t *text = "Text new line\□□□□n\Γραμμήη κειμένου";
    real32_t width, height;
    draw_font(ctx, font);
    draw_text_extents(ctx, text, -1, &width, &height);
    draw_text_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_text_halign(ctx, ekLEFT);
    draw_text(ctx, text, 25, 25);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekTOP);
    draw_text_halign(ctx, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 300, 25);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_text_halign(ctx, ekRIGHT);
    draw_text(ctx, text, 575, 25);
```

```
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekCENTER);
    draw_text_halign(ctx, ekLEFT);
    draw_text(ctx, text, 25, 175);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_text_halign(ctx, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 300, 175);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekCENTER);
    draw_text_halign(ctx, ekRIGHT);
    draw_text(ctx, text, 575, 175);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekBOTTOM);
    draw_text_halign(ctx, ekLEFT);
    draw_text(ctx, text, 25, 325);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekBOTTOM);
    draw_text_halign(ctx, ekCENTER);
    draw_text(ctx, text, 300, 325);
    draw_text_align(ctx, ekRIGHT, ekBOTTOM);
    draw_text_halign(ctx, ekRIGHT);
    draw_text(ctx, text, 575, 325);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 175, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 325, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 325, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 325, 3);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 25, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 175 - (height / 2), width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 175 - (height / 2), width,
        ↪ height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 175 - (height / 2), width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 325 - height, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 300 - (width / 2), 325 - height, width, height);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 575 - width, 325 - height, width, height);
    font_destroy(&bfont);
    font_destroy(&font);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_text_block(DCtx *ctx, const real32_t xscale)
{
    const char_t *text = "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing
        ↪ elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna
        ↪ aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco
        ↪ laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.";
```

```
    Font *bfont = font_system(font_regular_size(), 0);
    Font *font = font_with_xscale(bfont, xscale);
    real32_t dash[2] = {1, 1};
    real32_t width1, height1;
    real32_t width2, height2;
    real32_t width3, height3;
    real32_t width4, height4;
    draw_font(ctx, font);
    draw_text_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_text_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_text_halign(ctx, ekLEFT);
    draw_text_width(ctx, 200);
    draw_text_extents(ctx, text, 200, &width1, &height1);
    draw_text(ctx, text, 25, 25);
    draw_text_width(ctx, 300);
    draw_text_extents(ctx, text, 300, &width2, &height2);
    draw_text(ctx, text, 250, 25);
    draw_text_width(ctx, 400);
    draw_text_extents(ctx, text, 400, &width3, &height3);
    draw_text(ctx, text, 25, 200);
    draw_text_width(ctx, 500);
    draw_text_extents(ctx, text, 500, &width4, &height4);
    draw_text(ctx, text, 25, 315);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_RED);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 250, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 200, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 315, 3);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 25, 200, height1);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 250, 25, 300, height2);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 200, 400, height3);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 315, 500, height4);
    draw_line_dash(ctx, dash, 2);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 25, width1, height1);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 250, 25, width2, height2);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 200, width3, height3);
    draw_rect(ctx, ekSTROKE, 25, 315, width4, height4);
    font_destroy(&bfont);
    font_destroy(&font);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_text_art(DCtx *ctx)
{
    Font *font = font_system(50, 0);
    color_t c[2];
    real32_t stop[2] = {0, 1};
    real32_t dash[2] = {1, 1};
    real32_t width, height;
```

```
    c[0] = kCOLOR_BLUE;
    c[1] = kCOLOR_RED;
    draw_font(ctx, font);
    draw_line_width(ctx, 2);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_WHITE);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_text_path(ctx, ekFILLSK, "Fill and Stoke text", 25, 25);
    draw_text_extents(ctx, "Gradient fill text", -1, &width, &height);
    draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 25, 0, 25 + width, 0);
    draw_fill_matrix(ctx, kT2D_IDENTf);
    draw_text_path(ctx, ekFILL, "Gradient fill text", 25, 100);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_line_dash(ctx, dash, 2);
    draw_text_path(ctx, ekSTROKE, "Dashed stroke text", 25, 175);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_GREEN);
    draw_text_extents(ctx, "Gradient dashed text", -1, &width, &height);
    draw_fill_linear(ctx, c, stop, 2, 25, 0, 25 + width, 0);
    draw_text_path(ctx, ekFILLSK, "Gradient dashed text", 25, 250);
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_line_width(ctx, .5f);
    draw_line_dash(ctx, NULL, 0);
    draw_text_path(ctx, ekSTROKE, "Thin stroke text", 25, 325);
    font_destroy(&font);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_image(DCtx *ctx)
{
    ResPack *pack = res_drawhello_respack("");
    const Image *image = image_from_resource(pack, IMAGE_PNG);
    T2Df matrix;

    draw_image_align(ctx, ekLEFT, ekTOP);
    draw_image(ctx, image, 25, 25);
    t2d_movef(&matrix, kT2D_IDENTf, 300, 200);
    t2d_rotatef(&matrix, &matrix, kBMATH_PIf / 8);
    draw_image_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_matrixf(ctx, &matrix);
    draw_image(ctx, image, 0, 0);
    draw_matrixf(ctx, kT2D_IDENTf);
    draw_image_align(ctx, ekRIGHT, ekTOP);
    draw_image(ctx, image, 575, 25);
    draw_image_align(ctx, ekLEFT, ekBOTTOM);
    draw_image(ctx, image, 25, 375);
    draw_image_align(ctx, ekRIGHT, ekBOTTOM);
    draw_image(ctx, image, 575, 375);

    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 300, 200, 3);
```

```
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 25, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 25, 375, 3);
    draw_circle(ctx, ekFILL, 575, 375, 3);
    respack_destroy(&pack);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    draw_clear(p->ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    switch (app->option)
    {
    case 0:
        cell_enabled(app->slider, FALSE);
        label_text(app->label, "Different line styles: width, join, cap, dash
            ↪ ...");
        i_draw_lines(p->ctx);
        break;
    case 1:
        cell_enabled(app->slider, FALSE);
        label_text(app->label, "Basic shapes filled and stroke.");
        draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_BLUE);
        i_draw_shapes(p->ctx, FALSE);
        break;
    case 2:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Global linear gradient.");
        i_draw_gradient(p->ctx, app->slider_pos, TRUE, FALSE);
        break;
    case 3:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Shapes filled with global (identity) linear
            ↪ gradient.");
        i_draw_gradient(p->ctx, app->slider_pos, TRUE, TRUE);
        break;
    case 4:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Shapes filled with global (identity) linear
            ↪ gradient.");
        i_draw_gradient(p->ctx, app->slider_pos, FALSE, TRUE);
        break;
    case 5:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Lines with global (identity) linear gradient.")
            ↪ ;
        i_draw_lines_gradient(p->ctx, app->slider_pos);
        break;
    case 6:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
```

```
        label_text(app->label, "Shapes filled with local (transformed) gradient
            ↪ .");
        i_draw_local_gradient(p->ctx, app->slider_pos);
        break;
    case 7:
        cell_enabled(app->slider, FALSE);
        label_text(app->label, "Gradient wrap modes.");
        i_draw_wrap_gradient(p->ctx);
        break;
    case 8:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Single line text with alignment and transforms"
            ↪ );
        i_text_single(p->ctx, app->slider_pos + .5f);
        break;
    case 9:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Text with newline '\\n' character and internal
            ↪ alignment");
        i_text_newline(p->ctx, app->slider_pos + .5f);
        break;
    case 10:
        cell_enabled(app->slider, TRUE);
        label_text(app->label, "Text block in a constrained width area");
        i_text_block(p->ctx, app->slider_pos + .5f);
        break;
    case 11:
        cell_enabled(app->slider, FALSE);
        label_text(app->label, "Artistic text filled and stroke");
        i_text_art(p->ctx);
        break;
    case 12:
        cell_enabled(app->slider, FALSE);
        label_text(app->label, "Drawing images with alignment");
        i_image(p->ctx);
        break;
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAcceptFocus(App *app, Event *e)
{
    bool_t *r = event_result(e, bool_t);
    unref(app);
    *r = FALSE;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
```

```
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    Slider *slider = cell_slider(app->slider);
    app->option = p->index;
    app->slider_pos = 0.5f;
    slider_value(slider, app->slider_pos);
    view_update(app->view);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSlider(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    app->slider_pos = p->pos;
    view_update(app->view);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = layout_create(4, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    PopUp *popup = popup_create();
    Slider *slider = slider_create();
    View *view = view_create();
    label_text(label1, "Select primitives:");
    label_text(label2, "Gradient/scale");
    label_multiline(label3, TRUE);
    popup_add_elem(popup, "Lines", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Shapes", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-1", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-2", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-3", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-4", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-5", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Gradient-6", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Text-1", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Text-2", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Text-3", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Text-4", NULL);
    popup_add_elem(popup, "Image", NULL);
    popup_list_height(popup, 6);
    popup_OnSelect(popup, listener(app, i_OnSelect, App));
    slider_OnMoved(slider, listener(app, i_OnSlider, App));
    view_size(view, s2df(600, 400));
```

```
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    view_OnAcceptFocus(view, listener(app, i_OnAcceptFocus, App));
    layout_label(layout2, label1, 0, 0);
    layout_popup(layout2, popup, 1, 0);
    layout_label(layout2, label2, 2, 0);
    layout_slider(layout2, slider, 3, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_label(layout1, label3, 0, 1);
    layout_view(layout1, view, 0, 2);
    layout_margin(layout1, 5);
    layout_hmargin(layout2, 0, 10);
    layout_hmargin(layout2, 1, 10);
    layout_hmargin(layout2, 2, 10);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_halign(layout1, 0, 1, ekJUSTIFY);
    layout_hexpand(layout2, 3);
    panel_layout(panel, layout1);
    app->slider = layout_cell(layout2, 3, 0);
    app->view = view;
    app->label = label3;
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    app->slider_pos = 0;
    app->option = 0;
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Drawing primitives");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 30

¡Hola WebView!

30.1 ¡Hola WebView! 693

30.1. ¡Hola WebView!

WebHello es una aplicación de escritorio que integra vistas Web junto con otros controles de interfaz. El **código fuente** está en la carpeta `/demo/webhello` de la distribución del SDK.

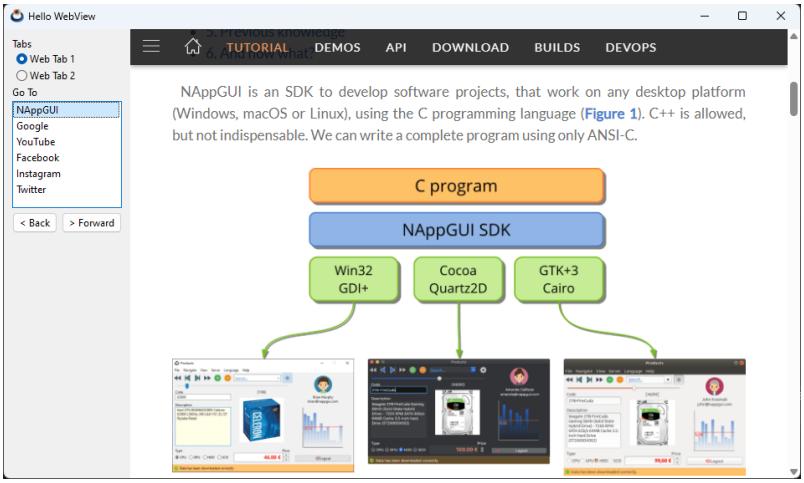


Figura 30.1: Versión Windows.

Listado 30.1: demo/webhello/webhello.c

```
/* WebView Hello World */
```

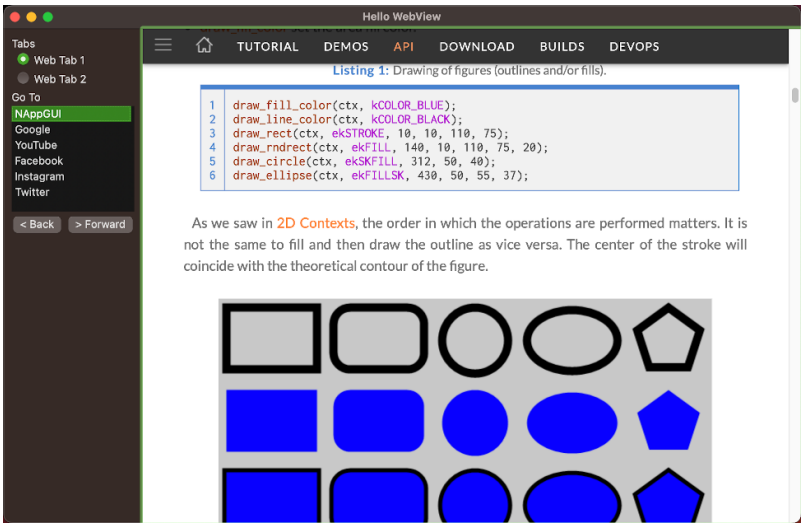


Figura 30.2: Versión macOS.

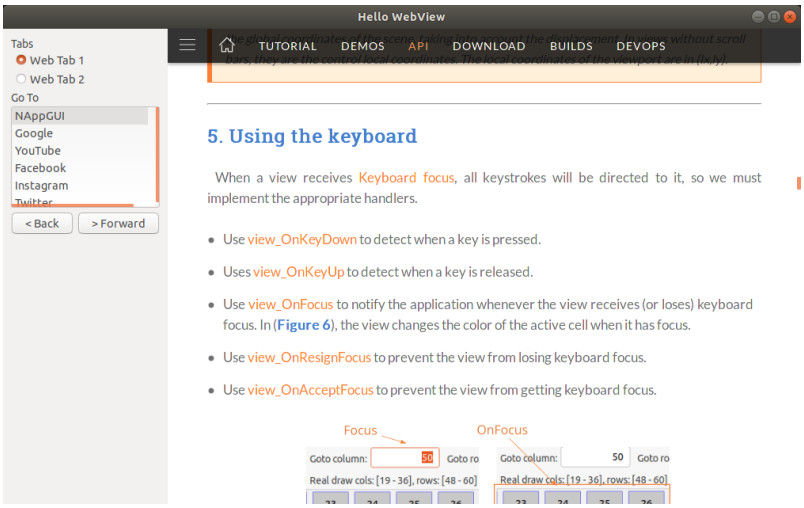


Figura 30.3: Versión Linux.

```
#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    Panel *tabpanel;
    uint32_t tabid;
    WebView *web1;
```

```
    WebView *web2;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_web_navigate(WebView *view, const uint32_t index)
{
    switch (index)
    {
    case 0:
        webview_navigate(view, "https://nappgui.com");
        break;
    case 1:
        webview_navigate(view, "https://google.com");
        break;
    case 2:
        webview_navigate(view, "https://youtube.com");
        break;
    case 3:
        webview_navigate(view, "https://facebook.com");
        break;
    case 4:
        webview_navigate(view, "https://instagram.com");
        break;
    case 5:
        webview_navigate(view, "https://twitter.com");
        break;
        cassert_default();
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTab(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    panel_visible_layout(app->tabpanel, p->index);
    panel_update(app->tabpanel);
    app->tabid = p->index;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_tabs_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 2);
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    cassert_no_null(app);
    button_text(button1, "Web Tab 1");
    button_text(button2, "Web Tab 2");
```

```
    button_OnClick(button1, listener(app, i_OnTab, App));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_margin4(layout, 0, 0, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    button_state(app->tabid == 0 ? button1 : button2, ekGUI_ON);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnBack(App *app, Event *e)
{
    webview_back(app->tabid == 0 ? app->web1 : app->web2);
    unref(e);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnForward(App *app, Event *e)
{
    webview_forward(app->tabid == 0 ? app->web1 : app->web2);
    unref(e);
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_nav_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Button *button1 = button_push();
    Button *button2 = button_push();
    button_text(button1, "< Back");
    button_text(button2, "> Forward");
    button_OnClick(button1, listener(app, i_OnBack, App));
    button_OnClick(button2, listener(app, i_OnForward, App));
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 1, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    unref(app);
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    i_web_navigate(app->tabid == 0 ? app->web1 : app->web2, p->index);
}
```

```
/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 5);
    Layout *layout2 = i_tabs_layout(app);
    Layout *layout3 = i_nav_layout(app);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    ListBox *list = listbox_create();
    label_text(label1, "Tabs");
    label_text(label2, "Go To");
    listbox_OnSelect(list, listener(app, i_OnSelect, App));
    listbox_add_elem(list, "NAppGUI", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Google", NULL);
    listbox_add_elem(list, "YouTube", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Facebook", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Instagram", NULL);
    listbox_add_elem(list, "Twitter", NULL);
    listbox_select(list, 0, TRUE);
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 1);
    layout_label(layout1, label2, 0, 2);
    layout_listbox(layout1, list, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 4);
    layout_vmargin(layout1, 0, 3);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 3);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    layout_margin(layout1, 10);
    return layout1;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_tab_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(1, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 1);
    WebView *view1 = webview_create();
    WebView *view2 = webview_create();
    cassert_no_null(app);
    webview_size(view1, s2df(800, 600));
    webview_size(view2, s2df(800, 600));
    i_web_navigate(view1, 0);
    i_web_navigate(view2, 1);
    layout_webview(layout1, view1, 0, 0);
    layout_webview(layout2, view2, 0, 0);
    panel_layout(panel, layout1);
    panel_layout(panel, layout2);
```

```
    app->tabpanel = panel;
    app->web1 = view1;
    app->web2 = view2;
    panel_visible_layout(panel, app->tabid);
    return panel;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = i_control_layout(app);
    Panel *tabpanel = i_tab_panel(app);
    layout_valign(layout1, 0, 0, ekTOP);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_panel(layout1, tabpanel, 1, 0);
    layout_hexpand(layout1, 1);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_app(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    app->tabid = 0;
    return app;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = i_app();
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Hello WebView");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
```

```
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 31

¡Hola Gráficos 3D!

31.1 ¡Hola Gráficos 3D! 701

31.1. ¡Hola Gráficos 3D!

GLHello es una aplicación de escritorio que integra vistas con gráficos 3D junto con otros controles de interfaz. El **código fuente** está en la carpeta `/demo/glhello` de la distribución del SDK.

Listado 31.1: demo/glhello/glhello.c

```
/* GLDemo Application */

#include "nappgui.h"
#include "glhello.h"
#include "res_glhello.h"

#include <ogl3d/ogl3d.h>
#include "ogl1.h"
#include "ogl2.h"
#include "ogl3.h"

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    Panel *glpanel;
    View *glview;
    Label *errlabel;
    real32_t ptscale;
    OGL1 *ogl1;
```

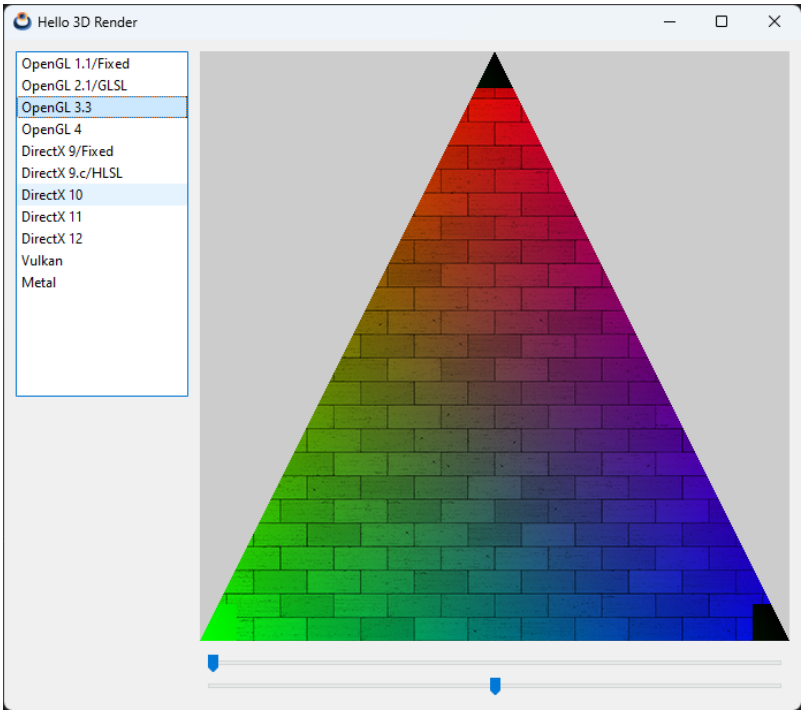


Figura 31.1: Versión Windows.

```
    OGL2 *ogl2;
    OGL3 *ogl3;
    uint32_t api;
    real32_t angle;
    real32_t scale;
    Pixbuf *texdata;
};

static App *APP = NULL;

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy_gl_apps(App *app)
{
    if (app->ogl1 != NULL)
        ogl1_destroy(&app->ogl1);

    if (app->ogl2 != NULL)
        ogl2_destroy(&app->ogl2);

    if (app->ogl3 != NULL)
        ogl3_destroy(&app->ogl3);
}
```

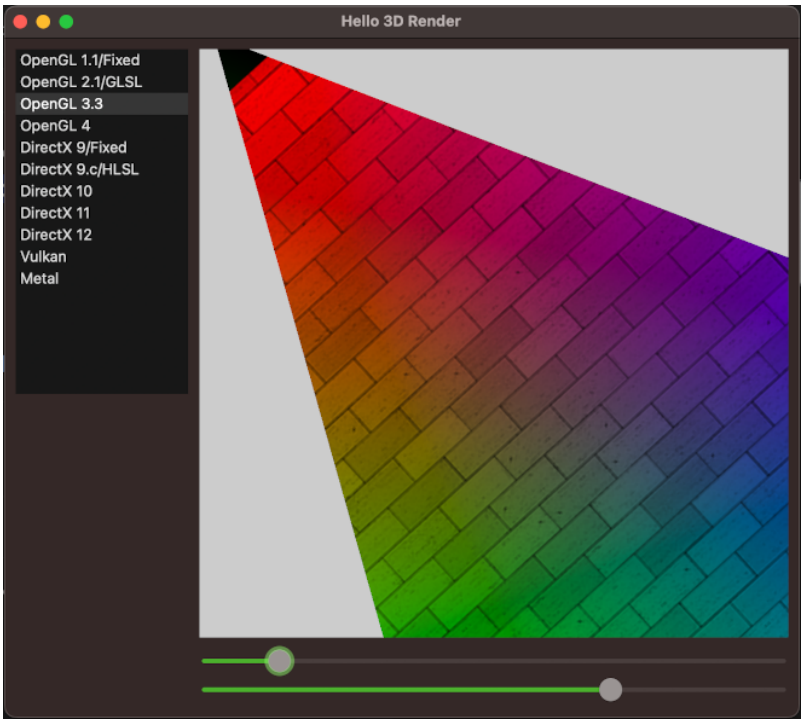


Figura 31.2: Versión macOS.

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_set_glcontext(App *app, const uint32_t index)
{
    if (index != app->api)
    {
        String *err = NULL;

        app->api = index;
        i_destroy_gl_apps(app);

        switch (index)
        {
        case 0:
        {
            oglerr_t glerr;
            app->ogl1 = ogl1_create(app->glview, &glerr);
            if (app->ogl1 == NULL)
                err = str_printf("Error creating OpenGL 1.1 context\n%s",
                    ↪ ogl3d_err_str(glerr));
            break;
        }
```

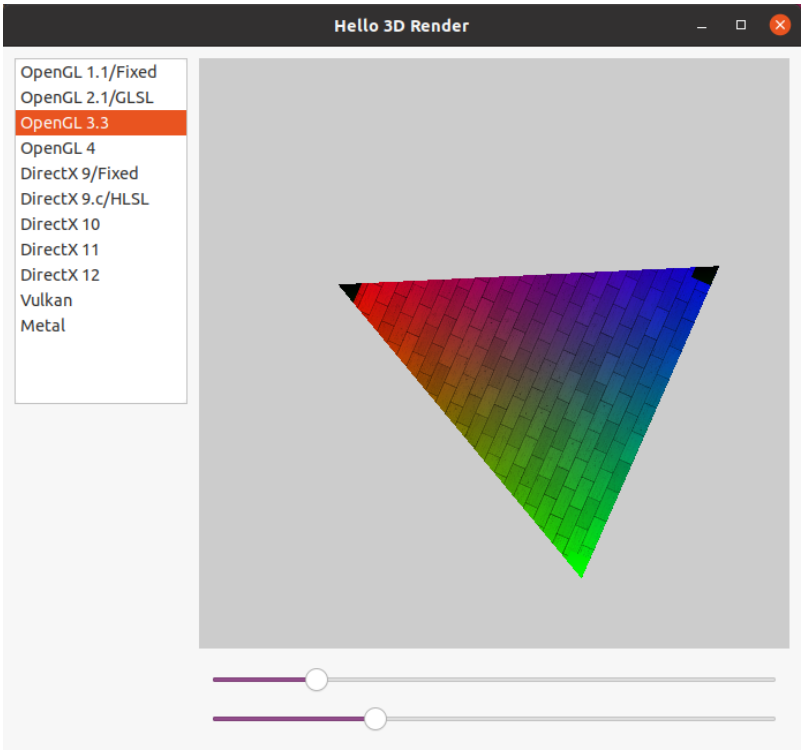


Figura 31.3: Versión Linux.

```
case 1:
{
    oglerr_t glerr;
    app->ogl2 = ogl2_create(app->glview, &glerr);
    if (app->ogl2 == NULL)
        err = str_printf("Error creating OpenGL 2.1 context\n%s",
            ↪ ogl3d_err_str(glerr));
    break;
}

case 2:
{
    oglerr_t glerr;
    app->ogl3 = ogl3_create(app->glview, &glerr);
    if (app->ogl3 == NULL)
        err = str_printf("Error creating OpenGL 3.3 context\n%s",
            ↪ ogl3d_err_str(glerr));
    break;
}

case 3:
```

```
        err = str_printf("Error creating OpenGL 4.3 context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 4:
        err = str_printf("Error creating DirectX 9 context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 5:
        err = str_printf("Error creating DirectX 9.c context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 6:
        err = str_printf("Error creating DirectX 10 context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 7:
        err = str_printf("Error creating DirectX 11 context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 8:
        err = str_printf("Error creating DirectX 12 context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 9:
        err = str_printf("Error creating Vulkan context\n%s", "Not
            ↪ available");
        break;

    case 10:
        err = str_printf("Error creating Metal context\n%s", "Not available
            ↪ ");
        break;
    }

    if (err == NULL)
    {
        panel_visible_layout(app->glpanel, 0);
    }
    else
    {
        label_text(app->errlabel, tc(err));
        str_destroy(&err);
        panel_visible_layout(app->glpanel, 1);
    }
```

```
        panel_update(app->glpanel);
        view_update(app->glview);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    i_set_glcontext(app, p->index);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    /* Some displays (macOS Retina) have double-scaled pixels */
    real32_t width = p->width * app->ptscale;
    real32_t height = p->height * app->ptscale;
    switch (app->api)
    {
    case 0:
        ogl1_draw(app->ogl1, width, height, app->angle, app->scale);
        break;
    case 1:
        ogl2_draw(app->ogl2, width, height, app->angle, app->scale);
        break;
    case 2:
        ogl3_draw(app->ogl3, width, height, app->angle, app->scale);
        break;
    case 3:
        break;
    case 4:
        break;
    case 5:
        break;
    case 6:
        break;
    case 7:
        break;
    case 8:
        break;
    case 9:
        break;
    case 10:
        break;
    }
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSize(App *app, Event *e)
{
    const EvSize *p = event_params(e, EvSize);
    real32_t width = p->width * app->ptscale;
    real32_t height = p->height * app->ptscale;
    switch (app->api)
    {
    case 0:
        ogl1_resize(app->ogl1, width, height);
        break;
    case 1:
        ogl2_resize(app->ogl2, width, height);
        break;
    case 2:
        ogl3_resize(app->ogl3, width, height);
        break;
    case 3:
        break;
    case 4:
        break;
    case 5:
        break;
    case 6:
        break;
    case 7:
        break;
    case 8:
        break;
    case 9:
        break;
    case 10:
        break;
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAngle(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    app->angle = p->pos;
    view_update(app->glview);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnScale(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
```

```
    app->scale = 2 * p->pos;
    view_update(app->glview);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_gl_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    View *view = view_create();
    Label *label = label_create();
    Font *font = font_system(20, ekFNORMAL);
    Layout *layout1 = layout_create(1, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 1);
    view_size(view, s2df(512, 512));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    view_OnSize(view, listener(app, i_OnSize, App));
    label_multiline(label, TRUE);
    layout_view(layout1, view, 0, 0);
    label_font(label, font);
    label_align(label, ekCENTER);
    layout_label(layout2, label, 0, 0);
    layout_hsize(layout2, 0, 512);
    layout_vsize(layout2, 0, 512);
    layout_halign(layout2, 0, 0, ekCENTER);
    layout_valign(layout2, 0, 0, ekTOP);
    font_destroy(&font);
    panel_layout(panel, layout1);
    panel_layout(panel, layout2);
    app->errlabel = label;
    app->glpanel = panel;
    app->glview = view;
    view_point_scale(app->glview, &app->ptscale);
    return panel;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_rlayout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Panel *panel = i_gl_panel(app);
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    slider_OnMoved(slider1, listener(app, i_OnAngle, App));
    slider_OnMoved(slider2, listener(app, i_OnScale, App));
    slider_value(slider2, .5f);
    layout_panel(layout, panel, 0, 0);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 1);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 0, 10);
```

```
    layout_vexpand(layout, 0);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    ListBox *listbox = listbox_create();
    Layout *layout2 = i_rlayout(app);
    listbox_add_elem(listbox, "OpenGL 1.1/Fixed", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "OpenGL 2.1/GLSL", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "OpenGL 3.3", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "OpenGL 4", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "DirectX 9/Fixed", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "DirectX 9.c/HLSL", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "DirectX 10", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "DirectX 11", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "DirectX 12", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "Vulkan", NULL);
    listbox_add_elem(listbox, "Metal", NULL);
    listbox_select(listbox, 0, TRUE);
    listbox_OnSelect(listbox, listener(app, i_OnSelect, App));
    listbox_size(listbox, s2df(150, 300));
    layout_listbox(layout1, listbox, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout2, 1, 0);
    panel_layout(panel, layout1);
    layout_valign(layout1, 0, 0, ekTOP);
    layout_hsize(layout1, 0, 150);
    layout_hexpand(layout1, 1);
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    return panel;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static Window *i_window(App *app)
{
    Panel *panel = i_panel(app);
    Window *window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    window_panel(window, panel);
    window_title(window, "Hello 3D Render");
    i_set_glcontext(app, 0);
    return window;
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    unref(app);
    unref(e);
    osapp_finish();
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = NULL;
    app = heap_new0(App);
    APP = app;
    ogl3d_start();
    app->api = UINT32_MAX;
    app->window = i_window(app);
    app->angle = 0;
    app->scale = 1;
    window_origin(app->window, v2df(500.f, 200.f));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    cassert_no_null(app);
    cassert_no_null(*app);

    i_destroy_gl_apps(*app);
    window_destroy(&(*app)->window);

    if ((*app)->texdata != NULL)
        pixbuf_destroy(&(*app)->texdata);

    ogl3d_finish();
    heap_delete(app, App);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void glhello_texdata(const byte_t **texdata, uint32_t *texwidth, uint32_t *
    ↪ texheight, pixformat_t *texformat)
{
    if (APP->texdata == NULL)
    {
        ResPack *pack = res_glhello_respack("");
        APP->texdata = image_pixels(image_from_resource(pack, WALL_PNG),
```

```
            ↪ ekFIMAGE);
        respack_destroy(&pack);
    }

    *texdata = pixbuf_data(APP->texdata);
    *texwidth = pixbuf_width(APP->texdata);
    *texheight = pixbuf_height(APP->texdata);
    *texformat = pixbuf_format(APP->texdata);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Listado 31.2: demo/glhello/ogl1.c

```
/* OpenGL 1 Demo */

#include "ogl1.h"
#include "glhello.h"
#include <ogl3d/ogl3d.h>
#include <sewer/cassert.h>
#include <core/heap.h>
#include <gui/view.h>

#include <sewer/nowarn.hxx>
#include <ogl3d/glew.h>
#include <sewer/warn.hxx>

struct _ogl1_t
{
    OGLCtx *ctx;
    GLboolean init;
    GLuint texture;
};

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

OGL1 *ogl1_create(View *view, oglerr_t *err)
{
    void *nview = view_native(view);
    OGLCtx *ctx = NULL;
    OGLProps props;
    props.api = ekOGL_1_1;
    props.hdaccel = TRUE;
    props.color_bpp = 32;
    props.depth_bpp = 0;
    props.stencil_bpp = 0;
    props.aux_buffers = 0;
    props.transparent = FALSE;
```

```
    props.shared = NULL;
    ctx = ogl3d_context(&props, nview, err);

    if (ctx != NULL)
    {
        OGL1 *ogl = heap_new0(OGL1);
        ogl->ctx = ctx;
        ogl->init = GL_FALSE;
        return ogl;
    }

    return NULL;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ogl1_destroy(OGL1 **ogl)
{
    cassert_no_null(ogl);
    cassert_no_null(*ogl);
    ogl3d_begin_draw((*ogl)->ctx);

    if ((*ogl)->init == GL_TRUE)
    {
        GLenum err;
        glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);
        glDeleteTextures(1, &(*ogl)->texture);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        unref(err);
    }

    ogl3d_end_draw((*ogl)->ctx);
    ogl3d_destroy(&(*ogl)->ctx);
    heap_delete(ogl, OGL1);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

/* Data to be stored in GPU memory */
static void i_device_data(OGL1 *ogl)
{
    const byte_t *texdata = NULL;
    uint32_t texwidth, texheight;
    pixformat_t texformat;
    glhello_texdata(&texdata, &texwidth, &texheight, &texformat);
    cassert(texformat == ekRGB24);
    glGenTextures(1, &ogl->texture);
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
```

```
    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, (GLsizei)texwidth, (GLsizei)
        ↪ texheight, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE, (const void *)texdata);
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

void ogl1_draw(OGL1 *ogl, const real32_t width, const real32_t height, const
    ↪ real32_t angle, const real32_t scale)
{
    GLenum err;

    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_begin_draw(ogl->ctx);

    if (ogl->init == GL_FALSE)
    {
        i_device_data(ogl);
        ogl->init = GL_TRUE;
    }

    glViewport(0, 0, (GLsizei)width, (GLsizei)height);
    glClearColor(.8f, .8f, .8f, 1.0f);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
    glScalef(scale, scale, 0);
    glRotatef(angle * 360, 0, 0, 1);
    glEnable(GL_TEXTURE_2D);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_MODULATE);
    /* Not in GL 1.1 */
    /* glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_SRC0_RGB, GL_PREVIOUS); */
    /* glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_SRC1_RGB, GL_TEXTURE); */
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    glBegin(GL_TRIANGLES);
    glColor3f(1, 0, 0);
    glTexCoord2f(.5, 0);
    glVertex3f(0, 1, 0);
    glColor3f(0, 1, 0);
    glTexCoord2f(0, 1);
    glVertex3f(-1, -1, 0);
    glColor3f(0, 0, 1);
    glTexCoord2f(1, 1);
    glVertex3f(1, -1, 0);
    glEnd();
    unref(err);

    ogl3d_end_draw(ogl->ctx);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ogl1_resize(OGL1 *ogl, const real32_t width, const real32_t height)
{
    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_set_size(ogl->ctx, (uint32_t)width, (uint32_t)height);
}
```

Listado 31.3: demo/glhello/ogl2.c

```
/* OpenGL 2 Demo */

#include "ogl2.h"
#include "glhello.h"
#include <ogl3d/ogl3d.h>
#include <sewer/bmath.h>
#include <sewer/cassert.h>
#include <core/heap.h>
#include <gui/view.h>

#include <sewer/nowarn.hxx>
#include <ogl3d/glew.h>
#include <sewer/warn.hxx>

struct _ogl2_t
{
    OGLCtx *ctx;
    GLboolean init;
    GLuint texture;
    GLuint vbo;
    GLuint ibo;
    GLuint pshader;
    GLint pos_vertex;
    GLint col_vertex;
    GLint tex_vertex;
    GLint mvp_uniform;
    GLint tex_uniform;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static const GLchar *i_VS = "#version 120\n"
                            "uniform mat4 uMVP;\n"
                            "attribute vec3 vPos;\n"
                            "attribute vec3 vColor;\n"
                            "attribute vec2 vTex;\n"
                            "varying vec3 outColor;\n"
                            "varying vec2 texCoord;\n"
                            "void main(void) {\n"
                            "   gl_Position = uMVP * vec4(vPos.xyz, 1);\n"
```

```
                                "    outColor = vColor;\n"
                                "    texCoord = vTex;\n"
                                "}\n ";

static const GLchar *i_FS = "#version 120\n"
                                "varying vec3 outColor;\n"
                                "varying vec2 texCoord;\n"
                                "uniform sampler2D uTexture;\n"
                                "void main (void) {\n"
                                "     gl_FragColor = vec4(outColor.xyz, 1.0);\n"
                                "     gl_FragColor *= texture2D(uTexture, texCoord)
                                    ↪ ;\n"
                                "}\n";

/*---------------------------------------------------------------------------*/

OGL2 *ogl2_create(View *view, oglerr_t *err)
{
    void *nview = view_native(view);
    OGLCtx *ctx = NULL;
    OGLProps props;
    props.api = ekOGL_2_1;
    props.hdaccel = TRUE;
    props.color_bpp = 32;
    props.depth_bpp = 0;
    props.stencil_bpp = 0;
    props.aux_buffers = 0;
    props.transparent = FALSE;
    props.shared = NULL;
    ctx = ogl3d_context(&props, nview, err);

    if (ctx != NULL)
    {
        OGL2 *ogl = heap_new0(OGL2);
        ogl->ctx = ctx;
        ogl->init = GL_FALSE;
        return ogl;
    }

    return NULL;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ogl2_destroy(OGL2 **ogl)
{
    cassert_no_null(ogl);
    cassert_no_null(*ogl);
    ogl3d_begin_draw((*ogl)->ctx);

    /* Delete all objects in device (GPU) space */
```

```
    if ((*ogl)->init == GL_TRUE)
    {
        GLenum err;

        /* Unset all device objects */
        glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);
        glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, 0);
        glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, 0);
        glUseProgram(0);

        /* Delete the texture */
        if ((*ogl)->texture != 0)
        {
            glDeleteTextures(1, &(*ogl)->texture);
            cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
            (*ogl)->texture = 0;
        }

        /* Delete the shader */
        if ((*ogl)->pshader != 0)
        {
            glDeleteProgram((*ogl)->pshader);
            cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
            (*ogl)->pshader = 0;
        }

        /* Delete the Vertex Buffer Object */
        if ((*ogl)->vbo != 0)
        {
            glDeleteBuffers(1, &(*ogl)->vbo);
            cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
            (*ogl)->vbo = 0;
        }

        /* Delete the Index(Element) Buffer Object */
        if ((*ogl)->ibo != 0)
        {
            glDeleteBuffers(1, &(*ogl)->ibo);
            cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
            (*ogl)->ibo = 0;
        }

        unref(err);
    }

    ogl3d_end_draw((*ogl)->ctx);
    ogl3d_destroy(&(*ogl)->ctx);
    heap_delete(ogl, OGL2);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
```

```
/* Data to be stored in GPU memory */
static void i_device_data(OGL2 *ogl)
{
    float vertices[] = {
        0, 1, 0, 1, 0, 0, .5f, 0, /* v0 pos, color, tex */
        -1, -1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, /* v1 pos, color, tex */
        1, -1, 0, 0, 0, 1, 1, 1}; /* v2 pos, color, tex */
    uint32_t indices[] = {0, 1, 2};
    const byte_t *texdata;
    uint32_t texwidth, texheight;
    pixformat_t texformat;
    GLuint vshader;
    GLuint fshader;
    GLint status;
    GLenum err;
    char info[512];
    const char *version = cast_const(glGetString(GL_VERSION), char);
    const char *renderer = cast_const(glGetString(GL_RENDERER), char);
    unref(version);
    unref(renderer);

    /* Texture */
    glhello_texdata(&texdata, &texwidth, &texheight, &texformat);
    cassert(texformat == ekRGB24);
    glGenTextures(1, &ogl->texture);
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, (GLsizei)texwidth, (GLsizei)
        ↪ texheight, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE, (const void *)texdata);
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);

    /* Vertex Buffer Object */
    glGenBuffers(1, &ogl->vbo);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, ogl->vbo);
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(vertices), vertices, GL_STATIC_DRAW);

    /* Index Buffer */
    glGenBuffers(1, &ogl->ibo);
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, ogl->ibo);
    glBufferData(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, sizeof(indices), indices,
        ↪ GL_STATIC_DRAW);

    /* Vertex Shader */
    vshader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
    glShaderSource(vshader, 1, &i_VS, NULL);
    glCompileShader(vshader);
    glGetShaderiv(vshader, GL_COMPILE_STATUS, &status);
    glGetShaderInfoLog(vshader, 512, NULL, info);
```

```
    cassert(status != 0);

    /* Pixel Shader */
    fshader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
    glShaderSource(fshader, 1, &i_FS, NULL);
    glCompileShader(fshader);
    glGetShaderiv(fshader, GL_COMPILE_STATUS, &status);
    glGetShaderInfoLog(fshader, 512, NULL, info);
    cassert(status != 0);

    /* Shader Program */
    ogl->pshader = glCreateProgram();
    glAttachShader(ogl->pshader, vshader);
    glAttachShader(ogl->pshader, fshader);

    /* The association between an attribute variable name and a generic
        ↪ attribute
     index can be specified at any time by calling glBindAttribLocation.
     Attribute bindings do not go into effect until glLinkProgram is called.
     After a program object has been linked successfully, the index values for
     attribute variables remain fixed until the next link command occurs.
     The attribute values can only be queried after a link if the link was
     successful. glGetAttribLocation returns the binding that actually went
     into effect the last time glLinkProgram was called for the specified
     program object. Attribute bindings that have been specified since the last
     link operation are not returned by glGetAttribLocation. */
    glBindAttribLocation(ogl->pshader, 0, "vPos");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glBindAttribLocation(ogl->pshader, 1, "vColor");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glBindAttribLocation(ogl->pshader, 2, "vTex");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glLinkProgram(ogl->pshader);
    glGetProgramiv(ogl->pshader, GL_LINK_STATUS, &status);
    glGetProgramInfoLog(ogl->pshader, 512, NULL, info);
    cassert(status != 0);

    /* Shader Parameters */
    ogl->pos_vertex = glGetAttribLocation(ogl->pshader, "vPos");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    cassert(ogl->pos_vertex == 0);

    ogl->col_vertex = glGetAttribLocation(ogl->pshader, "vColor");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    cassert(ogl->col_vertex == 1);

    ogl->tex_vertex = glGetAttribLocation(ogl->pshader, "vTex");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    cassert(ogl->tex_vertex == 2);

    ogl->mvp_uniform = glGetUniformLocation(ogl->pshader, "uMVP");
```

```
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    ogl->tex_uniform = glGetUniformLocation(ogl->pshader, "uTexture");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Delete vertex and pixel shared already linked */
    glDeleteShader(vshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    glDeleteShader(fshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    unref(err);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_scale_rotate_Z(GLfloat *m, const real32_t a, const real32_t s)
{
    real32_t ca = bmath_cosf(a);
    real32_t sa = bmath_sinf(a);
    m[0] = s * ca;
    m[1] = s * sa;
    m[2] = 0;
    m[3] = 0;
    m[4] = -s * sa;
    m[5] = s * ca;
    m[6] = 0;
    m[7] = 0;
    m[8] = 0;
    m[9] = 0;
    m[10] = 1;
    m[11] = 0;
    m[12] = 0;
    m[13] = 0;
    m[14] = 0;
    m[15] = 1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ogl2_draw(OGL2 *ogl, const real32_t width, const real32_t height, const
    ↪ real32_t angle, const real32_t scale)
{
    GLfloat m[16];
    GLenum err;

    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_begin_draw(ogl->ctx);

    if (ogl->init == GL_FALSE)
```

```
    {
        i_device_data(ogl);
        ogl->init = GL_TRUE;
    }

    glViewport(0, 0, (GLsizei)width, (GLsizei)height);
    glClearColor(.8f, .8f, 0.8f, 1.0f);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

    /* Set the texture */
    glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
    glEnable(GL_TEXTURE_2D);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    cassert_unref((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR, err);

    /* Set vertex buffer */
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, ogl->vbo);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Set index buffer */
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, ogl->ibo);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Enable vertex attributes */
    glVertexAttribPointer((GLuint)ogl->pos_vertex, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 *
        ↪ sizeof(float), (void *)0);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glEnableVertexAttribArray((GLuint)ogl->pos_vertex);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glVertexAttribPointer((GLuint)ogl->col_vertex, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 *
        ↪ sizeof(float), (void *)(3 * sizeof(float)));
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glEnableVertexAttribArray((GLuint)ogl->col_vertex);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glVertexAttribPointer((GLuint)ogl->tex_vertex, 2, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 *
        ↪ sizeof(float), (void *)(6 * sizeof(float)));
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
    glEnableVertexAttribArray((GLuint)ogl->tex_vertex);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Set the shader */
    glUseProgram(ogl->pshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Model-View-Projection and draw */
    i_scale_rotate_Z(m, angle * 2 * kBMATH_PIf, scale);
    glUniformMatrix4fv(ogl->mvp_uniform, 1, GL_FALSE, m);
    glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, 0);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    ogl3d_end_draw(ogl->ctx);
```

```
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ogl2_resize(OGL2 *ogl, const real32_t width, const real32_t height)
{
    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_set_size(ogl->ctx, (uint32_t)width, (uint32_t)height);
}
```

Listado 31.4: demo/glhello/ogl3.c

```
/* OpenGL 3 Demo */

#include "ogl3.h"
#include "glhello.h"
#include <ogl3d/ogl3d.h>
#include <sewer/bmath.h>
#include <sewer/cassert.h>
#include <core/heap.h>
#include <gui/view.h>

#include <sewer/nowarn.hxx>
#include <ogl3d/glew.h>
#include <sewer/warn.hxx>

struct _ogl3_t
{
    OGLCtx *ctx;
    GLboolean init;
    GLuint texture;
    GLuint vbo;
    GLuint vao;
    GLuint ibo;
    GLuint pshader;
    GLint mvp_uniform;
    GLint tex_uniform;
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static const GLchar *i_VS = "#version 330\n"
                            "uniform mat4 uMVP;\n"
                            "layout(location = 0) in vec3 vPos;\n"
                            "layout(location = 1) in vec3 vColor;\n"
                            "layout(location = 2) in vec2 vTex;\n"
                            "out vec3 outColor;\n"
                            "out vec2 texCoord;\n"
                            "void main(void) {\n"
                            "   gl_Position = uMVP * vec4(vPos.xyz, 1);\n"
                            "   outColor = vColor;\n"
```

```
                            "   texCoord = vTex;\n"
                            "}\n";

static const char_t *i_FS = "#version 330\n"
                            "in vec3 outColor;\n"
                            "in vec2 texCoord;\n"
                            "out vec4 fragColor;\n"
                            "uniform sampler2D uTexture;\n"
                            "void main (void) {\n"
                            "   fragColor = vec4(outColor.xyz, 1.0);\n"
                            "   fragColor *= texture(uTexture, texCoord);\n"
                            "}\n";

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

OGL3 *ogl3_create(View *view, oglerr_t *err)
{
    void *nview = view_native(view);
    OGLCtx *ctx = NULL;
    OGLProps props;
    props.api = ekOGL_3_3;
    props.hdaccel = TRUE;
    props.color_bpp = 32;
    props.depth_bpp = 0;
    props.stencil_bpp = 0;
    props.aux_buffers = 0;
    props.transparent = FALSE;
    props.shared = NULL;
    ctx = ogl3d_context(&props, nview, err);

    if (ctx != NULL)
    {
        OGL3 *ogl = heap_new0(OGL3);
        ogl->ctx = ctx;
        ogl->init = GL_FALSE;
        return ogl;
    }

    return NULL;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void ogl3_destroy(OGL3 **ogl)
{
    cassert_no_null(ogl);
    cassert_no_null(*ogl);
    ogl3d_begin_draw((*ogl)->ctx);

    /* Delete all objects in device (GPU) space */
    if ((*ogl)->init == GL_TRUE)
```

```
{
    GLenum err;

    /* Unset all device objects */
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, 0);
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, 0);
    glBindVertexArray(0);
    glUseProgram(0);

    /* Delete the texture */
    if ((*ogl)->texture != 0)
    {
        glDeleteTextures(1, &(*ogl)->texture);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        (*ogl)->texture = 0;
    }

    /* Delete the shader */
    if ((*ogl)->pshader != 0)
    {
        glDeleteProgram((*ogl)->pshader);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        (*ogl)->pshader = 0;
    }

    /* Delete the Vertex Buffer Object */
    if ((*ogl)->vbo != 0)
    {
        glDeleteBuffers(1, &(*ogl)->vbo);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        (*ogl)->vbo = 0;
    }

    /* Delete the Vertex Array Object */
    if ((*ogl)->vao != 0)
    {
        glDeleteVertexArrays(1, &(*ogl)->vao);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        (*ogl)->vao = 0;
    }

    /* Delete the Index(Element) Buffer Object */
    if ((*ogl)->ibo != 0)
    {
        glDeleteBuffers(1, &(*ogl)->ibo);
        cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
        (*ogl)->ibo = 0;
    }

    unref(err);
```

```
    }

    ogl3d_end_draw((*ogl)->ctx);
    ogl3d_destroy(&(*ogl)->ctx);
    heap_delete(ogl, OGL3);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

/* Data to be stored in GPU memory */
static void i_device_data(OGL3 *ogl)
{
    const float vertices[] = {
        0, 1, 0, 1, 0, 0, .5f, 0, /* v0 pos, color, tex */
        -1, -1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, /* v1 pos, color, tex */
        1, -1, 0, 0, 0, 1, 1, 1}; /* v2 pos, color, tex */
    uint32_t indices[] = {0, 1, 2};
    const byte_t *texdata = NULL;
    uint32_t texwidth, texheight;
    pixformat_t texformat;
    GLuint vshader;
    GLuint fshader;
    GLint status;
    GLenum err;
    char info[512];
    const char *version = cast_const(glGetString(GL_VERSION), char);
    const char *renderer = cast_const(glGetString(GL_RENDERER), char);
    unref(version);
    unref(renderer);

    /* Texture */
    glhello_texdata(&texdata, &texwidth, &texheight, &texformat);
    cassert(texformat == ekRGB24);
    glGenTextures(1, &ogl->texture);
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, (GLsizei)texwidth, (GLsizei)
        ↪ texheight, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE, cast_const(texdata, void));
    cassert(glGetError() == GL_NO_ERROR);

    /* Vertex Array Object */
    glGenVertexArrays(1, &ogl->vao);
    glBindVertexArray(ogl->vao);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Vertex Buffer Object */
    glGenBuffers(1, &ogl->vbo);
    glBindBuffer(GL_ARRAY_BUFFER, ogl->vbo);
    glBufferData(GL_ARRAY_BUFFER, sizeof(vertices), vertices, GL_STATIC_DRAW);
```

```
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

/* Enable vertex attributes */
/* 0 = layout(location = 0) vPos */
glVertexAttribPointer(0 /* vPos */, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 * sizeof(float
    ↪ ), (void *)0);
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
glEnableVertexAttribArray(0 /* vPos */);
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
/* 1 = layout(location = 1) vColor */
glVertexAttribPointer(1 /* vColor */, 3, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 * sizeof(
    ↪ float), (void *)(3 * sizeof(float)));
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
glEnableVertexAttribArray(1 /* vColor */);
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
/* 2 = layout(location = 2) vTex */
glVertexAttribPointer(2 /* vTex */, 2, GL_FLOAT, GL_FALSE, 8 * sizeof(float
    ↪ ), (void *)(6 * sizeof(float)));
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);
glEnableVertexAttribArray(2 /* vTex */);
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

/* Index Buffer */
glGenBuffers(1, &ogl->ibo);
glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, ogl->ibo);
glBufferData(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, sizeof(indices), indices,
    ↪ GL_STATIC_DRAW);
cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

/* Vertex Shader */
vshader = glCreateShader(GL_VERTEX_SHADER);
glShaderSource(vshader, 1, &i_VS, NULL);
glCompileShader(vshader);
glGetShaderiv(vshader, GL_COMPILE_STATUS, &status);
glGetShaderInfoLog(vshader, 512, NULL, info);
cassert(status != 0);

/* Pixel Shader */
fshader = glCreateShader(GL_FRAGMENT_SHADER);
glShaderSource(fshader, 1, &i_FS, NULL);
glCompileShader(fshader);
glGetShaderiv(fshader, GL_COMPILE_STATUS, &status);
glGetShaderInfoLog(fshader, 512, NULL, info);
cassert(status != 0);

/* Shader Program */
ogl->pshader = glCreateProgram();
glAttachShader(ogl->pshader, vshader);
glAttachShader(ogl->pshader, fshader);
glLinkProgram(ogl->pshader);
glGetProgramiv(ogl->pshader, GL_LINK_STATUS, &status);
```

```
    glGetProgramInfoLog(ogl->pshader, 512, NULL, info);
    cassert(status != 0);

    /* Shader uniform access */
    ogl->mvp_uniform = glGetUniformLocation(ogl->pshader, "uMVP");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    ogl->tex_uniform = glGetUniformLocation(ogl->pshader, "uTexture");
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Delete vertex and pixel shared already linked */
    glDeleteShader(vshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    glDeleteShader(fshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    unref(err);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_scale_rotate_Z(GLfloat *m, const real32_t a, const real32_t s)
{
    real32_t ca = bmath_cosf(a);
    real32_t sa = bmath_sinf(a);
    m[0] = s * ca;
    m[1] = s * sa;
    m[2] = 0;
    m[3] = 0;
    m[4] = -s * sa;
    m[5] = s * ca;
    m[6] = 0;
    m[7] = 0;
    m[8] = 0;
    m[9] = 0;
    m[10] = 1;
    m[11] = 0;
    m[12] = 0;
    m[13] = 0;
    m[14] = 0;
    m[15] = 1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void ogl3_draw(OGL3 *ogl, const real32_t width, const real32_t height, const
    ↪ real32_t angle, const real32_t scale)
{
    GLfloat m[16];
    GLenum err;
```

```
    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_begin_draw(ogl->ctx);

    if (ogl->init == GL_FALSE)
    {
        i_device_data(ogl);
        ogl->init = GL_TRUE;
    }

    glViewport(0, 0, (GLsizei)width, (GLsizei)height);
    glClearColor(.8f, .8f, 0.8f, 1.0f);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

    /* Set the texture */
    glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, ogl->texture);
    cassert_unref((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR, err);

    /* Set vertex array object */
    glBindVertexArray(ogl->vao);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Set index buffer object */
    glBindBuffer(GL_ELEMENT_ARRAY_BUFFER, ogl->ibo);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Set the shader */
    glUseProgram(ogl->pshader);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    /* Model-View-Projection and draw */
    i_scale_rotate_Z(m, angle * 2 * kBMATH_PIf, scale);
    glUniformMatrix4fv(ogl->mvp_uniform, 1, GL_FALSE, m);
    glDrawElements(GL_TRIANGLES, 3, GL_UNSIGNED_INT, 0);
    cassert((err = glGetError()) == GL_NO_ERROR);

    ogl3d_end_draw(ogl->ctx);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

void ogl3_resize(OGL3 *ogl, const real32_t width, const real32_t height)
{
    cassert_no_null(ogl);
    ogl3d_set_size(ogl->ctx, (uint32_t)width, (uint32_t)height);
}
```

Capítulo 32

¡Hola Colisiones 2D!

32.1 ¡Hola Colisiones 2D! 729

32.1. ¡Hola Colisiones 2D!

Col2dHello es un pequeño entorno para la experimentación con algoritmos de detección de colisiones en 2D. Permite crear diferentes tipos de volúmenes, moverlos con el ratón y editarlos mediante el panel lateral. El detalle de las funciones lo puedes encontrar en *"Colisiones 2D"* (Página 281).

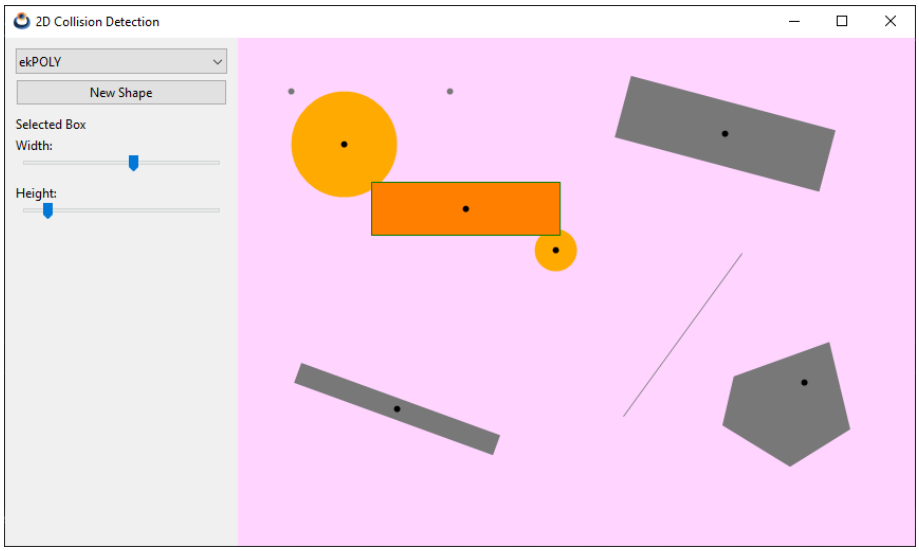


Figura 32.1: Versión Windows.

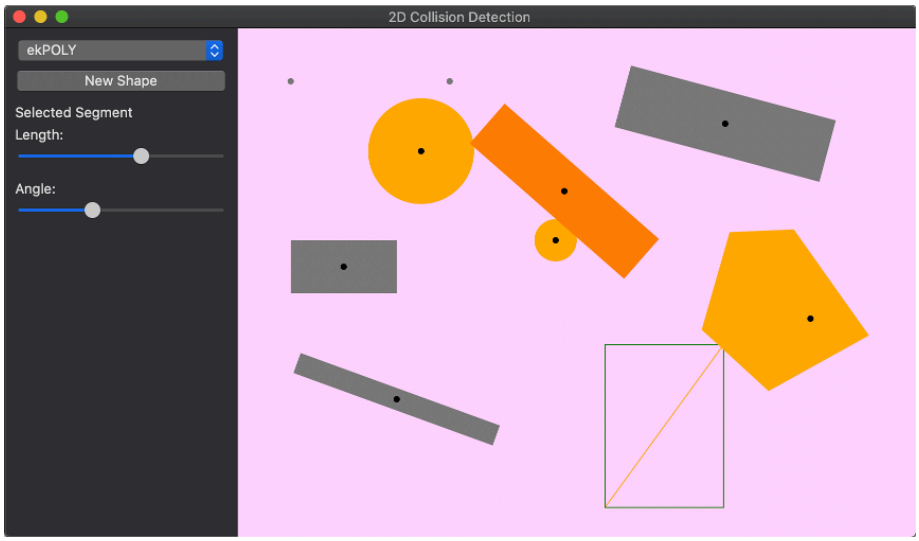


Figura 32.2: Versión macOS.

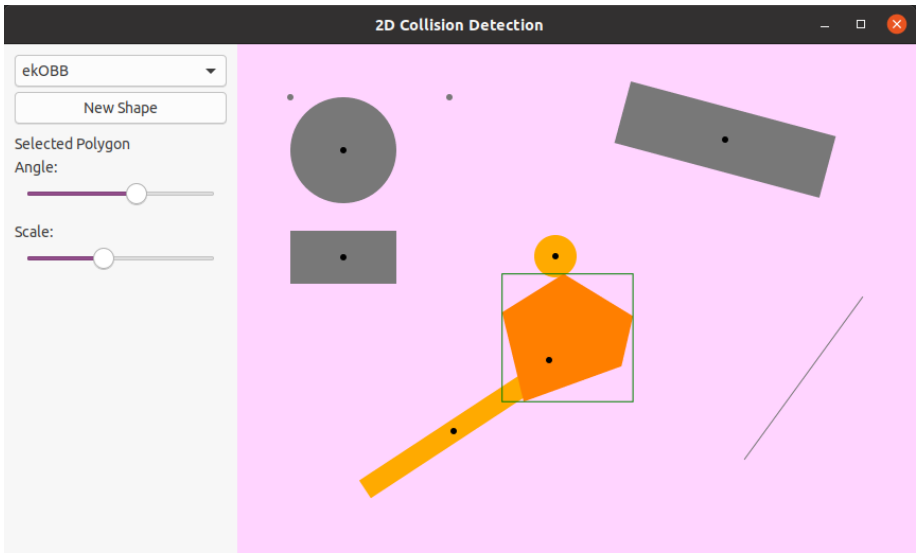


Figura 32.3: Versión Linux.

Listado 32.1: demo/col2dhello/col2dhello.c

```
/* 2D collision detection demo */

#include "col2dgui.h"
#include <nappgui.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Tri2Df i_triangle(void)
{
    Tri2Df tri = tri2df(-3, 4, -1, -2, 7, -2);
    cassert(tri2d_ccwf(&tri) == TRUE);
    return tri;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Pol2Df *i_convex_pol(void)
{
    V2Df pt[] = {{4, 1}, {2, 5}, {-3, 5}, {-4, 2}, {0, -3}};
    Pol2Df *pol = NULL;
    bmem_rev_elems(pt, sizeof(pt) / sizeof(V2Df), V2Df);
    pol = pol2d_createf(pt, sizeof(pt) / sizeof(V2Df));
    cassert(pol2d_convexf(pol) == TRUE);
    cassert(pol2d_ccwf(pol) == FALSE);
    return pol;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Pol2Df *i_simple_pol(void)
{
    V2Df pt[] = {{9.78f, 12.17f}, {-10.00f, 11.01f}, {-9.68f, 3.20f}, {-9.30f,
        ↪ -5.98f}, {-4.27f, -5.84f}, {-4.03f, -12.17f}, {2.72f, -12.12f},
        ↪ {2.47f, -6.36f}, {2.04f, 3.26f}, {-1.45f, 3.05f}, {-1.08f, -2.08f},
        ↪ {-3.98f, -2.38f}, {-4.23f, 2.88f}, {-1.45f, 3.05f}, {2.04f, 3.26f},
        ↪ {10.00f, 3.75f}};
    Pol2Df *pol = NULL;
    bmem_rev_elems(pt, sizeof(pt) / sizeof(V2Df), V2Df);
    pol = pol2d_createf(pt, sizeof(pt) / sizeof(V2Df));
    cassert(pol2d_convexf(pol) == FALSE);
    cassert(pol2d_ccwf(pol) == FALSE);
    return pol;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Shape *i_new_shape(ArrSt(Shape) *shapes, const shtype_t type)
{
```

```
    Shape *shape = arrst_new(shapes, Shape);
    shape->type = type;
    shape->mouse = FALSE;
    shape->collisions = 0;
    return shape;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_pnt(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekPOINT);
    shape->body.pnt.x = x;
    shape->body.pnt.y = y;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_cloud(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t
    ↪ y, const real32_t w, const real32_t h, const real32_t a)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekPOINT_CLOUD);
    shape->body.cloud.pnts = arrst_create(V2Df);
    shape->body.cloud.center.x = x;
    shape->body.cloud.center.y = y;
    shape->body.cloud.width = w;
    shape->body.cloud.height = h;
    shape->body.cloud.angle = a;
    shape->body.cloud.ctype = 0;
    shape->body.cloud.type = 0;
    (void)arrst_new_n(shape->body.cloud.pnts, POINT_CLOUD_N, V2Df);
    col2dhello_update_cloud(&shape->body.cloud);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_seg(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y,
    ↪  const real32_t l, const real32_t a)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekSEGMENT);
    shape->body.seg.center.x = x;
    shape->body.seg.center.y = y;
    shape->body.seg.length = l;
    shape->body.seg.angle = a;
    col2dhello_update_seg(&shape->body.seg);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_cir(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y,
    ↪  const real32_t r)
```

```
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekCIRCLE);
    shape->body.cir.r = r;
    shape->body.cir.c.x = x;
    shape->body.cir.c.y = y;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_box(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y,
    ↪  const real32_t w, const real32_t h)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekBOX);
    shape->body.box.center.x = x;
    shape->body.box.center.y = y;
    shape->body.box.width = w;
    shape->body.box.height = h;
    col2dhello_update_box(&shape->body.box);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_obb(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y,
    ↪  const real32_t w, const real32_t h, const real32_t a)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekOBB);
    shape->body.obb.center.x = x;
    shape->body.obb.center.y = y;
    shape->body.obb.angle = a;
    shape->body.obb.width = w;
    shape->body.obb.height = h;
    shape->body.obb.obb = NULL;
    col2dhello_update_obb(&shape->body.obb);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_new_tri(ArrSt(Shape) *shapes, const real32_t x, const real32_t y,
    ↪  const real32_t a, const real32_t s)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, ekTRIANGLE);
    shape->body.tri.center.x = x;
    shape->body.tri.center.y = y;
    shape->body.tri.angle = a;
    shape->body.tri.scale = s;
    shape->body.tri.t2d = *kT2D_IDENTf;
    shape->body.tri.tri = i_triangle();
    col2dhello_update_tri(&shape->body.tri);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_new_pol(ArrSt(Shape) *shapes, const shtype_t type, const real32_t
    ↪  x, const real32_t y, const real32_t a, const real32_t s)
{
    Shape *shape = i_new_shape(shapes, type);
    shape->body.pol.center.x = x;
    shape->body.pol.center.y = y;
    shape->body.pol.angle = a;
    shape->body.pol.scale = s;
    shape->body.pol.t2d = *kT2D_IDENTf;
    shape->body.pol.pol = type == ekCONVEX_POLY ? i_convex_pol() : i_simple_pol
        ↪ ();
    col2dhello_update_pol(&shape->body.pol);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static ArrSt(Shape) *i_shapes(void)
{
    ArrSt(Shape) *shapes = arrst_create(Shape);
    i_new_pnt(shapes, 520, 230);
    i_new_pnt(shapes, 220, 205);
    i_new_seg(shapes, 420, 280, 190, 125 * kBMATH_DEG2RADf);
    i_new_cir(shapes, 100, 100, 50);
    i_new_cir(shapes, 300, 200, 20);
    i_new_box(shapes, 100, 225, 100, 50);
    i_new_obb(shapes, 150, 350, 200, 20, 200 * kBMATH_DEG2RADf);
    i_new_obb(shapes, 460, 90, 200, 60, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
    i_new_tri(shapes, 550, 475, 75 * kBMATH_DEG2RADf, 15);
    i_new_tri(shapes, 90, 480, 355 * kBMATH_DEG2RADf, 18);
    i_new_pol(shapes, ekCONVEX_POLY, 535, 325, 30 * kBMATH_DEG2RADf, 15);
    i_new_pol(shapes, ekSIMPLE_POLY, 370, 450, 45 * kBMATH_DEG2RADf, 7);
    return shapes;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    col2dhello_dbind();
    app->shapes = i_shapes();
    app->dists = arrst_create(Dist);
    app->seltype = ekOBB;
    app->selshape = UINT32_MAX;
    app->show_seg_pt = TRUE;
    app->show_triangles = FALSE;
    app->show_convex_parts = FALSE;
    app->sel_area = 0;
    app->window = col2dhello_window(app);
    window_title(app->window, "2D Collision Detection");
```

```
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    col2dhello_dbind_shape(app);
    col2dhello_collisions(app);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_remove_bounds(Cloud *cloud)
{
    cassert_no_null(cloud);
    switch (cloud->ctype)
    {
    case 0:
    case 1:
    case 2:
        break;
    case 3:
        obb2d_destroyf(&cloud->bound.obb);
        break;
    case 4:
        pol2d_destroyf(&cloud->bound.poly);
        break;
        cassert_default();
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_remove_shape(Shape *shape)
{
    cassert_no_null(shape);
    switch (shape->type)
    {
    case ekPOINT_CLOUD:
        arrst_destroy(&shape->body.cloud.pnts, NULL, V2Df);
        i_remove_bounds(&shape->body.cloud);
        break;

    case ekOBB:
        obb2d_destroyf(&shape->body.obb.obb);
        break;

    case ekCONVEX_POLY:
    case ekSIMPLE_POLY:
        pol2d_destroyf(&shape->body.pol.pol);
        break;

    case ekPOINT:
```

```
    case ekSEGMENT:
    case ekCIRCLE:
    case ekBOX:
    case ekTRIANGLE:
        break;

        cassert_default();
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    arrst_destroy(&(*app)->shapes, i_remove_shape, Shape);
    arrst_destroy(&(*app)->dists, NULL, Dist);
    window_destroy(&(*app)->window);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_new_shape(App *app, const V2Df pos)
{
    switch (app->seltype)
    {
    case ekPOINT:
        i_new_pnt(app->shapes, pos.x, pos.y);
        break;

    case ekPOINT_CLOUD:
        i_new_cloud(app->shapes, pos.x, pos.y, 100, 50, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
        break;

    case ekSEGMENT:
        i_new_seg(app->shapes, pos.x, pos.y, 100, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
        break;

    case ekCIRCLE:
        i_new_cir(app->shapes, pos.x, pos.y, 30);
        break;

    case ekBOX:
        i_new_box(app->shapes, pos.x, pos.y, 100, 50);
        break;

    case ekOBB:
        i_new_obb(app->shapes, pos.x, pos.y, 100, 50, 15 * kBMATH_DEG2RADf);
        break;

    case ekTRIANGLE:
```

```
        i_new_tri(app->shapes, pos.x, pos.y, 15 * kBMATH_DEG2RADf, 15);
        break;

    case ekCONVEX_POLY:
        i_new_pol(app->shapes, ekCONVEX_POLY, pos.x, pos.y, 0, 10);
        break;

    case ekSIMPLE_POLY:
        i_new_pol(app->shapes, ekSIMPLE_POLY, pos.x, pos.y, 0, 10);
        break;

        cassert_default();
    }

    app->selshape = arrst_size(app->shapes, Shape) - 1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_gui(App *app)
{
    cassert_no_null(app);
    if (app->selshape != UINT32_MAX)
    {
        Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
        switch (shape->type)
        {
        case ekPOINT:
        case ekPOINT_CLOUD:
        case ekSEGMENT:
            app->sel_area = 0;
            break;

        case ekCIRCLE:
            app->sel_area = cir2d_areaf(&shape->body.cir);
            break;

        case ekBOX:
            app->sel_area = box2d_areaf(&shape->body.box.box);
            break;

        case ekOBB:
            app->sel_area = obb2d_areaf(shape->body.obb.obb);
            break;

        case ekTRIANGLE:
            app->sel_area = tri2d_areaf(&shape->body.tri.tri);
            break;

        case ekCONVEX_POLY:
        case ekSIMPLE_POLY:
```

```
            app->sel_area = pol2d_areaf(shape->body.pol.pol);
            break;

            cassert_default();
        }
    }
    else
    {
        app->sel_area = 0;
    }

    layout_dbind_obj(app->main_layout, app, App);
    panel_update(app->obj_panel);
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_seg(Seg *seg)
{
    V2Df hvec;
    cassert_no_null(seg);
    hvec.x = seg->length / 2;
    hvec.y = 0;
    v2d_rotatef(&hvec, seg->angle);
    seg->seg.p0.x = seg->center.x - hvec.x;
    seg->seg.p0.y = seg->center.y - hvec.y;
    seg->seg.p1.x = seg->center.x + hvec.x;
    seg->seg.p1.y = seg->center.y + hvec.y;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

Box2Df col2dhello_cloud_box(const Cloud *cloud)
{
    Box2Df box = cloud->box;
    box.min = v2d_addf(&cloud->box.min, &cloud->center);
    box.max = v2d_addf(&cloud->box.max, &cloud->center);
    return box;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_cloud(Cloud *cloud)
{
    V2Df *pt = NULL;
    uint32_t i, n;
    real32_t hw, hh;
    cassert_no_null(cloud);
    pt = arrst_all(cloud->pnts, V2Df);
    n = arrst_size(cloud->pnts, V2Df);
```

```
    hw = cloud->width / 2;
    hh = cloud->height / 2;

    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        real32_t ox = bmath_randf(-.3f * hw, .3f * hw);
        real32_t oy = bmath_randf(-.3f * hh, .3f * hh);
        pt[i].x = bmath_randf(-hw, hw) + ox;
        pt[i].y = bmath_randf(-hh, hh) + oy;
    }

    if (cloud->angle != 0)
    {
        T2Df t2d;
        t2d_rotatef(&t2d, kT2D_IDENTf, cloud->angle);
        t2d_vmultnf(pt, &t2d, pt, n);
    }

    cloud->box = box2d_from_pointsf(pt, n);
    col2dhello_update_cloud_bounds(cloud);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_cloud_bounds(Cloud *cloud)
{
    const V2Df *p = arrst_all(cloud->pnts, V2Df);
    uint32_t n = arrst_size(cloud->pnts, V2Df);

    i_remove_bounds(cloud);
    switch (cloud->type)
    {
    case 0:
        cloud->bound.cir = cir2d_from_boxf(&cloud->box);
        break;

    case 1:
        cloud->bound.cir = cir2d_from_pointsf(p, n);
        break;

    case 2:
        cloud->bound.cir = cir2d_minimumf(p, n);
        break;

    case 3:
        cloud->bound.obb = obb2d_from_pointsf(p, n);
        break;

    case 4:
        cloud->bound.poly = pol2d_convex_hullf(p, n);
        break;
```

```
        cassert_default();
    }

    cloud->ctype = cloud->type;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_box(Box *box)
{
    cassert_no_null(box);
    box->box.min.x = box->center.x - box->width / 2;
    box->box.min.y = box->center.y - box->height / 2;
    box->box.max.x = box->center.x + box->width / 2;
    box->box.max.y = box->center.y + box->height / 2;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_obb(OBB *obb)
{
    cassert_no_null(obb);
    if (obb->obb == NULL)
        obb->obb = obb2d_createf(&obb->center, obb->width, obb->height, obb->
            ↪ angle);
    else
        obb2d_updatef(obb->obb, &obb->center, obb->width, obb->height, obb->
            ↪ angle);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_tri(Tri *tri)
{
    T2Df t2d, nt2d;
    cassert_no_null(tri);
    t2d_inversef(&t2d, &tri->t2d);
    t2d_movef(&nt2d, kT2D_IDENTf, tri->center.x, tri->center.y);
    t2d_rotatef(&nt2d, &nt2d, tri->angle);
    t2d_scalef(&nt2d, &nt2d, tri->scale, tri->scale);
    t2d_multf(&t2d, &nt2d, &t2d);
    tri2d_transformf(&tri->tri, &t2d);
    tri->t2d = nt2d;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_update_pol(Pol *pol)
{
    T2Df t2d, nt2d;
    cassert_no_null(pol);
```

```
    cassert_no_null(pol->pol);
    t2d_inversef(&t2d, &pol->t2d);
    t2d_movef(&nt2d, kT2D_IDENTf, pol->center.x, pol->center.y);
    t2d_rotatef(&nt2d, &nt2d, pol->angle);
    t2d_scalef(&nt2d, &nt2d, pol->scale, pol->scale);
    t2d_multf(&t2d, &nt2d, &t2d);
    pol2d_transformf(pol->pol, &t2d);
    pol->t2d = nt2d;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static bool_t i_mouse_inside(const Shape *shape, const real32_t mouse_x, const
    ↪ real32_t mouse_y)
{
    V2Df m = v2df(mouse_x, mouse_y);

    switch (shape->type)
    {
    case ekPOINT:
        return col2d_point_pointf(&shape->body.pnt, &m, CENTER_RADIUS, NULL);

    case ekPOINT_CLOUD:
    {
        Box2Df box = col2dhello_cloud_box(&shape->body.cloud);
        return col2d_box_pointf(&box, &m, NULL);
    }

    case ekSEGMENT:
        return col2d_segment_pointf(&shape->body.seg.seg, &m, CENTER_RADIUS,
            ↪ NULL);

    case ekCIRCLE:
        return col2d_circle_pointf(&shape->body.cir, &m, NULL);

    case ekBOX:
        return col2d_box_pointf(&shape->body.box.box, &m, NULL);

    case ekOBB:
        return col2d_obb_pointf(shape->body.obb.obb, &m, NULL);

    case ekTRIANGLE:
        return col2d_tri_pointf(&shape->body.tri.tri, &m, NULL);

    case ekCONVEX_POLY:
    case ekSIMPLE_POLY:
        return col2d_poly_pointf(shape->body.pol.pol, &m, NULL);

        cassert_default();
    }
```

```
    return FALSE;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_mouse_collisions(App *app, const real32_t mouse_x, const
    ↪ real32_t mouse_y)
{
    arrst_foreach(shape, app->shapes, Shape)
        shape->mouse = i_mouse_inside(shape, mouse_x, mouse_y);
    arrst_end()
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_point_segment_dist(const Seg2Df *seg, const V2Df *pnt, ArrSt(Dist
    ↪ ) *dists)
{
    Dist *dist = arrst_new(dists, Dist);
    real32_t t = seg2d_close_paramf(seg, pnt);
    dist->p0 = *pnt;
    dist->p1 = seg2d_evalf(seg, t);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_collisions(App *app)
{
    Shape *shape = arrst_all(app->shapes, Shape);
    uint32_t n = arrst_size(app->shapes, Shape);
    uint32_t i, j;

    arrst_clear(app->dists, NULL, Dist);

    for (i = 0; i < n; ++i)
        shape[i].collisions = 0;

    for (i = 0; i < n; ++i)
        for (j = i + 1; j < n; ++j)
        {
            const Shape *shape1 = shape[i].type < shape[j].type ? &shape[i] : &
                ↪ shape[j];
            const Shape *shape2 = shape[i].type < shape[j].type ? &shape[j] : &
                ↪ shape[i];
            bool_t col = FALSE;

            switch (shape1->type)
            {
            case ekPOINT:
                switch (shape2->type)
                {
```

```
            case ekPOINT:
                col = col2d_point_pointf(&shape1->body.pnt, &shape2->body.
                    ↪ pnt, CENTER_RADIUS, NULL);
                break;

            case ekPOINT_CLOUD:
                col = FALSE;
                break;

            case ekSEGMENT:
                col = col2d_segment_pointf(&shape2->body.seg.seg, &shape1->
                    ↪ body.pnt, CENTER_RADIUS, NULL);
                i_point_segment_dist(&shape2->body.seg.seg, &shape1->body.
                    ↪ pnt, app->dists);
                break;

            case ekCIRCLE:
                col = col2d_circle_pointf(&shape2->body.cir, &shape1->body.
                    ↪ pnt, NULL);
                break;

            case ekBOX:
                col = col2d_box_pointf(&shape2->body.box.box, &shape1->body
                    ↪ .pnt, NULL);
                break;

            case ekOBB:
                col = col2d_obb_pointf(shape2->body.obb.obb, &shape1->body.
                    ↪ pnt, NULL);
                break;

            case ekTRIANGLE:
                col = col2d_tri_pointf(&shape2->body.tri.tri, &shape1->body
                    ↪ .pnt, NULL);
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                col = col2d_poly_pointf(shape2->body.pol.pol, &shape1->body
                    ↪ .pnt, NULL);
                break;

                cassert_default();
            }
            break;

        case ekPOINT_CLOUD:
            col = FALSE;
            break;

        case ekSEGMENT:
```

```
                switch (shape2->type)
                {
                case ekSEGMENT:
                    col = col2d_segment_segmentf(&shape1->body.seg.seg, &shape2
                        ↪ ->body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekCIRCLE:
                    col = col2d_circle_segmentf(&shape2->body.cir, &shape1->
                        ↪ body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekBOX:
                    col = col2d_box_segmentf(&shape2->body.box.box, &shape1->
                        ↪ body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekOBB:
                    col = col2d_obb_segmentf(shape2->body.obb.obb, &shape1->
                        ↪ body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekTRIANGLE:
                    col = col2d_tri_segmentf(&shape2->body.tri.tri, &shape1->
                        ↪ body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekCONVEX_POLY:
                case ekSIMPLE_POLY:
                    col = col2d_poly_segmentf(shape2->body.pol.pol, &shape1->
                        ↪ body.seg.seg, NULL);
                    break;

                case ekPOINT:
                case ekPOINT_CLOUD:
                    cassert_default();
                }
                break;

            case ekCIRCLE:
                switch (shape2->type)
                {
                case ekCIRCLE:
                    col = col2d_circle_circlef(&shape1->body.cir, &shape2->body
                        ↪ .cir, NULL);
                    break;

                case ekBOX:
                    col = col2d_box_circlef(&shape2->body.box.box, &shape1->
                        ↪ body.cir, NULL);
                    break;
```

```
            case ekOBB:
                col = col2d_obb_circlef(shape2->body.obb.obb, &shape1->body
                    ↪ .cir, NULL);
                break;

            case ekTRIANGLE:
                col = col2d_tri_circlef(&shape2->body.tri.tri, &shape1->
                    ↪ body.cir, NULL);
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                col = col2d_poly_circlef(shape2->body.pol.pol, &shape1->
                    ↪ body.cir, NULL);
                break;

            case ekPOINT:
            case ekPOINT_CLOUD:
            case ekSEGMENT:
                cassert_default();
            }
            break;

        case ekBOX:
            switch (shape2->type)
            {
            case ekBOX:
                col = col2d_box_boxf(&shape1->body.box.box, &shape2->body.
                    ↪ box.box, NULL);
                break;

            case ekOBB:
                col = col2d_obb_boxf(shape2->body.obb.obb, &shape1->body.
                    ↪ box.box, NULL);
                break;

            case ekTRIANGLE:
                col = col2d_tri_boxf(&shape2->body.tri.tri, &shape1->body.
                    ↪ box.box, NULL);
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                col = col2d_poly_boxf(shape2->body.pol.pol, &shape1->body.
                    ↪ box.box, NULL);
                break;

            case ekPOINT:
            case ekPOINT_CLOUD:
            case ekSEGMENT:
```

```
            case ekCIRCLE:
                cassert_default();
            }
            break;

        case ekOBB:
            switch (shape2->type)
            {
            case ekOBB:
                col = col2d_obb_obbf(shape1->body.obb.obb, shape2->body.obb
                    ↪ .obb, NULL);
                break;

            case ekTRIANGLE:
                col = col2d_tri_obbf(&shape2->body.tri.tri, shape1->body.
                    ↪ obb.obb, NULL);
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                col = col2d_poly_obbf(shape2->body.pol.pol, shape1->body.
                    ↪ obb.obb, NULL);
                break;

            case ekPOINT:
            case ekPOINT_CLOUD:
            case ekSEGMENT:
            case ekCIRCLE:
            case ekBOX:
                cassert_default();
            }
            break;

        case ekTRIANGLE:
            switch (shape2->type)
            {
            case ekTRIANGLE:
                col = col2d_tri_trif(&shape1->body.tri.tri, &shape2->body.
                    ↪ tri.tri, NULL);
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                col = col2d_poly_trif(shape2->body.pol.pol, &shape1->body.
                    ↪ tri.tri, NULL);
                break;

            case ekPOINT:
            case ekPOINT_CLOUD:
            case ekSEGMENT:
            case ekCIRCLE:
```

```
                case ekBOX:
                case ekOBB:
                    cassert_default();
                }
                break;

            case ekCONVEX_POLY:
            case ekSIMPLE_POLY:
                switch (shape2->type)
                {
                case ekCONVEX_POLY:
                case ekSIMPLE_POLY:
                    col = col2d_poly_polyf(shape1->body.pol.pol, shape2->body.
                        ↪ pol.pol, NULL);
                    break;

                case ekPOINT:
                case ekPOINT_CLOUD:
                case ekSEGMENT:
                case ekCIRCLE:
                case ekBOX:
                case ekOBB:
                case ekTRIANGLE:
                    cassert_default();
                }
                break;

                cassert_default();
            }

            if (col == TRUE)
            {
                shape[i].collisions += 1;
                shape[j].collisions += 1;
            }
        }
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Listado 32.2: demo/col2dhello/col2dhello.hxx

```
/* 2D collision detection demo */

#ifndef __COL2DHELLO_HXX__
#define __COL2DHELLO_HXX__

#include <gui/gui.hxx>
```

```
#define CENTER_RADIUS       3
#define POINT_CLOUD_N       100

typedef struct _cloud_t Cloud;
typedef struct _seg_t Seg;
typedef struct _box_t Box;
typedef struct _obb_t OBB;
typedef struct _tri_t Tri;
typedef struct _pol_t Pol;
typedef struct _shape_t Shape;
typedef struct _dist_t Dist;
typedef struct _app_t App;

typedef enum _shtype_t
{
    ekPOINT,
    ekPOINT_CLOUD,
    ekSEGMENT,
    ekCIRCLE,
    ekBOX,
    ekOBB,
    ekTRIANGLE,
    ekCONVEX_POLY,
    ekSIMPLE_POLY
} shtype_t;

struct _cloud_t
{
    ArrSt(V2Df) *pnts;
    Box2Df box;
    V2Df center;
    real32_t width;
    real32_t height;
    real32_t angle;
    uint32_t ctype, type;

    union
    {
        Cir2Df cir;
        OBB2Df *obb;
        Pol2Df *poly;
    } bound;
};

struct _seg_t
{
    V2Df center;
    real32_t length;
    real32_t angle;
    Seg2Df seg;
```

```
};

struct _box_t
{
    V2Df center;
    real32_t width;
    real32_t height;
    Box2Df box;
};

struct _obb_t
{
    V2Df center;
    real32_t width;
    real32_t height;
    real32_t angle;
    OBB2Df *obb;
};

struct _tri_t
{
    V2Df center;
    real32_t angle;
    real32_t scale;
    T2Df t2d;
    Tri2Df tri;
};

struct _pol_t
{
    V2Df center;
    real32_t angle;
    real32_t scale;
    T2Df t2d;
    Pol2Df *pol;
};

struct _shape_t
{
    shtype_t type;
    bool_t mouse;
    uint32_t collisions;

    union {
        V2Df pnt;
        Cloud cloud;
        Seg seg;
        Cir2Df cir;
        Box box;
        OBB obb;
        Tri tri;
```

```
        Pol pol;
    } body;
};

struct _dist_t
{
    V2Df p0;
    V2Df p1;
};

struct _app_t
{
    Window *window;
    View *view;
    Layout *main_layout;
    Layout *pnt_layout;
    Layout *cld_layout;
    Layout *seg_layout;
    Layout *cir_layout;
    Layout *box_layout;
    Layout *obb_layout;
    Layout *tri_layout;
    Layout *pol_layout;
    Panel *obj_panel;
    ArrSt(Shape) *shapes;
    ArrSt(Dist) *dists;
    shtype_t seltype;
    uint32_t selshape;
    bool_t show_seg_pt;
    bool_t show_triangles;
    bool_t show_convex_parts;
    real32_t sel_area;
    V2Df mouse_pos;
    V2Df obj_pos;
};

DeclSt(Shape);
DeclSt(Dist);

#endif
```

Listado 32.3: demo/col2dhello/col2dgui.c

```
/* Col2D Hello GUI */

#include "col2dgui.h"
#include <nappgui.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_dbind(void)
```

```
{
    dbind_enum(shtype_t, ekPOINT, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekPOINT_CLOUD, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekSEGMENT, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekCIRCLE, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekBOX, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekOBB, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekTRIANGLE, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekCONVEX_POLY, "");
    dbind_enum(shtype_t, ekSIMPLE_POLY, "");
    dbind(App, shtype_t, seltype);
    dbind(App, bool_t, show_seg_pt);
    dbind(App, bool_t, show_triangles);
    dbind(App, bool_t, show_convex_parts);
    dbind(App, real32_t, sel_area);
    dbind(Cloud, real32_t, width);
    dbind(Cloud, real32_t, height);
    dbind(Cloud, real32_t, angle);
    dbind(Cloud, uint32_t, type);
    dbind(Seg, real32_t, length);
    dbind(Seg, real32_t, angle);
    dbind(Cir2Df, real32_t, r);
    dbind(Box, real32_t, width);
    dbind(Box, real32_t, height);
    dbind(OBB, real32_t, width);
    dbind(OBB, real32_t, height);
    dbind(OBB, real32_t, angle);
    dbind(Tri, real32_t, angle);
    dbind(Tri, real32_t, scale);
    dbind(Pol, real32_t, angle);
    dbind(Pol, real32_t, scale);
    dbind_range(Cloud, real32_t, width, 50, 200);
    dbind_range(Cloud, real32_t, height, 50, 200);
    dbind_range(Cloud, real32_t, angle, 0, 360 * kBMATH_DEG2RADf);
    dbind_range(Seg, real32_t, length, 20, 300);
    dbind_range(Seg, real32_t, angle, 0, 360 * kBMATH_DEG2RADf);
    dbind_range(Cir2Df, real32_t, r, 5, 100);
    dbind_range(Box, real32_t, width, 20, 300);
    dbind_range(Box, real32_t, height, 20, 300);
    dbind_range(OBB, real32_t, width, 20, 300);
    dbind_range(OBB, real32_t, height, .2f, 300);
    dbind_range(OBB, real32_t, angle, 0, 360 * kBMATH_DEG2RADf);
    dbind_range(Tri, real32_t, angle, 0, 360 * kBMATH_DEG2RADf);
    dbind_range(Tri, real32_t, scale, 5, 30);
    dbind_range(Pol, real32_t, angle, 0, 360 * kBMATH_DEG2RADf);
    dbind_range(Pol, real32_t, scale, 5, 30);
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCloud(App *app, Event *e)
```

```
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
    cassert(shape->type == ekPOINT_CLOUD);

    if (evbind_modify(e, Cloud, uint32_t, type) == TRUE)
        col2dhello_update_cloud_bounds(&shape->body.cloud);
    else
        col2dhello_update_cloud(&shape->body.cloud);

    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSeg(App *app, Event *e)
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
    cassert(shape->type == ekSEGMENT);
    col2dhello_update_seg(&shape->body.seg);
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCircle(App *app, Event *e)
{
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnBox(App *app, Event *e)
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
    cassert(shape->type == ekBOX);
    col2dhello_update_box(&shape->body.box);
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnOBB(App *app, Event *e)
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
```

```
    cassert(shape->type == ekOBB);
    col2dhello_update_obb(&shape->body.obb);
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTri(App *app, Event *e)
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
    cassert(shape->type == ekTRIANGLE);
    col2dhello_update_tri(&shape->body.tri);
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnPoly(App *app, Event *e)
{
    Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
    cassert(shape->type == ekCONVEX_POLY || shape->type == ekSIMPLE_POLY);
    col2dhello_update_pol(&shape->body.pol);
    col2dhello_collisions(app);
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnOpt(App *app, Event *e)
{
    col2dhello_update_gui(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_empty_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_point_layout(App *app)
{
```

```
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    Label *label = label_create();
    label_text(label, "Selected Point");
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    app->pnt_layout = layout;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_bounding_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    Button *button4 = button_radio();
    Button *button5 = button_radio();
    button_text(button1, "BBox Circle");
    button_text(button2, "Points Circle");
    button_text(button3, "Minimum Circle");
    button_text(button4, "Gaussian OBB");
    button_text(button5, "Convex Hull");
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_button(layout, button5, 0, 4);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 5);
    layout_vmargin(layout, 3, 5);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 0), Cloud, uint32_t, type);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_cloud_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 9);
    Layout *layout2 = i_bounding_layout();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Label *label5 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    Slider *slider3 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Point Cloud");
```

```
    label_text(label2, "Width:");
    label_text(label3, "Height:");
    label_text(label4, "Angle:");
    label_text(label5, "Bounding Volume");
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 0, 1);
    layout_label(layout1, label3, 0, 3);
    layout_label(layout1, label4, 0, 5);
    layout_label(layout1, label5, 0, 7);
    layout_slider(layout1, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout1, slider2, 0, 4);
    layout_slider(layout1, slider3, 0, 6);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 8);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 10);
    layout_vmargin(layout1, 4, 10);
    layout_vmargin(layout1, 6, 5);
    layout_vmargin(layout1, 7, 8);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 2), Cloud, real32_t, width);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 4), Cloud, real32_t, height);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 6), Cloud, real32_t, angle);
    layout_dbind(layout1, listener(app, i_OnCloud, App), Cloud);
    app->cld_layout = layout1;
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_segment_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Segment");
    label_text(label2, "Length:");
    label_text(label3, "Angle:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 4);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), Seg, real32_t, length);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 4), Seg, real32_t, angle);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnSeg, App), Seg);
    app->seg_layout = layout;
    return layout;
```

```
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_circle_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 3);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Slider *slider = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Circle");
    label_text(label2, "Radix:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_slider(layout, slider, 0, 2);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), Cir2Df, real32_t, r);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnCircle, App), Cir2Df);
    app->cir_layout = layout;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_box_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Box");
    label_text(label2, "Width:");
    label_text(label3, "Height:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 4);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), Box, real32_t, width);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 4), Box, real32_t, height);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnBox, App), Box);
    app->box_layout = layout;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Layout *i_obb_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 7);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    Slider *slider3 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Oriented Box");
    label_text(label2, "Width:");
    label_text(label3, "Height:");
    label_text(label4, "Angle:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_label(layout, label4, 0, 5);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 4);
    layout_slider(layout, slider3, 0, 6);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    layout_vmargin(layout, 4, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), OBB, real32_t, width);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 4), OBB, real32_t, height);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 6), OBB, real32_t, angle);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnOBB, App), OBB);
    app->obb_layout = layout;
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_tri_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Triangle");
    label_text(label2, "Angle:");
    label_text(label3, "Scale:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 4);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
```

```
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), Tri, real32_t, angle);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 4), Tri, real32_t, scale);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnTri, App), Tri);
    app->tri_layout = layout;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_pol_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    label_text(label1, "Selected Polygon");
    label_text(label2, "Angle:");
    label_text(label3, "Scale:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 1);
    layout_label(layout, label3, 0, 3);
    layout_slider(layout, slider1, 0, 2);
    layout_slider(layout, slider2, 0, 4);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    layout_vmargin(layout, 2, 10);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 2), Pol, real32_t, angle);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 4), Pol, real32_t, scale);
    layout_dbind(layout, listener(app, i_OnPoly, App), Pol);
    app->pol_layout = layout;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnNewShape(App *app, Event *e)
{
    S2Df size;
    view_get_size(app->view, &size);
    col2dhello_new_shape(app, v2df(size.width / 2, size.height / 2));
    col2dhello_dbind_shape(app);
    col2dhello_collisions(app);
    view_update(app->view);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_new_layout(App *app)
```

```
{
    Layout *layout = layout_create(1, 2);
    PopUp *popup = popup_create();
    Button *button = button_push();
    button_text(button, "New Shape");
    button_OnClick(button, listener(app, i_OnNewShape, App));
    layout_popup(layout, popup, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 0, 1);
    layout_vmargin(layout, 0, 5);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 0, 0), App, shtype_t, seltype);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_area_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    label_text(label1, "Area:");
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 1, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_hexpand(layout, 1);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), App, real32_t, sel_area);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_left_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 6);
    Layout *layout2 = i_new_layout(app);
    Layout *layout3 = i_area_layout();
    Layout *layout4 = i_empty_layout();
    Layout *layout5 = i_point_layout(app);
    Layout *layout6 = i_cloud_layout(app);
    Layout *layout7 = i_segment_layout(app);
    Layout *layout8 = i_circle_layout(app);
    Layout *layout9 = i_box_layout(app);
    Layout *layout10 = i_obb_layout(app);
    Layout *layout11 = i_tri_layout(app);
    Layout *layout12 = i_pol_layout(app);
    Button *button1 = button_check();
    Button *button2 = button_check();
    Button *button3 = button_check();
    Panel *panel = panel_create();
    button_text(button1, "Show Segment-Point distance");
```

```
    button_text(button2, "Show Polygon triangles");
    button_text(button3, "Show Convex partition");
    panel_layout(panel, layout4);
    panel_layout(panel, layout5);
    panel_layout(panel, layout6);
    panel_layout(panel, layout7);
    panel_layout(panel, layout8);
    panel_layout(panel, layout9);
    panel_layout(panel, layout10);
    panel_layout(panel, layout11);
    panel_layout(panel, layout12);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_button(layout1, button1, 0, 1);
    layout_button(layout1, button2, 0, 2);
    layout_button(layout1, button3, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 4);
    layout_panel(layout1, panel, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 10);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);
    layout_vmargin(layout1, 2, 5);
    layout_vmargin(layout1, 3, 5);
    layout_vmargin(layout1, 4, 10);
    app->obj_panel = panel;
    app->main_layout = layout1;
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 1), App, bool_t, show_seg_pt);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 2), App, bool_t, show_triangles);
    cell_dbind(layout_cell(layout1, 0, 3), App, bool_t, show_convex_parts);
    layout_dbind(layout1, listener(app, i_OnOpt, App), App);
    layout_dbind_obj(layout1, app, App);
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static color_t i_color(const uint32_t collision, const bool_t mouse)
{
    if (collision > 0)
    {
        if (collision == 1)
            return color_rgb(255, 170, 0);

        if (collision == 2)
            return color_rgb(255, 127, 0);

        return color_rgb(255, 42, 0);
    }
    else
    {
        if (mouse == TRUE)
            return color_rgb(127, 85, 255);
```

```
        return color_gray(120);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_point(DCtx *ctx, const V2Df *pt)
{
    draw_v2df(ctx, ekFILL, pt, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_cloud(DCtx *ctx, const Cloud *cloud)
{
    arrst_foreach(pt, cloud->pnts, V2Df)
        draw_circle(ctx, ekSTROKE, pt->x + cloud->center.x, pt->y + cloud->
            ↪ center.y, 1);
    arrst_end()

    switch (cloud->type)
    {
    case 0:
    case 1:
    case 2:
    {
        real32_t cx = cloud->bound.cir.c.x + cloud->center.x;
        real32_t cy = cloud->bound.cir.c.y + cloud->center.y;
        draw_circle(ctx, ekSTROKE, cx, cy, cloud->bound.cir.r);
        draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_circle(ctx, ekFILL, cx, cy, CENTER_RADIUS);
        break;
    }

    case 3:
    {
        T2Df t2d;
        V2Df center = obb2d_centerf(cloud->bound.obb);
        t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, cloud->center.x, cloud->center.y);
        draw_matrixf(ctx, &t2d);
        draw_obb2df(ctx, ekSTROKE, cloud->bound.obb);
        draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_circle(ctx, ekFILL, center.x, center.y, CENTER_RADIUS);
        draw_matrixf(ctx, kT2D_IDENTf);
        break;
    }

    case 4:
    {
        T2Df t2d;
        V2Df center = pol2d_centroidf(cloud->bound.poly);
```

```
        t2d_movef(&t2d, kT2D_IDENTf, cloud->center.x, cloud->center.y);
        draw_matrixf(ctx, &t2d);
        draw_pol2df(ctx, ekSTROKE, cloud->bound.poly);
        draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_circle(ctx, ekFILL, center.x, center.y, CENTER_RADIUS);
        draw_matrixf(ctx, kT2D_IDENTf);
        break;
    }

        cassert_default();
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_segment(DCtx *ctx, const Seg *seg)
{
    draw_seg2df(ctx, &seg->seg);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_circle(DCtx *ctx, const Cir2Df *circle)
{
    draw_cir2df(ctx, ekFILL, circle);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_circle(ctx, ekFILL, circle->c.x, circle->c.y, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_box(DCtx *ctx, const Box *box)
{
    draw_box2df(ctx, ekFILL, &box->box);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_circle(ctx, ekFILL, box->center.x, box->center.y, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_obb(DCtx *ctx, const OBB *obb)
{
    draw_obb2df(ctx, ekFILL, obb->obb);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_circle(ctx, ekFILL, obb->center.x, obb->center.y, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_tri(DCtx *ctx, const Tri *tri)
{
```

```
    V2Df center = tri2d_centroidf(&tri->tri);
    draw_tri2df(ctx, ekFILL, &tri->tri);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_circle(ctx, ekFILL, center.x, center.y, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_poly(DCtx *ctx, const Pol *pol)
{
    V2Df center = pol2d_visual_centerf(pol->pol, .05f);
    draw_pol2df(ctx, ekFILL, pol->pol);
    draw_fill_color(ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_circle(ctx, ekFILL, center.x, center.y, CENTER_RADIUS);
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_poly_triangles(DCtx *ctx, const Pol2Df *poly)
{
    ArrSt(Tri2Df) *triangles = pol2d_trianglesf(poly);
    bool_t ccw = pol2d_ccwf(poly);

    arrst_foreach(tri, triangles, Tri2Df)
        cassert_unref(tri2d_ccwf(tri) == ccw, ccw);
        draw_tri2df(ctx, ekSTROKE, tri);
    arrst_end()

    arrst_destroy(&triangles, NULL, Tri2Df);
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_poly_convex_parts(DCtx *ctx, const Pol2Df *poly)
{
    ArrPt(Pol2Df) *convex_polys = pol2d_convex_partitionf(poly);
    bool_t ccw = pol2d_ccwf(poly);

    arrpt_foreach(convex, convex_polys, Pol2Df)
        cassert(pol2d_convexf(convex) == TRUE);
        cassert_unref(pol2d_ccwf(convex) == ccw, ccw);
        draw_pol2df(ctx, ekSTROKE, convex);
    arrpt_end()

    arrpt_destroy(&convex_polys, pol2d_destroyf, Pol2Df);
}

/*-----------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_bbox(DCtx *ctx, const Shape *shape)
{
```

```
    Box2Df bbox = kBOX2D_NULLf;
    real32_t p[2] = {2, 2};
    switch (shape->type)
    {
    case ekPOINT:
    {
        Cir2Df c = cir2df(shape->body.pnt.x, shape->body.pnt.y, CENTER_RADIUS);
        box2d_add_circlef(&bbox, &c);
        break;
    }

    case ekPOINT_CLOUD:
        bbox = col2dhello_cloud_box(&shape->body.cloud);
        break;

    case ekSEGMENT:
        box2d_addf(&bbox, &shape->body.seg.seg.p0);
        box2d_addf(&bbox, &shape->body.seg.seg.p1);
        break;

    case ekCIRCLE:
        box2d_add_circlef(&bbox, &shape->body.cir);
        break;

    case ekBOX:
        box2d_mergef(&bbox, &shape->body.box.box);
        break;

    case ekOBB:
    {
        const V2Df *corners = obb2d_cornersf(shape->body.obb.obb);
        box2d_addnf(&bbox, corners, 4);
        break;
    }

    case ekTRIANGLE:
    {
        const V2Df *points = (const V2Df *)&shape->body.tri.tri;
        box2d_addnf(&bbox, points, 3);
        break;
    }

    case ekCONVEX_POLY:
    case ekSIMPLE_POLY:
    {
        const V2Df *points = pol2d_pointsf(shape->body.pol.pol);
        uint32_t n = pol2d_nf(shape->body.pol.pol);
        box2d_addnf(&bbox, points, n);
        break;
    }
```

```
        cassert_default();
    }

    draw_line_color(ctx, color_rgb(0, 128, 0));
    draw_line_dash(ctx, p, 2);
    draw_box2df(ctx, ekSTROKE, &bbox);
    draw_line_dash(ctx, NULL, 0);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    real32_t dash[2] = {2, 2};
    draw_clear(p->ctx, color_rgb(255, 212, 255));

    arrst_foreach(shape, app->shapes, Shape)
        draw_fill_color(p->ctx, i_color(shape->collisions, shape->mouse));
        draw_line_color(p->ctx, i_color(shape->collisions, shape->mouse));

        switch (shape->type)
        {
        case ekPOINT:
            i_draw_point(p->ctx, &shape->body.pnt);
            break;

        case ekPOINT_CLOUD:
            i_draw_cloud(p->ctx, &shape->body.cloud);
            break;

        case ekSEGMENT:
            i_draw_segment(p->ctx, &shape->body.seg);
            break;

        case ekCIRCLE:
            i_draw_circle(p->ctx, &shape->body.cir);
            break;

        case ekBOX:
            i_draw_box(p->ctx, &shape->body.box);
            break;

        case ekOBB:
            i_draw_obb(p->ctx, &shape->body.obb);
            break;

        case ekTRIANGLE:
            i_draw_tri(p->ctx, &shape->body.tri);
            break;
```

```
        case ekCONVEX_POLY:
        case ekSIMPLE_POLY:
            i_draw_poly(p->ctx, &shape->body.pol);
            break;

            cassert_default();
        }

        if (app->selshape == shape_i)
            i_draw_bbox(p->ctx, shape);

    arrst_end()

    if (app->show_seg_pt == TRUE)
    {
        real32_t pattern[2] = {2, 2};
        draw_line_dash(p->ctx, pattern, 2);
        draw_line_color(p->ctx, kCOLOR_MAGENTA);
        arrst_foreach(dist, app->dists, Dist)
            draw_line(p->ctx, dist->p0.x, dist->p0.y, dist->p1.x, dist->p1.y);
        arrst_end()
    }

    draw_line_width(p->ctx, 1);
    draw_line_color(p->ctx, kCOLOR_BLACK);
    draw_line_dash(p->ctx, dash, 2);

    if (app->show_triangles == TRUE)
    {
        arrst_foreach(shape, app->shapes, Shape)
            if (shape->type == ekCONVEX_POLY || shape->type == ekSIMPLE_POLY)
                i_draw_poly_triangles(p->ctx, shape->body.pol.pol);
        arrst_end()
    }

    if (app->show_triangles == FALSE && app->show_convex_parts == TRUE)
    {
        arrst_foreach(shape, app->shapes, Shape)
            if (shape->type == ekSIMPLE_POLY)
                i_draw_poly_convex_parts(p->ctx, shape->body.pol.pol);
        arrst_end()
    }

    draw_line_dash(p->ctx, NULL, 2);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMove(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
```

```
    View *view = event_sender(e, View);
    col2dhello_mouse_collisions(app, p->x, p->y);
    view_update(view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_get_shape_pos(const Shape *shape, V2Df *pos)
{
    switch (shape->type)
    {
    case ekPOINT:
        *pos = shape->body.pnt;
        break;

    case ekPOINT_CLOUD:
        *pos = shape->body.cloud.center;
        break;

    case ekSEGMENT:
        *pos = shape->body.seg.center;
        break;

    case ekCIRCLE:
        *pos = shape->body.cir.c;
        break;

    case ekBOX:
        *pos = shape->body.box.center;
        break;

    case ekOBB:
        *pos = shape->body.obb.center;
        break;

    case ekTRIANGLE:
        *pos = shape->body.tri.center;
        *pos = shape->body.tri.center;
        break;

    case ekCONVEX_POLY:
    case ekSIMPLE_POLY:
        *pos = shape->body.pol.center;
        break;

        cassert_default();
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_set_shape_pos(Shape *shape, const V2Df pos)
{
    switch (shape->type)
    {
    case ekPOINT:
        shape->body.pnt = pos;
        break;

    case ekPOINT_CLOUD:
        shape->body.cloud.center = pos;
        break;

    case ekSEGMENT:
        shape->body.seg.center = pos;
        col2dhello_update_seg(&shape->body.seg);
        break;

    case ekCIRCLE:
        shape->body.cir.c = pos;
        break;

    case ekBOX:
        shape->body.box.center = pos;
        col2dhello_update_box(&shape->body.box);
        break;

    case ekOBB:
        shape->body.obb.center = pos;
        col2dhello_update_obb(&shape->body.obb);
        break;

    case ekTRIANGLE:
        shape->body.tri.center = pos;
        col2dhello_update_tri(&shape->body.tri);
        break;

    case ekCONVEX_POLY:
    case ekSIMPLE_POLY:
        shape->body.pol.center = pos;
        col2dhello_update_pol(&shape->body.pol);
        break;

        cassert_default();
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDown(App *app, Event *e)
{
    uint32_t selshape = UINT32_MAX;
```

```
    arrst_foreach(shape, app->shapes, Shape)
        if (shape->mouse == TRUE)
        {
            selshape = shape_i;
            break;
        }
    arrst_end()

    if (selshape != app->selshape)
    {
        View *view = event_sender(e, View);
        app->selshape = selshape;
        col2dhello_dbind_shape(app);
        view_update(view);
    }

    if (app->selshape != UINT32_MAX)
    {
        const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
        const Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
        app->mouse_pos.x = p->x;
        app->mouse_pos.y = p->y;
        i_get_shape_pos(shape, &app->obj_pos);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDrag(App *app, Event *e)
{
    if (app->selshape != UINT32_MAX)
    {
        const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
        Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
        V2Df move = v2df(app->obj_pos.x + (p->x - app->mouse_pos.x), app->
            ↪ obj_pos.y + (p->y - app->mouse_pos.y));
        i_set_shape_pos(shape, move);
        col2dhello_collisions(app);
        view_update(app->view);
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAcceptFocus(App *app, Event *e)
{
    bool_t *r = event_result(e, bool_t);
    unref(app);
    *r = FALSE;
}
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = i_left_layout(app);
    View *view = view_create();
    view_size(view, s2df(640, 580));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    view_OnMove(view, listener(app, i_OnMove, App));
    view_OnDown(view, listener(app, i_OnDown, App));
    view_OnDrag(view, listener(app, i_OnDrag, App));
    view_OnAcceptFocus(view, listener(app, i_OnAcceptFocus, App));
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_view(layout1, view, 1, 0);
    layout_valign(layout1, 0, 0, ekTOP);
    layout_hmargin(layout1, 0, 10);
    layout_hexpand(layout1, 1);
    app->view = view;
    return layout1;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

Window *col2dhello_window(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = i_layout(app);
    Window *window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    panel_layout(panel, layout);
    window_panel(window, panel);
    return window;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

void col2dhello_dbind_shape(App *app)
{
    if (app->selshape != UINT32_MAX)
    {
        Shape *shape = arrst_get(app->shapes, app->selshape, Shape);
        switch (shape->type)
        {
        case ekPOINT:
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 1);
            app->sel_area = 0;
            break;

        case ekPOINT_CLOUD:
            layout_dbind_obj(app->cld_layout, &shape->body.cloud, Cloud);
```

```
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 2);
            app->sel_area = 0;
            break;

        case ekSEGMENT:
            layout_dbind_obj(app->seg_layout, &shape->body.seg, Seg);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 3);
            app->sel_area = 0;
            break;

        case ekCIRCLE:
            layout_dbind_obj(app->cir_layout, &shape->body.cir, Cir2Df);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 4);
            app->sel_area = cir2d_areaf(&shape->body.cir);
            break;

        case ekBOX:
            layout_dbind_obj(app->box_layout, &shape->body.box, Box);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 5);
            break;

        case ekOBB:
            layout_dbind_obj(app->obb_layout, &shape->body.obb, OBB);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 6);
            break;

        case ekTRIANGLE:
            layout_dbind_obj(app->tri_layout, &shape->body.tri, Tri);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 7);
            break;

        case ekCONVEX_POLY:
        case ekSIMPLE_POLY:
            layout_dbind_obj(app->pol_layout, &shape->body.pol, Pol);
            panel_visible_layout(app->obj_panel, 8);
            break;

            cassert_default();
        }
    }
    else
    {
        layout_dbind_obj(app->cld_layout, NULL, Cloud);
        layout_dbind_obj(app->seg_layout, NULL, Seg);
        layout_dbind_obj(app->cir_layout, NULL, Cir2Df);
        layout_dbind_obj(app->box_layout, NULL, Box);
        layout_dbind_obj(app->obb_layout, NULL, OBB);
        layout_dbind_obj(app->tri_layout, NULL, Tri);
        layout_dbind_obj(app->pol_layout, NULL, Pol);
        panel_visible_layout(app->obj_panel, 0);
    }
```

```
    col2dhello_update_gui(app);
}
```

Capítulo 33

Dibujando en una imagen

33.1 Dibujando en una imagen 773

33.1. Dibujando en una imagen

En este ejemplo vemos como generar gráficos vectoriales en dos contextos diferentes utilizando la misma rutina de dibujo (Figura 33.1). En la parte izquierda volcamos directamente en la ventana a través de un control `View`. En la parte derecha generamos una imagen utilizando diferentes resoluciones. Para visualizarla utilizamos un control `ImageView` configurado para estirar la imagen en caso que sea de menor tamaño que el propio control, lo que deja patente la pérdida de calidad. El **código fuente** está en la caperta `/demos/drawimg` de la distribución del SDK.

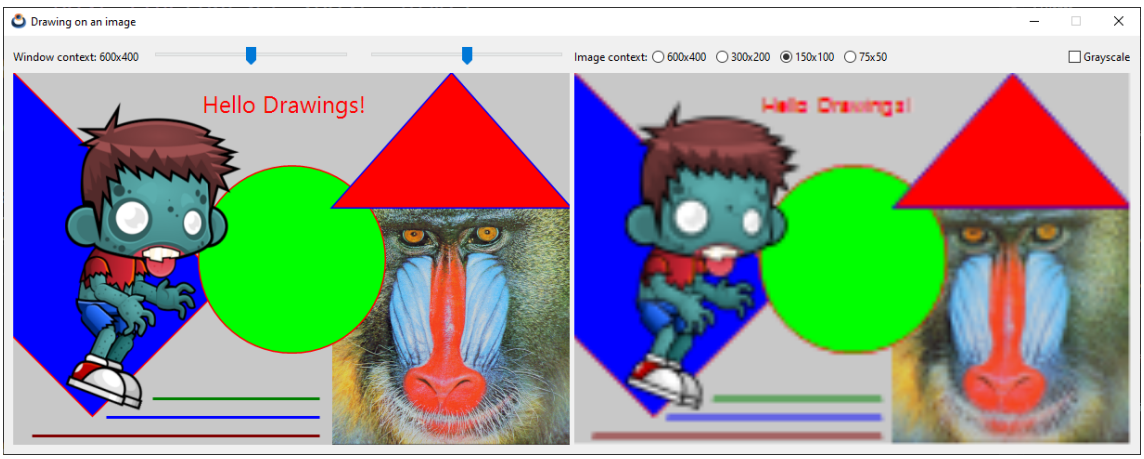


Figura 33.1: Contextos 2D: Ventana (izquierda), Imagen (derecha).

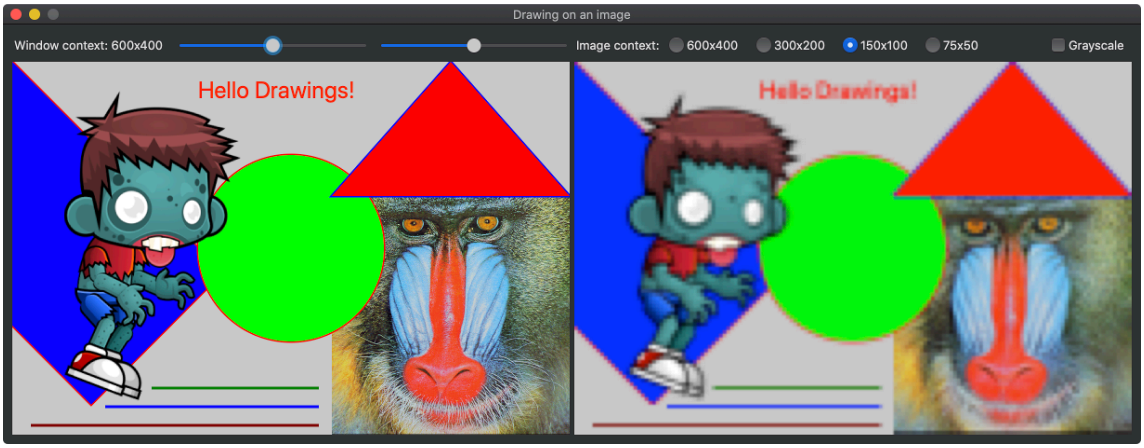


Figura 33.2: Versión macOS.

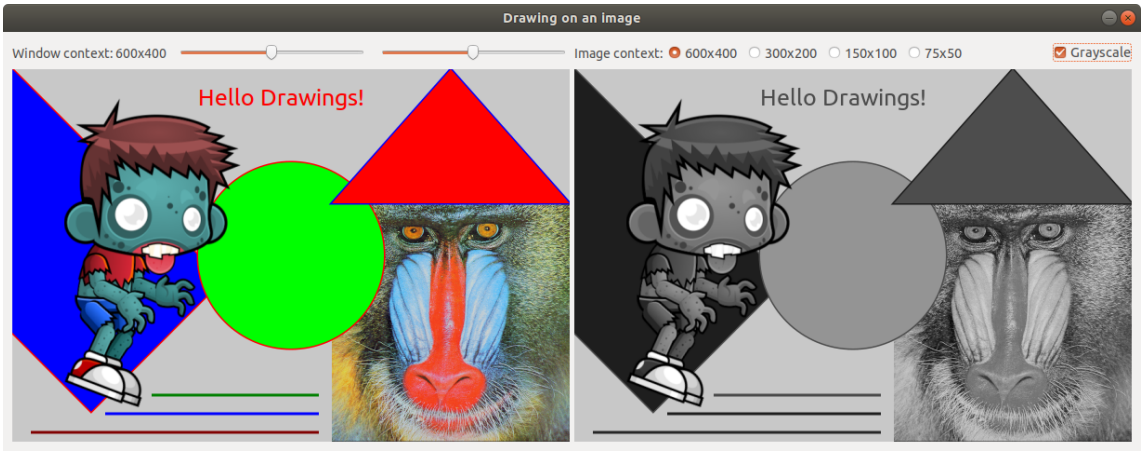


Figura 33.3: Versión Linux.

Listado 33.1: demo/drawimg/drawimg.c

```
/* Drawing on an image */

#include "res_drawimg.h"
#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    Window *expwin;
    Font *font;
    View *view;
```

```
    ImageView *iview;
    uint32_t res;
    real32_t angle;
    real32_t scale;
    String *exp_path;
    codec_t exp_codec;
    uint32_t exp_bpp;
    bool_t exp_alpha;
};

static uint32_t i_WIDTH[4] = {600, 300, 150, 75};
static uint32_t i_HEIGHT[4] = {400, 200, 100, 50};
static real32_t i_SCALE[4] = {1, .5f, .25f, .125f};

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw(DCtx *ctx, const T2Df *t2d_global, const Font *font)
{
    T2Df t2d_object;
    V2Df triangle[] = {{472, 0}, {600, 144}, {344, 144}};
    const Image *image1 = gui_image(MONKEY_GIF);
    const Image *image2 = gui_image(ZOMBIE_PNG);
    t2d_scalef(&t2d_object, t2d_global, .5f, .5f);
    draw_matrixf(ctx, &t2d_object);
    draw_image(ctx, image1, 688, 288);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(255, 0, 0));
    draw_line_width(ctx, 3);
    draw_fill_color(ctx, color_rgb(0, 0, 255));
    t2d_rotatef(&t2d_object, t2d_global, kBMATH_PIf / 4);
    draw_matrixf(ctx, &t2d_object);
    draw_rect(ctx, ekSKFILL, 0, 0, 320, 200);
    draw_fill_color(ctx, color_rgb(0, 255, 0));
    draw_matrixf(ctx, t2d_global);
    draw_circle(ctx, ekSKFILL, 300, 200, 100);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(0, 0, 255));
    draw_fill_color(ctx, color_rgb(255, 0, 0));
    draw_polygon(ctx, ekSKFILL, triangle, 3);
    t2d_scalef(&t2d_object, t2d_global, .7f, .7f);
    draw_matrixf(ctx, &t2d_object);
    draw_image(ctx, image2, 0, 0);
    draw_font(ctx, font);
    draw_matrixf(ctx, t2d_global);
    draw_text_color(ctx, color_rgb(255, 0, 0));
    draw_text(ctx, "Hello Drawings!", 200, 15);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(0, 128, 0));
    draw_line(ctx, 150, 350, 330, 350);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(0, 0, 255));
    draw_line(ctx, 100, 370, 330, 370);
    draw_line_color(ctx, color_rgb(128, 0, 0));
    draw_line(ctx, 20, 390, 330, 390);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    T2Df t2d;
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    t2d_rotatef(&t2d, kT2D_IDENTf, app->angle);
    t2d_scalef(&t2d, &t2d, app->scale, 1);
    draw_clear(p->ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    i_draw(p->ctx, &t2d, app->font);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_img(App *app)
{
    T2Df t2d;
    DCtx *ctx = dctx_bitmap(i_WIDTH[app->res], i_HEIGHT[app->res], ekRGB24);
    Image *image;
    t2d_scalef(&t2d, kT2D_IDENTf, i_SCALE[app->res], i_SCALE[app->res]);
    draw_clear(ctx, color_rgb(200, 200, 200));
    i_draw(ctx, &t2d, app->font);
    image = dctx_image(&ctx);
    imageview_image(app->iview, image);
    image_destroy(&image);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnResolution(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    app->res = p->index;
    i_draw_img(app);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_filename_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Edit *edit = edit_create();
    Button *button = button_push();
    button_text(button, "Open");
    layout_edit(layout, edit, 0, 0);
    layout_button(layout, button, 1, 0);
    return layout;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Layout *i_bpp_layout(void)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 5);
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    Button *button4 = button_radio();
    Button *button5 = button_radio();
    button_text(button1, "1 bpp (2 colors)");
    button_text(button2, "2 bpp (4 colors)");
    button_text(button3, "4 bpp (16 colors)");
    button_text(button4, "8 bpp (32 colors)");
    button_text(button5, "RGB (True color)");
    layout_button(layout, button1, 0, 0);
    layout_button(layout, button2, 0, 1);
    layout_button(layout, button3, 0, 2);
    layout_button(layout, button4, 0, 3);
    layout_button(layout, button5, 0, 4);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnOk(App *app, Event *e)
{
    window_stop_modal(app->expwin, 1);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnCancel(App *app, Event *e)
{
    window_stop_modal(app->expwin, 0);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Window *i_export_window(App *app)
{
    Window *window = window_create(ekWINDOW_TITLE | ekWINDOW_CLOSE);
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(3, 4);
    Layout *layout2 = i_filename_layout();
    Layout *layout3 = i_bpp_layout();
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Label *label4 = label_create();
```

```
    PopUp *popup = popup_create();
    Button *button1 = button_check();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_push();
    label_text(label1, "File name:");
    label_text(label2, "Format:");
    label_text(label3, "Pixel Depth (bpp):");
    label_text(label4, "Transparent background:");
    button_text(button2, "Ok");
    button_text(button3, "Cancel");
    button_OnClick(button2, listener(app, i_OnOk, App));
    button_OnClick(button3, listener(app, i_OnCancel, App));
    layout_label(layout1, label1, 0, 0);
    layout_label(layout1, label2, 0, 1);
    layout_label(layout1, label3, 0, 2);
    layout_label(layout1, label4, 0, 3);
    layout_layout(layout1, layout2, 1, 0);
    layout_popup(layout1, popup, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 2);
    layout_button(layout1, button1, 1, 3);
    layout_button(layout1, button2, 2, 0);
    layout_button(layout1, button3, 2, 1);
    panel_layout(panel, layout1);
    window_panel(window, panel);
    window_title(window, "Image export");
    return window;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_export_png(void)
{
    const uint32_t w = 640, h = 400;
    uint32_t i, j, wi = w / 4;
    Palette *palette = palette_create(4);
    Pixbuf *pixbuf = pixbuf_create(w, h, ekINDEX2);
    color_t *c = palette_colors(palette);
    Image *image = NULL;
    c[0] = color_rgba(255, 0, 0, 255);
    c[1] = color_rgba(0, 255, 0, 170);
    c[2] = color_rgba(0, 0, 255, 85);
    c[3] = color_rgba(255, 255, 255, 1);
    for (i = 0; i < w; ++i)
    {
        uint32_t idx = 3;
        if (i < wi)
            idx = 0;
        else if (i < 2 * wi)
            idx = 1;
        else if (i < 3 * wi)
            idx = 2;
```

```
        for (j = 0; j < h; ++j)
            pixbuf_set(pixbuf, i, j, idx);
    }

    image = image_from_pixbuf(pixbuf, palette);
    image_codec(image, ekGIF);
    image_to_file(image, "/home/fran/Desktop/export.gif", NULL);
    pixbuf_destroy(&pixbuf);
    palette_destroy(&palette);
    image_destroy(&image);

    {
        Image *img = image_from_file("/home/fran/Desktop/country.jpg", NULL);
        image_codec(img, ekGIF);
        image_to_file(img, "/home/fran/Desktop/country.gif", NULL);
        image_destroy(&img);
    }
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnExport(App *app, Event *e)
{
    V2Df p0, p1;
    S2Df s0, s1;
    uint32_t res = 0;
    unref(e);
    app->expwin = i_export_window(app);
    p0 = window_get_origin(app->window);
    s0 = window_get_size(app->window);
    s1 = window_get_size(app->expwin);
    p1 = v2df(p0.x + (s0.width - s1.width) / 2, p0.y + (s0.height - s1.height)
        ↪ / 2);
    window_origin(app->expwin, p1);
    res = window_modal(app->expwin, app->window);

    if (res == 1)
    {
        i_export_png();
    }

    window_destroy(&app->expwin);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_img_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(7, 1);
    Label *label = label_create();
```

```
    Button *button1 = button_radio();
    Button *button2 = button_radio();
    Button *button3 = button_radio();
    Button *button4 = button_radio();
    Button *button5 = button_push();
    label_text(label, "Image context:");
    button_text(button1, "600x400");
    button_text(button2, "300x200");
    button_text(button3, "150x100");
    button_text(button4, "75x50");
    button_text(button5, "Export...");
    button_state(button1, ekGUI_ON);
    button_OnClick(button1, listener(app, i_OnResolution, App));
    button_OnClick(button5, listener(app, i_OnExport, App));
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_button(layout, button1, 1, 0);
    layout_button(layout, button2, 2, 0);
    layout_button(layout, button3, 3, 0);
    layout_button(layout, button4, 4, 0);
    layout_button(layout, button5, 6, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 10);
    layout_hmargin(layout, 2, 10);
    layout_hmargin(layout, 3, 10);
    layout_hexpand(layout, 5);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnAngle(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    app->angle = (p->pos - .5f) * kBMATH_PIf;
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnScale(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    app->scale = p->pos + .5f;
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_win_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(5, 1);
```

```
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Slider *slider1 = slider_create();
    Slider *slider2 = slider_create();
    label_text(label1, "Window context: 600x400");
    label_text(label2, "Angle:");
    label_text(label3, "Scale:");
    slider_value(slider1, .5f);
    slider_value(slider2, .5f);
    slider_OnMoved(slider1, listener(app, i_OnAngle, App));
    slider_OnMoved(slider2, listener(app, i_OnScale, App));
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 1, 0);
    layout_label(layout, label3, 3, 0);
    layout_slider(layout, slider1, 2, 0);
    layout_slider(layout, slider2, 4, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);
    layout_hmargin(layout, 2, 10);
    layout_hexpand2(layout, 2, 4, .5f);
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 2);
    Layout *layout2 = i_win_layout(app);
    Layout *layout3 = i_img_layout(app);
    View *view = view_create();
    ImageView *iview = imageview_create();
    view_size(view, s2df(600, 400));
    imageview_size(iview, s2df(600, 400));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    imageview_scale(iview, ekGUI_SCALE_ASPECT);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_view(layout1, view, 0, 1);
    layout_imageview(layout1, iview, 1, 1);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 0);
    layout_margin(layout1, 10);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    panel_layout(panel, layout1);
    app->view = view;
    app->iview = iview;
    return panel;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    gui_respack(res_drawimg_respack);
    gui_language("");
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    app->font = font_system(25.f, 0);
    app->res = 0;
    app->angle = 0;
    app->scale = 1;
    i_draw_img(app);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Drawing on an image");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    font_destroy(&(*app)->font);
    heap_delete(app, App);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 34

DrawBig

34.1 DrawBig 783
34.2 Layout de DrawBig 783
34.3 Expansión de DrawBig 786
34.4 Vista de dibujo en DrawBig 787
34.5 Overlays en DrawBig 788
34.6 Multilayout en DrawBig 789
34.7 Animaciones en DrawBig 790
34.8 Coloreado de layouts en DrawBig 791
34.9 Ventanas superpuestas en DrawBig 792
34.10 Código fuente de DrawBig 793

34.1. DrawBig

En este ejemplo presentamos una aplicación que puede servir de base para diferentes proyectos. Se compone de un visor genérico con scroll, que permite la navegación entre multitud de items (Figura 34.1), (Figura 34.2), (Figura 34.3). A ambos lados tenemos varios cuadros de lista y una tabla. En la parte superior disponemos de diferentes controles a modo de barra de herramientas y, en la parte inferior, información de estado.

34.2. Layout de DrawBig

En (Figura 34.4) tenemos la composición de la ventana. El espacio de divide en tres filas (controles, parte media e info). La parte media, a su vez, se divide en tres celdas horizontales (listas, vista y tabla).

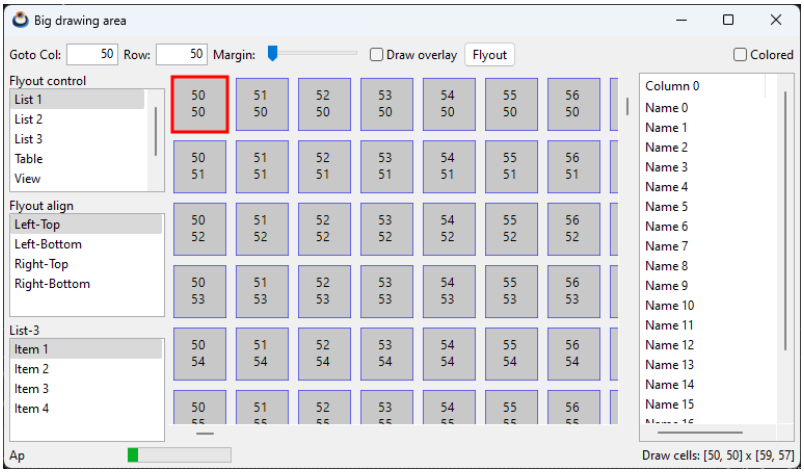


Figura 34.1: DrawBig versión Windows.

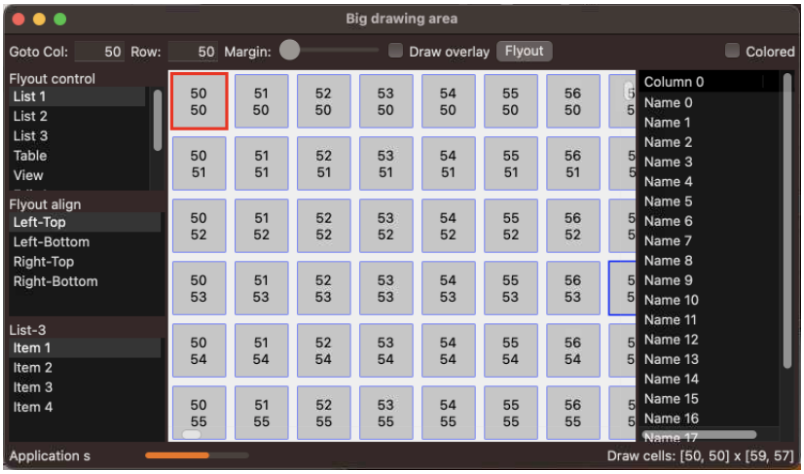


Figura 34.2: DrawBig versión macOS.

Esqueleto principal del layout.

```
static Layout *i_multi_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = i_control_layout(app);
    Layout *layout3 = i_middle_layout(app);
    Layout *layout4 = i_info_layout(app);
}
...
static Layout *i_control_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(10, 1);
```

Figura 34.3: DrawBig versión Linux.

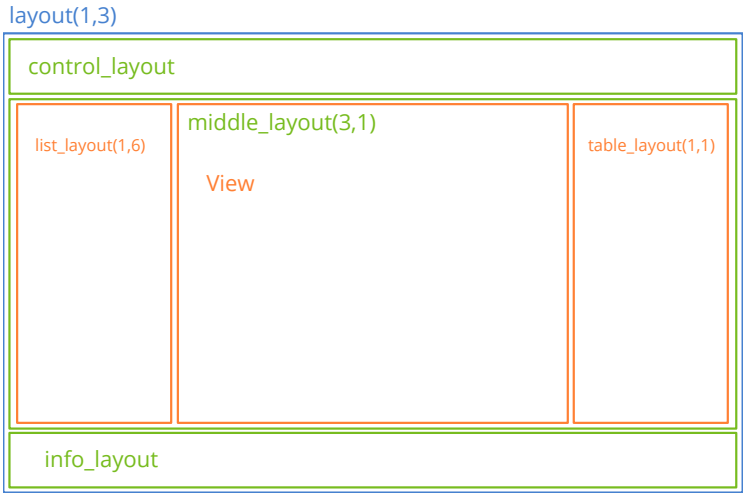


Figura 34.4: Layout de DrawBig.

```
}
...
static Layout *i_middle_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(3, 1);
    Layout *layout2 = i_list_layout(app);
    Layout *layout3 = i_table_layout(app);
    View *view = view_scroll();
}
...
static Layout *i_info_layout(App *app)
```

```
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
}
...
static Layout *i_list_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 6);
}
...
static Layout *i_table_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
}
```

34.3. Expansión de DrawBig

La aplicación permite el redimensionado/maximización de la ventana, por lo que es necesario explicitar como crecerán las diferentes celdas (Figura 34.5). La expansión vertical recaerá al 100 % sobre *middle_layout*, quedando *control_layout* e *info_layout* con una altura constante. Dentro del layout central, tanto la vista como la tabla se expandirán verticalmente también al 100 %. Sin embargo, en la parte izquierda, la expansión se repartirá entre las tres listas a un 33 % para cada una. Hablando de la expansión horizontal, se realizará al 100 % sobre la vista de dibujo en *middle_layout*, quedando las listas y tabla con una anchura constante. En *control_layout* e *info_layout* se expandirán horizontalmente dos celdas vacías, de tal manera que permita a ciertos controles (checkbox, label) mantenerse alineados a la derecha de la ventana.

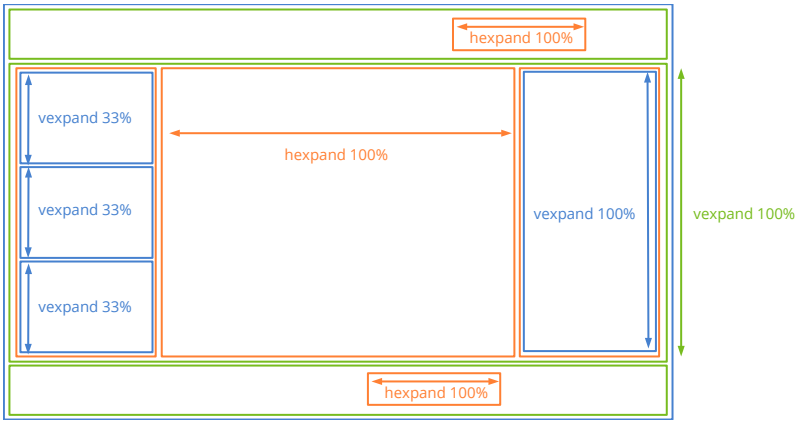


Figura 34.5: Expansión de celdas en DrawBig.

```
static Layout *i_multi_layout(App *app)
{
    ...
```

```
    /* All the vertical expansion will be done in the middle layout
       control_layout (top) and info_layout (bottom) will preserve the 'natural
           ↪ ' height */
    layout_vexpand(layout1, 1);
    ...
}
...
static Layout *i_list_layout(App *app)
{
    ...
    /* The vertical expansion will be distributed equally between listboxes */
    layout_vexpand3(layout, 1, 3, 5, .33f, .33f);
    ...
}
...
static Layout *i_control_layout(App *app)
{
    ...
    /* All the horizontal expansion will be done in an empty cell between
    * 'Colored' checkbox and 'Flyout' button */
    layout_hexpand(layout, 8);
    ...
}
...
static Layout *i_info_layout(App *app)
{
    ...
    /* All the horizontal expansion will be done in empty column-cell(2) */
    layout_hexpand(layout, 2);
    ...
}
...
static Layout *i_middle_layout(App *app)
{
    /* All the horizontal expansion will be done in the middle cell (view)
       list_layout (left) and table_layout (right) will preserve the 'natural'
           ↪ width */
    layout_hexpand(layout1, 1);
}
```

34.4. Vista de dibujo en DrawBig

La vista central muestra como gestionar un área de dibujo muy grande, de la que únicamente una pequeña porción es visible (Figura 34.6). Representaremos una rejilla de 2000x2000 celdas, utilizando un control `View` con barras de scroll. En este ejemplo hemos profundizado en:

- Optimizar el evento `OnDraw` para dibujar únicamente el área visible, evitando lanzar

Figura 34.6: Vista principal en DrawBig.

comandos gráficos innecesarios.

- Dimensionar las barras de scroll con `view_content_size`.
- Desplazar el área visible mediante `view_scroll_x`, `view_scroll_y`.
- Obtener el área visible con `view_viewport`.
- Uso del ratón: Poder hacer click sobre una celda o resaltarla cuando el cursor está sobre ella.
- Uso del teclado: Permitir a la vista capturar el foco y mover el item activo con las teclas `[Left]`, `[Right]`, `[Up]` y `[Down]`. La navegación con el teclado exige que dicho item siempre sea visible.

34.5. Overlays en DrawBig

Un overlay es una capa gráfica que se dibuja sobre el contenido principal (Figura 34.7). Son útiles sobre todo en vistas con scroll, ya que utilizan el sistema de referencia del control `(0,0)-(left,top)`, sin tener en cuenta el desplazamiento del contexto de dibujo debido a las barras de scroll.

```
static void i_OnOverlay(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    cassert_no_null(app);
```

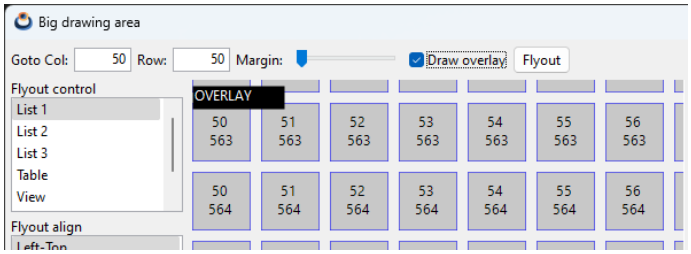


Figura 34.7: Overlays en DrawBig.

```
    if (app->overlay == TRUE)
    {
        draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_text_color(p->ctx, kCOLOR_WHITE);
        draw_rect(p->ctx, ekFILL, 5, 5, 80, 20);
        draw_text(p->ctx, "OVERLAY", 5, 5);
    }
}
...
view_OnOverlay(view, listener(app, i_OnOverlay, App));
```

34.6. Multilayout en DrawBig

Cuando navegamos por la vista central, si pulsamos la tecla `[RETURN]` en contenido de la ventana cambiará para mostrar una vista ampliada del elemento seleccionado (Figura 34.8). Esto se consigue asociando dos layouts diferentes con el panel principal y alternando entre ellas en tiempo de ejecución.

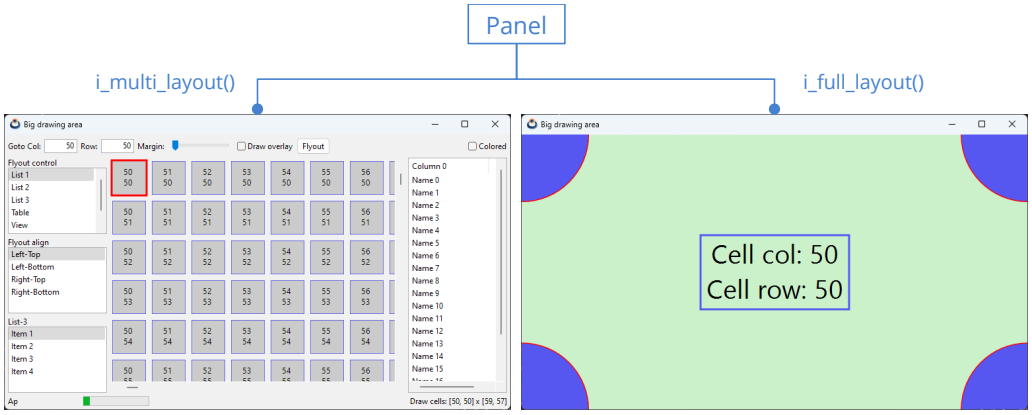


Figura 34.8: Panel con dos layouts en DrawBig.

```
static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = i_multi_layout(app);
```

```
    Layout *layout2 = i_full_layout(app);
    panel_layout(panel, layout1);
    panel_layout(panel, layout2);
    ...
}
...
if (p->key == ekKEY_RETURN)
{
    panel_visible_layout(app->panel, 1);
    panel_update(app->panel);
    window_focus(app->window, guicontrol(app->fullview));
}
```

34.7. Animaciones en DrawBig

La barra de estado inferior muestra una pequeña animación, de un campo de texto y de una barra de progreso (Figura 34.9). El estado de la animación se debe controlar en el método `i_update()` de `osmain_sync`. Más información en *"Aplicaciones síncronas"* (Página 427).

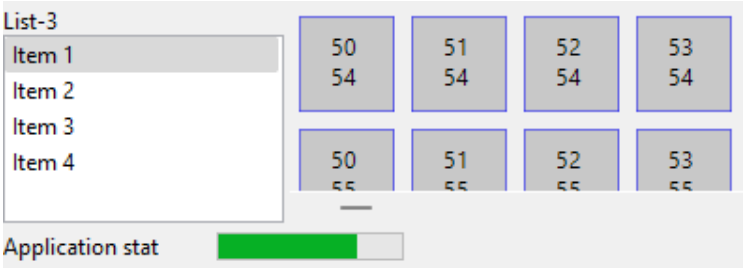


Figura 34.9: Animación de elementos GUI. Animación en *https://nappgui.com/img/howto/drawbig_anim.gif*.

```
static void i_update(App *app, const real64_t prtime, const real64_t ctime)
{
    char_t text[128];
    unref(prtime);
    unref(ctime);
    str_copy_cn(text, sizeof(text), i_STATUS_TEXT, app->anim_frame);
    label_text(app->status_label, text);
    progress_value(app->progress, (real32_t)app->anim_frame / (real32_t)app->
        ↪ anim_total);
    app->anim_frame += 1;
    if (app->anim_frame > app->anim_total)
        app->anim_frame = 0;
}
...
#include <osapp/osmain.h>
osmain_sync(0.1, i_create, i_destroy, i_update, "", App)
```

34.8. Coloreado de layouts en DrawBig

DrawBig dispone de un checkbox con el que podemos activar el coloreado de layouts (Figura 34.10). De esta forma podemos comprobar los límites y márgenes en la composición final de la ventana.

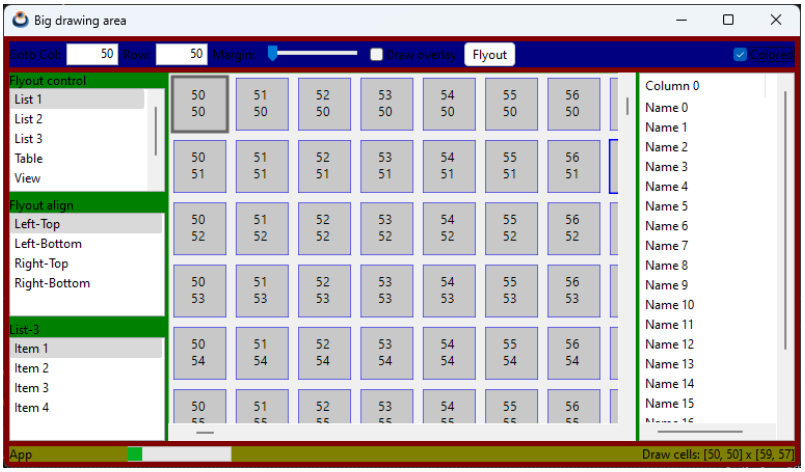


Figura 34.10: Coloreado de layouts en DrawBig.

```
static void i_OnColored(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    if (p->state == ekGUI_ON)
    {
        layout_bgcolor(app->main_layout, color_rgb(128, 0, 0));
        layout_bgcolor(app->middle_layout, color_rgb(0, 128, 0));
        layout_bgcolor(app->control_layout, color_rgb(0, 0, 128));
        layout_bgcolor(app->info_layout, color_rgb(128, 128, 0));
    }
    else
    {
        layout_bgcolor(app->main_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->middle_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->control_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->info_layout, kCOLOR_DEFAULT);
    }

    panel_update(app->panel);
}
```

34.9. Ventanas superpuestas en DrawBig

Por último, DrawBig permite lanzar una ventana superpuesta (overlay), con controles adicionales, que se desactiva al pulsar `[ESC]`, `[RETURN]` o hacer clic sobre la ventana principal (Figura 34.11). Esta ventana se ha creado sin marco ni barra de título y puede ser alineada con respecto a cualquier control interior.

Figura 34.11: Ventana superpuesta en DrawBig.

```
static void i_flyout_over_control(App *app, GuiControl *control, const uint32_t
    ↪ align)
{
    /* Control bounds in window coordinates */
    R2Df frame = window_control_frame(app->window, control);
    /* Top-Left control in screen coordinates */
    V2Df pos = window_client_to_screen(app->window, frame.pos);
    /* Flyout window size */
    S2Df size = window_get_size(app->flyout);

    switch (align) {
    case 0:
        break;
    case 1:
        pos.y += (frame.size.height - size.height);
        break;
    case 2:
        pos.x += (frame.size.width - size.width);
        break;
    case 3:
        pos.x += (frame.size.width - size.width);
        pos.y += (frame.size.height - size.height);
        break;
    }
```

```
    /* Position in screen coordinates */
    window_origin(app->flyout, pos);
    window_overlay(app->flyout, app->window);
}
```

34.10. Código fuente de DrawBig

Listado 34.1: demo/drawbig/drawbig.c

```
/* Drawing a big area with scrollbars */

#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    Window *flyout;
    Panel *panel;
    Menu *menu;
    ListBox *list1;
    ListBox *list2;
    ListBox *list3;
    TableView *table;
    Edit *edit1;
    Edit *edit2;
    View *view;
    View *fullview;
    Label *cells_label;
    Label *status_label;
    Progress *progress;
    uint32_t col_id;
    uint32_t row_id;
    uint32_t margin;
    uint32_t mouse_cell_x;
    uint32_t mouse_cell_y;
    uint32_t sel_cell_x;
    uint32_t sel_cell_y;
    bool_t focus;
    bool_t overlay;
    Layout *main_layout;
    Layout *middle_layout;
    Layout *control_layout;
    Layout *info_layout;
    char_t temptxt[256];
    uint32_t anim_frame;
    uint32_t anim_total;
    Font *fullfont;
    color_t drawcolor;
```

```
    color_t backcolor;
};

static const uint32_t i_NUM_COLS = 2000;
static const uint32_t i_NUM_ROWS = 2000;
static const real32_t i_CELL_SIZE = 50;
static const char_t *i_CELLS_INFO = "Draw cells: [%d, %d] x [%d, %d]";
static const char_t *i_STATUS_TEXT = "Application status...";

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_dbind(void)
{
    dbind(App, uint32_t, col_id);
    dbind(App, uint32_t, row_id);
    dbind(App, uint32_t, margin);
    dbind(App, bool_t, overlay);
    dbind_range(App, uint32_t, col_id, 0, i_NUM_COLS - 1);
    dbind_range(App, uint32_t, row_id, 0, i_NUM_ROWS - 1);
    dbind_range(App, uint32_t, margin, 10, 50);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_content_size(App *app)
{
    real32_t width = i_NUM_COLS * i_CELL_SIZE + (i_NUM_COLS + 1) * app->margin;
    real32_t height = i_NUM_ROWS * i_CELL_SIZE + (i_NUM_ROWS + 1) * app->margin
        ↪ ;
    view_content_size(app->view, s2df((real32_t)width, (real32_t)height), s2df
        ↪ (10, 10));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_scroll_to_cell(App *app)
{
    real32_t xpos = app->col_id * i_CELL_SIZE + (app->col_id + 1) * app->margin
        ↪ ;
    real32_t ypos = app->row_id * i_CELL_SIZE + (app->row_id + 1) * app->margin
        ↪ ;
    xpos -= 5;
    ypos -= 5;
    view_scroll_x(app->view, xpos);
    view_scroll_y(app->view, ypos);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw_clipped(App *app, DCtx *ctx, const real32_t x, const
    ↪ real32_t y, const real32_t width, const real32_t height)
```

```
{
    uint32_t sti, edi;
    uint32_t stj, edj;
    real32_t cellsize = i_CELL_SIZE + (real32_t)app->margin;
    real32_t hcell = i_CELL_SIZE / 2;
    real32_t posx = 0;
    real32_t posy = 0;
    uint32_t i, j;

    /* Calculate the visible cols */
    sti = (uint32_t)bmath_floorf(x / cellsize);
    edi = sti + (uint32_t)bmath_ceilf(width / cellsize) + 1;
    if (edi > i_NUM_COLS)
        edi = i_NUM_COLS;

    /* Calculate the visible rows */
    stj = (uint32_t)bmath_floorf(y / cellsize);
    edj = stj + (uint32_t)bmath_ceilf(height / cellsize) + 1;
    if (edj > i_NUM_ROWS)
        edj = i_NUM_ROWS;

    posy = (real32_t)app->margin + stj * cellsize;

    {
        char_t text[256];
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), i_CELLS_INFO, sti, stj, edi, edj);
        label_text(app->cells_label, text);
    }

    draw_fill_color(ctx, color_gray(240));
    draw_rect(ctx, ekFILL, x, y, width, height);
    draw_fill_color(ctx, color_gray(200));
    draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
    draw_line_width(ctx, 1);
    draw_text_align(ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_text_halign(ctx, ekCENTER);

    for (j = stj; j < edj; ++j)
    {
        posx = (real32_t)app->margin + sti * cellsize;
        for (i = sti; i < edi; ++i)
        {
            char_t text[128];
            bool_t special_cell = FALSE;

            bstd_sprintf(text, sizeof(text), "%d\n%d", i, j);

            if (app->sel_cell_x == i && app->sel_cell_y == j)
            {
                draw_line_width(ctx, 6);
                if (app->focus == TRUE)
```

```
                    draw_line_color(ctx, kCOLOR_RED);
                else
                    draw_line_color(ctx, color_gray(100));

                special_cell = TRUE;
            }
            else if (app->mouse_cell_x == i && app->mouse_cell_y == j)
            {
                draw_line_width(ctx, 3);
                draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
                special_cell = TRUE;
            }

            draw_rect(ctx, ekSKFILL, posx, posy, i_CELL_SIZE, i_CELL_SIZE);
            draw_text(ctx, text, posx + hcell, posy + hcell);

            if (special_cell == TRUE)
            {
                draw_line_width(ctx, 1);
                draw_line_color(ctx, kCOLOR_BLUE);
            }

            posx += cellsize;
        }

        posy += cellsize;
    }
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    i_draw_clipped(app, p->ctx, p->x, p->y, p->width, p->height);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnOverlay(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    cassert_no_null(app);
    if (app->overlay == TRUE)
    {
        draw_fill_color(p->ctx, kCOLOR_BLACK);
        draw_text_color(p->ctx, kCOLOR_WHITE);
        draw_rect(p->ctx, ekFILL, 5, 5, 80, 20);
        draw_text(p->ctx, "OVERLAY", 5, 5);
    }
}
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_mouse_cell(App *app, const real32_t x, const real32_t y, const
    ↪ uint32_t action)
{
    real32_t cellsize = i_CELL_SIZE + (real32_t)app->margin;
    uint32_t mx = (uint32_t)bmath_floorf(x / cellsize);
    uint32_t my = (uint32_t)bmath_floorf(y / cellsize);
    real32_t xmin = mx * cellsize + (real32_t)app->margin;
    real32_t xmax = xmin + i_CELL_SIZE;
    real32_t ymin = my * cellsize + (real32_t)app->margin;
    real32_t ymax = ymin + i_CELL_SIZE;

    if (x >= xmin && x <= xmax && y >= ymin && y <= ymax)
    {
        if (action == 0)
        {
            app->mouse_cell_x = mx;
            app->mouse_cell_y = my;
        }
        else
        {
            app->sel_cell_x = mx;
            app->sel_cell_y = my;
        }
    }
    else
    {
        app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
        app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
    }

    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMove(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
    i_mouse_cell(app, p->x, p->y, 0);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnUp(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
    i_mouse_cell(app, p->x, p->y, 0);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDown(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
    i_mouse_cell(app, p->x, p->y, 1);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFocus(App *app, Event *e)
{
    const bool_t *p = event_params(e, bool_t);
    app->focus = *p;
    view_update(app->view);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnKeyDown(App *app, Event *e)
{
    const EvKey *p = event_params(e, EvKey);
    View *view = event_sender(e, View);
    real32_t margin = (real32_t)app->margin;
    real32_t cellsize = i_CELL_SIZE + margin;
    V2Df scroll;
    S2Df size;

    view_viewport(view, &scroll, &size);

    if (p->key == ekKEY_DOWN && app->sel_cell_y < i_NUM_ROWS - 1)
    {
        real32_t ymin = (app->sel_cell_y + 1) * cellsize + margin;
        ymin += i_CELL_SIZE;

        if (scroll.y + size.height <= ymin)
        {
            view_scroll_y(view, ymin - size.height + margin);
            app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
            app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
        }

        app->sel_cell_y += 1;
        view_update(app->view);
    }

    if (p->key == ekKEY_UP && app->sel_cell_y > 0)
    {
        real32_t ymin = (app->sel_cell_y - 1) * cellsize + (real32_t)app->
            ↪ margin;
```

```
        if (scroll.y >= ymin)
        {
            view_scroll_y(view, ymin - margin);
            app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
            app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
        }

        app->sel_cell_y -= 1;
        view_update(app->view);
    }

    if (p->key == ekKEY_RIGHT && app->sel_cell_x < i_NUM_COLS - 1)
    {
        real32_t xmin = (app->sel_cell_x + 1) * cellsize + margin;
        xmin += i_CELL_SIZE;

        if (scroll.x + size.width <= xmin)
        {
            view_scroll_x(view, xmin - size.width + margin);
            app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
            app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
        }

        app->sel_cell_x += 1;
        view_update(app->view);
    }

    if (p->key == ekKEY_LEFT && app->sel_cell_x > 0)
    {
        real32_t xmin = (app->sel_cell_x - 1) * cellsize + (real32_t)app->
            ↪ margin;

        if (scroll.x >= xmin)
        {
            view_scroll_x(view, xmin - margin);
            app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
            app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
        }

        app->sel_cell_x -= 1;
        view_update(app->view);
    }

    if (p->key == ekKEY_RETURN)
    {
        panel_visible_layout(app->panel, 1);
        panel_update(app->panel);
        window_focus(app->window, guicontrol(app->fullview));
    }
}
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDataChange(App *app, Event *e)
{
    unref(e);

    /* If col/row editbox are changed, change the focused cell in view */
    if (evbind_modify(e, App, uint32_t, col_id) == TRUE || evbind_modify(e, App
        ↪ , uint32_t, row_id) == TRUE)
    {
        app->sel_cell_x = app->col_id;
        app->sel_cell_y = app->row_id;
    }

    i_scroll_to_cell(app);
    view_update(app->view);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_flyout_over_control(App *app, GuiControl *control, const uint32_t
    ↪  align)
{
    /* Control bounds in window coordinates */
    R2Df frame = window_control_frame(app->window, control);
    /* Top-Left control in screen coordinates */
    V2Df pos = window_client_to_screen(app->window, frame.pos);
    /* Flyout window size */
    S2Df size = window_get_size(app->flyout);

    switch (align)
    {
    case 0:
        break;
    case 1:
        pos.y += (frame.size.height - size.height);
        break;
    case 2:
        pos.x += (frame.size.width - size.width);
        break;
    case 3:
        pos.x += (frame.size.width - size.width);
        pos.y += (frame.size.height - size.height);
        break;
    }

    /* Position in screen coordinates */
    window_origin(app->flyout, pos);
    window_overlay(app->flyout, app->window);
}
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------*/

static uint32_t i_listbox_sel(ListBox *list)
{
    uint32_t i, n = listbox_count(list);
    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        if (listbox_selected(list, i) == TRUE)
            return i;
    }

    return 0;
}

/*--------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnIdleLaunch(App *app, Event *e)
{
    GuiControl *control = guicontrol(app->list1);
    uint32_t selctrl = i_listbox_sel(app->list1);
    uint32_t selalign = i_listbox_sel(app->list2);
    switch (selctrl)
    {
    case 0:
        control = guicontrol(app->list1);
        break;
    case 1:
        control = guicontrol(app->list2);
        break;
    case 2:
        control = guicontrol(app->list3);
        break;
    case 3:
        control = guicontrol(app->table);
        break;
    case 4:
        control = guicontrol(app->view);
        break;
    case 5:
        control = guicontrol(app->edit1);
        break;
    case 6:
        control = guicontrol(app->edit2);
        break;
    }

    i_flyout_over_control(app, control, selalign);
    unref(e);
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnFlyoutClick(App *app, Event *e)
{
    gui_OnIdle(listener(app, i_OnIdleLaunch, App));
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnColored(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    if (p->state == ekGUI_ON)
    {
        layout_bgcolor(app->main_layout, color_rgb(128, 0, 0));
        layout_bgcolor(app->middle_layout, color_rgb(0, 128, 0));
        layout_bgcolor(app->control_layout, color_rgb(0, 0, 128));
        layout_bgcolor(app->info_layout, color_rgb(128, 128, 0));
        osapp_menubar(app->menu, app->window);
    }
    else
    {
        layout_bgcolor(app->main_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->middle_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->control_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        layout_bgcolor(app->info_layout, kCOLOR_DEFAULT);
        osapp_menubar(NULL, app->window);
    }

    panel_update(app->panel);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_control_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(10, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    Edit *edit1 = edit_create();
    Edit *edit2 = edit_create();
    Slider *slider = slider_create();
    Button *button1 = button_check();
    Button *button2 = button_push();
    Button *button3 = button_check();
    label_text(label1, "Goto Col:");
    label_text(label2, "Row:");
    label_text(label3, "Margin:");
    edit_align(edit1, ekRIGHT);
```

```
    edit_align(edit2, ekRIGHT);
    button_text(button1, "Draw overlay");
    button_text(button2, "Flyout");
    button_text(button3, "Colored");
    button_tooltip(button1, "Draw a fixed overlay on top of scrolled view");
    button_tooltip(button2, "Display a flyout window over the control selected
        ↪ in list-1, with alignment selected in list-2");
    button_tooltip(button3, "Enable/disable the layout colouring");
    button_OnClick(button2, listener(app, i_OnFlyoutClick, App));
    button_OnClick(button3, listener(app, i_OnColored, App));
    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 2, 0);
    layout_label(layout, label3, 4, 0);
    layout_edit(layout, edit1, 1, 0);
    layout_edit(layout, edit2, 3, 0);
    layout_slider(layout, slider, 5, 0);
    layout_button(layout, button1, 6, 0);
    layout_button(layout, button2, 7, 0);
    layout_button(layout, button3, 9, 0);

    /* Force the width of editbox columns */
    layout_hsize(layout, 1, 50);
    layout_hsize(layout, 3, 50);

    /* Horizontal margins between controls */
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hmargin(layout, 1, 5);
    layout_hmargin(layout, 2, 5);
    layout_hmargin(layout, 3, 5);
    layout_hmargin(layout, 4, 5);
    layout_hmargin(layout, 5, 5);
    layout_hmargin(layout, 6, 5);
    layout_hmargin(layout, 7, 5);

    /* All the horizontal expansion will be done in an empty cell between
     * 'Colored' checkbox and 'Flyout' button */
    layout_hexpand(layout, 8);

    /* Data binding */
    cell_dbind(layout_cell(layout, 1, 0), App, uint32_t, col_id);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 3, 0), App, uint32_t, row_id);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 5, 0), App, uint32_t, margin);
    cell_dbind(layout_cell(layout, 6, 0), App, bool_t, overlay);

    app->edit1 = edit1;
    app->edit2 = edit2;
    app->control_layout = layout;
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/
```

```
static Layout *i_info_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(4, 1);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Progress *progress = progress_create();
    char_t text[256];

    label_align(label2, ekRIGHT);

    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 3, 0);
    layout_progress(layout, progress, 1, 0);
    layout_hmargin(layout, 0, 10);

    /* All the horizontal expansion will be done in empty column-cell(2) */
    layout_hexpand(layout, 2);

    /* Keep the labels for futher updates */
    app->status_label = label1;
    app->cells_label = label2;

    /* Text for labels dimensioning */
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), i_CELLS_INFO, 1000, 1000, 1000, 1000);
    label_size_text(app->cells_label, text);
    label_size_text(app->status_label, i_STATUS_TEXT);
    label_text(app->status_label, i_STATUS_TEXT);
    app->info_layout = layout;
    app->progress = progress;
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_list_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 6);
    Label *label1 = label_create();
    Label *label2 = label_create();
    Label *label3 = label_create();
    ListBox *list1 = listbox_create();
    ListBox *list2 = listbox_create();
    ListBox *list3 = listbox_create();
    label_text(label1, "Flyout control");
    label_text(label2, "Flyout align");
    label_text(label3, "List-3");
    listbox_add_elem(list1, "List 1", NULL);
    listbox_add_elem(list1, "List 2", NULL);
    listbox_add_elem(list1, "List 3", NULL);
    listbox_add_elem(list1, "Table", NULL);
```

```
    listbox_add_elem(list1, "View", NULL);
    listbox_add_elem(list1, "Edit 1", NULL);
    listbox_add_elem(list1, "Edit 2", NULL);
    listbox_add_elem(list2, "Left-Top", NULL);
    listbox_add_elem(list2, "Left-Bottom", NULL);
    listbox_add_elem(list2, "Right-Top", NULL);
    listbox_add_elem(list2, "Right-Bottom", NULL);
    listbox_add_elem(list3, "Item 1", NULL);
    listbox_add_elem(list3, "Item 2", NULL);
    listbox_add_elem(list3, "Item 3", NULL);
    listbox_add_elem(list3, "Item 4", NULL);
    listbox_select(list1, 0, TRUE);
    listbox_select(list2, 0, TRUE);
    listbox_select(list3, 0, TRUE);

    /* Natural size of listboxes */
    listbox_size(list1, s2df(150, 100));
    listbox_size(list2, s2df(150, 100));
    listbox_size(list3, s2df(150, 100));

    layout_label(layout, label1, 0, 0);
    layout_label(layout, label2, 0, 2);
    layout_label(layout, label3, 0, 4);
    layout_listbox(layout, list1, 0, 1);
    layout_listbox(layout, list2, 0, 3);
    layout_listbox(layout, list3, 0, 5);

    /* Vertical margin between a label and the above listbox */
    layout_vmargin(layout, 1, 5);
    layout_vmargin(layout, 3, 5);

    /* The vertical expansion will be distributed equally between listboxes */
    layout_vexpand3(layout, 1, 3, 5, .33f, .33f);

    app->list1 = list1;
    app->list2 = list2;
    app->list3 = list3;
    return layout;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnTable(App *app, Event *e)
{
    uint32_t etype = event_type(e);

    switch (etype)
    {
    case ekGUI_EVENT_TBL_NROWS:
    {
        uint32_t *n = event_result(e, uint32_t);
```

```
        *n = 20;
        break;
    }

    case ekGUI_EVENT_TBL_CELL:
    {
        const EvTbPos *pos = event_params(e, EvTbPos);
        EvTbCell *cell = event_result(e, EvTbCell);
        bstd_sprintf(app->temptxt, sizeof(app->temptxt), "Name %d", pos->row);
        cell->text = app->temptxt;
        break;
    }
    }
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_table_layout(App *app)
{
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    TableView *table = tableview_create();
    tableview_new_column_text(table);
    tableview_size(table, s2df(150, 200));
    tableview_column_width(table, 0, 120);
    tableview_OnData(table, listener(app, i_OnTable, App));
    tableview_update(table);
    layout_tableview(layout, table, 0, 0);
    app->table = table;
    return layout;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_middle_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(3, 1);
    Layout *layout2 = i_list_layout(app);
    Layout *layout3 = i_table_layout(app);
    View *view = view_scroll();
    view_size(view, s2df(450, 200));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    view_OnOverlay(view, listener(app, i_OnOverlay, App));
    view_OnMove(view, listener(app, i_OnMove, App));
    view_OnUp(view, listener(app, i_OnUp, App));
    view_OnDown(view, listener(app, i_OnDown, App));
    view_OnFocus(view, listener(app, i_OnFocus, App));
    view_OnKeyDown(view, listener(app, i_OnKeyDown, App));
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_view(layout1, view, 1, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 2, 0);
```

```
    /* Add the view to tabstop list */
    layout_tabstop(layout1, 1, 0, TRUE);

    /* A small horizontal margin between view cell and list (left) table (right
        ↪ ) layouts */
    layout_hmargin(layout1, 0, 3);
    layout_hmargin(layout1, 1, 3);

    /* All the horizontal expansion will be done in the middle cell (view)
       list_layout (left) and table_layout (right) will preserve the 'natural'
           ↪ width */
    layout_hexpand(layout1, 1);
    app->view = view;
    app->middle_layout = layout1;
    return layout1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_multi_layout(App *app)
{
    Layout *layout1 = layout_create(1, 3);
    Layout *layout2 = i_control_layout(app);
    Layout *layout3 = i_middle_layout(app);
    Layout *layout4 = i_info_layout(app);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 0, 1);
    layout_layout(layout1, layout4, 0, 2);

    /* All the vertical expansion will be done in the middle layout
       control_layout (top) and info_layout (bottom) will preserve the 'natural
           ↪ ' height */
    layout_vexpand(layout1, 1);

    /* A vertical margins between middle and (controls, info) */
    layout_vmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout1, 1, 5);

    /* A border margin for all layout edges */
    layout_margin(layout1, 5);

    /* Object binding to main layout */
    layout_dbind(layout1, listener(app, i_OnDataChange, App), App);
    layout_dbind_obj(layout1, app, App);

    return layout1;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDrawFull(App *app, Event *e)
```

```
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    char_t text[128];
    real32_t twidth = 0, theight = 0;
    real32_t radius = 100;

    /* Background */
    draw_fill_color(p->ctx, app->backcolor);
    draw_rect(p->ctx, ekFILL, p->x, p->y, p->width, p->height);

    /* Draw a text centered into view */
    draw_text_color(p->ctx, gui_label_color());
    draw_font(p->ctx, app->fullfont);
    draw_text_align(p->ctx, ekCENTER, ekCENTER);
    draw_text_halign(p->ctx, ekCENTER);
    bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Cell col: %d\nCell row: %d", app->
        ↪ sel_cell_x, app->sel_cell_y);
    draw_text(p->ctx, text, p->width / 2, p->height / 2);

    /* Draw a text border */
    draw_line_color(p->ctx, app->drawcolor);
    draw_line_width(p->ctx, 3);
    draw_text_extents(p->ctx, text, -1, &twidth, &theight);
    draw_rect(p->ctx, ekSTROKE, (p->width - twidth) / 2, (p->height - theight)
        ↪ / 2, twidth, theight);

    /* Draw corner circles */
    draw_line_color(p->ctx, kCOLOR_RED);
    draw_fill_color(p->ctx, app->drawcolor);
    draw_circle(p->ctx, ekSKFILL, 0, 0, radius);
    draw_circle(p->ctx, ekSKFILL, 0, p->height, radius);
    draw_circle(p->ctx, ekSKFILL, p->width, 0, radius);
    draw_circle(p->ctx, ekSKFILL, p->width, p->height, radius);
    unref(app);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnKeyDownFull(App *app, Event *e)
{
    /* If we press any key with the fullview active, the normal
     * layout will be restored and draw big view focused*/
    panel_visible_layout(app->panel, 0);
    panel_update(app->panel);
    window_focus(app->window, guicontrol(app->view));
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_full_layout(App *app)
```

```
{
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    View *view = view_create();
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDrawFull, App));
    view_OnKeyDown(view, listener(app, i_OnKeyDownFull, App));
    layout_view(layout, view, 0, 0);
    app->fullview = view;
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = i_multi_layout(app);
    Layout *layout2 = i_full_layout(app);
    panel_layout(panel, layout1);
    panel_layout(panel, layout2);
    app->main_layout = layout1;
    return panel;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnMoved(App *app, Event *e)
{
    const EvPos *p = event_params(e, EvPos);
    bstd_printf("Window moved: (%d, %d)\n", (uint32_t)p->x, (uint32_t)p->y);
    unref(app);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Window *i_create_flywin(void)
{
    uint32_t nrows = 4;
    Layout *layout = layout_create(2, nrows);
    Panel *panel = panel_create();
    Window *window = window_create(ekWINDOW_RETURN | ekWINDOW_ESC);
    uint32_t i;
```

```
    for (i = 0; i < nrows; ++i)
    {
        char_t text[64];
        Label *label = label_create();
        Slider *slider = slider_create();
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "Flyout control %d", i);
        label_text(label, text);
        layout_label(layout, label, 0, i);
        layout_slider(layout, slider, 1, i);

        if (i < nrows - 1)
            layout_vmargin(layout, i, 5);
    }

    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_margin(layout, 10);
    layout_skcolor(layout, kCOLOR_RED);
    panel_layout(panel, layout);
    window_panel(window, panel);
    return window;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

/* This code is added for testing big menubars in resizable windows */
static Menu *i_menubar(void)
{
    Menu *menu = menu_create();
    uint32_t i, n = 30;
    for (i = 0; i < n; ++i)
    {
        char_t text[32];
        MenuItem *item = menuitem_create();
        bstd_sprintf(text, sizeof(text), "ItemName %d", i);
        menuitem_text(item, text);
        menu_add_item(menu, item);
    }

    return menu;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = NULL;
    i_dbind();
    app->col_id = 50;
    app->row_id = 50;
    app->margin = 10;
```

```
    app->mouse_cell_x = UINT32_MAX;
    app->mouse_cell_y = UINT32_MAX;
    app->sel_cell_x = app->col_id;
    app->sel_cell_y = app->row_id;
    app->overlay = FALSE;
    app->focus = FALSE;
    panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    app->flyout = i_create_flywin();
    app->panel = panel;
    app->menu = i_menubar();
    app->anim_frame = 0;
    app->anim_total = str_len_c(i_STATUS_TEXT);
    app->fullfont = font_system(40, 0);
    app->drawcolor = gui_alt_color(color_rgb(80, 80, 240), color_rgb(240, 240,
        ↪ 80));
    app->backcolor = gui_alt_color(color_rgb(200, 240, 200), color_rgb(80, 128,
        ↪  80));
    i_content_size(app);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Big drawing area");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnMoved(app->window, listener(app, i_OnMoved, App));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    /* The keyboard focus initially into the view */
    window_focus(app->window, guicontrol(app->view));
    i_scroll_to_cell(app);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    menu_destroy(&(*app)->menu);
    window_destroy(&(*app)->window);
    window_destroy(&(*app)->flyout);
    font_destroy(&(*app)->fullfont);
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_update(App *app, const real64_t prtime, const real64_t ctime)
{
    char_t text[128];
    unref(prtime);
    unref(ctime);
    str_copy_cn(text, sizeof(text), i_STATUS_TEXT, app->anim_frame);
    label_text(app->status_label, text);
```

```
    progress_value(app->progress, (real32_t)app->anim_frame / (real32_t)app->
        ↪ anim_total);
    app->anim_frame += 1;
    if (app->anim_frame > app->anim_total)
        app->anim_frame = 0;
}

/*----------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain_sync(0.1, i_create, i_destroy, i_update, "", App)
```

Capítulo 35

Imágenes desde URLs

35.1 Imágenes desde URLs 813

35.1. Imágenes desde URLs

En esta demo construimos un sencillo visor de imágenes Web. El programa permite descargarlas y visualizarlas mediante una lista. El **código fuente** está en la caperta `/demo/urlimg` de la distribución del SDK.

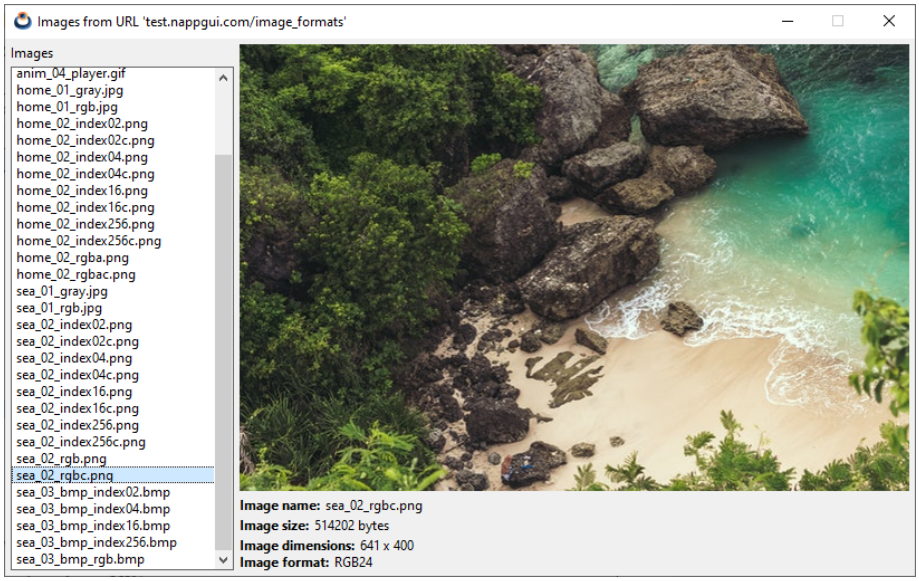


Figura 35.1: Versión Windows

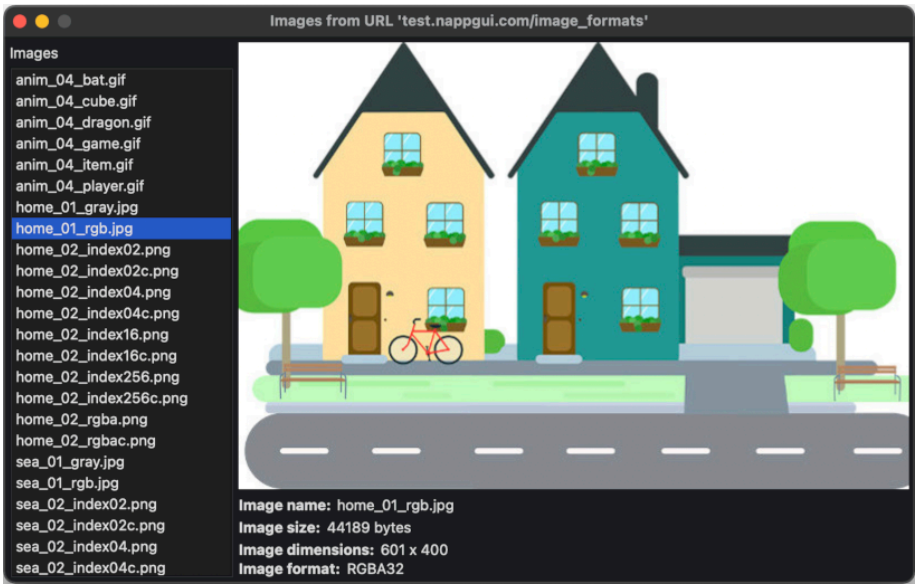


Figura 35.2: Versión macOS

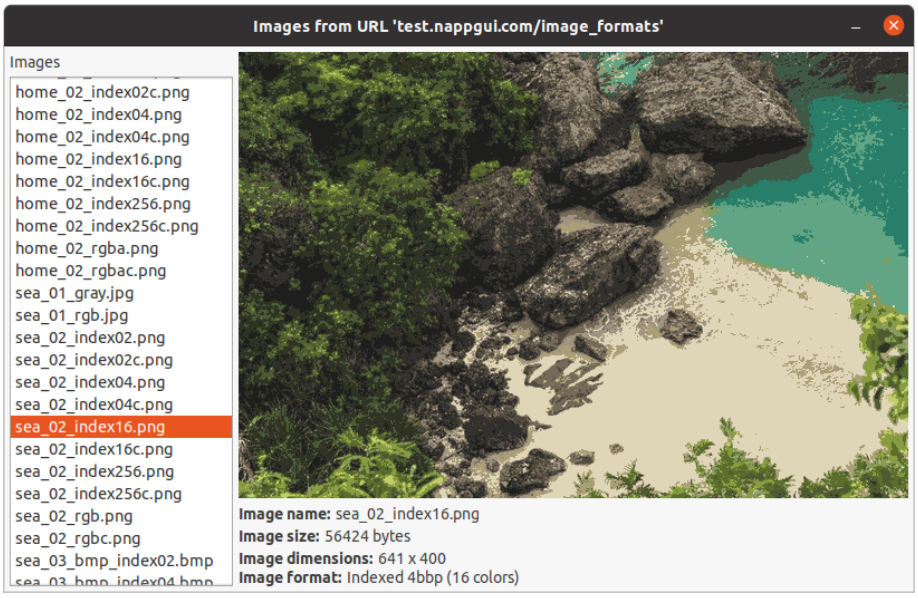


Figura 35.3: Versión Linux

Listado 35.1: demo/urlimg/urlimg.c

```
/* Images from URL */

#include <inet/inet.h>
```

```
#include <inet/httpreq.h>
#include <nappgui.h>

typedef struct _app_t App;

struct _app_t
{
    Window *window;
    ImageView *view;
    uint32_t selected;
    Label *imgname;
    Label *imgsize;
    Label *imgres;
    Label *imgformat;
};

static const char_t *i_FILES[] = {
    "anim_04_bat.gif",
    "anim_04_cube.gif",
    "anim_04_dragon.gif",
    "anim_04_game.gif",
    "anim_04_item.gif",
    "anim_04_player.gif",
    "static_05_cube.gif",
    "home_01_gray.jpg",
    "home_01_rgb.jpg",
    "home_02_index02.png",
    "home_02_index02c.png",
    "home_02_index04.png",
    "home_02_index04c.png",
    "home_02_index16.png",
    "home_02_index16c.png",
    "home_02_index256.png",
    "home_02_index256c.png",
    "home_02_rgba.png",
    "home_02_rgbac.png",
    "sea_01_gray.jpg",
    "sea_01_rgb.jpg",
    "sea_02_index02.png",
    "sea_02_index02c.png",
    "sea_02_index04.png",
    "sea_02_index04c.png",
    "sea_02_index16.png",
    "sea_02_index16c.png",
    "sea_02_index256.png",
    "sea_02_index256c.png",
    "sea_02_rgb.png",
    "sea_02_rgbc.png",
    "sea_03_bmp_index02.bmp",
    "sea_03_bmp_index04.bmp",
    "sea_03_bmp_index16.bmp",
```

```
    "sea_03_bmp_index256.bmp",
    "sea_03_bmp_rgb.bmp"};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static ___INLINE String *i_pixformat(const pixformat_t format, const uint32_t
    ↪ ncolors)
{
    switch (format)
    {
    case ekINDEX1:
        return str_printf("Indexed 1bbp (%d colors)", ncolors);
    case ekINDEX2:
        return str_printf("Indexed 2bbp (%d colors)", ncolors);
    case ekINDEX4:
        return str_printf("Indexed 4bbp (%d colors)", ncolors);
    case ekINDEX8:
        return str_printf("Indexed 8bbp (%d colors)", ncolors);
    case ekGRAY8:
        return str_c("Gray8");
    case ekRGB24:
        return str_c("RGB24");
    case ekRGBA32:
        return str_c("RGBA32");
    case ekFIMAGE:
        break;
    }
    return str_c("Unknown");
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_download(App *app)
{
    String *url = str_printf("http://test.nappgui.com/image_formats/%s",
        ↪ i_FILES[app->selected]);
    Stream *stm = http_dget(tc(url), NULL, NULL);
    if (stm != NULL)
    {
        uint32_t ncolors = 0;
        uint64_t start = stm_bytes_readed(stm);
        Image *image = image_read(stm);
        uint64_t end = stm_bytes_readed(stm);
        uint32_t width = image_width(image);
        uint32_t height = image_width(image);
        pixformat_t format = image_format(image);
        String *ssize = str_printf("%d bytes", (uint32_t)(end - start));
        String *sres = NULL;
        String *sformat = NULL;

        /* Full check of read/write pixels
```

```
        We create again the same image, based on pixel info */
        if (image_get_codec(image) != ekGIF)
        {
            Pixbuf *pixels = image_pixels(image, ekFIMAGE);
            Image *nimage = image_from_pixbuf(pixels, NULL);
            cassert(format == pixbuf_format(pixels));
            pixbuf_destroy(&pixels);
            image_destroy(&image);
            image = nimage;
        }

        imageview_image(app->view, image);
        sres = str_printf("%d x %d", width, height);
        sformat = i_pixformat(format, ncolors);
        label_text(app->imgname, i_FILES[app->selected]);
        label_text(app->imgsize, tc(ssize));
        label_text(app->imgres, tc(sres));
        label_text(app->imgformat, tc(sformat));
        stm_close(&stm);
        image_destroy(&image);
        str_destroy(&ssize);
        str_destroy(&sres);
        str_destroy(&sformat);
    }

    str_destroy(&url);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Layout *i_label(const char_t *title, Label **info)
{
    Layout *layout = layout_create(2, 1);
    Label *label = label_create();
    Font *font = font_system(font_regular_size(), ekFBOLD);
    *info = label_create();
    label_text(label, title);
    label_font(label, font);
    layout_label(layout, label, 0, 0);
    layout_label(layout, *info, 1, 0);
    layout_halign(layout, 1, 0, ekJUSTIFY);
    layout_hmargin(layout, 0, 5);
    layout_hexpand(layout, 1);
    font_destroy(&font);
    return layout;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_add_files(ListBox *listbox)
{
```

```
    uint32_t i, n = sizeof(i_FILES) / sizeof(char_t *);
    for (i = 0; i < n; ++i)
        listbox_add_elem(listbox, i_FILES[i], NULL);
    listbox_select(listbox, 0, TRUE);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    app->selected = p->index;
    i_download(app);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout1 = layout_create(2, 1);
    Layout *layout2 = layout_create(1, 2);
    Layout *layout3 = layout_create(1, 5);
    Label *label = label_create();
    ListBox *listbox = listbox_create();
    ImageView *view = imageview_create();
    app->view = view;
    label_text(label, "Images");
    i_add_files(listbox);
    listbox_OnSelect(listbox, listener(app, i_OnSelect, App));
    imageview_size(view, s2df(600, 400));
    layout_label(layout2, label, 0, 0);
    layout_listbox(layout2, listbox, 0, 1);
    layout_imageview(layout3, view, 0, 0);
    layout_layout(layout3, i_label("Image name:", &app->imgname), 0, 1);
    layout_layout(layout3, i_label("Image size:", &app->imgsize), 0, 2);
    layout_layout(layout3, i_label("Image dimensions:", &app->imgres), 0, 3);
    layout_layout(layout3, i_label("Pixel format:", &app->imgformat), 0, 4);
    layout_layout(layout1, layout2, 0, 0);
    layout_layout(layout1, layout3, 1, 0);
    layout_margin(layout1, 5);
    layout_hmargin(layout1, 0, 5);
    layout_vmargin(layout2, 0, 5);
    layout_vmargin(layout3, 0, 5);
    layout_vmargin(layout3, 1, 3);
    layout_vmargin(layout3, 2, 3);
    layout_hsize(layout1, 0, 200);
    layout_vexpand(layout2, 1);
    panel_layout(panel, layout1);
    return panel;
}
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STD);
    app->selected = 0;
    inet_start();
    i_download(app);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Images from URL 'http://test.nappgui.com/
        ↪ image_formats'");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    window_destroy(&(*app)->window);
    inet_finish();
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 36

Tabla de colores

36.1 Tabla de colores 821

36.1. Tabla de colores

La elección de colores RGB arbitrarios para utilizalos en interfaces gráficas no siempre será coherente con el tema de escritorio de la plataforma de destino. En *"Colores"* (Página 305) se definen una serie de colores "de sistema" y la posibilidad de crear versiones alternativas para temas claros u oscuros. En esta demo muestra este repertorio en función de la plataforma donde corre el programa. El **código fuente** está en la caperta `/demo/colorview` de la distribución del SDK.

Figura 36.1: Tabla de colores.

Listado 36.1: demo/colorview/colorview.c

```c
/* Color View */

#include <nappgui.h>

typedef struct _viewitem_t ViewItem;
typedef struct _app_t App;

struct _viewitem_t
{
    const char_t *name;
    color_t color;
};

struct _app_t
{
    Window *window;
    View *view;
    ArrSt(ViewItem) *items;
    uint32_t num_cols;
    Font *font;
};

DeclSt(ViewItem);
static const real32_t i_ITEM_WIDTH = 64;
static const real32_t i_VER_MARGIN = 10;
static const real32_t i_HOR_MARGIN = 15;

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_add(ArrSt(ViewItem) *items, const char_t *name, const color_t
    ↪ color)
{
    ViewItem *item = arrst_new(items, ViewItem);
    item->name = name;
    item->color = color;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static ArrSt(ViewItem) *i_colors(void)
{
    ArrSt(ViewItem) *items = arrst_create(ViewItem);
    i_add(items, "Label", gui_label_color());
    i_add(items, "View", gui_view_color());
    i_add(items, "Line", gui_line_color());
    i_add(items, "Border", gui_border_color());
    i_add(items, "Link", gui_link_color());
    i_add(items, "Alt1", gui_alt_color(color_rgb(192, 255, 255), color_rgb(48,
        ↪ 112, 112)));
    i_add(items, "Alt2", gui_alt_color(color_rgb(255, 192, 255), color_rgb(128,
        ↪  48, 112)));
```

```
    i_add(items, "Alt3", gui_alt_color(color_rgb(255, 255, 192), color_rgb(112,
        ↪  112, 48)));
    i_add(items, "Black", kCOLOR_BLACK);
    i_add(items, "White", kCOLOR_WHITE);
    i_add(items, "Red", kCOLOR_RED);
    i_add(items, "Green", kCOLOR_GREEN);
    i_add(items, "Blue", kCOLOR_BLUE);
    i_add(items, "Yellow", kCOLOR_YELLOW);
    i_add(items, "Cyan", kCOLOR_CYAN);
    i_add(items, "Magenta", kCOLOR_MAGENTA);
    i_add(items, "Silver", color_rgb(192, 192, 192));
    i_add(items, "Gray", color_rgb(128, 128, 128));
    i_add(items, "Maroon", color_rgb(128, 0, 0));
    i_add(items, "Olive", color_rgb(128, 128, 0));
    i_add(items, "DGreen", color_rgb(0, 128, 0));
    i_add(items, "Teal", color_rgb(0, 128, 128));
    i_add(items, "Navy", color_rgb(0, 0, 128));
    i_add(items, "Purple", color_rgb(128, 0, 128));
    return items;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_draw(DCtx *ctx, real32_t x, real32_t y, real32_t width, real32_t
    ↪ height, const ViewItem *item)
{
    real32_t cx1 = x + width / 2;
    real32_t cx2 = x + (width - i_ITEM_WIDTH) / 2;
    real32_t cy = y + height - i_ITEM_WIDTH;
    draw_fill_color(ctx, item->color);
    draw_rect(ctx, ekFILL, cx2, cy, i_ITEM_WIDTH, i_ITEM_WIDTH);
    draw_text_color(ctx, gui_label_color());
    draw_text(ctx, item->name, cx1, cy);
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnDraw(App *app, Event *e)
{
    const EvDraw *p = event_params(e, EvDraw);
    real32_t cwidth = (p->width - 2 * i_HOR_MARGIN) / app->num_cols;
    real32_t cheight = i_ITEM_WIDTH + font_height(app->font);

    draw_font(p->ctx, app->font);
    draw_text_align(p->ctx, ekCENTER, ekBOTTOM);

    arrst_foreach(item, app->items, ViewItem)
        uint32_t row = item_i / app->num_cols;
        uint32_t col = item_i  % app->num_cols;
        real32_t x = i_HOR_MARGIN + col * cwidth;
        real32_t y = row * cheight + (row + 1) * i_VER_MARGIN;
```

```
        i_draw(p->ctx, x, y, cwidth, cheight, item);
    arrst_end()
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnSize(App *app, Event *e)
{
    const EvSize *p = event_params(e, EvSize);
    View *view = event_sender(e, View);
    real32_t minwidth = i_ITEM_WIDTH + 2 * i_HOR_MARGIN;
    real32_t cwidth = 0, cheight = 0;

    cwidth = p->width;

    if (cwidth < minwidth)
    {
        cwidth = minwidth;
        app->num_cols = 1;
    }
    else
    {
        uint32_t n, num_rows;
        app->num_cols = (uint32_t)((cwidth - i_HOR_MARGIN) / (i_ITEM_WIDTH +
            ↪ i_HOR_MARGIN));
        n = arrst_size(app->items, ViewItem);
        num_rows = (n / app->num_cols);
        if ((n % app->num_cols) > 0)
            num_rows += 1;

        cheight = num_rows * (i_ITEM_WIDTH + font_height(app->font) +
            ↪ i_VER_MARGIN) + i_VER_MARGIN;
        if (cheight < p->height)
            cheight = p->height;
    }

    view_content_size(view, s2df(cwidth, cheight), s2df(1, 1));
    view_update(view);
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/

static Panel *i_panel(App *app)
{
    Panel *panel = panel_create();
    Layout *layout = layout_create(1, 1);
    View *view = view_scroll();
    view_size(view, s2df(300, 200));
    view_OnDraw(view, listener(app, i_OnDraw, App));
    view_OnSize(view, listener(app, i_OnSize, App));
    layout_view(layout, view, 0, 0);
```

```
    panel_layout(panel, layout);
    return panel;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_OnClose(App *app, Event *e)
{
    osapp_finish();
    unref(app);
    unref(e);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static App *i_create(void)
{
    App *app = heap_new0(App);
    Panel *panel = i_panel(app);
    app->items = i_colors();
    app->font = font_system(font_regular_size(), 0);
    app->window = window_create(ekWINDOW_STDRES);
    window_panel(app->window, panel);
    window_title(app->window, "Color View");
    window_origin(app->window, v2df(500, 200));
    window_size(app->window, s2df(500, 300));
    window_OnClose(app->window, listener(app, i_OnClose, App));
    window_show(app->window);
    return app;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_destroy(App **app)
{
    arrst_destroy(&(*app)->items, NULL, ViewItem);
    window_destroy(&(*app)->window);
    font_destroy((&(*app)->font));
    heap_delete(app, App);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

#include <osapp/osmain.h>
osmain(i_create, i_destroy, "", App)
```

Capítulo 37

Lectura/Escritura de Json

37.1 Lectura/Escritura de Json 827

37.1. Lectura/Escritura de Json

Listado 37.1: demo/htjson/htjson.c

```
/* JSON parsing examples */

#include "res_htjson.h"
#include <draw2d/draw2dall.h>
#include <encode/json.h>

/*---------------------------------------------------------------------------*/

/* C structs that map a Json object */
typedef struct _product_t Product;
typedef struct _products_t Products;

struct _product_t
{
    String *description;
    real32_t price;
};

struct _products_t
{
    uint32_t size;
    ArrSt(Product) *data;
};

DeclSt(Product);
```

```
/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Stream *i_stm_from_json(const char_t *json_data)
{
    return stm_from_block(cast_const(json_data, byte_t), str_len_c(json_data));
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

int main(int argc, char *argv[])
{
    unref(argc);
    unref(argv);
    draw2d_start();

    /* Parsing a Json boolean */
    {
        Stream *stm = i_stm_from_json("true");
        bool_t *json = json_read(stm, NULL, bool_t);
        bstd_printf("bool_t from Json: %d\n", *json);
        json_destroy(&json, bool_t);
        stm_close(&stm);
    }

    /* Parsing a Json unsigned int */
    {
        Stream *stm = i_stm_from_json("6654");
        uint16_t *json = json_read(stm, NULL, uint16_t);
        bstd_printf("uint16_t from Json: %d\n", *json);
        json_destroy(&json, uint16_t);
        stm_close(&stm);
    }

    /* Parsing a Json signed int */
    {
        Stream *stm = i_stm_from_json("-567");
        int16_t *json = json_read(stm, NULL, int16_t);
        bstd_printf("int16_t from Json: %d\n", *json);
        json_destroy(&json, int16_t);
        stm_close(&stm);
    }

    /* Parsing a Json real */
    {
        Stream *stm = i_stm_from_json("456.45");
        real32_t *json = json_read(stm, NULL, real32_t);
        bstd_printf("real32_t from Json: %.3f\n", *json);
        json_destroy(&json, real32_t);
        stm_close(&stm);
    }
```

```
/* Parsing a Json string */
{
    Stream *stm = i_stm_from_json("\"Hello World\"");
    String *json = json_read(stm, NULL, String);
    bstd_printf("String from Json: %s\n", tc(json));
    json_destroy(&json, String);
    stm_close(&stm);
}

/* Parsing a Json b64 encoded image */
{
    uint32_t size;
    ResPack *pack = res_htjson_respack("");
    const byte_t *data = respack_file(pack, JSON_B64_IMAGE_TXT, &size);
    Stream *stm = stm_from_block(data, size);
    Image *json = json_read(stm, NULL, Image);
    uint32_t width = image_width(json);
    uint32_t height = image_height(json);
    bstd_printf("Image from Json: width: %d height: %d\n", width, height);
    json_destroy(&json, Image);
    stm_close(&stm);
    respack_destroy(&pack);
}

/* Parsing a Json int array */
{
    Stream *stm = i_stm_from_json("[ -321, 12, -8943, 228, -220, 347 ]");
    ArrSt(int16_t) *json = json_read(stm, NULL, ArrSt(int16_t));
    bstd_printf("ArrSt(int16_t) from Json: ");
    arrst_foreach(id, json, int16_t)
        bstd_printf("%d ", *id);
    arrst_end()
    bstd_printf("\n");
    json_destroy(&json, ArrSt(int16_t));
    stm_close(&stm);
}

/* Parsing a Json String array */
{
    Stream *stm = i_stm_from_json("[ \"Red\", \"Green\", \"Blue\", \"Yellow
        ↪ \", \"Orange\" ]");
    ArrPt(String) *json = json_read(stm, NULL, ArrPt(String));
    bstd_printf("ArrPt(String) from Json: ");
    arrpt_foreach(str, json, String)
        bstd_printf("%s ", tc(str));
    arrpt_end()
    bstd_printf("\n");
    json_destroy(&json, ArrPt(String));
    stm_close(&stm);
}
```

```
/* Data binding (only once time in application) */
/* This allows the Json parser to know the structure of the objects */
dbind(Product, String *, description);
dbind(Product, real32_t, price);
dbind(Products, uint32_t, size);
dbind(Products, ArrSt(Product) *, data);

/* Parsing a Json object */
{
    static const char_t *JSON_OBJECT = "\
    {\
        \"size\" : 3,\
        \"data\" : [\
            {\
                \"description\" : \"Intel i7-7700K\",\
                \"price\" : 329.99\
            },\
            {\
                \"description\" : \"Ryzen-5-1600\",\
                \"price\" : 194.99\
            },\
            {\
                \"description\" : \"GTX-1060\",\
                \"price\" : 449.99\
            }\
        ]\
    }";

    Stream *stm = i_stm_from_json(JSON_OBJECT);
    Products *json = json_read(stm, NULL, Products);
    bstd_printf("Products object from Json: size %d\n", json->size);
    arrst_foreach(elem, json->data, Product)
        bstd_printf("    Product: %s Price %.2f\n", tc(elem->description),
            ↪ elem->price);
    arrst_end()
    bstd_printf("\n");
    json_destroy(&json, Products);
    stm_close(&stm);
}

/* Writting data/objects to JSon */
{
    Stream *stm = stm_memory(1024);

    /* Write boolean as Json */
    {
        bool_t data_bool = TRUE;
        stm_writef(stm, "Json from bool_t: ");
        json_write(stm, &data_bool, NULL, bool_t);
        stm_writef(stm, "\n");
```

```
}

/* Write unsigned integer as Json */
{
    uint16_t data_uint = 6654;
    stm_writef(stm, "Json from uint16_t: ");
    json_write(stm, &data_uint, NULL, uint16_t);
    stm_writef(stm, "\n");
}

/* Write integer as Json */
{
    int16_t data_int = -567;
    stm_writef(stm, "Json from int16_t: ");
    json_write(stm, &data_int, NULL, int16_t);
    stm_writef(stm, "\n");
}

/* Write real32_t as Json */
{
    real32_t data_real = 456.45f;
    stm_writef(stm, "Json from real32_t: ");
    json_write(stm, &data_real, NULL, real32_t);
    stm_writef(stm, "\n");
}

/* Write String as Json */
{
    String *data_str = str_c("Hello World");
    stm_writef(stm, "Json from String: ");
    json_write(stm, data_str, NULL, String);
    stm_writef(stm, "\n");
    str_destroy(&data_str);
}

/* Write Image as Json (string b64) */
{
    Pixbuf *pixbuf = pixbuf_create(2, 2, ekGRAY8);
    Image *data_image = NULL;
    bmem_set1(pixbuf_data(pixbuf), 2 * 2, 128);
    data_image = image_from_pixbuf(pixbuf, NULL);
    stm_writef(stm, "Json from Image: ");
    json_write(stm, data_image, NULL, Image);
    stm_writef(stm, "\n");
    pixbuf_destroy(&pixbuf);
    image_destroy(&data_image);
}

/* Write int array as Json */
{
    ArrSt(int16_t) *array = arrst_create(int16_t);
```

```
        arrst_append(array, -321, int16_t);
        arrst_append(array, 12, int16_t);
        arrst_append(array, -8943, int16_t);
        arrst_append(array, 228, int16_t);
        arrst_append(array, -220, int16_t);
        arrst_append(array, 347, int16_t);
        stm_writef(stm, "Json from int array: ");
        json_write(stm, array, NULL, ArrSt(int16_t));
        stm_writef(stm, "\n");
        arrst_destroy(&array, NULL, int16_t);
    }

    /* Write string array as Json */
    {
        ArrPt(String) *array = arrpt_create(String);
        arrpt_append(array, str_c("Red"), String);
        arrpt_append(array, str_c("Green"), String);
        arrpt_append(array, str_c("Blue"), String);
        arrpt_append(array, str_c("Yellow"), String);
        arrpt_append(array, str_c("Orange"), String);
        stm_writef(stm, "Json from string array: ");
        json_write(stm, array, NULL, ArrPt(String));
        stm_writef(stm, "\n");
        arrpt_destroy(&array, str_destroy, String);
    }

    /* Write object as Json */
    {
        Products *products = heap_new(Products);
        products->size = 3;
        products->data = arrst_create(Product);

        {
            Product *product = arrst_new(products->data, Product);
            product->description = str_c("Intel i7-7700K");
            product->price = 329.99f;
        }

        {
            Product *product = arrst_new(products->data, Product);
            product->description = str_c("Ryzen-5-1600");
            product->price = 194.99f;
        }

        {
            Product *product = arrst_new(products->data, Product);
            product->description = str_c("GTX-1060");
            product->price = 449.99f;
        }

        stm_writef(stm, "Json from object: ");
```

```
            json_write(stm, products, NULL, Products);
            stm_writef(stm, "\n");
            dbind_destroy(&products, Products);
        }

        {
            String *str = stm_str(stm);
            bstd_printf("%s\n", tc(str));
            str_destroy(&str);
        }

        stm_close(&stm);
    }

    draw2d_finish();
    return 0;
}
```

Salida del programa.

```
bool_t from Json: 1
uint16_t from Json: 6654
int16_t from Json: -567
real32_t from Json: 456.450
String from Json: Hello World
Image from Json: width: 269 height: 400
ArrSt(int16_t) from Json: -321 12 -8943 228 -220 347
ArrPt(String) from Json: Red Green Blue Yellow Orange
Products object from Json: size 3
    Product: Intel i7-7700K Price 329.99
    Product: Ryzen-5-1600 Price 194.99
    Product: GTX-1060 Price 449.99

Json from bool_t: true
Json from uint16_t: 6654
Json from int16_t: -567
Json from real32_t: 456.450012
Json from String: "Hello World"
Json from Image: "iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAAAI..."
Json from int array: [ -321, 12, -8943, 228, -220, 347 ]
Json from string array: [ "Red", "Green", "Blue", "Yellow", "Orange" ]
Json from object: {"size" : 3, "data" : [ {"description" : "Intel i7-7700K", "
    ↪ price" : 329.989990 }, {"description" : "Ryzen-5-1600", "price" :
    ↪ 194.990005 }, {"description" : "GTX-1060", "price" : 449.989990 } ] }
```

Capítulo 38

Alternativa a STL

38.1 Alternativa a STL 835

38.1. Alternativa a STL

La *Standard Template Library* de C++ provee de contenedores y algoritmos genéricos como parte del lenguaje. El problema es que no se pueden utilizar desde código C "puro", por lo que NAppGUI proporciona una implementación de Arrays y Set al menos tan eficiente como las de las STL.

Resultado en un i7-4970k Win10 x64

```
NAppGUI Containers vs STL.
- Created 2000000 elements of 328 bytes
- Starting...
- Add to ArrSt(Product) and sort: 2.160294
- Add to vector<Product> and sort: 2.499203
- Add to ArrPt(Product) and sort: 0.697777
- Add to vector<Product*> and sort: 0.541828
- Add to SetSt(Product): 2.386245
- Add to set<Product>: 2.533197
- Add to SetPt(Product): 2.861091
- Add to set<Product*>: 2.919082
```

Listado 38.1: demo/stlcmp/stlcmp.cpp

```
/* NAppGUI containers VS STL */

#include <core/coreall.h>
#include <core/arrst.hpp>
#include <core/arrpt.hpp>
#include <core/setst.hpp>
```

```
#include <core/setpt.hpp>
#include <sewer/nowarn.hxx>
#include <vector>
#include <set>
#include <algorithm>
#include <stdlib.h>
#include <sewer/warn.hxx>

using namespace std;

struct Product
{
    uint32_t id;
    char_t code[64];
    char_t description[256];
    real32_t price;
};

DeclSt(Product);
DeclPt(Product);

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static void i_init(Product *product, uint32_t id, real32_t price)
{
    cassert_no_null(product);
    product->id = id;
    bstd_sprintf(product->code, 64, "Code-[%d]", id);
    bstd_sprintf(product->description, 256, "Description-[%d]", id);
    product->price = price;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static Product *i_create(uint32_t id, real32_t price)
{
    Product *product = heap_new(Product);
    i_init(product, id, price);
    return product;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static int i_compare(const Product *p1, const Product *p2)
{
    return (int)p1->id - (int)p2->id;
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

static int i_compare_key(const Product *p, const uint32_t *id)
```

```
{
    return (int)p->id - *cast(id, int);
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

struct i_stl_compare
{
    inline bool operator()(const Product &lhs, const Product &rhs) const
    {
        return lhs.id < rhs.id;
    }

    inline bool operator()(const Product *lhs, const Product *rhs) const
    {
        return lhs->id < rhs->id;
    }
};

/*---------------------------------------------------------------------------*/

// All stl destructors should be called before 'core_finish',
// because this function makes a Debug memory dump.
static void i_core_finish(void)
{
    core_finish();
}

/*---------------------------------------------------------------------------*/

int main(int argc, char *argv[])
{
    bool_t err;
    uint32_t n;
    uint32_t *ids;
    Product *products;
    Product **pproducts;
    ArrSt(Product) *arrst;
    ArrPt(Product) *arrpt;
    SetSt(Product) *setst;
    SetPt(Product) *setpt;
    vector< Product > stl_arrst;
    vector< Product * > stl_arrpt;
    set< Product, i_stl_compare > stl_setst;
    set< Product *, i_stl_compare > stl_setpt;
    Clock *clock;
    real64_t t;

    core_start();
    atexit(i_core_finish);
```

```
    if (argc == 2)
    {
        n = str_to_u32(argv[1], 10, &err);
        if (err == TRUE)
        {
            log_printf("Use: stlcmp [size].");
            return 0;
        }
    }
    else
    {
        n = 2000000;
    }

    bstd_printf("NAppGUI Containers vs STL.\n");

    // Create the elements. This time is out of the test
    // The elements will be shuffled randomly
    ids = heap_new_n(n, uint32_t);
    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
        ids[i] = i;
    bmath_rand_seed(526);
    bmem_shuffle_n(ids, n, uint32_t);

    products = heap_new_n(n, Product);
    pproducts = heap_new_n(n, Product *);
    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    {
        i_init(&products[i], ids[i], 100.f + i);
        pproducts[i] = i_create(ids[i], 100.f + i);
    }

    arrst = arrst_create(Product);
    arrpt = arrpt_create(Product);
    setst = setst_create(i_compare_key, Product, uint32_t);
    setpt = setpt_create(i_compare_key, Product, uint32_t);

    clock = clock_create(0.);
    bstd_printf("- Created %u elements of %u bytes\n", n, sizeof32(Product));
    bstd_printf("- Starting...\n");

    // NAppGUI struct array
    clock_reset(clock);
    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    {
        Product *p = arrst_new(arrst, Product);
        *p = products[i];
    }
    arrst_sort(arrst, i_compare, Product);
    t = clock_elapsed(clock);
    bstd_printf("- Add to ArrSt(Product) and sort: %.6f\n", t);
```

```
// STL struct array
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    stl_arrst.push_back(products[i]);
sort(stl_arrst.begin(), stl_arrst.end(), i_stl_compare());
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to vector<Product> and sort: %.6f\n", t);

// NAppGUI pointer array
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    arrpt_append(arrpt, pproducts[i], Product);
arrpt_sort(arrpt, i_compare, Product);
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to ArrPt(Product) and sort: %.6f\n", t);

// STL pointer array
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    stl_arrpt.push_back(pproducts[i]);
sort(stl_arrpt.begin(), stl_arrpt.end(), i_stl_compare());
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to vector<Product*> and sort: %.6f\n", t);

// NAppGUI struct set
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
{
    Product *product = setst_insert(setst, &products[i].id, Product,
        ↪ uint32_t);
    *product = products[i];
}
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to SetSt(Product): %.6f\n", t);

// STL struct set
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    stl_setst.insert(products[i]);
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to set<Product>: %.6f\n", t);

// NAppGUI pointer set
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    setpt_insert(setpt, &pproducts[i]->id, pproducts[i], Product, uint32_t)
        ↪ ;
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to SetPt(Product): %.6f\n", t);
```

```
// STL pointer set
clock_reset(clock);
for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
    stl_setpt.insert(pproducts[i]);
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Add to set<Product*>: %.6f\n", t);

// Verify the sorting correctness
clock_reset(clock);
arrst_foreach(product, arrst, Product)
    if (product->id != product_i)
        bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
arrst_end()
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Loop ArrSt(Product): %.6f\n", t);

clock_reset(clock);
for (size_t i = 0; i < stl_arrst.size(); ++i)
{
    if (i != stl_arrst[i].id)
        bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
}
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Loop vector<Product>: %.6f\n", t);

clock_reset(clock);
arrpt_foreach(product, arrpt, Product)
    if (product->id != product_i)
        bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
arrpt_end()
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Loop ArrPt(Product): %.6f\n", t);

clock_reset(clock);
for (size_t i = 0; i < stl_arrpt.size(); ++i)
{
    if (i != stl_arrpt[i]->id)
        bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
}
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Loop vector<Product*>: %.6f\n", t);

clock_reset(clock);
setst_foreach(product, setst, Product)
    if (product->id != product_i)
        bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
setst_fornext(product, setst, Product);
t = clock_elapsed(clock);
bstd_printf("- Loop SetSt<Product>: %.6f\n", t);

uint32_t ic = 0;
```

```
    clock_reset(clock);
    for (set< Product, i_stl_compare >::iterator i = stl_setst.begin(); i !=
        ↪ stl_setst.end(); ++i)
    {
        if (i->id != ic++)
            bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
    }
    t = clock_elapsed(clock);
    bstd_printf("- Loop set<Product>: %.6f\n", t);

    clock_reset(clock);
    setpt_foreach(product, setpt, Product)
        if (product->id != product_i)
            bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
    setpt_fornext(product, setpt, Product);
    t = clock_elapsed(clock);
    bstd_printf("- Loop SetPt<Product>: %.6f\n", t);

    ic = 0;
    clock_reset(clock);
    for (set< Product *, i_stl_compare >::iterator i = stl_setpt.begin(); i !=
        ↪ stl_setpt.end(); ++i)
    {
        if ((*i)->id != ic++)
            bstd_printf("- Sorting error!!!!!\n");
    }
    t = clock_elapsed(clock);
    bstd_printf("- Loop set<Product*>: %.6f\n", t);

    clock_destroy(&clock);
    arrst_destroy(&arrst, NULL, Product);
    arrpt_destroy(&arrpt, NULL, Product);
    setst_destroy(&setst, NULL, Product);
    setpt_destroy(&setpt, NULL, Product);

    for (uint32_t i = 0; i < n; ++i)
        heap_delete(&pproducts[i], Product);

    heap_delete_n(&products, n, Product);
    heap_delete_n(&pproducts, n, Product *);
    heap_delete_n(&ids, n, uint32_t);

    return 0;
}
```

Parte 4

Referencia de la librería

Capítulo 39

Librería Sewer

39.1. Tipos y Constantes

int8_t

Entero con signo de 8 bits. Puede representar un valor entre `INT8_MIN` y `INT8_MAX`.

int16_t

Entero con signo de 16 bits. Puede representar un valor entre `INT16_MIN` y `INT16_MAX`.

int32_t

Entero con signo de 32 bits. Puede representar un valor entre `INT32_MIN` y `INT32_MAX`.

int64_t

Entero con signo de 64 bits. Puede representar un valor entre `INT64_MIN` y `INT64_MAX`.

uint8_t

Entero sin signo de 8 bits. Puede representar un valor entre 0 y `UINT8_MAX`.

uint16_t

Entero sin signo de 16 bits. Puede representar un valor entre 0 y `UINT16_MAX`.

uint32_t

Entero sin signo de 32 bits. Puede representar un valor entre 0 y `UINT32_MAX`.

uint64_t

Entero sin signo de 64 bits. Puede representar un valor entre 0 y `UINT64_MAX`.

char_t

Tipo carácter de 8 bits (Unicode). Un solo carácter puede necesitar 1, 2, 3 o 4 elementos (bytes), dependiendo de *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

byte_t

Tipo de 8 bits para almacenar bloques de memoria genéricos.

bool_t

Booleano de 8 bits. Solo dos valores son correctos `TRUE` (1) y `FALSE` (0).

real

Número de punto flotante de 32 o 64 bits.

real32_t

Número de punto flotante de 32 bits. El tipo `float` de C.

real64_t

Número de punto flotante de 64 bits. El tipo `double` de C.

TRUE

Cierto, verdadero.

```
const bool_t TRUE = 1;
```

FALSE

Falso.

```
const bool_t FALSE = 0;
```

NULL

Puntero nulo.

```
const void* NULL = 0;
```

INT8_MIN

-128.

```
const int8_t INT8_MIN = 0x80;
```

INT8_MAX

127.

```
const int8_t INT8_MAX = 0x7F;
```

INT16_MIN

-32.768.

```
const int16_t INT16_MIN = 0x8000;
```

INT16_MAX

32.767.

```
const int16_t INT16_MAX = 0x7FFF;
```

INT32_MIN

-2.147.483.648.

```
const int32_t INT32_MIN = 0x80000000;
```

INT32_MAX

2.147.483.647.

```
const int32_t INT32_MAX = 0x7FFFFFFF;
```

INT64_MIN

-9.223.372.036.854.775.808.

```
const int64_t INT64_MIN = 0x8000000000000000;
```

INT64_MAX

9.223.372.036.854.775.807.

```
const int64_t INT64_MAX = 0x7FFFFFFFFFFFFFFF;
```

UINT8_MAX

255.

```
const uint8_t UINT8_MAX = 0xFF;
```

UINT16_MAX

65.535.

```
const uint16_t UINT16_MAX = 0xFFFF;
```

UINT32_MAX

4.294.967.295.

```
const uint32_t UINT32_MAX = 0xFFFFFFFF;
```

UINT64_MAX

18.446.744.073.709.551.615.

```
const uint64_t UINT64_MAX = 0xFFFFFFFFFFFFFFFF;
```

kE

El número de Euler.

```
const real32_t kBMATH_Ef = 2.718281828459045f;
const real64_t kBMATH_Ed = 2.718281828459045;
const real BMath::kE;
```

kLN2

El logaritmo natural de 2.

```
const real32_t kBMATH_LN2f = 0.6931471805599453f;
const real64_t kBMATH_LN2d = 0.6931471805599453;
const real BMath::kLN2;
```

kLN10

El logaritmo natural de 10.

```
const real32_t kBMATH_LN10f = 2.302585092994046f;
const real64_t kBMATH_LN10d = 2.302585092994046;
const real BMath::kLN10;
```

kPI

El número Pi.

```
const real32_t kBMATH_PIf = 3.141592653589793f;
const real64_t kBMATH_PId = 3.141592653589793;
const real BMath::kPI;
```

kSQRT2

Raíz cuadrada de 2.

```
const real32_t kBMATH_SQRT2f = 1.414213562373095f;
const real64_t kBMATH_SQRT2d = 1.414213562373095;
const real BMath::kSQRT2;
```

kSQRT3

Raíz cuadrada de 3.

```
const real32_t kBMATH_SQRT3f = 1.732050807568878f;
const real64_t kBMATH_SQRT3d = 1.732050807568878;
const real BMath::kSQRT3;
```

kDEG2RAD

Conversión de un grado a radianes.

```
const real32_t kBMATH_DEG2RADf = 0.017453292519943f;
const real64_t kBMATH_DEG2RADd = 0.017453292519943;
const real BMath::kDEG2RAD;
```

kRAD2DEG

Conversión de un radián a grados.

```
const real32_t kBMATH_RAD2DEGf = 57.2957795130823f;
const real64_t kBMATH_RAD2DEGd = 57.2957795130823;
const real BMath::kRAD2DEG;
```

kINFINITY

Infinito, representado por un valor muy grande.

```
const real32_t kBMATH_INFINITYf = ∞f;
const real64_t kBMATH_INFINITYd = ∞;
const real BMath::kINFINITY;
```

enum unicode_t

Representa las *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

ekUTF8	Codificación UTF8.
ekUTF16	Codificación UTF16.
ekUTF32	Codificación UTF32.

struct REnv

Entorno de *"Números aleatorios"* (Página 168).

```
struct REnv;
```

39.2. Funciones

FPtr_destroy

Prototipo de función destructora.

```
void
(*FPtr_destroy)(type **item);
```

item Doble puntero al objeto a destruir. Debe ser puesto a NULL tras la destrucción para invalidar su uso.

FPtr_copy

Prototipo de constructor de copia.

```
type*
(*FPtr_copy)(const type *item);
```

item Puntero al objeto que debe ser copiado.

Retorna:

El nuevo objeto que es una copia exacta de la entrada.

FPtr_scopy

Prototipo de constructor de copia sin asignar memoria.

```
void
(*FPtr_scopy)(type *dest,
              const type *src);
```

dest Objeto destino (copia).

src Puntero al objeto que debe ser copiado (source).

Observaciones:

En esta operación de copia, la memoria que necesita el objeto ya ha sido asignada. Debemos crear memoria dinámica para los campos del objeto que lo requieran, pero no para el objeto en sí mismo. Suele utilizarse para copiar arrays de objetos (no punteros a objetos).

FPtr_compare

Prototipo de función de comparación.

```
int
(*FPtr_compare)(const type *item1,
                const type *item2);
```

item1 Primer elemento a comparar.

item2 Segundo elemento a comparar.

Retorna:

Resultado de la comparación.

FPtr_compare_ex

Similar a `FPtr_compare`, pero recibe un parámetro adicional que puede influir en la comparación.

```
int
(*FPtr_compare_ex)(const type *item1,
                   const type *item2,
                   const dtype *data);
```

item1 Primer elemento a comparar.

item2 Segundo elemento a comparar.

data Parámetro adicional.

Retorna:

Resultado de la comparación.

FPtr_assert

Prototipo de función *callback* llamada cuando se produce un `assert`.

```
void
(*FPtr_assert)(type *item,
               const uint32_t group,
               const char_t *caption,
               const char_t *detail,
               const char_t *file,
               const uint32_t line);
```

item	Datos de usuario pasados como primer parámetro.
group	0 = Error fatal, 1 = La ejecución puede continuar.
caption	Título.
detail	Mensaje detallado.
file	Archivo fuente donde ocurrió el *assert*.
line	Línea dentro del archivo fuente.

unref

Marca el parámetro como no referenciado, desactivando los avisos del compilador.

```
void
unref(param);
```

```
static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    unref(e);
    app_click_action(app);
}
```

param	Parámetro.

cassert

Sentencia *assert* elemental. Si la condificón se evalua a `FALSE`, se lanzará un *assert* "continuable". El mensaje mostrado será el literal de la propia condición.

```
void
cassert(bool_t cond);
```

```
// "row < arrpt_size(layout->rows)"
// will be shown in the assert window
cassert(row < arrpt_size(layout->rows));
```

cond Expresión booleana.

cassert_msg

Igual que la sentencia `cassert()`, pero utilizando un mensaje personalizado, en lugar del literal de la condición.

```
void
cassert_msg(bool_t cond,
            const char_t *msg);
```

```
// "'row' out of range"
// will be shown in the assert window
cassert_msg(layout < layout->num_rows, "'row' out of range");
```

cond Expresión booleana.

msg Mensaje relacionado con el *assert*.

cassert_fatal

Igual que la sentencia `cassert()`, pero lanzando un assert **crítico** (no "continuable").

```
void
cassert_fatal(bool_t cond);
```

```
// "gravity > 0."
// will be shown in the assert window
cassert_fatal(gravity > 0.);
```

cond Expresión booleana.

cassert_fatal_msg

Igual que la sentencia `cassert_msg()`, pero lanzando un assert **crítico** (no "continuable".

```
void
cassert_fatal_msg(bool_t cond,
                  const char_t *msg);
```

```
// "'gravity' can't be negative."
// will be shown in the assert window
cassert_fatal_msg(gravity > 0., "'gravity' can't be negative");
```

cond Expresión booleana.

msg Mensaje relacionado con el *assert*.

cassert_no_null

Lanza un *assert* crítico si un puntero tiene valor `NULL`.

```
void
cassert_no_null(void *ptr);
```

ptr Puntero a evaluar.

cassert_no_nullf

Lanza un *assert* crítico si un puntero **a función** tiene valor `NULL`.

```
void
cassert_no_nullf(void *fptr);
```

fptr Puntero a evaluar.

cassert_default

Lanza un *assert* "continuable" si la sentencia **switch** alcanza el estado `default:` Útil para asegurar que, por ejemplo, todos los valores de un enum han sido considerados.

```
void
cassert_default(void);
```

```
switch(align) {
case LEFT:
    // Do something
    break;
case RIGHT:
    // Do something
    break;
// Others are not allowed.
cassert_default();
}
```

cassert_set_func

Establece una función personalizada para que ejecute un código alternativo cuando se produce un *assert*. Por defecto, en aplicaciones de escritorio, se muestra una ventana informativa (Figura 13.4) y se guarda el mensaje en una fichero *"Log"* (Página 194).

```
void
cassert_set_func(void *data,
                 FPtr_assert func_assert);
```

data	Datos de usuario o contexto de aplicación.
func_assert	Función *callback* llamada tras la activación de un *assert*.

Observaciones:

Al utilizar esta función se desactivará la gestión de *asserts* previa.

ptr_get

Acceso al contenido del puntero (dereferencia), verificando previamente que no sea `NULL`.

```
void
ptr_get(type *ptr,
        type);
```

```
void compute(const V2Df *v1, const V2Df *v2)
{
    /* Safer than t = *v1; */
    V2Df t = ptr_get(v1, V2Df);
    ...
}
```

ptr	Puntero.
type	Tipo de puntero.

ptr_dget

Accede al contenido de un doble puntero, invalidándolo posteriormente.

```
void
ptr_dget(type **ptr,
         type);
```

```
Ctrl *create(Model **model, View **view)
{
    Ctrl *ctrl = heap_new(Ctrl);
    ctrl->model = ptr_dget(model, Model);
    ctrl->view = ptr_dget(view, View);
    // *model = NULL
    // *view = NULL
    return ctrl;
}
```

ptr Double puntero.

type Tipo de puntero.

ptr_dget_no_null

Igual que `ptr_dget`, pero el contenido del double puntero (`*dptr`) no puede ser `NULL`.

```
void
ptr_dget_no_null(type **ptr,
                 type);
```

```
Ctrl *create(Model **model, View **view)
{
    // *model and *view can't be NULL
    Ctrl *ctrl = heap_new(Ctrl);
    ctrl->model = ptr_dget_no_null(model, Model);
    ctrl->view = ptr_dget_no_null(view, View);
    return ctrl;
}
```

ptr Double puntero.

type Tipo de puntero.

ptr_assign

Asigna el contenido de un puntero a otro, si el destino no es `NULL`.

```
void
ptr_assign(dest,
           src);
```

dest Puntero destino.

src Puntero origen.

ptr_destopt

Destruye un objeto, si no es `NULL`.

```
void
ptr_destopt(FPtr_destroy func_destroy,
            type dptr,
            type);
```

```
cassert_no_null(dptr);
if (*dptr != NULL)
{
```

```
    func_destroy(*dptr);
    *dptr = NULL;
}
```

func_destroy	Destructor.
dptr	Doble puntero al objeto a destruir.
type	Tipo de objeto.

ptr_copyopt

Copia el objeto si no es NULL.

```
void
ptr_copyopt(FPtr_copy func_copy,
            type ptr,
            type);
```

```
if (ptr != NULL)
    return func_copy(ptr);
else
    return NULL;
```

func_copy	Constructor de copia.
ptr	Objeto a copiar (origen).
type	Tipo de objeto.

unicode_convers

Convierte una cadena Unicode de una codificación a otra.

```
uint32_t
unicode_convers(const char_t *from_str,
                char_t *to_str,
                const unicode_t from,
                const unicode_t to,
                const uint32_t osize);
```

```
const char32_t str[] = U"Hello World";
char_t utf8_str[256];
unicode_convers((const char_t*)str, utf8_str, ekUTF32, ekUTF8, 256);
```

from_str	Cadena de origen (terminada en carácter nulo '\0').
to_str	Buffer de destino.
from	Codificación de cadena origen.
to	Codificación requerida en `to_str`.
osize	Tamaño del búfer de salida. Número máximo de bytes que se escribirán en `to_str`, incluido el carácter nulo (`'\0'`). Si la cadena original no se puede copiar en su totalidad, se cortará y se agregará el carácter nulo.

Retorna:

Número de bytes escritos en `to_str` (incluido el carácter nulo).

unicode_convers_n

Igual que `unicode_convers`, pero indicando un tamaño máximo para la cadena de entrada.

```
uint32_t
unicode_convers_n(const char_t *from_str,
                  char_t *to_str,
                  const unicode_t from,
                  const unicode_t to,
                  const uint32_t isize,
                  const uint32_t osize);
```

from_str	Cadena de origen.
to_str	Buffer de destino.
from	Codificación de cadena origen.
to	Codificación requerida en `to_str`.
isize	Tamaño de la cadena en entrada (en bytes).
osize	Tamaño del búfer de salida.

Retorna:

Número de bytes escritos en `to_str`.

unicode_convers_nbytes

Calcula el número de bytes necesarios para convertir una cadena Unicode de una codificación a otra. Será útil calcular el espacio necesario en reserva dinámica de memoria.

```
uint32_t
unicode_convers_nbytes(const char_t *str,
```

```
                          const unicode_t from,
                          const unicode_t to);
```

```
const char32_t str[] = U"Hello World";
uint32_t size = unicode_convers_nbytes((char_t*)str, ekUTF32, ekUTF8);
/ * size == 12 * /
```

str Cadena de origen (terminada en nulo).

from Codificación de `str`.

to Codificación requerida.

Retorna:

Número de bytes necesarios (incluido el carácter nulo).

unicode_convers_nbytes_n

Igual que `unicode_convers_nbytes`, pero indicando el tamaño de la cadena de origen.

```
uint32_t
unicode_convers_nbytes_n(const char_t *str,
                         const uint32_t isize,
                         const unicode_t from,
                         const unicode_t to);
```

str Cadena de origen. No es nesario que termine en nulo.

isize Tamaño de la cadena de entrada en bytes.

from Codificación de `str`.

to Codificación requerida.

Retorna:

Número de bytes necesarios (incluido el carácter nulo).

unicode_nbytes

Obtiene el tamaño (en bytes) de una cadena Unicode.

```
uint32_t
unicode_nbytes(const char_t *str,
               const unicode_t format);
```

str Cadena Unicode (terminada en '\0').

format Codificación de `str`.

Retorna:

El tamaño en bytes ('\0' incluido).

unicode_nchars

Calcula la longitud (en caracteres) de una cadena Unicode.

```
uint32_t
unicode_nchars(const char_t *str,
               const unicode_t format);
```

str Cadena Unicode (terminada en '\0').

format Codificación de `str`.

Retorna:

El número de caracteres ('\0' **no incluido**).

Observaciones:

En cadenas ASCII, el número de bytes es igual al número de caracteres. En Unicode depende de la codificación y la cadena.

unicode_to_u32

Obtiene el valor del primer *codepoint* de la cadena Unicode.

```
uint32_t
unicode_to_u32(const char_t *str,
               const unicode_t format);
```

```
char_t str[] = "ááióúÄÑ£";
uint32_t cp = unicode_to_u32(str, ekUTF8);
/* cp == 'á' == 225 == U+E1 */
```

str Cadena Unicode (terminada en '\0').

format Codificación de `str`.

Retorna:

El código del primer carácter de `str`.

unicode_to_u32b

Igual que `unicode_to_u32` pero con con campo adicional para almacenar la cantidad de bytes que ocupa el codepoint.

```
uint32_t
unicode_to_u32b(const char_t *str,
                const unicode_t format,
                uint32_t *bytes);
```

str	Cadena Unicode (terminada en '\0').
format	Codificación de `str`.
bytes	Guarda el número de bytes necesarios para representar el codepoint mediante `format`.

Retorna:

El código del primer carácter de `str`.

unicode_to_char

Escribe el `codepoint` al comienzo de `str`, utilizando la codificación `format`.

```
uint32_t
unicode_to_char(const uint32_t codepoint,
                char_t *str,
                const unicode_t format);
```

```
char_t str[64] = \"\";
uint32_t n = unicode_to_char(0xE1, str, ekUTF8);
unicode_to_char(0, str + n, ekUTF8);
/* str == "á" */
/* n = 2 */
```

codepoint	Código del carácter.
str	Cadena de destino.
format	Codificación para `codepoint`.

Retorna:

El número de bytes escritos (1, 2, 3 or 4).

Observaciones:

Para escribir varios *codepoints*, combinar `unicode_to_char` con `unicode_next`.

unicode_valid_str

Comprueba si una cadena es Unicode.

```
bool_t
unicode_valid_str(const char_t *str,
                  const unicode_t format);
```

str Cadena a comprobar (terminada en '\0').

format Codificación Unicode esperada.

Retorna:

`TRUE` si es válida.

unicode_valid_str_n

Igual que `unicode_valid_str`, pero indicando un tamaño máximo para la cadena de entrada.

```
bool_t
unicode_valid_str_n(const char_t *str,
                    const uint32_t size,
                    const unicode_t format);
```

str Cadena a comprobar.

size Máximo tamaño de la cadena (en bytes).

format Codificación Unicode esperada.

Retorna:

`TRUE` si es válida.

unicode_valid

Comprueba si un *codepoint* es válido.

```
bool_t
unicode_valid(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

`TRUE` si el parámetro es un *codepoint* válido. De lo contrario, `FALSE`.

unicode_next

Avanza al siguiente carácter de una cadena Unicode. En general no es posible el acceso aleatorio como hacemos en ANSI-C (`str[i++]`). Debemos iterar una cadena desde el principio. Ver *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

```
const char_t*
unicode_next(const char_t *str,
             const unicode_t format);
```

```
char_t str[] = "áéíóúÄ";
char_t *iter = str;                 /* iter == "áéíóúÄ" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "éíóúÄ" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "íóúÄ" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "óúÄ" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "úÄ" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "Ä" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* iter == "" */
iter = unicode_next(iter, ekUTF8);  /* Segmentation fault!! */
```

str Cadena Unicode.

format Codificación de `str`.

Retorna:

Puntero al siguiente carácter de la cadena.

Observaciones:

No verifica el final de la cadena. Debemos detener la iteración cuando `codepoint == 0`.

unicode_back

Retrocede al carácter anterior de una cadena Unicode.

```
const char_t*
unicode_back(const char_t *str,
             const unicode_t format);
```

str Cadena Unicode.

format Codificación de `str`.

Retorna:

Puntero al carácter anterior de la cadena.

Observaciones:

No verifica el inicio de la cadena.

unicode_move

Avanza `nchars` caracteres de una cadena Unicode. Equivalente a varias llamadas a `unicode_next` .

```
const char_t*
unicode_move(const char_t *str,
             const uint32_t nchars,
             const unicode_t format);
```

```
char_t str[] = "áéíóúÄ";
char_t *iter = str;                  /* iter == "áéíóúÄ" */
iter = unicode_move(iter, 4, ekUTF8);   /* iter == "úÄ" */
iter = unicode_move(iter, 20, ekUTF8);  /* iter == "" */
```

str	Cadena Unicode.
nchars	Cantidad de caracteres a avanzar.
format	Codificación de `str`.

Retorna:

Puntero al carácter número `nchars` de la cadena.

Observaciones:

Si la cadena dispone de menos de `nchars` caracteres, retornará el carácter nulo `'\0'`. No avanzará más allá de los límites del buffer.

unicode_isascii

Comprueba si `codepoint` es un carácter US-ASCII 7.

```
bool_t
unicode_isascii(const uint32_t codepoint);
```

codepoint	El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

unicode_isalnum

Comprueba si `codepoint` es un carácter alfanumérico.

```
bool_t
unicode_isalnum(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isalpha

Comprueba si `codepoint` es un carácter alfabético.

```
bool_t
unicode_isalpha(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_iscntrl

Comprueba si `codepoint` es un carácter de control.

```
bool_t
unicode_iscntrl(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isdigit

Comprueba si `codepoint` es dígito (0-9).

```
bool_t
unicode_isdigit(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isgraph

Comprueba si `codepoint` es un carácter imprimible (excepto el espacio blanco ' ').

```
bool_t
unicode_isgraph(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isprint

Comprueba si `codepoint` es un carácter imprimible (incluido el espacio blanco ' ').

```
bool_t
unicode_isprint(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_ispunct

Comprueba si `codepoint` es un carácter imprimible (expecto el espacio blanco ' ' y alfa-numéricos).

```
bool_t
unicode_ispunct(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isspace

Comprueba si `codepoint` es un carácter de espaciado, nueva línea, retorno de carro, tabulador horizontal o vertical.

```
bool_t
unicode_isspace(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isxdigit

Comprueba si `codepoint` es un dígito hexadecimal **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f A B C D E F**.

```
bool_t
unicode_isxdigit(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_islower

Comprueba si `codepoint` es una letra minúscula.

```
bool_t
unicode_islower(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_isupper

Comprueba si `codepoint` es una letra mayúscula.

```
bool_t
unicode_isupper(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

Resultado del test.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_tolower

Convierte una letra a minúscula.

```
uint32_t
unicode_tolower(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

La conversión a minúscula si la entrada es una letra mayúscula. De lo contrario, el mismo `codepoint`.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

unicode_toupper

Convierte una letra a mayúscula.

```
uint32_t
unicode_toupper(const uint32_t codepoint);
```

codepoint El código Unicode del carácter.

Retorna:

La conversión a mayúscula si la entrada es una letra minúscula. De lo contrario, el mismo `codepoint`.

Observaciones:

Solo tiene en cuenta caracteres US-ASCII.

bmath_cos

Obtiene el coseno de un ángulo.

```
real32_t
bmath_cosf(const real32_t angle);

real64_t
bmath_cosd(const real64_t angle);

real
BMath::cos(const real angle);
```

angle Ángulo en radianes.

Retorna:

El coseno del ángulo.

bmath_sin

Obtiene el seno de un ángulo.

```
real32_t
bmath_sinf(const real32_t angle);

real64_t
bmath_sind(const real64_t angle);

real
BMath::sin(const real angle);
```

angle Ángulo en radianes.

Retorna:

El seno del ángulo.

bmath_tan

Obtiene la tangente de un ángulo.

```
real32_t
bmath_tanf(const real32_t angle);

real64_t
bmath_tand(const real64_t angle);

real
BMath::tan(const real angle);
```

angle Ángulo en radianes.

Retorna:

La tangente del ángulo.

bmath_acos

Obtiene el arco coseno, o coseno inverso, que es el ángulo cuyo coseno es el valor.

```
real32_t
bmath_acosf(const real32_t cos);

real64_t
bmath_acosd(const real64_t cos);

real
BMath::acos(const real cos);
```

cos Coseno (-1, 1).

Retorna:

El ángulo (0, Pi).

bmath_asin

Obtiene el arco seno, o seno inverso, que es el ángulo cuyo seno es el valor.

```
real32_t
bmath_asinf(const real32_t sin);
```

```
real64_t
bmath_asind(const real64_t sin);

real
BMath::asin(const real sin);
```

sin Seno (-1, 1).

Retorna:

El ángulo (0, Pi).

bmath_atan2

Obtiene el arco tangente, o tangente inversa. Es es el ángulo medido desde el eje X hasta la línea que contiene el origen (0, 0) y el punto con las coordenadas (x,y).

```
real32_t
bmath_atan2f(const real32_t y,
             const real32_t x);

real64_t
bmath_atan2d(const real64_t y,
             const real64_t x);

real
BMath::atan2(const real y,
             const real x);
```

y Coordenada Y.

x Coordenada X.

Retorna:

El ángulo (-Pi, Pi).

bmath_norm_angle

Normaliza un ángulo, es decir, retorna el mismo ángulo expresado en el rango (-Pi, Pi).

```
real32_t
bmath_norm_anglef(const real32_t a);

real64_t
bmath_norm_angled(const real64_t a);

real
BMath::norm_angle(const real a);
```

a El ángulo en radianes.

Retorna:

El ángulo (-Pi, Pi).

bmath_sqrt

Obtiene la raíz cuadrada de un número.

```
real32_t
bmath_sqrtf(const real32_t value);

real64_t
bmath_sqrtd(const real64_t value);

real
BMath::sqrt(const real value);
```

value El número.

Retorna:

La ráiz cuadrada.

bmath_isqrt

Obtiene la raíz cuadrada inversa de un número (1/sqrt).

```
real32_t
bmath_isqrtf(const real32_t value);

real64_t
bmath_isqrtd(const real64_t value);

real
BMath::isqrt(const real value);
```

value El número.

Retorna:

La raíz cuadrada inversa.

bmath_log

Obtiene el logaritmo natural (base e) de un número.

```
real32_t
bmath_logf(const real32_t value);
```

```
real64_t
bmath_logd(const real64_t value);

real
BMath::log(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El logaritmo.

bmath_log10

Obtiene el logaritmo en base 10 de un número.

```
real32_t
bmath_log10f(const real32_t value);

real64_t
bmath_log10d(const real64_t value);

real
BMath::log10(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El logaritmo.

bmath_exp

Obtiene el número de Euler e (2.7182818) elevado a una potencia.

```
real32_t
bmath_expf(const real32_t value);

real64_t
bmath_expd(const real64_t value);

real
BMath::exp(const real value);
```

value El exponente.

Retorna:

La exponencial.

bmath_pow

Calcula una potencia, `base` elevado a `exponent`.

```
real32_t
bmath_powf(const real32_t base,
           const real32_t exponent);

real64_t
bmath_powd(const real64_t base,
           const real64_t exponent);

real
BMath::pow(const real base,
           const real exponent);
```

base Base.

exponent Exponente.

Retorna:

El resultado de la potencia.

bmath_abs

Obtiene el valor absoluto de un número.

```
real32_t
bmath_absf(const real32_t value);

real64_t
bmath_absd(const real64_t value);

real
BMath::abs(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El valor absoluto.

bmath_max

Obtiene el máximo de dos valores.

```
real32_t
bmath_maxf(const real32_t value1,
           const real32_t value2);
```

```
real64_t
bmath_maxd(const real64_t value1,
           const real64_t value2);

real
BMath::max(const real value1,
           const real value2);
```

value1 Primer número.

value2 Segundo número.

Retorna:

El valor máximo.

bmath_min

Obtiene el mínimo de dos valores.

```
real32_t
bmath_minf(const real32_t value1,
           const real32_t value2);

real64_t
bmath_mind(const real64_t value1,
           const real64_t value2);

real
BMath::min(const real value1,
           const real value2);
```

value1 Primer número.

value2 Segundo número.

Retorna:

El valor mínimo.

bmath_clamp

Restringe un valor a un determinado rango.

```
real32_t
bmath_clampf(const real32_t value,
             const real32_t min,
             const real32_t max);

real64_t
bmath_clampd(const real64_t value,
```

```
             const real64_t min,
             const real64_t max);

real
BMath::clamp(const real value,
             const real min,
             const real max);
```

value El número.

min Mínimo valor del rango.

max Máximo valor del rango.

Retorna:

El valor acotado.

bmath_mod

Obtiene el módulo de dividir `num/den`.

```
real32_t
bmath_modf(const real32_t num,
           const real32_t den);

real64_t
bmath_modd(const real64_t num,
           const real64_t den);

real
BMath::mod(const real num,
           const real den);
```

num Numerador.

den Denominador.

Retorna:

El módulo.

bmath_modf

Obtiene la parte entera y fracción de un número real.

```
real32_t
bmath_modff(const real32_t value,
            real32_t *intpart);

real64_t
```

```
bmath_modfd(const real64_t value,
            real64_t *intpart);

real
BMath::modf(const real value,
            real *intpart);
```

value El número.

intpart Obtiene la parte entera.

Retorna:

La parte fraccionaria `[0,1)`.

bmath_prec

Obtiene el número de decimales (precisión) de un número real.

```
uint32_t
bmath_precf(const real32_t value);

uint32_t
bmath_precd(const real64_t value);

uint32_t
BMath::prec(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El número de posiciones decimales.

bmath_round

Redondea un número al entero más cercano (por encima o por debajo).

```
real32_t
bmath_roundf(const real32_t value);

real64_t
bmath_roundd(const real64_t value);

real
BMath::round(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El entero más cercano.

bmath_round_step

Redondea un número a la fracción más cercana.

```
real32_t
bmath_round_stepf(const real32_t value,
                  const real32_t step);

real64_t
bmath_round_stepd(const real64_t value,
                  const real64_t step);

real
BMath::round_step(const real value,
                  const real step);
```

value El número.

step La fracción.

Retorna:

El número más cercano.

bmath_floor

Redondea un número al entero por debajo.

```
real32_t
bmath_floorf(const real32_t value);

real64_t
bmath_floord(const real64_t value);

real
BMath::floor(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El mayor número entero, menor o igual que el número.

bmath_ceil

Redondea un número al entero por encima.

```
real32_t
bmath_ceilf(const real32_t value);

real64_t
bmath_ceild(const real64_t value);

real
BMath::ceil(const real value);
```

value El número.

Retorna:

El menor número entero, mayor o igual que el número.

bmath_rand_seed

Establece una nueva semilla de números aleatorios.

```
void
bmath_rand_seed(const uint32_t seed);
```

seed La nueva semilla.

Observaciones:

Cada vez que cambia la semilla, comienza una nueva secuencia de números aleatorios. Para la misma semilla, obtendremos la misma secuencia, por lo que son números pseudo-aleatorios. Semillas similares (pe. `4`, `5`) producen secuencias radicalmente diferentes. Utiliza `bmath_rand_env` en aplicaciones multi-hilo.

bmath_rand

Obtiene un número real aleatorio, dentro de un intervalo.

```
real32_t
bmath_randf(const real32_t from,
            const real32_t to);

real64_t
bmath_randd(const real64_t from,
            const real64_t to);

real
BMath::rand(const real from,
            const real to);
```

from El límite inferior del intervalo.

to El límite superior del intervalo.

Retorna:

El número aleatorio.

bmath_randi

Obtiene un número entero aleatorio, dentro de un intervalo.

```
uint32_t
bmath_randi(const uint32_t from,
            const uint32_t to);
```

from El límite inferior del intervalo.

to El límite superior del intervalo.

Retorna:

El número aleatorio.

bmath_rand_env

Crea un entorno *thread-safe* para números aleatorios.

```
REnv*
bmath_rand_env(const uint32_t seed);
```

seed La semilla.

Retorna:

El entorno.

bmath_rand_destroy

Destruye un entorno de números aleatorios.

```
void
bmath_rand_destroy(REnv **env);
```

env El entorno. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

bmath_rand_mt

Obtiene un número real aleatorio, dentro de un intervalo.

```
real32_t
bmath_rand_mtf(REnv *env,
               const real32_t from,
               const real32_t to);

real64_t
bmath_rand_mtd(REnv *env,
               const real64_t from,
               const real64_t to);

real
BMath::rand_mt(REnv *env,
               const real from,
               const real to);
```

env El entorno de números aleatorios.

from El límite inferior del intervalo.

to El límite superior del intervalo.

Retorna:

El número aleatorio.

bmath_rand_mti

Obtiene un número entero aleatorio, dentro de un intervalo.

```
uint32_t
bmath_rand_mti(REnv *env,
               const uint32_t from,
               const uint32_t to);
```

env El entorno de números aleatorios.

from El límite inferior del intervalo.

to El límite superior del intervalo.

Retorna:

El número aleatorio.

blib_strlen

Retorna la longitud en bytes de una cadena de texto.

```
uint32_t
blib_strlen(const char_t *str);
```

str Cadena acabada en carácter nulo '\0'.

Retorna:

Longitud de la cadena sin incluir el carácter nulo.

Observaciones:

Ver *"Unicode"* (Página 163), el número de bytes no es equivalente al número de caracteres.

blib_strstr

Busca una subcadena dentro de una cadena más larga.

```
const char_t*
blib_strstr(const char_t *str,
            const char_t *substr);
```

str Cadena acabada en carácter nulo '\0'.

substr Subcadena a buscar acabada en carácter nulo '\0'.

Retorna:

Puntero al inicio de la primera subcadena encontrada o `NULL` si no existe ninguna.

blib_strcpy

Copia el contenido de una cadena en otra.

```
void
blib_strcpy(char_t *dest,
            const uint32_t size,
            const char_t *src);
```

dest Buffer destino.

size Tamaño del buffer destino en bytes.

src Cadena a copiar acabada en carácter nulo '\0'.

Observaciones:

Solo los primeros `size-1` bytes serán copiados, en el caso de que `src` sea más larga que la capacidad de `dest`.

blib_strncpy

Copia los primeros `n` bytes de na cadena en otra.

```
void
blib_strncpy(const char_t *dest,
             const uint32_t size,
             const char_t *src,
             const uint32_t n);
```

dest Buffer destino.

size Tamaño del buffer destino en bytes.

src Cadena a copiar acabada en carácter nulo '\0'.

n Número de bytes a copiar.

Observaciones:

Solo los primeros `size-1` bytes serán copiados, en el caso de que `n` sea mayor que `size`.

blib_strcat

Concatena dos cadenas.

```
void
blib_strcat(char_t *dest,
            const uint32_t size,
            const char_t *src);
```

dest Buffer origen y destino.

size Tamaño del buffer destino en bytes.

src Cadena a añadir a `dest`, acabada en carácter nulo '\0'.

Observaciones:

No se sobrepasarán los `size-1` bytes en `dest`, por lo que la concatenación será truncada si es necesario.

blib_strcmp

Compara dos cadenas.

```
int
blib_strcmp(const char_t *str1,
            const char_t *str2);
```

str1 Primera cadena a comparar, acabada en carácter nulo '\0'.

str2 Segunda cadena a comparar, acabada en carácter nulo '\0'.

Retorna:

Resultado de la comparación.

blib_strncmp

Compara los primeros `n` bytes de dos cadenas.

```
int
blib_strncmp(const char_t *str1,
             const char_t *str2,
             const uint32_t n);
```

str1 Primera cadena a comparar, acabada en carácter nulo '\0'.

str2 Segunda cadena a comparar, acabada en carácter nulo '\0'.

n Número máximo de bytes a comparar.

Retorna:

Resultado de la comparación.

blib_strftime

Transforma una fecha en una cadena de texto, utilizando el formato de `strftime`.

```
uint32_t
blib_strftime(char_t *dest,
              const uint32_t size,
              const char_t *format,
              const int16_t year,
              const uint8_t month,
              const uint8_t mday,
              const uint8_t wday,
              const uint8_t hour,
              const uint8_t minute,
              const uint8_t second);
```

dest	Puntero al búfer donde será escrito el resultado. Terminará en carácter nulo `'\0'`.
size	Tamaño de `dest` en bytes.
format	Formato de la cadena con la fecha.
year	Año.
month	Número de mes (1,12).
mday	Día del mes (1,31).
wday	Día de la semana (0,6). 0=Domingo.
hour	Hora (0,23).
minute	Minuto (0,59).
second	Segundo (0,59).

Retorna:

El número bytes escritos en `dest`, sin incluir el caracter '\0'. Si la cadena no cabe en `dest` retorna 0.

Observaciones:

Ver *"Conversión de fechas"* (Página 169).

blib_strtol

Transforma una cadena de texto en un número entero.

```
int64_t
blib_strtol(const char_t *str,
            char_t **endptr,
            uint32_t base,
            bool_t *err);
```

str	Cadena que comienza con un número entero.
endptr	Puntero cuyo valor será el primer carácter tras el número. Puede ser `NULL`.
base	Base de numeración: 2, 8, 10, 16.
err	Se asigna valor `TRUE` si hay algún error en el análisis de la cadena. Pueder ser `NULL`.

Retorna:

Número resultado del análisis de la cadena.

blib_strtoul

Transforma una cadena de texto en un número entero sin signo.

```
uint64_t
blib_strtoul(const char_t *str,
             char_t **endptr,
             uint32_t base,
             bool_t *err);
```

str Cadena que comienza con un número entero.

endptr Puntero cuyo valor será el primer carácter tras el número. Puede ser NULL.

base Base de numeración: 2, 8, 10, 16.

err Se asigna valor TRUE si hay algún error en el análisis de la cadena. Pueder ser NULL.

Retorna:

Número resultado del análisis de la cadena.

blib_strtof

Transforma una cadena de texto en un número real de 32 bits.

```
real32_t
blib_strtof(const char_t *str,
            char_t **endptr,
            bool_t *err);
```

str Cadena que comienza con un número real.

endptr Puntero cuyo valor será el primer carácter tras el número. Puede ser NULL.

err Se asigna valor TRUE si hay algún error en el análisis de la cadena. Pueder ser NULL.

Retorna:

Número resultado del análisis de la cadena.

blib_strtod

Transforma una cadena de texto en un número real de 64 bits.

```
real64_t
blib_strtod(const char_t *str,
```

```
            char_t **endptr,
            bool_t *err);
```

str Cadena que comienza con un número entero.

endptr Puntero cuyo valor será el primer carácter tras el número. Puede ser NULL.

err Se asigna valor TRUE si hay algún error en el análisis de la cadena. Pueder ser NULL.

Retorna:

Número resultado del análisis de la cadena.

blib_qsort

Ordena un vector de elementos utilizando el algoritmo *QuickSort*.

```
void
blib_qsort(byte_t *array,
           const uint32_t nelems,
           const uint32_t size,
           FPtr_compare func_compare);
```

array Vector de elementos.

nelems Número de elementos.

size Tamaño de cada elemento.

func_compare Función de comparación.

blib_qsort_ex

Ordena un vector de elementos utilizando el algoritmo *QuickSort*.

```
void
blib_qsort_ex(byte_t *array,
              const uint32_t nelems,
              const uint32_t size,
              FPtr_compare_ex func_compare,
              const byte_t *data);
```

array	Vector de elementos.
nelems	Número de elementos.
size	Tamaño de cada elemento.
func_compare	Función de comparación que acepta datos extra.
data	Datos extra que serán pasados en cada comparación.

blib_bsearch

Busca un elemento en un vector ordenado.

```
bool_t
blib_bsearch(const byte_t *array,
             const byte_t *key,
             const uint32_t nelems,
             const uint32_t size,
             FPtr_compare func_compare,
             uint32_t *pos);
```

array	Vector de elementos.
key	Clave de búsqueda.
nelems	Número de elementos.
size	Tamaño de cada elemento.
func_compare	Función de comparación.
pos	Posición del elemento encontrado. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se ha encontrado el elemento.

blib_bsearch_ex

Busca un elemento en un vector ordenado.

```
bool_t
blib_bsearch_ex(const byte_t *array,
                const byte_t *key,
                const uint32_t nelems,
                const uint32_t size,
                FPtr_compare_ex func_compare,
                const byte_t *data,
                uint32_t *pos);
```

array	Vector de elementos.
key	Clave de búsqueda.
nelems	Número de elementos.
size	Tamaño de cada elemento.
func_compare	Función de comparación que acepta datos extra.
data	Datos extra que serán pasados en cada comparación.
pos	Posición del elemento encontrado. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se ha encontrado el elemento.

blib_getenv

Obtiene el valor de una variable de entorno.

```
const char_t*
blib_getenv(const char_t *name);
```

name	El nombre de la variable.

Retorna:

El valor de la variable. `NULL` si dicha variable no existe.

blib_setenv

Establece el valor de una variable de entorno.

```
int32_t
blib_setenv(const char_t *name,
            const char_t *value);
```

name	El nombre de la variable.
value	El valor de la variable.

Retorna:

`0` si se ha establecido correctamente. En caso contrario, un código de error.

Observaciones:

Si la variable ya existe, su valor se sobrescribirá.

blib_atexit

Añade una función que será llamada cuando el programa termine.

```
void
blib_atexit(void(*)(void) *func);
```

func Función.

blib_abort

Termina de forma abrupta la ejecución del programa.

```
void
blib_abort(void);
```

Observaciones:

No se liberan recursos ni se realiza un cierre controlado. El único caso donde se justifica su uso es salir del programa tras detectar un error irrecuperable (p.e `NULL` pointer).

blib_exit

Termina un proceso.

```
void
blib_exit(int code);
```

code Código de retorno.

blib_debug_break

Detiene la ejecución del programa en el punto donde se encuentra la función y devuelve el control de depurador para que podamos inspeccionar la pila, variables, etc.

```
void
blib_debug_break(void);
```

bstd_sprintf

Escribe una cadena con formato del `printf` en un búfer de memoria.

```
uint32_t
bstd_sprintf(char_t *str,
             const uint32_t size,
             const char_t *format,
             ...);
```

str	Puntero al búfer donde será escrito el resultado. Terminará en carácter nulo `'\0'`.
size	Tamaño de `str` en bytes.
format	Cadena con el formato printf con un número variable de parámetros.
...	Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos, sin incluir el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Es una función segura y no escribirá más de `size` bytes. Para obtener el tamaño necesario de `str`, llamar a esta función con `str=NULL` y `size=0`.

bstd_vsprintf

Igual que `bstd_sprintf` pero con la lista de argumentos ya resuelta.

```
uint32_t
bstd_vsprintf(char_t *str,
              const uint32_t size,
              const char_t *format,
              va_list args);
```

str	Puntero al búfer donde será escrito el resultado. Terminará en carácter nulo `'\0'`.
size	Tamaño de `str` en bytes.
format	Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.
args	Argumentos.

Retorna:

El número de bytes escritos, sin incluir el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Es una función segura y no escribirá más de `size` bytes.

bstd_printf

Escribe una cadena con formato en la salida estándar `(stdout)`. Es equivalente a la función `printf` de la librería estándar.

```
uint32_t
bstd_printf(const char_t *format,
            ...);
```

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos en `stdout`.

bstd_eprintf

Escribe una cadena con formato en la salida de error `(stderr)`.

```
uint32_t
bstd_eprintf(const char_t *format,
             ...);
```

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos en `stderr`.

bstd_writef

Escribe una cadena C UTF 8 en la salida estándar `(stdout)`.

```
uint32_t
bstd_writef(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `stdout`.

bstd_ewritef

Escribe una cadena C UTF 8 en la salida de error `(stderr)`.

```
uint32_t
bstd_ewritef(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `stderr`.

bstd_read

Lee datos desde la entrada estándar `stdin`.

```
bool_t
bstd_read(byte_t *data,
          const uint32_t size,
          uint32_t *rsize);
```

data	Búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	El número de bytes máximos a leer (tamaño del búfer).
rsize	Recibe el número de bytes leídos realmente. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han leído datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

"Standard stream" (Página 243) implementa funciones de alto nivel para lectura/escritura en canales estándar.

bstd_write

Escribe datos en la salida estándar `stdout`.

```
bool_t
bstd_write(const byte_t *data,
           const uint32_t size,
           uint32_t *wsize);
```

data	Búfer que contiene los datos a escribir.
size	El número de bytes a escribir.
wsize	Recibe el número de bytes escritos realmente. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han escrito datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

"Standard stream" (Página 243) implementa funciones de alto nivel para lectura/escritura en canales estándar.

bstd_ewrite

Escribe datos en la salida de error `stderr`.

```
bool_t
bstd_ewrite(const byte_t *data,
            const uint32_t size,
            uint32_t *wsize);
```

data	Búfer que contiene los datos a escribir.
size	El número de bytes a escribir.
wsize	Recibe el número de bytes escritos realmente. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han escrito datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

"Standard stream" (Página 243) implementa funciones de alto nivel para lectura/escritura en canales estándar.

bmem_malloc

Reserva un bloque de memoria con la alineación por defecto `sizeof(void*)`.

```
byte_t*
bmem_malloc(const uint32_t size);
```

size	Tamaño en bytes del bloque.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `bmem_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Utiliza *"Heap"* (Página 201) para reservas más eficientes y seguras.

bmem_realloc

Realoja un bloque de memoria existente debido a la expansión o reducción del mismo. Garantiza que se conserva el contenido previo del bloque `min(size, new_size)`. Intenta hacerlo sin mover memoria (in situ), pero si no es posible busca una nueva zona. También garantiza la alineación por defecto `sizeof(void*)` si hay que reservar un nuevo bloque.

```
byte_t*
bmem_realloc(byte_t *mem,
```

```
                const uint32_t size,
                const uint32_t new_size);
```

mem	Puntero al bloque original a realojar.
size	Tamaño en bytes del bloque original `mem`.
new_size	Nuevo tamaño requerido, en bytes.

Retorna:

Puntero al bloque realojado. Será el mismo que el puntero original `mem` si la reubicación "in-situ" ha tenido éxito. Debe ser liberado con `bmem_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Utiliza *"Heap"* (Página 201) para reservas más eficientes y seguras.

bmem_aligned_malloc

Reserva un bloque de memoria con alineación.

```
byte_t*
bmem_aligned_malloc(const uint32_t size,
                    const uint32_t align);
```

size	Tamaño en bytes del bloque.
align	Alineación. Debe ser potencia de 2.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `bmem_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Utiliza *"Heap"* (Página 201) para reservas más eficientes y seguras.

bmem_aligned_realloc

Igual que `bmem_realloc`, pero garantiza una alineación concreta.

```
byte_t*
bmem_aligned_realloc(byte_t *mem,
                     const uint32_t size,
                     const uint32_t new_size,
                     const uint32_t align);
```

mem	Puntero al bloque original a realojar.
size	Tamaño en bytes del bloque original `mem`.
new_size	Nuevo tamaño requerido, en bytes.
align	Alineación. Debe ser potencia de 2.

Retorna:

Puntero al bloque realojado.

Observaciones:

Utiliza *"Heap"* (Página 201) para reservas más eficientes y seguras.

bmem_free

Libera la memoria apuntada por `mem`, previamente reservada por `bmem_malloc`, `bmem_realloc` o sus equivalentes con alineación.

```
void
bmem_free(byte_t *mem);
```

mem	Puntero al bloque de memoria a liberar.

Observaciones:

Utiliza *"Heap"* (Página 201) para reservas más eficientes y seguras.

bmem_set1

Rellena un bloque de memoria con la misma máscara de 1-byte.

```
void
bmem_set1(byte_t *dest,
          const uint32_t size,
          const byte_t mask);
```

dest	Puntero al bloque de memoria.
size	Tamaño en bytes del bloque `dest`.
mask	Máscara.

bmem_set4

Rellena un bloque de memoria con la misma máscara de 4-bytes.

```
void
bmem_set4(byte_t *dest,
          const uint32_t size,
          const byte_t *mask);
```

```
byte_t mblock[10];
byte_t mask[4] = "abcd";
bmem_set4(mblock, 10, mask);
/* mblock = "abcdabcdab" */
```

dest Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño en bytes del bloque `dest`. No es necesario que sea múltiplo de 4.

mask Máscara de 4 bytes.

bmem_set8

Rellena un bloque de memoria con la misma máscara de 8-bytes.

```
void
bmem_set8(byte_t *dest,
          const uint32_t size,
          const byte_t *mask);
```

dest Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño en bytes del bloque `dest`. No es necesario que sea múltiplo de 8.

mask Máscara de 8 bytes.

bmem_set16

Rellena un bloque de memoria con la misma máscara de 16-bytes.

```
void
bmem_set16(byte_t *dest,
           const uint32_t size,
           const byte_t *mask);
```

dest Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño en bytes del bloque `dest`. No es necesario que sea múltiplo de 16.

mask Máscara de 16 bytes.

bmem_set_u32

Rellena un array de tipo `uint32_t` con el mismo valor.

```
void
bmem_set_u32(uint32_t *dest,
             const uint32_t n,
             const uint32_t value);
```

dest	Puntero al array.
n	Tamaño del array (número de elementos).
value	Valor de relleno.

bmem_set_r32

Rellena un array de tipo `real32_t` con el mismo valor.

```
void
bmem_set_r32(real32_t *dest,
             const uint32_t n,
             const real32_t value);
```

dest	Puntero al array.
n	Tamaño del array (número de elementos).
value	Valor de relleno.

bmem_cmp

Compara dos bloques de memoria genéricos.

```
int
bmem_cmp(const byte_t *mem1,
         const byte_t *mem2,
         const uint32_t size);
```

mem1	Puntero al primer bloque de memoria.
mem2	Puntero al segundo bloque de memoria.
size	Número de bytes a comparar.

Retorna:

Resultado de la comparación.

bmem_is_zero

Comprueba si un bloque de memoria está completamente relleno de 0s.

```
bool_t
bmem_is_zero(const byte_t *mem,
             const uint32_t size);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño en bytes del bloque `mem`.

Retorna:

`TRUE` si todas las posiciones son 0, de lo contrario `FALSE`.

bmem_set_zero

Rellena un bloque de memoria con 0s.

```
void
bmem_set_zero(byte_t *dest,
              const uint32_t size);
```

dest Puntero al bloque de memoria que debe ser rellenado.

size Tamaño en bytes del bloque `dest`.

bmem_zero

Inicializa un objeto con 0s.

```
void
bmem_zero(type *dest,
          type);
```

```
typedef struct
{
    uint32_t f1;
    real32_t f2;
    String *f3;
    ...
} MyType;

MyType t1;
bmem_zero(&t1, MyType);
/* t1 = {0} */
```

dest Puntero al objeto.

type Tipo de objeto.

bmem_zero_n

Inicializa un array de objetos con 0s.

```
void
bmem_zero_n(type *dest,
            const uint32_t n,
            type);
```

dest Array de objetos.

n Tamaño del array.

type Tipo de objeto.

bmem_copy

Copia el contenido de un bloque en otro. Los bloques no deben estar superpuestos.

```
void
bmem_copy(byte_t *dest,
          const byte_t *src,
          const uint32_t size);
```

dest Puntero al bloque de destino.

src Puntero al bloque de origen.

size Número de bytes a copiar.

bmem_copy_n

Copia un array de objetos en otra localización.

```
void
bmem_copy_n(type *dest,
            const type *src,
            const uint32_t n,
            type);
```

```
real32_t v1[64];
real32_t v2[64]; = {1.f, 45.f, 12.4f, ...};
bmem_copy_n(v1, v2, 64, real32_t);
```

dest Puntero al array de destino.

src Puntero al array de origen.

n Tamaño del array (número de elementos, no bytes).

type Tipo de objeto.

bmem_move

Igual que `bmem_copy`, pero los bloques pueden estar superpuestos.

```
void
bmem_move(byte_t *dest,
          const byte_t *src,
          const uint32_t size);
```

dest	Puntero al bloque de destino.
src	Puntero al bloque de origen.
size	Número de bytes a copiar.

Observaciones:

Si tenemos la certeza de que ambos bloque no se solapan, `bmem_copy` es mucho más eficiente.

bmem_overlaps

Comprueba si dos bloques de memoria se solapan.

```
bool_t
bmem_overlaps(byte_t *mem1,
              byte_t *mem2,
              const uint32_t size1,
              const uint32_t size2);
```

mem1	Puntero al primer bloque.
mem2	Puntero al segundo bloque.
size1	Tamaño del primer bloque (en bytes).
size2	Tamaño del segundo bloque (en bytes).

Retorna:

`TRUE` si hay solapamiento.

bmem_rev

Revierte un bloque de memoria `m[i] = m[n-i-1]`.

```
void
bmem_rev(byte_t *mem,
         const uint32_t size);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño del bloque en bytes.

bmem_rev2

Revierte un bloque de memoria de 2-bytes.

```
void
bmem_rev2(byte_t *mem);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

bmem_rev4

Revierte un bloque de memoria de 4-bytes.

```
void
bmem_rev4(byte_t *mem);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

bmem_rev8

Revierte un bloque de memoria de 8-bytes.

```
void
bmem_rev8(byte_t *mem);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

bmem_revcopy

Realiza una copia revertida de un bloque de memoria.

```
void
bmem_revcopy(byte_t *dest,
             const byte_t *src,
             const uint32_t size);
```

dest Puntero al bloque de destino.

src Puntero al bloque de origen.

size Número de bytes a copiar.

bmem_rev_elems

Revierte los elementos dentro de un array.

```
void
bmem_rev_elems(type*,
               const uint32_t num_elems,
               type);
```

type*	Puntero al inicio del array.
num_elems	Número de elementos del array.
type	Tipo de objeto.

bmem_swap

Intercambia el contenido de dos bloques de memoria (no solapados). Al finalizar, `mem1[i] = mem2[i]` y `mem2[i] = mem1[i]`.

```
void
bmem_swap(byte_t *mem1,
          byte_t *mem2,
          const uint32_t size);
```

mem1	Puntero al primer bloque.
mem2	Puntero al segundo bloque.
size	Número de bytes a intercambiar.

bmem_swap_type

Intercambia el contenido de dos objetos.

```
void
bmem_swap_type(type *obj1,
               type *obj2,
               type);
```

obj1	Primer objeto.
obj2	Segundo objeto.
type	Tipo de objeto.

bmem_shuffle

Desordena aleatoriamente (barajar) un bloque de memoria.

```
void
bmem_shuffle(byte_t *mem,
             const uint32_t size,
             const uint32_t esize);
```

mem Puntero al bloque de memoria.

size Tamaño del bloque (número de elementos).

esize Tamaño de cada elemento.

Observaciones:

Esta función se basa en un generador de números pseudo-aleatorios. Utiliza `bmath_rand_seed` para cambiar la secuencia.

bmem_shuffle_n

Desordena aleatoriamente (barajar) un array de objetos.

```
void
bmem_shuffle_n(type *array,
               const uint32_t size,
               type);
```

array Array de elementos.

size Número de elementos.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Esta función se basa en un generador de números pseudo-aleatorios. Utiliza `bmath_rand_seed` para cambiar la secuencia.

Capítulo 40

Librería Osbs

40.1. Tipos y Constantes

enum platform_t

Sistemas operativos soportados por NAppGUI.

ekWINDOWS	Microsoft Windows.
ekMACOS	Apple macOS.
ekLINUX	GNU/Linux.
ekIOS	Apple iOS.

enum device_t

Tipo de dispositivo.

ekDESKTOP	Ordenador de escritorio o portátil.
ekPHONE	Teléfono.
ekTABLET	Tableta.

enum win_t

Versiones de Microsoft Windows.

ekWIN_9x	Windows 95, 98 or ME.
ekWIN_NT4	Windows NT4.
ekWIN_2K	Windows 2000.
ekWIN_XP	Windows XP.

ekWIN_XP1	Windows XP Service Pack 1.
ekWIN_XP2	Windows XP Service Pack 2.
ekWIN_XP3	Windows XP Service Pack 3.
ekWIN_VI	Windows Vista.
ekWIN_VI1	Windows Vista Service Pack 1.
ekWIN_VI2	Windows Vista Service Pack 2.
ekWIN_7	Windows 7.
ekWIN_71	Windows 7 Service Pack 1.
ekWIN_8	Windows 8.
ekWIN_81	Windows 8 Service Pack 1.
ekWIN_10	Windows 10.
ekWIN_NO	El sistema no es Windows.

enum endian_t

Representa el *"Orden de bytes"* (Página 252), o como los datos multi-byte son almacenados en memoria.

ekLITEND	*Little endian*. El byte más bajo primero.
ekBIGEND	*Big endian*. El byte más alto primero.

enum week_day_t

Día de la semana.

ekSUNDAY	Domingo.
ekMONDAY	Lunes.
ekTUESDAY	Martes.
ekWEDNESDAY	Miércoles.
ekTHURSDAY	Jueves.
ekFRIDAY	Viernes.
ekSATURDAY	Sábado.

enum month_t

Mes.

`ekJANUARY`	Enero.
`ekFEBRUARY`	Febrero.
`ekMARCH`	Marzo.
`ekAPRIL`	Abril.
`ekMAY`	Mayo.
`ekJUNE`	Junio.
`ekJULY`	Julio.
`ekAUGUST`	Agosto.
`ekSEPTEMBER`	Septiembre.
`ekOCTOBER`	Octubre.
`ekNOVEMBER`	Noviembre.
`ekDECEMBER`	Diciembre.

enum file_type_t

Tipo de archivo.

`ekARCHIVE`	Archivo ordinario.
`ekDIRECTORY`	Directorio.
`ekOTHERFILE`	Otro tipo de archivo reservado para el sistema operativo (dispositivos, tuberías, etc).

enum file_mode_t

Diferentes modos de abrir un archivo.

`ekREAD`	Solo lectura.
`ekWRITE`	Lectura y escritura.
`ekAPPEND`	Escritura al final del archivo.

enum file_seek_t

Posición inicial del puntero en `bfile_seek`.

`ekSEEKSET`	Inicio del archivo.
`ekSEEKCUR`	Posición actual del puntero.

`ekSEEKEND` Final del archivo.

enum ferror_t

Códigos de error manipulando archivos.

`ekFEXISTS` El archivo ya existe.

`ekFNOPATH` El directorio no existe.

`ekFNOFILE` El archivo no existe.

`ekFBIGNAME` El nombre del archivo excede la capacidad del buffer para almacenarlo.

`ekFNOFILES` No hay más archivos cuando recorremos un directorio. `bfile_dir_get`.

`ekFNOEMPTY` Se está tratando de eliminar un directorio no vacío. `hfile_dir_destroy`.

`ekFNOACCESS` No se puede acceder al archivo (posiblemente por falta de permisos).

`ekFLOCK` El archivo está siendo utilizado por otro proceso.

`ekFBIG` El archivo es muy grande. Puede aparecer en funciones que no puedan manejar archivos de más de 4Gb.

`ekFSEEKNEG` Posición negativa dentro de un archivo. Ver `bfile_seek`.

`ekFUNDEF` No hay más información acerca del error.

`ekFOK` No hay error.

enum perror_t

Códigos de error trabajando con procesos.

`ekPPIPE` Error en el canal de E/S estándar.

`ekPEXEC` Error al lanzar el proceso. Seguramente el comando es inválido.

`ekPOK` No hay error.

enum serror_t

Código de error en comunicaciones de red.

ekSNONET	No hay conexión a Internet en el dispositivo.
ekSNOHOST	No se puede conectar con el servidor remoto.
ekSTIMEOUT	Se ha excedido el tiempo máximo de espera por la conexión.
ekSSTREAM	Error en el canal E/S al leer o escribir.
ekSUNDEF	No hay más información acerca del error.
ekSOK	No hay error.

struct Date

Estructura pública que contiene los campos de una marca temporal (fecha + hora) para su acceso de forma directa.

```
struct Date
{
    int16_t year;
    uint8_t month;
    uint8_t wday;
    uint8_t mday;
    uint8_t hour;
    uint8_t minute;
    uint8_t second;
};
```

year	El año.
month	El mes (1-12). month_t.
wday	El día de la semana (0-6). week_day_t.
mday	El día del mes (1-31).
hour	La hora (0-23).
minute	El minuto (0-59).
second	El segundo (0-59).

struct Dir

Representa un directorio abierto, por el que se puede navegar. bfile_dir_open.

```
struct Dir;
```

struct File

Manejador de fichero en disco. bfile_open.

```
struct File;
```

struct Mutex

Mecanismo de exclusión mutua (**mutex**) utilizado para controlar el acceso concurrente a un recurso. *"Cerrojos"* (Página 185).

```
struct Mutex;
```

struct Proc

Representa un proceso en ejecución, con el que el programa principal puede comunicarse utilizando los canales E/S estándar. `bproc_exec`.

```
struct Proc;
```

struct DLib

Representa una librería cargada de forma dinámica en el proceso. `dlib_open`.

```
struct DLib;
```

struct Thread

Representa un hilo de ejecución, lanzado desde el proceso principal. `bthread_create`.

```
struct Thread;
```

struct Socket

Manejador de un *socket* o conexión en red. `bsocket_connect`.

```
struct Socket;
```

40.2. Funciones

FPtr_thread_main

Prototipo de function de inicio de una hebra de ejecución *(thread main)*. `bthread_create`.

```
uint32_t
(*FPtr_thread_main)(type *data);
```

data Datos pasados a la función *main* de la hebra.

Retorna:

El valor de retorno de la hebra.

osbs_start

Inicia la librería *osbs*, reservando espacio para las estructuras internas globales.

```
void
osbs_start(void);
```

osbs_finish

Finaliza la librería *osbs*, liberando el espacio de las estructuras internas globales.

```
void
osbs_finish(void);
```

osbs_platform

Obtiene el sistema operativo en el que está corriendo la aplicación.

```
platform_t
osbs_platform(void);
```

Retorna:

La plataforma.

osbs_windows

Obtiene la versión de Windows.

```
win_t
osbs_windows(void);
```

Retorna:

La versión de Microsoft Windows.

osbs_endian

Obtiene el *"Orden de bytes"* (Página 252) de la plataforma.

```
endian_t
osbs_endian(void);
```

Retorna:

El orden de bytes en tipos de datos multi-byte.

bproc_exec

Lanza un nuevo proceso.

```
Proc*
bproc_exec(const char_t *command,
           perror_t *error);
```

command — El comando a ejecutar (ruta y argumentos). p.e. `"ls -lh"` o `"C:\Programs\imgresize background.png -w640 -h480"`.

error — Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Manejador del proceso hijo que podemos utilizar para comunicarnos con él. Si la función falla, retorna `NULL`.

Observaciones:

"Ejemplos multi-procesamiento" (Página 178).

bproc_close

Cierra la comunicación con el proceso hijo y libera recursos.

```
void
bproc_close(Proc **proc);
```

proc — Manejador del proceso. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

Observaciones:

Si el proceso todavía se está ejecutando, esta función no lo finaliza. Solo cierra el canal de comunicación entre el padre y el hijo que continuarán ejecutándose de forma independiente. Como cualquier otro objeto, un proceso siempre debe cerrarse, incluso si ya ha terminado su ejecución. *"Ejemplos multi-procesamiento"* (Página 178).

bproc_cancel

Fuerza la finalización del proceso.

```
bool_t
bproc_cancel(Proc *proc);
```

proc Manejador del proceso.

Retorna:

`TRUE` si el proceso ha terminado. `FALSE` si no.

bproc_wait

Espera hasta que el proceso hijo finalice.

```
uint32_t
bproc_wait(Proc *proc);
```

proc Manejador del proceso.

Retorna:

El valor de retorno del proceso hijo o `UINT32_MAX` si hay algún error.

bproc_finish

Comprueba si el proceso hijo sigue en ejecución.

```
bool_t
bproc_finish(Proc *proc,
             uint32_t *code);
```

proc Manejador del proceso.

code El valor de salida del proceso (si ha terminado). Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el proceso hijo ha terminado, `FALSE` si no.

Observaciones:

Esta función retorna inmediatamente. No bloquea al proceso que la llama.

bproc_read

Lee datos desde la salida estándar del proceso (`stdout`).

```
bool_t
bproc_read(Proc *proc,
           byte_t *data,
           const uint32_t size,
           uint32_t *rsize,
           perror_t *error);
```

proc	Manejador del proceso.
data	Búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	El número de bytes máximos a leer (tamaño del buffer).
rsize	Recibe el número de bytes leídos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han leído datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

Esta función bloqueará al proceso padre hasta que el hijo escriba en su `stdout`. Si no hay datos en el canal y el hijo termina, retornará `FALSE` con `rsize = 0` y `error = ekPROC_SUCCESS`. *"Ejemplos multi-procesamiento"* (Página 178).

bproc_eread

Lee datos desde la salida de error del proceso (`stderr`).

```
bool_t
bproc_eread(Proc *proc,
            byte_t *data,
            const uint32_t size,
            uint32_t *rsize,
            perror_t *error);
```

proc	Manejador del proceso.
data	Búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	El número de bytes máximos a leer.
rsize	Recibe el número de bytes leídos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han leído datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

Esta función bloqueará al proceso padre hasta que el hijo escriba en su `stdout`. Si no hay datos en el canal y el hijo termina, retornará `FALSE` con `rsize = 0` y `error = ekPROC_SUCCESS`. *"Ejemplos multi-procesamiento"* (Página 178).

bproc_write

Escribe datos en el canal de entrada del proceso (`stdin`).

```
bool_t
bproc_write(Proc *proc,
            const byte_t *data,
            const uint32_t size,
            uint32_t *wsize,
            perror_t *error);
```

proc	Manejador del proceso.
data	Búfer que contiene los datos a escribir.
size	El número de bytes a escribir.
wsize	Recibe el número de bytes escritos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han escrito datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

Esta función bloqueará al proceso padre si no hay espacio en el búfer para completar la escritura. Cuando el proceso hijo lea si `stdin` y libere espacio, se completará la escritura y el proceso padre continuará su ejecución. *"Ejemplos multi-procesamiento"* (Página 178).

bproc_read_close

Cierra el canal `stdout` del proceso hijo.

```
bool_t
bproc_read_close(Proc *proc);
```

proc	Manejador del proceso.

Retorna:

`TRUE` si el canal se ha cerrado. `FALSE` si ya estaba cerrado.

Observaciones:

Esta función permite ignorar la salida del proceso hijo, previniendo bloqueos por la saturación del canal. *"Lanzando procesos"* (Página 177).

bproc_eread_close

Cierra el canal `stderr` del proceso hijo.

```
bool_t
bproc_eread_close(Proc *proc);
```

proc Manejador del proceso.

Retorna:

`TRUE` si el canal se ha cerrado. `FALSE` si ya estaba cerrado.

Observaciones:

Esta función permite ignorar la salida de errores del proceso hijo, previniendo bloqueos por la saturación del canal. *"Lanzando procesos"* (Página 177).

bproc_write_close

Cierra el canal `stdin` del proceso hijo.

```
bool_t
bproc_write_close(Proc *proc);
```

proc Manejador del proceso.

Retorna:

`TRUE` si el canal se ha cerrado. `FALSE` si ya estaba cerrado.

Observaciones:

Algunos procesos necesitan leer todo el contenido de `stdin` antes de comenzar el trabajo. Al cerrar el canal, el proceso hijo recibe la señal `EOF` *End-Of-File* en `stdin`. *"Lanzando procesos"* (Página 177).

bproc_exit

Termina el proceso actual (el que llama) y todos sus hijos de ejecución.

```
void
bproc_exit(const uint32_t code);
```

code El código de salida del proceso.

bthread_create

Crea un nuevo hilo de ejecución, que arranca en `thmain`.

```
Thread*
bthread_create(FPtr_thread_main thmain,
               type *data,
               type);
```

thmain — La función de inicio de la hebra *thread_main*. Se pueden pasar datos compartidos mediante el puntero *data*.

data — Datos pasados como parámetro a `thmain`.

type — Tipo de `data`.

Retorna:

Manejador de la hebra. Si la función falla, retorna `NULL`.

Observaciones:

El hilo se ejecutará en paralelo hasta que `thmain` retorne o se llame a `bthread_cancel`. *"Lanzando hebras"* (Página 181).

bthread_current_id

Retorna el identificador manejador de la hebra actual, es decir, la que está corriendo cuando se llama a esta función.

```
int
bthread_current_id(void);
```

Retorna:

Manejador de la hebra.

bthread_close

Cierra el manejador de la hebra y libera recursos.

```
void
bthread_close(Thread **thread);
```

thread — Manejador de la hebra. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

Observaciones:

Si el hilo todavía se está ejecutando, esta función no lo finaliza. Como cualquier otro objeto, un hilo siempre debe cerrarse, incluso si ya ha terminado su ejecución. *"Lanzando hebras"* (Página 181).

bthread_cancel

Fuerza la terminación del hilo especificado.

```
void
bthread_cancel(Thread *thread);
```

thread Manejador de la hebra.

Observaciones:

No es recomendable llamar a esta función. No se realizará una salida "limpia" del hilo. Si se encuentra dentro de una sección crítica, esta no será liberada. Tampoco de liberará la memoria dinámica reservada de forma privada por el hilo. La forma correcta de finalizar un hilo de ejecución es retornando de `thmain`. Pueden utilizarse variables compartidas (*"Exclusión mutua"* (Página 185)) para indicarle a un hilo que debe terminar de forma limpia.

bthread_wait

Detiene al hilo que llama a esta función hasta que `thread` termina su ejecución.

```
uint32_t
bthread_wait(Thread *thread);
```

thread Manejador de la hebra a la que debemos esperar.

Retorna:

El valor de retorno del hilo. Si ocurre algún error, retorna `UINT32_MAX`.

bthread_finish

Comprueba si la hebra sigue en ejecución.

```
bool_t
bthread_finish(Thread *thread,
               uint32_t *code);
```

thread Manejador de la hebra.

code El valor de retorno de la función *thmain* (si ha terminado). Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el hilo ha terminado, `FALSE` si no.

Observaciones:

Esta función retorna inmediatamente.

bthread_sleep

Suspende la ejecución de la hebra actual (la que llama a esta función) durante un número determinado de milisegundos.

```
void
bthread_sleep(const uint32_t milliseconds);
```

milliseconds Intervalo de tiempo (en milisegundos) que durará la suspensión.

Observaciones:

Realiza una suspensión "pasiva", donde ningún "bucle vacío" será ejecutado. El hilo es decartado por el *scheduler* y reactivado posteriormente.

bmutex_create

Crea un objeto de exclusión mutua que permite que varios hilos de ejecución compartan un mismo recurso, como una zona de memoria o archivo en disco, impidiendo que accedan al mismo tiempo.

```
Mutex*
bmutex_create(void);
```

Retorna:

El manejador de la exclusión mutua.

Observaciones:

"Hebras" (Página 180), *"Ejemplo multi-hilo"* (Página 182).

bmutex_close

Cierra el objeto de exclusión mutua y libera memoria.

```
void
bmutex_close(Mutex **mutex);
```

mutex El manejador de la exclusión mutua. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

Observaciones:

"Hebras" (Página 180), *"Ejemplo multi-hilo"* (Página 182).

bmutex_lock

Marca el inicio de una sección crítica, bloqueando el acceso a un recurso compartido. Si otro hilo intenta bloquear, será detenido hasta que el hilo actual llame a `bmutex_unlock`.

```
void
bmutex_lock(Mutex *mutex);
```

mutex El manejador de la exclusión mutua.

Observaciones:

"Hebras" (Página 180), *"Ejemplo multi-hilo"* (Página 182).

bmutex_unlock

Marca el final de una sección crítica, desbloqueando el acceso a un recurso compartido. Si otro hilo está esperando, se permitirá el acceso a su sección crítica y, por tanto, al recurso compartido.

```
void
bmutex_unlock(Mutex *mutex);
```

mutex El manejador de la exclusión mutua.

Observaciones:

Para evitar retrasos innecesarios, el tiempo entre `bmutex_lock` y `bmutex_unlock` debe ser lo más corto posible. Cualquier cálculo que la hebra pueda realizar en su espacio privado de memoria debe preceder a la llamada a `bmutex_lock`. *"Hebras"* (Página 180), *"Ejemplo multi-hilo"* (Página 182).

dlib_open

Carga una librería dinámica en tiempo de ejecución.

```
DLib*
dlib_open(const char_t *path,
          const char_t *libname);
```

```
DLib *lib = dlib_open(NULL, "myplugin");
// myplugin.dll          In Windows
// libmyplugin.so        In Linux
// libmyplugin.dylib     In macOS
```

path Directorio donde se encuentra la librería. Puede ser `NULL`.

libname Nombre de la librería. Debe ser el nombre "plano" sin prefijos, sufijos o extensiones propias de cada sistema operativo.

Retorna:

Puntero a la librería o `NULL` si no ha podido cargarla.

Observaciones:

Si `path` es `NULL` se seguirá la estrategia de búsqueda de librerías de cada sistema operativo. Ver *"Rutas de búsqueda de librerías"* (Página 186).

dlib_close

Cierra una librería previamente abierta con `dlib_open`.

```
void
dlib_close(DLib **dlib);
```

dlib Puntero a la librería. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

dlib_proc

Obtiene un puntero a un método de la librería.

```
type
dlib_proc(DLib *lib,
          const char_t *procname,
          type);
```

```
typedef uint32_t(*FPtr_add)(const uint32_t, const uint32_t);
FPtr_add func_add = dlib_proc(lib, "plugin_add", FPtr_add);
uint32_t ret = func_add(67, 44);
```

lib Librería.

procname Nombre del método.

type Tipo del método. Necesario para hacer la conversión desde un puntero genérico.

Retorna:

Puntero al método.

dlib_var

Obtiene un puntero a una variable de la librería.

```
type*
dlib_var(DLib *lib,
         const char_t *varname,
         type);
```

```
const V2Df *vzero = dlib_var(lib, "kV2D_ZEROf", V2Df);
```

lib Librería.

varname Nombre de la variable.

type Tipo de la variable.

Retorna:

Puntero a la variable.

bfile_dir_work

Obtiene el directorio de trabajo actual del proceso *(working dir)*. Es el directorio a partir del cual los *pathnames* relativos serán interpretados.

```
uint32_t
bfile_dir_work(char_t *pathname,
               const uint32_t size);
```

pathname Búfer donde se escribirá el directorio.

size Tamaño en bytes del búfer `pathname`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `pathname`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

"Filename y pathname" (Página 188)

bfile_dir_set_work

Cambia el directorio actual de la aplicación *(working dir)*. Los *pathname* relativos serán interpretados a partir de aquí.

```
bool_t
bfile_dir_set_work(const char_t *pathname,
                   ferror_t *error);
```

pathname El nombre del directorio.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el directorio de trabajo ha cambiado, `FALSE` si ha habido algún error.

Observaciones:

"Filename y pathname" (Página 188)

bfile_dir_home

Obtiene el directorio `home` del usuario actual.

```
uint32_t
bfile_dir_home(char_t *pathname,
               const uint32_t size);
```

pathname Búfer donde se escribirá el directorio.

size Tamaño en bytes del búfer `pathname`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `pathname`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

"Home y AppData" (Página 189)

bfile_dir_data

Obtiene el directorio *AppData* donde pueden guardarse datos de configuración de la aplicación.

```
uint32_t
bfile_dir_data(char_t *pathname,
               const uint32_t size);
```

pathname Búfer donde se escribirá el directorio.

size Tamaño en bytes del búfer `pathname`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `pathname`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

"Home y AppData" (Página 189)

bfile_dir_exec

Obtiene el *pathname* absoluto del ejecutable actual.

```
uint32_t
bfile_dir_exec(char_t *pathname,
               const uint32_t size);
```

```
char_t path[512];
bfile_dir_exec(path, 512);
path = "C:\Program Files\TheApp\theapp.exe"
```

pathname Búfer donde se escribirá el directorio.

size Tamaño en bytes del búfer `pathname`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `pathname`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

bfile_dir_tmp

Obtiene un directorio para guardar archivos temporales.

```
uint32_t
bfile_dir_tmp(char_t *pathname,
              const uint32_t size);
```

pathname Búfer donde se escribirá el directorio.

size Tamaño en bytes del búfer `pathname`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `pathname`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Cada sistema define alguna ruta para almacenar archivos temporales. Por ejemplo `/tmp/` en sistemas Linux/macOS o `C:\Users\USER\AppData\Local\Temp\` en Windows. Los archivos que se almacenen aquí pueden ser eliminados en cualquier momento por el sistema.

bfile_dir_create

Crea un nuevo directorio. Fallará si algún directorio intermedio de `pathname` no existe.

```
bool_t
bfile_dir_create(const char_t *pathname,
                 ferror_t *error);
```

pathname Nombre del directorio a crear, terminado en carácter nulo `'\0'`.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el directorio ha sido creado, `FALSE` si ha habido algún error.

Observaciones:

`hfile_dir_create` crea todos los directorios intermedios de una vez.

bfile_dir_open

Abre un directorio para navegar por su contenido. Después hay que utilizar `bfile_dir_get` para iterar. No se ordenan los *filename* bajo ningún criterio. Al finalizar, debes llamar a `bfile_dir_close`.

```
Dir*
bfile_dir_open(const char_t *pathname,
               ferror_t *error);
```

pathname Nombre del directorio, terminado en carácter nulo `'\0'`.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El manejador del directorio o `NULL` si se ha producido algún error.

bfile_dir_close

Cierra un directorio previamente abierto con `bfile_dir_open`.

```
void
bfile_dir_close(Dir **dir);
```

dir El manejador del directorio. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

bfile_dir_get

Obtiene los atributos del archivo actual cuando recorremos un directorio. Previamente hemos de abrir el directorio con `bfile_dir_open`.

```
bool_t
bfile_dir_get(Dir *dir,
              char_t *filename,
              const uint32_t size,
              file_type_t *type,
              uint64_t *fsize,
```

```
                Date *updated,
                ferror_t *error);
```

dir — Manejador del directorio abierto.

filename — Aquí se escribirá el nombre del archivo o sub-directorio, terminado en carácter nulo `'\0'` y sin incluir ninguna ruta. Puede ser `NULL`.

size — Tamaño en bytes del búfer `name`.

type — Obtiene el tipo de archivo. Puede ser `NULL`.

fsize — Obtiene el tamaño del archivo en bytes. Puede ser `NULL`.

updated — Obtiene la fecha de la última actualización del archivo. Puede ser `NULL`.

error — Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si los atributos del archivo han sido leidos correctamente. Cuando ya no quedan archivos por recorrer, retorna false `FALSE` con `error=ekFNOFILES`.

Observaciones:

Esta función avanzará al siguiente archivo dentro del directorio abierto después de obtener los datos del elemento actual. Si no hay suficiente espacio en `name`, retornará `FALSE` con `error=ekFBIGNAME` y no avanzará al siguiente fichero. Utiliza `hfile_dir_loop` para navegar por el contenido de un directorio más cómodamente.

bfile_dir_delete

Elimina un directorio. Fallará si el directorio no está completamente vacío. Utiliza `hfile_dir_destroy` para borrar completamente y de forma recursiva un directorio que pueda tener contenido.

```
bool_t
bfile_dir_delete(const char_t *pathname,
                 ferror_t *error);
```

pathname — Nombre del directorio, terminado en carácter nulo `'\0'`.

error — Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el directorio ha sido eliminado, `FALSE` si no.

bfile_create

Crea un nuevo archivo. Si previamente ya existía su contenido será borrado. El nuevo archivo será abierto para escritura.

```
File*
bfile_create(const char_t *pathname,
             ferror_t *error);
```

pathname Nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El manejador del archivo o `NULL` si se ha producido algún error.

bfile_open

Abre un archivo existente. No crea el archivo, si no existe la función fallará.

```
File*
bfile_open(const char_t *pathname,
           const file_mode_t mode,
           ferror_t *error);
```

pathname Nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.

mode Modo de apertura.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El manejador del archivo o `NULL` si se ha producido algún error.

bfile_close

Cierra un archivo previamente abierto con `bfile_create` o `bfile_open`.

```
void
bfile_close(File **file);
```

file Manejador del archivo. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

bfile_lstat

Obtiene los atributos de un archivo a través de su *pathname*.

```
bool_t
bfile_lstat(const char_t *pathname,
            file_type_t *type,
            uint64_t *fsize,
            Date *updated,
            ferror_t *error);
```

pathname	Nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.
type	Obtiene el tipo de archivo. Puede ser `NULL`.
fsize	Obtiene el tamaño del archivo en bytes. Puede ser `NULL`.
updated	Obtiene la fecha de la última actualización del archivo. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si ha funcionado correctamente, o `FALSE` si no.

bfile_fstat

Obtiene los atributos de un archivo a través de su manejador.

```
bool_t
bfile_fstat(File *file,
            file_type_t *type,
            uint64_t *fsize,
            Date *updated,
            ferror_t *error);
```

file	Manejador del archivo.
type	Obtiene el tipo de archivo. Puede ser `NULL`.
fsize	Obtiene el tamaño del archivo en bytes. Puede ser `NULL`.
updated	Obtiene la fecha de la última actualización del archivo. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si ha funcionado correctamente, o `FALSE` si no.

bfile_read

Lee datos desde un archivo abierto.

```
bool_t
bfile_read(File *file,
           byte_t *data,
           const uint32_t size,
           uint32_t *rsize,
           ferror_t *error);
```

file	Manejador del archivo.
data	Búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	El número de bytes máximos a leer.
rsize	Recibe el número de bytes leídos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si los datos se han leído correctamente. Si no hay más datos (final del fichero) retorna `FALSE` con `rsize = 0` y `error=ekFOK`.

Observaciones:

"File stream" (Página 239) implementa funciones de alto nivel para lectura/escritura en archivos.

bfile_write

Escribe datos en un archivo abierto.

```
bool_t
bfile_write(File *file,
            const byte_t *data,
            const uint32_t size,
            uint32_t *wsize,
            ferror_t *error);
```

file	Manejador del archivo.
data	Búfer que contiene los datos a escribir.
size	El número de bytes a escribir.
wsize	Recibe el número de bytes escritos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si los datos se han escrito, o `FALSE` si ha habido algún error.

Observaciones:

"File stream" (Página 239) implementa funciones de alto nivel para lectura/escritura en archivos.

bfile_seek

Mueve el puntero de un archivo a una nueva ubicación.

```
bool_t
bfile_seek(File *file,
           const int64_t offset,
           const file_seek_t whence,
           ferror_t *error);
```

file	Manejador del archivo.
offset	Número de bytes a desplazar el puntero. Puede ser negativo.
whence	Posición del puntero a partir de la cual se sumará `offset`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si ha funcionado correctamente, o `FALSE` si no.

Observaciones:

Retornará `FALSE` y `error` `ekFSEEKNEG` si la posición final del puntero es negativa. No es un error establecer un puntero de en una posición más allá del final del archivo. El tamaño del archivo no aumenta hasta que se escriba en él. Una operación de escritura aumenta el tamaño del archivo a la posición del puntero más el tamaño del búfer escrito. Los bytes intermedios quedarían indeterminados.

bfile_pos

Retorna la posición actual del puntero de archivo.

```
uint64_t
bfile_pos(const File *file);
```

file	Manejador del archivo.

Retorna:

Posición a partir de inicio del archivo.

bfile_delete

Elimina un fichero del sistema de archivos.

```
bool_t
bfile_delete(const char_t *pathname,
             ferror_t *error);
```

pathname Nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el archivo ha sido eliminado, o `FALSE` si ha ocurrido algún error.

bfile_rename

Renombra un fichero del sistema de archivos.

```
bool_t
bfile_rename(const char_t *current_pathname,
             const char_t *new_pathname,
             ferror_t *error);
```

current_pathname Nombre actual del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.

new_pathname Nuevo nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el archivo ha sido renombrado, o `FALSE` si ha ocurrido algún error.

bsocket_connect

Crea un socket cliente e intenta establecer una conexión con un servidor remoto.

```
Socket*
bsocket_connect(const uint32_t ip,
                const uint16_t port,
                const uint32_t timeout_ms,
                serror_t *error);
```

ip La dirección IPv4 32-bit del host remoto. `bsocket_str_ip`.

port El puerto de conexión.

timeout_ms Número máximo de milisegundos que esperará para establecer conexión. Si es `0` se esperará indefinidamente.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Manejador del socket, o `NULL` si la función falla.

Observaciones:

El proceso se bloqueará hasta que se obtenga respuesta desde el servidor o se cumpla el `timeout`. Ver *"Ejemplo Cliente/Servidor"* (Página 191).

bsocket_server

Crea un socket servidor.

```
Socket*
bsocket_server(const uint16_t port,
               const uint32_t max_connect,
               serror_t *error);
```

port	El puerto donde "escuchará" el servidor.
max_connect	El número máximo de conexiones que puede mantener en cola.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Manejador del socket, o `NULL` si la función falla.

Observaciones:

Las peticiones de los clientes se irán almacenando en una cola hasta que se reciba una llamada a `bsocket_accept`. Ver *"Ejemplo Cliente/Servidor"* (Página 191).

bsocket_accept

Acepta una conexión al servidor creado con `bsocket_server` e inicia la conversación con el cliente.

```
Socket*
bsocket_accept(Socket *socket,
               const uint32_t timeout_ms,
               serror_t *error);
```

socket	Manejador devuelto por `bsocket_server`.
timeout_ms	Número máximo de milisegundos que esperará para recibir la petición. Si es `0` se esperará indefinidamente.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Manejador del socket, o `NULL` si la función falla.

Observaciones:

El proceso se bloqueará hasta que se obtenga una petición por parte de un cliente o se cumpla el `timeout`. Ver *"Ejemplo Cliente/Servidor"* (Página 191).

bsocket_close

Cierra un socket previamente creado con `bsocket_connect`, `bsocket_server` o `bsocket_accept` .

```
void
bsocket_close(Socket **socket);
```

socket El manejador del socket. Será puesto a `NULL` tras el cierre.

bsocket_local_ip

Obtiene la dirección ip y el puerto local asociado al socket.

```
void
bsocket_local_ip(Socket *socket,
                 uint32_t *ip,
                 uint16_t *port);
```

socket Manejador del socket.

ip Dirección IP local.

port Puerto IP local.

bsocket_remote_ip

Obtiene la dirección ip y el puerto remoto asociado al otro interlocutor de la conexión.

```
void
bsocket_remote_ip(Socket *socket,
                  uint32_t *ip,
                  uint16_t *port);
```

socket Manejador del socket.

ip Dirección IP remota.

port Puerto IP remoto.

bsocket_read_timeout

Establece el tiempo máximo de espera de la función `bsocket_read`.

```
void
bsocket_read_timeout(Socket *socket,
                     const uint32_t timeout_ms);
```

socket	Manejador del socket.
timeout_ms	Número máximo de milisegundos que esperará hasta que el interlocutor escriba datos en el canal. Si es `0` se esperará indefinidamente.

bsocket_write_timeout

Establece el tiempo máximo de espera de la función `bsocket_write`.

```
void
bsocket_write_timeout(Socket *socket,
                      const uint32_t timeout_ms);
```

socket	Manejador del socket.
timeout_ms	Número máximo de milisegundos que esperará hasta que el interlocutor lea los datos y desbloqueé en el canal. Si es `0` se esperará indefinidamente.

bsocket_read

Lee datos desde el socket.

```
bool_t
bsocket_read(Socket *socket,
             byte_t *data,
             const uint32_t size,
             uint32_t *rsize,
             serror_t *error);
```

socket	Manejador del socket.
data	Búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	El número de bytes máximos a leer (tamaño del búfer).
rsize	Recibe el número de bytes leídos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han leído datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

El proceso se bloqueará hasta que el interlocutor escriba datos en el canal o venza el timeout. Ver `bsocket_read_timeout`.

bsocket_write

Escribe datos en el socket.

```
bool_t
bsocket_write(Socket *socket,
              const byte_t *data,
              const uint32_t size,
              uint32_t *wsize,
              serror_t *error);
```

socket	Manejador del socket.
data	Búfer que contiene los datos a escribir.
size	El número de bytes a escribir.
wsize	Recibe el número de bytes escritos realmente. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se han escrito datos. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

El proceso se bloqueará si el canal está lleno hasta que el interlocutor lea los datos y desbloqueé o venza el timeout. Ver `bsocket_write_timeout`.

bsocket_url_ip

Obtiene la dirección IPv4 de un host a partir de su url.

```
uint32_t
bsocket_url_ip(const char_t *url,
               serror_t *error);
```

```
uint32_t ip = bsocket_url_ip("www.google.com", NULL);
if (ip != 0)
{
    Socket *sock = bsocket_connect(ip, 80, NULL);
    ...
}
```

url	La url del host p.e, `www.google.com`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Valor de la dirección IPv4 del host o `0` si ha habido algún error.

bsocket_str_ip

Obtiene la dirección IPv4 a partir de una cadena tipo `"192.168.1.1"`.

```
uint32_t
bsocket_str_ip(const char_t *ip);
```

```
uint32_t ip = bsocket_str_ip("192.168.1.1");
Socket *sock = bsocket_connect(ip, 80, NULL);
    ...
}
```

ip La cadena con la IP.

Retorna:

Valor de la dirección IPv4 en formato binario 32bits.

bsocket_host_name

Obtiene el nombre del host.

```
const char_t*
bsocket_host_name(char_t *buffer,
                  const uint32_t size);
```

buffer Buffer para almacenar el nombre.

size Tamaño de `buffer`.

Retorna:

Puntero a la cadena `buffer`.

bsocket_host_name_ip

Obtiene el nombre del host a través de su IP.

```
const char_t*
bsocket_host_name_ip(uint32_t ip,
                     char_t *buffer,
                     const uint32_t size);
```

ip Valor de la dirección IPv4 en formato binario 32bits.

buffer Buffer para almacenar el nombre.

size Tamaño de `buffer`.

Retorna:

Puntero a la cadena `buffer`.

bsocket_ip_str

Obtiene la dirección IP en formato cadena de texto.

```
const char_t*
bsocket_ip_str(uint32_t ip,
               const char_t *ip);
```

ip Valor de la dirección IPv4 en formato binario 32bits.

ip La cadena con la IP.

Retorna:

Cadena tipo “192.168.1.1”.

Observaciones:

La cadena se devuelve en un búfer interno que será sobrescrito en la siguiente llamada. Hacer una copia de la cadena si necesitamos que sea persistente.

bsocket_hton2

Cambia el “endianness” de un valor de 16bits previamente a ser enviado por el socket *Host-to-Network*.

```
void
bsocket_hton2(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

```
uint16_t value = 45321;
byte_t dest[2];
bsocket_hton2(dest, (const byte_t*)&value);
bsocket_write(sock, dest, 2, NULL, NULL);
```

dest Búfer destino (al menos 2 bytes).

src Búfer (variable).

bsocket_hton4

Igual que `bsocket_hton2`, para valores de 4 bytes.

```
void
bsocket_hton4(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

dest Búfer destino (al menos 4 bytes).

src Búfer (variable).

bsocket_hton8

Igual que `bsocket_hton2`, para valores de 8 bytes.

```
void
bsocket_hton8(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

dest Búfer destino (al menos 8 bytes).

src Búfer (variable).

bsocket_ntoh2

Cambia el "endianness" de un valor de 16bits tras ser recibido por el socket *Network-to-Host*.

```
void
bsocket_ntoh2(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

```
byte_t src[2];
uint16_t value;
bsocket_read(sock, src, 2, NULL, NULL);
bsocket_ntoh2((byte_t*)&value, src);
// value = 45321
```

dest Búfer (variable) destino de 16bits.

src Búfer recibido por el socket.

bsocket_ntoh4

Igual que `bsocket_ntoh2`, para valores de 4 bytes.

```
void
bsocket_ntoh4(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

dest Búfer (variable) destino de 32bits.

src Búfer recibido por el socket.

bsocket_ntoh8

Igual que `bsocket_ntoh2`, para valores de 8 bytes.

```
void
bsocket_ntoh8(byte_t *dest,
              const byte_t *src);
```

dest Búfer (variable) destino de 64bits.

src Búfer recibido por el socket.

btime_now

Obtiene el número de micro-segundos trascurridos desde el 1 de Enero de 1970 UTC (Unix Time) hasta este preciso momento. Utiliza la diferencia entre instantes para saber el tiempo consumido por un proceso.

```
uint64_t
btime_now(void);
```

Retorna:

El número de micro-segundos transcurridos, es decir, el número de intervalos de 1/1000000 segundos.

Observaciones:

El instante inicial es el 1 de Enero de 1970 en sistemas Unix/Linux y el 1 de Enero de 1601 en Windows ya que es el primer año del ciclo Gregoriano en el que fue activado Windows NT. Esta función equipara ambos inicios, devolviendo siempre el tiempo Unix.

btime_date

Obtiene la fecha actual del sistema.

```
void
btime_date(Date *date);
```

date La fecha actual.

btime_to_micro

Convierte una fecha en Tiempo Unix.

```
uint64_t
btime_to_micro(const Date *date);
```

date La fecha a convertir.

Retorna:

El número de micro-segundos desde 1 de Enero de 1970 UTC.

btime_to_date

Transforma el Tiempo Unix en una fecha.

```
void
btime_to_date(const uint64_t micro,
              Date *date);
```

micro Número de micro-segundos desde el 1 de Enero de 1970 UTC.

date Fecha resultado.

log_printf

Escribe un mensaje en el *log*, con el formato del `printf`.

```
uint32_t
log_printf(const char_t *format,
           ...);
```

```
log_printf("Leaks of object '%s' (%d bytes)", object->name, object->size);
[12:34:23] Leaks of object 'String' (96 bytes)
```

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos.

log_output

Establece si el contenido del *log* será redirigido o no a la salida estándar.

```
void
log_output(const bool_t std,
           const bool_t err);
```

std Si `TRUE` las líneas se enviarán a la salida estándar `stdout`. Por defecto, `TRUE`.

err Si `TRUE` las líneas se enviarán a la salida de error `stderr`. Por defecto, `FALSE`.

log_file

Establece un archivo de destino, donde se escribirán las lineas del *log*.

```
void
log_file(const char_t *pathname);
```

pathname Nombre del archivo incluida su ruta absoluta o relativa. Si el archivo no existe será creado y si ya existe, las futuras líneas se añadirán el final del mismo. Si `NULL` se deshabilitará la escritura en archivo del *log*.

log_get_file

Obtiene el archivo actual asociado al *log*.

```
const char_t*
log_get_file(void);
```

Retorna:

El *pathname* absoluto del archivo.

Capítulo 41

Librería Core

41.1. Tipos y Constantes

DeclSt

Habilita macros para la comprobación de tipos en tiempo de compilación en *"Arrays"* (Página 207) y *"Sets"* (Página 217). Uso: `DeclSt(Type)` inmediatamente después de la definición del `struct Type`.

DeclPt

Igual que `DeclSt` para contenedores de punteros.

kSTDIN

Stream conectado a la entrada estándar `stdin`.

```
Stream* kSTDIN;
```

kSTDOUT

Stream conectado a la salida estándar `stdout`.

```
Stream* kSTDOUT;
```

kSTDERR

Stream conectado a la salida de errores `stderr`.

```
Stream* kSTDERR;
```

kDEVNULL

Stream de escritura nulo. Será ignorado todo el contenido que se mande por este canal.

```
Stream* kDEVNULL;
```

kDATE_NULL

Representa una fecha inválida.

```
Date kDATE_NULL;
```

enum core_event_t

Tipos de evento en la librería *core*.

ekEASSERT	Redirección de los *"Asserts"* (Página 161).
ekEFILE	Un archivo detectado mientras recorremos un directorio. `hfile_dir_loop`.
ekEENTRY	Entrada en un sub-directorio mientras recorremos un directorio. `hfile_dir_loop`.
ekEEXIT	Salida de un sub-directorio.

enum sstate_t

Estado en *"Streams"* (Página 238).

ekSTOK	Todo bien, no errores.
ekSTEND	No hay más datos en el canal.
ekSTCORRUPT	Los datos en el canal no son válidos o no se han leído correctamente.
ekSTBROKEN	Error en el canal de comunicación.

enum vkey_t

Códigos de teclado. Ver *"Uso del teclado"* (Página 355).

ekKEY_UNDEF

ekKEY_A

ekKEY_S

```
      ekKEY_D
      ekKEY_F
      ekKEY_H
      ekKEY_G
      ekKEY_Z
      ekKEY_X
      ekKEY_C
      ekKEY_V
ekKEY_BSLASH
      ekKEY_B
      ekKEY_Q
      ekKEY_W
      ekKEY_E
      ekKEY_R
      ekKEY_Y
      ekKEY_T
      ekKEY_1
      ekKEY_2
      ekKEY_3
      ekKEY_4
      ekKEY_6
      ekKEY_5
      ekKEY_9
      ekKEY_7
      ekKEY_8
      ekKEY_0
ekKEY_RCURLY
      ekKEY_O
```

```
ekKEY_U
ekKEY_LCURLY
ekKEY_I
ekKEY_P
ekKEY_RETURN
ekKEY_L
ekKEY_J
ekKEY_SEMICOLON
ekKEY_K
ekKEY_QUEST
ekKEY_COMMA
ekKEY_MINUS
ekKEY_N
ekKEY_M
ekKEY_PERIOD
ekKEY_TAB
ekKEY_SPACE
ekKEY_GTLT
ekKEY_BACK
ekKEY_ESCAPE
ekKEY_F17
ekKEY_NUMDECIMAL
ekKEY_NUMMULT
ekKEY_NUMADD
ekKEY_NUMLOCK
ekKEY_NUMDIV
ekKEY_NUMRET
ekKEY_NUMMINUS
```

```
      ekKEY_F18
      ekKEY_F19
ekKEY_NUMEQUAL
    ekKEY_NUM0
    ekKEY_NUM1
    ekKEY_NUM2
    ekKEY_NUM3
    ekKEY_NUM4
    ekKEY_NUM5
    ekKEY_NUM6
    ekKEY_NUM7
    ekKEY_NUM8
    ekKEY_NUM9
      ekKEY_F5
      ekKEY_F6
      ekKEY_F7
      ekKEY_F3
      ekKEY_F8
      ekKEY_F9
     ekKEY_F11
     ekKEY_F13
     ekKEY_F16
     ekKEY_F14
     ekKEY_F10
     ekKEY_F12
     ekKEY_F15
  ekKEY_PAGEUP
    ekKEY_HOME
```

ekKEY_SUPR
ekKEY_F4
ekKEY_PAGEDOWN
ekKEY_F2
ekKEY_END
ekKEY_F1
ekKEY_LEFT
ekKEY_RIGHT
ekKEY_DOWN
ekKEY_UP
ekKEY_LSHIFT
ekKEY_RSHIFT
ekKEY_LCTRL
ekKEY_RCTRL
ekKEY_LALT
ekKEY_RALT
ekKEY_INSERT
ekKEY_EXCLAM
ekKEY_MENU
ekKEY_LWIN
ekKEY_RWIN
ekKEY_CAPS
ekKEY_TILDE
ekKEY_GRAVE
ekKEY_PLUS

enum mkey_t

Teclas modificadoras.

ekMKEY_NONE

`ekMKEY_SHIFT`
`ekMKEY_CONTROL`
`ekMKEY_ALT`
`ekMKEY_COMMAND`

enum token_t

Tipos de *tokens* en `stm_read_token`.

`ekTSLCOM`	Comentario de una sola línea, que comienza por `//`.
`ekTMLCOM`	Comentario multi-línea, encerrado entre `/*` y `*/`.
`ekTSPACE`	Representa una serie de espacios en blanco (`' '`, `'\t'`, `'\v'`, `'\f'`, `'\r'`).
`ekTEOL`	Representa el carácter nueva línea (`'\n'`).
`ekTLESS`	Signo menor que `'<'`.
`ekTGREAT`	Signo mayor que `'>'`.
`ekTCOMMA`	Signo coma `','`.
`ekTPERIOD`	Signo punto `'.'`.
`ekTSCOLON`	Signo punto y coma `';'`.
`ekTCOLON`	Signo dos puntos `':'`.
`ekTOPENPAR`	Paréntesis de apertura `'('`.
`ekTCLOSPAR`	Paréntesis de cierre `')'`.
`ekTOPENBRAC`	Corchete de apertura `'['`.
`ekTCLOSBRAC`	Corchete de cierre `']'`.
`ekTOPENCURL`	Llave de apertura `'{'`.
`ekTCLOSCURL`	Llave de cierre `'}'`.
`ekTPLUS`	Signo más `'+'`.
`ekTMINUS`	Signo menos `'-'`.
`ekTASTERK`	Signo asterisco `'*'`.
`ekTEQUALS`	Signo igual `'='`.
`ekTDOLLAR`	Signo dolar.

ekTPERCEN	Signo porcentaje `'%'`.
ekTPOUND	Signo almohadilla `'#'`.
ekTAMPER	Signo *ampersand* `'&'`.
ekTAPOST	Signo apóstrofe `'''`.
ekTQUOTE	Signo comillas `'"'`.
ekTCIRCUM	Signo acento circunflejo `'^'`.
ekTTILDE	Signo tilde `'~'`.
ekTEXCLA	Signo exclamación `'!'`.
ekTQUEST	Signo interrogación `'?'`.
ekTVLINE	Signo barra vertical `'|'`.
ekTSLASH	Signo barra oblicua `'/'`.
ekTBSLASH	Signo barra invertida `'\'`.
ekTAT	Signo arroba `'@'`.
ekTINTEGER	Número entero. *"Números"* (Página 249).
ekTOCTAL	Número octal. *"Números"* (Página 249).
ekTHEX	Número hexadecimal. *"Números"* (Página 249).
ekTREAL	Número real. *"Números"* (Página 249).
ekTSTRING	Cadena de caracteres Unicode, entre comillas. *"Cadenas"* (Página 248).
ekTIDENT	Identificador. *"Identificadores"* (Página 247).
ekTUNDEF	Token desconocido.
ekTCORRUP	Error en el *"Streams"* (Página 238) de entrada.
ekTEOF	Final del *"Streams"* (Página 238). No hay más tokens.
ekTRESERVED	Palabras clave. Al ser de propósito general, el analizador no etiqueta ningún identificador como palabra reservada. Hay que hacerlo en fases posteriores al análisis.

enum dbindst_t

Valores de retorno en `dbind`.

ekDBIND_OK	Operación exitosa.

ekDBIND_MEMBER_EXISTS	El miembro de una estructura ya está registrado en DBind.
ekDBIND_TYPE_EXISTS	El tipo de dato ya está registrado en DBind.
ekDBIND_TYPE_USED	El tipo de dato que se quiere eliminar está en uso.
ekDBIND_ALIAS_SIZE	El tamaño de un tipo alias no coincide con el del tipo original.

struct Buffer

Bloque de memoria de propósito general, reservado dinámicamente. Una vez creado, ya no se puede redimensionar. *"Buffers"* (Página 205).

```
struct Buffer;
```

struct String

Cadena de caracteres UTF8 reservada dinámicamente. Son objetos "parcialmente mutables". La memoria reservada no puede crecer, pero se pueden sustituir caracteres siempre que no se desborde la capacidad inicial del buffer. *"Strings"* (Página 205).

```
struct String;
```

struct ArrSt

Array de registros. El tipo de objeto se indica entre paréntesis. *"Arrays"* (Página 207).

```
struct ArrSt;
```

struct ArrPt

Array de punteros. El tipo de objeto se indica entre paréntesis. *"Arrays (punteros)"* (Página 215).

```
struct ArrPt;
```

struct SetSt

Conjunto de registros. El tipo de objeto se indica entre paréntesis. *"Sets"* (Página 217).

```
struct SetSt;
```

struct SetPt

Conjunto de punteros. El tipo de objeto se indica entre paréntesis. *"Sets (punteros)"* (Página 223).

```
struct SetPt;
```

struct Stream

Canal genérico de entrada/salida, donde es posible leer y escribir datos con formato. *"Streams"* (Página 238).

```
struct Stream;
```

struct RegEx

Expresión regular. *"Expresiones regulares"* (Página 254).

```
struct RegEx;
```

struct Event

Contiene información referente a un evento. *"Eventos"* (Página 257).

```
struct Event;
```

struct KeyBuf

Búfer de teclado con el estado de cada tecla (pulsada/liberada). *"Búfer de teclado"* (Página 258).

```
struct KeyBuf;
```

struct Listener

Enlaza al generador y receptor de un eventos a través de una función *callback*. *"Eventos"* (Página 257).

```
struct Listener;
```

struct IListener

Interfaz C++ para utilizar miembros de clase como manejadores de eventos. *"Uso de C++"* (Página 45).

```
struct IListener;
```

struct DirEntry

Elemento de un directorio, obtenido mediante `hfile_dir_list`.

```
struct DirEntry
{
    String* name;
    file_type_t type;
    uint64_t size;
    Date date;
};
```

`name`	Nombre del archivo o subdirectorio, sin directorios intermedios.
`type`	Tipo de elemento.
`size`	Tamaño en bytes.
`date`	Fecha de la última modificación.

struct EvFileDir

Parámetros del evento `ekEFILE` y `ekEENTRY` durante la navegación automática por directorios. `hfile_dir_loop`.

```
struct EvFileDir
{
    const char_t* pathname;
    uint32_t level;
};
```

`pathname`	El camino parcial desde el parámetro `pathname` de `hfile_dir_loop`.
`level`	La profundidad del directorio desde `pathname`.

struct ResPack

Paquete de recursos que serán cargados conjuntamente. Utilizar `ResId` para acceder a un recurso concreto. *"Recursos"* (Página 99).

```
struct ResPack;
```

struct ResId

Identificador de un recurso. Son generados automáticamente por *nrc NAppGUI Resource Compiler*. *"Recursos"* (Página 99).

```
struct ResId;
```

struct Clock

Mide el tiempo transcurrido entre dos instantes dentro de la aplicación, con precisión de micro-segundos. También es útil para lanzar eventos a intervalos regulares de tiempo.

```
struct Clock;
```

41.2. Funciones

FPtr_remove

Libera la memoria de los campos de un objeto, pero no el objeto en sí mismo.

```
void
(*FPtr_remove)(type *obj);
```

obj Puntero al objeto cuyos campos deben ser liberados.

FPtr_event_handler

Manejador de evento. Son funciones `callback` que serán llamadas por el generador de un evento cuando este ocurra. *"Eventos"* (Página 257).

```
void
(*FPtr_event_handler)(type *obj,
                      Event *event);
```

obj Datos generales pasados como primer parámetro de la función.

event El evento.

FPtr_read

Crea un objeto a partir de datos leídos desde un *"Streams"* (Página 238).

```
type*
(*FPtr_read)(Stream *stream);
```

stream El canal E/S donde está serializado el objeto.

Retorna:

El objeto creado, deserializando los datos del stream.

FPtr_read_init

Similar a `FPtr_read` donde la memoria del objeto ya ha sido reservada, pero no inicializada.

```
void
(*FPtr_read_init)(Stream *stream,
                  type *obj);
```

stream El canal E/S donde está serializado el objeto.

obj El objeto cuyos campos hay que deserializar.

FPtr_write

Escribe un objeto en un *"Streams"* (Página 238).

```
void
(*FPtr_write)(Stream *stream,
              const type *obj);
```

stream El canal E/S donde serializar el objeto.

obj El objeto a escribir.

core_start

Inicia la librería *core*, reservando espacio para las estructuras internas globales. Internamente llama a `osbs_start`.

```
void
core_start(void);
```

core_finish

Finaliza la librería *core*, liberando el espacio de las estructuras internas globales. Internamente llama a `osbs_finish`.

```
void
core_finish(void);
```

heap_start_mt

Inicia una sección multi-hilo.

```
void
heap_start_mt(void);
```

Observaciones:

Ver *"Memoria múlti-hilo"* (Página 202).

heap_end_mt

Finaliza una sección multi-hilo.

```
void
heap_end_mt(void);
```

Observaciones:

Ver *"Memoria múlti-hilo"* (Página 202).

heap_verbose

Activa/desactiva del modo 'verbose' del auditor de memoria.

```
void
heap_verbose(bool_t verbose);
```

verbose `TRUE` para activar.

Observaciones:

Por defecto `FALSE`.

heap_stats

Activa/desactiva las estadísticas del auditor de memoria.

```
void
heap_stats(bool_t stats);
```

stats `TRUE` para activar.

Observaciones:

Por defecto `TRUE`.

heap_leaks

Retorna `TRUE` si existen fugas de memoria al acabar la ejecución.

```
bool_t
heap_leaks(void);
```

Retorna:

`TRUE` si existen fugas.

heap_malloc

Reserva un bloque de memoria con la alineación por defecto `sizeof(void*)`.

```
byte_t*
heap_malloc(const uint32_t size,
            const char_t *name);
```

```
byte_t *mem = heap_malloc(1024 * 768, "PixelBuffer");
...
heap_free(&mem, 1024 * 768, "PixelBuffer");
```

size Tamaño en bytes del bloque.

name Texto de referencia para el auditor.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Usa esta función para bloques genéricos. Para tipos utiliza `heap_new`.

heap_calloc

Igual que `heap_malloc`, pero inicializando el bloque con 0s.

```
byte_t*
heap_calloc(const uint32_t size,
            const char_t *name);
```

```
byte_t *mem = heap_calloc(256 * 256, "DrawCanvas");
/* mem = {0, 0, 0, 0, ..., 0}; */
...
heap_free(&mem, 256 * 256, "DrawCanvas");
```

size Tamaño en bytes del bloque.

name Texto de referencia para el auditor.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Usa esta función para bloques genéricos. Para tipos utiliza `heap_new`.

heap_realloc

Realoja un bloque de memoria existente debido a la expansión o reducción del mismo. Garantiza que se conserva el contenido previo del bloque `min(size, new_size)`. Intenta hacerlo sin mover memoria (in situ), pero si no es posible busca una nueva zona. También garantiza la alineación por defecto `sizeof(void*)` si hay que reservar un nuevo bloque.

```
byte_t*
heap_realloc(byte_t *mem,
             const uint32_t size,
             const uint32_t new_size,
             const char_t *name);
```

```
byte_t *mem = heap_malloc(64, "ArrayData");
...
mem = heap_realloc(mem, 64, 128, ArrayData);
...
heap_free(&mem, 128, "ArrayData");
```

mem	Puntero al bloque original a realojar.
size	Tamaño en bytes del bloque original `mem`.
new_size	Nuevo tamaño requerido, en bytes.
name	Texto de referencia para el auditor. Debe ser el mismo que el utilizado en `heap_malloc`.

Retorna:

Puntero al bloque realojado. Será el mismo que el puntero original `mem` si la reubicación "in-situ" ha tenido éxito. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

Observaciones:

Usa esta función para bloques genéricos. Para tipos utiliza `heap_realloc_n`.

heap_aligned_malloc

Reserva un bloque de memoria con alineación.

```
byte_t*
heap_aligned_malloc(const uint32_t size,
                    const uint32_t align,
                    const char_t *name);
```

```
byte_t *sse_data = heap_aligned_malloc(256 * 16, 16, "Vectors");
...
heap_free(&mem, 256 * 16, "Vectors");
```

size	Tamaño en bytes del bloque.
align	Alineación. Debe ser potencia de 2.
name	Texto de referencia para el auditor.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

heap_aligned_calloc

Igual que `heap_aligned_malloc`, pero inicializando el bloque con 0s.

```
byte_t*
heap_aligned_calloc(const uint32_t size,
                    const uint32_t align,
                    const char_t *name);
```

```
byte_t *sse_data = heap_aligned_calloc(256 * 16, 16, "Vectors");
/* see_data = {0, 0, 0, 0, ..., 0}; */
...
heap_free(&mem, 256 * 16, "Vectors");
```

size	Tamaño en bytes del bloque.
align	Alineación. Debe ser potencia de 2.
name	Texto de referencia para el auditor.

Retorna:

Puntero al nuevo bloque. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

heap_aligned_realloc

Igual que `heap_realloc`, pero garantizando la alineación de memoria.

```
byte_t*
heap_aligned_realloc(byte_t *mem,
                     const uint32_t size,
                     const uint32_t new_size,
                     const uint32_t align,
                     const char_t *name);
```

```
byte_t *sse_data = heap_aligned_malloc(256 * 16, 16, "Vectors");
...
sse_data = heap_aligned_realloc(sse_data, 256 * 16, 512 * 16, 16, "Vectors");
...
heap_free(&mem, 512 * 16, "Vectors");
```

mem	Puntero al bloque original a realojar.
size	Tamaño en bytes del bloque original `mem`.
new_size	Nuevo tamaño requerido, en bytes.
align	Alineación. Debe ser potencia de 2.
name	Texto de referencia para el auditor. Debe ser el mismo que el utilizado en `heap_aligned_malloc`.

Retorna:

Puntero al bloque realojado. Debe ser liberado con `heap_free` cuando ya no sea necesario.

heap_free

Libera la memoria apuntada por `mem`, previamente reservada por `heap_malloc`, `heap_realloc` o sus equivalentes con alineación.

```
void
heap_free(byte_t **mem,
          const uint32_t size,
          const char_t *name);
```

mem	Doble puntero al bloque a liberar. Será puesto a `NULL` tras la liberación.
size	Tamaño del bloque de memoria.
name	Texto de referencia para el auditor, debe ser el mismo que el utilizado en `heap_malloc`.

Observaciones:

Usa esta función para bloques de memoria genéricos. Para tipos utiliza `heap_delete`.

heap_new

Reserva memoria para un objeto. El puntero de retorno es convertido a `type`.

```
type*
heap_new(type);
```

```
MyAppCtrl *ctrl = heap_new(MyAppCtrl);
...
heap_delete(&ctrl, MyAppCtrl);
```

type	Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al objeto creado. Debe ser destruido por `heap_delete` cuando ya no sea necesario.

heap_new0

Igual que `heap_new`, pero inicializando el objeto con 0s.

```
type*
heap_new0(type);
```

```
MyAppModel *model = heap_new0(MyAppModel);
/* model = {0} */
...
heap_delete(&model, MyAppModel);
```

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al objeto creado. Debe ser destruido por `heap_delete` cuando ya no sea necesario.

heap_new_n

Reserva memoria para `n` objetos. El puntero de retorno es convertido a `type`.

```
type*
heap_new_n(const uint32_t n,
           type);
```

```
Car *cars = heap_new_n(10, Car);
...
heap_delete_n(&cars, 10, Car);
```

n Número de objetos a crear.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al array recién creado. Debe ser destruido por `heap_delete_n` cuando ya no sea necesario.

heap_new_n0

Igual que `heap_new_n`, pero inicializando el array con 0s.

```
type*
heap_new_n0(const uint32_t n,
            type);
```

```
Car *cars = heap_new_n0(10, Car);
/* cars = {0, 0, 0, ..., 0}; */
...
heap_delete_n(&cars, 10, Car);
```

n Número de objetos a crear.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al array recién creado. Debe ser destruido por `heap_delete_n` cuando ya no sea necesario.

heap_realloc_n

Realoja un array de objetos creados dinámicamente con `heap_new_n` o `heap_new_n0`. Garantiza que los objetos previos permanezcan inalterados `min(size, new_size)`.

```
type*
heap_realloc_n(type *mem,
               const uint32_t size,
               const uint32_t new_size,
               type);
```

```
Car *cars = heap_new_n(10, Car);
...
cars = heap_realloc_n(cars, 10, 20, Car);
/* cars[0]-[9] remains untouched. */
...
heap_delete_n(&cars, 20, Car);
```

mem Puntero al array a realojar.

size Número de elementos del array original `mem`.

new_size Nuevo tamaño requerido (en elementos).

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al array realojado. Debe ser destruido por `heap_delete_n` cuando ya no sea necesario.

heap_delete

Libera el objeto apuntado por `obj`, previamente reservado por `heap_new` o `heap_new0`.

```
void
heap_delete(type **obj,
            type);
```

obj Doble puntero al objeto a liberar. Será puesto a `NULL` tras la liberación.

type Tipo de objeto.

heap_delete_n

Libera `n` objetos apuntados por `obj`, previamente reservado por `heap_new_n`, `heap_new_n0` .

```
void
heap_delete_n(type **obj,
              const uint32_t n,
              type);
```

obj Doble puntero al array a liberar. Será puesto a `NULL` tras la liberación.

n Número de objetos a liberar, el mismo que en la reserva.

type Tipo de objeto.

heap_auditor_add

Añade un objeto opaco al auditor de memoria.

```
void
heap_auditor_add(const char_t *name);
```

name Nombre del objeto a añadir.

heap_auditor_delete

Libera un objeto opaco del auditor de memoria.

```
void
heap_auditor_delete(const char_t *name);
```

name Nombre del objeto a liberar.

buffer_create

Crea un nuevo búfer.

```
Buffer*
buffer_create(const uint32_t size);
```

size Tamaño del búfer en bytes.

Retorna:

El nuevo búfer.

buffer_with_data

Crea un nuevo búfer y lo inicializa.

```
Buffer*
buffer_with_data(const byte_t *data,
                 const uint32_t size);
```

data Datos para inicializar el búfer.

size Tamaño del búfer en bytes.

Retorna:

El nuevo búfer.

buffer_read

Lee un búfer desde un stream.

```
Buffer
buffer_read(Stream *stream);
```

stream Un *stream* de lectura.

Retorna:

El búfer.

buffer_destroy

Destruye el búfer.

```
void
buffer_destroy(Buffer **buffer);
```

buffer El búfer. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

buffer_size

Obtiene el tamaño del búfer.

```
uint32_t
buffer_size(const Buffer *buffer);
```

buffer Búfer.

Retorna:

El tamaño del búfer en bytes.

buffer_data

Obtiene un puntero al contenido del búfer.

```
byte_t*
buffer_data(Buffer *buffer);
```

buffer Búfer.

Retorna:

Puntero al contenido del búfer que puede ser utilizado para leer o escribir.

buffer_const

Obtiene un puntero *const* al contenido del búfer.

```
const byte_t*
buffer_const(const Buffer *buffer);
```

buffer Búfer.

Retorna:

Puntero al contenido del búfer que puede ser utilizado solo para leer.

buffer_write

Escribe un búfer en un stream.

```
void
buffer_write(Stream *stream,
             const Buffer *buffer);
```

stream Un *stream* de escritura.

buffer El búfer.

tc

Devuelve la cadena C interna en formato *"UTF-8"* (Página 166) contenida en el String.

```
const char_t*
tc(const String *str);
```

str El objeto string.

Retorna:

Puntero a la cadena C.

tcc

Devuelve la cadena C (no const) interna en formato *"UTF-8"* (Página 166) contenida en el String.

```
char_t*
tcc(String *str);
```

str El objeto string.

Retorna:

Puntero a la cadena C.

str_c

Crea un String a partir de una cadena C codificada en *"UTF-8"* (Página 166).

```
String*
str_c(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El objeto string.

str_cn

Crea un String copiando los primeros `n` bytes de una cadena C.

```
String*
str_cn(const char_t *str,
       const uint32_t n);
```

str Cadena C UTF8.

n El número de bytes a copiar.

Retorna:

El objeto string.

Observaciones:

En cadenas *"UTF-8"* (Página 166), el número de bytes no corresponde con el número de caracteres.

str_trim

Crea un String a partir de una cadena C recortando los espacios en blanco, tanto al principio como al final.

```
String*
str_trim(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El objeto string.

str_trim_n

Crea un String a partir a partir de los primeros `n` bytes de una cadena C recortando los espacios en blanco, tanto al principio como al final.

```
String*
str_trim_n(const char_t *str,
           const uint32_t n);
```

str Cadena C UTF8.

n El número de bytes a considerar de la cadena original. La copia puede contener 'n' o menos bytes, según la cantidad de blancos.

Retorna:

El objeto string.

str_copy

Crea un copia exacta del String.

```
String*
str_copy(const String *str);
```

str El objeto string original.

Retorna:

El objeto string copiado.

Observaciones:

Los Strings son un tipo especial de objeto mutable. Copiar implica crear un nuevo objeto y no incrementar un contador de referencias.

str_printf

Compone un String desde varios campos, utilizando el formato del `printf`.

```
String*
str_printf(const char_t *format,
           ...);
```

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El objeto string.

Observaciones:

El uso de esta función previene vulnerabilidades del tipo **buffer overflow**, asociadas a las clásicas funciones C como `strcpy`.

str_path

Igual que `str_printf`, pero considera que la cadena es un *pathname* y, por tanto, utiliza el separador conveniente según `platform`.

```
String*
str_path(const platform_t platform,
         const char_t *format,
         ...);
```

```
String *path = str_path(ekWINDOWS, "/%s/img/%s.png", tc(product->category), tc(
    ↪ product->name));
path = "\\camera\\img\\sony_a5000.png"
```

platform Plataforma para la que se crea el *pathname*.

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El objeto string.

str_cpath

Igual que `str_path`, pero considerando la plataforma donde está corriendo el programa.

```
String*
str_cpath(const char_t *format,
          ...);
```

```
String *path = str_cpath("/%s/img/%s.png", tc(product->category), tc(product->
    ↪ name));
path = "\\camera\\img\\sony_a5000.png"  // In Windows
path = "/camera/img/sony_a5000.png"     // In Unix-like
```

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El objeto string.

str_relpath

Calcula la ruta relativa a `path1` para llegar a `path2`. Es decir con `path1 + ret` obtendríamos la ruta absoluta a `path2`.

```
String*
str_relpath(const platform_t platform,
            const char_t *path1,
            const char_t *path2);
```

```
String *rel1 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data", "/home/fran/data/image/
    ↪ car.png");
String *rel2 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data/", "/home/fran/data/image/
    ↪ car.png");
String *rel3 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data", "/home/fran/other/image/
    ↪ car.png");
String *rel4 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data/", "/home/fran/other/image
    ↪ /car.png");
String *rel5 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data/images", "/usr/lib/libmy.a
    ↪ ");
String *rel6 = str_relpath(ekLINUX, "/home/fran/data/images/", "/usr/lib/libmy.
    ↪ a");
String *rel7 = str_relpath(ekWINDOWS, "/home/fran/data/images/", "/usr/lib/
    ↪ libmy.a");
str_equ(rel1, "/image/car.png") == TRUE
```

```
str_equ(rel2, "image/car.png") == TRUE
str_equ(rel3, "/../other/image/car.png") == TRUE
str_equ(rel4, "../other/image/car.png") == TRUE
str_equ(rel5, "/../../../../usr/lib/libmy.a") == TRUE
str_equ(rel6, "../../../../usr/lib/libmy.a") == TRUE
str_equ(rel7, "..\\..\\..\\..\\usr\\lib\\libmy.a") == TRUE
```

platform Plataforma para la que se calcula la ruta (para el separador de directorios).

path1 La ruta de origen.

path2 La ruta de destino.

Retorna:

El objeto string que contiene la ruta relativa.

str_crelpath

Calcula la ruta relativa a `path1` para llegar a `path2`.

```
String*
str_crelpath(const char_t *path1,
             const char_t *path2);
```

path1 La ruta de origen.

path2 La ruta de destino.

Retorna:

El objeto string que contiene la ruta relativa.

Observaciones:

Igual que `str_relpath`, pero utilizando el separador de directorios de la plataforma donde está corriendo el programa.

str_repl

Crea un String reemplazando un número indeterminado de sub-cadenas. El primer parámetro es la cadena original. Los siguiente pares indican la sub-cadena a buscar y la sub-cadena que debe sustituirla. El último parámetro debe ser `NULL`.

```
String*
str_repl(const char_t *str,
         ...);
```

```
String *str = str_repl("const Product **pr;", "const", "", "*", "", " ", "",
    ↪ NULL);
str = "Productpr;"
```

str Cadena original C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

... Número de parámetros variable, por pares. El primer elemento del par indica la sub-cadena a buscar en `str`. El segundo elemento la sustituta. El último valor debe ser `NULL`.

Retorna:

El objeto string.

str_reserve

Crea un String con n+1 bytes, pero sin asignarle ningún contenido.

```
String*
str_reserve(const uint32_t n);
```

n Número de bytes. Reserva espacio para uno más (el `'\n'`).

Retorna:

El objeto string. Su contenido será indeterminado (basura). Debe escribirse posteriormente.

str_fill

Crea un String repitiendo `n` veces un mismo carácter.

```
String*
str_fill(const uint32_t n,
         const char_t c);
```

n Número de caracteres.

c Carácter patrón.

Retorna:

El objeto string.

str_read

Crea un String leyendo su contenido de un `Stream` (de-serialización). El String ha debido ser escrito previamente por `str_write`.

```
String*
str_read(Stream *stream);
```

stream Un *stream* de lectura.

Retorna:

El objeto string.

Observaciones:

Es una operación **binaria**. El tamaño del string se deserializa primero.

str_write

Escribe un string en un *"Streams"* (Página 238) (serialización).

```
void
str_write(Stream *stream,
          String *str);
```

stream Un *stream* de escritura.

str El objeto string.

Observaciones:

Es una operación **binaria**. El tamaño del string se serializa primero. Utiliza `str_writef` para escribir solo el texto.

str_writef

Escribe en un *"Streams"* (Página 238) la cadena C contenida en el string.

```
void
str_writef(Stream *stream,
           String *str);
```

stream Un *stream* de escritura.

str El objeto string.

Observaciones:

Escribe únicamente el texto del *string*, **sin el carácter nulo `'0'`** final. Es equivalente a `stm_writef(stream, tc(str));` pero más eficiente, ya que no hay que calcular el tamaño de `str`.

str_copy_c

Copia la cadena C `src` en el búfer apuntado por `dest`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

```
void
str_copy_c(char_t *dest,
           const uint32_t size,
           const char_t *str);
```

dest Búfer de destino.

size Tamaño en bytes de `dest`.

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Es una operación segura. No se escribirán en `dest` más de `size` bytes y nunca se truncará un carácter. `dest` siempre acabará con el carácter nulo `'\0'`.

str_copy_cn

Copia en `dest` un máximo de `n` bytes de la cadena C UTF8 apuntada por `src`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

```
void
str_copy_cn(char_t *dest,
            const uint32_t size,
            const char_t *str,
            const uint32_t n);
```

dest Búfer de destino.

size Tamaño en bytes de `dest`.

str Cadena C UTF8.

n Máximo número de bytes a copiar en `dest`.

Observaciones:

Es una operación segura. No se escribirán en `dest` más de `n` bytes y nunca se truncará un carácter. `dest` siempre acabará con el carácter nulo `'\0'`.

str_cat

Concatena dinámicamente el contenido de `src` en `dest`.

```
void
str_cat(String **dest,
        const char_t *src);
```

**dest	Objeto *string* de origen y destino.
src	Cadena C UTF8 a concatenar.

Observaciones:

Esta operación implica reasignar memoria dinámica. Para componer textos largos es más eficiente utilizar `Stream`.

str_cat_c

Concatena el contenido de `src` en `dest`. El carácter nulo en `dest` será sobrescrito por el primer carácter de `src`.

```
void
str_cat_c(char_t *dest,
          const uint32_t size,
          const char_t *src);
```

dest	Cadena C UTF8 de origen y destino.
size	Tamaño en bytes de `dest`.
src	Cadena C UTF8 a concatenar.

Observaciones:

Es una operación segura. No se escribirán en `dest` más de `size` bytes y nunca se truncará un carácter. `dest` siempre acabará con el carácter nulo `'\0'`.

str_upd

Cambia el contenido de un *string* por otro.

```
void
str_upd(String **str,
        const char_t *new_str);
```

```
// Equivalent code
String *str = ..original content..
String *temp = str_c(new_str);
str_destroy(&str);
str = temp;
temp = NULL;
```

str	Objeto *string* destino. El contenido original será borrado.
new_str	Cadena C UTF8 que sustituirá a la original.

str_destroy

Destruye un objeto *string*.

```
void
str_destroy(String **str);
```

str El objeto string. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

str_destopt

Destruye un objeto *string* si su contenido no es `NULL` (destructor opcional).

```
void
str_destopt(String **str);
```

str El objeto string. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

str_len

Retorna el tamaño en bytes de un string.

```
uint32_t
str_len(const String *str);
```

str Objeto string.

Retorna:

El número de bytes, sin incluir el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

En cadenas *"UTF-8"* (Página 166) el número de bytes no es el mismo que el caracteres. `str_nchars`.

str_len_c

Retorna el tamaño en bytes de una cadena C UTF8.

```
uint32_t
str_len_c(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El número de bytes, sin incluir el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

En cadenas *"UTF-8"* (Página 166) el número de bytes no es el mismo que el caracteres. `unicode_nchars`.

str_nchars

Retorna el número de caracteres de un objeto string.

```
uint32_t
str_nchars(const String *str);
```

str Objeto string.

Retorna:

El número de caracteres, sin incluir el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

En cadenas *"UTF-8"* (Página 166) el número de bytes no es el mismo que el caracteres.

str_prefix

Localiza el inicio común de dos cadenas.

```
uint32_t
str_prefix(const char_t *str1,
           const char_t *str2);
```

str1 Primera cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

str2 Segunda cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El número de bytes que son idénticos al comienzo de ambas cadenas.

str_is_prefix

Comprueba si una cadena es prefijo de otra.

```
bool_t
str_is_prefix(const char_t *str,
              const char_t *prefix);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

prefix Prefijo de `str` terminado en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si `preffix` es prefijo de `str`.

str_is_sufix

Comprueba si una cadena es sufijo de otra.

```
bool_t
str_is_sufix(const char_t *str,
             const char_t *sufix);
```

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

sufix Sufijo de `str` terminado en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si `sufix` es sufijo de `str`.

str_scmp

Compara alfabéticamente dos strings.

```
int
str_scmp(const String *str1,
         const String *str2);
```

str1 Primer string.

str2 Segundo string.

Retorna:

Resultado de la comparación.

str_cmp

Compara alfabéticamente un string con una cadena C UTF8.

```
int
str_cmp(const String *str1,
        const char_t *str2);
```

str1 Objeto string.

str2 Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

Resultado de la comparación.

str_cmp_c

Compara alfabéticamente dos cadenas C UTF8 terminadas en carácter nulo `'\0'`.

```
int
str_cmp_c(const char_t *str1,
          const char_t *str2);
```

str1 Primera cadena C UTF8.

str2 Segunda cadena C UTF8.

Retorna:

Resultado de la comparación.

str_cmp_cn

Compara alfabéticamente los primeros `n` bytes de dos cadenas C UTF8 terminadas en carácter nulo `'\0'`.

```
int
str_cmp_cn(const char_t *str1,
           const char_t *str2,
           const uint32_t n);
```

str1 Primera cadena C UTF8.

str2 Segunda cadena C UTF8.

n Máximo número de bytes a comparar.

Retorna:

Resultado de la comparación.

Observaciones:

Es una operación segura. Si alguna de las dos cadenas llega al final antes de llegar a `n` bytes, la comparación termina.

str_empty

Comprueba si un string está vacío (`str->data[0] == '\0'`).

```
bool_t
str_empty(const String *str);
```

str Objeto string.

Retorna:

`TRUE` si está vacío o es `NULL`.

str_empty_c

Comprueba si una cadena C UTF8 está vacía (`str[0] == '\0'`).

```
bool_t
str_empty_c(const char_t *str);
```

str Cadena C UTF8.

Retorna:

`TRUE` si está vacía o es `NULL`.

str_equ

Comprueba si el contenido de un string es igual a una cadena C.

```
bool_t
str_equ(const String *str1,
        const char_t *str2);
```

str1 Objeto string.

str2 Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si son iguales.

str_equ_c

Comprueba si dos cadenas C UTF8 son iguales.

```
bool_t
str_equ_c(const char_t *str1,
          const char_t *str2);
```

str1 Primera cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

str2 Segunda cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si son iguales.

str_equ_cn

Comprueba si los primeros bytes de dos cadenas C UTF8 son iguales.

```
bool_t
str_equ_cn(const char_t *str1,
           const char_t *str2,
           const uint32_t n);
```

str1 Primera cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

str2 Segunda cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

n Primeros 'n' bytes a comparar.

Retorna:

`TRUE` si son iguales.

Observaciones:

Si se alcanza '\0' en alguna de las dos cadenas, se devolverá `TRUE`.

str_equ_nocase

Comprueba si dos cadenas C UTF8 son iguales, ignorando mayúsculas o minúsculas.

```
bool_t
str_equ_nocase(const char_t *str1,
               const char_t *str2);
```

str1 Primera cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

str2 Segunda cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si son iguales.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127).

str_equ_end

Comprueba la terminación de una cadena.

```
bool_t
str_equ_end(const char_t *str,
            const char_t *end);
```

str Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

end Cadena C UTF8 con la terminación.

Retorna:

`TRUE` si `str` acaba en `end`.

str_upper

Cambia los letras minúsculas por mayúsculas.

```
void
str_upper(String *str);
```

str Objeto string.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127). La cadena original cambiará, pero no los requisitos de memoria.

str_lower

Cambia los letras mayúsculas por minúsculas.

```
void
str_lower(String *str);
```

str Objeto string.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127). La cadena original cambiará, pero no los requisitos de memoria.

str_upper_c

Convierte una cadena a mayúsculas.

```
void
str_upper_c(char_t *dest,
            const uint32_t size,
            const char_t *str);
```

dest Búfer destino.

size Tamaño en bytes del búfer destino.

str Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127).

str_lower_c

Convierte una cadena a minúsculas.

```
void
str_lower_c(char_t *dest,
            const uint32_t size,
            const char_t *str);
```

dest	Búfer destino.
size	Tamaño en bytes del búfer destino.
str	Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127).

str_subs

Cambia todas las instancias de un carácter por otro.

```
void
str_subs(String *str,
         const char_t replace,
         const char_t with);
```

```
String *str = str_c("customer.service.company.com");
str_subs(str, '.', '_');
str_uppercase(str);
str="CUSTOMER_SERVICE_COMPANY_COM"
```

str	Objeto string.
replace	Carácter a reemplazar.
with	Carácter de reemplazo.

Observaciones:

Solo se consideran caracteres US-ASCII (0-127). La cadena original cambiará, pero no los requisitos de memoria.

str_repl_c

Cambia todas las instancias de una subcadena por otra.

```
void
str_repl_c(String *str,
           const char_t *replace,
           const char_t *with);
```

str	Objeto string.
replace	Subcadena a reemplazar.
with	Subcadena de reemplazo.

Observaciones:

Las subcadenas `replace` y `with` deben tener el mismo tamaño, de lo contrario se producirá un *"Asserts"* (Página 161). Utiliza `str_repl` para el caso general.

str_str

Busca una subcadena dentro de otra de mayor tamaño.

```
const char_t*
str_str(const char_t *str,
        const char_t *substr);
```

str	Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.
substr	Subcadena a buscar acabada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

Puntero a la primera ocurrencia de `substr` en `str` o `NULL` si no existe ninguna.

str_split

Divide una cadena en dos, utilizando la primera ocurrencia de una subcadena.

```
bool_t
str_split(const char_t *str,
          const char_t *substr,
          String **left,
          String **right);
```

```
const char_t *str = "one::two";
String *str1, *str2, *str3;
bool_t ok1, ok2;
ok1 = str_split(str, "::", &str1, &str2);
ok2 = str_split(tc(str1), "::", NULL, &str3);
```

```
str1 = "one"
str2 = "two"
str3 = ""
ok1 = TRUE
ok2 = FALSE
```

str	Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.
substr	Subcadena a buscar.
left	Subcadena izquierda. Será igual a `str` si `substr` no existe. El parámetro puede ser `NULL` si no es necesario.
right	Subcadena derecha. Será igual a `""` si `substr` no existe. El parámetro puede ser `NULL` si no es necesario.

Retorna:

`TRUE` si `substr` existe en `str`.

Observaciones:

En caso no de no ser `NULL`, `left` y `right` siempre devolverán una cadena válida, aunque sea vacía.

str_split_trim

Igual que `str_split` pero eliminando todos los espacios en blanco al principio y final de `left` y `right`.

```
bool_t
str_split_trim(const char_t *str,
               const char_t *substr,
               String **left,
               String **right);
```

str	Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.
substr	Subcadena a buscar.
left	Subcadena izquierda.
right	Subcadena derecha.

Retorna:

`TRUE` si `substr` existe en `str`.

Observaciones:

En caso no de no ser `NULL`, `left` y `right` siempre devolverán una cadena válida, aunque sea vacía.

str_splits

Divide una cadena en varias, utilizando una subcadena como separador.

```
ArrPt(String)*
str_splits(const char_t *str,
           const char_t *substr,
           const bool_t trim,
           const bool_t add_empty);
```

```
// strs will be a 0-size array
const char_t *str = "||  ||  ||";
ArrPt(String) *strs = str_splits(str, "|", TRUE, FALSE);

// strs will be a 7-size array of empty strings
const char_t *str = "||  ||  ||";
ArrPt(String) *strs = str_splits(str, "|", TRUE, TRUE);
```

str	Cadena C UTF8 acabada en carácter nulo `'\0'`.
substr	Subcadena a buscar (separador). Puede ser `NULL`.
trim	Si `TRUE`, las subcadenas eliminarán espacios en blanco al inicio y final.
add_empty	Si `TRUE`, se añadirán al resultado las cadenas vacías.

Retorna:

Array con las subcadenas encontradas. Debe ser destruido con `arrpt_destroy(&array, str_destroy, String)`.

Observaciones:

Primero se aplica `trim` y después `add_empty`.

str_split_pathname

Divide un *pathname* en `path` y `file` *"Filename y pathname"* (Página 188).

```
void
str_split_pathname(const char_t *pathname,
                   String **path,
                   String **file);
```

```
String *path, *name, *name2;
str_split_pathname("C:\\Users\\john\\Desktop\\image.png", &path, &name);
str_split_pathname(tc(path), NULL, name2);
```

```
path = "C:\\Users\\john\\Desktop"
name = "image.png"
name2 = "Desktop"
```

pathname Pathname de entrada.

path Ruta de directorios. El parámetro puede ser `NULL` si no es necesario.

file Nombre de archivo o directorio final. El parámetro puede ser `NULL` si no es necesario.

str_split_pathext

Igual que `str_split_pathname` pero extrayendo también la extensión del archivo.

```
void
str_split_pathext(const char_t *pathname,
                  String **path,
                  String **file,
                  String **ext);
```

```
String *path, *name, *ext;
str_split_pathext("C:\\Users\\john\\Desktop\\image.png", &path, &name, &ext);
path = "C:\\Users\\john\\Desktop"
name = "image"
ext = "png"
```

pathname Pathname de entrada.

path Parte `path` de la ruta.

file Parte `file` de la ruta.

ext Extensión del archivo.

str_filename

Retorna la parte final de un *pathname*. *"Filename y pathname"* (Página 188).

```
const char_t*
str_filename(const char_t *pathname);
```

```
const char_t *name = str_filename("C:\\Users\\john\\Desktop\\image.png");
name = "image.png"
```

pathname Pathname de entrada.

Retorna:

El último tramo de una ruta de directorios.

str_filext

Retorna la extensión del archivo, a partir de un *pathname*. *"Filename y pathname"* (Página 188).

```
const char_t*
str_filext(const char_t *pathname);
```

```
const char_t *ext = str_fileext("C:\\Users\\john\\Desktop\\image.png");
ext = "png"
```

pathname Pathname de entrada.

Retorna:

La extensión del archivo.

str_find

Busca una cadena en un array.

```
uint32_t
str_find(const ArrPt(String) *array,
         const char_t *str);
```

array El array.

str La cadena a buscar.

Retorna:

La posición de la cadena o `UINT32_MAX` si no existe.

str_to_i8

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
int8_t
str_to_i8(const char_t *str,
          const uint32_t base,
          bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

base Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_i16

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
int16_t
str_to_i16(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str	Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.
base	Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).
error	Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_i32

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
int32_t
str_to_i32(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str	Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.
base	Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).
error	Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_i64

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
int64_t
str_to_i64(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str	Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.
base	Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).
error	Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_u8

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
uint8_t
str_to_u8(const char_t *str,
          const uint32_t base,
          bool_t *error);
```

str	Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.
base	Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).
error	Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_u16

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
uint16_t
str_to_u16(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

base Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_u32

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
uint32_t
str_to_u32(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

base Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_u64

Convierte una cadena de texto en un entero.

```
uint64_t
str_to_u64(const char_t *str,
           const uint32_t base,
           bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

base Base numérica: 8 (octal), 10 (decimal), 16 (hexadecimal).

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0 con `error=TRUE`.

str_to_r32

Convierte una cadena de texto en un real.

```
real32_t
str_to_r32(const char_t *str,
           bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0.0 con `error=TRUE`.

str_to_r64

Convierte una cadena de texto en un real.

```
real64_t
str_to_r64(const char_t *str,
           bool_t *error);
```

str Cadena de texto, terminada en carácter nulo `'\0'`.

error Obtiene `TRUE` si hay algún error en la conversión. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El valor numérico.

Observaciones:

Si la cadena es errónea o el valor está fuera de rango, devuelve 0.0 con `error=TRUE`.

arrst_create

Crea un array vacío.

```
ArrSt(type)*
arrst_create(type);
```

type Tipo de objeto.

Retorna:

El nuevo array.

Observaciones:

Ver *"Crear arrays"* (Página 208).

arrst_copy

Crea una copia de un array.

```
ArrSt(type)*
arrst_copy(const ArrSt(type) *array,
           FPtr_scopy func_copy,
           type);
```

array El array original.

func_copy Función que debe copiar los campos de cada objeto.

type Tipo de objeto.

Retorna:

La copia del array original.

Observaciones:

La función de copia debe asignar memoria a los campos que lo requieran, pero NO al objeto en sí mismo. Si pasamos `NULL`, se realizará una copia byte a byte del objeto original, lo que puede suponer un riesgo de integridad si los elementos del array contienen objetos `String` o de otro tipo que necesiten memoria dinámica. Ver *"Copia de arrays"* (Página 210).

arrst_read

Crea un array leyendo su contenido de un *"Streams"* (Página 238).

```
ArrSt(type)*
arrst_read(Stream *stream,
           FPtr_read_init func_read,
           type);
```

stream — Un *stream* de lectura.

func_read — Función para inicializar un objeto a partir de los datos obtenidos de un stream. Esta función no debe reservar memoria para el propio objeto (el contenedor ya lo hace).

type — Tipo de objeto.

Retorna:

El array leído.

Observaciones:

Ver *"Serialización de arrays"* (Página 211).

arrst_destroy

Destruye un array y todos sus elementos.

```
void
arrst_destroy(ArrSt(type) **array,
              FPtr_remove func_remove,
              type);
```

array — El array. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

func_remove — Función que debe liberar la memoria asociada a los campos del objeto, pero no el objeto en si mismo. Si es `NULL` se liberará solo el array y no el contenido interno de los elementos.

type — Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Crear arrays"* (Página 208).

arrst_destopt

Destruye un array y todos sus elementos, siempre y cuando el objeto array no sea `NULL`.

```
void
arrst_destopt(ArrSt(type) **array,
              FPtr_remove func_remove,
              type);
```

array	El array.
func_remove	Ver `arrst_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrst_clear

Borra el contenido del array, sin destruir el contenedor que quedará con cero elementos.

```
void
arrst_clear(ArrSt(type) *array,
            FPtr_remove func_remove,
            type);
```

array	El array.
func_remove	Función 'remove'. Ver `arrst_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrst_write

Escribe un array en un *"Streams"* (Página 238).

```
void
arrst_write(Stream *stream,
            const ArrSt(type) *array,
            FPtr_write func_write,
            type);
```

stream	Un *stream* de escritura.
array	El array.
func_write	Función que escribe el contenido de un elemento en un stream.
type	Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Serialización de arrays"* (Página 211).

arrst_size

Obtiene el número de elementos en un array.

```
uint32_t
arrst_size(const ArrSt(type) *array,
           type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Número de elementos.

arrst_get

Obtiene un puntero al elemento en la posición `pos`.

```
type*
arrst_get(ArrSt(type) *array,
          const uint32_t pos,
          type);
```

array El array.

pos Posición o índice del elemento.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_get_const

Obtiene un puntero const al elemento en la posición `pos`.

```
const type*
arrst_get_const(const ArrSt(type) *array,
                const uint32_t pos,
                type);
```

array El array.

pos Posición o índice del elemento.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_first

Obtiene un puntero al primer elemento del array.

```
type*
arrst_first(ArrSt(type) *array,
            type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_first_const

Obtiene un puntero const al primer elemento del array.

```
const type*
arrst_first_const(const ArrSt(type) *array,
                  type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_last

Obtiene un puntero al último elemento del array.

```
type*
arrst_last(ArrSt(type) *array,
           type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_last_const

Obtiene un puntero const al último elemento del array.

```
const type*
arrst_last_const(const ArrSt(type) *array,
                 type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_all

Obtiene un puntero a la memoria interna del array, que da acceso directo a todos los elementos.

```
type*
arrst_all(ArrSt(type) *array,
          type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero base. Incrementándolo uno a uno iteraremos sobre los elementos.

Observaciones:

Utiliza `arrst_foreach` para iterar sobre los elementos de forma más segura y elegante.

arrst_all_const

Obtiene un puntero const a la memoria interna del array, que da acceso directo a todos los elementos.

```
const type*
arrst_all_const(const ArrSt(type) *array,
                type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero base. Incrementándolo uno a uno iteraremos sobre los elementos.

Observaciones:

Utiliza `arrst_foreach_const` para iterar sobre los elementos de forma más segura y elegante.

arrst_new

Reserva espacio para un elemento al final del array.

```
type*
arrst_new(ArrSt(type) *array,
          type);
```

```
// arrst_new avoids the copy
Product *product = arrst_new(array, Product);
i_init_product(product, ...);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento añadido.

Observaciones:

Es ligeramente más rápido que `arrst_append`, especialmente con elementos grandes, ya que evita copiar el contenido del objeto. El contenido inicial de la memoria es indeterminado.

arrst_new0

Reserva espacio para un elemento al final del array y lo inicializa a 0.

```
type*
arrst_new0(ArrSt(type) *array,
           type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento añadido.

Observaciones:

Igual que `arrst_new` pero inicializando toda la memoria a 0.

arrst_new_n

Reserva espacio para varios elementos al final del array.

```
type*
arrst_new_n(ArrSt(type) *array,
            const uint32_t n,
            type);
```

array El array.

n Número de elementos a añadir.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento añadido.

Observaciones:

Igual que `arrst_new` pero reservando varios elementos en la misma llamada. El contenido inicial de la memoria es indeterminado.

arrst_new_n0

Reserva espacio para varios elementos al final del array, e inicializa la memoria a 0.

```
type*
arrst_new_n0(ArrSt(type) *array,
             const uint32_t n,
             type);
```

array El array.

n Número de elementos a añadir.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento añadido.

Observaciones:

Igual que `arrst_new_n` pero pero inicializando toda la memoria a 0.

arrst_prepend_n

Reserva espacio para varios elemento al principio del array. El resto de elementos serán desplazados a la derecha.

```
type*
arrst_prepend_n(ArrSt(type) *array,
                const uint32_t n,
                type);
```

array El array.

n Número de elementos a insertar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento insertado.

Observaciones:

El contenido inicial de la memoria es indeterminado.

arrst_insert_n

Reserva espacio para varios elementos en una posición arbitraria del array.

```
type*
arrst_insert_n(ArrSt(type) *array,
               const uint32_t pos,
               const uint32_t n,
               type);
```

array El array.

pos Posición donde será insertado. El actual elemento en `pos` y siguientes serán desplazados a la derecha.

n Número de elementos a insertar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento insertado.

Observaciones:

El contenido inicial de la memoria es indeterminado.

arrst_insert_n0

Reserva espacio para varios elementos en una posición arbitraria del array, e inicializa la memoria a 0.

```
type*
arrst_insert_n0(ArrSt(type) *array,
                const uint32_t pos,
                const uint32_t n,
                type);
```

array El array.

pos Posición donde será insertado. El actual elemento en `pos` y siguientes serán desplazados a la derecha.

n Número de elementos a insertar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento insertado.

Observaciones:

Igual que `arrst_insert_n` pero pero inicializando toda la memoria a 0.

arrst_append

Añade un elemento al final del array.

```
void
arrst_append(ArrSt(type) *array,
             type value,
             type);
```

array El array.

value Elemento a añadir.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Utilizar `arrst_new` si es posible.

arrst_prepend

Inserta un elemento al inicio del array. El resto de elementos serán desplazados a la derecha.

```
void
arrst_prepend(ArrSt(type) *array,
              type value,
              type);
```

array El array.

value Elemento a insertar.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Utilizar `arrst_prepend_n` si es posible.

arrst_insert

Inserta un elemento en una posición arbitraria del array.

```
void
arrst_insert(ArrSt(type) *array,
             const uint32_t pos,
             type value,
             type);
```

array El array.

pos Posición donde será insertado. El actual elemento en `pos` y siguientes serán desplazados a la derecha.

value Elemento a insertar.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Utilizar `arrst_insert_n` si es posible.

arrst_join

Une dos vectores. Añade todos los elementos de `src` al final de `dest`.

```
void
arrst_join(ArrSt(type) *dest,
           const ArrSt(type) *src,
           FPtr_scopy func_copy,
           type);
```

```
ArrSt(Product) *products = create_products(...);
ArrSt(Product) *new_products = new_products(...);
```

```
// Join without 'copy' func. Dynamic 'Product' fields will be reused.
arrst_join(products, new_products, NULL, Product);
arrst_destroy(&new_products, NULL, Product);
...
arrst_destroy(&products, i_remove, Product);

// Join with 'copy' func. Dynamic 'Product' fields will be duplicate.
arrst_join(products, new_products, i_copy, Product);
arrst_destroy(&new_products, i_remove, Product);
...
arrst_destroy(&products, i_remove, Product);
```

dest	El array destino.
src	El array cuyos elementos serán añadidos a `dest`.
func_copy	Función de copia del objeto.
type	Tipo de objeto.

Observaciones:

La función de copia debe crear memoria dinámica para los campos que lo requieran, pero NO para el objeto en sí mismo. Ver `arrst_copy`. Si es `NULL` se realizará una copia byte a byte del elemento.

arrst_delete

Elimina un elemento del array.

```
void
arrst_delete(ArrSt(type) *array,
             const uint32_t pos,
             FPtr_remove func_remove,
             type);
```

array	El array.
pos	Posición del elemento a borrar. El actual elemento en `pos+1` y siguientes serán desplazados a la izquierda.
func_remove	Función 'remove'. Ver `arrst_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrst_pop

Elimina el último elemento del array.

```
void
```

```
arrst_pop(ArrSt(type) *array,
          FPtr_remove func_remove,
          type);
```

array	El array.
func_remove	Función 'remove'. Ver `arrst_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrst_sort

Ordena los elementos del array utilizando Quicksort.

```
void
arrst_sort(ArrSt(type) *array,
           FPtr_compare func_compare,
           type);
```

array	El array.
func_compare	Función para comparar dos elementos.
type	Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).

arrst_sort_ex

Ordena los elementos del array utilizando Quicksort y datos adicionales.

```
void
arrst_sort_ex(ArrSt(type) *array,
              FPtr_compare_ex func_compare,
              type,
              dtype);
```

array	El array.
func_compare	Función para comparar dos elementos utilizando un dato adicional.
type	Tipo de objeto.
dtype	Tipo de dato en la función de comparación.

Observaciones:

Ver *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).

arrst_search

Busca un elemento en el array de forma lineal `O(n)`.

```
type*
arrst_search(ArrSt(type) *array,
             FPtr_compare func_compare,
             const ktype *key,
             uint32_t *pos,
             type,
             ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación. El primer parámetro es el elemento, el segundo la clave de búsqueda.
key	Clave a buscar. Puntero a un tipo de dato que puede ser diferente al tipo de elemento del array.
pos	Posición del elemento en el array (si existe), o `UINT32_MAX` si no existe. Puede ser `NULL`.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al primer elemento que coincida con el criterio de búsqueda o `NULL` si no existe ninguno.

Observaciones:

Ver *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).

arrst_search_const

Versión const de `arrst_search`.

```
const type*
arrst_search_const(const ArrSt(type) *array,
                   FPtr_compare func_compare,
                   const ktype *key,
                   uint32_t *pos,
                   type,
                   ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación.
key	Clave a buscar. Puntero a un tipo de dato que puede ser diferente al tipo de elemento del array.
pos	Posición del elemento en el array.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_bsearch

Busca un elemento en el array de forma logarítmica `O(logn)`.

```
type*
arrst_bsearch(ArrSt(type) *array,
              FPtr_compare func_compare,
              const ktype *key,
              uint32_t *pos,
              type,
              ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación. El primer parámetro es el elemento, el segundo la clave de búsqueda.
key	Clave a buscar. Puntero a un tipo de dato que puede ser diferente al tipo de elemento del array.
pos	Posición del elemento en el array (si existe), o posición que debería ocupar si no existe. Puede ser `NULL`.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al primer elemento que coincida con el criterio de búsqueda o `NULL` si no existe ninguno.

Observaciones:

El array debe estar ordenado según el mismo criterio que la búsqueda. De no ser así el resultado es impredecible. Ver *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).

arrst_bsearch_const

Versión const de `arrst_bsearch`.

```
const type*
arrst_bsearch_const(const ArrSt(type) *array,
                    FPtr_compare func_compare,
                    const ktype *key,
                    uint32_t *pos,
                    type,
                    ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación.
key	Clave a buscar.
pos	Posición del elemento en el array.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrst_foreach

Itera sobre todos los elementos del array. Usa `arrst_end` para cerrar el bucle.

```
void
arrst_foreach(type *elem,
              ArrSt(type) *array,
              type);
```

```
arrst_foreach(product, array, Product)
    bstd_printf("Index: %d, Id: %d\n", product_i, product->id);
arrst_end()
```

elem	Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle. Añadiendo el sufijo `'_i'` obtenemos el índice.
array	El array.
type	Tipo de objeto.

arrst_foreach_const

Versión const de `arrst_foreach`.

```
void
arrst_foreach_const(const type *elem,
                    const ArrSt(type) *array,
                    type);
```

elem Elemento.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrst_forback

Itera sobre todos los elementos del array hacia atrás, desde el último al primero. Usa `arrst_end` para cerrar el bucle.

```
void
arrst_forback(type *elem,
              ArrSt(type) *array,
              type);
```

```
// Now in reverse order
arrst_forback(product, array, Product)
    bstd_printf("Index: %d, Id: %d\n", product_i, product->id);
arrst_end()
```

elem Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle. Añadiendo el sufijo `'_i'` obtenemos el índice.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrst_forback_const

Versión const de `arrst_forback`.

```
void
arrst_forback_const(const type *elem,
                    const ArrSt(type) *array,
                    type);
```

elem Elemento.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrst_end

Cierra el bucle abierto por `arrst_foreach`, `arrst_foreach_const`, `arrst_forback` o `arrst_forback_const`.

```
void
arrst_end(void);
```

arrpt_create

Crea un array de punteros vacío.

```
ArrPt(type)*
arrpt_create(type);
```

type Tipo de objeto.

Retorna:

El nuevo array.

arrpt_copy

Crea una copia de un array de punteros.

```
ArrPt(type)*
arrpt_copy(const ArrPt(type) *array,
           FPtr_copy func_copy,
           type);
```

array El array original.

func_copy Función de copia del objeto.

type Tipo de objeto.

Retorna:

La copia del array original.

Observaciones:

La función de copia debe crear un objeto dinámico y asignar memoria para los campos internos que lo requieran. Si pasamos `NULL`, se realizará una copia de los punteros originales, lo que puede suponer un riesgo de integridad ya que un mismo objeto puede ser destruido dos veces si no ponemos especial cuidado. Ver *"Copia de arrays de punteros"* (Página 216).

arrpt_read

Crea un array leyendo su contenido de un *"Streams"* (Página 238) (de-serialización).

```
ArrPt(type)*
arrpt_read(Stream *stream,
           FPtr_read func_read,
           type);
```

stream	Un *stream* de lectura.
func_read	Constructor para crear un objeto a partir de los datos obtenidos de un stream.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

El array leído.

arrpt_destroy

Destruye un array y todos sus elementos.

```
void
arrpt_destroy(ArrPt(type) **array,
              FPtr_destroy func_destroy,
              type);
```

array	El array. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.
func_destroy	Función para destruir un elemento del array. Si es `NULL` se destruirá solo el array, pero no sus elementos.
type	Tipo de objeto.

arrpt_destopt

Destruye un array y todos sus elementos, siempre y cuando el objeto array no sea `NULL`.

```
void
arrpt_destopt(ArrSt(type) **array,
              FPtr_destroy func_destroy,
              type);
```

array	El array.
func_destroy	Ver `arrpt_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrpt_clear

Borra el contenido del array, sin destruir el contenedor que quedará con cero elementos.

```
void
arrpt_clear(ArrPt(type) *array,
            FPtr_destroy func_destroy,
            type);
```

array	El array.
func_destroy	Destructor del elemento. Puede ser `NULL`. Ver `arrpt_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrpt_write

Escribe un array en un *"Streams"* (Página 238) (serialización).

```
void
arrpt_write(Stream *stream,
            const ArrPt(type) *array,
            FPtr_write func_write,
            type);
```

stream	Un *stream* de escritura.
array	El array.
func_write	Función que escribe el contenido de un elemento en un stream.
type	Tipo de objeto.

arrpt_size

Obtiene el número de elementos en un array.

```
uint32_t
arrpt_size(const ArrPt(type) *array,
           type);
```

array	El array.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Número de elementos.

arrpt_get

Obtiene un puntero al elemento en la posición `pos`.

```
type*
arrpt_get(ArrPt(type) *array,
          const uint32_t pos,
          type);
```

array El array.

pos Posición o índice del elemento.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_get_const

Obtiene un puntero const al elemento en la posición `pos`.

```
const type*
arrpt_get_const(const ArrPt(type) *array,
                const uint32_t pos,
                type);
```

array El array.

pos Posición o índice del elemento.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_first

Obtiene un puntero al primer elemento del array.

```
type*
arrpt_first(ArrPt(type) *array,
            type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_first_const

Obtiene un puntero const al primer elemento del array.

```
const type*
arrpt_first_const(const ArrPt(type) *array,
                  type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_last

Obtiene un puntero al último elemento del array.

```
type*
arrpt_last(ArrPt(type) *array,
           type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_last_const

Obtiene un puntero const al último elemento del array.

```
const type*
arrpt_last_const(const ArrPt(type) *array,
                 type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento.

arrpt_all

Obtiene un puntero a la memoria interna del array, que da acceso a todos los elementos.

```
type**
arrpt_all(ArrPt(type) *array,
          type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero base. Incrementándolo uno a uno iteraremos sobre los elementos.

Observaciones:

Utiliza `arrpt_foreach` para iterar sobre los elementos de forma más segura y elegante.

arrpt_all_const

Obtiene un puntero const a la memoria interna del array, que da acceso a todos los elementos.

```
const type**
arrpt_all_const(const ArrPt(type) *array,
                type);
```

array El array.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero base. Incrementándolo uno a uno iteraremos sobre los elementos.

Observaciones:

Utiliza `arrpt_foreach_const` para iterar sobre los elementos de forma más segura y elegante.

arrpt_append

Añade un puntero al final del array.

```
void
arrpt_append(ArrPt(type) *array,
             type *value,
             type);
```

array El array.

value Puntero al elemento a añadir.

type Tipo de objeto.

arrpt_prepend

Inserta un puntero al inicio del array. El resto de elementos serán desplazados a la derecha.

```
void
arrpt_prepend(ArrPt(type) *array,
              type *value,
              type);
```

array El array.

value Puntero al elemento a insertar.

type Tipo de objeto.

arrpt_insert

Inserta un puntero en una posición arbitraria del array.

```
void
arrpt_insert(ArrPt(type) *array,
             const uint32_t pos,
             type *value,
             type);
```

array El array.

pos Posición donde será insertado. El actual elemento en `pos` y siguientes serán desplazados a la derecha.

value Puntero al elemento a insertar.

type Tipo de objeto.

arrpt_insert_n

Inserta varios punteros en una posición arbitraria del array.

```
type**
arrpt_insert_n(ArrPt(type) *array,
               const uint32_t pos,
               const uint32_t n,
               type);
```

array	El array.
pos	Posición donde será insertado el primer elemento. El actual elemento en `pos` y siguientes serán desplazados a la derecha.
n	Número de elementos a insertar.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer puntero insertado.

Observaciones:

Los punteros insertados serán inicializados a `NULL`.

arrpt_join

Une dos vectores. Añade todos los elementos de `src` al final de `dest`.

```
void
arrpt_join(ArrPt(type) *dest,
           const ArrPt(type) *src,
           FPtr_copy func_copy,
           type);
```

```
ArrPt(Product) *products = create_products(...);
ArrPt(Product) *new_products = new_products(...);

// Join without 'copy' func. Dynamic 'Product' objects will be reused.
arrpt_join(products, new_products, NULL, Product);
arrpt_destroy(&new_products, NULL, Product);
...
arrpt_destroy(&products, i_destroy, Product);

// Join with 'copy' func. Dynamic 'Product' objects will be duplicate.
arrpt_join(products, new_products, i_copy, Product);
arrpt_destroy(&new_products, i_destroy, Product);
...
arrpt_destroy(&products, i_destroy, Product);
```

dest	El array destino.
src	El array cuyos elementos serán añadidos a `dest`.
func_copy	Función de copia del objeto.
type	Tipo de objeto.

Observaciones:

La función de copia debe crear memoria dinámica tanto para el objeto como para los campos que lo requieran. Si es `NULL` se solo se añadirá una copia del puntero original a `dest`.

arrpt_delete

Elimina un puntero del array.

```
void
arrpt_delete(ArrPt(type) *array,
             const uint32_t pos,
             FPtr_destroy func_destroy,
             type);
```

array	El array.
pos	Posición del elemento a borrar. El actual elemento en `pos+1` y siguientes serán desplazados a la izquierda.
func_destroy	Destructor del elemento. Puede ser `NULL`. Ver `arrpt_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrpt_pop

Elimina el último puntero del array.

```
void
arrpt_pop(ArrPt(type) *array,
          FPtr_destroy func_destroy,
          type);
```

array	El array.
func_destroy	Destructor del elemento. Puede ser `NULL`. Ver `arrpt_destroy`.
type	Tipo de objeto.

arrpt_sort

Ordena los elementos del array utilizando Quicksort.

```
void
arrpt_sort(ArrPt(type) *array,
           FPtr_compare func_compare,
           type);
```

array	El array.
func_compare	Función para comparar dos elementos. *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).
type	Tipo de objeto.

arrpt_sort_ex

Ordena los elementos del array utilizando Quicksort y datos adicionales.

```
void
arrpt_sort_ex(ArrPt(type) *array,
              FPtr_compare_ex func_compare,
              type,
              dtype);
```

array	El array.
func_compare	Función para comparar dos elementos utilizando un dato adicional.
type	Tipo de objeto.
dtype	Tipo de dato en la función de comparación.

arrpt_find

Busca un determinado puntero en el array.

```
uint32_t
arrpt_find(const ArrPt(type) *array,
           type *elem,
           type);
```

array	El array.
elem	Puntero a buscar.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

La posición del puntero si existe, o `UINT32_MAX` si no.

arrpt_search

Busca un elemento en el array de forma lineal `O(n)`.

```
type*
arrpt_search(ArrPt(type) *array,
             FPtr_compare func_compare,
             ktype key,
             uint32_t *pos,
             type,
             ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación. El primer parámetro es el elemento, el segundo la clave de búsqueda. *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).
key	Clave a buscar. Puntero a un tipo de dato que puede ser diferente al tipo de elemento del array.
pos	Posición del elemento en el array (si existe), o `UINT32_MAX` si no existe. Puede ser `NULL`.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al primer elemento que coincida con el criterio de búsqueda o `NULL` si no existe ninguno.

arrpt_search_const

Versión const de `arrpt_search`.

```
const type*
arrpt_search_const(const ArrPt(type) *array,
                   FPtr_compare func_compare,
                   const ktype *key,
                   uint32_t *pos,
                   type,
                   ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación.
key	Clave a buscar.
pos	Posición del elemento en el array.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Elemento.

arrpt_bsearch

Busca un elemento en el array de forma logarítmica `O(logn)`.

```
type*
arrpt_bsearch(ArrPt(type) *array,
              FPtr_compare func_compare,
              ktype key,
              uint32_t *pos,
              type,
              ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación. El primer parámetro es el elemento, el segundo la clave de búsqueda. *"Ordenar y buscar en arrays"* (Página 211).
key	Clave a buscar. Puntero a un tipo de dato que puede ser diferente al tipo de elemento del array.
pos	Posición del elemento en el array (si existe), o `UINT32_MAX` si no existe. Puede ser `NULL`.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al primer elemento que coincida con el criterio de búsqueda o `NULL` si no existe ninguno.

Observaciones:

El array debe estar ordenado según el mismo criterio que la búsqueda. De no ser así el resultado es impredecible.

arrpt_bsearch_const

Versión const de arrpt_bsearch.

```
const type*
arrpt_bsearch_const(const ArrPt(type) *array,
                    FPtr_compare func_compare,
                    const ktype *key,
                    uint32_t *pos,
                    type,
                    ktype);
```

array	El array.
func_compare	Función de comparación.
key	Clave a buscar.
pos	Posición del elemento en el array.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Elemento.

arrpt_foreach

Itera sobre todos los elementos del array. Usa arrpt_end para cerrar el bucle.

```
void
arrpt_foreach(type *elem,
              ArrPt(type) *array,
              type);
```

```
arrpt_foreach(product, array, Product)
    bstd_printf("Index: %d, Id: %d\n", product_i, product->id);
arrpt_end()
```

elem	Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle. Añadiendo el sufijo '_i' obtenemos el índice.
array	El array.
type	Tipo de objeto.

arrpt_foreach_const

Versión const de arrpt_foreach.

```
void
arrpt_foreach_const(const type *elem,
                    const ArrPt(type) *array,
                    type);
```

elem Elemento.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrpt_forback

Itera sobre todos los elementos del array hacia atrás, desde el último al primero. Usa `arrpt_end` para cerrar el bucle.

```
void
arrpt_forback(type *elem,
              ArrPt(type) *array,
              type);
```

```
// Now in reverse order
arrpt_forback(product, array, Product)
    bstd_printf("Index: %d, Id: %d\n", product_i, product->id);
arrpt_end()
```

elem Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle. Añadiendo el sufijo `'_i'` obtenemos el índice.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrpt_forback_const

Versión `const` de `arrpt_forback`.

```
void
arrpt_forback_const(const type *elem,
                    const ArrPt(type) *array,
                    type);
```

elem Elemento.

array El array.

type Tipo de objeto.

arrpt_end

Cierra el bucle abierto por `arrpt_foreach`, `arrpt_foreach_const`, `arrpt_forback` o `arrpt_forback_const`.

```
void
arrpt_end(void);
```

setst_create

Crea un set de registros vacío.

```
SetSt(type)*
setst_create(FPtr_compare func_compare,
             type,
             ktype);
```

func_compare	Función para comparar elemento-clave.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

El nuevo set.

Observaciones:

Ver *"Crear sets"* (Página 218).

setst_destroy

Destruye un set y todos sus elementos.

```
void
setst_destroy(SetSt(type) **set,
              FPtr_remove func_remove,
              type);
```

set	El set. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.
func_remove	Función que debe liberar la memoria asociada a los campos del objeto, pero no el objeto en si mismo. Si es `NULL` se liberará solo el set y no el contenido interno de los elementos.
type	Tipo de objeto.

setst_size

Obtiene el número de elementos del set.

```
uint32_t
setst_size(const SetSt(type) *set,
           type);
```

set	El set.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Número de elementos.

setst_get

Busca un elemento en `O(logn)`. Si existe, el iterador interno quedará fijado en él.

```
type*
setst_get(SetSt(type) *set,
          const type *key,
          type,
          ktype);
```

set	El set.
key	Clave a buscar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al elemento si existe, o `NULL` si no.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_get_const

Versión const de `setst_get`.

```
const type*
setst_get_const(const SetSt(type) *set,
                const type *key,
                type,
                ktype);
```

set	El set.
key	Clave a buscar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Elemento.

setst_insert

Inserta un nuevo elemento en el set.

```
type*
setst_insert(SetSt(type) *set,
             type *key,
             type,
             ktype);
```

set	El set.
key	Clave a insertar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al elemento insertado, que debe utilizarse para inicializar el objeto. Si ya existe un elemento con la misma clave, retornará `NULL`.

Observaciones:

Insertar o eliminar elementos invalida el iterador interno del set. Debes volver a inicializarlo con `setst_first` o similares. Ver *"Insertar y eliminar elementos en sets"* (Página 219).

setst_delete

Elimina un elemento del set.

```
bool_t
setst_delete(SetSt(type) *set,
             type *key,
             FPtr_remove func_remove,
             type,
             ktype);
```

set	El set.
key	Clave a eliminar.
func_remove	Función 'remove'.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

`TRUE` si el elemento ha sido eliminado, o `FALSE` si no existe un elemento con dicha clave.

Observaciones:

Insertar o eliminar elementos invalida el iterador interno del set. Debes volver a inicializarlo con `setst_first` o similares. Ver *"Insertar y eliminar elementos en sets"* (Página 219).

setst_first

Obtiene el primer elemento del set e inicializa el iterador interno.

```
type*
setst_first(SetSt(type) *set,
            type);
```

set	El set.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento o `NULL` si el set está vacío.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_first_const

Versión const de `setst_first`.

```
const type*
setst_first_const(const SetSt(type) *set,
                  type);
```

set	El set.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setst_last

Obtiene el último elemento del set e inicializa el iterador interno.

```
type*
setst_last(SetSt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al último elemento o `NULL` si el set está vacío.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_last_const

Versión const de `setst_last`.

```
const type*
setst_last_const(const SetSt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setst_next

Obtiene el siguiente elemento del set, tras incrementar el iterador interno.

```
type*
setst_next(SetSt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al siguiente elemento o `NULL` si el iterador ha alcanzado el último.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_next_const

Versión const de `setst_next`.

```
const type*
setst_next_const(const SetSt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setst_prev

Obtiene el elemento anterior del set, tras decrementar el iterador interno.

```
type*
setst_prev(SetSt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento anterior o `NULL` si el iterador ha alcanzado el primero.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_prev_const

Versión const de `setst_prev`.

```
const type*
setst_prev_const(const SetSt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setst_foreach

Recorre todos los elementos del set. Utiliza `setst_fornext` para cerrar el bucle.

```
void
setst_foreach(type *elem,
              SetSt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle.

set El set.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_foreach_const

Versión const de `setst_foreach`.

```
void
setst_foreach_const(const type *elem,
                    const SetSt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setst_fornext

Cierra el bucle abierto por `setst_foreach`, incrementando el iterador interno.

```
void
setst_fornext(type *elem,
              SetSt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento'. Debe ser el mismo que `setst_foreach` .

set El set.

type Tipo de objeto.

setst_fornext_const

Versión const de `setst_fornext`.

```
void
setst_fornext_const(const type *elem,
                    const SetSt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setst_forback

Recorre todos los elementos del set en orden inverso. Utiliza `setst_forprev` para cerrar el bucle.

```
void
setst_forback(const type *elem,
              type);
```

elem Elemento.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setst_forback_const

Versión const de `setst_forback`.

```
void
setst_forback_const(const type *elem,
                    const SetSt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setst_forprev

Cierra el bucle abierto por `setst_forback`, decrementando el iterador interno.

```
void
setst_forprev(type *elem,
              SetSt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento'. Debe ser el mismo que `setst_forback` .

set El set.

type Tipo de objeto.

setst_forprev_const

Versión const de `setst_forprev`.

```
void
setst_forprev_const(const type *elem,
                    const SetSt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_create

Crea un set de punteros vacío.

```
SetPt(type)*
setpt_create(FPtr_compare func_compare,
             type,
             ktype);
```

func_compare Función para comparar elemento-clave.

type Tipo de objeto.

ktype Tipo de clave.

Retorna:

El nuevo set.

Observaciones:

Ver *"Crear sets de punteros"* (Página 223).

setpt_destroy

Destruye un set y todos sus elementos.

```
void
setpt_destroy(SetPt(type) **set,
              FPtr_destroy func_destroy,
              type);
```

set	El set. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.
func_destroy	Función para destruir un elemento del set. Si es `NULL` se destruirá solo el set, pero no sus elementos.
type	Tipo de objeto.

setpt_size

Obtiene el número de elementos del set.

```
uint32_t
setpt_size(const SetPt(type) *set,
           type);
```

set	El set.
type	Tipo de objeto.

Retorna:

Número de elementos.

setpt_get

Busca un elemento en `O(logn)`. Si existe, el iterador interno quedará fijado en él.

```
type*
setpt_get(SetPt(type) *set,
          const ktype *key,
          type,
          ktype);
```

set	El set.
key	Clave a buscar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Puntero al elemento si existe, o `NULL` si no.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setpt_get_const

Versión const de `setpt_get`.

```
const type*
setpt_get_const(const SetPt(type) *set,
                const ktype *key,
                type,
                ktype);
```

set	El set.
key	Clave a buscar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

Elemento.

setpt_insert

Inserta un nuevo elemento en el set.

```
bool_t
setpt_insert(SetPt(type) *set,
             const ktype *key,
             type *ptr,
             type,
             ktype);
```

set	El set.
key	Clave a insertar.
ptr	Puntero al elemento a insertar.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

`TRUE` si el elemento ha sido insertado. `FALSE` si ya existe otro elemento con la misma clave.

Observaciones:

Insertar o eliminar elementos invalida el iterador interno del set. Debes volver a inicializarlo con `setpt_first` o similares.

setpt_delete

Elimina un elemento del set.

```
bool_t
setpt_delete(SetPt(type) *set,
             type *key,
             FPtr_destroy func_destroy,
             type,
             ktype);
```

set	El set.
key	Clave a eliminar.
func_destroy	Destructor del elemento. Puede ser `NULL`. Ver `setpt_destroy`.
type	Tipo de objeto.
ktype	Tipo de clave.

Retorna:

`TRUE` si el elemento ha sido eliminado, o `FALSE` si no existe un elemento con dicha clave.

Observaciones:

Insertar o eliminar elementos invalida el iterador interno del set. Debes volver a inicializarlo con `setpt_first` o similares.

setpt_first

Obtiene el primer elemento del set e inicializa el iterador interno.

```
type*
setpt_first(SetPt(type) *set,
            type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al primer elemento o `NULL` si el set está vacío.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setpt_first_const

Versión const de `setpt_first`.

```
const type*
setpt_first_const(const SetPt(type) *set,
                  type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setpt_last

Obtiene el último elemento del set e inicializa el iterador interno.

```
type*
setpt_last(SetPt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al último elemento o `NULL` si el set está vacío.

Observaciones:

Ver *"Búsqueda y recorrido en sets. Iteradores"* (Página 220).

setpt_last_const

Versión const de `setpt_last`.

```
const type*
setpt_last_const(const SetPt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setpt_next

Obtiene el siguiente elemento del set, tras incrementar el iterador interno.

```
type*
setpt_next(SetPt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al siguiente elemento o `NULL` si el iterador ha alcanzado el último.

Observaciones:

Utiliza `setpt_first` para inicializar el iterador interno.

setpt_next_const

Versión const de `setpt_next`.

```
const type*
setpt_next_const(const SetPt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setpt_prev

Obtiene el elemento anterior del set, tras decrementar el iterador interno.

```
type*
setpt_prev(SetPt(type) *set,
           type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Puntero al elemento anterior o `NULL` si el iterador ha alcanzado el primero.

Observaciones:

Utiliza `setpt_last` para inicializar el iterador interno en recorridos revertidos.

setpt_prev_const

Versión const de `setpt_prev`.

```
const type*
setpt_prev_const(const SetPt(type) *set,
                 type);
```

set El set.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Elemento.

setpt_foreach

Recorre todos los elementos del set. Utiliza `setpt_fornext` para cerrar el bucle.

```
void
setpt_foreach(type *elem,
              SetPt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_foreach_const

Versión const de `setpt_foreach`.

```
void
setpt_foreach_const(const type *elem,
                    const SetPt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_fornext

Cierra el bucle abierto por `setpt_foreach`, incrementando el iterador interno.

```
void
setpt_fornext(type *elem,
              SetPt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento'. Debe ser el mismo que `setpt_foreach` .

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_fornext_const

Versión const de `setpt_fornext`.

```
void
setpt_fornext_const(const type *elem,
                    const SetPt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_forback

Recorre todos los elementos del set en orden inverso. Utiliza `setpt_forprev` para cerrar el bucle.

```
void
setpt_forback(type *elem,
              SetPt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento' dentro del bucle.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_forback_const

Versión const de `setpt_forback`.

```
void
setpt_forback_const(const type *elem,
                    const SetPt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_forprev

Cierra el bucle abierto por `setpt_forback`, decrementando el iterador interno.

```
void
setpt_forprev(type *elem,
              SetPt(type) *set,
              type);
```

elem Nombre de la variable 'elemento'. Debe ser el mismo que `setpt_forback` .

set El set.

type Tipo de objeto.

setpt_forprev_const

Versión const de `setpt_forprev`.

```
void
setpt_forprev_const(const type *elem,
                    const SetPt(type) *set,
                    type);
```

elem Elemento.

set El set.

type Tipo de objeto.

dbind

Añade un campo de una estructura a su tabla interna dentro de DBind.

```
dbindst_t
dbind(type,
      mtype,
      name);
```

type Tipo de la estructura.

mtype Tipo del campo a registrar.

name Nombre del campo dentro de la estructura.

Retorna:

Resultado del registro.

dbind_enum

Registra un valor tipo `enum`.

```
dbindst_t
dbind_enum(type,
           value,
           const char_t *alias);
```

type Tipo del enum.

value Valor.

alias Alias para el valor.

Retorna:

Resultado del registro.

Observaciones:

`dbind_enum(mode_t, ekIMAGE_ANALISYS, "Image Analisys")` utilizará la cadena "Image Analisys" en lugar de "ekIMAGE_ANALISYS" para aquellas operaciones E/S o de interfaz que requieran mostrar los literales del enumerado. Por ejemplo, para rellenar los campos de un `PopUp` vinculado con un campo de datos.

dbind_binary

Registra un tipo binario (opaco).

```
dbindst_t
dbind_binary(type,
             FPtr_copy func_copy,
             FPtr_read func_read,
             FPtr_write func_write,
             FPtr_destroy func_destroy);
```

type	Tipo del objeto.
func_copy	Función de copia.
func_read	Función de lectura.
func_write	Función de escritura.
func_destroy	Función de destrucción.

Retorna:

Resultado del registro.

Observaciones:

Ver *"Objetos binarios"* (Página 231).

dbind_alias

Registra un alias para un tipo de datos (`typedef`).

```
dbindst_t
dbind_alias(type,
            alias);
```

type	Tipo del objeto.
alias	Nombre del alias.

Retorna:

Resultado del registro.

Observaciones:

Ver *"Alias de tipos"* (Página 226).

dbind_unreg

Elimina un tipo de datos del registro DBind.

```
dbindst_t
dbind_unreg(type);
```

type Tipo del objeto.

Retorna:

Resultado de la eliminación.

dbind_create

Crea un objeto de tipo registrado, inicializando sus campos con los valores por defecto.

```
type*
dbind_create(type);
```

type Tipo de objeto.

Retorna:

Objeto recién creado o `NULL` si DBind no reconoce el tipo de dato.

Observaciones:

Ver *"Creación de objetos"* (Página 227).

dbind_copy

Copia un objeto de tipo registrado.

```
type*
dbind_copy(const type *obj,
           type);
```

obj Objeto a copiar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

Copia del objeto o `NULL` si DBind no reconoce el tipo de dato.

Observaciones:

Ver *"Copia de objetos"* (Página 229).

dbind_init

Inicializa los campos de un objeto de tipo registrado con los valores por defecto.

```
void
dbind_init(type *obj,
           type);
```

obj Objeto cuya memoria ha sido reservada, pero no inicializada.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Inicialización de objetos"* (Página 228).

dbind_remove

Libera la memoria reservada por los campos de un objeto de tipo registrado, pero no destruye el objeto en sí.

```
void
dbind_remove(type *obj,
             type);
```

obj Objeto.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Inicialización de objetos"* (Página 228).

dbind_destroy

Destruye un objeto de tipo registrado. La memoria asignada a los campos y sub-objetos también será liberada de forma recursiva.

```
void
dbind_destroy(type **obj,
              type);
```

obj Objeto. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

type Tipo de objeto.

Observaciones:

Ver *"Creación de objetos"* (Página 227).

dbind_destopt

Destructor opcional. Igual que `dbind_destroy`, pero aceptando que el objeto sea `NULL`.

```
void
dbind_destopt(type **obj,
              type);
```

obj Objeto.

type Tipo de objeto.

dbind_cmp

Compara dos objetos de tipo registrado.

```
int
dbind_cmp(const type *obj1,
          const type *obj2,
          type);
```

obj1 Primer objeto a comparar.

obj2 Segundo objeto a comparar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

`-1`, `1` o `0` si `obj1` es menor, mayor o igual que `obj2`.

Observaciones:

Ver *"Comparación de objetos con DBind"* (Página 235).

dbind_equ

Comprueba si dos objetos de tipo registrado son iguales.

```
bool_t
dbind_equ(const type *obj1,
          const type *obj2,
          type);
```

obj1 Primer objeto a comparar.

obj2 Segundo objeto a comparar.

type Tipo de objeto.

Retorna:

`TRUE` si son iguales.

Observaciones:

Ver *"Comparación de objetos con DBind"* (Página 235).

dbind_read

Crea un objeto de tipo registrado a partir de los datos leídos desde un stream.

```
type*
dbind_read(Stream *stm,
           type);
```

stm Stream de lectura.

type Tipo del objeto a leer.

Retorna:

Objeto recién creado o `NULL` si ha habido algún error.

Observaciones:

Ver *"Serialización con DBind"* (Página 236).

dbind_write

Escribe el contenido de un objeto de tipo registrado en un stream de escritura.

```
void
dbind_write(Stream *stm,
            const type *obj,
            type);
```

stm Stream de escritura.

obj Objeto a escribir.

type Tipo del objeto a escribir.

Observaciones:

Ver *"Serialización con DBind"* (Página 236).

dbind_default

Establece el valor por defecto de un campo.

```
void
dbind_default(type,
              mtype,
              name,
              mtype value);
```

type	Tipo de la estructura.
mtype	Tipo del campo.
name	Nombre del campo dentro de la estructura.
value	Valor por defecto a partir de ahora.

Observaciones:

Ver *"Valores por defecto"* (Página 233).

dbind_range

Establece el valor máximo y mínimo en campos numéricos.

```
void
dbind_range(type,
            mtype,
            name,
            mtype min,
            mtype max);
```

type	Tipo de la estructura.
mtype	Tipo del campo.
name	Nombre del campo dentro de la estructura.
min	Valor mínimo.
max	Valor máximo.

Observaciones:

Ver *"Rangos numéricos"* (Página 234).

dbind_precision

Establece el salto entre dos valores reales consecutivos.

```
void
dbind_precision(type,
```

```
                mtype,
                name,
                mtype prec);
```

type Tipo de la estructura.

mtype Tipo del campo.

name Nombre del campo dentro de la estructura.

prec Precisión (p.e. `.05f` en valores `real32_t`).

Observaciones:

Ver *"Rangos numéricos"* (Página 234).

dbind_increment

Establece el incremento de un valor numérico, por ejemplo, al pulsar en un control *"Up-Down"* (Página 349).

```
void
dbind_increment(type,
                mtype,
                name,
                mtype incr);
```

type Tipo de la estructura.

mtype Tipo del campo.

name Nombre del campo dentro de la estructura.

incr Incremento.

Observaciones:

Ver *"Rangos numéricos"* (Página 234).

dbind_suffix

Establece un sufijo que será añadido al valor numérico al convertirlo a texto.

```
void
dbind_suffix(type,
             mtype,
             name,
             const char_t *suffix);
```

type	Tipo de la estructura.
mtype	Tipo del campo.
name	Nombre del campo dentro de la estructura.
suffix	Sufijo.

Observaciones:

Ver *"Rangos numéricos"* (Página 234).

stm_from_block

Crea un stream de lectura a partir de un bloque de memoria ya existente.

```
Stream*
stm_from_block(const byte_t *data,
               const uint32_t size);
```

data	Puntero al bloque de memoria.
size	Tamaño en bytes del bloque de memoria.

Retorna:

El objeto stream.

Observaciones:

El bloque original no será modificado (solo lectura). Cuando se alcance el final del bloque `stm_state` devolverá `ekSTEND`. *"Block stream"* (Página 240).

stm_memory

Crea un stream de lectura/escritura en memoria.

```
Stream*
stm_memory(const uint32_t size);
```

size	Tamaño inicial del búfer (en bytes). Crecerá si es necesario.

Retorna:

El objeto stream.

Observaciones:

Puede utilizarse como tubería interna para el intercambio de información entre funciones o hilos. Se comporta como un búfer FIFO *(First In Fist Out)*. Para acceso multi-hilo debe estar protegido con un `Mutex`. *"Memory stream"* (Página 241).

stm_from_file

Crea un stream para leer desde un archivo en disco.

```
Stream*
stm_from_file(const char_t *pathname,
              ferror_t *error);
```

pathname *Pathname* del archivo. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

El objeto stream o NULL si falla la apertura del archivo.

Observaciones:

"File stream" (Página 239).

stm_to_file

Crea un stream para escribir datos a un archivo en disco.

```
Stream*
stm_to_file(const char_t *pathname,
            ferror_t *error);
```

pathname *Pathname* del archivo. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

El objeto stream o NULL si falla la creación del archivo.

Observaciones:

Si el archivo ya existe será sobrescrito. *"File stream"* (Página 239).

stm_append_file

Crea un stream para escribir datos al final de un archivo existente.

```
Stream*
stm_append_file(const char_t *pathname,
                ferror_t *error);
```

pathname *Pathname* del archivo. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

El objeto stream o `NULL` si falla la apertura del archivo.

Observaciones:

Fallará si el archivo no existe (no lo crea). *"File stream"* (Página 239).

stm_socket

Crea un stream a partir de un socket.

```
Stream*
stm_socket(Socket *socket);
```

socket Socket cliente o servidor.

Retorna:

El objeto stream.

Observaciones:

Permite utilizar la funcionalidad de los streams para leer o escribir en un proceso remoto. El socket debe haber sido previamente creado con `bsocket_connect` (cliente) o `bsocket_accept` (servidor). El stream cerrará el socket en `stm_close`. **No se debe llamar a `bsocket_close`**. Ver *"Socket stream"* (Página 240).

stm_close

Cierra el stream. Todos los recursos como descriptores de archivos o *sockets* serán liberados. Previamente al cierre, se escribirán en el canal los datos en caché `stm_flush`.

```
void
stm_close(Stream **stm);
```

stm El objeto stream. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

stm_get_write_endian

Obtiene el orden de bytes actual al escribir en el stream.

```
endian_t
stm_get_write_endian(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_get_read_endian

Obtiene el orden de bytes actual al leer del stream.

```
endian_t
stm_get_read_endian(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_set_write_endian

Establece el orden de bytes al escribir en el stream, a partir de ahora.

```
void
stm_set_write_endian(Stream *stm,
                     const endian_t endian);
```

stm El objeto stream.

endian El *"Orden de bytes"* (Página 252).

Observaciones:

Por defecto es `ekLITEND`, salvo en sockets que será `ekBIGEND`.

stm_set_read_endian

Establece el orden de bytes al leer del stream, a partir de ahora.

```
void
stm_set_read_endian(Stream *stm,
                    const endian_t endian);
```

stm El objeto stream.

endian El *"Orden de bytes"* (Página 252).

Observaciones:

Por defecto es `ekLITEND`, salvo en sockets que será `ekBIGEND`.

stm_get_write_utf

Obtiene la codificación UTF con la que se están escribiendo los textos en el stream.

```
unicode_t
stm_get_write_utf(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

"Codificaciones UTF" (Página 165).

Observaciones:

Ver *"Stream de texto"* (Página 244).

stm_get_read_utf

Obtiene la codificación UTF con la que se están leyendo los textos en el stream.

```
unicode_t
stm_get_read_utf(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

"Codificaciones UTF" (Página 165).

Observaciones:

Ver *"Stream de texto"* (Página 244).

stm_set_write_utf

Establece la codificación UTF al escribir textos en el stream, a partir de ahora.

```
void
stm_set_write_utf(Stream *stm,
                  const unicode_t format);
```

stm El objeto stream.

format *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

Observaciones:

Ver *"Stream de texto"* (Página 244).

stm_set_read_utf

Establece la codificación UTF al leer textos en el stream, a partir de ahora.

```
void
stm_set_read_utf(Stream *stm,
                 const unicode_t format);
```

stm El objeto stream.

format *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

Observaciones:

Ver *"Stream de texto"* (Página 244).

stm_is_memory

Obtiene si es un stream residente en memoria.

```
bool_t
stm_is_memory(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

TRUE si ha sido creado mediante stm_from_block o stm_memory.

stm_bytes_written

Obtiene el total de bytes escritos en el stream desde su creación.

```
uint64_t
stm_bytes_written(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El número total de bytes escritos.

stm_bytes_readed

Obtiene el total de bytes leídos desde el stream desde su creación.

```
uint64_t
stm_bytes_readed(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El número total de bytes leídos.

stm_col

Obtiene la columna en streams de texto.

```
uint32_t
stm_col(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Número de columna.

Observaciones:

Cuando leemos caracteres en streams de texto con `stm_read_char` o derivadas, se contabilizan las columnas y filas de forma similar a como lo hacen los editores de texto. Esta información puede ser útil a la hora de mostrar avisos o mensajes de error. En streams mixtos (binarios + texto), la cuenta se detiene al leer datos binarios y continúa cuando se retoma la lectura del texto. Ver *"Stream de texto"* (Página 244).

stm_row

Obtiene la fila en streams de texto.

```
uint32_t
stm_row(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Número de fila.

Observaciones:

Ver `stm_col`.

stm_token_col

Obtiene la columna del último token leído.

```
uint32_t
stm_token_col(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Número de columna.

Observaciones:

Solo tiene efecto tras llamar a `stm_read_token` o derivadas. Ver `stm_col` y *"Tokens"* (Página 245).

stm_token_row

Obtiene la fila del último token leído.

```
uint32_t
stm_token_row(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Número de fila.

Observaciones:

Solo tiene efecto tras llamar a `stm_read_token` o derivadas. Ver `stm_col` y *"Tokens"* (Página 245).

stm_token_lexeme

Obtiene el lexema del último token leído.

```
const char_t*
stm_token_lexeme(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El lexema. Está almacenado en un buffer temporal y se perderá al leer el siguiente token. Si lo necesitas, haz una copia con `str_c`.

Observaciones:

Solo tiene efecto tras llamar a `stm_read_token` o derivadas. Ver *"Tokens"* (Página 245).

stm_token_escapes

Opción de secuencias de escape al leer tokens.

```
void
stm_token_escapes(const Stream *stm,
                  const bool_t active_escapes);
```

stm	El objeto stream.
active_escapes	`TRUE` se procesarán las secuencias de escape al leer tokens `ekTSTRING`. Por ejemplo, la secuencia `"\n"` se transformará en el carácter `0x0A (10)`. `FALSE` ignorará las secuencias de escape, leyendo las cadenas de texto de forma literal. Por defecto `FALSE`.

Observaciones:

Tendrá efecto en la siguiente llamada a `stm_read_token`. Ver *"Tokens"* (Página 245).

stm_token_spaces

Opción de espacios en blanco al leer tokens.

```
void
stm_token_spaces(const Stream *stm,
                 const bool_t active_spaces);
```

stm	El objeto stream.
active_spaces	`TRUE` se devolverán tokens `ekTSPACE` al encontrar secuencias de espacios en blanco. `FALSE` ignorarán los espacios en blanco. Por defecto `FALSE`.

Observaciones:

Tendrá efecto en la siguiente llamada a `stm_read_token`. Ver *"Tokens"* (Página 245).

stm_token_comments

Opción de comentarios al leer tokens.

```
void
stm_token_comments(const Stream *stm,
                   const bool_t active_comments);
```

stm — El objeto stream.

active_comments — `TRUE` se devolverá un token `ekTMLCOM` cada vez que encuentre comentarios de C `/*Comment */` y `ekTSLCOM` para comentarios C++ `//Comment`. `FALSE` se ignorarán los comentarios. Por defecto `FALSE`.

Observaciones:

Tendrá efecto en la siguiente llamada a `stm_read_token`. Ver *"Tokens"* (Página 245).

stm_state

Obtiene el estado actual del stream.

```
sstate_t
stm_state(const Stream *stm);
```

stm — El objeto stream.

Retorna:

El *"Estado del stream"* (Página 253).

stm_file_err

Obtiene información adicional sobre el error, en streams de disco.

```
ferror_t
stm_file_err(const Stream *stm);
```

stm — El objeto stream.

Retorna:

Error de archivo.

Observaciones:

Solo es relevante en *"File stream"* (Página 239) con el estado `ekSTBROKEN`.

stm_sock_err

Obtiene información adicional sobre el error, en streams de red.

```
serror_t
stm_sock_err(const Stream *stm);
```

stm — El objeto stream.

Retorna:

Error de socket.

Observaciones:

Solo es relevante en *"Socket stream"* (Página 240) con el estado `ekSTBROKEN`.

stm_corrupt

Establece el estado del stream a `ekSTCORRUPT`.

```
void
stm_corrupt(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Observaciones:

En ocasiones, es la aplicación la que detecta que los datos están corruptos ya que la semántica de los mismos no coincide con lo esperado.

stm_str

Crea un string con el contenido actual del búfer interno. Solo es válido para stream en memoria. `stm_memory`.

```
String*
stm_str(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El string con el contenido del búfer.

stm_buffer

Obtiene un puntero al contenido actual del búfer interno. Solo es válido para stream en memoria. `stm_memory`.

```
const byte_t*
stm_buffer(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Puntero al búfer interno.

Observaciones:

Este puntero es de solo lectura. Escribir aquí tendrá consecuencias indeseadas. Contiene la información escrita en el stream, pero todavía no consumida. Cualquier operación `read` sobre el stream, reducirá el tamaño del búfer.

stm_buffer_size

Obtiene el tamaño actual del búfer interno. Solo es válido para stream en memoria. `stm_memory`.

```
uint32_t
stm_buffer_size(const Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El tamaño del búfer interno (en bytes).

stm_write

Escribe bytes en el stream.

```
void
stm_write(Stream *stm,
          const byte_t *data,
          const uint32_t size);
```

stm El objeto stream.

data Puntero al bloque de datos a escribir.

size Número de bytes a escribir.

Observaciones:

El bloque se escribe tal cual llega, sin tener en cuenta el *"Orden de bytes"* (Página 252) ni las *"Codificaciones UTF"* (Página 165).

stm_write_char

Escribe un carácter Unicode en el stream.

```
void
stm_write_char(Stream *stm,
               const uint32_t codepoint);
```

stm	El objeto stream.
codepoint	El código *"Unicode"* (Página 163) del carácter.

Observaciones:

La codificación se puede cambiar con `stm_set_write_utf`.

stm_printf

Escribe texto en el stream, utilizando el formato del `printf`.

```
uint32_t
stm_printf(Stream *stm,
           const char_t *format,
           ...);
```

```
stm_printf(stream, Code: %-10s Price %5.2f\n", code, price);
```

stm	El objeto stream.
format	Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.
...	Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos.

Observaciones:

El carácter nulo final (`'\0'`) no será escrito. La codificación se puede cambiar con `stm_set_write_utf`.

stm_writef

Escribe una cadena C UTF8 en el stream.

```
uint32_t
stm_writef(Stream *stm,
           const char_t *str);
```

stm	El objeto stream.
str	Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

El número de bytes escritos.

Observaciones:

El carácter nulo final (`'\0'`) no será escrito. Está función es más rápida que `stm_printf` cuando la cadena es constante y no necesita formato. Para objetos `String` utiliza `str_writef` . La codificación se puede cambiar con `stm_set_write_utf`.

stm_write_bool

Escribe una variable `bool_t` en el stream.

```
void
stm_write_bool(Stream *stm,
               const bool_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto “puros”.

stm_write_i8

Escribe una variable `int8_t` en el stream.

```
void
stm_write_i8(Stream *stm,
             const int8_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto “puros”.

stm_write_i16

Escribe una variable `int16_t` en el stream.

```
void
stm_write_i16(Stream *stm,
              const int16_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_i32

Escribe una variable `int32_t` en el stream.

```
void
stm_write_i32(Stream *stm,
              const int32_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_i64

Escribe una variable `int64_t` en el stream.

```
void
stm_write_i64(Stream *stm,
              const int64_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_u8

Escribe una variable `uint8_t` en el stream.

```
void
stm_write_u8(Stream *stm,
             const uint8_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros".

stm_write_u16

Escribe una variable `uint16_t` en el stream.

```
void
stm_write_u16(Stream *stm,
              const uint16_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_u32

Escribe una variable `uint32_t` en el stream.

```
void
stm_write_u32(Stream *stm,
              const uint32_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_u64

Escribe una variable `uint64_t` en el stream.

```
void
stm_write_u64(Stream *stm,
              const uint64_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_r32

Escribe una variable `real32_t` en el stream.

```
void
stm_write_r32(Stream *stm,
              const real32_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_r64

Escribe una variable `real64_t` en el stream.

```
void
stm_write_r64(Stream *stm,
              const real64_t value);
```

stm El objeto stream.

value Variable a escribir.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_write_enum

Escribe una variable `enum` en el stream.

```
void
stm_write_enum(Stream *stm,
               const type value,
               type);
```

stm	El objeto stream.
value	Variable a escribir.
type	El tipo del `enum`.

Observaciones:

Es una escritura binaria. No utilizar en streams de texto "puros". *"Orden de bytes"* (Página 252).

stm_read

Lee bytes desde el stream.

```
uint32_t
stm_read(Stream *stm,
         byte_t *data,
         const uint32_t size);
```

stm	El objeto stream.
data	Puntero al búfer donde se escribirán los datos leídos.
size	La cantidad de bytes a leer (tamaño del búfer).

Retorna:

El número de bytes realmente leídos.

stm_read_char

Lee un carácter de texto desde el stream.

```
uint32_t
stm_read_char(Stream *stm);
```

stm	El objeto stream.

Retorna:

El código Unicode del carácter.

Observaciones:

La codificación del texto de entrada puede ajustarse con `stm_set_read_utf`. Actualizará el contador de filas y columnas. Ver `stm_col`.

stm_read_chars

Lee varios caracteres desde el stream.

```
const char_t*
stm_read_chars(Stream *stm,
               const uint32_t n);
```

stm El objeto stream.

n La cantidad de caracteres a leer.

Retorna:

Puntero a la cadena C UTF8 leída. Terminará con el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

El puntero devuelto es temporal y será sobrescrito en la próxima lectura. Si es necesario, haz una copia con `str_c`. La codificación del texto de entrada puede ajustarse con `stm_set_read_utf`. Actualizará el contador de filas y columnas. Ver `stm_col`.

stm_read_line

Lee caracteres del stream hasta alcanzar un final de línea `'\n'`.

```
const char_t*
stm_read_line(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Puntero a la cadena C UTF8, terminada con el carácter nulo `'\0'`. Los caracteres `'\n'` o `'\r\n'` no serán incluidos en el resultado. Se devolverá `NULL` cuando se alcance el final del stream.

Observaciones:

El puntero devuelto es temporal y será sobrescrito en la próxima lectura. Si es necesario, haz una copia con `str_c`. La codificación del texto de entrada puede ajustarse con `stm_set_read_utf`. Actualizará el contador de filas y columnas. Ver `stm_col`.

stm_read_trim

Lee la siguiente secuencia de caracteres eliminando los espacios en blanco.

```
const char_t*
stm_read_trim(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Puntero a la cadena C UTF8 leída. Terminará con el carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Útil para leer cadenas desde streams de texto. Ignorará todos los espacios en blanco iniciales y leerá caracteres hasta encontrar el primer blanco (`' '`, `'\\t'`, `'\\n'`, `'\\v'`, `'\\f'`, `'\\r'`). Si necesitas mayor control sobre los *tokens* utiliza `stm_read_token`. El puntero devuelto es temporal y será sobrescrito en la próxima lectura. Si es necesario, haz una copia con `str_c`. La codificación del texto de entrada puede ajustarse con `stm_set_read_utf`. Actualizará el contador de filas y columnas. Ver `stm_col`.

stm_read_token

Obtiene el siguiente token en *"Stream de texto"* (Página 244).

```
token_t
stm_read_token(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El tipo de token obtenido.

Observaciones:

Para obtener la cadena de texto asociada al token, utiliza `stm_token_lexeme`. Ver *"Tokens"* (Página 245).

stm_read_i8_tok

Lee el siguiente token con `stm_read_token` y, si es un número entero, lo convierte a `int8_t`.

```
int8_t
stm_read_i8_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

En caso que no se pueda leer un token de tipo `ekTINTEGER` (con o sin `ekTMINUS`) o que el valor numérico esté fuera de rango, se devolverá 0 y se marcará el stream como corrupto con `stm_corrupt`.

stm_read_i16_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `int16_t`.

```
int16_t
stm_read_i16_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_i8_tok`.

stm_read_i32_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `int32_t`.

```
int32_t
stm_read_i32_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_i8_tok`.

stm_read_i64_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `int64_t`.

```
int64_t
stm_read_i64_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_i8_tok`.

stm_read_u8_tok

Lee el siguiente token con `stm_read_token` y, si es un número entero, lo convierte a `uint8_t`.

```
uint8_t
stm_read_u8_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

En caso que no se pueda leer un token de tipo `ekTINTEGER` o que el valor numérico esté fuera de rango, se devolverá 0 y se marcará el stream como corrupto con `stm_corrupt`.

stm_read_u16_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `uint16_t`.

```
uint16_t
stm_read_u16_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_u8_tok`.

stm_read_u32_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `uint32_t`.

```
uint32_t
stm_read_u32_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_u8_tok`.

stm_read_u64_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `uint64_t`.

```
uint64_t
stm_read_u64_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_u8_tok`.

stm_read_r32_tok

Lee el siguiente token con `stm_read_token` y, si es un número real, lo convierte a `real32_t` .

```
real32_t
stm_read_r32_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

En caso que no se pueda leer un token de tipo `ekTINTEGER` o `ekTREAL` (con o sin `ekTMINUS`), se devolverá 0 y se marcará el stream como corrupto con `stm_corrupt`.

stm_read_r64_tok

Lee el siguiente token y lo convierte a `real64_t`.

```
real64_t
stm_read_r64_tok(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

El valor numérico del token.

Observaciones:

Ver `stm_read_r32_tok`.

stm_read_bool

Lee una variable `bool_t` desde el stream.

```
bool_t
stm_read_bool(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerá 1 byte. Si el valor es diferente de 0 o 1, se marcará el stream como corrupto con `stm_corrupt`. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_i8

Lee una variable `int8_t` desde el stream.

```
int8_t
stm_read_i8(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerá 1 byte. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_i16

Lee una variable `int16_t` desde el stream.

```
int16_t
stm_read_i16(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 2 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_i32

Lee una variable `int32_t` desde el stream.

```
int32_t
stm_read_i32(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 4 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_i64

Lee una variable `int64_t` desde el stream.

```
int64_t
stm_read_i64(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 8 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_u8

Lee una variable uint8_t desde el stream.

```
uint8_t
stm_read_u8(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerá 1 byte. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_u16

Lee una variable uint16_t desde el stream.

```
uint16_t
stm_read_u16(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 2 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_u32

Lee una variable uint32_t desde el stream.

```
uint32_t
stm_read_u32(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 4 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_u64

Lee una variable `uint64_t` desde el stream.

```
uint64_t
stm_read_u64(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 8 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_r32

Lee una variable `real32_t` desde el stream.

```
real32_t
stm_read_r32(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 4 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_r64

Lee una variable `real64_t` desde el stream.

```
real64_t
stm_read_r64(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 8 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_read_enum

Lee una variable `enum` desde el stream.

```
type
stm_read_enum(Stream *stm,
              type);
```

stm El objeto stream.

type El tipo del **enum**.

Retorna:

Variable leída.

Observaciones:

Se leerán 4 bytes. Ver *"Stream binario"* (Página 244).

stm_skip

Salta e ignora los próximos bytes del stream.

```
void
stm_skip(Stream *stm,
         const uint32_t size);
```

stm El objeto stream.

size La cantidad de bytes a saltar.

stm_skip_bom

Salta la posible secuencia *Byte Order Mark* `"ï»?`"` que se encuentra al comienzo de algunos streams de texto.

```
void
stm_skip_bom(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Observaciones:

Esta función no tendrá efecto si no existe dicha secuencia al inicio del stream. El BOM es habitual en streams provenientes de algunos servidores Web.

stm_skip_token

Salta el siguiente token del stream. Si el token no corresponde al indicado, se marcará el stream como corrupto.

```
void
stm_skip_token(Stream *stm,
               const token_t token);
```

```
void stm_skip_token(Stream *stm, const token_t token)
{
    token_t tok = stm_read_token(stm);
    if (tok != token)
        stm_corrupt(stm);
}
```

stm El objeto stream.

token Token esperado.

stm_flush

Escribe en el canal la información existente en la caché.

```
void
stm_flush(Stream *stm);
```

stm El objeto stream.

Observaciones:

Para mejorar el rendimiento, las operaciones de escritura en streams de disco o E/S estándar se almacenan en una caché interna. Esta función fuerza la escritura en el canal y limpia el búfer. Será útil con protocolos *full-duplex* donde el receptor espera contestación para continuar.

stm_pipe

Conecta dos streams, leyendo datos de uno y escribiéndolos en otro.

```
void
stm_pipe(Stream *from,
         Stream *to,
         const uint32_t n);
```

from El objeto stream de entrada (para leer).

to El objeto stream de salida (para escribir).

n La cantidad de bytes a trasvasar.

Observaciones:

El trasvase se realizará sobre datos "en bruto", sin tener en cuenta *"Orden de bytes"* (Página 252) o *"Codificaciones UTF"* (Página 165). Si tienes claro que esto no afecta, es mucho más rápido que utilizar operaciones atómicas de lectura/escritura.

stm_lines

Itera sobre todas las líneas en un *"Stream de texto"* (Página 244). Debes usar `stm_next` para cerrar el bucle.

```
void
stm_lines(const char_t *line,
          Stream *stm);
```

```
uint32_t i = 1;
Stream *stm = stm_from_file("/home/john/friends.txt", NULL);
stm_lines(line, stm)
    bstd_printf("Friend %d, name %s\n", i++, line);
stm_next(line, stm)
stm_close(&stm);
```

line Nombre de la variable que albergará temporalmente la línea. Utiliza una caché interna del stream, por lo que deberás hacer una copia con `str_c` si necesitas conservarla.

stm Stream.

stm_next

Cierra un bucle abierto por `stm_lines`.

```
void
stm_next(const char_t *line,
         Stream *stm);
```

line Nombre de la variable línea.

stm Stream.

regex_create

Crea una expresión regular a partir de un patrón.

```
RegEx*
regex_create(const char_t *pattern);
```

pattern Patrón de búsqueda.

Retorna:

Expresión regular (autómata).

Observaciones:

Ver *"Definir patrones"* (Página 255).

regex_destroy

Destruye una expresión regular.

```
void
regex_destroy(RegEx **regex);
```

regex Expresión regular. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

regex_match

Comprueba si una cadena cumple el patrón de búsqueda.

```
bool_t
regex_match(const RegEx *regex,
            const char_t *str);
```

regex Expresión regular.

str Cadena a evaluar.

Retorna:

`TRUE` si la cadena es aceptada por la expresión regular.

listener

Crea un listener. Esta función vinculará un emisor de eventos con el receptor, normalmente el controlador de la aplicación. El objeto emisor *(sender)* es el responsable de destruir el listener.

```
Listener*
listener(type *obj,
         FPtr_event_handler func_event_handler,
         type);
```

obj	Objeto receptor que será pasado como primer parámetro a `func_event_handler`.
func_event_handler	Función *callback* que será llamada cuando se produzca el evento. También conocida como *event handler*.
type	El tipo de objeto receptor.

Retorna:

Objeto listener.

listen

Igual que `listener`, pero utilizado en C++ para definir *callbacks* de clase. *"Uso de C++"* (Página 45).

```
void
listen(void);
```

listener_destroy

Destruye un listener.

```
void
listener_destroy(Listener **listener);
```

listener	Listener. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

Observaciones:

El emisor es el responsable de destruir el listener.

listener_update

Actualiza el receptor y manejador del evento. Es equivalente a destruirlo crearlo de nuevo.

```
void
listener_update(Listener **listener,
                Listener *new_listener);
```

listener	El listener actual.
new_listener	El nuevo listener.

Observaciones:

Este método debe ser utilizado dentro del emisor.

listener_event

Lanza un evento desde el emisor *(sender)* hacia el receptor.

```
void
listener_event(Listener *listener,
               const uint32_t type,
               sender_type *sender,
               params_type *params,
               result_type *result,
               sender_type,
               params_type,
               result_type);
```

listener	Listener a través del cual se enviará el evento.
type	Código del evento.
sender	Generador del evento *(sender)*.
params	Parámetros del evento, o `NULL` si no tiene.
result	Resultado del evento, o `NULL` si no se espera.
sender_type	Tipo de objeto *sender*.
params_type	Tipo de objeto params, o `void` si no tiene.
result_type	Tipo de objeto result, o `void` si no tiene.

Observaciones:

Este método debe ser invocado dentro del emisor del evento.

listener_pass_event

Pasa el evento recibido a otro objeto, cambiando solo el emisor *(sender)*. Útil para no generar un nuevo objeto `Event`.

```
void
listener_pass_event(Listener *list,
                    Event *event,
                    sender_type *sender,
                    sender_type);
```

list	Listener a través del cual se re-enviará el evento.
event	Evento entrante.
sender	El nuevo generador del evento.
sender_type	El tipo de objeto.

Observaciones:

Este método debe ser invocado dentro del emisor del evento.

event_type

Obtiene el tipo de evento.

```
uint32_t
event_type(const Event *event);
```

event Evento.

Retorna:

El tipo de evento. Normalmente asociado a un `enum`. Ejemplos en `core_event_t`, `gui_event_t`.

event_sender

Obtiene el emisor del evento *(sender)*.

```
type*
event_sender(Event *event,
             type);
```

event Evento.

type El tipo del emisor.

Retorna:

Sender.

event_params

Obtiene los parámetros del evento, encapsulados en una estructura, que será diferente en función del tipo de evento.

```
type*
event_params(Event *event,
             type);
```

event Evento.

type El tipo de parámetros.

Retorna:

Parámetros del evento.

event_result

Obtiene un objeto para escribir los resultados del evento. Algunos eventos requieren la devolución de datos por parte del receptor. El tipo de objeto resultado dependerá del tipo de evento.

```
type*
event_result(Event *event,
             type);
```

event Evento.

type El tipo de resultado.

Retorna:

Resultados del evento.

keybuf_create

Crea un búfer con el estado del teclado.

```
KeyBuf*
keybuf_create(void);
```

Retorna:

El búfer.

keybuf_destroy

Destruye el búfer.

```
void
keybuf_destroy(KeyBuf **bufer);
```

bufer El búfer. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

keybuf_OnUp

Establece el estado de una tecla como liberada.

```
void
keybuf_OnUp(KeyBuf *bufer,
            const vkey_t key);
```

bufer El búfer.

key El código de la tecla.

Observaciones:

Normalmente no será necesario llamar a esta función. Lo hará `View` o el módulo que capture los eventos de teclado.

keybuf_OnDown

Establece el estado de una tecla como pulsado.

```
void
keybuf_OnDown(KeyBuf *bufer,
              const vkey_t key);
```

bufer El búfer.

key El código de la tecla.

Observaciones:

Normalmente no será necesario llamar a esta función. Lo hará `View` o el módulo que capture los eventos de teclado.

keybuf_clear

Limpia el búfer. Establece todas las teclas como liberadas.

```
void
keybuf_clear(KeyBuf *bufer);
```

bufer El búfer.

Observaciones:

Normalmente no será necesario llamar a esta función. Lo hará `View` o el módulo que capture los eventos de teclado.

keybuf_pressed

Retorna el estado de una tecla.

```
bool_t
keybuf_pressed(const KeyBuf *bufer,
               const vkey_t key);
```

bufer El búfer.

key El código de la tecla.

Retorna:

Pulsada (`TRUE`) o liberada (`FALSE`).

keybuf_str

Retorna una cadena de texto asociada a una tecla.

```
void
keybuf_str(const vkey_t key);
```

key El código de la tecla.

keybuf_dump

Vuelca en el *"Log"* (Página 194) el estado del búfer.

```
void
keybuf_dump(const KeyBuf *bufer);
```

bufer El búfer.

hfile_dir

Comprueba si la ruta es un directorio.

```
bool_t
hfile_dir(const char_t *pathname);
```

pathname Nombre de la ruta a comprobar. *"Filename y pathname"* (Página 188).

Retorna:

`TRUE` si `pathname` es un directorio. Si no existe o es un archivo `FALSE`.

hfile_dir_create

Crea todos los subdirectorios intermedios de una ruta.

```
bool_t
hfile_dir_create(const char_t *pathname,
                 ferror_t *error);
```

```
// C:\dir1 doesn't exist.
bool_t ok = hfile_dir_create("C:\dir1\dir2\dir3\dir4\dir5");
ok = TRUE
```

pathname Nombre de la ruta a crear. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si la ruta completa ha sido creada, de lo contrario `FALSE`.

hfile_dir_destroy

Destruye recursivamente un directorio y todo su contenido.

```
bool_t
hfile_dir_destroy(const char_t *pathname,
                  ferror_t *error);
```

pathname Ruta del directorio a destruir. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el directorio ha sido destruido, o `FALSE` si ha habido algún error.

hfile_dir_list

Obtiene una lista del contenido de un directorio.

```
ArrSt(DirEntry)*
hfile_dir_list(const char_t *pathname,
               ferror_t *error);
```

pathname Ruta del directorio a listar. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Array de `DirEntry` con el contenido. Debe ser destruido con `arrst_destroy(&array, hfile_dir_entry_remove, DirEntry)` cuando ya no sea necesario.

hfile_dir_entry_remove

Libera la memoria de un elemento del listado del directorio.

```
void
hfile_dir_entry_remove(DirEntry *entry);
```

entry Elemento.

Observaciones:

Ver `hfile_dir_list`.

hfile_date

Obtiene la fecha de modificación más reciente de un archivo o directorio.

```
Date
hfile_date(const char_t *pathname,
           const bool_t recursive);
```

pathname Ruta al archivo o directorio. *"Filename y pathname"* (Página 188).

recursive Si `pathname` es un directorio, indica si se realiza una exploración en profundidad por los subdirectorios.

Retorna:

La fecha de modificación. Si `pathname` no existe `kDATE_NULL`.

Observaciones:

Si `pathname` es un directorio, se considerarán las fechas de modificación de los archivos también, no solo del propio directorio.

hfile_dir_sync

Sincroniza el contenido de dos directorios.

```
bool_t
hfile_dir_sync(const char_t *src,
               const char_t *dest,
               const bool_t recursive,
               const bool_t remove_in_dest,
               const char_t **except,
               const uint32_t except_size,
               ferror_t *error);
```

src Directorio origen.

dest Directorio destino.

recursive Si `TRUE` procesa recursivamente los subdirectorios.

remove_in_dest Si `TRUE` elimina en `dest` aquellos archivos/directorios que no estén en `src`.

except Lista de nombres de archivo/directorio que permanecerán intactos en `dest`.

except_size Tamaño del array `except`.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si todo ha ido bien, `FALSE` si ha habido algún error.

Observaciones:

Si un archivo está en `src` y no en `dest`, se copia en `dest`. Si un archivo es más reciente en `src` también se copia en `dest`. Si un archivo existe en `dest` pero no en `src` y `remove_in_dest` es `TRUE`, se eliminará de `dest`. Si el archivo existe en `except` no será tenido en cuenta ni para copiar ni borrar. Si `recursive` es `TRUE` se procesarán los subdirectorios de esta forma: Si ambos subdirs existen en `src` y `dest` se ejecutará la misma lógica descrita en ambos subdirs. Si el subdir existe en `src` pero no en `dest`, se copiará en su totalidad a `dest`. Si existe en `dest` y no en `src` y `remove_in_dest` es `TRUE` será eliminado completamente de `dest`.

hfile_exists

Comprueba si `pathname` existe en el sistema de archivos.

```
bool_t
hfile_exists(const char_t *pathname,
             file_type_t *file_type);
```

pathname — Ruta del directorio o archivo a comprobar. *"Filename y pathname"* (Página 188).

file_type — Tipo de archivo. Pueder ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si `pathname` existe, `FALSE` si no.

hfile_is_uptodate

Comprueba si un archivo está actualizado. Considera que `dest` es una copia o depende de `src`.

```
bool_t
hfile_is_uptodate(const char_t *src,
                  const char_t *dest);
```

src — Pathname del archivo de origen.

dest — Pathname del archivo de destino.

Retorna:

`TRUE` si `dest` existe y es más reciente que `src`. De lo contrario `FALSE`.

hfile_copy

Copia un archivo de una ubicación a otra.

```
bool_t
hfile_copy(const char_t *src,
           const char_t *dest,
           ferror_t *error);
```

```
hfile_copy("/home/john/image.png", "/home/john/images", NULL); // image.png
hfile_copy("/home/john/image.png", "/home/john/images/party.png", NULL); //
    ↪ party.png
```

src Pathname del archivo a copiar. *"Filename y pathname"* (Página 188).

dest Destino de la copia. Si es un directorio tendrá el mismo *filename* que el origen. De lo contrario, la copia se hará con otro nombre de archivo.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si la copia se ha realizado con éxito. De lo contrario `FALSE`.

hfile_buffer

Crea un búfer con el contenido de un archivo en disco.

```
Buffer*
hfile_buffer(const char_t *pathname,
             ferror_t *error);
```

pathname Ruta del archivo a cargar.

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El búfer con los datos del archivo o `NULL` si la función falla.

Observaciones:

No funciona con archivos de más de 4Gb (32-bits).

hfile_string

Crea un string con el contenido de un archivo en disco.

```
String*
hfile_string(const char_t *pathname,
             ferror_t *error);
```

pathname Ruta del archivo a cargar.

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

El objeto string con los datos del archivo de texto o NULL si la función falla.

Observaciones:

No funciona con archivos de más de 4Gb (32-bits).

hfile_stream

Crea un *"Memory stream"* (Página 241) y lo inicializa con el contenido de un archivo.

```
Stream*
hfile_stream(const char_t *pathname,
             ferror_t *error);
```

pathname Ruta del archivo a cargar.

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

El stream inicializado con los datos del archivo o NULL si la función falla.

Observaciones:

No funciona con archivos de más de 4Gb (32-bits).

hfile_from_string

Crea un archivo en disco con el contenido de un *"Strings"* (Página 205).

```
bool_t
hfile_from_string(const char_t *pathname,
                  const String *str,
                  ferror_t *error);
```

pathname Ruta del archivo a guardar.

str String a guardar en el archivo.

error Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

TRUE si el archivo ha sido creado con éxito. En caso contrario FALSE.

hfile_from_data

Crea un archivo en disco con el contenido de un bloque genérico de memoria.

```
bool_t
hfile_from_data(const char_t *pathname,
                const byte_t *data,
                const uint32_t size,
                ferror_t *error);
```

pathname	Ruta del archivo a guardar.
data	Bloque a guardar en el archivo.
size	Tamaño en bytes del bloque.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el archivo ha sido creado con éxito. En caso contrario `FALSE`.

hfile_dir_loop

Recorre todos los archivos de un directorio.

```
bool_t
hfile_dir_loop(const char_t *pathname,
               Listener *listener,
               const bool_t subdirs,
               const bool_t hiddens,
               ferror_t *error);
```

```
static void i_OnEntry(App *app, Event *event)
{
    uint32_t type = event_type(event);
    const EvFileDir *p = event_params(event, EvFileDir);
    if (type == ekEFILE)
    {
        bstd_printf("File: %s\n", p->pathname);
        // Abort the directory loop
        if (app->more == FALSE)
        {
            bool_t *more = event_result(event, bool_t);
            *more = FALSE;
        }
    }
    else if (type == ekEENTRY)
    {
        if (app->direntry == TRUE)
        {
            bstd_printf("Entering: %s\n", params->pathname);
```

```
        }
        else
        {
            bool_t *entry = event_result(event, bool_t);
            *entry = FALSE;
        }
    }
    else if (type == ekEEXIT)
    {
        bstd_printf("Exiting: %s\n", params->pathname);
    }
}

hfile_dir_loop("/home/john/personal", listener(app, i_OnEntry, App), TRUE,
    ↪ FALSE, NULL);
```

pathname	Ruta del directorio. *"Filename y pathname"* (Página 188).
listener	Función *callback* que se llamará para cada archivo del directorio.
subdirs	Si es `TRUE` el bucle procesará los subdirectorios.
hiddens	Si es `TRUE` se procesarán los archivos ocultos.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si el recorrido ha sido completado con éxito. `FALSE` si ha ocurrido algún error.

Observaciones:

Para cada archivo, se mandará un evento a `listener`. Será de tipo `ekEFILE` para archivos regulares, `ekEENTRY` cuando detecte en un subdirectorio y `ekEEXIT` cuando salga del mismo (si el subdirectorio se ha procesado). Los atributos del archivo se envían en el parámetro del evento como una estructura `EvFileDir`. El recorrido continuará hasta que todos los archivos/subdirectorios hayan sido recorridos o se retorne `FALSE` en `event_result`. Esta salida controlada no será considerada error y esta función retornará `TRUE`.

hfile_appdata

Obtiene la ruta completa de un archivo de datos o configuración de la aplicación.

```
String*
hfile_appdata(const char_t *pathname);
```

```
String *fname = hfile_appdata("gui/preferences.cfg");
fname = "C:\Users\USER\AppData\Roaming\MyApp\gui\preferences.cfg"
(in Windows operating system)
...
```

```
Stream *out = stm_to_file(tc(fname), NULL);
```

pathname Ruta relativa del archivo.

Retorna:

La ruta completa al archivo de configuración.

Observaciones:

En muchas ocasiones, las aplicaciones necesitan crear archivos de configuración para recordar preferencias del usuario u otro tipo de datos entre sesiones *"Home y AppData"* (Página 189). Esta función añade una ruta relativa y el nombre del archivo y asegura que todos los directorios intermedios existirán.

hfile_home_dir

Obtiene la ruta completa a un archivo en el directorio del usuario **(home)**.

```
String*
hfile_home_dir(const char_t *path);
```

path Ruta relativa a partir del directorio **home**.

Retorna:

Ruta absoluta del archivo.

hfile_tmp_path

Obtiene la ruta completa a un archivo o directorio temporal.

```
String*
hfile_tmp_path(const char_t *path);
```

path Ruta relativa a partir del directorio **tmp**.

Retorna:

Ruta absoluta del archivo o directorio temporal.

respack_destroy

Destruye un paquete de recursos.

```
void
respack_destroy(ResPack **pack);
```

pack Paquete de recursos. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

respack_text

Obtiene un texto de un paquete de recursos.

```
const char_t*
respack_text(const ResPack *pack,
             const ResId id);
```

pack Paquete de recursos.

id Identificador del recurso.

Retorna:

Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

respack_file

Obtiene un puntero al contenido de un archivo, incluido en un paquete de recursos.

```
const byte_t*
respack_file(const ResPack *pack,
             const ResId id,
             uint32_t *size);
```

pack Paquete de recursos.

id Identificador del recurso.

size Obtiene el tamaño del archivo en bytes.

Retorna:

Puntero al contenido del archivo (bytes en bruto).

date_system

Obtiene la fecha del sistema.

```
Date
date_system(void);
```

Retorna:

La fecha actual.

date_pack

Empaqueta una fecha.

```
Date
date_pack(const int16_t year,
          const uint8_t month,
          const uint8_t mday,
          const uint8_t hour,
          const uint8_t minute,
          const uint8_t second);
```

year	Año.
month	Número de mes (1,12).
mday	Día del mes (1,31).
hour	Hora (0,23).
minute	Minuto (0,59).
second	Segundo (0,59).

Retorna:

La fecha empaquetada.

date_add_seconds

Calcula la fecha resultante de añadir una cantidad de segundos a otra fecha.

```
Date
date_add_seconds(const Date *date,
                 int32_t seconds);
```

date	La fecha base.
seconds	El número de segundos. Si es positivo obtendremos un fecha futura. Si es negativo una fecha pasada.

Retorna:

La fecha resultado.

date_add_minutes

Calcula la fecha resultante de añadir una cantidad de minutos a otra fecha.

```
Date
date_add_minutes(const Date *date,
                 int32_t minutes);
```

date La fecha base.

minutes El número de minutos. Si es positivo obtendremos un fecha futura. Si es negativo una fecha pasada.

Retorna:

La fecha resultado.

date_add_hours

Calcula la fecha resultante de añadir una cantidad de horas a otra fecha.

```
Date
date_add_hours(const Date *date,
               int32_t hours);
```

date La fecha base.

hours El número de horas. Si es positivo obtendremos un fecha futura. Si es negativo una fecha pasada.

Retorna:

La fecha resultado.

date_add_days

Calcula la fecha resultante de añadir una cantidad de días a otra fecha.

```
Date
date_add_days(const Date *date,
              int32_t days);
```

date La fecha base.

days El número de días. Si es positivo obtendremos un fecha futura. Si es negativo una fecha pasada.

Retorna:

La fecha resultado.

date_year

Obtiene el año actual.

```
int16_t
date_year(void);
```

Retorna:

El año actual.

date_cmp

Compara dos fechas. La fecha más reciente es considerada mayor.

```
int
date_cmp(const Date *date1,
         const Date *date2);
```

date1 Primera fecha a comparar.

date2 Segunda fecha a comparar.

Retorna:

Resultado de la comparación.

date_ellapsed_seconds

Calcula el número de segundos transcurridos entre dos fechas.

```
int64_t
date_ellapsed_seconds(const Date *from,
                      const Date *to);
```

from Fecha de inicio.

to Fecha final.

Retorna:

Número de segundos. Puede ser negativo, si `from` es posterior a `to`.

date_between

Comprueba si una fecha está dentro de un intervalo.

```
bool_t
date_between(const Date *date,
             const Date *from,
             const Date *to);
```

date Fecha a comprobar.

from Fecha de inicio.

to Fecha final.

Retorna:

TRUE si date está entre from y to.

date_is_null

Comprueba si una fecha es nula.

```
bool_t
date_is_null(const Date *date);
```

date Fecha a comprobar.

Retorna:

TRUE si date es nula.

date_is_valid

Comprueba si una fecha es válida.

```
bool_t
date_is_valid(const Date *date);
```

date Fecha a comprobar.

Retorna:

TRUE si date es válida.

date_weekday

Calcula el día de la semana de una fecha.

```
week_day_t
date_weekday(const Date *date);
```

date Fecha.

Retorna:

Día de la semana.

date_format

Retorna una cadena con una fecha formateada.

```
const String*
date_format(const Date *date,
            const char_t *format);
```

date Fecha.

format El formato especificado, basado en `strftime()`.

Retorna:

Cadena con la fecha.

Observaciones:

Ver *"Conversión de fechas"* (Página 169).

clock_create

Crea un reloj.

```
Clock*
clock_create(const real64_t interval);
```

interval Intervalo de tiempo para control de animaciones (en segundos).

Retorna:

El nuevo reloj.

clock_destroy

Destruye el reloj.

```
void
clock_destroy(Clock **clk);
```

clk Reloj. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

clock_frame

Detecta si ha vencido una nueva secuencia en una animación.

```
bool_t
clock_frame(Clock *clk,
            real64_t *prev_frame,
            real64_t *curr_frame);
```

clk Reloj.

prev_frame Marca temporal del instante anterior. Solo relevante si retorna `TRUE`.

curr_frame Marca temporal del instante actual. Solo relevante si retorna `TRUE`.

Retorna:

`TRUE` si ha llegado el momento para lanzar un nueva secuencia. `FALSE` si hay que esperar.

clock_reset

Pone a 0.0 el reloj.

```
void
clock_reset(Clock *clk);
```

clk Reloj.

clock_elapsed

Obtiene el tiempo transcurrido desde la creación del objeto o desde la última llamada a `clock_reset`.

```
real64_t
clock_elapsed(Clock *clk);
```

clk Reloj.

Retorna:

El número de segundos (con precisión de micro-segundos 0.000001).

Capítulo 42

Librería Geom2D

42.1. Tipos y Constantes

kZERO

El vector (0,0).

```
const V2Df kV2D_ZEROf;
const V2Dd kV2D_ZEROd;
const V2D V2D::kZERO;
```

kX

El vector (1,0).

```
const V2Df kV2D_Xf;
const V2Dd kV2D_Xd;
const V2D V2D::kX;
```

kY

El vector (0,1).

```
const V2Df kV2D_Yf;
const V2Dd kV2D_Yd;
const V2D V2D::kY;
```

kZERO

Valor `[0,0]`.

```
const S2Df kS2D_ZEROf;
const S2Dd kS2D_ZEROd;
const S2D S2D::kZERO;
```

kZERO

Valor `[0,0,0,0]`.

```
const R2Df kR2D_ZEROf;
const R2Dd kR2D_ZEROd;
const R2D R2D::kZERO;
```

kIDENT

Representa la transformación identidad.

```
const T2Df kT2D_IDENTf;
const T2Dd kT2D_IDENTd;
const T2D T2D::kIDENT;
```

kNULL

Representa un círculo nulo (sin geometría).

```
const Cir2Df kCIR2D_NULLf;
const Cir2Dd kCIR2D_NULLd;
const Cir2D Cir2D::kNULL;
```

kNULL

Representa un contenedor nulo (sin geometría).

```
const Box2Df kBOX2D_NULLf;
const Box2Dd kBOX2D_NULLd;
const Box2D Box2D::kNULL;
```

struct V2D

Representa un vector o punto 2d. *"Vectores 2D"* (Página 264).

```
struct V2Df
{
    real32_t x;
    real32_t y;
};

struct V2Dd
{
    real64_t x;
    real64_t y;
};
```

```
struct V2D
{
    real x;
    real y;
};
```

x Coordenada x.

y Coordenada y.

struct S2D

Representa un tamaño en 2d. *"Tamaños 2D"* (Página 267).

```
struct S2Df
{
    real32_t width;
    real32_t height;
};

struct S2Dd
{
    real64_t width;
    real64_t height;
};

struct S2D
{
    real width;
    real height;
};
```

`width` Ancho.

`height` Alto.

struct R2D

Rectángulo en 2d. *"Rectángulos 2D"* (Página 268).

```
struct R2Df
{
    V2Df pos;
    S2Df size;
};

struct R2Dd
{
    V2Dd pos;
    S2Dd size;
```

```
};

struct R2D
{
    V2D pos;
    S2D size;
};
```

`pos` Origen.

`size` Tamaño.

struct T2D

Transformación afín en 2d. *"Transformaciones 2D"* (Página 268).

```
struct T2Df
{
    V2Df i;
    V2Df j;
    V2Df p;
};

struct T2Dd
{
    V2Dd i;
    V2Dd j;
    V2Dd p;
};

struct T2D
{
    V2D i;
    V2D j;
    V2D p;
};
```

`i` Componente i de la transformación lineal.

`j` Componente j de la transformación lineal.

`p` Posición.

struct Seg2D

Segmento de recta en 2d. *"Segmentos 2D"* (Página 274).

```
struct Seg2Df
{
    V2Df p0;
    V2Df p1;
```

```
};

struct Seg2Dd
{
    V2Dd p0;
    V2Dd p1;
};

struct Seg2D
{
    V2D p0;
    V2D p1;
};
```

`p0` Coordenada del primer punto del segmento.

`p1` Coordenada del segundo punto del segmento.

struct Cir2D

Círculo en 2d. *"Círculos 2D"* (Página 275).

```
struct Cir2Df
{
    V2Df c;
    real32_t r;
};

struct Cir2Dd
{
    V2Dd c;
    real64_t r;
};

struct Cir2D
{
    V2D c;
    real r;
};
```

`c` Centro.

`r` Radio.

struct Box2D

Bounding Box en 2d. *"Cajas 2D"* (Página 276).

```
struct Box2Df
{
```

```
    V2Df min;
    V2Df max;
};

struct Box2Dd
{
    V2Dd min;
    V2Dd max;
};

struct Box2D
{
    V2D min;
    V2D max;
};
```

`min` Coordenada mínima del bounding.

`max` Coordenada máxima del bounding.

struct OBB2D

Caja (rectángulo) orientada en 2d. *"Cajas Orientadas 2D"* (Página 276).

```
struct OBB2Df;

struct OBB2Dd;

struct OBB2D;
```

struct Tri2D

Triángulo 2d. *"Triángulos 2D"* (Página 278).

```
struct Tri2Df
{
    V2Df p0;
    V2Df p1;
    V2Df p2;
};

struct Tri2Dd
{
    V2Dd p0;
    V2Dd p1;
    V2Dd p2;
};

struct Tri2D
{
```

```
    V2D p0;
    V2D p1;
    V2D p2;
};
```

p0 Coordenada del primer punto del triángulo.

p1 Coordenada del segundo punto del triángulo.

p2 Coordenada del tercer punto del triángulo.

struct Pol2D

Polígono convexo en 2d. *"Polígonos 2D"* (Página 279).

```
struct Pol2Df;

struct Pol2Dd;

struct Pol2D;
```

struct Col2D

Datos de colisión en 2d. *"Colisiones 2D"* (Página 281).

```
struct Col2Df;

struct Col2Dd;

struct Col2D;
```

42.2. Funciones

v2d

Crea un vector 2d a partir de sus componentes.

```
V2Df
v2df(const real32_t x,
     const real32_t y);

V2Dd
v2dd(const real64_t x,
     const real64_t y);

V2D
V2D(const real x,
    const real y);
```

x Coordenada x.

y Coordenada y.

Retorna:

El vector 2d.

v2d_tof

Convierte un vector de double a float.

```
V2Df
v2d_tof(const V2Dd *v);
```

v El vector.

Retorna:

El vector 2d en simple precisión.

v2d_tod

Convierte un vector de float a double.

```
V2Dd
v2d_tod(const V2Df *v);
```

v El vector.

Retorna:

El vector 2d en doble precisión.

v2d_tofn

Convierte un array de vector de double a float.

```
void
v2d_tofn(V2Df *vf,
         const V2Dd *vd,
         const uint32_t n);
```

vf El array destino.

vd El array origen.

n Número de elementos.

v2d_todn

Convierte un array de vector de float a double.

```
void
v2d_todn(V2Dd *vd,
         const V2Df *vf,
         const uint32_t n);
```

vd El array destino.

vf El array origen.

n Número de elementos.

v2d_add

Suma dos vectores.

```
V2Df
v2d_addf(const V2Df *v1,
         const V2Df *v2);

V2Dd
v2d_addd(const V2Dd *v1,
         const V2Dd *v2);

V2D
V2D::add(const V2D *v1,
         const V2D *v2);
```

v1 Vector 1.

v2 Vector 2.

Retorna:

El vector resultado.

v2d_sub

Resta dos vectores.

```
V2Df
v2d_subf(const V2Df *v1,
         const V2Df *v2);

V2Dd
v2d_subd(const V2Dd *v1,
         const V2Dd *v2);
```

```
V2D
V2D::sub(const V2D *v1,
         const V2D *v2);
```

v1 Vector 1.

v2 Vector 2.

Retorna:

El vector resultado.

v2d_mul

Multiplica un vector por un escalar.

```
V2Df
v2d_mulf(const V2Df *v,
         const real32_t s);

V2Dd
v2d_muld(const V2Dd *v,
         const real64_t s);

V2D
V2D::mul(const V2D *v,
         const real s);
```

v Vector.

s Escalar.

Retorna:

El vector resultado.

v2d_from

Crea un vector a partir de un punto y una dirección.

```
V2Df
v2d_fromf(const V2Df *v,
          const V2Df *dir,
          const real32_t length);

V2Dd
v2d_fromd(const V2Dd *v,
          const V2Dd *dir,
          const real64_t length);

V2D
```

```
V2D::from(const V2D *v,
          const V2D *dir,
          const real length);
```

v	Vector inicial.
dir	Dirección.
length	Longitud.

Retorna:

El vector resultado.

Observaciones:

Realizará la operación `r = v + length * dir`. `dir` no es necesario que sea unitario, en cuyo caso `length` se comportará como un factor de escala.

v2d_mid

Retorna el punto medio de dos puntos.

```
V2Df
v2d_midf(const V2Df *v1,
         const V2Df *v2);

V2Dd
v2d_midd(const V2Dd *v1,
         const V2Dd *v2);

V2D
V2D::mid(const V2D *v1,
         const V2D *v2);
```

v1	Primer punto.
v2	Segundo punto.

Retorna:

El punto medio.

v2d_unit

Vector unitario (dirección) desde 1 a 2.

```
V2Df
v2d_unitf(const V2Df *v1,
          const V2Df *v2,
          real32_t *dist);
```

```
V2Dd
v2d_unitd(const V2Dd *v1,
          const V2Dd *v2,
          real64_t *dist);

V2D
V2D::unit(const V2D *v1,
          const V2D *v2,
          real *dist);
```

v1	Punto 1 (origen).
v2	Punto 2 (destino).
dist	Distancia entre puntos. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El vector unitario.

v2d_unit_xy

Vector unitario (dirección) desde 1 a 2.

```
V2Df
v2d_unit_xyf(const real32_t x1,
             const real32_t y1,
             const real32_t x2,
             const real32_t y2,
             real32_t *dist);

V2Dd
v2d_unit_xyd(const real64_t x1,
             const real64_t y1,
             const real64_t x2,
             const real64_t y2,
             real64_t *dist);

V2D
V2D::unit_xy(const real x1,
             const real y1,
             const real x2,
             const real y2,
             real *dist);
```

x1 Coordenada X del punto 1 (origen).

y1 Coordenada Y del punto 1 (origen).

x2 Coordenada X del punto 2 (destino).

y2 Coordenada Y del punto 2 (destino).

dist Distancia entre puntos. Puede ser `NULL`.

Retorna:

El vector unitario.

v2d_perp_pos

Obtiene el vector perpendicular positivo.

```
V2Df
v2d_perp_posf(const V2Df *v);

V2Dd
v2d_perp_posd(const V2Dd *v);

V2D
V2D::perp_pos(const V2D *v);
```

v Vector inicial.

Retorna:

El vector perpendicular.

Observaciones:

Es la perpendicular que se obtiene mediante ángulo positivo (+ /2).

v2d_perp_neg

Obtiene el vector perpendicular negativo.

```
V2Df
v2d_perp_negf(const V2Df *v);

V2Dd
v2d_perp_negd(const V2Dd *v);

V2D
V2D::perp_neg(const V2D *v);
```

v Vector inicial.

Retorna:

El vector perpendicular.

Observaciones:

Es la perpendicular que se obtiene mediante ángulo negativo (- /2).

v2d_from_angle

Obtiene el vector resultante de aplicar un giro al vector `[1,0]`.

```
V2Df
v2d_from_anglef(const real32_t a);

V2Dd
v2d_from_angled(const real64_t a);

V2D
V2D::from_angle(const real a);
```

a Ángulo.

Retorna:

El vector.

Observaciones:

Para `a=0` obtendremos `[1,0]`. Para `aπ=/2` `[0,1]`.

v2d_norm

Normaliza un vector, es decir, lo convierte en un vector de longitud = 1.

```
bool_t
v2d_normf(V2Df *v);

bool_t
v2d_normd(V2Dd *v);

bool_t
V2D::norm(V2D *v);
```

v El vector que será normalizado.

Retorna:

`FALSE` si el vector no se puede normalizar (el vector 0).

v2d_length

Calcula la longitud de un vector.

```
real32_t
v2d_lengthf(const V2Df *v);

real64_t
v2d_lengthd(const V2Dd *v);

real
V2D::length(const V2D *v);
```

v El vector.

Retorna:

El módulo del vector.

v2d_sqlength

Calcula el cuadrado de la longitud de un vector.

```
real32_t
v2d_sqlengthf(const V2Df *v);

real64_t
v2d_sqlengthd(const V2Dd *v);

real
V2D::sqlength(const V2D *v);
```

v El vector.

Retorna:

El cuadrado del módulo del vector.

Observaciones:

Evita utilizar la raíz cuadrada, por lo que es más eficiente que `v2d_lengthf`. Suele utilizarse para comparar distancias.

v2d_dot

Producto escalar de dos vectores.

```
real32_t
v2d_dotf(const V2Df *v1,
         const V2Df *v2);
```

```
real64_t
v2d_dotd(const V2Dd *v1,
         const V2Dd *v2);

real
V2D::dot(const V2D *v1,
         const V2D *v2);
```

v1 Vector 1.

v2 Vector 2.

Retorna:

Producto escalar.

v2d_dist

Calcula la distancia entre dos puntos.

```
real32_t
v2d_distf(const V2Df *v1,
          const V2Df *v2);

real64_t
v2d_distd(const V2Dd *v1,
          const V2Dd *v2);

real
V2D::dist(const V2D *v1,
          const V2D *v2);
```

v1 Punto 1.

v2 Punto 2.

Retorna:

La distancia.

v2d_sqdist

Calcula el cuadrado de la distancia entre dos puntos.

```
real32_t
v2d_sqdistf(const V2Df *v1,
            const V2Df *v2);

real64_t
v2d_sqdistd(const V2Dd *v1,
```

```
            const V2Dd *v2);

real
V2D::sqdist(const V2D *v1,
            const V2D *v2);
```

v1 Punto 1.

v2 Punto 2.

Retorna:

La distancia al cuadrado.

Observaciones:

Evita utilizar la raíz cuadrada, por lo que es más eficiente que `v2d_distf`. Suele utilizarse para comparar distancias.

v2d_angle

Calcula el ángulo formado por dos vectores.

```
real32_t
v2d_anglef(const V2Df *v1,
           const V2Df *v2);

real64_t
v2d_angled(const V2Dd *v1,
           const V2Dd *v2);

real
V2D::angle(const V2D *v1,
           const V2D *v2);
```

v1 Vector 1.

v2 Vector 2.

Retorna:

El ángulo en radianes (-Pi, Pi)

Observaciones:

Los ángulos positivos se expresan desde v1 a v2, en el mismo sentido que el giro del eje X hacia el eje Y. Para ángulos mayores de rad (180°) se devolverá sentido negativo.

v2d_rotate

Aplica un rotación a un vector.

```
void
v2d_rotatef(V2Df *v,
            const real32_t a);

void
v2d_rotated(V2Dd *v,
            const real64_t a);

void
V2D::rotate(V2D *v,
            const real a);
```

v Vector que será rotado (origen/destino).

a Ángulo en radianes.

Observaciones:

Esta función implica calcular el seno y coseno. Utiliza `t2d_vmultnf` si tienes que aplicar la misma rotación a varios vectores.

s2d

Crea una medida en 2d a partir de dos valores.

```
S2Df
s2df(const real32_t width,
     const real32_t height);

S2Dd
s2dd(const real64_t width,
     const real64_t height);

S2D
S2D(const real width,
    const real height);
```

width Ancho.

height Alto.

Retorna:

La medida.

r2d

Crea un rectángulo a partir de sus componentes.

```
R2Df
r2df(const real32_t x,
     const real32_t y,
     const real32_t width,
     const real32_t height);

R2Dd
r2dd(const real64_t x,
     const real64_t y,
     const real64_t width,
     const real64_t height);

R2D
R2D(const real x,
    const real y,
    const real width,
    const real height);
```

x	Coordenada x del origen.
y	Coordenada y del origen.
width	Ancho.
height	Alto.

Retorna:

El rectángulo.

r2d_center

Obtiene el punto central del rectángulo.

```
V2Df
r2d_centerf(const R2Df *r2d);

V2Dd
r2d_centerd(const R2Dd *r2d);

V2D
R2D::center(const R2D *r2d);
```

r2d	Rectángulo.

Retorna:

El centro.

r2d_collide

Comprueba si dos rectángulos colisionan.

```
bool_t
r2d_collidef(const R2Df *r2d1,
             const R2Df *r2d2);

bool_t
r2d_collided(const R2Dd *r2d1,
             const R2Dd *r2d2);

bool_t
R2D::collide(const R2D *r2d1,
             const R2D *r2d2);
```

r2d1 Rectángulo 1.

r2d2 Rectángulo 2.

Retorna:

`TRUE` si hay colisión, `FALSE` si están separados.

r2d_contains

Comprueba si un punto está dentro del rectángulo.

```
bool_t
r2d_containsf(const R2Df *r2d,
              const real32_t x,
              const real32_t y);

bool_t
r2d_containsd(const R2Dd *r2d,
              const real64_t x,
              const real64_t y);

bool_t
R2D::contains(const R2D *r2d,
              const real x,
              const real y);
```

r2d Rectángulo.

x Coordenada x del punto.

y Coordenada y del punto.

Retorna:

`TRUE` si el punto está dentro.

r2d_clip

Comprueba si un rectángulo está totalmente fuera de un viewport.

```
bool_t
r2d_clipf(const R2Df *viewport,
          const R2Df *r2d);

bool_t
r2d_clipd(const R2Dd *viewport,
          const R2Dd *r2d);

bool_t
R2D::clip(const R2D *viewport,
          const R2D *r2d);
```

viewport Rectángulo contenedor.

r2d Rectángulo a comprobar.

Retorna:

`TRUE` si el rectángulo `r2d` se puede recortar.

Observaciones:

Útil para evitar procesar o dibujar objetos que estén totalmente fuera del área de visión.

r2d_join

Une dos rectángulos en uno.

```
void
r2d_joinf(R2Df *r2d,
          const R2Df *src);

void
r2d_joind(R2Dd *r2d,
          const R2Dd *src);

void
R2D::join(R2D *r2d,
          const R2D *src);
```

r2d Rectángulo destino. Su posición y tamaño será modificado para contener a `src`.

src Rectángulo que será añadido a `r2d`.

t2d_tof

Convierte una transformación de double a float.

```
void
t2d_tof(T2Df *dest,
        const T2Dd *src);
```

dest Transformación destino.

src Transformación origen.

t2d_tod

Convierte una transformación de float a double.

```
void
t2d_tod(T2Dd *dest,
        const T2Df *src);
```

dest Transformación destino.

src Transformación origen.

t2d_move

Multiplica una transformación por una traslación `dest = src * move(x,y)`.

```
void
t2d_movef(T2Df *dest,
          const T2Df *src,
          const real32_t x,
          const real32_t y);

void
t2d_moved(T2Dd *dest,
          const T2Dd *src,
          const real64_t x,
          const real64_t y);

void
T2D::move(T2D *dest,
          const T2D *src,
          const real x,
          const real y);
```

dest Transformación resultado.

src Transformación inicial.

x Coordenada x del desplazamiento.

y Coordenada y del desplazamiento.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar a la misma matrix.

t2d_rotate

Multiplica una transformación por una rotación `dest = src * rotate(a)`.

```
void
t2d_rotatef(T2Df *dest,
            const T2Df *src,
            const real32_t a);

void
t2d_rotated(T2Dd *dest,
            const T2Dd *src,
            const real64_t a);

void
T2D::rotate(T2D *dest,
            const T2D *src,
            const real a);
```

dest Transformación resultado.

src Transformación inicial.

a Ángulo de rotación en radianes. Los ángulos positivos son los que giran desde el eje X al eje Y.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar a la misma matrix.

t2d_scale

Multiplica una transformación por un escalado `dest = src * scale(sx,sy)`.

```
void
t2d_scalef(T2Df *dest,
           const T2Df *src,
           const real32_t sx,
           const real32_t sy);
```

```
void
t2d_scaled(T2Dd *dest,
           const T2Dd *src,
           const real64_t sx,
           const real64_t sy);

void
T2D::scale(T2D *dest,
           const T2D *src,
           const real sx,
           const real sy);
```

dest Transformación resultado.

src Transformación inicial.

sx Escalado en el eje x.

sy Escalado en el eje y.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar a la misma matrix.

t2d_invfast

Calcula la transformación inversa, suponiendo que la entrada sea ortogonal.

```
void
t2d_invfastf(T2Df *dest,
             const T2Df *src);

void
t2d_invfastd(T2Dd *dest,
             const T2Dd *src);

void
T2D::invfast(T2D *dest,
             const T2D *src);
```

dest Transformación inversa.

src Transformación inicial.

Observaciones:

La transformación será ortogonal solo si contiene rotaciones y traslaciones, de lo contrario el resultado de aplicarla será impredecible. `dest` y `src` pueden apuntar a la misma matrix.

t2d_inverse

Calcula la transformación inversa.

```
void
t2d_inversef(T2Df *dest,
             const T2Df *src);

void
t2d_inversed(T2Dd *dest,
             const T2Dd *src);

void
T2D::inverse(T2D *dest,
             const T2D *src);
```

dest Transformación inversa.

src Transformación inicial.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar a la misma matriz.

t2d_mult

Multiplica dos transformaciones `dest = src1 * src2`.

```
void
t2d_multf(T2Df *dest,
          const T2Df *src1,
          const T2Df *src2);

void
t2d_multd(T2Dd *dest,
          const T2Dd *src1,
          const T2Dd *src2);

void
T2D::mult(T2D *dest,
          const T2D *src1,
          const T2D *src2);
```

dest Transformación resultado.

src1 Primer operando.

src2 Segundo operando.

Observaciones:

`dest`, `src1` y `src2` pueden apuntar a la misma matrix.

t2d_vmult

Transforma un vector `dest = t2d * src`.

```
void
t2d_vmultf(V2Df *dest,
           const T2Df *t2d,
           const V2Df *src);

void
t2d_vmultd(V2Dd *dest,
           const T2Dd *t2d,
           const V2Dd *src);

void
T2D::vmult(V2D *dest,
           const T2D *t2d,
           const V2D *src);
```

dest	Vector transformado.
t2d	Transformación.
src	Vector original.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar al mismo vector.

t2d_vmultn

Transforma una lista de vectores `dest[i] = t2d * src[i]`.

```
void
t2d_vmultnf(V2Df *dest,
            const T2Df *t2d,
            const V2Df *src,
            const uint32_t n);

void
t2d_vmultnd(V2Dd *dest,
            const T2Dd *t2d,
            const V2Dd *src,
            const uint32_t n);

void
T2D::vmultn(V2D *dest,
            const T2D *t2d,
            const V2D *src,
            const uint32_t n);
```

dest	Array de vectores transformado.
t2d	Transformación.
src	Array de vectores original.
n	Número de vectores en `src`.

Observaciones:

`dest` y `src` pueden apuntar al mismo array.

t2d_decompose

Obtiene la posición, rotación y escalado de una transformación.

```
void
t2d_decomposef(const T2Df *t2d,
               V2Df *pos,
               real32_t *a,
               V2Df *sc);

void
t2d_decomposed(const T2Dd *t2d,
               V2Dd *pos,
               real64_t *a,
               V2Dd *sc);

void
T2D::decompose(const T2D *t2d,
               V2D *pos,
               real *a,
               V2D *sc);
```

t2d	Transformación.
pos	Posición. Puede ser `NULL`.
a	Ángulo en radianes (- /2, /2). Puede ser `NULL`.
sc	Escalado. Puede ser `NULL`.

Observaciones:

Si la transformación no está compuesta por una secuencia de traslaciones, rotaciones y escalados, el resultado no será válido.

seg2d

Crea un segmento 2d a partir de sus componentes.

```
Seg2Df
```

```
seg2df(const real32_t x0,
       const real32_t y0,
       const real32_t x1,
       const real32_t y1);

Seg2Dd
seg2dd(const real64_t x0,
       const real64_t y0,
       const real64_t x1,
       const real64_t y1);

Seg2D
Seg2D(const real x0,
      const real y0,
      const real x1,
      const real y1);
```

x0 Coordenada x del primer punto.

y0 Coordenada y del primer punto.

x1 Coordenada x del segundo punto.

y1 Coordenada y del segundo punto.

Retorna:

El segmento 2d.

seg2d_v

Crea un segmento 2d a partir de dos puntos.

```
Seg2Df
seg2d_vf(const V2Df *p0,
         const V2Df *p1);

Seg2Dd
seg2d_vd(const V2Dd *p0,
         const V2Dd *p1);

Seg2D
Seg2D::v(const V2D *p0,
         const V2D *p1);
```

p0 Primer punto.

p1 Segundo punto.

Retorna:

El segmento 2d.

seg2d_length

Obtiene la longitud del segmento.

```
real32_t
seg2d_lengthf(const Seg2Df *seg);

real64_t
seg2d_lengthd(const Seg2Dd *seg);

real
Seg2D::length(const Seg2D *seg);
```

seg Segmento.

Retorna:

Longitud.

seg2d_sqlength

Obtiene el cuadrado de la longitud del segmento.

```
real32_t
seg2d_sqlengthf(const Seg2Df *seg);

real64_t
seg2d_sqlengthd(const Seg2Dd *seg);

real
Seg2D::sqlength(const Seg2D *seg);
```

seg Segmento.

Retorna:

Cuadrado de la longitud.

Observaciones:

Evita calcular raíces cuadradas si solo nos interesa comparar medidas.

seg2d_eval

Obtiene el punto en el segmento según el parámetro.

```
V2Df
seg2d_evalf(const Seg2Df *seg,
            const real32_t t);

V2Dd
```

```
seg2d_evald(const Seg2Dd *seg,
            const real64_t t);

V2D
Seg2D::eval(const Seg2D *seg,
            const real t);
```

seg Segmento.

t Parámetro.

Retorna:

Punto en el segmento (o en la recta que lo contiene).

Observaciones:

Si `t=0` devuelve `p0`. Si `t=1` devuelve `p1`. Valores entre `(0,1)` puntos dentro del segmento. Otros valores, puntos en la recta que contiene al segmento.

seg2d_close_param

Obtiene el parámetro del segmento más cercano a un punto determinado.

```
real32_t
seg2d_close_paramf(const Seg2Df *seg,
                   const V2Df *pnt);

real64_t
seg2d_close_paramd(const Seg2Dd *seg,
                   const V2Dd *pnt);

real
Seg2D::close_param(const Seg2D *seg,
                   const V2D *pnt);
```

seg Segmento.

pnt Punto.

Retorna:

Parámetro. Ver `seg2d_evalf`.

seg2d_point_sqdist

Obtiene la distancia al cuadrado de un punto al segmento.

```
real32_t
seg2d_point_sqdistf(const Seg2Df *seg,
```

```
                    const V2Df *pnt,
                    real32_t *t);

real64_t
seg2d_point_sqdistd(const Seg2Dd *seg,
                    const V2Dd *pnt,
                    real64_t *t);

real
Seg2D::point_sqdist(const Seg2D *seg,
                    const V2D *pnt,
                    real *t);
```

seg Segmento.

pnt Punto.

t Parámetro en la recta que contiene al segmento. Ver `seg2d_close_paramf`. Puede ser `NULL` si no necesitamos este valor.

Retorna:

Cuadrado de la distancia.

seg2d_sqdist

Obtiene la distancia al cuadrado entre dos segmentos.

```
real32_t
seg2d_sqdistf(const Seg2Df *seg1,
              const Seg2Df *seg2,
              real32_t *t1,
              real32_t *t2);

real64_t
seg2d_sqdistd(const Seg2Dd *seg1,
              const Seg2Dd *seg2,
              real64_t *t1,
              real64_t *t2);

real
Seg2D::sqdist(const Seg2D *seg1,
              const Seg2D *seg2,
              real *t1,
              real *t2);
```

seg1 Primer segmento.

seg2 Segundo segmento.

t1 Parámetro más cercano en `seg1`. Puede ser `NULL` si no necesitamos este valor.

t2 Parámetro más cercano en `seg2`. Puede ser `NULL` si no necesitamos este valor.

Retorna:

Cuadrado de la distancia.

cir2d

Crea un círculo 2d a partir de sus componentes.

```
Cir2Df
cir2df(const real32_t x,
       const real32_t y,
       const real32_t r);

Cir2Dd
cir2dd(const real64_t x,
       const real64_t y,
       const real64_t r);

Cir2D
Cir2D(const real x,
      const real y,
      const real r);
```

x Coordenada x del centro.

y Coordenada y del centro.

r Radio.

Retorna:

El círculo 2d.

cir2d_from_box

Crea un círculo que contiene a una caja 2D.

```
Cir2Df
cir2d_from_boxf(const B2D *box);

Cir2Dd
cir2d_from_boxd(const B2D *box);
```

```
Cir2D
Cir2D::from_box(const B2D *box);
```

box La caja.

Retorna:

El círculo.

cir2d_from_points

Crea un círculo que contiene un conjunto de puntos.

```
Cir2Df
cir2d_from_pointsf(const V2Df *p,
                   const uint32_t n);

Cir2Dd
cir2d_from_pointsd(const V2Dd *p,
                   const uint32_t n);

Cir2D
Cir2D::from_points(const V2D *p,
                   const uint32_t n);
```

p El vector de puntos.

n El número de puntos.

Retorna:

El círculo.

Observaciones:

El centro será el punto medio del conjunto. El radio será la distancia al punto más alejado de dicho centro. Proporciona un buen ajuste con coste lineal.

cir2d_minimum

Calcula el círculo de radio mínimo que contiene a un conjunto de puntos.

```
Cir2Df
cir2d_minimumf(const V2Df *p,
               const uint32_t n);

Cir2Dd
cir2d_minimumd(const V2Dd *p,
               const uint32_t n);
```

```
Cir2D
Cir2D::minimum(const V2D *p,
               const uint32_t n);
```

p El vector de puntos.

n El número de puntos.

Retorna:

El círculo.

Observaciones:

Proporciona un ajuste óptimo en tiempo lineal. No obstante, es más lento que `cir2d_from_pointsf`.

cir2d_area

Obtiene el área del círculo.

```
real32_t
cir2d_areaf(const Cir2Df *cir);

real64_t
cir2d_aread(const Cir2Dd *cir);

real
Cir2D::area(const Cir2D *cir);
```

cir El círculo.

Retorna:

El área $\pi(r^2)$.

cir2d_is_null

Comprueba si un círculo es nulo (sin dimensión).

```
bool_t
cir2d_is_nullf(const Cir2Df *cir);

bool_t
cir2d_is_nulld(const Cir2Dd *cir);

bool_t
Cir2D::is_null(const Cir2D *cir);
```

cir El círculo.

Retorna:

`TRUE` si es nulo, `FALSE` si contiene algún punto.

Observaciones:

Un solo punto es un círculo válido con radio = 0.

box2d

Crea una nueva caja con los límites indicados.

```
Box2Df
box2df(const real32_t minX,
       const real32_t minY,
       const real32_t maxX,
       const real32_t maxY);

Box2Dd
box2dd(const real64_t minX,
       const real64_t minY,
       const real64_t maxX,
       const real64_t maxY);

Box2D
Box2D(const real minX,
      const real minY,
      const real maxX,
      const real maxY);
```

minX El límite inferior en X.

minY El límite inferior en Y.

maxX El límite superior en X.

maxY El límite superior en Y.

Retorna:

La caja recién creada.

box2d_from_points

Crea una nueva caja que contiene un conjunto de puntos.

```
Box2Df
box2d_from_pointsf(const V2Df *p,
                   const uint32_t n);
```

```
Box2Dd
box2d_from_pointsd(const V2Dd *p,
                   const uint32_t n);

Box2D
Box2D::from_points(const V2D *p,
                   const uint32_t n);
```

p Vector de puntos 2d.

n Número de puntos en el vector.

Retorna:

La caja recién creada.

box2d_center

Devuelve el punto central.

```
V2Df
box2d_centerf(const Box2Df *box);

V2Dd
box2d_centerd(const Box2Dd *box);

V2D
Box2D::center(const Box2D *box);
```

box El contenedor.

Retorna:

Las coordenadas del centro.

box2d_add

Amplia las dimensiones del contenedor para albergar al punto de entrada. Si el punto ya está dentro de su área, las dimensiones no se modificarán.

```
void
box2d_addf(Box2Df *box,
           const V2Df *p);

void
box2d_addd(Box2Dd *box,
           const V2Dd *p);

void
```

```
Box2D::add(Box2D *box,
           const V2D *p);
```

box El contenedor.

p El punto a incluir.

box2d_addn

Amplia las dimensiones del contenedor para albergar varios puntos. Es equivalente a llamar sucesivas veces al método box2d_addf.

```
void
box2d_addnf(Box2Df *box,
            const V2Df *p,
            const uint32_t n);

void
box2d_addnd(Box2Dd *box,
            const V2Dd *p,
            const uint32_t n);

void
Box2D::addn(Box2D *box,
            const V2D *p,
            const uint32_t n);
```

box El contenedor.

p Vector de puntos a incluir.

n Número de puntos.

box2d_add_circle

Amplia las dimensiones del contenedor para albergar un círculo.

```
void
box2d_add_circlef(Box2Df *box,
                  const Cir2Df *cir);

void
box2d_add_circled(Box2Dd *box,
                  const Cir2Dd *cir);

void
Box2D::add_circle(Box2D *box,
                  const Cir2D *cir);
```

box El contenedor.

cir Círculo.

box2d_merge

Amplia las dimensiones de la caja `dest` para contener a la caja `src`.

```
void
box2d_mergef(Box2Df *dest,
             const Box2Df *src);

void
box2d_merged(Box2Dd *dest,
             const Box2Dd *src);

void
Box2D::merge(Box2D *dest,
             const Box2D *src);
```

dest La caja destino.

src La caja origen.

box2d_segments

Obtiene los cuatro segmentos que forman la caja.

```
void
box2d_segmentsf(const Box2Df *box,
                Seg2Df *segs);

void
box2d_segmentsd(const Box2Dd *box,
                Seg2Dd *segs);

void
Box2D::segments(const Box2D *box,
                Seg2D *segs);
```

box El contenedor.

segs Array de al menos cuatro segmentos.

box2d_area

Obtiene el área de la caja.

```
real32_t
box2d_areaf(const Box2Df *box);
```

```
real64_t
box2d_aread(const Box2Dd *box);

real
Box2D::area(const Box2D *box);
```

box El contenedor.

Retorna:

El área `(width * height)`.

box2d_is_null

Comprueba si un contendor es nulo (sin dimensión).

```
bool_t
box2d_is_nullf(const Box2Df *box);

bool_t
box2d_is_nulld(const Box2Dd *box);

bool_t
Box2D::is_null(const Box2D *box);
```

box El contenedor.

Retorna:

`TRUE` si es nulo, `FALSE` si contiene alguna geometría.

obb2d_create

Crea una nueva caja orientada.

```
OBB2Df*
obb2d_createf(const V2Df *center,
              const real32_t width,
              const real32_t height,
              const real32_t angle);

OBB2Dd*
obb2d_created(const V2Dd *center,
              const real64_t width,
              const real64_t height,
              const real64_t angle);

OBB2D*
OBB2D::create(const V2D *center,
```

```
                const real width,
                const real height,
                const real angle);
```

center	El punto central.
width	El ancho de la caja.
height	El alto de la caja.
angle	El ángulo con respecto al eje X, en radianes.

Retorna:

La caja recién creada.

Observaciones:

Los ángulos positivos son los que giran desde el eje X al eje Y.

obb2d_from_line

Crea una caja a partir de un segmento.

```
OBB2Df*
obb2d_from_linef(const V2Df *p0,
                 const V2Df *p1,
                 const real32_t thickness);

OBB2Dd*
obb2d_from_lined(const V2Dd *p0,
                 const V2Dd *p1,
                 const real64_t thickness);

OBB2D*
OBB2D::from_line(const V2D *p0,
                 const V2D *p1,
                 const real thickness);
```

p0	El primer punto del segmento.
p1	El segundo punto del segmento.
thickness	El “grosor” del segmento.

Retorna:

La caja recién creada.

Observaciones:

La anchura de la caja corresponderá con la longitud del segmento. La altura será `thickness` y el centro el punto medio del segmento.

obb2d_from_points

Crea una caja orientada a partir de un conjunto de puntos.

```
OBB2Df*
obb2d_from_pointsf(const V2Df *p,
                   const uint32_t n);

OBB2Dd*
obb2d_from_pointsd(const V2Dd *p,
                   const uint32_t n);

OBB2D*
OBB2D::from_points(const V2D *p,
                   const uint32_t n);
```

p Vector de puntos.

n Número de puntos.

Retorna:

La caja recién creada.

Observaciones:

Se producirá un buen ajuste en distribuciones de puntos "alargadas" calculando la matriz de covarianza y proyectando puntos en el vector director de dicha distribución. No obstante, no proporciona la caja de volumen mínimo.

obb2d_copy

Crea una copia de la caja.

```
OBB2Df*
obb2d_copyf(const OBB2Df obb);

OBB2Dd*
obb2d_copyd(const OBB2Dd obb);

OBB2D*
OBB2D::copy(const OBB2D obb);
```

obb La caja original.

Retorna:

La caja copiada.

obb2d_destroy

Destruye la caja.

```
void
obb2d_destroyf(OBB2Df **obb);

void
obb2d_destroyd(OBB2Dd **obb);

void
OBB2D::destroy(OBB2D **obb);
```

obb La caja. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

obb2d_update

Actualiza los parámetros de la caja.

```
void
obb2d_updatef(OBB2Df *obb,
              const V2Df *center,
              const real32_t width,
              const real32_t height,
              const real32_t angle);

void
obb2d_updated(OBB2Dd *obb,
              const V2Dd *center,
              const real64_t width,
              const real64_t height,
              const real64_t angle);

void
OBB2D::update(OBB2D *obb,
              const V2D *center,
              const real width,
              const real height,
              const real angle);
```

obb La caja a actualizar.

center El punto central.

width La anchura.

height La altura.

angle El ángulo.

Observaciones:

Ver `obb2d_createf`.

obb2d_move

Desplaza la caja en el plano.

```
void
obb2d_movef(OBB2Df *obb,
            const real32_t offset_x,
            const real32_t offset_y);

void
obb2d_moved(OBB2Dd *obb,
            const real64_t offset_x,
            const real64_t offset_y);

void
OBB2D::move(OBB2D *obb,
            const real offset_x,
            const real offset_y);
```

obb	La caja.
offset_x	Desplazamiento en X.
offset_y	Desplazamiento en Y.

obb2d_transform

Aplica una transformación a la caja.

```
void
obb2d_transformf(OBB2Df *obb,
                 const T2Df *t2d);

void
obb2d_transformd(OBB2Dd *obb,
                 const T2Dd *t2d);

void
OBB2D::transform(OBB2D *obb,
                 const T2D *t2d);
```

obb	La caja.
t2d	La transformación afín.

obb2d_corners

Obtiene los vértices que limitan la caja.

```
const V2Df*
obb2d_cornersf(const OBB2Df *obb);

const V2Dd*
obb2d_cornersd(const OBB2Dd *obb);

const V2D*
OBB2D::corners(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

Puntero a un array de 4 vértices.

Observaciones:

No modificar el array devuelto. Copiar si fuera necesario.

obb2d_center

Obtiene el punto central de la caja.

```
V2Df
obb2d_centerf(const OBB2Df *obb);

V2Dd
obb2d_centerd(const OBB2Dd *obb);

V2D
OBB2D::center(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

El centro.

obb2d_width

Obtiene la anchura de la caja.

```
real32_t
obb2d_widthf(const OBB2Df *obb);

real64_t
obb2d_widthd(const OBB2Dd *obb);
```

```
real
OBB2D::width(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

La anchura.

obb2d_height

Obtiene la altura de la caja.

```
real32_t
obb2d_heightf(const OBB2Df *obb);

real64_t
obb2d_heightd(const OBB2Dd *obb);

real
OBB2D::height(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

La altura.

obb2d_angle

Obtiene el ángulo de la caja.

```
real32_t
obb2d_anglef(const OBB2Df *obb);

real64_t
obb2d_angled(const OBB2Dd *obb);

real
OBB2D::angle(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

El ángulo en radianes con respecto al eje X.

obb2d_area

Obtiene el área de la caja.

```
real32_t
obb2d_areaf(const OBB2Df *obb);

real64_t
obb2d_aread(const OBB2Dd *obb);

real
OBB2D::area(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

El área (`width * height`).

obb2d_box

Obtiene los límites de la caja.

```
Box2Df
obb2d_boxf(const OBB2Df *obb);

Box2Dd
obb2d_boxd(const OBB2Dd *obb);

Box2D
OBB2D::box(const OBB2D *obb);
```

obb La caja.

Retorna:

Caja alineada con los ejes, definida por los vectores mínimo y máximo.

tri2d

Triángulo a partir de sus coordenadas.

```
Tri2Df
tri2df(const real32_t x0,
       const real32_t y0,
       const real32_t x1,
       const real32_t y1,
       const real32_t x2,
       const real32_t y2);

Tri2Dd
```

```
tri2dd(const real64_t x0,
       const real64_t y0,
       const real64_t x1,
       const real64_t y1,
       const real64_t x2,
       const real64_t y2);

Tri2D
Tri2D(const real x0,
      const real y0,
      const real x1,
      const real y1,
      const real x2,
      const real y2);
```

x0 Coordenada x del primer punto.

y0 Coordenada y del primer punto.

x1 Coordenada x del segundo punto.

y1 Coordenada y del segundo punto.

x2 Coordenada x del tercer punto.

y2 Coordenada y del tercer punto.

Retorna:

El triángulo.

tri2d_v

Triángulo a partir de tres puntos.

```
Tri2Df
tri2d_vf(const V2Df *p0,
         const V2Df *p1,
         const V2Df *p2);

Tri2Dd
tri2d_vd(const V2Dd *p0,
         const V2Dd *p1,
         const V2Dd *p2);

Tri2D
Tri2D::v(const V2D *p0,
         const V2D *p1,
         const V2D *p2);
```

p0 Primer punto.

p1 Segundo punto.

p2 Tercer punto.

Retorna:

El triángulo.

tri2d_transform

Aplica una transformación al triángulo.

```
void
tri2d_transformf(Tri2Df *tri,
                 const T2Df *t2d);

void
tri2d_transformd(Tri2Dd *tri,
                 const T2Dd *t2d);

void
Tri2D::transform(Tri2D *tri,
                 const T2D *t2d);
```

tri El triángulo.

t2d La transformación afín.

tri2d_area

Obtiene el área del triángulo.

```
real32_t
tri2d_areaf(const Tri2Df *tri);

real64_t
tri2d_aread(const Tri2Dd *tri);

real
Tri2D::area(const Tri2D *tri);
```

tri El triángulo.

Retorna:

El área.

tri2d_ccw

Obtiene el orden del recorrido de los puntos del triángulo.

```
bool_t
tri2d_ccwf(const Tri2Df *tri);

bool_t
tri2d_ccwd(const Tri2Dd *tri);

bool_t
Tri2D::ccw(const Tri2D *tri);
```

tri El triángulo.

Retorna:

`TRUE` sentido antihorario *counter-clockwise*. `FALSE` sentido horario *clockwise*.

Observaciones:

Ver *"Ángulos CW y CCW"* (Página 266).

tri2d_centroid

Obtiene el centroide (centro de masas) del triángulo.

```
V2Df
tri2d_centroidf(const Tri2Df *tri);

V2Dd
tri2d_centroidd(const Tri2Dd *tri);

V2D
Tri2D::centroid(const Tri2D *tri);
```

tri El triángulo.

Retorna:

El centro de masas.

pol2d_create

Crea un nuevo polígono.

```
Pol2Df*
pol2d_createf(const V2Df *points,
              const uint32_t n);

Pol2Dd*
```

```
pol2d_created(const V2Dd *points,
              const uint32_t n);

Pol2D*
Pol2D::create(const V2D *points,
              const uint32_t n);
```

points Lista de puntos que forman el polígono.

n Número de puntos.

Retorna:

El polígono creado.

pol2d_convex_hull

Crea el polígono convexo mínimo que envuelve a un conjunto de puntos *(Convex Hull)*.

```
Pol2Df*
pol2d_convex_hullf(const V2Df *points,
                   const uint32_t n);

Pol2Dd*
pol2d_convex_hulld(const V2Dd *points,
                   const uint32_t n);

Pol2D*
Pol2D::convex_hull(const V2D *points,
                   const uint32_t n);
```

points Lista de puntos.

n Número de puntos.

Retorna:

El polígono.

pol2d_copy

Crea una copia del polígono.

```
Pol2Df*
pol2d_copyf(const Pol2Df *pol);

Pol2Dd*
pol2d_copyd(const Pol2Dd *pol);

Pol2D*
Pol2D::copy(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono original.

Retorna:

El polígono copiado.

pol2d_destroy

Destruye el polígono.

```
void
pol2d_destroyf(Pol2Df **pol);

void
pol2d_destroyd(Pol2Dd **pol);

void
Pol2D::destroy(Pol2D **pol);
```

pol El polígono. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

pol2d_transform

Aplica una transformación 2D.

```
void
pol2d_transformf(Pol2Df *pol,
                 const T2Df *t2d);

void
pol2d_transformd(Pol2Dd *pol,
                 const T2Dd *t2d);

void
Pol2D::transform(Pol2D *pol,
                 const T2D *t2d);
```

pol El polígono.

t2d Transformación 2D.

Observaciones:

El polígono no guarda las coordenadas originales. Sucesivas transformaciones se irán acumulando.

pol2d_points

Obtiene los vértices que forman el polígono.

```
const V2Df*
pol2d_pointsf(const Pol2Df *pol);

const V2Dd*
pol2d_pointsd(const Pol2Dd *pol);

const V2D*
Pol2D::points(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

Puntero a un array de vértices.

Observaciones:

No modificar el array devuelto. Copiar si fuera necesario.

pol2d_n

Obtiene el número de vértices que forman el polígono.

```
uint32_t
pol2d_nf(const Pol2Df *pol);

uint32_t
pol2d_nd(const Pol2Dd *pol);

uint32_t
Pol2D::n(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

El número de vértices.

Observaciones:

Es el mismo valor que el utilizado en el constructor `pol2d_createf`.

pol2d_area

Obtiene el área del polígono.

```
real32_t
pol2d_areaf(const Pol2Df *pol);
```

```
real64_t
pol2d_aread(const Pol2Dd *pol);

real
Pol2D::area(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

El área.

pol2d_box

Obtiene los límites geométricos del polígono.

```
Box2Df
pol2d_boxf(const Pol2Df *pol);

Box2Dd
pol2d_boxd(const Pol2Dd *pol);

Box2D
Pol2D::box(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

Caja alineada con los ejes, definida por los vectores mínimo y máximo.

pol2d_ccw

Obtiene el orden del recorrido de los puntos del polígono.

```
bool_t
pol2d_ccwf(const Pol2Df *pol);

bool_t
pol2d_ccwd(const Pol2Dd *pol);

bool_t
Pol2D::ccw(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

`TRUE` sentido antihorario *counter-clockwise*. `FALSE` sentido horario *clockwise*.

pol2d_convex

Obtiene si el polígono es o no convexo.

```
bool_t
pol2d_convexf(const Pol2Df *pol);

bool_t
pol2d_convexd(const Pol2Dd *pol);

bool_t
Pol2D::convex(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

TRUE si es convexo. FALSE si no.

pol2d_centroid

Obtiene el centroide (centro de masas) del polígono.

```
V2Df
pol2d_centroidf(const Pol2Df *pol);

V2Dd
pol2d_centroidd(const Pol2Dd *pol);

V2D
Pol2D::centroid(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

El centro de masas.

pol2d_visual_center

Obtiene el centro visual o punto de etiquetado.

```
V2Df
pol2d_visual_centerf(const Pol2Df *pol);

V2Dd
pol2d_visual_centerd(const Pol2Dd *pol);

V2D
Pol2D::visual_center(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

El centro de etiquetado.

Observaciones:

Corresponde a un punto dentro del polígono situado a una distancia máxima de cualquier borde. En polígonos convexos coincidirá con el centroide. Implementa una adaptación del algoritmo **polylabel** del proyecto MapBox[1].

pol2d_triangles

Obtiene una lista de triángulos que forman el polígono.

```
ArrSt(Tri2Df)*
pol2d_trianglesf(const Pol2Df *pol);

ArrSt(Tri2Df)*
pol2d_trianglesd(const Pol2Dd *pol);

ArrSt(Tri2Df)*
Pol2D::triangles(const Pol2D *pol);
```

pol El polígono.

Retorna:

Array de triángulos. Debe ser destruido con `arrst_destroy(&triangles, NULL, Tri2Df)`.

Observaciones:

La unión de todos los triángulos corresponde con el polígono original.

pol2d_convex_partition

Obtiene una lista de los polígonos convexos que forman el polígono.

```
ArrSt(Pol2Df)*
pol2d_convex_partitionf(const Pol2Df *pol);

ArrSt(Pol2Df)*
pol2d_convex_partitiond(const Pol2Dd *pol);

ArrSt(Pol2Df)*
Pol2D::convex_partition(const Pol2D *pol);
```

[1] https://github.com/mapbox/polylabel

pol El polígono.

Retorna:

Array de polígonos convexos. Debe ser destruido con `arrst_destroy(&polys, pol2d_destroyf, Pol2Df)`.

Observaciones:

La unión de todos los polígonos corresponde con el polígono original.

col2d_point_point

Colisión punto-punto.

```
bool_t
col2d_point_pointf(const V2Df *pnt1,
                   const V2Df *pnt2,
                   const real32_t tol,
                   Col2Df *col);

bool_t
col2d_point_pointd(const V2Dd *pnt1,
                   const V2Dd *pnt2,
                   const real64_t tol,
                   Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::point_point(const V2D *pnt1,
                   const V2D *pnt2,
                   const real tol,
                   Col2D *col);
```

pnt1 Primer punto.

pnt2 Segundo punto.

tol Tolerancia. Distancia mínima para que se considere colisión.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_segment_point

Colisión segmento-punto.

```
bool_t
col2d_segment_pointf(const Seg2Df *seg,
                     const V2Df *pnt,
                     const real32_t tol,
                     Col2Df *col);

bool_t
col2d_segment_pointd(const Seg2Dd *seg,
                     const V2Dd *pnt,
                     const real64_t tol,
                     Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::segment_point(const Seg2D *seg,
                     const V2D *pnt,
                     const real tol,
                     Col2D *col);
```

seg Segmento.

pnt Punto.

tol Tolerancia. Distancia mínima para que se considere colisión.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_segment_segment

Colisión segmento-segmento.

```
bool_t
col2d_segment_segmentf(const Seg2Df *seg1,
                       const Seg2Df *seg2,
                       Col2Df *col);

bool_t
col2d_segment_segmentd(const Seg2Dd *seg1,
                       const Seg2Dd *seg2,
                       Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::segment_segment(const Seg2D *seg1,
                       const Seg2D *seg2,
                       Col2D *col);
```

seg1 Primer segmento.

seg2 Segundo segmento.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_circle_point

Colisión círculo-punto.

```
bool_t
col2d_circle_pointf(const Cir2Df *cir,
                    const V2Df *pnt,
                    Col2Df *col);

bool_t
col2d_circle_pointd(const Cir2Dd *cir,
                    const V2Dd *pnt,
                    Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::circle_point(const Cir2D *cir,
                    const V2D *pnt,
                    Col2D *col);
```

cir Círculo.

pnt Punto.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_circle_segment

Colisión círculo-segmento.

```
bool_t
col2d_circle_segmentf(const Cir2Df *cir,
                      const Seg2Df *seg,
                      Col2Df *col);

bool_t
```

```
col2d_circle_segmentd(const Cir2Dd *cir,
                      const Seg2Dd *seg,
                      Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::circle_segment(const Cir2D *cir,
                      const Seg2D *seg,
                      Col2D *col);
```

cir Círculo.

seg Segmento.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_circle_circle

Colisión círculo-círculo.

```
bool_t
col2d_circle_circlef(const Cir2Df *cir1,
                     const Cir2Df *cir2,
                     Col2Df *col);

bool_t
col2d_circle_circled(const Cir2Dd *cir1,
                     const Cir2Dd *cir2,
                     Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::circle_circle(const Cir2D *cir1,
                     const Cir2D *cir2,
                     Col2D *col);
```

cir1 Primer círculo.

cir2 Segundo círculo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_box_point

Colisión caja-punto.

```
bool_t
col2d_box_pointf(const Box2Df *box,
                 const V2Df *pnt,
                 Col2Df *col);

bool_t
col2d_box_pointd(const Box2Dd *box,
                 const V2Dd *pnt,
                 Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::box_point(const Box2D *box,
                 const V2D *pnt,
                 Col2D *col);
```

box Caja.

pnt Punto.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_box_segment

Colisión caja-segmento.

```
bool_t
col2d_box_segmentf(const Box2Df *box,
                   const Seg2Df *seg,
                   Col2Df *col);

bool_t
col2d_box_segmentd(const Box2Dd *box,
                   const Seg2Dd *seg,
                   Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::box_segment(const Box2D *box,
                   const Seg2D *seg,
                   Col2D *col);
```

box Caja.

seg Segmento.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_box_circle

Colisión caja-círculo.

```
bool_t
col2d_box_circlef(const Box2Df *box,
                  const Cir2Df *cir,
                  Col2Df *col);

bool_t
col2d_box_circled(const Box2Dd *box,
                  const Cir2Dd *cir,
                  Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::box_circle(const Box2D *box,
                  const Cir2D *cir,
                  Col2D *col);
```

box Caja.

cir Círculo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_box_box

Colisión caja-caja.

```
bool_t
col2d_box_boxf(const Box2Df *box1,
               const Box2Df *box2,
               Col2Df *col);

bool_t
```

```
col2d_box_boxd(const Box2Dd *box1,
               const Box2Dd *box2,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::box_box(const Box2D *box1,
               const Box2D *box2,
               Col2D *col);
```

box1 Primera caja.

box2 Segunda caja.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_obb_point

Colisión caja orientada-punto.

```
bool_t
col2d_obb_pointf(const OBB2Df *obb,
                 const V2Df *pnt,
                 Col2Df *col);

bool_t
col2d_obb_pointd(const OBB2Dd *obb,
                 const V2Dd *pnt,
                 Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::obb_point(const OBB2D *obb,
                 const V2D *pnt,
                 Col2D *col);
```

obb Caja orientada.

pnt Punto.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_obb_segment

Colisión caja orientada-segmento.

```
bool_t
col2d_obb_segmentf(const OBB2Df *obb,
                   const Seg2Df *seg,
                   Col2Df *col);

bool_t
col2d_obb_segmentd(const OBB2Dd *obb,
                   const Seg2Dd *seg,
                   Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::obb_segment(const OBB2D *obb,
                   const Seg2D *seg,
                   Col2D *col);
```

obb Caja orientada.

seg Segmento.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_obb_circle

Colisión caja orientada-circle.

```
bool_t
col2d_obb_circlef(const OBB2Df *obb,
                  const Cir2Df *cir,
                  Col2Df *col);

bool_t
col2d_obb_circled(const OBB2Dd *obb,
                  const Cir2Dd *cir,
                  Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::obb_circle(const OBB2D *obb,
                  const Cir2D *cir,
                  Col2D *col);
```

obb Caja orientada.

cir Círculo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_obb_box

Colisión caja orientada-caja.

```
bool_t
col2d_obb_boxf(const OBB2Df *obb,
               const Box2Df *box,
               Col2Df *col);

bool_t
col2d_obb_boxd(const OBB2Dd *obb,
               const Box2Dd *box,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::obb_box(const OBB2D *obb,
               const Box2D *box,
               Col2D *col);
```

obb Caja orientada.

box Caja alineada.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_obb_obb

Colisión caja orientada-caja orientada.

```
bool_t
col2d_obb_obbf(const OBB2Df *obb1,
               const OBB2Df *obb2,
               Col2Df *col);

bool_t
```

```
col2d_obb_obbd(const OBB2Dd *obb1,
               const OBB2Dd *obb2,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::obb_obb(const OBB2D *obb1,
               const OBB2D *obb2,
               Col2D *col);
```

obb1 Primera caja orientada.

obb2 Segunda caja orientada.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_tri_point

Colisión triángulo-punto.

```
bool_t
col2d_tri_pointf(const Tri2Df *tri,
                 const V2Df *pnt,
                 Col2Df *col);

bool_t
col2d_tri_pointd(const Tri2Dd *tri,
                 const V2Dd *pnt,
                 Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_point(const Tri2D *tri,
                 const V2D *pnt,
                 Col2D *col);
```

tri Triángulo.

pnt Punto.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_tri_segment

Colisión triángulo-segmento.

```
bool_t
col2d_tri_segmentf(const Tri2Df *tri,
                   const Seg2Df *seg,
                   Col2Df *col);

bool_t
col2d_tri_segmentd(const Tri2Dd *tri,
                   const Seg2Dd *seg,
                   Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_segment(const Tri2D *tri,
                   const Seg2D *seg,
                   Col2D *col);
```

tri	Triángulo.
seg	Segmento.
col	Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_tri_circle

Colisión triángulo-círculo.

```
bool_t
col2d_tri_circlef(const Tri2Df *tri,
                  const Cir2Df *cir,
                  Col2Df *col);

bool_t
col2d_tri_circled(const Tri2Dd *tri,
                  const Cir2Dd *cir,
                  Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_circle(const Tri2D *tri,
                  const Cir2D *cir,
                  Col2D *col);
```

tri Triángulo.

cir Círculo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_tri_box

Colisión triángulo-caja.

```
bool_t
col2d_tri_boxf(const Tri2Df *tri,
               const Box2Df *box,
               Col2Df *col);

bool_t
col2d_tri_boxd(const Tri2Dd *tri,
               const Box2Dd *box,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_box(const Tri2D *tri,
               const Box2D *box,
               Col2D *col);
```

tri Triángulo.

box Caja alineada.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser NULL si no necesitamos información adicional.

Retorna:

TRUE si los objectos intersectan, FALSE si no.

col2d_tri_obb

Colisión triángulo-caja orientada.

```
bool_t
col2d_tri_obbf(const Tri2Df *tri,
               const OBB2Df *obb,
               Col2Df *col);

bool_t
```

```
col2d_tri_obbd(const Tri2Dd *tri,
               const OBB2Dd *obb,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_obb(const Tri2D *tri,
               const OBB2D *obb,
               Col2D *col);
```

tri Triángulo.

obb Caja orientada.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_tri_tri

Colisión triángulo-triángulo.

```
bool_t
col2d_tri_trif(const Tri2Df *tri1,
               const Tri2Df *tri2,
               Col2Df *col);

bool_t
col2d_tri_trid(const Tri2Dd *tri1,
               const Tri2Dd *tri2,
               Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::tri_tri(const Tri2D *tri1,
               const Tri2D *tri2,
               Col2D *col);
```

tri1 Primer triángulo.

tri2 Segundo triángulo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_point

Colisión polígono-punto.

```
bool_t
col2d_poly_pointf(const Pol2Df *pol,
                  const V2Df *pnt,
                  Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_pointd(const Pol2Dd *pol,
                  const V2Dd *pnt,
                  Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_point(const Pol2D *pol,
                  const V2D *pnt,
                  Col2D *col);
```

pol Polígono.

pnt Punto.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_segment

Colisión polígono-segmento.

```
bool_t
col2d_poly_segmentf(const Pol2Df *pol,
                    const Seg2Df *seg,
                    Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_segmentd(const Pol2Dd *pol,
                    const Seg2Dd *seg,
                    Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_segment(const Pol2D *pol,
                    const Seg2D *seg,
                    Col2D *col);
```

pol Polígono.

seg Segmento.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_circle

Colisión polígono-círculo.

```
bool_t
col2d_poly_circlef(const Pol2Df *pol,
                   const Cir2Df *cir,
                   Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_circled(const Pol2Dd *pol,
                   const Cir2Dd *cir,
                   Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_circle(const Pol2D *pol,
                   const Cir2D *cir,
                   Col2D *col);
```

pol Polígono.

cir Círculo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_box

Colisión polígono-caja.

```
bool_t
col2d_poly_boxf(const Pol2Df *pol,
                const Box2Df *cir,
                Col2Df *col);

bool_t
```

```
col2d_poly_boxd(const Pol2Dd *pol,
                const Box2Dd *cir,
                Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_box(const Pol2D *pol,
                const Box2D *cir,
                Col2D *col);
```

pol Polígono.

cir Caja.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_obb

Colisión polígono-caja.

```
bool_t
col2d_poly_obbf(const Pol2Df *pol,
                const OBB2Df *cir,
                Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_obbd(const Pol2Dd *pol,
                const OBB2Dd *cir,
                Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_obb(const Pol2D *pol,
                const OBB2D *cir,
                Col2D *col);
```

pol Polígono.

cir Caja orientada.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_tri

Colisión polígono-triángulo.

```
bool_t
col2d_poly_trif(const Pol2Df *pol,
                const Tri2Df *tri,
                Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_trid(const Pol2Dd *pol,
                const Tri2Dd *tri,
                Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_tri(const Pol2D *pol,
                const Tri2D *tri,
                Col2D *col);
```

pol Polígono.

tri Triángulo.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

col2d_poly_poly

Colisión polígono-polígono.

```
bool_t
col2d_poly_polyf(const Pol2Df *pol1,
                 const Pol2Df *pol2,
                 Col2Df *col);

bool_t
col2d_poly_polyd(const Pol2Dd *pol1,
                 const Pol2Dd *pol2,
                 Col2Dd *col);

bool_t
Col2D::poly_poly(const Pol2D *pol1,
                 const Pol2D *pol2,
                 Col2D *col);
```

pol1 Primer polígono.

pol2 Segundo polígono.

col Datos pormenorizados de la colisión. Puede ser `NULL` si no necesitamos información adicional.

Retorna:

`TRUE` si los objectos intersectan, `FALSE` si no.

Capítulo 43

Librería Draw2D

43.1. Tipos y Constantes

kCOLOR_TRANSPARENT

Color totalmente transparente o ausencia de color.

```
const color_t kCOLOR_TRANSPARENT;
```

kCOLOR_DEFAULT

Color por defecto.

```
const color_t kCOLOR_DEFAULT;
```

kCOLOR_BLACK

Color NEGRO rgb(0,0,0).

```
const color_t kCOLOR_BLACK;
```

kCOLOR_WHITE

Color BLANCO rgb(255,255,255).

```
const color_t kCOLOR_WHITE;
```

kCOLOR_RED

Color ROJO rgb(255,0,0).

```
const color_t kCOLOR_RED;
```

kCOLOR_GREEN

Color VERDE rgb(0,255,0).

```
const color_t kCOLOR_GREEN;
```

kCOLOR_BLUE

Color AZUL rgb(0,0,255).

```
const color_t kCOLOR_BLUE;
```

kCOLOR_YELLOW

Color AMARILLO rgb(255,255,0).

```
const color_t kCOLOR_YELLOW;
```

kCOLOR_CYAN

Color CIANO rgb(0,255,255).

```
const color_t kCOLOR_CYAN;
```

kCOLOR_MAGENTA

Color MAGENTA rgb(255,0,255).

```
const color_t kCOLOR_MAGENTA;
```

enum pixformat_t

"Formatos de píxel" (Página 309) en una imagen. Número de bits y modelo de color.

ekINDEX1	1 bit por pixel. 2 colores, indexado.
ekINDEX2	2 bits por pixel. 4 colores, indexado.
ekINDEX4	4 bits por pixel. 16 colores, indexado.
ekINDEX8	8 bits por pixel. 256 colores, indexado.
ekGRAY8	8 bits por pixel en escala de grises. 256 tonos de gris.
ekRGB24	24 bits por pixel RGB. 8 bits por canal (rojo, verde, azul). El byte de menor orden corresponde al rojo y el de mayor al azul.

`ekRGBA32` 32 bits por pixel RGBA. 8 bits por canal (rojo, verde, azul, alpha). El byte de menor orden corresponde al rojo y el de mayor al alpha (transparencia).

`ekFIMAGE` Representa el formato original de la imagen. Sólo válido en `image_pixels`.

enum codec_t

Formato de codificación y compresión de imágenes.

`ekJPG` *Joint Photographic Experts Group.*

`ekPNG` *Portable Network Graphics.*

`ekBMP` *BitMaP.*

`ekGIF` *Graphics Interchange Format.*

enum fstyle_t

Estilo en fuentes tipográficas. Pueden combinarse varios valores con el operator OR `('|')`.

`ekFNORMAL` Fuente normal, sin estilo. También llamada *Regular*.

`ekFBOLD` Fuente **en negrita**.

`ekFITALIC` Fuente *en itálica*.

`ekFSTRIKEOUT` Fuente ~~tachada~~.

`ekFUNDERLINE` Fuente subrayada.

`ekFSUBSCRIPT` Subíndice. Ver `textview_fstyle`.

`ekFSUPSCRIPT` Superíndice. Ver `textview_fstyle`.

`ekFPIXELS` Los tamaños de fuente se indicarán en píxeles.

`ekFPOINTS` Los tamaños de fuente se indicarán en puntos. *"Tamaño en puntos"* (Página 321).

`ekFCELL` Los tamaños de fuente harán referencia a la altura de celda y no a la altura del carácter.

enum linecap_t

Estilo en los extremos de línea.

`ekLCFLAT` Terminación plana en el último punto de la línea.

`ekLCSQUARE`	Terminación en un cuadro, cuyo centro es el último punto de la línea.
`ekLCROUND`	Terminación en círculo, cuyo centro es el último punto de la línea.

enum linejoin_t

Estilo en las uniones de línea.

`ekLJMITER`	Unión en ángulo. En ángulos muy cerrados se recorta.
`ekLJROUND`	Unión redondeada.
`ekLJBEVEL`	Unión biselada.

enum fillwrap_t

Comportamiento del patrón de relleno en los límites.

`ekFCLAMP`	Se utiliza el último valor del límite para rellenar el área exterior.
`ekFTILE`	Se repite el patrón.
`ekFFLIP`	Se repite el patrón, invirtiendo el orden.

enum drawop_t

Operación a realizar sobre primitivas gráficas.

`ekSTROKE`	Dibuja el contorno de la figura con el estilo de línea predeterminado.
`ekFILL`	Rellena el interior de la figura con el color o patrón predeterminado.
`ekSKFILL`	Primero dibuja el contorno y después rellena.
`ekFILLSK`	Primero rellena y después dibuja el contorno.

enum align_t

Valores de alineación.

`ekLEFT`	Alineación al margen izquierdo.
`ekTOP`	Alineación al margen superior.
`ekCENTER`	Alineación centrada.

`ekRIGHT`	Alineación al margen derecho.
`ekBOTTOM`	Alineación al margen inferior.
`ekJUSTIFY`	Justificación o expansión del contenido.

enum ellipsis_t

Posición de la elipsis (...) al cortar un texto.

`ekELLIPNONE`	Sin elipsis.
`ekELLIPBEGIN`	Elipsis al principio del texto.
`ekELLIPMIDDLE`	Elipsis en el centro del texto.
`ekELLIPEND`	Elipsis al final del texto.
`ekELLIPMLINE`	Texto multilínea (sin elipsis).

struct color_t

Entero de 32 bits que representa un color RGBA. El byte de menor orden corresponde al canal rojo (Red) y el de mayor orden al canal Alpha (transparencia). *"Colores"* (Página 305).

```
struct color_t;
```

struct DCtx

Contexto de dibujo 2D, destinatario para los comandos de dibujo. También se conoce como lienzo *(canvas)* o superficie *(surface)*. *"Contextos 2D"* (Página 285).

```
struct DCtx;
```

struct Draw

Dibujo de entidades geométricas.

```
struct Drawf;

struct Drawd;

struct Draw;
```

struct Palette

Paleta de colores, normalmente relacionada con `Pixbuf` indexados. *"Paletas"* (Página 307).

```
struct Palette;
```

struct Pixbuf

Búfer en memoria con información de píxeles. *"Pixel Buffer"* (Página 309).

```
struct Pixbuf;
```

struct Image

Contiene una imagen de mapa de bits, compuesta por píxeles. *"Imágenes"* (Página 312).

```
struct Image;
```

struct Font

Contiene la familia tipográfica, tamaño y estilo con el que se dibujarán los textos. *"Fuentes"* (Página 317).

```
struct Font;
```

43.2. Funciones

draw2d_start

Inicia la librería *draw2d*, reservando espacio para las estructuras internas globales. Internamente llama a `core_start`. En aplicaciones de escritorio, `osmain` llama a esta función al iniciar el programa.

```
void
draw2d_start(void);
```

draw2d_finish

Finaliza la librería *draw2d*, liberando el espacio de las estructuras internas globales. Internamente llama a `core_finish`. En aplicaciones de escritorio, `osmain` llama a esta función al salir del programa.

```
void
draw2d_finish(void);
```

draw2d_preferred_monospace

Establece la fuente monoespaciada por defecto para la función `font_monospace`.

```
void
draw2d_preferred_monospace(const char_t *family);
```

family Familia tipográfica monoespaciada.

Observaciones:

Si no se llama a esta función o la fuente no existe, se establecerá una por defecto. Ver *"Fuente monoespaciada"* (Página 319).

dctx_bitmap

Crea un contexto en memoria, con el fin de generar una imagen.

```
DCtx*
dctx_bitmap(const uint32_t width,
            const uint32_t height,
            const pixformat_t format);
```

width Ancho de la imagen en píxeles.

height Alto de la imagen en píxeles.

format Formato de píxel de la imagen generada.

Retorna:

El contexto de dibujo.

Observaciones:

Al terminar de dibujar, debemos llamar a `dctx_image` para obtener la imagen.

dctx_image

Obtiene la imagen resultado tras dibujar en el contexto creado con `dctx_bitmap`.

```
Image*
dctx_image(DCtx **ctx);
```

ctx El contexto, que será destruido tras generar la imagen.

Retorna:

La imagen.

draw_clear

Borra todo el área del contexto, utilizando un color plano.

```
void
draw_clear(DCtx *ctx,
           const color_t color);
```

ctx Contexto de dibujo.

color Color de fondo.

draw_matrix

Establece el sistema de referencia del contexto (transformación afín).

```
void
draw_matrixf(DCtx *ctx,
             const T2Df *t2d);

void
draw_matrixd(DCtx *ctx,
             const T2Dd *t2d);

void
Draw::matrix(DCtx *ctx,
             const T2D *t2d);
```

ctx Contexto de dibujo.

t2d Transformación.

Observaciones:

El origen de coordenadas está en la esquina superior izquierda. El eje Y aumenta hacia abajo.

draw_matrix_cartesian

Establece el sistema de referencia en coordenadas cartesianas.

```
void
draw_matrix_cartesianf(DCtx *ctx,
                       const T2Df *t2d);

void
draw_matrix_cartesiand(DCtx *ctx,
                       const T2Dd *t2d);

void
Draw::matrix_cartesian(DCtx *ctx,
```

```
                        const T2D *t2d);
```

ctx Contexto de dibujo.

t2d Transformación.

Observaciones:

El origen de coordenadas está en la esquina inferior izquierda. El eje Y aumenta hacia arriba. Ver *"Sistemas cartesianos"* (Página 290).

draw_antialias

Activa o desactiva el antialiasing.

```
void
draw_antialias(DCtx *ctx,
               const bool_t on);
```

ctx Contexto de dibujo.

on `TRUE` activo, `FALSE` inactivo.

Observaciones:

El antialias puede cambiar en cada primitiva. No es necesario establecer una política para todo el dibujo. Ver *"Antialiasing"* (Página 291).

draw_line

Dibuja una línea.

```
void
draw_line(DCtx *ctx,
          const real32_t x0,
          const real32_t y0,
          const real32_t x1,
          const real32_t y1);
```

ctx Contexto de dibujo.

x0 Coordenada x del primer punto.

y0 Coordenada y del primer punto.

x1 Coordenada x del segundo punto.

y1 Coordenada y del segundo punto.

draw_polyline

Dibuja varias líneas unidas.

```
void
draw_polyline(DCtx *ctx,
              const bool_t closed,
              const V2Df *points,
              const uint32_t n);
```

ctx	Contexto de dibujo.
closed	`TRUE` para unir el último punto con el primero.
points	Array de puntos que forman la polilínea.
n	Número de puntos.

draw_arc

Dibuja un arco (segmento circular).

```
void
draw_arc(DCtx *ctx,
         const real32_t x,
         const real32_t y,
         const real32_t radius,
         const real32_t start,
         const real32_t sweep);
```

ctx	Contexto de dibujo.
x	Coordenada x del centro del arco.
y	Coordenada y del centro del arco.
radius	Radio del arco.
start	Ángulo inicial con respecto al vector `X=[1,0]` en radianes.
sweep	Ángulo de barrido o tamaño del arco en radianes.

Observaciones:

Los ángulos positivos son los que giran desde el vector X al vector Y. Ver *"Vectores 2D"* (Página 264).

draw_bezier

Dibuja una curva de Bézier cúbica (grado 3) utilizando dos extremos (x0,y0)-(x3,y3) y dos puntos de control intermedios (x1,y1)-(x2,y2).

```
void
draw_bezier(DCtx *ctx,
            const real32_t x0,
            const real32_t y0,
            const real32_t x1,
            const real32_t y1,
            const real32_t x2,
            const real32_t y2,
            const real32_t x3,
            const real32_t y3);
```

ctx Contexto de dibujo.

x0 Coordenada x del punto inicial.

y0 Coordenada y del punto inicial.

x1 Coordenada x del primer punto intermedio.

y1 Coordenada y del primer punto intermedio.

x2 Coordenada x del segundo punto intermedio.

y2 Coordenada y del segundo punto intermedio.

x3 Coordenada x del punto final.

y3 Coordenada y del punto final.

draw_line_color

Establece el color de dibujo de líneas y contornos.

```
void
draw_line_color(DCtx *ctx,
                const color_t color);
```

ctx Contexto de dibujo.

color Color de línea.

draw_line_fill

Establece el patrón de relleno actual para el dibujo de líneas.

```
void
draw_line_fill(DCtx *ctx);
```

ctx Contexto de dibujo.

Observaciones:

El patrón de relleno debe haber sido establecido previamente mediante `draw_fill_linear`. Ver *"Gradientes en líneas"* (Página 298).

draw_line_width

Establece el grosor de línea.

```
void
draw_line_width(DCtx *ctx,
                const real32_t width);
```

ctx	Contexto de dibujo.
width	Grosor de línea.

draw_line_cap

Establece el estilo de los extremos de línea.

```
void
draw_line_cap(DCtx *ctx,
              const linecap_t cap);
```

ctx	Contexto de dibujo.
cap	Estilo.

draw_line_join

Establece el estilo de las uniones de línea.

```
void
draw_line_join(DCtx *ctx,
               const linejoin_t join);
```

ctx	Contexto de dibujo.
join	Estilo de la unión.

draw_line_dash

Establece un patrón para el dibujo de líneas.

```
void
draw_line_dash(DCtx *ctx,
               const real32_t *pattern,
               const uint32_t n);
```

ctx	Contexto de dibujo.
pattern	Array de valores que definen el patrón.
n	Número de valores.

Observaciones:

El primer elemento de `pattern` define la longitud del primer trazo y el segundo la del primer hueco. Así sucesivamente. Las longitudes se escalan por el grosor de línea `draw_line_width`, es decir, un trazo de longitud 1 dibujará un cuadrado de lado *line_width*. Longitudes de valor 2 equivalen al doble del grosor de línea, etc. El patrón escalará proporcionalmente al cambiar el grosor o hacer zoom mediante transformaciones.

draw_rect

Dibuja un rectángulo.

```
void
draw_rect(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const real32_t x,
          const real32_t y,
          const real32_t width,
          const real32_t height);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
x	Coordenada x de la esquina superior izquierda del rectángulo.
y	Coordenada y de la esquina superior izquierda del rectángulo.
width	Ancho del rectángulo.
height	Alto del rectángulo.

Observaciones:

En *"Sistemas cartesianos"* (Página 290) (x,y) indican el origen de la esquina inferior izquierda.

draw_rndrect

Dibuja un rectángulo con los bordes redondeados.

```
void
draw_rndrect(DCtx *ctx,
             const drawop_t op,
             const real32_t x,
```

```
              const real32_t y,
              const real32_t width,
              const real32_t height,
              const real32_t radius);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
x	Coordenada x de la esquina superior izquierda.
y	Coordenada y de la esquina superior izquierda.
width	Ancho del rectángulo.
height	Alto del rectángulo.
radius	Radio de curvatura de la esquina.

Observaciones:

En *"Sistemas cartesianos"* (Página 290) (x,y) indican el origen de la esquina inferior izquierda.

draw_circle

Dibuja un círculo.

```
void
draw_circle(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const real32_t x,
            const real32_t y,
            const real32_t radius);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
x	Coordenada x del centro.
y	Coordenada y del centro.
radius	Radio.

draw_ellipse

Dibuja una elipse.

```
void
draw_ellipse(DCtx *ctx,
             const drawop_t op,
             const real32_t x,
```

```
              const real32_t y,
              const real32_t radx,
              const real32_t rady);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
x	Coordenada x del centro.
y	Coordenada y del centro.
radx	Radio en el eje X.
rady	Radio en el eje Y.

draw_polygon

Dibuja un polígono.

```
void
draw_polygon(DCtx *ctx,
             const drawop_t op,
             const V2Df *points,
             const uint32_t n);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
points	Array de puntos que forman el polígono.
n	Número de puntos.

draw_fill_color

Establece un color sólido para el relleno de figuras.

```
void
draw_fill_color(DCtx *ctx,
                const color_t color);
```

ctx	Contexto de dibujo.
color	Color de relleno.

draw_fill_linear

Establece un gradiente (o degradado) para el relleno de figuras.

```
void
draw_fill_linear(DCtx *ctx,
                 const color_t *color,
                 const real32_t *stop,
                 const uint32_t n,
                 const real32_t x0,
                 const real32_t y0,
                 const real32_t x1,
                 const real32_t y1);
```

ctx	Contexto de dibujo.
color	Array de colores.
stop	Posiciones de los colores.
n	Número de posiciones/colores.
x0	Coordenada x del punto inicial.
y0	Coordenada y del punto inicial.
x1	Coordenada x del punto final.
y1	Coordenada y del punto final.

Observaciones:

Las posiciones deben ir del valor 0 al 1. Ver *"Gradientes"* (Página 296).

draw_fill_matrix

Establece la matriz de transformación del patrón de relleno.

```
void
draw_fill_matrix(DCtx *ctx,
                 const T2Df *t2d);
```

ctx	Contexto de dibujo.
t2d	Transformación.

Observaciones:

Solo será efectiva en rellenos no sólidos. Ver *"Gradientes"* (Página 296).

draw_fill_wrap

Establece el comportamiento del gradiente o patrón de relleno en los límites.

```
void
draw_fill_wrap(DCtx *ctx,
```

```
                const fillwrap_t wrap);
```

ctx Contexto de dibujo.

wrap Comportamiento en el borde del relleno.

Observaciones:

Solo será efectiva en rellenos no sólidos. Ver *"Gradientes"* (Página 296).

draw_font

Establece la fuente para el dibujado de textos.

```
void
draw_font(DCtx *ctx,
          const Font *font);
```

ctx Contexto de dibujo.

font Fuente tipográfica.

Observaciones:

Tendrá efecto a partir del siguiente texto dibujado. Ver *"Fuentes"* (Página 317).

draw_text_color

Establece el color del texto.

```
void
draw_text_color(DCtx *ctx,
                const color_t color);
```

ctx Contexto de dibujo.

color Color.

draw_text

Dibuja un bloque de texto.

```
void
draw_text(DCtx *ctx,
          const char_t *text,
          const real32_t x,
          const real32_t y);
```

ctx Contexto de dibujo.

text Cadena UTF8, terminada en carácter nulo `'\0'`.

x Coordenada x en el lienzo del origen del texto.

y Coordenada y en el lienzo del origen del texto.

Observaciones:

El texto se dibujará con la fuente y color preestablecido y será sensible a la transformación del contexto (rotaciones, escalados, etc). Ver *"Dibujar texto"* (Página 300).

draw_text_path

Dibuja un bloque de texto como un área geométrica. Similar a `draw_text`, pero permite utilizar gradientes o dibujar sólo el borde del texto.

```
void
draw_text_path(DCtx *ctx,
               const drawop_t op,
               const char_t *text,
               const real32_t x,
               const real32_t y);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

text Cadena UTF8, terminada en carácter nulo `'\0'`.

x Coordenada x en el lienzo del origen del texto.

y Coordenada y en el lienzo del origen del texto.

Observaciones:

El texto se dibujará con la fuente y estilo (relleno y línea) preestablecido y será sensible a la transformación del contexto. Ver *"Dibujar texto"* (Página 300).

draw_text_width

Establece el ancho máximo de los bloques de texto.

```
void
draw_text_width(DCtx *ctx,
                const real32_t width);
```

ctx Contexto de dibujo.

width Anchura máxima.

Observaciones:

Si el texto a dibujar con `draw_text` es más ancho que `width`, se fragmentará en varias líneas. Pasar -1 para dibujar todo el bloque en una sola línea. No se tiene en cuenta el escalado del contexto. La medición se realiza en función del tamaño de la fuente preestablecida. Ver *"Dibujar texto"* (Página 300).

draw_text_trim

Establece como el texto será recortado cuando sea más ancho que el valor de `draw_text_width` .

```
void
draw_text_trim(DCtx *ctx,
               const ellipsis_t ellipsis);
```

ctx	Contexto de dibujo.
ellipsis	Estilo de recorte.

draw_text_align

Establece la alineación del texto con respecto al punto de inserción.

```
void
draw_text_align(DCtx *ctx,
                const align_t halign,
                const align_t valign);
```

ctx	Contexto de dibujo.
halign	Alineación horizontal.
valign	Alineación vertical.

Observaciones:

El punto de inserción es la coordenada `(x,y)` de `draw_text`. Ver *"Dibujar texto"* (Página 300).

draw_text_halign

Establece la alineación horizontal interna del texto, dentro de un bloque multilínea.

```
void
draw_text_halign(DCtx *ctx,
                 const align_t halign);
```

ctx	Contexto de dibujo.
halign	Alineación horizontal.

Observaciones:

En textos de una sola línea, no tiene efecto. Ver *"Dibujar texto"* (Página 300).

draw_text_extents

Calcula el tamaño que ocupa un bloque de texto.

```
void
draw_text_extents(DCtx *ctx,
                  const char_t *text,
                  const real32_t refwidth,
                  real32_t *width,
                  real32_t *height);
```

ctx	Contexto de dibujo.
text	Texto.
refwidth	Anchura máxima del cuadro de texto o `-1`.
width	Ancho del cuadro de texto.
height	Alto del cuadro de texto.

Observaciones:

En macOS y Linux el resultado será idéntico al obtenido con `font_extents`, utilizando la fuente establecida con `draw_font`. En Windows será ligeramente diferente debido a que se utilizan diferentes tecnologías para el renderizado de texto. GDI para elementos GUI y GDI+ para contextos de dibujo. Para asegurar el correcto funcionamiento multiplataforma, **se recomienda utilizar esta función para medir el texto en contextos de dibujo 2D**.

draw_image

Dibuja una imagen.

```
void
draw_image(DCtx *ctx,
           const Image *image,
           const real32_t x,
           const real32_t y);
```

ctx Contexto de dibujo.

image La imagen a dibujar.

x Coordenada x en el lienzo del origen de la imagen.

y Coordenada y en el lienzo del origen de la imagen.

Observaciones:

La imagen se dibujará a su tamaño natural y en la posición indicada. Utilizar `draw_matrixf` para realizar escalados y rotaciones. Ver *"Dibujar imágenes"* (Página 303).

draw_image_frame

Igual que `draw_image`, pero indicando el número de secuencia de una animación.

```
void
draw_image_frame(DCtx *ctx,
                 const Image *image,
                 const uint32_t frame,
                 const real32_t x,
                 const real32_t y);
```

ctx Contexto de dibujo.

image La imagen a dibujar.

frame Índice de la secuencia *(frame)* de la animación.

x Coordenada x en el lienzo del origen de la imagen.

y Coordenada y en el lienzo del origen de la imagen.

Observaciones:

Únicamente imágenes creadas a partir de un archivo **GIF** soportan múltiples frames (animaciones). Ver `image_num_frames`.

draw_image_align

Establece la alineación de la imagen con respecto al punto de inserción.

```
void
draw_image_align(DCtx *ctx,
                 const align_t halign,
                 const align_t valign);
```

ctx Contexto de dibujo.

halign Alineación horizontal.

valign Alineación vertical.

Observaciones:

El punto de inserción es la coordenada `(x,y)` de `draw_image`. Ver *"Dibujar imágenes"* (Página 303).

draw_v2d

Dibuja un punto 2D.

```
void
draw_v2df(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const V2Df *v2d,
          const real32_t radius);

void
draw_v2dd(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const V2Dd *v2d,
          const real64_t radius);

void
Draw::v2d(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const V2D *v2d,
          const real radius);
```

ctx	Contexto de dibujo.
op	Operación de dibujo.
v2d	Punto.
radius	Radio.

draw_seg2d

Dibuja un segmento 2D.

```
void
draw_seg2df(DCtx *ctx,
            const Seg2Df *seg);

void
draw_seg2dd(DCtx *ctx,
            const Seg2Dd *seg);

void
Draw::seg2d(DCtx *ctx,
            const Seg2D *seg);
```

ctx Contexto de dibujo.

seg Segmento.

draw_r2d

Dibuja un rectángulo 2D.

```
void
draw_r2df(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const R2Df *rect);

void
draw_r2dd(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const R2Dd *rect);

void
Draw::r2d(DCtx *ctx,
          const drawop_t op,
          const R2D *rect);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

rect Rectángulo.

draw_cir2d

Dibuja un círculo 2D.

```
void
draw_cir2df(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Cir2Df *cir);

void
draw_cir2dd(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Cir2Dd *cir);

void
Draw::cir2d(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Cir2D *cir);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

cir Círculo.

draw_box2d

Dibuja una caja 2D.

```
void
draw_box2df(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Box2Df *box);

void
draw_box2dd(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Box2Dd *box);

void
Draw::box2d(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Box2D *box);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

box Caja alineada.

draw_obb2d

Dibuja una caja 2D orientada.

```
void
draw_obb2df(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const OBB2Df *obb);

void
draw_obb2dd(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const OBB2Dd *obb);

void
Draw::obb2d(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const OBB2D *obb);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

obb Caja orientada.

draw_tri2d

Dibuja un triángulo 2D.

```
void
draw_tri2df(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Tri2Df *tri);

void
draw_tri2dd(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Tri2Dd *tri);

void
Draw::tri2d(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Tri2D *tri);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

tri Triángulo.

draw_pol2d

Dibuja un polígono 2D.

```
void
draw_pol2df(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Pol2Df *pol);

void
draw_pol2dd(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Pol2Dd *pol);

void
Draw::pol2d(DCtx *ctx,
            const drawop_t op,
            const Pol2D *pol);
```

ctx Contexto de dibujo.

op Operación de dibujo.

pol Polígono.

color_rgb

Crea un color a partir de los canales **R** (red), **G** (green) y **B** (blue).

```
color_t
color_rgb(const uint8_t r,
          const uint8_t g,
          const uint8_t b);
```

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

Retorna:

Color.

Observaciones:

El canal alpha se establece a 255 (totalmente opaco).

color_rgba

Crea un color a partir de los canales **R** (red), **G** (green), **B** (blue) y **A** (alpha).

```
color_t
color_rgba(const uint8_t r,
           const uint8_t g,
           const uint8_t b,
           const uint8_t a);
```

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

a El canal alpha (transparencia).

Retorna:

Color.

Observaciones:

No se admite `a=0`, utilizar `kCOLOR_TRANSPARENT` en esos casos.

color_rgbaf

Crea un color a partir de los canales RGBA normalizados de 0 a 1.

```
color_t
color_rgbaf(const real32_t r,
            const real32_t g,
            const real32_t b,
            const real32_t a);
```

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

a El canal alpha (transparencia).

Retorna:

Color.

Observaciones:

No se admite `a=0`, utilizar `kCOLOR_TRANSPARENT` en esos casos.

color_hsbf

Crea un color (rgb) a partir de sus componentes Hue-Saturation-Brightness (Tono-Saturación-Brillo).

```
color_t
color_hsbf(const real32_t hue,
           const real32_t sat,
           const real32_t bright);
```

hue Componente Hue (brillo).

sat Componente Saturation (saturación).

bright Componente Brightness (brillo).

Retorna:

Color.

color_red

Crea un color RGB utilizando solo el canal rojo.

```
color_t
color_red(const uint8_t r);
```

r Canal rojo.

Retorna:

Color.

Observaciones:

Equivalente a `color_rgb(r, 0, 0)`.

color_green

Crea un color RGB utilizando solo el canal verde.

```
color_t
color_green(const uint8_t g);
```

g Canal verde.

Retorna:

Color.

Observaciones:

Equivalente a `color_rgb(0, g, 0)`.

color_blue

Crea un color RGB utilizando solo el canal azul.

```
color_t
color_blue(const uint8_t b);
```

b Canal azul.

Retorna:

Color.

Observaciones:

Equivalente a `color_rgb(0, 0, b)`.

color_gray

Crea un color RGB gris a partir del valor de intensidad.

```
color_t
color_gray(const uint8_t l);
```

l Intensidad (luminancia).

Retorna:

Color.

Observaciones:

Equivalente a `color_rgb(l, l, l)`.

color_bgr

Crea un color a partir de un valor de 32 bits BGR. El byte 0 corresponde al canal **B**, el 1 al **G** y el 2 al **R**. El byte de mayor orden se ignora (se fija a 255).

```
color_t
color_bgr(const uint32_t bgr);
```

bgr El valor bgr de 32bits.

Retorna:

Color.

Observaciones:

Este orden de bytes es el típico en colores Web.

color_html

Crea un color a partir de una cadena en formato HTML o CSS.

```
color_t
color_html(const char_t *html);
```

```
color_t c1 = color_html("#FF0000"); // Red
color_t c2 = color_html("#000080"); // Navy
```

html La cadena de texto con el color HTML.

Retorna:

El color transformado a RGB.

color_to_hsbf

Convierte un color (rgb) al espacio HSB (hue, saturation, brightness).

```
void
color_to_hsbf(const color_t color,
              real32_t *hue,
              real32_t *sat,
              real32_t *sat);
```

color Color.

hue Componente Hue (tono).

sat Componente Saturación.

sat Componente Brightness (brillo).

color_to_html

Convierte un color al formato HTML o CSS (#RRGGBB).

```
void
color_to_html(const color_t color,
              char_t *html,
              const uint32_t size);
```

color El color a convertir.

html Búfer donde escribir el resultado.

size Tamaño del búfer resultado.

color_get_rgb

Devuelve los valores RGB del color.

```
void
color_get_rgb(const color_t color,
              uint8_t *r,
              uint8_t *g,
              uint8_t *b);
```

color Color.

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

Observaciones:

En colores de sistema o indexados, hace efectivo el valor RGB.

color_get_rgbf

Devuelve los valores RGB del color, normalizados de 0 a 1.

```
void
color_get_rgbf(const color_t color,
               real32_t *r,
               real32_t *g,
               real32_t *b);
```

color Color.

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

Observaciones:

En colores de sistema o indexados, hace efectivo el valor RGB.

color_get_rgba

Devuelve los valores RGBA del color.

```
void
color_get_rgba(const color_t color,
               uint8_t *r,
               uint8_t *g,
               uint8_t *b,
               uint8_t *a);
```

color Color.

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

a El canal alfa (transparencia).

Observaciones:

En colores de sistema o indexados, hace efectivo el valor RGBA.

color_get_rgbaf

Devuelve los valores RGBA del color, normalizados de 0 a 1.

```
void
color_get_rgbaf(const color_t color,
                real32_t *r,
                real32_t *g,
                real32_t *b,
                real32_t *a);
```

color Color.

r El canal rojo.

g El canal verde.

b El canal azul.

a El canal alfa (transparencia).

Observaciones:

En colores de sistema o indexados, hace efectivo el valor RGBA.

color_get_alpha

Extrae el componente alfa (transparencia) del color.

```
uint8_t
color_get_alpha(const color_t color);
```

color Color.

Retorna:

El componente alfa. Si es igual 0 significa que el color es indexado (no contiene valores RGB).

color_set_alpha

Cambia el valor alfa (transparencia) de un color.

```
color_t
color_set_alpha(const color_t color,
                const uint8_t alpha);
```

color Color.

alpha Componente alfa.

Retorna:

El nuevo color, con la componente alfa alterada.

palette_create

Crea una paleta.

```
Palette*
palette_create(const uint32_t size);
```

size El número de colores.

Retorna:

La paleta. El contenido inicial es indeterminado. Editar con `palette_colors`.

palette_cga2

Crea la paleta de 4 colores (2 bits) de las tarjetas CGA.

```
Palette*
palette_cga2(const bool_t mode,
             const bool_t intense);
```

mode `TRUE` para el modo 1 de CGA, `FALSE` modo 0.

intense `TRUE` para colores brillantes.

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_ega4

Crea la paleta por defecto de las tarjetas EGA (16 colores, 4 bits).

```
Palette*
palette_ega4(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_rgb8

Crea la paleta de por defecto RGB de 8 bits. Los colores combinan 8 tonos de rojo, 8 de verde y 4 de azul.

```
Palette*
palette_rgb8(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_gray1

Crea una paleta de 2 tonos de gris (1 bit). Negro (0) y blanco (1).

```
Palette*
palette_gray1(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_gray2

Crea una paleta de 4 tonos de gris (2 bit). Negro (0), blanco (3).

```
Palette*
palette_gray2(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_gray4

Crea una paleta de 16 tonos de gris (4 bit). Negro (0), blanco (15).

```
Palette*
palette_gray4(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_gray8

Crea una paleta de 256 tonos de gris (8 bit). Negro (0), blanco (255).

```
Palette*
palette_gray8(void);
```

Retorna:

La paleta.

Observaciones:

"Paleta predefinida" (Página 308)

palette_binary

Crea una paleta de dos colores.

```
Palette*
palette_binary(const color_t zero,
               const color_t one);
```

zero	Color asociado al valor `0`.
one	Color asociado al valor `1`.

Retorna:

La paleta.

palette_destroy

Destruye la paleta.

```
void
palette_destroy(Palette **palette);
```

palette La paleta. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

palette_size

Retorna el número de colores de la paleta.

```
uint32_t
palette_size(const Palette *palette);
```

palette La paleta.

Retorna:

El número de colores.

palette_colors

Obtiene la lista de colores.

```
color_t*
palette_colors(Palette *palette);
```

palette La paleta.

Retorna:

Colores. El tamaño del array viene dado por `palette_size`.

Observaciones:

El búfer es de lectura/escritura.

palette_colors_const

Obtiene la lista de colores.

```
const color_t*
palette_colors_const(const Palette *palette);
```

palette La paleta.

Retorna:

Colores. El tamaño del array viene dado por `palette_size`.

pixbuf_create

Crea un nuevo pixel búfer.

```
Pixbuf*
pixbuf_create(const uint32_t width,
              const uint32_t height,
              const pixformat_t format);
```

width	Anchura.
height	Altura.
format	Formato de píxel.

Retorna:

El píxel búfer.

Observaciones:

El contenido inicial estará indeterminado.

pixbuf_copy

Crea una copia del pixel búfer.

```
Pixbuf*
pixbuf_copy(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf	El búfer original.

Retorna:

La copia.

pixbuf_trim

Recorta un pixel búfer.

```
Pixbuf*
pixbuf_trim(const Pixbuf *pixbuf,
            const uint32_t x,
            const uint32_t y,
            const uint32_t width,
            const uint32_t height);
```

pixbuf	El búfer original.
x	Coordenada x del pixel superior-izquierda.
y	Coordenada y del pixel superior-izquierda.
width	Número de píxeles de ancho.
height	Número de píxeles de alto.

Retorna:

Un nuevo pixel búfer con el recorte.

Observaciones:

La función no comprueba que los límites sean válidos. Obtendrás un error de segmentación en dichos casos.

pixbuf_convert

Cambia el formato de un píxel búfer.

```
Pixbuf*
pixbuf_convert(const Pixbuf *pixbuf,
               const Palette *palette,
               const pixformat_t oformat);
```

pixbuf	El búfer original.
palette	Paleta de colores necesaria para determinadas conversiones.
oformat	Formato del búfer resultado.

Retorna:

El búfer convertido.

Observaciones:

Ver *"Copia y conversión"* (Página 311).

pixbuf_destroy

Destruye el búfer.

```
void
pixbuf_destroy(Pixbuf **pixbuf);
```

pixbuf	El búfer. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

pixbuf_format

Obtiene el formato de píxel.

```
pixformat_t
pixbuf_format(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

El formato.

Observaciones:

Ver *"Formatos de píxel"* (Página 309).

pixbuf_width

Obtiene la anchura del búfer.

```
uint32_t
pixbuf_width(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Anchura.

pixbuf_height

Obtiene la altura del búfer.

```
uint32_t
pixbuf_height(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Altura.

pixbuf_size

Obtiene el tamaño del búfer (en píxeles).

```
uint32_t
pixbuf_size(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Anchura x altura.

pixbuf_dsize

Obtiene el tamaño del búfer (en bytes).

```
uint32_t
pixbuf_dsize(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Número de bytes totales del búfer.

pixbuf_cdata

Obtiene un puntero de solo lectura al contenido del búfer.

```
const byte_t*
pixbuf_cdata(const Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Puntero al primer elemento.

Observaciones:

Manipular correctamente el búfer requiere conocer los *"Formatos de píxel"* (Página 309) y, en ocasiones, utilizar los operadores a nivel de bit. Utilizar `pixbuf_get` para leer correctamente un píxel.

pixbuf_data

Obtiene un puntero de lectura/escritura al contenido del búfer.

```
byte_t*
pixbuf_data(Pixbuf *pixbuf);
```

pixbuf El búfer.

Retorna:

Puntero al primer elemento.

Observaciones:

Manipular correctamente el búfer requiere conocer los *"Formatos de píxel"* (Página 309) y, en ocasiones, utilizar los operadores a nivel de bit. Utilizar `pixbuf_get` y `pixbuf_set` para leer/escribir correctamente un píxel.

pixbuf_format_bpp

Obtiene los bits por píxel según el formato.

```
uint32_t
pixbuf_format_bpp(const pixformat_t format);
```

format El formato.

Retorna:

Bits por píxel.

Observaciones:

Ver *"Formatos de píxel"* (Página 309).

pixbuf_get

Obtiene el valor de un píxel.

```
uint32_t
pixbuf_get(const Pixbuf *pixbuf,
           const uint32_t x,
           const uint32_t y);
```

pixbuf El búfer.

x Coordenada x del píxel.

y Coordenada y del píxel.

Retorna:

El valor.

Observaciones:

Ver *"Formatos de píxel"* (Página 309) para interpretar correctamente el valor.

pixbuf_set

Establece el valor de un píxel.

```
void
pixbuf_set(Pixbuf *pixbuf,
           const uint32_t x,
           const uint32_t y,
           const uint32_t value);
```

pixbuf — El búfer.

x — Coordenada x del píxel.

y — Coordenada y del píxel.

value — El valor.

Observaciones:

Ver *"Formatos de píxel"* (Página 309) para interpretar correctamente el valor.

image_from_pixels

Crea una imagen a partir de un array de píxeles.

```
Image*
image_from_pixels(const uint32_t width,
                  const uint32_t height,
                  const pixformat_t format,
                  const byte_t *data,
                  const color_t *palette,
                  const uint32_t palsize);
```

width — El ancho de la imagen (en píxeles).

height — El alto de la imagen (en píxeles).

format — El formato de pixel.

data — Búfer que contiene el valor de color de cada pixel. Dependerá de la resolución y del formato.

palette — Paleta de color necesaria para representar imágenes indexadas. Si es `NULL` y el formato es indexado, se utilizará una *"Paleta predefinida"* (Página 308).

palsize — Número de colores en la paleta.

Retorna:

La imagen recién creada.

Observaciones:

Ver *"Acceso a píxeles"* (Página 314).

image_from_pixbuf

Crea una imagen a partir de un píxel buffer.

```
Image*
image_from_pixbuf(const Pixbuf *pixbuf,
                  const Palette *palette);
```

pixbuf	El buffer.
palette	La paleta.

Retorna:

La imagen recién creada.

Observaciones:

Igual a `image_from_pixels` evitando indicar los parámetros por separado.

image_from_file

Crea una imagen a partir de un archivo en disco.

```
Image*
image_from_file(const char_t *pathname,
                ferror_t *error);
```

pathname	La ruta del archivo. *"Filename y pathname"* (Página 188).
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

La imagen recién creada.

Observaciones:

Solo los formatos *jpg*, *png*, *bmp* y *gif* son aceptados.

image_from_data

Crea una imagen a partir de un búfer que contiene los datos codificados.

```
Image*
image_from_data(const byte_t *data,
                const uint32_t size);
```

data El búfer con los datos de la imagen.

size El tamaño del búfer en bytes.

Retorna:

La imagen recién creada.

Observaciones:

El búfer representa datos codificados en *jpg*, *png*, *bmp* o *gif*. Para crear la imagen directamente desde píxeles utiliza `image_from_pixels`.

image_from_resource

Obtiene una imagen de un paquete de recursos.

```
const Image*
image_from_resource(const ResPack *pack,
                    const ResId id);
```

pack El paquete de recursos.

id El identificador del recurso.

Retorna:

La imagen.

Observaciones:

La imagen no debe ser destruida con `image_destroy` ya que forma parte del propio paquete (es constante). Hacer una copia con `image_copy` en caso de que deba conservarse tras la destrucción de los recursos. Ver *"Recursos"* (Página 99).

image_copy

Crea una copia de la imagen.

```
Image*
image_copy(const Image *image);
```

image La imagen original.

Retorna:

La imagen copiada.

Observaciones:

Las imágenes son objetos inmutables. Copiar realmente significa incrementar un contador interno sin llegar a clonar el objeto. No obstante, la aplicación debe destruir la copia con `image_destroy` al igual que las creadas con cualquier otro constructor. Cuando todas las copias sean destruídas se eliminará realmente de memoria.

image_trim

Crea una imagen recortando otra imagen.

```
Image*
image_trim(const Image *image,
           const uint32_t x,
           const uint32_t y,
           const uint32_t width,
           const uint32_t height);
```

image	La imagen original.
x	Coordenada X del origen de la sub-imagen.
y	Coordenada Y del origen de la sub-imagen.
width	Ancho en pixels de la sub-imagen.
height	Alto en pixels de la sub-imagen.

Retorna:

La nueva imagen.

image_rotate

Crea una nueva imagen rotando otra ya existente.

```
Image*
image_rotate(const Image *image,
             const real32_t angle,
             const bool_t nsize,
             const color_t background,
             T2Df *t2d);
```

image	La imagen original.
angle	Ángulo en radianes.
nsize	`TRUE` la imagen resultado se redimensionará para que quepa toda la original. `FALSE` la imagen resultado tendrá las mismas dimensiones que la original, recortando parte del contenido (clipping).
background	Color de fondo. La nueva imagen tendrá zonas "en blanco" debido a la rotación.
t2d	Guarda la transformación aplicada a la imagen. Pueden ser `NULL` si no necesitamos este valor.

Retorna:

La imagen recién creada.

image_scale

Crea una copia de la imagen, con un nuevo tamaño.

```
Image*
image_scale(const Image *image,
            const uint32_t nwidth,
            const uint32_t nheight);
```

image	La imagen original.
nwidth	El ancho de la nueva imagen. Pasar `UINT32_MAX` para que se mantenga la relación de aspecto con respecto a `nheight`.
nheight	El alto de la nueva imagen. Pasar `UINT32_MAX` para que se mantenga la relación de aspecto con respecto a `nwidth`.

Retorna:

La imagen recién creada.

Observaciones:

Si ambos valores `nwidth`, `nheight` son `UINT32_MAX` o las nuevas dimensiones son idénticas a las actuales se incrementará el contador de referencias interno, al igual que ocurre en `image_copy`.

image_read

Crea una imagen a partir de los datos leídos desde un *"Streams"* (Página 238).

```
Image*
```

```
image_read(Stream *stm);
```

stm Stream de lectura. Se esperan datos codificados en *jpg*, *png*, *bmp* o *gif*. La función detecta el formato automáticamente.

Retorna:

La imagen recién creada.

image_to_file

Guarda una imagen en disco, utilizado el codec asociado a la misma.

```
bool_t
image_to_file(const Image *image,
              const char_t *pathname,
              ferror_t *error);
```

image La imagen.

pathname La ruta del archivo destino. *"Filename y pathname"* (Página 188).

error Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se ha guardado correctamente o `FALSE` y ha ocurrido algún error.

Observaciones:

Utiliza `image_codec` para cambiar el codec por defecto.

image_write

Escribe una imagen en un stream de salida, utilizado el codec asociado a la misma.

```
void
image_write(Stream *stm,
            const Image *image);
```

stm Stream de escritura. Se escribirán datos codificados en *jpg*, *png*, *bmp* o *gif*.

image La imagen.

Observaciones:

Utiliza `image_codec` para cambiar el codec por defecto.

image_destroy

Destruye la imagen.

```
void
image_destroy(Image **image);
```

image La imagen. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

image_format

Obtiene el formato de pixel de la imagen.

```
pixformat_t
image_format(const Image *image);
```

image La imagen.

Retorna:

El formato de pixel.

image_width

Obtiene el ancho de la imagen en pixels.

```
uint32_t
image_width(const Image *image);
```

image La imagen.

Retorna:

Número de pixeles de anchura.

image_height

Obtiene el alto de la imagen en pixels.

```
uint32_t
image_height(const Image *image);
```

image La imagen.

Retorna:

Número de pixeles de altura.

image_pixels

Obtiene un búfer con los píxeles que forman la imagen decodificada.

```
Pixbuf*
image_pixels(const Image *image,
             const pixformat_t format);
```

image	La imagen.
format	El formato de pixel requerido.

Retorna:

Píxel búfer con el contenido de la imagen.

Observaciones:

Si en `pixformat` indicamos `ekFIMAGE` devolverá el búfer con el formato original de la imagen. Podemos indicar `ekRGB24`, `ekRGBA32` o `ekGRAY8` si necesitamos un formato específico. No es posible utilizar formatos indexados.

image_codec

Cambia el codec por defecto asociado con la imagen.

```
bool
image_codec(const Image *image,
            const codec_t codec);
```

```
Image *img = image_from_file("lenna.jpg", NULL);
Stream *stm = stm_socket(ip, port, NULL, NULL);
image_codec(img, ekPNG);
image_write(socket, img);
```

image	La imagen.
codec	El nuevo codec.

Retorna:

`TRUE` si el API gráfico soporta el codec seleccionado. `FALSE` en caso contrario.

Observaciones:

El cambio tendrá efecto la próxima vez que guardemos o escribamos la imagen. Por defecto, la imagen conserva el codec con el que fue leída. Cuando la creamos con `image_from_pixels` se le asigna el codec `ekJPG` por defecto. Para imágenes desde contextos 2d `dctx_image`, el codec por defecto es `ekPNG`. Todos los codecs son soportados por todas las APIs gráficas,

salvo `ekGIF` en algunas versiones de Linux. Chequea en valor de retorno si es imperativo que tu aplicación exporte imágenes en GIF.

image_get_codec

Obtiene el codec asociado con la imagen.

```
codec_t
image_get_codec(const Image *image);
```

image La imagen.

Retorna:

El codec.

Observaciones:

Ver `image_codec`.

image_num_frames

Obtiene el número de secuencias en imágenes animadas.

```
uint32_t
image_num_frames(const Image *image);
```

image La imagen.

Retorna:

El número de secuencias o *frames*.

Observaciones:

Únicamente el formato *gif* soporta animaciones. Para el resto siempre se devolverá 1.

image_frame_length

Obtiene el tiempo que dura una secuencia de animación.

```
real32_t
image_frame_length(const Image *image,
                   const uint32_t findex);
```

image La imagen.

findex El índice del frame.

Retorna:

El tiempo de la secuencia en segundos.

Observaciones:

Únicamente el formato *gif* soporta animaciones.

image_data

Vincula datos de usuario con la imagen.

```
void
image_data(Image *image,
           type *data,
           FPtr_destroy func_destroy_data,
           type );
```

image	La imagen.
data	Los datos de usuario.
func_destroy_data	Destructor de los datos de usuario.
	Tipo de datos de usuario.

image_get_data

Obtiene los datos de usuario de la imagen.

```
type*
image_get_data(const Image *image,
               type );
```

image	La imagen.
	Tipo de datos de usuario.

Retorna:

Los datos de usuario.

image_native

Obtiene la imagen en el formato nativo de cada plataforma.

```
void*
image_native(const Image *image);
```

image	La imagen.

Retorna:

La imagen nativa. `Gdiplus::Bitmap` en Windows, `GdkPixbuf` en Linux y `NSImage` en macOS.

font_create

Crea una fuente tipográfica.

```
Font*
font_create(const char_t *family,
            const real32_t size,
            const uint32_t style);
```

family — Familia tipográfica. Pe: "Arial", "Times New Roman", etc.

size — Tamaño de la fuente. Por defecto en píxeles. Utiliza `ekFPOINTS` en `style` para cambiar la unidad.

style — Operación `OR |` sobre los campos de la estructura `fstyle_t`. Pe: `ekFBOLD | ekFITALIC`.

Retorna:

La fuente recién creada.

font_system

Crea una fuente tipográfica, con la familia por defecto del sistema.

```
Font*
font_system(const real32_t size,
            const uint32_t style);
```

size — Tamaño de la fuente. Por defecto en píxeles. Utiliza `ekFPOINTS` en `style` para cambiar la unidad.

style — Operación `OR |` sobre los campos de la estructura `fstyle_t`. Pe: `ekFBOLD | ekFITALIC`.

Retorna:

La fuente recién creada.

Observaciones:

Ver *"Fuente del sistema"* (Página 318).

font_monospace

Crea una fuente tipográfica, con la familia mono-espacio por defecto del sistema.

```
Font*
font_monospace(const real32_t size,
               const uint32_t style);
```

size — Tamaño de la fuente. Por defecto en píxeles. Utiliza `ekFPOINTS` en `style` para cambiar la unidad.

style — Operación `OR` `|` sobre los campos de la estructura `fstyle_t`. Pe: `ekFBOLD | ekFITALIC`.

Retorna:

La fuente recién creada.

Observaciones:

Ver *"Fuente monoespaciada"* (Página 319).

font_with_style

Crea una copia de una fuente existente, cambiando el estilo.

```
Font*
font_with_style(const Font *font,
                const uint32_t style);
```

font — Fuente original.

style — Operación `OR` `|` sobre los campos de la estructura `fstyle_t`. Pe: `ekFBOLD | ekFITALIC`.

Retorna:

Una copia de `font` con otro estilo.

font_with_width

Crea una copia de una fuente existente, cambiando el ancho medio del carácter.

```
Font*
font_with_width(const Font *font,
                const real32_t width);
```

font — Fuente original.

width — Anchura media del carácter.

Retorna:

Una copia de `font` cambiando el ancho del carácter.

Observaciones:

Se considera anchura media el tamaño en pixels de la cadena "[A-Z][a-z][0-9]" / 62. Cambiar este valor implica cambiar el escalado en x, ya que son valores relacionados. Ver *"Ancho de fuente"* (Página 321).

font_with_xscale

Crea una copia de una fuente existente, cambiando el escalado en x del texto.

```
Font*
font_with_xscale(const Font *font,
                 const real32_t scale);
```

font Fuente original.

scale Escalado. Por defecto es `1`.

Retorna:

Una copia de `font` cambiando el escalado.

Observaciones:

Cambiar el escalado implica cambiar la anchura media del carácter, ya que son valores relacionados. Ver *"Ancho de fuente"* (Página 321).

font_copy

Crea una copia exacta de una fuente tipográfica.

```
Font*
font_copy(const Font *font);
```

font Fuente original.

Retorna:

La copia de `font`.

Observaciones:

Las fuentes son objetos inmutables. Copiar realmente significa incrementar un contador interno sin llegar a clonar el objeto. No obstante, la aplicación debe destruir la copia con `font_destroy` al igual que las creadas con cualquier otro constructor.

font_destroy

Destruye la fuente.

```
void
font_destroy(Font **font);
```

font La fuente. Será puesto a NULL tras la destrucción.

font_equals

Compara dos fuentes. Se consideran iguales si tienen la misma familia, tamaño y estilo.

```
bool_t
font_equals(const Font *font1,
            const Font *font2);
```

font1 Primera fuente a comparar.

font2 Segunda fuente a comparar.

Retorna:

TRUE si son iguales, FALSE si no.

font_regular_size

Obtiene el tamaño de la fuente por defecto para los controles de interfaz.

```
real32_t
font_regular_size(void);
```

Retorna:

El tamaño por defecto en píxeles.

Observaciones:

Ver *"Fuente del sistema"* (Página 318).

font_small_size

Obtiene el tamaño *pequeño* de la fuente por defecto para los controles de interfaz.

```
real32_t
font_small_size(void);
```

Retorna:

El tamaño en píxeles.

Observaciones:

Este tamaño es ligeramente menor que el obtenido por `font_regular_size`.

font_mini_size

Obtiene el tamaño *mini* de la fuente por defecto para los controles de interfaz.

```
real32_t
font_mini_size(void);
```

Retorna:

El tamaño en píxeles.

Observaciones:

Este tamaño es ligeramente menor que el obtenido por `font_small_size`.

font_family

Obtiene la familia tipográfica de la fuente.

```
const char_t*
font_family(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

La familia tipográfica en UTF8.

font_size

Obtiene el tamaño de la fuente.

```
real32_t
font_size(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

El tamaño. Las unidades depende el parámetro `style`.

Observaciones:

Ver *"Tamaño y métricas"* (Página 320).

font_height

Obtiene la altura de la celda o línea de texto con esta fuente.

```
real32_t
font_height(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Altura de línea.

Observaciones:

Ver *"Tamaño y métricas"* (Página 320).

font_width

Obtiene la anchura media del carácter.

```
real32_t
font_width(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Anchura media.

Observaciones:

Ver *"Ancho de fuente"* (Página 321).

font_xscale

Obtiene el escalado en x del texto.

```
real32_t
font_xscale(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Escalado.

Observaciones:

Ver *"Ancho de fuente"* (Página 321).

font_ascent

Obtiene la medida de la fuente por encima del baseline.

```
real32_t
font_ascent(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Medida superior.

Observaciones:

Ver *"Tamaño y métricas"* (Página 320).

font_descent

Obtiene la medida de la fuente por debajo del baseline.

```
real32_t
font_descent(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Medida inferior.

Observaciones:

Ver *"Tamaño y métricas"* (Página 320).

font_leading

Obtiene el margen entre el tamaño de carácter y la altura de línea.

```
real32_t
font_leading(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

Margen.

Observaciones:

Ver *"Tamaño y métricas"* (Página 320).

font_is_monospace

Consulta si una fuente es monoespaciada o no.

```
bool_t
font_is_monospace(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

TRUE si la fuente es monoespaciada.

Observaciones:

Ver *"Fuente monoespaciada"* (Página 319).

font_style

Obtiene el estilo de la fuente.

```
uint32_t
font_style(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

El estilo. Combinación de valores de la estructura fstyle_t. Pe: ekFBOLD | ekFITALIC .

font_extents

Obtiene el tamaño en píxeles de una cadena de texto, en función de la fuente.

```
void
font_extents(const Font *font,
             const char_t *text,
             const real32_t refwidth,
             real32_t *width,
             real32_t *height);
```

font La fuente.

text La cadena de texto a dimensionar.

refwidth Anchura máxima del cuadro de texto o -1.

width Ancho del cuadro de texto.

height Alto del cuadro de texto.

Observaciones:

Si se encuentran saltos de línea `'\n'` el cuadro de texto crecerá en altura. Si se establece `refwidth > 0` se limitará la anchura del cuadro, creciendo en altura lo suficiente para albergar todo el texto. Únicamente se considerará una sola línea de texto si `refwidth < 0` y no existen `'\n'`.

font_exists_family

Comprueba si una familia tipográfica está instalada en el sistema operativo.

```
bool_t
font_exists_family(const char_t *family);
```

family Cadena UTF8 con el nombre de la familia, terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

`TRUE` si existe la familia, `FALSE` si no.

font_installed_families

Obtiene una lista con los nombres de todas las familias tipográficas instaladas en el sistema operativo.

```
ArrPt(String)*
font_installed_families(void);
```

```
ArrPt(String) *families = font_installed_families();
...
arrpt_destroy(&families, str_destroy, String);
```

Retorna:

Array de `String` con los nombres de las familias, ordenadas alfabéticamente. Debe ser destruido con `arrpt_destroy`.

Observaciones:

Ver *"Crear fuentes"* (Página 317).

font_installed_monospace

Obtiene una lista con los nombres de todas las familias **monoespaciadas** instaladas en el sistema operativo.

```
ArrPt(String)*
font_installed_monospace(void);
```

```
ArrPt(String) *families = font_installed_monospace();
...
arrpt_destroy(&families, str_destroy, String);
```

Retorna:

Array de `String` con los nombres de las familias, ordenadas alfabéticamente. Debe ser destruido con `arrpt_destroy`.

Observaciones:

Ver *"Fuente monoespaciada"* (Página 319).

font_native

Obtiene la fuente en el formato nativo de cada plataforma.

```
void*
font_native(const Font *font);
```

font La fuente.

Retorna:

La fuente nativa. `HFONT` en Windows, `PangoFontDescription` en Linux y `NSFont` en macOS.

Capítulo 44

Librería Gui

44.1. Tipos y Constantes

enum gui_orient_t

Orientación.

ekGUI_HORIZONTAL	Horizontal.
ekGUI_VERTICAL	Vertical.

enum gui_state_t

Valores de estado.

ekGUI_OFF	Apagado/desactivado.
ekGUI_ON	Encendido/activado.
ekGUI_MIXED	Medio/indeterminado.

enum gui_mouse_t

Botones del ratón.

ekGUI_MOUSE_LEFT	Izquierdo.
ekGUI_MOUSE_RIGHT	Derecho.
ekGUI_MOUSE_MIDDLE	Centro.

enum gui_cursor_t

Cursores. Ver `window_cursor`.

ekGUI_CURSOR_ARROW	Flecha (por defecto).
ekGUI_CURSOR_HAND	Mano.
ekGUI_CURSOR_IBEAM	Barra vertical (edición de texto).
ekGUI_CURSOR_CROSS	Cruz.
ekGUI_CURSOR_SIZEWE	Redimensionado horizontal (izquierda-derecha).
ekGUI_CURSOR_SIZENS	Redimensionado vertical (arriba-abajo).
ekGUI_CURSOR_USER	Creado a partir de una imagen.

enum gui_close_t

Motivo del cierre de una ventana.

ekGUI_CLOSE_ESC	Se ha pulsado la tecla `[ESC]` (cancelar).
ekGUI_CLOSE_INTRO	Se ha pulsado la tecla `[ENTER]` (aceptar).
ekGUI_CLOSE_BUTTON	Se ha pulsado el botón de cerrar `[X]` en la barra de título.
ekGUI_CLOSE_DEACT	Se ha hecho clic sobre la ventana principal (solo recibido por ventanas secundarias).

enum gui_scale_t

Formas de escalar una imagen.

ekGUI_SCALE_NONE	La imagen se mostrará centrada en el marco del control, sin escalar. Es posible que no se muestre totalmente.
ekGUI_SCALE_AUTO	La imagen se escalará hasta ajustarse al marco del control. Puede cambiar su relación de aspecto.
ekGUI_SCALE_ASPECT	La imagen se escalará hasta ajustarse al marco del control, pero sin cambiar su relación de aspecto. Si una de las dimensiones (ancho/alto) es menor al tamaño del control, será centrada.
ekGUI_SCALE_ASPECTDW	Igual que el anterior, pero no aumenta el tamaño original, solo lo reduce si procede. Si cualquiera de las dimensiones (ancho/alto) es menor al tamaño del control, será centrada.
ekGUI_SCALE_ADJUST	El tamaño del control (p.e. `ImageView`) será ajustado por defecto al tamaño de la imagen.

enum gui_scroll_t

Tipos de scroll.

ekGUI_SCROLL_BEGIN	Saltar al inicio.
ekGUI_SCROLL_END	Saltar al final.
ekGUI_SCROLL_STEP_LEFT	Saltar un paso (o línea) a la izquierda o arriba.
ekGUI_SCROLL_STEP_RIGHT	Saltar un paso (o línea) a la derecha o abajo.
ekGUI_SCROLL_PAGE_LEFT	Saltar una página a la izquierda o arriba.
ekGUI_SCROLL_PAGE_RIGHT	Saltar una página a la derecha o abajo.
ekGUI_SCROLL_THUMB	Saltar a la posición del `thumb`.

enum gui_focus_t

Resultado al cambiar el foco del teclado.

ekGUI_FOCUS_CHANGED	El foco ha cambiado al control especificado.
ekGUI_FOCUS_KEEP	El foco no se ha movido, permanece en el mismo control.
ekGUI_FOCUS_NO_NEXT	No se ha encontrado el control destino, está oculto o inhabilitado.
ekGUI_FOCUS_NO_RESIGN	El control actual no permite cambiar el foco.
ekGUI_FOCUS_NO_ACCEPT	El nuevo control no acepta el foco.

enum gui_tab_t

Acción que ha motivado el cambio del foco del teclado.

ekGUI_TAB_KEY	Pulsación de la tecla `[TAB]`.
ekGUI_TAB_BACKKEY	Pulsación de `[SHIFT]+[TAB]`.
ekGUI_TAB_NEXT	Llamada a `window_next_tabstop`.
ekGUI_TAB_PREV	Llamada a `window_previous_tabstop`.
ekGUI_TAB_MOVE	Llamada a `window_focus`.
ekGUI_TAB_CLICK	Clic sobre otro control.

enum gui_event_t

Tipo de evento. Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

ekGUI_EVENT_LABEL	Se ha hecho clic sobre un control `Label`.
ekGUI_EVENT_BUTTON	Se ha hecho clic sobre un control `Button`.
ekGUI_EVENT_POPUP	Se ha cambiado la selección de un control `PopUp`.
ekGUI_EVENT_LISTBOX	Se ha cambiado la selección de un control `ListBox`.
ekGUI_EVENT_SLIDER	Se está deslizando un control `Slider`.
ekGUI_EVENT_UPDOWN	Se ha hecho clic sobre un control `UpDown`.
ekGUI_EVENT_TXTFILTER	Se está editando el texto de un control `Edit` o `Combo`.
ekGUI_EVENT_TXTCHANGE	Se ha terminado de editar el texto de un control `Edit` o `Combo`.
ekGUI_EVENT_FOCUS_RESIGN	Pregunta a un control si quiere renunciar al foco del teclado.
ekGUI_EVENT_FOCUS_ACCEPT	Pregunta a un control si quiere aceptar el foco del teclado.
ekGUI_EVENT_FOCUS	Un control ha recibido o perdido el foco del teclado.
ekGUI_EVENT_MENU	Se ha hecho clic sobre un menú.
ekGUI_EVENT_DRAW	Hay que volver a dibujar el contenido de la vista.
ekGUI_EVENT_OVERLAY	Hay dibujar la capa overlay.
ekGUI_EVENT_RESIZE	Ha cambiado el tamaño de una vista.
ekGUI_EVENT_ENTER	El ratón ha entrado en el área de la vista.
ekGUI_EVENT_EXIT	El ratón ha salido del área de la vista.
ekGUI_EVENT_MOVED	El ratón se está moviendo sobre la superficie de la vista.
ekGUI_EVENT_DOWN	Se ha pulsado un botón del ratón.
ekGUI_EVENT_UP	Se ha liberado un botón del ratón.
ekGUI_EVENT_CLICK	Se ha hecho clic sobre una vista.
ekGUI_EVENT_DRAG	Se está realizando *dragging* dentro de la vista.
ekGUI_EVENT_WHEEL	Se ha movido la rueda del ratón.
ekGUI_EVENT_KEYDOWN	Se ha pulsado una tecla.

ekGUI_EVENT_KEYUP	Se ha liberado una tecla.
ekGUI_EVENT_SCROLL	Se están manipulando las barras de scroll.
ekGUI_EVENT_WND_MOVED	Se está moviendo la ventana por el escritorio.
ekGUI_EVENT_WND_SIZING	Se está re-dimensionando la ventana.
ekGUI_EVENT_WND_SIZE	Se ha re-dimensionando la ventana.
ekGUI_EVENT_WND_CLOSE	Se ha cerrado la ventana.
ekGUI_EVENT_COLOR	Se está actualizando un color de `comwin_color`.
ekGUI_EVENT_THEME	Ha cambiado el tema del escritorio.
ekGUI_EVENT_OBJCHANGE	Se ha editado un objeto vinculado con un layout. *"Notificaciones y campos calculados"* (Página 412).
ekGUI_EVENT_TBL_NROWS	Una tabla necesita saber el número de filas.
ekGUI_EVENT_TBL_BEGIN	Una tabla va a comenzar a dibujar la parte visible de los datos.
ekGUI_EVENT_TBL_END	Una tabla ha terminado de dibujar.
ekGUI_EVENT_TBL_CELL	Una tabla necesita los datos de una celda.
ekGUI_EVENT_TBL_SEL	Han cambiado las filas seleccionadas en una tabla.
ekGUI_EVENT_TBL_HEADCLICK	Se ha hecho clic en una cabecera de la tabla.
ekGUI_EVENT_TBL_ROWCLICK	Se ha hecho clic en una fila de la tabla.

enum split_mode_t

Comportamiento del divisor en un *"SplitView"* (Página 372).

ekSPLIT_NORMAL	El divisor mantiene su posición proporcional izquierda/derecha o arriba/abajo.
ekSPLIT_FIXED0	El descendiente izquierdo/superior mantiene su tamaño.
ekSPLIT_FIXED1	El descendiente derecho/inferior mantiene su tamaño.

enum window_flag_t

Atributos de creación de una ventana.

ekWINDOW_FLAG	Atributos por defecto.
ekWINDOW_EDGE	La ventana dibuja un borde exterior.

ekWINDOW_TITLE	La ventana tiene barra de título.
ekWINDOW_MAX	La ventana muestra el botón de maximizar.
ekWINDOW_MIN	La ventana muestra el botón de minimizar.
ekWINDOW_CLOSE	La ventana muestra el botón de cerrar.
ekWINDOW_RESIZE	La ventana tiene bordes redimensionables.
ekWINDOW_RETURN	La ventana procesará la pulsación de la tecla [RETURN] como un posible evento de cierre, enviando el mensaje OnClose.
ekWINDOW_ESC	La ventana procesará la pulsación de la tecla [ESC] como un posible evento de cierre, enviando el mensaje OnClose.
ekWINDOW_MODAL_NOHIDE	Evita ocultar una ventana modal cuando ha acabado el ciclo modal. Ver *"Ventanas modales"* (Página 397).
ekWINDOW_STD	Combinación ekWINDOW_TITLE | ekWINDOW_MIN | ekWINDOW_CLOSE.
ekWINDOW_STDRES	Combinación ekWINDOW_STD | ekWINDOW_MAX | ekWINDOW_RESIZE.

enum gui_notif_t

Notificaciones enviadas por la librería `gui`.

ekGUI_NOTIF_LANGUAGE	Se ha cambiado el idioma de la interfaz.
ekGUI_NOTIF_WIN_DESTROY	Se ha destruido una ventana.
ekGUI_NOTIF_MENU_DESTROY	Se ha destruido un menú.

struct GuiControl

Control de interfaz (abstracto).

```
struct GuiControl;
```

struct Label

Control de interfaz que contiene un texto estático, normalmente limitado a una sola línea. *"Label"* (Página 335).

```
struct Label;
```

struct Button

Control de interfaz que representa un botón. *"Button"* (Página 338).

```
struct Button;
```

struct PopUp

Control botón con lista desplegable. *"PopUp"* (Página 341).

```
struct PopUp;
```

struct Edit

Control de edición de texto *"Edit"* (Página 343).

```
struct Edit;
```

struct Combo

Control que combina un cuadro de edición con una lista desplegable. *"Combo"* (Página 347).

```
struct Combo;
```

struct ListBox

Control de lista. *"ListBox"* (Página 348).

```
struct ListBox;
```

struct UpDown

Control que muestra dos pequeños botones de incremento y decremento. *"UpDown"* (Página 349).

```
struct UpDown;
```

struct Slider

Control que muestra una barra con un deslizador. *"Slider"* (Página 349).

```
struct Slider;
```

struct Progress

Barra de progreso. *"Progress"* (Página 350).

```
struct Progress;
```

struct View

Vista personalizada. Permite crear nuestro propios controles, dibujando lo que queramos. *"View"* (Página 351)

```
struct View;
```

struct TextView

Vista de texto con varios párrafos y diferentes atributos. *"TextView"* (Página 357).

```
struct TextView;
```

struct WebView

Vista de contenido Web. *"WebView"* (Página 361).

```
struct WebView;
```

struct ImageView

Visor de imágenes. *"ImageView"* (Página 363).

```
struct ImageView;
```

struct TableView

Vista de tabla con varias filas y columnas. *"TableView"* (Página 364).

```
struct TableView;
```

struct SplitView

Vista partida redimensionable en horizontal o vertical. *"SplitView"* (Página 372).

```
struct SplitView;
```

struct Layout

Rejilla invisible donde se organizan los controles de un `Panel`. *"Layout"* (Página 376).

```
struct Layout;
```

struct Cell

Cada una de las celdas que forman un `Layout`. *"Cell"* (Página 387).

```
struct Cell;
```

struct Panel

Área interna de una ventana, que permite agrupar diferentes controles. *"Panel"* (Página 388).

```
struct Panel;
```

struct Window

Ventana de interfaz. *"Window"* (Página 394).

```
struct Window;
```

struct Menu

Menu o submenu. *"Menu"* (Página 414).

```
struct Menu;
```

struct MenuItem

Elemento dentro de un menú. *"MenuItem"* (Página 418).

```
struct MenuItem;
```

struct EvButton

Parámetros del evento *OnClick* de un botón o *OnSelect* de un popup.

```
struct EvButton
{
    uint32_t index;
    gui_state_t state;
    const char_t* text;
};
```

`index` Índice del botón o del elemento.

`state` Estado.

`text` Texto.

struct EvSlider

Parámetros del evento *OnMoved* de un slider.

```
struct EvSlider
{
    real32_t pos;
    real32_t incr;
    uint32_t step;
};
```

`pos` Posición normalizada del slider (0, 1).

`incr` Incremento con respecto a la posición anterior.

`step` Índice del intervalo (solo para rangos discretos).

struct EvText

Parámetros del evento *OnChange* o *OnFilter* de los cuadros de texto.

```
struct EvText
{
    const char_t* text;
    uint32_t cpos;
    int32_t len;
};
```

`text` Texto.

`cpos` Posición del cursor *(caret)*.

`len` En *OnFilter*, la cantidad de caracteres insertados o eliminados. En *OnChange* la cantidad total de caracteres.

struct EvTextFilter

Resultado del evento *OnFilter* de los cuadros de texto.

```
struct EvTextFilter
{
    bool_t apply;
    char_t* text;
    uint32_t cpos;
};
```

`apply`	`TRUE` si se debe cambiar el texto original del control.
`text`	Nuevo texto del control, que es una revisión (filtro) del texto original.
`cpos`	Posición del cursor *(caret)*.

struct EvDraw

Parámetros del evento *OnDraw*.

```
struct EvDraw
{
    DCtx* ctx;
    real32_t x;
    real32_t y;
    real32_t width;
    real32_t height;
};
```

`ctx`	Contexto de dibujo 2D.
`x`	Coordenada x del area de dibujo (viewport).
`y`	Coordenada y del area de dibujo.
`width`	Ancho del área de dibujo.
`height`	Alto del área de dibujo.

struct EvMouse

Parámetros de eventos de ratón.

```
struct EvMouse
{
    real32_t x;
    real32_t y;
    real32_t lx;
    real32_t ly;
    gui_mouse_t button;
    uint32_t count;
    uint32_t modifiers;
    uint32_t tag;
};
```

`x`	Coordenada x del puntero en el área de dibujo.
`y`	Coordenada y del puntero en el área de dibujo.

`lx` Coordenada x del puntero en el control. Igual que `x` si no hay barras de scroll.

`ly` Coordenada y del puntero en el control. Igual que `y` si no hay barras de scroll.

`button` Botón activo.

`count` Número de clics.

`modifiers` Combinación de valores `mkey_t`.

`tag` Valor adicional para controles.

struct EvWheel

Parámetros del evento *OnWheel*.

```
struct EvWheel
{
    real32_t x;
    real32_t y;
    real32_t dx;
    real32_t dy;
    real32_t dz;
};
```

`x` Coordenada x del puntero.

`y` Coordenada y del puntero.

`dx` Incremento en x de la rueda o *trackpad*.

`dy` Incremento en y de la rueda o *trackpad*.

`dz` Incremento en z de la rueda o *trackpad*.

struct EvKey

Parámetros de eventos de teclado.

```
struct EvKey
{
    vkey_t key;
    uint32_t modifiers;
};
```

`key` Tecla referenciada.

`modifiers` Combinación de valores `mkey_t`.

struct EvPos

Parámetros de eventos de cambio de posición.

```
struct EvPos
{
    real32_t x;
    real32_t y;
};
```

`x` Coordenada x.

`y` Coordenada y.

struct EvSize

Parámetros de eventos de cambio de tamaño.

```
struct EvSize
{
    real32_t width;
    real32_t height;
};
```

`width` Anchura (tamaño en x).

`height` Altura (tamaño en y).

struct EvWinClose

Parámetros de evento de cierre de ventana.

```
struct EvWinClose
{
    gui_close_t origin;
};
```

`origin` Origen del cierre.

struct EvMenu

Parámetros de evento de menú.

```
struct EvMenu
{
    uint32_t index;
    gui_state_t state;
```

```
    const char_t* text;
};
```

`index`	Índice del *item* pulsado.
`state`	Estado del *item* pulsado.
`text`	Texto del *item* pulsado.

struct EvScroll

Parámetros de evento scroll.

```
struct EvScroll
{
    gui_orient_t orient;
    gui_orient_t scroll;
    real32_t cpos;
};
```

`orient`	Orientación de la barra de scroll.
`scroll`	Tipo de scroll.
`cpos`	Posición del scroll.

struct EvTbPos

Localización de una celda en una tabla.

```
struct EvTbPos
{
    uint32_t col;
    uint32_t row;
};
```

`col`	Índice de la columna.
`row`	Índice de la fila.

struct EvTbRow

Localización de una fila en una tabla.

```
struct EvTbRow
{
    bool_t sel;
    uint32_t row;
};
```

`sel` Seleccionada o no.

`row` Índice de la fila.

struct EvTbRect

Grupo de celdas en una tabla.

```
struct EvTbRect
{
    uint32_t stcol;
    uint32_t edcol;
    uint32_t strow;
    uint32_t edrow;
};
```

`stcol` Índice de la columna inicial.

`edcol` Índice de la columna final.

`strow` Índice de la fila inicial.

`edrow` Índice de la fila final.

struct EvTbSel

Selección en una tabla.

```
struct EvTbSel
{
    ArrSt(uint32_t)* sel;
};
```

`sel` Índices de fila.

struct EvTbCell

Datos de una celda en una tabla.

```
struct EvTbCell
{
    const char_t* text;
    align_t align;
};
```

`text` Texto de la celda.

`align` Alineación del texto.

struct FocusInfo

Información sobre el cambio del foco del teclado.

```
struct FocusInfo
{
    gui_tab_t action;
    GuiControl* next;
};
```

`action`	Acción que ha motivado el cambio del foco del teclado.
`next`	Próximo control que recibirá el foco del teclado.

44.2. Funciones

gui_start

Inicia la librería *Gui*, reservando espacio para las estructuras internas globales. Internamente llama a `draw2d_start`. Es llamada automáticamente por `osmain`.

```
void
gui_start(void);
```

gui_finish

Finaliza la librería *Gui*, liberando el espacio de las estructuras internas globales. Internamente llama a `draw2d_finish`. Es llamada automáticamente por `osmain`.

```
void
gui_finish(void);
```

gui_respack

Registra un paquete de recursos.

```
void
gui_respack(FPtr_respack func_respack);
```

func_respack	Constructor de recursos.

Observaciones:

Ver *"Recursos"* (Página 99).

gui_language

Establece el idioma de los recursos registrados con `gui_respack`.

```
void
gui_language(const char_t *lang);
```

lang El idioma.

Observaciones:

Ver *"Recursos"* (Página 99).

gui_text

Obtiene una cadena de texto a través de su identificador de recurso.

```
const char_t*
gui_text(const ResId id);
```

id Identificador del recurso.

Retorna:

La cadena de texto o `NULL` si no se encuentra.

Observaciones:

El recurso debe pertenecer a un paquete registrado con `gui_respack`.

gui_image

Obtiene una imagen a través de su identificador de recurso.

```
const Image*
gui_image(const ResId id);
```

id Identificador del recurso.

Retorna:

La imagen o `NULL` si no se encuentra.

Observaciones:

El recurso debe pertenecer a un paquete registrado con `gui_respack`. No hay que destruir la imagen ya que está gestionada por Gui.

gui_file

Obtiene el contenido de un archivo a través de su identificador de recurso.

```
const byte_t*
gui_file(const ResId id,
         uint32_t *size);
```

id	Identificador del recurso.
size	Tamaño en bytes del búfer.

Retorna:

Los datos del archivo o `NULL` si no se encuentra.

Observaciones:

El recurso debe pertenecer a un paquete registrado con `gui_respack`. Los datos están gestionados por Gui, por lo que no hay que liberar memoria.

gui_dark_mode

Determina si el entorno de ventanas tiene un tema claro u oscuro.

```
bool_t
gui_dark_mode(void);
```

Retorna:

`TRUE` para *Dark mode*, `FALSE` para *light mode*.

gui_alt_color

Crea un color con dos versiones alternativas.

```
color_t
gui_alt_color(const color_t light_color,
              const color_t dark_color);
```

light_color	Color para temas CLAROS de escritorio.
dark_color	Color para temas OSCUROS de escritorio.

Retorna:

El color.

Observaciones:

El sistema establecerá el color final en función de la "claridad" de los colores del gestor de ventanas (Light/Dark). NO SE PERMITEN colores alternativos anidados. Los valores `light` y `dark` deben ser colores RGB o de sistema.

gui_label_color

Retorna el color por defecto de las etiquetas de texto `Label`.

```
color_t
gui_label_color(void);
```

Retorna:

El color.

gui_view_color

Retorna el color de fondo en controles `View`.

```
color_t
gui_view_color(void);
```

Retorna:

El color.

gui_line_color

Retorna el color de líneas en tablas o elementos separadores de ventanas.

```
color_t
gui_line_color(void);
```

Retorna:

El color.

gui_link_color

Retorna el color del texto en hiperenlaces.

```
color_t
gui_link_color(void);
```

Retorna:

El color.

gui_border_color

Retorna el color del borde en controles tipo botón, popups, etc.

```
color_t
gui_border_color(void);
```

Retorna:

El color.

gui_resolution

Retorna la resolución de pantalla.

```
S2Df
gui_resolution(void);
```

Retorna:

Resolución.

gui_mouse_pos

Retorna la posición del cursor del ratón.

```
V2Df
gui_mouse_pos(void);
```

Retorna:

Posición.

gui_update

Actualiza todas las ventanas de la aplicación, después de un cambio de tema.

```
void
gui_update(void);
```

Observaciones:

Normalmente no es necesario llamar a este método. Se invoca automáticamente desde `osapp`.

gui_OnThemeChanged

Establece un manejador para detectar el cambio del tema visual del entorno de ventanas.

```
void
gui_OnThemeChanged(Listener *listener);
```

listener El manejador del evento.

gui_update_transitions

Actualiza las animaciones automáticas de la interfaz.

```
void
gui_update_transitions(const real64_t prtime,
                       const real64_t crtime);
```

prtime Tiempo del instante previo.

crtime Tiempo del instante actual.

Observaciones:

Normalmente no es necesario llamar a este método. Se invoca automáticamente desde `osapp`.

gui_OnNotification

Establece un manejador para recibir notificaciones por parte de `gui`.

```
void
gui_OnNotification(Listener *listener);
```

listener El manejador del evento.

Observaciones:

Ver `gui_notif_t`.

gui_OnIdle

Establece un manejador para lanzar un evento cuando la aplicación esté en "modo de espera".

```
void
gui_OnIdle(Listener *listener);
```

listener El manejador del evento.

Observaciones:

El evento se lanzará **una sola vez** cuando el ciclo de mensajes de la aplicación esté ocioso, es decir, no esté procesando otros eventos pendientes. Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

gui_info_window

Muestra una ventana de información sobre la ejecución del programa. Está orientado a mostrar mensajes de anomalías o mensajes de depuración. No utilizar para información al usuario.

```
uint32_t
gui_info_window(const bool_t fatal,
                const char_t *msg,
                const char_t *caption,
                const char_t *detail,
                const char_t *file,
                const uint32_t line,
                const ArrPt(String) *buttons,
                const uint32_t defindex);
```

```
uint32_t sel = 0;
ArrPt(String) *buttons = arrpt_create(String);
arrpt_append(buttons, str_c("Ok"), String);
arrpt_append(buttons, str_c("Bye"), String);
arrpt_append(buttons, str_c("Forget"), String);
arrpt_append(buttons, str_c("Ask again"), String);
sel = gui_info_window(TRUE, "Here an info window", "Something happens", "You do
    ↪  something wrong\nin the file passed as 'stream' parameter.", "your_file
    ↪ .txt", 43, buttons, 1);
arrpt_destroy(&buttons, str_destroy, String);
```

fatal	TRUE si corresponde a un error fatal.
msg	Mensaje resumido.
caption	Título,
detail	Mensaje detallado. Admite '\n'.
file	Archivo relacionado con el mensaje.
line	Línea relacionada con el mensaje.
buttons	Botones.
defindex	Botón por defecto.

Retorna:

Número de botón pulsado.

evbind_object

Obtiene el objeto vinculado a un layout dentro de una función `callback`.

```
type*
evbind_object(Event *e,
              type);
```

e El evento.

type El tipo de objeto.

Retorna:

El objeto.

Observaciones:

Ver *"Notificaciones y campos calculados"* (Página 412).

evbind_modify

Comprueba, dentro de una función `callback`, si el campo del objeto se modificado.

```
bool_t
evbind_modify(Event *e,
              type,
              mtype,
              mname);
```

e El evento.

type El tipo de objeto.

mtype El tipo del campo a comprobar.

mname El nombre del campo a comprobar.

Retorna:

`TRUE` si el campo ha sido modificado.

Observaciones:

Ver *"Notificaciones y campos calculados"* (Página 412).

guicontrol

Obtiene el objeto base a partir de un control derivado.

```
GuiControl*
guicontrol(type *control);
```

control El control derivado. `Label`, `Button`, etc.

Retorna:

Objeto.

guicontrol_label

Convierte un control a label.

```
Label*
guicontrol_label(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_button

Convierte un control a button.

```
Button*
guicontrol_button(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_popup

Convierte un control a popup.

```
PopUp*
guicontrol_popup(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_edit

Convierte un control a edit.

```
Edit*
guicontrol_edit(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_combo

Convierte un control a combo.

```
Combo*
guicontrol_combo(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_listbox

Convierte un control a listbox.

```
ListBox*
guicontrol_listbox(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_updown

Convierte un control a updown.

```
UpDown*
guicontrol_updown(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_slider

Convierte un control a slider.

```
Slider*
guicontrol_slider(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_progress

Convierte un control a progress.

```
Progress*
guicontrol_progress(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_view

Convierte un control a view.

```
View*
guicontrol_view(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_textview

Convierte un control a textview.

```
TextView*
guicontrol_textview(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_webview

Convierte un control a webview.

```
WebView*
guicontrol_webview(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_imageview

Convierte un control a imageview.

```
ImageView*
guicontrol_imageview(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_tableview

Convierte un control a tableview.

```
TableView*
guicontrol_tableview(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_splitview

Convierte un control a splitview.

```
SplitView*
guicontrol_splitview(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_panel

Convierte un control a panel.

```
Panel*
guicontrol_panel(GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

Objeto o `NULL` si `control` no se puede convertir.

guicontrol_tag

Establece una etiqueta para el control.

```
void
guicontrol_tag(GuiControl *control,
               const uint32_t tag);
```

control El control.

tag La etiqueta.

guicontrol_get_tag

Obtiene la etiqueta del control.

```
uint32_t
guicontrol_get_tag(const GuiControl *control);
```

control El control.

Retorna:

La etiqueta.

label_create

Crea un control de texto.

```
Label*
label_create(void);
```

Retorna:

El nuevo Label.

label_OnClick

Establece el manejador del evento `OnClick`.

```
void
label_OnClick(Label *label,
              Listener *listener);
```

```
static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    const EvText *p = event_params(e, EvText);
    do_something_onclick(app, p->text);
}
...
label_OnClick(label, listener(app, i_OnClick, App));
```

label El Label.

listener Manejador del evento.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

label_min_width

Establece el ancho del control.

```
void
label_min_width(Label *label,
                const real32_t width);
```

label El Label.

width El ancho del control.

Observaciones:

Por defecto, un control Label ajusta su tamaño al texto que contiene. Utiliza esta función junto con `label_multiline` o cuando quieras forzar un ancho por defecto.

label_text

Establece el texto que mostrará la etiqueta.

```
void
label_text(Label *label,
           const char_t *text);
```

label El Label.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

label_size_text

Establece el texto con el que se dimensionará el control.

```
void
label_size_text(Label *label,
                const char_t *text);
```

label El Label.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Por defecto, un control Label se dimensionará con el tamaño exacto del texto que contiene. Ver *"Label dinámicos"* (Página 336). Tiene un efecto similar a `label_min_width`, utilizando la medida de un texto, en lugar de un valor en píxeles.

label_font

Establece la fuente del texto.

```
void
label_font(Label *label,
           const Font *font);
```

label El Label.

font Fuente tipográfica.

label_get_font

Obtiene la fuente asociada al control.

```
const Font*
label_get_font(const Label *label);
```

label El Label.

Retorna:

Fuente tipográfica.

label_style_over

Establece los modificadores de fuente, cuando el ratón está sobre el control.

```
void
label_style_over(Label *label,
                 const uint32_t style);
```

label El Label.

style Combinación de valores `fstyle_t`.

label_multiline

Activa o desactiva el atributo multilínea.

```
void
label_multiline(Label *label,
                const bool_t multiline);
```

label El Label.

multiline `TRUE` para multilínea.

Observaciones:

Ver *"Label multilínea"* (Página 335).

label_align

Establece la alineación horizontal del texto con respecto al tamaño del control.

```
void
label_align(Label *label,
            const align_t align);
```

label El Label.

align La alineación.

Observaciones:

Ver *"Label dinámicos"* (Página 336).

label_color

Establece el color del texto.

```
void
label_color(Label *label,
            const color_t color);
```

label El Label.

color El color.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

label_color_over

Establece el color del texto, cuando el ratón está sobre el control.

```
void
label_color_over(Label *label,
                 const color_t color);
```

label El Label.

color El color.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

label_bgcolor

Establece el color de fondo del texto.

```
void
label_bgcolor(Label *label,
              const color_t color);
```

label El Label.

color El color.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

label_bgcolor_over

Establece el color de fondo del texto, cuando el ratón está sobre el control.

```
void
label_bgcolor_over(Label *label,
                   const color_t color);
```

label El Label.

color El color.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

button_push

Crea un botón de pulsación, el típico `[Aceptar]`, `[Cancelar]`, etc.

```
Button*
button_push(void);
```

Retorna:

El botón.

button_check

Crea una casilla de verificación (checkbox).

```
Button*
button_check(void);
```

Retorna:

El botón.

button_check3

Crea una casilla de verificación (checkbox) con tres estados.

```
Button*
button_check3(void);
```

Retorna:

El botón.

button_radio

Crea un botón de radio.(radiobutton).

```
Button*
button_radio(void);
```

Retorna:

El botón.

button_flat

Crea un botón plano, al que puede asignarse una imagen. Es el típico botón de las barras de herramientas.

```
Button*
button_flat(void);
```

Retorna:

El botón.

button_flatgle

Crea un botón plano con estado. El botón alternará entre pulsado/liberado cada vez que se haga clic sobre él.

```
Button*
button_flatgle(void);
```

Retorna:

El botón.

button_OnClick

Establece un manejador para la pulsación del botón.

```
void
button_OnClick(Button *button,
               Listener *listener);
```

```
static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    do_something_onclick(app, p->state);
}
...
button_OnClick(button, listener(app, i_OnClick, App));
```

button El botón.

listener Función *callback* que se llamará tras hacer clic.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

button_min_width

Establece el ancho mínimo de un botón de pulsación.

```
void
button_min_width(Button *button,
                 const real32_t width);
```

button El botón.

width El ancho mínimo.

Observaciones:

El tamaño del botón de pulsación se calcula automáticamente en función del texto que contiene. Con esta función podemos establecer una anchura superior a la calculada. No aplica para otro tipo de botones (plano, check, radio). Ver *"Márgenes interiores"* (Página 341).

button_text

Establece el texto que mostrará el botón.

```
void
button_text(Button *button,
            const char_t *text);
```

button El botón.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

En botones planos, el texto se mostrará como *tooltip*.

button_text_alt

Establece un texto alternativo.

```
void
button_text_alt(Button *button,
                const char_t *text);
```

button El botón.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

Solo aplicable en botones planos con estado `button_flatgle`. Se mostrará cuando el botón esté en estado `ekGUI_ON`.

button_tooltip

Establece un tooltip para el botón. Es un pequeño texto explicativo que aparecerá cuando el ratón esté sobre el control.

```
void
button_tooltip(Button *button,
               const char_t *text);
```

button El botón.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

button_font

Establece la fuente del botón.

```
void
button_font(Button *button,
            const Font *font);
```

button El botón.

font Fuente tipográfica.

button_get_font

Obtiene la fuente actual del botón.

```
const Font*
button_get_font(const Button *button);
```

button El botón.

Retorna:

Fuente tipográfica.

button_image

Establece el icono que mostrará el botón.

```
void
button_image(Button *button,
             const Image *image);
```

button El botón.

image Imagen.

Observaciones:

No aplicable en checkbox ni radiobutton. En botones planos, el tamaño del control se ajustará a la imagen. El control conservará una copia de la image. La imagen original debe ser destruida, a no ser que se obtuviese con `image_from_resource`.

button_image_alt

Establece una imagen alternativa para el botón.

```
void
button_image_alt(Button *button,
                 const Image *image);
```

button El botón.

image Imagen.

Observaciones:

Solo aplicable en botones planos con estado `button_flatgle`. Se mostrará cuando el botón esté en estado `ekGUI_ON`.

button_state

Establece el estado del botón.

```
void
button_state(Button *button,
             const gui_state_t state);
```

button El botón.

state Estado.

Observaciones:

No aplicable en botones de pulsación `button_push`.

button_tag

Establece una etiqueta para el botón.

```
void
button_tag(Button *button,
           const uint32_t tag);
```

button El botón.

tag La etiqueta.

button_hpadding

Establece el margen horizontal interior.

```
void
button_hpadding(Button *button,
                const real32_t padding);
```

button El botón.

padding Es la suma total del margen izquierdo y derecho. Si `0` no habrá margen entre el texto y el borde del control. Si `<0` se establecerá el margen por defecto. Solo aplica para botones de pulsación y botones planos. Ver *"Márgenes interiores"* (Página 341).

button_vpadding

Establece el margen vertical interior.

```
void
button_vpadding(Button *button,
                const real32_t padding);
```

button El botón.

padding Es la suma total del margen superior e inferior. Si `0` no habrá margen entre el texto y el borde del control. Si `<0` se establecerá el margen por defecto. Solo aplica para botones de pulsación y botones planos. Ver *"Márgenes interiores"* (Página 341).

button_get_state

Obtiene el estado del botón.

```
gui_state_t
button_get_state(Button *button);
```

button El botón.

Retorna:

El estado.

Observaciones:

No aplicable en botones de pulsación `button_push`.

button_get_tag

Obtiene la etiqueta del botón.

```
uint32_t
button_get_tag(const Button *button);
```

button El botón.

Retorna:

La etiqueta.

button_get_height

Obtiene la altura actual del control.

```
real32_t
button_get_height(const Button *button);
```

button El botón.

Retorna:

La altura del control, que cambiará en función del tamaño de letra y el `vpadding`.

popup_create

Crea un nuevo control de lista desplegable *(PopUp button)*.

```
PopUp*
popup_create(void);
```

Retorna:

El popup recién creado.

popup_OnSelect

Establece un manejador para la selección de un nuevo elemento.

```
void
popup_OnSelect(PopUp *popup,
               Listener *listener);
```

```
static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    do_something_onselect(app, p->index);
}
```

```
...
popup_OnSelect(popup, listener(app, i_OnSelect, App));
```

popup El popup.

listener Función *callback* que se llamará tras seleccionar un nuevo elemento de la lista.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

popup_tooltip

Asigna un tooltip al control popup.

```
void
popup_tooltip(PopUp *popup,
              const char_t *text);
```

popup El popup.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

popup_add_elem

Añade un nuevo elemento a la lista desplegable.

```
void
popup_add_elem(PopUp *popup,
               const char_t *text,
               const Image *image);
```

popup El popup.

text El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image Icono asociado al elemento o el identificador del recurso. Por cuestión de espacio, se escalará a un alto máximo de 16 píxeles. El control conservará una copia de la image. La imagen original debe ser destruida, a no ser que se obtuviese con `image_from_resource`.

popup_set_elem

Edita un elemento de la lista desplegable.

```
void
popup_set_elem(PopUp *popup,
```

```
                const uint32_t index,
                const char_t *text,
                const Image *image);
```

popup El popup.

index El índice del elemento a sustituir.

text El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image Icono asociado al elemento o el identificador del recurso. Por cuestión de espacio, se escalará a un alto máximo de 16 píxeles.

popup_clear

Elimina todos los elementos de la lista desplegable.

```
void
popup_clear(PopUp *popup);
```

popup El popup.

popup_count

Obtiene el número de elementos de la lista.

```
uint32_t
popup_count(const PopUp *popup);
```

popup El popup.

Retorna:

El número de elementos.

popup_list_height

Establece el tamaño de la lista desplegable.

```
void
popup_list_height(PopUp *popup,
                  const uint32_t elems);
```

popup El popup.

elems Número de elementos visibles. Si el control tiene más, aparecerá una barra de scroll.

popup_selected

Establece el elemento seleccionado del popup.

```
void
popup_selected(PopUp *popup,
               const uint32_t index);
```

popup El popup.

index El elemento a seleccionar. Si pasamos `UINT32_MAX` se quita la selección.

popup_get_selected

Obtiene el elemento seleccionado del popup.

```
uint32_t
popup_get_selected(const PopUp *popup);
```

popup El popup.

Retorna:

El elemento seleccionado.

popup_get_text

Obtiene el texto de un elemento del popup.

```
const char_t*
popup_get_text(const PopUp *popup,
               const uint32_t index);
```

popup El popup.

index El índice del elemento.

Retorna:

El texto del elemento.

edit_create

Crea un control de edición de texto.

```
Edit*
edit_create(void);
```

Retorna:

El edit.

edit_multiline

Crea un control de edición de texto que permite múltiples líneas.

```
Edit*
edit_multiline(void);
```

Retorna:

El edit.

edit_OnFilter

Establece un manejador para filtrar el texto mientras se edita.

```
void
edit_OnFilter(Edit *edit,
              Listener *listener);
```

edit — El edit.

listener — Función *callback* que se llamará tras cada pulsación de tecla. En `EvTextFilter` de `event_result` se devolverá el texto filtrado.

Observaciones:

Ver *"Filtrar textos"* (Página 344) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

edit_OnChange

Establece un manejador para detectar cuando el texto ha cambiado.

```
void
edit_OnChange(Edit *edit,
              Listener *listener);
```

edit — El edit.

listener — Función *callback* que se llamará cuando el control pierda el foco del teclado, lo que indicará el final de la edición.

Observaciones:

Ver *"Validar textos"* (Página 343) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

edit_OnFocus

Establece un manejador para el foco del teclado.

```
void
edit_OnFocus(Edit *edit,
             Listener *listener);
```

edit El edit.

listener Función *callback* que se llamará cuando se reciba o se pierda el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

edit_min_width

Establece el ancho mínimo del control.

```
void
edit_min_width(Edit *edit,
               const real32_t width);
```

edit El edit.

width El ancho mínimo.

Observaciones:

El ancho por defecto de un EditBox será 100px. Ese valor puede ser modificado por esta función.

edit_min_height

Establece la altura mínima del control.

```
void
edit_min_height(Edit *edit,
                const real32_t height);
```

edit El edit.

height La altura mínima.

Observaciones:

Solo válido para controles multi-línea. La altura por defecto será aquella que nos permita ver dos líneas de texto.

edit_text

Establece el texto del control de edición.

```
void
edit_text(Edit *edit,
          const char_t *text);
```

edit El edit.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

edit_font

Establece la fuente del control edit.

```
void
edit_font(Edit *edit,
          const Font *font);
```

edit El edit.

font Fuente tipográfica.

edit_align

Establece la alineación del texto.

```
void
edit_align(Edit *edit,
           const align_t align);
```

edit El edit.

align La alineación.

edit_passmode

Activa el modo contraseña, que ocultará los caracteres tecleados.

```
void
edit_passmode(Edit *edit,
              const bool_t passmode);
```

edit El edit.

passmode Activa o desactiva el modo contraseña.

edit_editable

Activa o desactiva la edición en el control.

```
void
edit_editable(Edit *edit,
              const bool_t is_editable);
```

edit	El edit.
is_editable	TRUE permitirá editar el texto (por defecto).

edit_autoselect

Activa o desactiva la autoselección del texto.

```
void
edit_autoselect(Edit *edit,
                const bool_t autoselect);
```

edit	El edit.
autoselect	TRUE el texto del control será totalmente seleccionado cuando reciba el foco. Por defecto es FALSE.

Observaciones:

Ver *"Selección del texto"* (Página 346).

edit_select

Selecciona texto.

```
void
edit_select(Edit *edit,
            const int32_t start,
            const int32_t end);
```

edit	El edit.
start	Posición del carácter inicial.
end	Posición del carácter final.

Observaciones:

Ver *"Selección del texto"* (Página 346).

edit_tooltip

Asigna un tooltip al control edit.

```
void
edit_tooltip(Edit *edit,
             const char_t *text);
```

edit El edit.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

edit_color

Establece el color del texto.

```
void
edit_color(Edit *edit,
           const color_t color);
```

edit El edit.

color El color del texto.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

edit_color_focus

Establece el color del texto, cuando el control tiene el foco del teclado.

```
void
edit_color_focus(Edit *edit,
                 const color_t color);
```

edit El edit.

color El color del texto.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

edit_bgcolor

Establece el color de fondo.

```
void
edit_bgcolor(Edit *edit,
             const color_t color);
```

edit El edit.

color El color de fondo.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

edit_bgcolor_focus

Establece el color de fondo, cuando el control tiene el foco del teclado.

```
void
edit_bgcolor_focus(Edit *edit,
                   const color_t color);
```

edit El edit.

color El color de fondo.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

edit_phtext

Establece un texto explicativo para cuando el control está en blanco *(placeholder)*.

```
void
edit_phtext(Edit *edit,
            const char_t *text);
```

edit El edit.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

edit_phcolor

Establece el color del texto placeholder.

```
void
edit_phcolor(Edit *edit,
             const color_t color);
```

edit El edit.

color El color del texto.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

edit_phstyle

Establece el estilo de la fuente para el placeholder.

```
void
edit_phstyle(Edit *edit,
             const uint32_t fstyle);
```

edit El edit.

fstyle Combinación de valores de `fstyle_t`.

edit_vpadding

Establece el margen vertical interior.

```
void
edit_vpadding(Edit *edit,
              const real32_t padding);
```

edit El edit.

padding Si `0` no habrá margen entre el texto y el borde del control. Si `<0` se establecerá el margen por defecto.

edit_get_text

Obtiene el texto del control.

```
const char_t*
edit_get_text(const Edit *edit);
```

edit El edit.

Retorna:

Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

edit_get_height

Obtiene la altura actual del control.

```
real32_t
edit_get_height(const Edit *edit);
```

edit El edit.

Retorna:

La altura del control, que cambiará en función del tamaño de letra y el `vpadding`.

edit_copy

Copia al portapapeles el texto seleccionado.

```
void
edit_copy(const Edit *edit);
```

edit El edit.

Observaciones:

Ver *"Operaciones con el portapapeles"* (Página 347).

edit_cut

Corta el texto seleccionado, copiándolo al portapapeles.

```
void
edit_cut(Edit *edit);
```

edit El edit.

Observaciones:

Ver *"Operaciones con el portapapeles"* (Página 347).

edit_paste

Pega el texto del portapapeles en la posición del caret.

```
void
edit_paste(Edit *edit);
```

edit El edit.

Observaciones:

Ver *"Operaciones con el portapapeles"* (Página 347).

combo_create

Crea un control combo.

```
Combo*
combo_create(void);
```

Retorna:

El combo.

combo_OnFilter

Establece un manejador para filtrar el texto mientras se edita.

```
void
combo_OnFilter(Combo *combo,
               Listener *listener);
```

combo — El combo.

listener — Función *callback* que se llamará tras cada pulsación de tecla. En `EvTextFilter` de `event_result` se devolverá el texto filtrado.

Observaciones:

Ver *"Filtrar textos"* (Página 344) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

combo_OnChange

Establece un manejador para detectar cuando el texto ha cambiado.

```
void
combo_OnChange(Combo *combo,
               Listener *listener);
```

combo — El combo.

listener — Función *callback* que se llamará cuando el control pierda el foco del teclado, lo que indicará el final de la edición.

Observaciones:

Este evento se lanzará también al seleccionar un elemento de la lista, señal que el texto ha cambiado en la caja de edición. Ver *"Validar textos"* (Página 343) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

combo_text

Establece el texto de edición del combo.

```
void
combo_text(Combo *combo,
           const char_t *text);
```

combo — El combo.

text — Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

combo_align

Establece la alineación del texto.

```
void
combo_align(Combo *combo,
            const align_t align);
```

combo El combo.

align La alineación.

combo_tooltip

Asigna un tooltip al control combo.

```
void
combo_tooltip(Combo *combo,
              const char_t *text);
```

combo El combo.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

combo_color

Establece el color del texto del combo.

```
void
combo_color(Combo *combo,
            const color_t color);
```

combo El combo.

color El color del texto.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

combo_color_focus

Establece el color del texto, cuando el control tiene el foco del teclado.

```
void
combo_color_focus(Combo *combo,
                  const color_t color);
```

combo El combo.

color El color del texto.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

combo_bgcolor

Establece el color de fondo.

```
void
combo_bgcolor(Combo *combo,
              const color_t color);
```

combo El combo.

color El color de fondo.

Observaciones:

Los valores RGB puede que no sean del todo portables. Ver *"Colores"* (Página 305).

combo_bgcolor_focus

Establece el color de fondo cuando el control tiene el foco del teclado.

```
void
combo_bgcolor_focus(Combo *combo,
                    const color_t color);
```

combo El combo.

color El color de fondo.

combo_phtext

Establece un texto explicativo para cuando el control está en blanco.

```
void
combo_phtext(Combo *combo,
             const char_t *text);
```

combo El combo.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

combo_phcolor

Establece el color del texto placeholder.

```
void
combo_phcolor(Combo *combo,
              const color_t color);
```

combo El combo.

color El color del texto.

combo_phstyle

Establece el estilo de la fuente para el placeholder.

```
void
combo_phstyle(Combo *combo,
              const uint32_t fstyle);
```

combo El combo.

fstyle Combinación de valores de `fstyle_t`.

combo_get_text

Obtiene el texto del control.

```
const char_t*
combo_get_text(const Combo *combo,
               const uint32_t index);
```

combo El combo.

index El índice del texto. Si es `UINT32_MAX` indica el propio texto del cuadro de edición. Si `>= 0`, indica un texto de la lista.

Retorna:

Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

combo_count

Obtiene el número de elementos en la lista desplegable.

```
uint32_t
combo_count(const Combo *combo);
```

combo El combo.

Retorna:

El número de elementos.

combo_add_elem

Añade un nuevo elemento a la lista desplegable.

```
void
combo_add_elem(Combo *combo,
               const char_t *text,
               const Image *image);
```

combo — El combo.

text — El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image — Icono asociado al elemento o el identificador del recurso. Por cuestión de espacio, se escalará a un alto máximo de 16 píxeles.

combo_set_elem

Edita un elemento de la lista desplegable.

```
void
combo_set_elem(Combo *combo,
               const uint32_t index,
               const char_t *text,
               const Image *image);
```

combo — El combo.

index — El índice del elemento a sustituir.

text — El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image — Icono asociado al elemento o el identificador del recurso. Por cuestión de espacio, se escalará a un alto máximo de 16 píxeles.

combo_ins_elem

Inserta un elemento en la lista desplegable.

```
void
combo_ins_elem(Combo *combo,
               const uint32_t index,
               const char_t *text,
               const Image *image);
```

combo El combo.

index La posición de inserción.

text El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image Icono asociado al elemento o el identificador del recurso. Por cuestión de espacio, se escalará a un alto máximo de 16 píxeles.

combo_del_elem

Elimina un elemento de la lista desplegable.

```
void
combo_del_elem(Combo *combo,
               const uint32_t index);
```

combo El combo.

index El índice del elemento a eliminar.

combo_duplicates

Impide que hayan textos duplicados en la lista desplegable.

```
void
combo_duplicates(Combo *combo,
                 const bool_t duplicates);
```

combo El combo.

duplicates TRUE para permitir textos duplicados.

listbox_create

Crea un nuevo control de lista.

```
ListBox*
listbox_create(void);
```

Retorna:

El ListBox recién creado.

listbox_OnDown

Establece un manejador para la pulsación de un botón del ratón.

```
void
listbox_OnDown(ListBox *listbox,
               Listener *listener);
```

```
static void i_OnDown(App *app, Event *e)
{
    const EvMouse *p = event_params(e, EvMouse);
    bool_t *r = event_result(e, bool_t);
    p->tag      // Clicked row (UINT32_MAX) if any.
    *r = FALSE; // Avoid item selection.
}
...
listbox_OnDown(list, listener(app, i_OnDown, App));
```

listbox El ListBox.

listener Función *callback* que se llamará cuando se pulse un botón.

Observaciones:

Este evento se procesa antes que `listbox_OnSelect`. En el campo `tag` de `EvMouse` se recibirá el número del elemento sobre el que se hizo clic o `UINT32_MAX` si corresponde a un área vacía del ListBox. Si el evento retorna `FALSE` en `event_result`, se evitará la selección del elemento (`TRUE` por defecto). Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

listbox_OnSelect

Establece un manejador para la selección de un nuevo elemento.

```
void
listbox_OnSelect(ListBox *listbox,
                 Listener *listener);
```

```
static void i_OnSelect(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    do_something_onselect(app, p->index);
}
...
listbox_OnSelect(list, listener(app, i_OnSelect, App));
```

listbox El ListBox.

listener Función *callback* que se llamará tras seleccionar un nuevo elemento de la lista.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

listbox_size

Establece el tamaño por defecto de la lista.

```
void
listbox_size(ListBox *listbox,
             const S2Df size);
```

listbox El ListBox.

size El tamaño.

Observaciones:

Corresponde al *"Dimensionado natural"* (Página 377) del control. Por defecto 128x128.

listbox_checkbox

Muestra u oculta los checkboxes a la izquierda de los elementos.

```
void
listbox_checkbox(ListBox *listbox,
                 const bool_t show);
```

listbox El ListBox.

show TRUE para visualizarlos.

listbox_multisel

Habilita la selección múltiple.

```
void
listbox_multisel(ListBox *listbox,
                 const bool_t multisel);
```

listbox El ListBox.

multisel TRUE para permitir varios elementos seleccionados al mismo tiempo.

listbox_add_elem

Añade un nuevo elemento.

```
void
listbox_add_elem(ListBox *listbox,
                 const char_t *text,
                 const Image *image);
```

listbox El ListBox.

text El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image Icono asociado al elemento o el identificador del recurso.

listbox_set_elem

Edita un elemento de la lista.

```
void
listbox_set_elem(ListBox *listbox,
                 const uint32_t index,
                 const char_t *text,
                 const Image *image);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento a sustituir.

text El texto del elemento en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

image Icono asociado al elemento o el identificador del recurso.

listbox_del_elem

Elimina un elemento de la lista.

```
void
listbox_del_elem(ListBox *listbox,
                 const uint32_t index);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento eliminar.

listbox_font

Establece la fuente de la lista.

```
void
listbox_font(ListBox *listbox,
             const Font *font);
```

listbox El ListBox.

font La fuente.

listbox_clear

Elimina todos los elementos de la lista.

```
void
listbox_clear(ListBox *listbox);
```

listbox El ListBox.

listbox_color

Establece el color del texto de un elemento.

```
void
listbox_color(ListBox *listbox,
              const uint32_t index,
              const color_t color);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento.

color El color. Por defecto `kCOLOR_DEFAULT`.

listbox_select

Selecciona un elemento desde el código del programa.

```
void
listbox_select(ListBox *listbox,
               const uint32_t index,
               const bool_t select);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento a seleccionar.

select Seleccionar o de-seleccionar.

Observaciones:

Si la selección múltiple no está habilitada, seleccionar un elemento implica de-seleccionar todos los demás.

listbox_check

Marca o desmarca el check del elemento desde el código del programa.

```
void
listbox_check(ListBox *listbox,
              const uint32_t index,
```

```
                const bool_t check);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento.

check Marcar o desmarcar.

Observaciones:

Marcar un elemento es independiente de seleccionarlo. Se pueden marcar los elementos aunque los checkboxes no estén visibles. Ver `listbox_checkbox`.

listbox_count

Devuelve el número de elementos de la lista.

```
uint32_t
listbox_count(const ListBox *listbox);
```

listbox El ListBox.

Retorna:

El número de elementos.

listbox_text

Devuelve el texto de un elemento.

```
const char_t*
listbox_text(const ListBox *listbox,
             const uint32_t index);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento.

Retorna:

El texto en UTF-8 terminado en carácter nulo '\0'.

listbox_selected

Devuelve si un elemento está o no seleccionado.

```
bool_t
listbox_selected(const ListBox *listbox,
                 const uint32_t index);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento.

Retorna:

El estado de la selección.

listbox_checked

Devuelve si un elemento está o no marcado.

```
bool_t
listbox_checked(const ListBox *listbox,
                const uint32_t index);
```

listbox El ListBox.

index El índice del elemento.

Retorna:

El estado del checkbox.

Observaciones:

Marcar un elemento es independiente de seleccionarlo. Se pueden marcar los elementos aunque los checkboxes no estén visibles. Ver `listbox_checkbox`.

listbox_get_selected

Obtiene el elemento seleccionado.

```
uint32_t
listbox_get_selected(const ListBox *listbox);
```

listbox El ListBox.

Retorna:

El elemento seleccionado o `UINT32_MAX` si no hay ninguno.

Observaciones:

Esta función no es válida para listas de selección múltiple.

listbox_get_row_height

Obtiene la altura de cada elemento.

```
real32_t
listbox_get_row_height(const ListBox *listbox);
```

listbox El ListBox.

Retorna:

La altura en píxeles de cada línea.

updown_create

Crea un control updown.

```
UpDown*
updown_create(void);
```

Retorna:

El updown.

updown_OnClick

Establece un manejador para la pulsación del botón.

```
void
updown_OnClick(UpDown *updown,
               Listener *listener);
```

```
static void i_OnClick(App *app, Event *e)
{
    const EvButton *p = event_params(e, EvButton);
    if (p->index == 0)
        do_something_onup(app);
    else
        do_something_ondown(app);
}
...
updown_OnClick(updown, listener(app, i_OnClick, App));
```

updown El updown.

listener Función *callback* que se llamará tras hacer clic.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

updown_tooltip

Establece un tooltip para el botón. Es un pequeño texto explicativo que aparecerá cuando el ratón esté sobre el control.

```
void
updown_tooltip(UpDown *updown,
               const char_t *text);
```

updown El updown.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

slider_create

Crea un nuevo control deslizador.

```
Slider*
slider_create(void);
```

Retorna:

El slider.

slider_vertical

Crea un nuevo slider en vertical.

```
Slider*
slider_vertical(void);
```

Retorna:

El slider.

slider_OnMoved

Establece un manejador para el movimiento del slider.

```
void
slider_OnMoved(Slider *slider,
               Listener *listener);
```

```
static void i_OnMoved(App *app, Event *e)
{
    const EvSlider *p = event_params(e, EvSlider);
    do_something_onmoved(app, p->pos);
}
...
slider_OnMoved(slider, listener(app, i_OnMoved, App));
```

slider El slider.

listener Función *callback* que se llamará continuamente mientras el usuario mueva un slider.

Observaciones:

`EvSlider` contiene los parámetros del evento, ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

slider_min_width

Establece el ancho natural del control. Por defecto `100px`.

```
void
slider_min_width(Slider *slider,
                 const real32_t width);
```

slider El slider.

width El ancho.

slider_tooltip

Establece un tooltip para el slider. Es un pequeño texto explicativo que aparecerá cuando el ratón esté sobre el control.

```
void
slider_tooltip(Slider *slider,
               const char_t *text);
```

slider El slider.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

slider_steps

Cambia el slider de rango continuo a intervalos discretos.

```
void
slider_steps(Slider *slider,
             const uint32_t steps);
```

slider El slider.

steps Número de intervalos. Utiliza `UINT32_MAX` para volver al rango continuo.

slider_value

Establece la posición del slider.

```
void
slider_value(Slider *slider,
             const real32_t value);
```

slider El slider.

value La posición entre 0.0 y 1.0.

slider_get_value

Obtiene la posición del slider.

```
real32_t
slider_get_value(const Slider *slider);
```

slider El slider.

Retorna:

La posición normalizada entre 0.0 y 1.0.

progress_create

Crea una barra de progreso.

```
Progress*
progress_create(void);
```

Retorna:

El progress.

progress_min_width

Establece el ancho natural del control. Por defecto `100px`.

```
void
progress_min_width(Progress *progress,
                   const real32_t width);
```

progress El progress.

width El ancho.

progress_undefined

Establece la barra de progreso como indefinida.

```
void
progress_undefined(Progress *progress,
                   const bool_t running);
```

progress El progress.

running `TRUE` para activar la animación.

progress_value

Establece la posición del progress.

```
void
progress_value(Progress *progress,
               const real32_t value);
```

progress El progress.

value La posición entre 0.0 y 1.0.

view_create

Crea una nueva vista personalizada.

```
View*
view_create(void);
```

Retorna:

El control vista.

view_scroll

Crea una nueva vista con barras de scroll.

```
View*
view_scroll(void);
```

Retorna:

El control vista.

view_custom

Crea una nueva vista con todas las opciones.

```
View*
view_custom(const bool_t scroll,
            const bool_t border);
```

scroll	Uso de barras de scroll.
border	Dibuja un borde.

Retorna:

El control vista.

Observaciones:

Muchos gestores de ventanas resaltan el borde cuando la vista tenga el foco del teclado.

view_data

Asocia datos de usuario con la vista.

```
void
view_data(View *view,
          type **data,
          FPtr_destroy func_destroy_data,
          type);
```

view	La vista.
data	Datos de usuario.
func_destroy_data	Destructor de los datos de usuario. Será llamado al destruir la vista.
type	Tipo de datos de usuario.

view_get_data

Obtiene los datos de usuario asociados con la vista.

```
type*
view_get_data(const View *view,
              type);
```

view	La vista.
type	Tipo de datos de usuario.

Retorna:

Los datos de usuario.

view_size

Establece el tamaño por defecto de la vista.

```
void
view_size(View *view,
          const S2Df size);
```

view La vista.

size El tamaño.

Observaciones:

Corresponde al *"Dimensionado natural"* (Página 377) del control. Por defecto 128x128.

view_OnDraw

Establece un manejador para dibujar en la vista.

```
void
view_OnDraw(View *view,
            Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que deba refrescarse el dibujo.

Observaciones:

Ver *"Dibujar en vistas"* (Página 351) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnOverlay

Establece un manejador para dibujar el overlay.

```
void
view_OnOverlay(View *view,
               Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que deba refrescarse el overlay.

Observaciones:

Ver *"Dibujo de overlays"* (Página 353) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnSize

Establece un manejador para el cambio de tamaño.

```
void
view_OnSize(View *view,
            Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cada vez que la vista cambie de tamaño.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnEnter

Establece un manejador para la entrada del ratón.

```
void
view_OnEnter(View *view,
             Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando el cursor del ratón entre en el área de la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnExit

Establece un manejador para la salida del ratón.

```
void
view_OnExit(View *view,
            Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando el cursor del ratón salga del área de la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnMove

Establece un manejador para el movimiento del ratón.

```
void
view_OnMove(View *view,
            Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará a medida que el cursor del ratón se desplace por encima de la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnDown

Establece un manejador para la pulsación de un botón del ratón.

```
void
view_OnDown(View *view,
            Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se pulse un botón.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnUp

Establece un manejador para la liberación de un botón del ratón.

```
void
view_OnUp(View *view,
          Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se libere un botón.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnClick

Establece un manejador para el clic del ratón.

```
void
view_OnClick(View *view,
             Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cada vez que se haga clic sobre la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnDrag

Establece un manejador para el arrastre del ratón.

```
void
view_OnDrag(View *view,
            Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará mientras se esté arrastrando el cursor del ratón sobre la vista.

Observaciones:

"Arrastrar" es desplazar el ratón con uno de los botones pulsados. Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnWheel

Establece un manejador para la ruedecilla del ratón.

```
void
view_OnWheel(View *view,
             Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se mueva la ruedecilla del ratón sobre la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del ratón"* (Página 354) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnKeyDown

Establece un manejador para la pulsación de una tecla.

```
void
view_OnKeyDown(View *view,
               Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se pulse una tecla y la vista tenga el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Uso del teclado"* (Página 355) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnKeyUp

Establece un manejador para la liberación de una tecla.

```
void
view_OnKeyUp(View *view,
             Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se libere una tecla y la vista tenga el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Uso del teclado"* (Página 355) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnFocus

Establece un manejador para el foco del teclado.

```
void
view_OnFocus(View *view,
             Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando se reciba o se pierda el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Uso del teclado"* (Página 355) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnResignFocus

Establece un manejador para evitar perder el foco del teclado.

```
void
view_OnResignFocus(View *view,
                   Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando la vista está a punto de perder el foco. Si devolvemos `FALSE`, el foco no pasará a otro control, permanecerá en la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del teclado"* (Página 355) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnAcceptFocus

Establece un manejador para evitar obtener el foco del teclado.

```
void
view_OnAcceptFocus(View *view,
                   Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando la vista está a punto de obtener el foco. Si devolvemos `FALSE`, el foco permanecerá en el control actual y no pasará a la vista.

Observaciones:

Ver *"Uso del teclado"* (Página 355) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_OnScroll

Establece un manejador para las barras de scroll.

```
void
view_OnScroll(View *view,
              Listener *listener);
```

view — La vista.

listener — Función *callback* que se llamará cuando el usuario manipule las barras de scroll.

Observaciones:

No es habitual tener que responder a estos eventos, ya que la vista genera los eventos `OnDraw` de forma automática cuando se manipulan las barras de scroll. Ver *"Vistas con scroll"* (Página 352) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

view_allow_tab

Permite capturar la pulsación de la tecla `[TAB]`.

```
void
view_allow_tab(View *view,
               const bool_t allow);
```

view La vista.

allow Permitir o no la captura de `[TAB]`.

Observaciones:

Si `TRUE` la pulsación de `[TAB]` con el foco del teclado en la vista será capturado como evento `KeyDown` y no como navegación entre los controles de la ventana. La llamada a esta función no tendrá efecto si no existe un manejador `OnKeyDown` asociado. En general, no se debería utilizar esta función.

view_keybuf

Establece un búfer de teclado para la consulta síncrona o asíncrona del estado de las teclas.

```
void
view_keybuf(View *view,
            Keybuf *buffer);
```

view La vista.

buffer Bufer de teclado que será mantenido por la vista, capturando los eventos `OnKeyDown` y `OnKeyUp`.

Observaciones:

Solo mantiene una referencia al búfer, que deberá ser destruido por el objeto que lo creó. Ver *"Búfer de teclado"* (Página 258). La aplicación podrá seguir recibiendo eventos de teclado a través de `view_OnKeyDown` y `view_OnKeyUp`.

view_get_size

Obtiene el tamaño actual de la vista.

```
void
view_get_size(const View *view,
              S2Df *size);
```

view La vista.

size El tamaño.

view_content_size

Establece el tamaño del área de dibujo cuando existen barras de scroll.

```
void
view_content_size(View *view,
                  const S2Df size);
```

view La vista.

size El tamaño interno del área de dibujo.

Observaciones:

Cuando se crea una vista con scroll, este método indica la totalidad del área de dibujo. El control lo utilizará para dimensionar y posicionar las barras de scroll.

view_scroll_x

Desplaza la barra de scroll horizontal.

```
void
view_scroll_x(View *view,
              const real32_t pos);
```

view La vista.

pos Nueva posición de la barra horizontal.

view_scroll_y

Desplaza la barra de scroll vertical.

```
void
view_scroll_y(View *view,
              const real32_t pos);
```

view La vista.

pos Nueva posición de la barra vertical.

view_scroll_size

Obtiene las medidas de las barras de scroll.

```
void
view_scroll_size(const View *view,
                 real32_t *width,
                 real32_t *height);
```

view	La vista.
width	La anchura de la barra vertical.
height	La altura de la barra horizontal.

Observaciones:

Útil para considerar lo que ocupan las barras de scroll a la hora de dibujar. Si las barras están superpuestas, retornará `0`.

view_scroll_visible

Muestra u oculta las barras de scroll.

```
void
view_scroll_visible(View *view,
                    const bool_t horizontal,
                    const bool_t vertical);
```

view	La vista.
horizontal	Barra horizontal.
vertical	Barra vertical.

view_viewport

Obtiene las dimensiones del área visible de la vista.

```
void
view_viewport(const View *view,
              V2Df *pos,
              S2Df *size);
```

view	La vista.
pos	La posición del viewport. Puede ser `NULL`.
size	El tamaño del viewport. Puede ser `NULL`.

Observaciones:

Si la vista no tiene barras de scroll, `pos` será `(0,0)`.

view_point_scale

Obtiene el escalado del punto.

```
void
view_point_scale(const View *view,
                 real32_t *scale);
```

view La vista.

scale El escalado.

Observaciones:

El tamaño de la vista y coordenadas de dibujo se expresan en puntos, que normalmente corresponden con píxeles (1pt = 1px). En *"Pantallas retina"* (Página 292) puede ocurrir que (1pt = 2px). Si bien los *"Contextos 2D"* (Página 285) gestionan esto automáticamente, es posible que necesitemos saber la cantidad de píxeles para crear otro tipo de *framebuffers* (OpenGL, DirectX, etc). Pixels = `view_get_size` * `view_point_scale`.

view_update

Manda una orden al sistema operativo que la vista debe ser refrescada.

```
void
view_update(View *view);
```

view La vista.

view_native

Obtiene un puntero al control nativo.

```
void*
view_native(View *view);
```

view La vista.

Retorna:

`HWND` en Windows, `GtkWidget` en Linux y `NSView` en macOS.

Observaciones:

No utilizar esta función si no sabes muy bien que estás haciendo.

textview_create

Crea una vista de texto.

```
TextView*
textview_create(void);
```

Retorna:

La vista de texto.

textview_OnFilter

Establece un manejador para filtrar el texto mientras se edita.

```
void
textview_OnFilter(TextView *view,
                  Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará tras cada pulsación de tecla. En `EvTextFilter` de `event_result` se devolverá el texto filtrado.

Observaciones:

Funciona de la misma forma que en controles Edit. Ver *"Filtrar texto insertado"* (Página 360) y *"Eventos GUI"* (Página 330).

textview_OnFocus

Establece un manejador para el foco del teclado.

```
void
textview_OnFocus(TextView *view,
                 Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará cuando se reciba o se pierda el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

textview_size

Establece el tamaño por defecto de la vista.

```
void
textview_size(TextView *view,
              const S2Df size);
```

view La vista.

size El tamaño.

Observaciones:

Corresponde al *"Dimensionado natural"* (Página 377) del control. Por defecto 245x144.

textview_clear

Borra todo el contenido de la vista.

```
void
textview_clear(TextView *view);
```

view La vista.

textview_printf

Añade texto al final utilizando el formato del `printf`.

```
uint32_t
textview_printf(TextView *view,
                const char_t *format,
                ...);
```

```
textview_printf(view, Code: %-10s Price %5.2f\n", code, price);
```

view La vista.

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos.

Observaciones:

El nuevo texto se añadirá al final del control. Si hay texto seleccionado, se deseleccionará, pero no se borrará. El cursor quedará al final del texto.

textview_writef

Añade texto al final.

```
void
textview_writef(TextView *view,
                const char_t *str);
```

view La vista.

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

El nuevo texto se añadirá al final del control. Si hay texto seleccionado, se deseleccionará, pero no se borrará. El cursor quedará al final del texto.

textview_cpos_printf

Inserta texto en la posición del cursor utilizando el formato del `printf`.

```
uint32_t
textview_cpos_printf(TextView *view,
                     const char_t *format,
                     ...);
```

```
textview_cpos_printf(view, Code: %-10s Price %5.2f\n", code, price);
```

view La vista.

format Cadena con el formato tipo-printf con un número variable de parámetros.

... Argumentos o variables del printf.

Retorna:

El número de bytes escritos.

Observaciones:

El nuevo texto se insertará en la posición actual del cursor. Si hay texto seleccionado, será eliminado (reemplazado) por el nuevo. El cursor quedará justamente después del texto insertado.

textview_cpos_writef

Inserta texto en la posición del cursor.

```
void
textview_cpos_writef(TextView *view,
                     const char_t *str);
```

view La vista.

str Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Observaciones:

El nuevo texto se insertará en la posición actual del cursor. Si hay texto seleccionado, será eliminado (reemplazado) por el nuevo. El cursor quedará justamente después del texto insertado.

textview_rtf

Inserta texto en el formato **RTF** de Microsoft.

```
void
textview_rtf(TextView *view,
             Stream *rtf_in);
```

view La vista.

rtf_in Stream de lectura con el contenido RTF.

textview_units

Establece las unidades del texto.

```
void
textview_units(TextView *view,
               const uint32_t units);
```

view La vista.

units Unidades `ekFPIXELS` ó `ekFPOINTS`.

Observaciones:

`ekFPOINTS` es el valor por defecto y el utilizado normalmente por los procesadores de texto. Ver *"Tamaño en puntos"* (Página 321) y *"Formato del documento"* (Página 359).

textview_family

Establece la familia tipográfica del texto (*"Arial", "Times New Roman", "Helvetica", etc*).

```
void
textview_family(TextView *view,
                const char_t *family);
```

view La vista.

family La familia tipográfica.

Observaciones:

No todas las familias estarán presentes en todas las plataformas. Utiliza `font_exists_family` o `font_installed_families` para comprobarlo. Ver *"Formato de carácter"* (Página 357).

textview_fsize

Establece el tamaño del texto.

```
void
textview_fsize(TextView *view,
               const real32_t size);
```

view La vista.

size El tamaño.

Observaciones:

El valor está condicionado a las unidades establecidas en `textview_units`. Ver *"Formato de carácter"* (Página 357).

textview_fstyle

Establece el estilo del texto.

```
void
textview_fstyle(TextView *view,
                const uint32_t fstyle);
```

view La vista.

fstyle Combinación de `ekFBOLD`, `ekFITALIC`, `ekFSTRIKEOUT`, `ekFUNDERLINE` `ekFSUBSCRIPT`, `ekFSUPSCRIPT`. Para anular cualquier estilo previo utiliza `ekFNORMAL`.

Observaciones:

Ver *"Formato de carácter"* (Página 357).

textview_color

Establece el color del texto.

```
void
textview_color(TextView *view,
               const color_t color);
```

view La vista.

color El color. Utiliza `kCOLOR_DEFAULT` para restablecer el color por defecto.

Observaciones:

Ver *"Formato de carácter"* (Página 357).

textview_bgcolor

Establece el color de fondo del texto.

```
void
textview_bgcolor(TextView *view,
                 const color_t color);
```

view La vista.

color El color. Utiliza `kCOLOR_DEFAULT` para restablecer el color por defecto.

Observaciones:

Ver *"Formato de carácter"* (Página 357).

textview_pgcolor

Establece el color de fondo del control.

```
void
textview_pgcolor(TextView *view,
                 const color_t color);
```

view La vista.

color El color. Utiliza `kCOLOR_DEFAULT` para restablecer el color por defecto.

Observaciones:

Ver *"Formato del documento"* (Página 359).

textview_halign

Establece la alineación del texto en un párrafo.

```
void
textview_halign(TextView *view,
                const align_t align);
```

view La vista.

align La alineación. Por defecto `ekLEFT`.

Observaciones:

Ver *"Formato de párrafo"* (Página 357).

textview_lspacing

Establece el espaciado inter-lineal del párrafo.

```
void
textview_lspacing(TextView *view,
                  const real32_t scale);
```

view La vista.

scale Factor de escala en la altura de la fuente. `1` es el valor por defecto, `2` el doble de dicha altura, `3` el triple, etc. Valores intermedios también son válidos (pe. `1.25`).

Observaciones:

Ver *"Formato de párrafo"* (Página 357).

textview_bfspace

Establece un espacio vertical antes del párrafo.

```
void
textview_bfspace(TextView *view,
                 const real32_t space);
```

view La vista.

space El espacio en las unidades preestablecidas.

Observaciones:

Ver *"Formato de párrafo"* (Página 357).

textview_afspace

Establece un espacio vertical después del párrafo.

```
void
textview_afspace(TextView *view,
                 const real32_t space);
```

view La vista.

space El espacio en las unidades preestablecidas.

Observaciones:

Ver *"Formato de párrafo"* (Página 357).

textview_apply_all

Aplica los atributos de carácter y párrafo a todo el texto del control. En caso de no existir texto, se tomarán como los **atributos por defecto** del texto que se añada mediante el teclado.

```
void
textview_apply_all(TextView *view);
```

```
textview_family(view, "Arial");
textview_fsize(view, 16);
textview_color(view, kCOLOR_RED);
// Arial:16:Red to all text or default
textview_apply_all(view);
```

view La vista.

Observaciones:

Ver *"Aplicar formato"* (Página 359).

textview_apply_select

Aplica los atributos de carácter y párrafo al texto seleccionado.

```
void
textview_apply_select(TextView *view);
```

view La vista.

Observaciones:

Ver *"Aplicar formato"* (Página 359).

textview_scroll_visible

Muestra u oculta las barras de scroll.

```
void
textview_scroll_visible(TextView *view,
                        const bool_t horizontal,
                        const bool_t vertical);
```

view	La vista.
horizontal	Barra horizontal.
vertical	Barra vertical.

textview_editable

Establece si el texto del control es o no editable.

```
void
textview_editable(TextView *view,
                  const bool_t is_editable);
```

view	La vista.
is_editable	TRUE permitirá editar el texto. Por defecto FALSE.

textview_select

Selecciona texto.

```
void
textview_select(TextView *view,
                const int32_t start,
                const int32_t end);
```

view	La vista.
start	Posición del carácter inicial.
end	Posición del carácter final.

Observaciones:

Ver *"Seleccionar texto"* (Página 360).

textview_show_select

Establece si se muestra u oculta la selección del texto al perder el foco del teclado.

```
void
textview_show_select(TextView *view,
                     const bool_t show);
```

view	La vista.
show	Muestra u oculta. Por defecto FALSE.

Observaciones:

Al perder el foco del teclado, el control mantendrá la selección del texto. Esta función solo afecta a la visibilidad de la selección.

textview_del_select

Elimina el texto seleccionado.

```
void
textview_del_select(TextView *view);
```

view La vista.

Observaciones:

Tiene un efecto similar a `textview_cut`, pero sin copiar el texto eliminado en el portapapeles. Ver *"Seleccionar texto"* (Página 360).

textview_scroll_caret

En textos que exceden la parte visible, realiza un scroll hasta la posición del caret.

```
void
textview_scroll_caret(TextView *view);
```

view La vista.

textview_get_text

Obtiene el texto del control.

```
const char_t*
textview_get_text(const TextView *view);
```

view La vista.

Retorna:

Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

textview_copy

Copia al portapapeles el texto seleccionado.

```
void
textview_copy(const TextView *view);
```

view La vista.

Observaciones:

Funciona de la misma forma que en controles Edit. Ver *"Portapapeles"* (Página 360).

textview_cut

Corta el texto seleccionado, copiándolo al portapapeles.

```
void
textview_cut(TextView *view);
```

view La vista.

Observaciones:

Funciona de la misma forma que en controles Edit. Ver *"Portapapeles"* (Página 360).

textview_paste

Pega el texto del portapapeles en la posición del caret.

```
void
textview_paste(TextView *view);
```

view La vista.

Observaciones:

Funciona de la misma forma que en controles Edit. Ver *"Portapapeles"* (Página 360).

textview_wrap

Activa o desactiva el ajuste automático del texto.

```
void
textview_wrap(TextView *view,
              const bool_t wrap);
```

view La vista.

wrap Activa o desactiva. Por defecto `TRUE`.

Observaciones:

Ver *"Ajuste del texto"* (Página 360).

webview_create

Crea una vista Web.

```
WebView*
webview_create(void);
```

Retorna:

La vista Web.

webview_OnFocus

Establece un manejador para el foco del teclado.

```
void
webview_OnFocus(WebView *view,
                Listener *listener);
```

view	La vista.
listener	Función *callback* que se llamará cuando se reciba o se pierda el foco del teclado.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

webview_size

Establece el tamaño por defecto de la vista.

```
void
webview_size(WebView *view,
             const S2Df size);
```

view	La vista.
size	El tamaño.

Observaciones:

Corresponde al *"Dimensionado natural"* (Página 377) del control. Por defecto 245x144.

webview_navigate

Carga una URL en la vista Web.

```
void
webview_navigate(WebView *view,
                 const char_t *url);
```

view La vista.

url URL a cargar, cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

webview_back

Retrocede a la pagina anterior de la pila del navegador.

```
void
webview_back(WebView *view);
```

view La vista.

webview_forward

Avanza a la pagina siguiente de la pila del navegador.

```
void
webview_forward(WebView *view);
```

view La vista.

imageview_create

Crea un control de vista de imágenes.

```
ImageView*
imageview_create(void);
```

Retorna:

La vista de imagen.

imageview_size

Establece el tamaño por defecto del control.

```
void
imageview_size(ImageView *view,
               const S2Df size);
```

view La vista.

size El tamaño.

imageview_scale

Establece el escalado a aplicar a la imagen.

```
void
imageview_scale(ImageView *view,
                const gui_scale_t scale);
```

view La vista.

scale El escalado.

imageview_image

Establece la imagen que se mostrará en el control.

```
void
imageview_image(ImageView *view,
                const Image *image);
```

view La vista.

image La imagen a mostrar.

Observaciones:

El control conservará una copia de la image. La imagen original debe ser destruida, a no ser que se obtuviese con `image_from_resource`.

imageview_OnClick

Establece un manejador para el evento clic sobre la imagen.

```
void
imageview_OnClick(ImageView *view,
                  Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará tras hacer clic.

imageview_OnOverDraw

Permite dibujar un *overlay* sobre la imagen cuando el ratón esté encima de ella.

```
void
imageview_OnOverDraw(ImageView *view,
                     Listener *listener);
```

view La vista.

listener Función *callback* que se llamará cuando el ratón esté sobre la imagen. Aquí incluiremos el código de dibujo adicional.

tableview_create

Crea un nuevo control de tabla.

```
TableView*
tableview_create(void);
```

Retorna:

La tabla.

tableview_OnData

Establece un manejador para leer datos desde la aplicación.

```
void
tableview_OnData(TableView *view,
                 Listener *listener);
```

view La tabla.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que la tabla deba actualizar el contenido.

Observaciones:

Ver *"Conexión de datos"* (Página 366).

tableview_OnSelect

Notifica que la selección ha cambiado.

```
void
tableview_OnSelect(TableView *view,
                   Listener *listener);
```

view La tabla.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que cambie la selección en la tabla.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_OnRowClick

Notifica cada vez que se pulse sobre una fila.

```
void
tableview_OnRowClick(TableView *view,
                     Listener *listener);
```

view La tabla.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que se haga click sobre una fila.

Observaciones:

Ver *"Notificaciones en tablas"* (Página 371).

tableview_OnHeaderClick

Notifica cada vez que se pulse sobre una cabecera.

```
void
tableview_OnHeaderClick(TableView *view,
                        Listener *listener);
```

view La tabla.

listener Función *callback* que se llamará cada vez que se haga clic sobre una cabecera de la tabla.

Observaciones:

Ver *"Notificaciones en tablas"* (Página 371).

tableview_font

Establece la fuente general para toda la tabla.

```
void
tableview_font(TableView *view,
               const Font *font);
```

view La tabla.

font Fuente tipográfica.

Observaciones:

Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

tableview_size

Establece el tamaño por defecto del control tabla.

```
void
tableview_size(TableView *view,
               const S2Df size);
```

view La tabla.

size El tamaño.

Observaciones:

Corresponde al *"Dimensionado natural"* (Página 377) del control. Por defecto 256x128.

tableview_new_column_text

Añade una nueva columna a la tabla.

```
uint32_t
tableview_new_column_text(TableView *view);
```

view La tabla.

Retorna:

El identificador (índice) de columna.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_column_width

Establece el ancho de una columna.

```
void
tableview_column_width(TableView *view,
                       const uint32_t column_id,
                       const real32_t width);
```

view La tabla.

column_id El identificador de columna.

width El ancho de columna.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_column_limits

Establece los límites de tamaño de una columna.

```
void
tableview_column_limits(TableView *view,
                        const uint32_t column_id,
                        const real32_t min,
                        const real32_t max);
```

view	La tabla.
column_id	El identificador de columna.
min	El ancho mínimo.
max	El ancho máximo.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_column_align

Establece la alineación del texto por defecto para los datos de la columna.

```
void
tableview_column_align(TableView *view,
                       const uint32_t column_id,
                       const align_t align);
```

view	La tabla.
column_id	El identificador de columna.
align	La alineación.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_column_resizable

Estable si una columna es redimensionable o no.

```
void
tableview_column_resizable(TableView *view,
                           const uint32_t column_id,
                           const bool_t resizable);
```

view	La tabla.
column_id	El identificador de columna.
resizable	`TRUE` si se puede redimensionar.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_column_freeze

Permite congelar las primeras columnas de la tabla. En el desplazamiento horizontal quedarán fijas.

```
void
tableview_column_freeze(TableView *view,
                        const uint32_t last_column_id);
```

view	La tabla.
last_column_id	El identificador de la última columna fijada.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_header_title

Establece el texto de la cabecera de una columna.

```
void
tableview_header_title(TableView *view,
                       const uint32_t column_id,
                       const char_t *text);
```

view	La tabla.
column_id	El identificador de columna.
text	El texto en UTF-8 o el identificador del recurso. *"Recursos"* (Página 99).

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_header_align

Establece la alineación del texto de la cabecera.

```
void
tableview_header_align(TableView *view,
                       const uint32_t column_id,
                       const align_t align);
```

view	La tabla.
column_id	El identificador de columna.
align	La alineación.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_header_visible

Establece si la cabecera de la tabla es visible o no.

```
void
tableview_header_visible(TableView *view,
                         const bool_t visible);
```

view	La tabla.
visible	`TRUE` para mostrar la cabecera.

Observaciones:

Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

tableview_header_clickable

Establece si la cabecera de la tabla se puede pulsar como un botón.

```
void
tableview_header_clickable(TableView *view,
                           const bool_t clickable);
```

view	La tabla.
clickable	`TRUE` para permitir pulsaciones.

Observaciones:

Ver *"Notificaciones en tablas"* (Página 371).

tableview_header_resizable

Establece si la cabecera permite el redimensionado de columnas.

```
void
tableview_header_resizable(TableView *view,
                           const bool_t resizable);
```

view La tabla.

resizable `TRUE` si se puede redimensionar.

Observaciones:

Ver *"Configurar columnas"* (Página 370).

tableview_header_height

Fuerza la altura de la cabecera.

```
void
tableview_header_height(TableView *view,
                        const real32_t height);
```

view La tabla.

height La altura de la cabecera.

Observaciones:

La altura de la cabecera se calcula automáticamente a partir del contenido. Forzar este valor puede provocar que la tabla no se visualice correctamente. No se recomienda su uso. Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

tableview_row_height

Fuerza la altura de la fila.

```
void
tableview_row_height(TableView *view,
                     const real32_t height);
```

view La tabla.

height La altura de la fila.

Observaciones:

La altura de la fila se calcula automáticamente a partir del contenido. Forzar este valor puede provocar que la tabla no se visualice correctamente. No se recomienda su uso. Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

tableview_hkey_scroll

Establece el desplazamiento horizontal al pulsar las teclas [LEFT] y [RIGHT].

```
void
tableview_hkey_scroll(TableView *view,
                      const bool_t force_column,
                      const real32_t scroll);
```

view	La tabla.
force_column	Si TRUE el contenido horizontal se desplazará columna a columna.
scroll	Si force_column=FALSE indica la cantidad en píxeles que será desplazada horizontalmente la tabla, al pulsar las teclas de cursor.

Observaciones:

Ver *"Navegación por la tabla"* (Página 369).

tableview_multisel

Establece el modo de selección de filas.

```
void
tableview_multisel(TableView *view,
                   const bool_t multisel,
                   const bool_t preserve);
```

view	La tabla.
multisel	TRUE para permitir selección múltiple.
preserve	TRUE para preservar la selección mientras navegamos.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_grid

Establece el dibujo de las líneas interiores.

```
void
tableview_grid(TableView *view,
               const bool_t hlines,
               const bool_t vlines);
```

view La tabla.

hlines `TRUE` para dibujar líneas horizontales.

vlines `TRUE` para dibujar líneas verticales.

Observaciones:

Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

tableview_update

Sincroniza la tabla con el origen de datos.

```
void
tableview_update(TableView *view);
```

view La tabla.

Observaciones:

Ver *"Conexión de datos"* (Página 366). Deberemos llamar a esta función desde la aplicación siempre que cambien los datos vinculados con la tabla, con el fin de actualizar la vista.

tableview_select

Selecciona filas en la tabla.

```
void
tableview_select(TableView *view,
                 const uint32_t *rows,
                 const uint32_t n);
```

view La tabla.

rows Vector de índices de línea.

n Número de elementos del vector.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_deselect

De-selecciona filas en la tabla.

```
void
tableview_deselect(TableView *view,
                   const uint32_t *rows,
```

```
                    const uint32_t n);
```

view La tabla.

rows Vector de índices de línea.

n Número de elementos del vector.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_deselect_all

De-selecciona todas las filas de la tabla.

```
void
tableview_deselect_all(TableView *view);
```

view La tabla.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_selected

Devuelve las filas actualmente seleccionadas.

```
const ArrSt(uint32_t)*
tableview_selected(const TableView *view);
```

view La tabla.

Retorna:

Array con los índices de las filas seleccionadas.

Observaciones:

Ver *"Selección múltiple"* (Página 369).

tableview_focus_row

Establece el foco del teclado en una fila concreta.

```
void
tableview_focus_row(TableView *view,
                    const uint32_t row,
                    const align_t align);
```

view	La tabla.
row	La fila que recibirá el foco.
align	Ajuste vertical.

Observaciones:

Establecer el foco del teclado en una fila solo tiene efectos en la navegación, pero no implica seleccionar la fila. Se realiza un scroll automático de la tabla para que la fila sea visible. En este caso, `align` indica donde se ajusta el scroll vertical (arriba, abajo o centrado). Ver *"Navegación por la tabla"* (Página 369).

tableview_get_focus_row

Obtiene la fila que tiene el foco del teclado.

```
uint32_t
tableview_get_focus_row(const TableView *view);
```

view	La tabla.

Retorna:

La fila que tiene el foco.

Observaciones:

Ver *"Navegación por la tabla"* (Página 369).

tableview_scroll_visible

Muestra u oculta las barras de scroll.

```
void
tableview_scroll_visible(TableView *view,
                         const bool_t horizontal,
                         const bool_t vertical);
```

view	La tabla.
horizontal	Barra horizontal.
vertical	Barra vertical.

Observaciones:

Ver *"Apariencia de la tabla"* (Página 372).

splitview_horizontal

Crea un SplitView con división horizontal.

```
SplitView*
splitview_horizontal(void);
```

Retorna:

La nueva vista.

splitview_vertical

Crea un SplitView con división vertical.

```
SplitView*
splitview_vertical(void);
```

Retorna:

La nueva vista.

splitview_view

Añade una vista al SplitView.

```
void
splitview_view(SplitView *split,
               View *view,
               const bool_t tabstop);
```

split El SplitView.

view La vista.

tabstop `TRUE` si queremos que la vista forme parte de la tablist. Ver *"Tabstops"* (Página 385).

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_textview

Añade una vista de texto al SplitView.

```
void
splitview_textview(SplitView *split,
                   TextView *view,
                   const bool_t tabstop);
```

split El SplitView.

view La vista de texto.

tabstop `TRUE` si queremos que la vista forme parte de la tablist. Ver *"Tabstops"* (Página 385).

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_webview

Añade una vista web al SplitView.

```
void
splitview_webview(SplitView *split,
                  WebView *view,
                  const bool_t tabstop);
```

split El SplitView.

view La vista Web.

tabstop `TRUE` si queremos que la vista forme parte de la tablist. Ver *"Tabstops"* (Página 385).

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_tableview

Añade una vista de tabla al SplitView.

```
void
splitview_tableview(SplitView *split,
                    TableView *view,
                    const bool_t tabstop);
```

split El SplitView.

view La vista tabla.

tabstop `TRUE` si queremos que la vista forme parte de la tablist. Ver *"Tabstops"* (Página 385).

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_splitview

Añade un SplitView (hijo) al SplitView.

```
void
splitview_splitview(SplitView *split,
                    SplitView *view);
```

split El SplitView.

view El SplitView descendiente.

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_panel

Añade un panel al SplitView.

```
void
splitview_panel(SplitView *split,
                Panel *panel);
```

split El SplitView.

panel El panel.

Observaciones:

Ver *"Añadir controles"* (Página 374).

splitview_pos

Establece la posición y modo del divisor.

```
void
splitview_pos(SplitView *split,
              const split_mode_t mode,
              const real32_t pos);
```

split El SplitView.

mode El modo de comportamiento.

pos La nueva posición del divisor.

Observaciones:

Ver *"Posicionando el divisor"* (Página 374).

splitview_get_pos

Obtiene la posición actual del divisor.

```
real32_t
splitview_get_pos(const SplitView *split,
                  const split_mode_t mode);
```

split El SplitView.

mode La unidad en la que queremos el resultado.

Retorna:

La posición del divisor.

Observaciones:

Ver *"Posicionando el divisor"* (Página 374).

splitview_visible0

Muestra/oculta el descendiente izquierdo/superior.

```
void
splitview_visible0(SplitView *split,
                   const bool_t visible);
```

split El SplitView.

visible Mostrar u ocultar.

Observaciones:

Ver *"Tamaño mínimo del divisor"* (Página 376).

splitview_visible1

Muestra/oculta el descendiente derecho/inferior.

```
void
splitview_visible1(SplitView *split,
                   const bool_t visible);
```

split El SplitView.

visible Mostrar u ocultar.

Observaciones:

Ver *"Tamaño mínimo del divisor"* (Página 376).

splitview_minsize0

Establece el tamaño mínimo del descendiente izquierdo/superior.

```
void
splitview_minsize0(SplitView *split,
                   const real32_t size);
```

split El SplitView.

size El tamaño mínimo.

Observaciones:

Ver *"Tamaño mínimo del divisor"* (Página 376).

splitview_minsize1

Establece el tamaño mínimo del descendiente derecho/inferior.

```
void
splitview_minsize1(SplitView *split,
                   const real32_t size);
```

split El SplitView.

size El tamaño mínimo.

Observaciones:

Ver *"Tamaño mínimo del divisor"* (Página 376).

layout_create

Crea un nuevo layout especificando el número de columnas y filas.

```
Layout*
layout_create(const uint32_t ncols,
              const uint32_t nrows);
```

ncols El número de columnas.

nrows El número de filas.

Retorna:

El nuevo layout.

layout_cell

Obtiene una celda del layout.

```
Cell*
layout_cell(Layout *layout,
            const uint32_t col,
            const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

La celda.

layout_control

Obtiene el control asignado a una celda del layout.

```
GuiControl*
layout_control(Layout *layout,
               const uint32_t col,
               const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El control o `NULL`, si la celda está vacía o contiene un sublayout.

layout_label

Inserta un control `Label` en un layout.

```
void
layout_label(Layout *layout,
             Label *label,
             const uint32_t col,
             const uint32_t row);
```

layout	El layout.
label	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_button

Inserta un control `Button` en un layout.

```
void
layout_button(Layout *layout,
              Button *button,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row);
```

layout	El layout.
button	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_popup

Inserta un control `PopUp` en un layout.

```
void
layout_popup(Layout *layout,
             PopUp *popup,
             const uint32_t col,
             const uint32_t row);
```

layout	El layout.
popup	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_edit

Inserta un control `Edit` en un layout.

```
void
layout_edit(Layout *layout,
            Edit *edit,
            const uint32_t col,
```

```
            const uint32_t row);
```

layout El layout.

edit El control a insertar.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

layout_combo

Inserta un control `Combo` en un layout.

```
void
layout_combo(Layout *layout,
             Combo *combo,
             const uint32_t col,
             const uint32_t row);
```

layout El layout.

combo El control a insertar.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

layout_listbox

Inserta un control `ListBox` en un layout.

```
void
layout_listbox(Layout *layout,
               ListBox *list,
               const uint32_t col,
               const uint32_t row);
```

layout El layout.

list El control a insertar.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

layout_updown

Inserta un control `UpDown` en un layout.

```
void
layout_updown(Layout *layout,
              UpDown *updown,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row);
```

layout	El layout.
updown	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_slider

Inserta un control `Slider` en un layout.

```
void
layout_slider(Layout *layout,
              Slider *slider,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row);
```

layout	El layout.
slider	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_progress

Inserta un control `Progress` en un layout.

```
void
layout_progress(Layout *layout,
                Progress *progress,
                const uint32_t col,
                const uint32_t row);
```

layout	El layout.
progress	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_view

Inserta una vista `View` en un layout.

```
void
layout_view(Layout *layout,
            View *view,
            const uint32_t col,
            const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	La vista a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_textview

Inserta un control `TextView` en un layout.

```
void
layout_textview(Layout *layout,
                TextView *view,
                const uint32_t col,
                const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_webview

Inserta un control `WebView` en un layout.

```
void
layout_webview(Layout *layout,
               WebView *view,
               const uint32_t col,
               const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_imageview

Inserta un control `ImageView` en un layout.

```
void
layout_imageview(Layout *layout,
                 ImageView *view,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_tableview

Inserta un control `TableView` en un layout.

```
void
layout_tableview(Layout *layout,
                 TableView *view,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_splitview

Inserta un control `SplitView` en un layout.

```
void
layout_splitview(Layout *layout,
                 SplitView *view,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout	El layout.
view	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_panel

Inserta un control `Panel` en un layout.

```
void
layout_panel(Layout *layout,
             Panel *panel,
             const uint32_t col,
             const uint32_t row);
```

layout	El layout.
panel	El control a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_panel_replace

Reemplaza un `Panel` en un layout por otro.

```
void
layout_panel_replace(Layout *layout,
                     Panel *panel,
                     const uint32_t col,
                     const uint32_t row);
```

layout	El layout.
panel	El nuevo panel.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Observaciones:

En la celda `(col,row)` debe existir previamente un panel que será destruido, sin posibilidad de recuperarlo. Ver *"Reemplazo de paneles"* (Página 383).

layout_layout

Inserta un layout en una celda de otro layout.

```
void
layout_layout(Layout *layout,
              Layout *sublayout,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row);
```

layout	El layout principal.
sublayout	El layout a insertar.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

layout_get_label

Obtiene el `Label` de una celda.

```
Label*
layout_get_label(const Layout *layout,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El label o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_button

Obtiene el `Button` de una celda.

```
Button*
layout_get_button(const Layout *layout,
                  const uint32_t col,
                  const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El button o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_popup

Obtiene el `PopUp` de una celda.

```
PopUp*
layout_get_popup(const Layout *layout,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El popup o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_edit

Obtiene el `Edit` de una celda.

```
Edit*
layout_get_edit(const Layout *layout,
                const uint32_t col,
                const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El edit o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_combo

Obtiene el `Combo` de una celda.

```
Combo*
layout_get_combo(const Layout *layout,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El combo o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_listbox

Obtiene el `ListBox` de una celda.

```
ListBox*
layout_get_listbox(const Layout *layout,
                   const uint32_t col,
                   const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El listbox o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_updown

Obtiene el `UpDown` de una celda.

```
UpDown*
layout_get_updown(const Layout *layout,
                  const uint32_t col,
                  const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El updown o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_slider

Obtiene el `Slider` de una celda.

```
Slider*
layout_get_slider(const Layout *layout,
                  const uint32_t col,
                  const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El slider o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_progress

Obtiene el `Progress` de una celda.

```
Progress*
layout_get_progress(const Layout *layout,
                    const uint32_t col,
                    const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El progress o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_view

Obtiene el `View` de una celda.

```
View*
layout_get_view(const Layout *layout,
                const uint32_t col,
                const uint32_t row);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El view o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_textview

Obtiene el `TextView` de una celda.

```
TextView*
layout_get_textview(const Layout *layout,
                    const uint32_t col,
                    const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El textview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_webview

Obtiene el `WebView` de una celda.

```
WebView*
layout_get_webview(const Layout *layout,
                   const uint32_t col,
                   const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El webview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_imageview

Obtiene el `ImageView` de una celda.

```
ImageView*
layout_get_imageview(const Layout *layout,
                     const uint32_t col,
                     const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El imageview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_tableview

Obtiene el `TableView` de una celda.

```
TableView*
layout_get_tableview(const Layout *layout,
                     const uint32_t col,
                     const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El tableview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_splitview

Obtiene el `SplitView` de una celda.

```
SplitView*
layout_get_splitview(const Layout *layout,
                     const uint32_t col,
                     const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El splitview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_panel

Obtiene el `Panel` de una celda.

```
Panel*
layout_get_panel(const Layout *layout,
                 const uint32_t col,
                 const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El panel o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_get_layout

Obtiene el `Layout` de una celda.

```
Layout*
layout_get_layout(const Layout *layout,
                  const uint32_t col,
                  const uint32_t row);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

Retorna:

El sublayout o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

layout_ncols

Obtiene el número de columnas del layout.

```
uint32_t
layout_ncols(const Layout *layout);
```

layout El layout.

Retorna:

Número de columnas.

Observaciones:

Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_nrows

Obtiene el número de filas del layout.

```
uint32_t
layout_nrows(const Layout *layout);
```

layout El layout.

Retorna:

Número de filas.

Observaciones:

Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_insert_col

Inserta una nueva columna en el layout.

```
void
layout_insert_col(Layout *layout,
                  const uint32_t col);
```

layout El layout.

col Posición de la nueva columna `(0,ncols)`.

Observaciones:

Se insertan celdas vacías que no afectarán a la composición de la ventana. Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_insert_row

Inserta una nueva fila en el layout.

```
void
layout_insert_row(Layout *layout,
                  const uint32_t row);
```

layout El layout.

row Posición de la nueva fila `(0,nrows)`.

Observaciones:

Se insertan celdas vacías que no afectarán a la composición de la ventana. Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_remove_col

Elimina una columna existente en el layout.

```
void
layout_remove_col(Layout *layout,
                  const uint32_t col);
```

layout El layout.

col Posición de la columna a eliminar `(0,ncols-1)`.

Observaciones:

Se eliminará todo el contenido de las celdas (controles/sublayouts) de forma irreversible. Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_remove_row

Elimina una filas existente en el layout.

```
void
layout_remove_row(Layout *layout,
                  const uint32_t row);
```

layout El layout.

row Posición de la fila a eliminar `(0,nrows-1)`.

Observaciones:

Se eliminará todo el contenido de las celdas (controles/sublayouts) de forma irreversible. Ver *"Layouts dinámicos"* (Página 385).

layout_taborder

Establece como se moverá el foco del teclado al pulsar `[TAB]`.

```
void
layout_taborder(Layout *layout,
                const gui_orient_t order);
```

layout El layout.

order Recorrido por filas o columnas.

Observaciones:

Ver *"Tabstops"* (Página 385).

layout_tabstop

Establece si una celda del layout recibirá o no el foco del teclado al navegar con `[TAB]-[SHIFT][TAB]`.

```
void
layout_tabstop(Layout *layout,
               const uint32_t col,
               const uint32_t row,
               const bool_t tabstop);
```

layout El layout.

col Columna, coordenada x de la celda.

row Fila, coordenada y de la celda.

tabstop Habilitar o deshabilitar el punto de parada en la celda.

Observaciones:

Ver *"Tabstops"* (Página 385).

layout_hsize

Establece un ancho fijo para la columna de un layout.

```
void
layout_hsize(Layout *layout,
             const uint32_t col,
             const real32_t width);
```

layout	El layout.
col	Índice de la columna.
width	Anchura.

Observaciones:

No siempre será posible dimensionar una columna a un ancho fijo. Dependerá de la composición de sus celdas. Si pasamos 0 (por defecto) se establecerá el *"Dimensionado natural"* (Página 377) de la columna.

layout_vsize

Fuerza un alto fijo para la fila de un layout.

```
void
layout_vsize(Layout *layout,
             const uint32_t row,
             const real32_t height);
```

layout	El layout.
row	Índice de la fila.
height	Altura.

Observaciones:

No siempre será posible dimensionar una fila a una altura fija. Dependerá de la composición de sus celdas. Si pasamos 0 (por defecto) se establecerá el *"Dimensionado natural"* (Página 377) de la fila.

layout_hmargin

Establece un margen inter-columna dentro del layout. Es la separación entre dos columnas consecutivas.

```
void
layout_hmargin(Layout *layout,
               const uint32_t col,
               const real32_t margin);
```

layout El layout.

col Índice de la columna. El índice 0 se refiere a la separación entre la columna 0 y la columna 1. `ncols-2` es el máximo valor aceptado.

margin Margen, mayor o igual a 0.

layout_vmargin

Establece un margen inter-fila dentro del layout. Es la separación entre dos filas consecutivas.

```
void
layout_vmargin(Layout *layout,
               const uint32_t row,
               const real32_t margin);
```

layout El layout.

row Índice de la fila. El índice 0 se refiere a la separación entre la fila 0 y la fila 1. `nrows-2` es el máximo valor aceptado.

margin Margen, mayor o igual a 0.

layout_hexpand

Establece la columna que se expandirá horizontalmente.

```
void
layout_hexpand(Layout *layout,
               const uint32_t col);
```

layout El layout.

col Índice de la columna.

Observaciones:

Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_hexpand2

Establece las dos columnas que se expandirán horizontalmente.

```
void
layout_hexpand2(Layout *layout,
                const uint32_t col1,
                const uint32_t col2,
                const real32_t exp);
```

layout El layout.

col1 Índice de la columna 1.

col2 Índice de la columna 2.

exp Expansión de `col1` entre 0 y 1.

Observaciones:

La expansión de `col2 = 1 - exp`. Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_hexpand3

Establece las tres columnas que se expandirán horizontalmente.

```
void
layout_hexpand3(Layout *layout,
                const uint32_t col1,
                const uint32_t col2,
                const uint32_t col3,
                const real32_t exp1,
                const real32_t exp2);
```

layout El layout.

col1 Índice de la columna 1.

col2 Índice de la columna 2.

col3 Índice de la columna 3.

exp1 Expansión de `col1` entre 0 y 1.

exp2 Expansión de `col2` entre 0 y 1.

Observaciones:

`exp1 + exp2 < = 1`. La expansión de `col3 = 1 - exp1 - exp2`. Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_vexpand

Establece la fila que se expandirá verticalmente.

```
void
layout_vexpand(Layout *layout,
               const uint32_t row);
```

layout El layout.

row Índice de la fila.

Observaciones:

Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_vexpand2

Establece las dos filas que se expandirán verticalmente.

```
void
layout_vexpand2(Layout *layout,
                const uint32_t row1,
                const uint32_t row2,
                const real32_t exp);
```

layout El layout.

row1 Índice de la fila 1.

row2 Índice de la fila 2.

exp Expansión de `row1` entre 0 y 1.

Observaciones:

La expansión de `row2 = 1 - exp`. Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_vexpand3

Establece las tres filas que se expandirán verticalmente.

```
void
layout_vexpand3(Layout *layout,
                const uint32_t row1,
                const uint32_t row2,
                const uint32_t row3,
                const real32_t exp1,
                const real32_t exp2);
```

layout	El layout.
row1	Índice de la fila 1.
row2	Índice de la fila 2.
row3	Índice de la fila 3.
exp1	Expansión de `row1` entre 0 y 1.
exp2	Expansión de `row2` entre 0 y 1.

Observaciones:

`exp1 + exp2 < = 1`. La expansión de `row3 = 1 - exp1 - exp2`. Ver *"Expansión de celdas"* (Página 382).

layout_halign

Establece la alineación horizontal de una celda. Tendrá efecto cuando la columna sea más ancha que la celda.

```
void
layout_halign(Layout *layout,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row,
              const align_t align);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.
align	Alineación horizontal.

layout_valign

Establece la alineación vertical de una celda. Tendrá efecto cuando la fila sea más alta que la celda.

```
void
layout_valign(Layout *layout,
              const uint32_t col,
              const uint32_t row,
              const align_t align);
```

layout	El layout.
col	Columna, coordenada x de la celda.
row	Fila, coordenada y de la celda.
align	Alineación vertical.

layout_show_col

Muestra u oculta una columna del layout.

```
void
layout_show_col(Layout *layout,
                const uint32_t col,
                const bool_t visible);
```

layout	El layout.
col	Índice de columna.
visible	Visible u oculta.

Observaciones:

Una columna oculta, no se tendrá en cuenta en la composición del layout, es decir, no se reservará espacio.

layout_show_row

Muestra u oculta una fila del layout.

```
void
layout_show_row(Layout *layout,
                const uint32_t row,
                const bool_t visible);
```

layout	El layout.
row	Índice de fila.
visible	Visible u oculta.

Observaciones:

Una fila oculta, no se tendrá en cuenta en la composición del layout, es decir, no se reservará espacio.

layout_margin

Establece un margen uniforme para el borde del layout.

```
void
layout_margin(Layout *layout,
              const real32_t mall);
```

layout El layout.

mall Margen para los cuatro lados (izquierda, derecha, arriba y abajo).

layout_margin2

Establece un margen horizontal y vertical para el borde del layout.

```
void
layout_margin2(Layout *layout,
               const real32_t mtb,
               const real32_t mlr);
```

layout El layout.

mtb Margen superior e inferior.

mlr Margen izquierdo y derecho.

layout_margin4

Establece márgenes para el borde del layout.

```
void
layout_margin4(Layout *layout,
               const real32_t mt,
               const real32_t mr,
               const real32_t mb,
               const real32_t ml);
```

layout El layout.

mt Margen del borde superior.

mr Margen del borde derecho.

mb Margen del borde inferior.

ml Margen del borde izquierdo.

layout_bgcolor

Asigna un color de fondo al layout.

```
void
layout_bgcolor(Layout *layout,
```

```
                const color_t color);
```

layout El layout.

color El color. Pasando `ekCOLOR_TRANSPARENT` se restablece el color por defecto.

layout_skcolor

Asigna un color al borde del layout.

```
void
layout_skcolor(Layout *layout,
               const color_t color);
```

layout El layout.

color El color. Pasando `ekCOLOR_TRANSPARENT` se restablece el color por defecto.

layout_update

Actualiza la ventana asociada con el layout.

```
void
layout_update(Layout *layout);
```

layout El layout.

Observaciones:

Es equivalente a llamar a `window_update`.

layout_dbind

Asocia un tipo `struct` con un layout.

```
void
layout_dbind(Layout *layout,
             Listener *listener,
             type);
```

layout El layout.

listener Notificará a través de este `listener` cada vez que el objeto cambie. Puede ser `NULL`.

type El tipo de **`struct`**.

Observaciones:

Ver *"GUI Data binding"* (Página 404).

layout_dbind_obj

Asocia un objeto con un layout para visualizarlo y editarlo.

```
void
layout_dbind_obj(Layout *layout,
                 type *obj,
                 type);
```

layout	El layout.
obj	El objeto a editar.
type	El tipo del objeto.

Observaciones:

Ver *"GUI Data binding"* (Página 404).

layout_dbind_get_obj

Obtiene el objeto asociado con un layout.

```
type*
layout_dbind_get_obj(Layout *layout,
                     type);
```

layout	El layout.
type	El tipo del objeto.

Retorna:

El objeto asociado.

Observaciones:

Obtendremos el objeto asignado con `layout_dbind_obj`. Ver *"GUI Data binding"* (Página 404).

layout_dbind_update

Actualiza la interfaz del objeto asociado al layout.

```
void
layout_dbind_update(Layout *layout,
                    type,
```

```
                    mtype,
                    mname);
```

layout	El layout.
type	El tipo de objeto.
mtype	El tipo del campo a actualizar.
mname	El nombre del campo a actualizar.

Observaciones:

Ver *"GUI Data binding"* (Página 404).

cell_empty

Comprueba si la celda está vacía.

```
bool_t
cell_empty(Cell *cell);
```

cell	La celda.

Retorna:

`TRUE` si la celda está vacía.

cell_control

Obtiene el control del interior de la celda.

```
GuiControl*
cell_control(Cell *cell);
```

cell	La celda.

Retorna:

El control o `NULL`, si la celda está vacía o contiene un sublayout.

cell_label

Obtiene el label del interior de la celda.

```
Label*
cell_label(Cell *cell);
```

cell	La celda.

Retorna:

El label o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_button

Obtiene el botón del interior de la celda.

```
Button*
cell_button(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El button o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_popup

Obtiene el popup del interior de la celda.

```
PopUp*
cell_popup(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El popup o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_edit

Obtiene el edit del interior de la celda.

```
Edit*
cell_edit(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El edit o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_combo

Obtiene el combo del interior de la celda.

```
Combo*
cell_combo(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El combo o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_listbox

Obtiene el listbox del interior de la celda.

```
ListBox*
cell_listbox(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El listbox o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_updown

Obtiene el updown del interior de la celda.

```
UpDown*
cell_updown(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El updown o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_slider

Obtiene el slider del interior de la celda.

```
Slider*
cell_slider(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El slider o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_progress

Obtiene el progress del interior de la celda.

```
Progress*
cell_progress(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El progress o NULL, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_view

Obtiene la vista del interior de la celda.

```
View*
cell_view(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El view o NULL, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_textview

Obtiene el textview del interior de la celda.

```
TextView*
cell_textview(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El textview o NULL, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_webview

Obtiene el webview del interior de la celda.

```
WebView*
cell_webview(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El webview o NULL, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_imageview

Obtiene el imageview del interior de la celda.

```
ImageView*
cell_imageview(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El imageview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_tableview

Obtiene el tableview del interior de la celda.

```
TableView*
cell_tableview(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El tableview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_splitview

Obtiene el splitview del interior de la celda.

```
SplitView*
cell_splitview(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El splitview o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_panel

Obtiene el panel del interior de la celda.

```
Panel*
cell_panel(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El panel o `NULL`, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_layout

Obtiene el layout del interior de la celda.

```
Layout*
cell_layout(Cell *cell);
```

cell La celda.

Retorna:

El layout o NULL, si la celda está vacía o contiene otra cosa.

cell_enabled

Activa o desactiva una celda.

```
void
cell_enabled(Cell *cell,
             const bool_t enabled);
```

cell La celda.

enabled Habilitada o no.

Observaciones:

En caso que la celda contenga un sublayout, el comando afectará a todos los controles de forma recursiva.

cell_visible

Muestra u oculta una celda.

```
void
cell_visible(Cell *cell,
             const bool_t visible);
```

cell La celda.

visible Visible o no.

Observaciones:

En caso que la celda contenga un sublayout, el comando afectará a todos los controles de forma recursiva.

cell_padding

Establece un margen interior.

```
void
cell_padding(Cell *cell,
             const real32_t pall);
```

cell La celda.

pall Margen interior.

cell_padding2

Establece un margen interior.

```
void
cell_padding2(Cell *cell,
              const real32_t ptb,
              const real32_t plr);
```

cell La celda.

ptb Margen superior e inferior.

plr Margen izquierdo y derecho.

cell_padding4

Establece un margen interior.

```
void
cell_padding4(Cell *cell,
              const real32_t pt,
              const real32_t pr,
              const real32_t pb,
              const real32_t pl);
```

cell La celda.

pt Margen superior.

pr Margen derecho.

pb Margen inferior.

pl Margen izquierdo.

cell_dbind

Asocia una celda con el campo de un `struct`.

```
void
cell_dbind(Cell *cell,
           type,
           mtype,
           mname);
```

```
cell_dbind(cell, Product, String*, description);
```

cell	La celda.
type	El tipo de **struct**.
mtype	El tipo del campo del **struct**.
mname	El nombre del campo.

Observaciones:

Ver *"GUI Data binding"* (Página 404).

panel_create

Crea un panel.

```
Panel*
panel_create(void);
```

Retorna:

El nuevo panel.

panel_scroll

Crea un panel con barras de scroll.

```
Panel*
panel_scroll(const bool_t hscroll,
             const bool_t vscroll);
```

hscroll	TRUE si queremos barra de scroll horizontal.
vscroll	TRUE si queremos barra de scroll vertical.

Retorna:

El nuevo panel.

Observaciones:

Ver *"Entendiendo el dimensionado de paneles"* (Página 390).

panel_custom

Crea un panel totalmente configurable.

```
Panel*
panel_custom(const bool_t hscroll,
             const bool_t vscroll,
             const bool_t border);
```

hscroll	TRUE si queremos barra de scroll horizontal.
vscroll	TRUE si queremos barra de scroll vertical.
border	TRUE si queremos resaltar el borde.

Retorna:

El nuevo panel.

Observaciones:

Ver *"Entendiendo el dimensionado de paneles"* (Página 390).

panel_data

Asocia datos de usuario con el panel.

```
void
panel_data(Panel *panel,
           type **data,
           FPtr_destroy func_destroy_data,
           type);
```

panel	El panel.
data	Datos de usuario.
func_destroy_data	Destructor de los datos de usuario. Será llamado al destruir el panel.
type	Tipo de datos de usuario.

panel_get_data

Obtiene los datos de usuario asociados con el panel.

```
type*
panel_get_data(const Panel *panel,
               type);
```

panel El panel.

type Tipo de datos de usuario.

Retorna:

Los datos de usuario.

panel_size

Establece el tamaño por defecto del área visible de un panel.

```
void
panel_size(Panel *panel,
           const S2Df size);
```

panel El panel.

size El tamaño por defecto.

Observaciones:

Ver *"Entendiendo el dimensionado de paneles"* (Página 390).

panel_layout

Añade un layout a un panel.

```
uint32_t
panel_layout(Panel *panel,
             Layout *layout);
```

panel El panel.

layout El layout.

Retorna:

El índice del layout recién añadido.

panel_get_layout

Obtiene un layout de un panel.

```
Layout*
panel_get_layout(Panel *panel,
                 const uint32_t index);
```

panel El panel.

index El índice del layout.

Retorna:

El layout.

panel_visible_layout

Establece el layout activo dentro del panel.

```
void
panel_visible_layout(Panel *panel,
                     const uint32_t index);
```

panel El panel.

index El índice del layout.

Observaciones:

Para el cambio se haga efectivo, hay que llamar a `panel_update`.

panel_update

Refresca el contenido de la ventana que contiene el panel.

```
void
panel_update(Panel *panel);
```

panel El panel.

Observaciones:

Es equivalente a llamar a `window_update`.

panel_scroll_width

Obtiene el ancho de la barra de scroll del panel asociado.

```
real32_t
panel_scroll_width(const Panel *panel);
```

panel El panel.

Retorna:

El ancho de la barra.

Observaciones:

Solo válida si el panel ha sido creado con `panel_scroll`. Útil si queremos tener en cuenta el tamaño de las barras de scroll al establecer los márgenes del Layout.

panel_scroll_height

Obtiene el alto de la barra de scroll.

```
real32_t
panel_scroll_height(const Panel *panel);
```

panel El panel.

Retorna:

El alto de la barra.

Observaciones:

Ver `panel_scroll_width`.

window_create

Crea una nueva ventana.

```
Window*
window_create(const uint32_t flags);
```

flags Combinación de valores `window_flag_t`.

Retorna:

La ventana recién creada.

window_destroy

Destruye la ventana y todo su contenido.

```
void
window_destroy(Window **window);
```

window La ventana. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

Observaciones:

Se destruirán recursivamente paneles, layouts y componentes.

window_panel

Asocia el panel principal a una ventana.

```
void
window_panel(Window *window,
             Panel *panel);
```

window La ventana.

panel Panel principal, que integra todo el contenido de la ventana (vistas, controles, etc).

Observaciones:

El tamaño de la ventana se ajustará en función del *"Dimensionado natural"* (Página 377) del panel principal.

window_OnClose

Establece un manejador para el evento de cierre de la ventana.

```
void
window_OnClose(Window *window,
               Listener *listener);
```

window La ventana.

listener Función *callback* que se llamará antes de cerrar una ventana.

Observaciones:

Ver *"Cierre de la ventana"* (Página 396).

window_OnMoved

Establece un manejador para el desplazamiento de la ventana por el escritorio.

```
void
window_OnMoved(Window *window,
               Listener *listener);
```

window La ventana.

listener Función *callback* que se llamará a medida que se arrastre la barra de título y se mueva la ventana por el escritorio.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

window_OnResize

Establece un manejador para el redimensionado de la ventana.

```
void
window_OnResize(Window *window,
                Listener *listener);
```

window La ventana.

listener Función *callback* que se llamará a medida que se arrastren los bordes externos de la ventana para cambiar su tamaño.

Observaciones:

El redimensionado y rehubicación de elementos se realiza de forma automática en función del `Layout` principal, por lo que no suele ser necesario que la aplicación responda a este evento. Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

window_title

Establece el texto que mostrará la ventana en la barra de título.

```
void
window_title(Window *window,
             const char_t *text);
```

window La ventana.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

window_show

Muestra la ventana. Por defecto las ventanas se crean ocultas. Hay que mostrarlas explícitamente.

```
void
window_show(Window *window);
```

window La ventana.

window_hide

Oculta la ventana.

```
void
window_hide(Window *window);
```

window La ventana.

window_overlay

Lanza una ventana superpuesta.

```
void
window_overlay(Window *window,
               Window *parent);
```

window La ventana.

parent La ventana principal.

Observaciones:

Ver *"Ventanas superpuestas"* (Página 399).

window_modal

Lanza una ventana en modo **modal**.

```
uint32_t
window_modal(Window *window,
             Window *parent);
```

window La ventana.

parent La ventana bloqueada.

Retorna:

Valor retornado por `window_stop_modal`.

Observaciones:

`parent` dejará de recibir eventos hasta que no se llame a `window_stop_modal`. Ver *"Ventanas modales"* (Página 397)

window_stop_modal

Termina el ciclo **modal** de una ventana.

```
void
window_stop_modal(Window *window,
                  const uint32_t return_value);
```

window La ventana lanzada previamente con `window_modal`.

return_value Valor que deberá devolver `window_modal`.

Observaciones:

Ver *"Ventanas modales"* (Página 397).

window_is_visible

Retorna si la ventana es o no visible.

```
bool_t
window_is_visible(const Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

`TRUE` si la ventana es visible. `FALSE` si no.

window_hotkey

Establece una acción asociada a la pulsación de una tecla.

```
void
window_hotkey(Window *window,
              const vkey_t key,
              const uint32_t modifiers,
              Listener *listener);
```

window La ventana.

key La tecla.

modifiers Modificadores. `0` o combinación de `mkey_t`.

listener Manejador del evento asociado a la pulsación de la tecla. Si `NULL`, elimina el evento asociado a la tecla (si existe alguno).

Observaciones:

Ver *"Atajos de teclado"* (Página 402).

window_clear_hotkeys

Elimina todos los atajos de teclado asociados con la ventana.

```
void
window_clear_hotkeys(Window *window);
```

window La ventana.

Observaciones:

Ver *"Atajos de teclado"* (Página 402).

window_cycle_tabstop

Activa o desactiva el comportamiento cíclico de los tabstops.

```
void
window_cycle_tabstop(Window *window,
                     const bool_t cycle);
```

window La ventana.

cycle `TRUE` para activar los ciclos en tabstops (por defecto).

Observaciones:

Ver *"Tablist sin ciclos"* (Página 402).

window_next_tabstop

Mueve el foco del teclado al siguiente control en la *tab-list*. Produce el mismo efecto que pulsar `[TAB]`.

```
gui_focus_t
window_next_tabstop(Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

Resultado de la operación de cambio del foco.

Observaciones:

Ver *"Cambio del foco"* (Página 400).

window_previous_tabstop

Mueve el foco del teclado al anterior control en la *tab-list*. Produce el mismo efecto que pulsar `[SHIFT]+[TAB]`.

```
gui_focus_t
window_previous_tabstop(Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

Resultado de la operación de cambio del foco.

Observaciones:

Ver *"Cambio del foco"* (Página 400).

window_focus

Establece el foco del teclado en un control concreto.

```
gui_focus_t
window_focus(Window *window,
             GuiControl *control);
```

window La ventana.

control El control que recibirá el foco.

Retorna:

Resultado de la operación de cambio del foco.

Observaciones:

Ver *"Cambio del foco"* (Página 400).

window_get_focus

Obtiene el control que posee el foco del teclado.

```
GuiControl*
window_get_focus(Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

El control.

window_focus_info

Obtiene información adicional sobre una operación de cambio del foco del teclado.

```
void
window_focus_info(Window *window,
                  FocusInfo *info);
```

window La ventana.

info Estructura donde se retornarán los datos de la operación.

Observaciones:

En ocasiones, la decisión de liberar el foco del teclado para un control requiere información de contexto. Por ejemplo que acción originó el cambio (pulsar `[TAB]`, clic sobre otro control) o cual será el control que recibirá el foco. Ver *"Protocolo del foco"* (Página 401).

window_update

Recalcula la posición y tamaño de los controles tras modificar cualquier `Layout`.

```
void
window_update(Window *window);
```

window La ventana.

window_origin

Mueve la ventana a unas coordenadas concretas del escritorio.

```
void
window_origin(Window *window,
              const V2Df origin);
```

window La ventana.

origin Posición `(x,y)` de la esquina superior-izquierda de la ventana.

window_size

Establece el tamaño del área cliente de la ventana.

```
void
window_size(Window *window,
            const S2Df size);
```

window La ventana.

size Tamaño del panel principal.

Observaciones:

El tamaño final dependerá de la configuración del marco de la ventana y del tema de escritorio. Esta medida solo hace referencia al área interior.

window_get_origin

Obtiene la posición de la ventana.

```
V2Df
window_get_origin(const Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

Posición `(x,y)` de la esquina superior-izquierda de la ventana.

window_get_size

Obtiene las dimensiones totales de la ventana.

```
S2Df
window_get_size(const Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

Tamaño de la ventana.

Observaciones:

Se tiene en cuenta el marco y barra de título.

window_get_client_size

Obtiene las dimensiones del área cliente de la ventana.

```
S2Df
window_get_client_size(const Window *window);
```

window La ventana.

Retorna:

Tamaño del panel principal.

window_control_frame

Obtiene la posición y tamaño de un control en coordenadas de ventana.

```
R2Df
window_control_frame(const Window *window,
                     const GuiControl *control);
```

window La ventana.

control El control.

Retorna:

Rectángulo en coordenadas de ventana.

Observaciones:

`control` debe pertenecer a la ventana, estar activo y visible. El punto (0,0) corresponde con el vértice superior izquierdo del **área cliente** de la ventana. Ver *"Ventanas superpuestas"* (Página 399).

window_client_to_screen

Transforma un punto expresado en coordenadas de ventana a coordenadas de pantalla.

```
V2Df
window_client_to_screen(const Window *window,
                        const V2Df point);
```

window La ventana.

point El punto en coordenadas de ventana.

Retorna:

El punto en coordenadas de pantalla.

Observaciones:

`point` es un punto interior, donde (0,0) corresponde con el vértice superior izquierdo del **área cliente** de la ventana. Ver *"Ventanas superpuestas"* (Página 399).

window_defbutton

Establece el botón por defecto de la ventana. Será activado cuando se pulse `[Intro]`.

```
void
window_defbutton(Window *window,
                 Button *button);
```

window La ventana.

button El botón.

Observaciones:

Esta función deshabilita el posible anterior botón por defecto. Para que se establezca el nuevo botón, este debe existir en el layout activo, lo que exige que esta función se llame después de `window_panel`. Ver *"Botón por defecto"* (Página 402).

window_cursor

Cambia el cursor del ratón.

```
void
window_cursor(Window *window,
              const gui_cursor_t cursor,
              const Image *image,
              const real32_t hot_x,
              const real32_t hot_y);
```

window	La ventana.
cursor	Identificador del nuevo cursor.
image	Imagen personalizada. Solo válido en `ekGUI_CURSOR_USER`.
hot_x	Coordenada x del punto de clic. Solo válido en `ekGUI_CURSOR_USER`.
hot_y	Coordenada y del punto de clic. Solo válido en `ekGUI_CURSOR_USER`.

Observaciones:

`hot_x, hot_y` indican el punto "sensible" dentro de la imagen, que indicará la posición exacta del ratón.

menu_create

Crea un nuevo menú.

```
Menu*
menu_create(void);
```

Retorna:

El menú recién creado.

menu_destroy

Destruye un menú y toda su jerarquía.

```
void
menu_destroy(Menu **menu);
```

menu	El menú. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

menu_add_item

Añade un item al final del menú.

```
void
menu_add_item(Menu *menu,
              MenuItem *item);
```

menu	El menú.
item	El item a añadir.

menu_ins_item

Inserta un item en una posición arbitraria del menú.

```
void
menu_ins_item(Menu *menu,
              const uint32_t pos,
              MenuItem *item);
```

menu	El menú.
pos	La posición.
item	El item a insertar.

menu_del_item

Elimina un item del menú.

```
void
menu_del_item(Menu *menu,
              const uint32_t pos);
```

menu	El menú.
pos	La posición del elemento a eliminar.

Observaciones:

El elemento será destruido y no se podrá reutilizar. Si tiene asociado un submenú, también se destruirá recursivamente.

menu_launch

Lanza un menú como secundario o *PopUp*.

```
void
menu_launch(Menu *menu,
            Window *window,
            const V2Df position);
```

menu	El menú.
window	Ventana sobre la que se lanzará el menú.
position	Coordenadas de pantalla de la esquina superior izquierda.

menu_off_items

Establece el estado `ekGUI_OFF` para todos los items del menú.

```
void
menu_off_items(Menu *menu);
```

menu El menú.

menu_count

Obtiene el número de items.

```
uint32_t
menu_count(const Menu *menu);
```

menu El menú.

Retorna:

Número de items.

menu_get_item

Obtiene un item del menú.

```
MenuItem*
menu_get_item(Menu *menu,
              const uint32_t index);
```

menu El menú.

index El índice del item.

Retorna:

El item.

menu_get_citem

Obtiene un item constante del menú.

```
const MenuItem*
menu_get_citem(const Menu *menu,
               const uint32_t index);
```

menu El menú.

index El índice del item.

Retorna:

El item.

menu_is_menubar

Retorna `TRUE` si el menú actualmente está establecido como barra de menú.

```
bool_t
menu_is_menubar(const Menu *menu);
```

menu El menú.

Retorna:

`TRUE` si es barra de menú. `FALSE` si no.

menu_imp

Retorna la implementación nativa del menú.

```
void*
menu_imp(const Menu *menu);
```

menu El menú.

Retorna:

Puntero al objeto nativo.

menuitem_create

Crea un nuevo item para un menú.

```
MenuItem*
menuitem_create(void);
```

Retorna:

El item recién creado.

menuitem_separator

Crea un nuevo separador para un menú.

```
MenuItem*
menuitem_separator(void);
```

Retorna:

El item recién creado.

menuitem_OnClick

Establece un manejador para la selección del item.

```
void
menuitem_OnClick(MenuItem *item,
                 Listener *listener);
```

item El item.

listener Función *callback* que se llamará tras hacer clic.

Observaciones:

Ver *"Eventos GUI"* (Página 330).

menuitem_enabled

Activa o desactiva un item del menú.

```
void
menuitem_enabled(MenuItem *item,
                 const bool_t enabled);
```

item El item.

enabled Habilitado o no.

menuitem_visible

Muestra u oculta un item del menú.

```
void
menuitem_visible(MenuItem *item,
                 const bool_t enabled);
```

item El item.

enabled Habilitado o no.

menuitem_state

Establece el estado del item, que se reflejará con una marca junto al texto.

```
void
menuitem_state(MenuItem *item,
               const gui_state_t state);
```

item El item.

state Estado.

menuitem_text

Establece el texto del item.

```
void
menuitem_text(MenuItem *item,
              const char_t *text);
```

item El item.

text Cadena C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

menuitem_image

Establece el icono que mostrará el item.

```
void
menuitem_image(MenuItem *item,
               const Image *image);
```

item El item.

image Imagen.

menuitem_key

Establece un atajo de teclado para seleccionar el item del menú.

```
void
menuitem_key(MenuItem *item,
             const vkey_t key,
             const uint32_t modifiers);
```

item El item.

key El código de teclado.

modifiers Modificadores.

menuitem_submenu

Asigna un submenú desplegable al seleccionar el item.

```
void
menuitem_submenu(MenuItem *item,
                 Menu **submenu);
```

item El item.

submenu El submenú.

menuitem_get_text

Obtiene el texto actual de un item.

```
const char_t*
menuitem_get_text(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

El texto UTF8 acabado en carácter nulo `'\0'`.

menuitem_get_text

Obtiene el icono actual de un item.

```
const Image*
menuitem_get_text(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

El icono o `NULL` si no tiene asociado ninguno.

menuitem_get_separator

Obtiene si un item es un separador.

```
bool_t
menuitem_get_separator(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

`TRUE` si es un elemento separador.

menuitem_get_enabled

Obtiene si un item está habilitado o no.

```
bool_t
menuitem_get_enabled(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

`TRUE` si el item está habilitado. `FALSE` cuando aparece en todo grisaceo.

menuitem_get_visible

Obtiene si un item es o no visible.

```
bool_t
menuitem_get_visible(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

TRUE si el item es visible.

menuitem_get_state

Obtiene el estado de un item.

```
gui_state_t
menuitem_get_state(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

Estado del item.

menuitem_get_submenu

Obtiene el submenú asociado al item.

```
Menu*
menuitem_get_submenu(const MenuItem *item);
```

item El item.

Retorna:

El submenú.

comwin_open_file

Lanza el diálogo de abrir archivo.

```
const char_t*
comwin_open_file(Window *parent,
                 const char_t **ftypes,
                 const uint32_t size,
                 const char_t *start_dir);
```

parent	Ventana padre.
ftypes	Tipos de archivo para el filtro.
size	Número de tipos de archivo.
start_dir	Directorio de inicio del diálogo. Pueder ser `NULL`.

Retorna:

El nombre del archivo seleccionado o `NULL` si el usuario ha abortado el diálogo.

Observaciones:

Se lanzará de forma **modal**. `parent` quedará bloqueada hasta que se acepte el diálogo.

comwin_save_file

Lanza el diálogo de guardar archivo.

```
const char_t*
comwin_save_file(Window *parent,
                 const char_t **ftypes,
                 const uint32_t size,
                 const char_t *start_dir);
```

parent	Ventana padre.
ftypes	Tipos de archivo para el filtro.
size	Número de tipos de archivo.
start_dir	Directorio de inicio del diálogo. Pueder ser `NULL`.

Retorna:

El nombre del archivo seleccionado o `NULL` si el usuario ha abortado el diálogo.

Observaciones:

Se lanzará de forma **modal**. `parent` quedará bloqueada hasta que se acepte el diálogo.

comwin_color

Lanza el diálogo de selección de colores.

```
void
comwin_color(Window *parent,
             const real32_t x,
             const real32_t y,
             const align_t halign,
             const align_t valign,
```

```
                const color_t current,
                color_t *colors,
                const uint32_t n,
                Listener *OnChange);
```

```
static void i_OnColorChange(App *app, Event *e)
{
    color_t *color = event_params(e, color_t);
    // Do something
    ...
}

comwin_color(window, "Select color", 100, 50, ekRIGHT, ekTOP, kCOLOR_BLUE, NULL
    ↪ , 0, listener(app, i_OnColorChange, App));
```

parent	Ventana padre.
x	Posición x inicial.
y	Posición y inicial.
halign	Alineación horizontal respecto a `x`.
valign	Alineación vertical respecto a `y`.
current	Color actual que mostrará el panel.
colors	Colores personalizados que mostrará el panel y que pueden también ser editados. Puede ser `NULL` sólo si `n=0`.
n	Número de colores personalizados.
OnChange	Función *callback* que se llamará tras cada cambio de color.

Observaciones:

En sistemas Windows y Linux el diálogo se lanzará de forma modal y deberá ser aceptado para que se produzca una notificación del cambio de color a través de `OnChange`. En macOS se lanzarán notificaciones continuamente a medida que se manipula el diálogo.

Capítulo 45

Librería OSApp

45.1. Funciones

FPtr_app_create

Prototipo de constructor de una aplicación.

```
type*
(*FPtr_app_create)(void);
```

Retorna:

Objeto aplicación.

FPtr_app_update

Prototipo de función de actualización de una aplicación síncrona.

```
void
(*FPtr_app_update)(type *app,
                   const real64_t prtime,
                   const real64_t ctime);
```

app	Objeto aplicación.
prtime	Tiempo de la actualización anterior.
ctime	Tiempo actual.

FPtr_task_main

Prototipo de función de inicio de una tarea.

```
uint32_t
(*FPtr_task_main)(type *data);
```

data Datos iniciales de la tarea.

Retorna:

Valor de retorno de la tarea.

FPtr_task_update

Prototipo de función de actualización de una tarea.

```
void
(*FPtr_task_update)(type *data);
```

data Datos de la tarea.

FPtr_task_end

Prototipo de función de finalización de una tarea.

```
void
(*FPtr_task_end)(type *data,
                 const uint32_t rvalue);
```

data Datos de la tarea.

rvalue Valor de retorno de la tarea.

osmain

Inicia una aplicación de escritorio.

```
void
osmain(FPtr_app_create func_create,
       FPtr_destroy func_destroy,
       const char_t *options,
       type);
```

func_create Constructor del objeto aplicación.

func_destroy Destructor del objeto aplicación.

options Cadena de opciones.

type Tipo de objeto aplicación.

Observaciones:

En *"¡Hola Mundo!"* (Página 23) tienes un ejemplo sencillo de aplicación de escritorio.

osmain_sync

Inicia una aplicación de escritorio síncrona.

```
void
osmain_sync(const real64_t lframe,
            FPtr_app_create func_create,
            FPtr_destroy func_destroy,
            FPtr_app_update func_update,
            const char_t *options,
            type);
```

lframe	Tiempo en segundos del intervalo de actualización (0.04 = 25 fps).
func_create	Constructor del objeto aplicación.
func_destroy	Destructor del objeto aplicación.
func_update	Función que se llamará en cada intervalo de actualización.
options	Cadena de opciones.
type	Tipo de objeto aplicación.

Observaciones:

Ver *"Aplicaciones síncronas"* (Página 427).

osapp_finish

Finaliza una aplicación de escritorio, destruyendo el ciclo de mensajes y el objeto aplicación.

```
void
osapp_finish(void);
```

osapp_argc

Obtiene el número de parámetros del comando que ha ejecutado la aplicación. Es el valor `argc` de la función `main()`.

```
uint32_t
osapp_argc(void);
```

Retorna:

El número de parámetros.

osapp_argv

Obtiene uno de los argumentos del comando que ha ejecutado la aplicación. Es el valor `argv` de la función `main()`.

```
uint32_t
osapp_argv(const uint32_t index,
           char_t *argv,
           const uint32_t size);
```

```
uint32_t i, n = osapp_argc();
bstd_printf("Number of args:  %d\n", n);
for (i = 0; i < n; ++i)
{
    char_t argv[128];
    uint32_t nb = osapp_argv(i, argv, sizeof(argv));
    bstd_printf("argv[ %d]:  %s (%d bytes)\n", i, argv, nb);
}
```

index	El índice del parámetro.
argv	Búfer donde se escribirá el parámetro.
size	Número de bytes máximos en `argv`.

Retorna:

El número de bytes escritos en `argv`, incluyendo el carácter nulo `'\0'`.

osapp_task

Lanza una tarea en paralelo, evitando el bloqueo del hilo que controla la interfaz de usuario.

```
void
osapp_task(type *data,
           const real32_t updtime,
           FPtr_task_main func_main,
           FPtr_task_update func_update,
           FPtr_task_end func_end,
           type);
```

data	Datos iniciales de la tarea.
updtime	Tiempo del intervalo de actualización, en caso que lo requiera.
func_main	Función de inicio de la tarea.
func_update	Función de actualización de la tarea.
func_end	Función que se llamará al acabar la tarea.
type	Tipo de los datos iniciales de la tarea.

Observaciones:

Ver *"Tareas multi-hilo"* (Página 428).

osapp_menubar

Establece la barra de menú general de la aplicación.

```
void
osapp_menubar(Menu *menu,
              Window *window);
```

menu El menú.

window La ventana que albergará el menú.

Observaciones:

En macOS el menú de aplicación no se vincula con ninguna ventana.

osapp_open_url

Abre una dirección de Internet utilizando el navegador por defecto del sistema operativo.

```
void
osapp_open_url(const char_t *url);
```

url La dirección URL.

Capítulo 46

Librería Encode

46.1. Tipos y Constantes

struct Url

Permite el acceso a los campos individuales de una URL (dirección Web) *"URL"* (Página 440).

```
struct Url;
```

struct JsonOpts

Opciones al procesar un script JSON.

```
struct JsonOpts
{
    ArrPt(String)* log;
};
```

`log` Si no es `NULL`, almacena los mensajes de log.

46.2. Funciones

encode_start

Inicia la librería *encode*, reservando espacio para las estructuras internas globales.

```
void
encode_start(void);
```

encode_finish

Finaliza la librería *encode*, liberando el espacio de las estructuras internas globales.

```
void
encode_finish(void);
```

b64_encoded_size

Obtiene el número de bytes necesarios para codificar un bloque de memoria en formato **base64**.

```
uint32_t
b64_encoded_size(const uint32_t data_size);
```

data_size El tamaño del bloque original.

Retorna:

El tamaño base64.

b64_decoded_size

Obtiene el número de bytes necesarios para decodificar un bloque de memoria en formato **base64**.

```
uint32_t
b64_decoded_size(const uint32_t data_size);
```

data_size El tamaño del bloque codificado en base64.

Retorna:

El tamaño en bytes.

b64_encode

Codifica un bloque de memoria en **base64**.

```
uint32_t
b64_encode(const byte_t *data,
           const uint32_t size,
           char_t *base64);
```

data El bloque de datos.

size El tamaño del bloque.

base64 El búfer donde almacenar el resultado.

Retorna:

El tamaño en bytes.

Observaciones:

El búfer `base64` debe tener, al menos, el tamaño devuelto por `b64_encoded_size`.

b64_decode

Decodifica un bloque **base64**.

```
uint32_t
b64_decode(const char_t *base64,
           const uint32_t size,
           byte_t *data);
```

base64	El bloque base64.
size	El tamaño del bloque.
data	El búfer donde almacenar el resultado.

Retorna:

El tamaño en bytes.

Observaciones:

El búfer `data` debe tener, al menos, el tamaño devuelto por `b64_decoded_size`.

b64_encode_from_stm

Crea un base64 con el contenido de un stream de lectura.

```
String*
b64_encode_from_stm(Stream *stm);
```

stm	Stream de lectura.

Retorna:

Cadena de texto en base64.

b64_encode_from_file

Crea un base64 con el contenido de un archivo.

```
String*
b64_encode_from_file(const char_t *pathname,
                     ferror_t *error);
```

pathname	Ruta del archivo.
error	Código de error falla la apertura del archivo. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Cadena de texto en base64.

Observaciones:

Devolverá un string vacó (no `NULL`) si no puede abrir el archivo.

b64_encode_from_data

Crea un base64 a partir de un búfer en memoria.

```
String*
b64_encode_from_data(const byte_t *data,
                     const uint32_t size);
```

data Bloque de datos.

size Tamaño del bloque de datos.

Retorna:

Cadena de texto en base64.

b64_encode_from_str

Crea un base64 a partir de un String.

```
String*
b64_encode_from_str(const String *str);
```

str String.

Retorna:

Cadena de texto en base64.

b64_encode_from_cstr

Crea un base64 a partir de una cadena en C.

```
String*
b64_encode_from_cstr(const char_t *str);
```

str Cadena de texto en UTF8, terminada en carácter nulo (`'\n'`).

Retorna:

Cadena de texto en base64.

b64_decode_from_str

Decodifica un texto en base64.

```
Buffer*
b64_decode_from_str(const String *base64);
```

base64 Cadena de texto en base64.

Retorna:

Búfer con el resultado.

b64_decode_from_data

Decodifica un texto en base64.

```
Buffer*
b64_decode_from_data(const byte_t *data,
                     const uint32_t size);
```

data Búfer de datos que contiene texto en base64.

size Tamaño en bytes de `data`.

Retorna:

Búfer con el resultado.

json_read

Procesa un script JSON. Transformará texto JSON en un tipo u objeto en C.

```
type*
json_read(Stream *stm,
          const JsonOpts *opts,
          type);
```

stm Entrada de datos en formato JSON.

opts Opciones.

type Tipo de datos.

Retorna:

Objeto resultado.

Observaciones:

Ver *"Análisis de JSON y conversión a datos en C"* (Página 434).

json_read_str

Igual que `json_read`, pero aceptando el código JSON a partir de una cadena de caracteres.

```
type*
json_read_str(const char_t *str,
              const JsonOpts *opts,
              type);
```

str	Cadena de texto en formato JSON, acabada en carácter nulo `'\0'`.
opts	Opciones.
type	Tipo de datos.

Retorna:

Objeto resultado.

Observaciones:

Ver *"Análisis de JSON y conversión a datos en C"* (Página 434).

json_write

Escribe datos en C a formato JSON.

```
void
json_write(Stream *stm,
           type *data,
           const JsonOpts *opts,
           type);
```

stm	Salida de datos en formato JSON.
data	Objeto.
opts	Opciones.
type	Tipo de datos.

Observaciones:

Ver *"Convertir desde C a JSON"* (Página 437).

json_write_str

Igual que `json_write`, pero devolviendo el resultado en un `String`.

```
String*
json_write_str(type *data,
               const JsonOpts *opts,
```

```
                type);
```

data Objeto.

opts Opciones.

type Tipo de datos.

Retorna:

Cadena de texto en formato JSON.

Observaciones:

Ver *"Convertir desde C a JSON"* (Página 437).

json_destroy

Destruye un objeto JSON, previamente creado con `json_read`.

```
void
json_destroy(type **data,
             type);
```

data Objeto.

type Tipo de datos.

json_destopt

Destruye un objeto JSON, previamente creado con `json_read`, si este no es `NULL`.

```
void
json_destopt(type **data,
             type);
```

data Objeto.

type Tipo de datos.

url_parse

Crea un objeto URL a partir de una cadena de texto.

```
Url*
url_parse(const char_t *url);
```

url Cadena de texto C UTF8 terminada en carácter nulo `'\0'`.

Retorna:

Objeto URL resultado tras analizar la cadena.

url_destroy

Destruye el objeto URL.

```
void
url_destroy(Url **url);
```

url Objeto URL. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

url_scheme

Obtiene el esquema (protocolo) de la URL.

```
const char_t*
url_scheme(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Protocolo (http, https, ftp, etc).

url_user

Obtiene el usuario.

```
const char_t*
url_user(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Usuario ó "" si no se especificó.

url_pass

Obtiene la contraseña.

```
const char_t*
url_pass(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Contraseña ó "" si no se especificó.

url_host

Obtiene el nombre del servidor.

```
const char_t*
url_host(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Host (Pe. `www.google.com`).

url_path

Obtiene el camino (directorios + nombre) del recurso o archivo solicitado.

```
const char_t*
url_path(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Pathname (Pe. `/dir1/dir2/file.html`).

url_params

Obtiene los parámetros (a partir de `';'`) de la URL.

```
const char_t*
url_params(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Parámetros ó `""` si no se especificaron.

url_query

Obtiene los parámetros (a partir de `'?'`) de la URL.

```
const char_t*
url_query(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Parámetros ó `""` si no se especificaron.

url_fragment

Obtiene el fragmento (posición o ancla del documento) de la URL.

```
const char_t*
url_fragment(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Fragmento ó "" si no se especificó.

url_resource

Obtiene la dirección completa de un recurso dentro del servidor.

```
String*
url_resource(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Recurso. `path + ";"+ params + "?"+ query + "#"+ fragment`.

url_port

Obtiene el puerto de acceso al servidor.

```
uint16_t
url_port(const Url *url);
```

url Objeto URL.

Retorna:

Puerto. `UINT16_MAX` si no se especificó.

Capítulo 47

Librería INet

47.1. Tipos y Constantes

enum ierror_t

Códigos de error de las conexiones de red.

ekINONET	No hay conexión a Internet en el dispositivo.
ekINOHOST	No se puede conectar con el servidor remoto.
ekITIMEOUT	Se ha excedido el tiempo máximo de espera por la conexión.
ekISTREAM	Error en el canal E/S al leer o escribir.
ekISERVER	Error en el formato de respuesta del servidor.
ekINOIMPL	Funcionalidad no implementada.
ekIUNDEF	Error indeterminado.
ekIOK	No hay error.

struct Http

Gestiona una conexión HTTP iniciada desde el proceso cliente.

```
struct Http;
```

47.2. Funciones

inet_start

Inicia la librería *inet*, reservando espacio para las estructuras internas globales.

```
void
inet_start(void);
```

inet_finish

Finaliza la librería *inet*, liberando el espacio de las estructuras internas globales.

```
void
inet_finish(void);
```

http_create

Crea una sesión HTTP.

```
Http*
http_create(const char_t *host,
            const uint16_t port);
```

host Nombre del servidor.

port Puerto de conexión. Si pasamos `UINT16_MAX` se utilizará 80 (por defecto para HTTP).

Retorna:

Sesión HTTP.

http_secure

Crea una sesión HTTPS.

```
Http*
http_secure(const char_t *host,
            const uint16_t port);
```

host Nombre del servidor.

port Puerto de conexión. Si pasamos `UINT16_MAX` se utilizará 413 (por defecto para HTTP).

Retorna:

Sesión HTTPS.

http_destroy

Destruye una sesión HTTP.

```
void
http_destroy(Http **http);
```

http La sesión HTTP. Será puesto a `NULL` tras la destrucción.

http_clear_headers

Elimina las cabeceras HTTP previamente asignadas.

```
void
http_clear_headers(Http *http);
```

http	La sesión HTTP.

http_add_header

Añade una cabecera a la petición HTTP.

```
void
http_add_header(Http *http,
                const char_t *name,
                const char_t *value);
```

http	La sesión HTTP.
name	El nombre de la cabecera.
value	El valor de la cabecera.

http_get

Realiza una petición tipo GET.

```
bool_t
http_get(Http *http,
         const char_t *path,
         const byte_t *data,
         const uint32_t size,
         ierror_t *error);
```

http	La sesión HTTP.
path	Dirección del recurso.
data	Datos para añadir en el cuerpo de la petición. Puede ser NULL.
size	Tamaño en bytes del bloque de datos.
error	Código de error si la función falla. Puede ser NULL.

Retorna:

TRUE si la petición se ha llevado a cabo correctamente. Si FALSE, en error tendremos la causa.

Observaciones:

La petición es síncrona, es decir, el programa quedará detenido hasta que el servidor responda. Si queremos un modelo asíncrono deberemos crear un hilo paralelo que gestione la petición. Las redirecciones HTTP se resuelven automáticamente.

http_post

Realiza una petición tipo POST.

```
bool_t
http_post(Http *http,
          const char_t *path,
          const byte_t *data,
          const uint32_t size,
          ierror_t *error);
```

http	La sesión HTTP.
path	Dirección del recurso.
data	Datos para añadir en el cuerpo de la petición. Puede ser `NULL`.
size	Tamaño en bytes del bloque de datos.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si la petición se ha llevado a cabo correctamente. Si `FALSE`, en `error` tendremos la causa.

Observaciones:

Ver `http_get`.

http_response_status

Devuelve el código de respuesta de una petición HTTP.

```
uint32_t
http_response_status(const Http *http);
```

http	La sesión HTTP.

Retorna:

El código de respuesta del servidor.

http_response_protocol

Devuelve el protocolo utilizado por el servidor HTTP.

```
const char_t*
http_response_protocol(const Http *http);
```

http La sesión HTTP.

Retorna:

El protocolo del servidor.

http_response_message

Devuelve el mensaje de respuesta del servidor HTTP.

```
const char_t*
http_response_message(const Http *http);
```

http La sesión HTTP.

Retorna:

El mensaje de respuesta del servidor.

http_response_size

Devuelve el número de cabeceras de respuesta de una petición HTTP.

```
uint32_t
http_response_size(const Http *http);
```

http La sesión HTTP.

Retorna:

El número de cabeceras.

http_response_name

Devuelve el nombre de la cabecera de respuesta de una petición HTTP.

```
const char_t*
http_response_name(const Http *http,
                   const uint32_t index);
```

http La sesión HTTP.

index El índice de la cabecera (0, size-1).

Retorna:

El nombre de la cabecera.

http_response_value

Devuelve el valor de la cabecera de respuesta de una petición HTTP.

```
const char_t*
http_response_value(const Http *http,
                    const uint32_t index);
```

http	La sesión HTTP.
index	El índice de la cabecera (0, size-1).

Retorna:

El valor de la cabecera.

http_response_header

Devuelve el valor de una cabecera de respuesta de una petición HTTP.

```
const char_t*
http_response_header(const Http *http,
                     const char_t *name);
```

http	La sesión HTTP.
name	El nombre de la cabecera deseada.

Retorna:

El valor de la cabecera. Si la cabecera no existe, devolverá una cadena vacía "".

http_response_body

Devuelve el cuerpo de la respuesta de una petición HTTP.

```
bool_t
http_response_body(const Http *http,
                   Stream *body,
                   ierror_t *error);
```

http	La sesión HTTP.
body	Stream de escritura donde se almacenará el contenido de la respuesta.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

`TRUE` si se ha podido leer correctamente. Si `FALSE`, en `error` tendremos la causa.

http_dget

Realiza una petición directa de un recurso Web.

```
Stream*
http_dget(const char_t *url,
          uint32_t *result,
          ierror_t *error);
```

```
Stream *json = http_dget("http://serv.nappgui.com:80/dproducts.php", NULL, NULL
    ↪ );
if (json)
{
    ...
    stm_close(&json);
}
```

url	URL del recurso.
result	Código de respuesta del servido. Puede ser `NULL`.
error	Código de error si la función falla. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Stream con el resultado de la petición.

Observaciones:

Utiliza esta función para el acceso directo a un recurso aislado. Si necesitas realizar varias peticiones o configurar las cabeceras, utiliza `http_create` o `http_secure`.

http_exists

Chequea si un recurso Web está disponible/accesible.

```
bool_t
http_exists(const char_t *url);
```

url	URL del recurso.

Retorna:

`TRUE` si el recurso (página Web, archivo, etc) está accesible.

Observaciones:

No se resuelven las redirecciones HTTP. Retornará `FALSE` si la URL tal cual no es válida.

Capítulo 48

Librería OGL3D

48.1. Tipos y Constantes

enum oglapi_t

Versión de OpenGL.

ekOGL_1_1	OpenGL 1.1.
ekOGL_1_2	OpenGL 1.2.
ekOGL_1_2_1	OpenGL 1.2.1.
ekOGL_1_3	OpenGL 1.3.
ekOGL_1_4	OpenGL 1.4.
ekOGL_1_5	OpenGL 1.5.
ekOGL_2_0	OpenGL 2.0.
ekOGL_2_1	OpenGL 2.1.
ekOGL_3_0	OpenGL 3.0.
ekOGL_3_1	OpenGL 3.1.
ekOGL_3_2	OpenGL 3.2.
ekOGL_3_3	OpenGL 3.3.
ekOGL_4_0	OpenGL 4.0.
ekOGL_4_1	OpenGL 4.1.
ekOGL_4_2	OpenGL 4.2.
ekOGL_4_3	OpenGL 4.3.

ekOGL_4_4	OpenGL 4.4.
ekOGL_4_5	OpenGL 4.5.
ekOGL_4_6	OpenGL 4.6.

enum oglerr_t

Códigos de error en OpenGL.

ekOGLAPIVERS	Versión no soportada.
ekOGLFULLSCN	Modo a pantalla completa no soportado.
ekOGLVIEW	Error al vincular el contexto con la vista.
ekOGLPIXFORMAT	Formato de píxel no soportado.
ekOGLCONTEXT	Error al crear el contexto.
ekOGLGLEW	Error al inicializar GLEW.
ekOGLOK	Sin error.

struct OGLProps

Propiedades del contexto OpenGL, necesarias para la creación del mismo.

```
struct OGLProps
{
    oglapi_t api;
    bool_t hdaccel;
    uint32_t color_bpp;
    uint32_t depth_bpp;
    uint32_t stencil_bpp;
    uint32_t aux_buffers;
    bool_t transparent;
    OGLCtx* shared;
};
```

api	Versión del API requerida.
hdaccel	Aceleración 3D por hardware requerida. Normalmente TRUE.
color_bpp	Número de bits por píxel del búfer de color. Normalmente 32.
depth_bpp	Número de bits por píxel del búfer de profundidad. 8, 16, 24, 32. Si 0, se deshabilita el búfer.

stencil_bpp	Número de bits por píxel del búfer de stencil. 8, 16, 24, 32. Si 0, se deshabilita el búfer.
aux_buffers	Número de búferes de color auxiliares. Normalmente 0.
transparent	Si TRUE se intenta crear un contexto transparente.
shared	Contexto con el que compartir objectos gráficos. Normalmente NULL.

struct OGLCtx

Contexto OpenGL.

```
struct OGLCtx;
```

48.2. Funciones

ogl3d_start

Inicia la librería OGL3D.

```
void
ogl3d_start(void);
```

Observaciones:

Llamar a esta función antes de cualquier otra en OGL3D.

ogl3d_finish

Finaliza la librería OGL3D.

```
void
ogl3d_finish(void);
```

Observaciones:

Llamar a esta función antes de cerrar el programa o cuando ya no se necesite utilizar OGL3D.

ogl3d_context

Crea un contexto OpenGL y lo asocia a una vista.

```
OGLCtx*
ogl3d_context(const OGLProps *props,
              void *view,
              oglerr_t *err);
```

props	Propiedades deseadas para el contexto.
view	Manejador nativo de la vista. `HWND` en Windows, `GtkWidget` en Linux o `NSView` en macOS.
err	Código de error. Puede ser `NULL`.

Retorna:

Contexto recién creado o `NULL` si ha habido algún error.

Observaciones:

Ver *"Contextos 3D"* (Página 448).

ogl3d_destroy

Destruye un contexto OpenGL.

```
void
ogl3d_destroy(OGLCtx **ogl);
```

ogl	Contexto a destruir. El puntero será puesto a `NULL`.

ogl3d_begin_draw

Inicia una operación de dibujo con OpenGL.

```
void
ogl3d_begin_draw(OGLCtx *ogl);
```

ogl	Contexto.

Observaciones:

Ver *"Operación de dibujo"* (Página 449).

ogl3d_end_draw

Finaliza una operación de dibujo con OpenGL.

```
void
ogl3d_end_draw(OGLCtx *ogl);
```

ogl	Contexto.

Observaciones:

Ver *"Operación de dibujo"* (Página 449).

ogl3d_set_size

Actualiza el tamaño del contexto en píxeles. Esta función se debe llamar cada vez que se redimensione la vista.

```
void
ogl3d_set_size(OGLCtx *ogl,
               const uint32_t width,
               const uint32_t height);
```

ogl	Contexto.
width	Ancho de la vista en píxeles.
height	Alto de la vista en píxeles.

ogl3d_err_str

Retorna un texto explicativo, asociado a un código de error.

```
const char_t*
ogl3d_err_str(const oglerr_t err);
```

err	Código de error.

Retorna:

Cadena de texto con el error.

Índice alfabético

align_t, 1178
ArrPt, 951
arrpt_all, 1014
arrpt_all_const, 1014
arrpt_append, 1014
arrpt_bsearch, 1020
arrpt_bsearch_const, 1021
arrpt_clear, 1011
arrpt_copy, 1009
arrpt_create, 1009
arrpt_delete, 1017
arrpt_destopt, 1010
arrpt_destroy, 1010
arrpt_end, 1023
arrpt_find, 1018
arrpt_first, 1012
arrpt_first_const, 1013
arrpt_forback, 1022
arrpt_forback_const, 1022
arrpt_foreach, 1021
arrpt_foreach_const, 1021
arrpt_get, 1012
arrpt_get_const, 1012
arrpt_insert, 1015
arrpt_insert_n, 1015
arrpt_join, 1016
arrpt_last, 1013
arrpt_last_const, 1013
arrpt_pop, 1017
arrpt_prepend, 1015
arrpt_read, 1010
arrpt_search, 1018
arrpt_search_const, 1019
arrpt_size, 1011
arrpt_sort, 1017
arrpt_sort_ex, 1018
arrpt_write, 1011
ArrSt, 951
arrst_all, 997
arrst_all_const, 997
arrst_append, 1001
arrst_bsearch, 1006
arrst_bsearch_const, 1007
arrst_clear, 994
arrst_copy, 992
arrst_create, 992
arrst_delete, 1003
arrst_destopt, 993
arrst_destroy, 993
arrst_end, 1009
arrst_first, 996
arrst_first_const, 996
arrst_forback, 1008
arrst_forback_const, 1008
arrst_foreach, 1007
arrst_foreach_const, 1008
arrst_get, 995
arrst_get_const, 995
arrst_insert, 1002
arrst_insert_n, 1000
arrst_insert_n0, 1001
arrst_join, 1002
arrst_last, 996
arrst_last_const, 997
arrst_new, 998
arrst_new0, 998
arrst_new_n, 999
arrst_new_n0, 999
arrst_pop, 1003
arrst_prepend, 1001
arrst_prepend_n, 1000
arrst_read, 993
arrst_search, 1005
arrst_search_const, 1005
arrst_size, 995
arrst_sort, 1004

arrst_sort_ex, 1004
arrst_write, 994

b64_decode, 1411
b64_decode_from_data, 1413
b64_decode_from_str, 1413
b64_decoded_size, 1410
b64_encode, 1410
b64_encode_from_cstr, 1412
b64_encode_from_data, 1412
b64_encode_from_file, 1411
b64_encode_from_stm, 1411
b64_encode_from_str, 1412
b64_encoded_size, 1410
bfile_close, 927
bfile_create, 926
bfile_delete, 930
bfile_dir_close, 925
bfile_dir_create, 924
bfile_dir_data, 923
bfile_dir_delete, 926
bfile_dir_exec, 923
bfile_dir_get, 925
bfile_dir_home, 923
bfile_dir_open, 925
bfile_dir_set_work, 922
bfile_dir_tmp, 924
bfile_dir_work, 922
bfile_fstat, 928
bfile_lstat, 927
bfile_open, 927
bfile_pos, 930
bfile_read, 928
bfile_rename, 931
bfile_seek, 930
bfile_write, 929
blib_abort, 890
blib_atexit, 890
blib_bsearch, 888
blib_bsearch_ex, 888
blib_debug_break, 890
blib_exit, 890
blib_getenv, 889
blib_qsort, 887
blib_qsort_ex, 887
blib_setenv, 889
blib_strcat, 883
blib_strcmp, 883
blib_strcpy, 882
blib_strftime, 884
blib_strlen, 881
blib_strncmp, 884
blib_strncpy, 883
blib_strstr, 882
blib_strtod, 886
blib_strtof, 886
blib_strtol, 885
blib_strtoul, 886
BMath::abs, 874
BMath::acos, 870
BMath::asin, 870
BMath::atan2, 871
BMath::ceil, 878
BMath::clamp, 875
BMath::cos, 869
BMath::exp, 873
BMath::floor, 878
BMath::isqrt, 872
BMath::log, 872
BMath::log10, 873
BMath::max, 874
BMath::min, 875
BMath::mod, 876
BMath::modf, 876
BMath::norm_angle, 871
BMath::pow, 874
BMath::prec, 877
BMath::rand, 879
BMath::rand_mt, 881
BMath::round, 877
BMath::round_step, 878
BMath::sin, 869
BMath::sqrt, 872
BMath::tan, 870

bmath_absd, 874
bmath_absf, 874
bmath_acosd, 870
bmath_acosf, 870
bmath_asind, 870
bmath_asinf, 870
bmath_atan2d, 871
bmath_atan2f, 871
bmath_ceild, 878
bmath_ceilf, 878
bmath_clampd, 875
bmath_clampf, 875
bmath_cosd, 869
bmath_cosf, 869
bmath_expd, 873
bmath_expf, 873
bmath_floord, 878
bmath_floorf, 878
bmath_isqrtd, 872
bmath_isqrtf, 872
bmath_log10d, 873
bmath_log10f, 873
bmath_logd, 872
bmath_logf, 872
bmath_maxd, 874
bmath_maxf, 874
bmath_mind, 875
bmath_minf, 875
bmath_modd, 876
bmath_modf, 876
bmath_modfd, 876
bmath_modff, 876
bmath_norm_angled, 871
bmath_norm_anglef, 871
bmath_powd, 874
bmath_powf, 874
bmath_precd, 877
bmath_precf, 877
bmath_rand_destroy, 880
bmath_rand_env, 880
bmath_rand_mtd, 881
bmath_rand_mtf, 881
bmath_rand_mti, 881
bmath_rand_seed, 879
bmath_randd, 879
bmath_randf, 879
bmath_randi, 880
bmath_round_stepd, 878
bmath_round_stepf, 878
bmath_roundd, 877
bmath_roundf, 877
bmath_sind, 869
bmath_sinf, 869
bmath_sqrtd, 872
bmath_sqrtf, 872
bmath_tand, 870
bmath_tanf, 870
bmem_aligned_malloc, 895
bmem_aligned_realloc, 895
bmem_cmp, 898
bmem_copy, 900
bmem_copy_n, 900
bmem_free, 896
bmem_is_zero, 899
bmem_malloc, 894
bmem_move, 901
bmem_overlaps, 901
bmem_realloc, 894
bmem_rev, 901
bmem_rev2, 902
bmem_rev4, 902
bmem_rev8, 902
bmem_rev_elems, 903
bmem_revcopy, 902
bmem_set1, 896
bmem_set16, 897
bmem_set4, 896
bmem_set8, 897
bmem_set_r32, 898
bmem_set_u32, 898
bmem_set_zero, 899
bmem_shuffle, 903
bmem_shuffle_n, 904
bmem_swap, 903

bmem_swap_type, 903
bmem_zero, 899
bmem_zero_n, 900
bmutex_close, 919
bmutex_create, 919
bmutex_lock, 920
bmutex_unlock, 920
bool_t, 846
Box2D, 1105, 1135
Box2D::add, 1136
Box2D::add_circle, 1137
Box2D::addn, 1137
Box2D::area, 1138
Box2D::center, 1136
Box2D::from_points, 1135
Box2D::is_null, 1139
Box2D::merge, 1138
Box2D::segments, 1138
box2d_add_circled, 1137
box2d_add_circlef, 1137
box2d_addd, 1136
box2d_addf, 1136
box2d_addnd, 1137
box2d_addnf, 1137
box2d_aread, 1138
box2d_areaf, 1138
box2d_centerd, 1136
box2d_centerf, 1136
box2d_from_pointsd, 1135
box2d_from_pointsf, 1135
box2d_is_nulld, 1139
box2d_is_nullf, 1139
box2d_merged, 1138
box2d_mergef, 1138
box2d_segmentsd, 1138
box2d_segmentsf, 1138
box2dd, 1135
box2df, 1135
bproc_cancel, 912
bproc_close, 912
bproc_eread, 914
bproc_eread_close, 916
bproc_exec, 912
bproc_exit, 916
bproc_finish, 913
bproc_read, 913
bproc_read_close, 915
bproc_wait, 913
bproc_write, 915
bproc_write_close, 916
bsocket_accept, 932
bsocket_close, 933
bsocket_connect, 931
bsocket_host_name, 936
bsocket_host_name_ip, 936
bsocket_hton2, 937
bsocket_hton4, 937
bsocket_hton8, 938
bsocket_ip_str, 937
bsocket_local_ip, 933
bsocket_ntoh2, 938
bsocket_ntoh4, 938
bsocket_ntoh8, 938
bsocket_read, 934
bsocket_read_timeout, 933
bsocket_remote_ip, 933
bsocket_server, 932
bsocket_str_ip, 936
bsocket_url_ip, 935
bsocket_write, 935
bsocket_write_timeout, 934
bstd_eprintf, 892
bstd_ewrite, 894
bstd_ewritef, 892
bstd_printf, 891
bstd_read, 893
bstd_sprintf, 890
bstd_vsprintf, 891
bstd_write, 893
bstd_writef, 892
bthread_cancel, 918
bthread_close, 917
bthread_create, 917
bthread_current_id, 917

bthread_finish, 918
bthread_sleep, 919
bthread_wait, 918
btime_date, 939
btime_now, 939
btime_to_date, 940
btime_to_micro, 939
Buffer, 951
buffer_const, 965
buffer_create, 964
buffer_data, 965
buffer_destroy, 964
buffer_read, 964
buffer_size, 965
buffer_with_data, 964
buffer_write, 965
Button, 1243
button_check, 1270
button_check3, 1270
button_flat, 1271
button_flatgle, 1271
button_font, 1273
button_get_font, 1273
button_get_height, 1276
button_get_state, 1275
button_get_tag, 1276
button_hpadding, 1275
button_image, 1273
button_image_alt, 1274
button_min_width, 1272
button_OnClick, 1271
button_push, 1270
button_radio, 1270
button_state, 1274
button_tag, 1274
button_text, 1272
button_text_alt, 1272
button_tooltip, 1273
button_vpadding, 1275
byte_t, 846

cassert, 852
cassert_default, 854
cassert_fatal, 853
cassert_fatal_msg, 853
cassert_msg, 853
cassert_no_null, 854
cassert_no_nullf, 854
cassert_set_func, 854
Cell, 1245
cell_button, 1372
cell_combo, 1372
cell_control, 1371
cell_dbind, 1377
cell_edit, 1372
cell_empty, 1371
cell_enabled, 1376
cell_imageview, 1375
cell_label, 1371
cell_layout, 1376
cell_listbox, 1373
cell_padding, 1377
cell_padding2, 1377
cell_padding4, 1377
cell_panel, 1375
cell_popup, 1372
cell_progress, 1374
cell_slider, 1373
cell_splitview, 1375
cell_tableview, 1375
cell_textview, 1374
cell_updown, 1373
cell_view, 1374
cell_visible, 1376
cell_webview, 1374
char_t, 846
Cir2D, 1105, 1132
Cir2D::area, 1134
Cir2D::from_box, 1132
Cir2D::from_points, 1133
Cir2D::is_null, 1134
Cir2D::minimum, 1133
cir2d_aread, 1134
cir2d_areaf, 1134

cir2d_from_boxd, 1132
cir2d_from_boxf, 1132
cir2d_from_pointsd, 1133
cir2d_from_pointsf, 1133
cir2d_is_nulld, 1134
cir2d_is_nullf, 1134
cir2d_minimumd, 1133
cir2d_minimumf, 1133
cir2dd, 1132
cir2df, 1132
Clock, 954
clock_create, 1098
clock_destroy, 1098
clock_elapsed, 1099
clock_frame, 1098
clock_reset, 1099
codec_t, 1177
Col2D, 1107
Col2D::box_box, 1161
Col2D::box_circle, 1161
Col2D::box_point, 1160
Col2D::box_segment, 1160
Col2D::circle_circle, 1159
Col2D::circle_point, 1158
Col2D::circle_segment, 1158
Col2D::obb_box, 1164
Col2D::obb_circle, 1163
Col2D::obb_obb, 1164
Col2D::obb_point, 1162
Col2D::obb_segment, 1163
Col2D::point_point, 1156
Col2D::poly_box, 1170
Col2D::poly_circle, 1170
Col2D::poly_obb, 1171
Col2D::poly_point, 1169
Col2D::poly_poly, 1172
Col2D::poly_segment, 1169
Col2D::poly_tri, 1172
Col2D::segment_point, 1156
Col2D::segment_segment, 1157
Col2D::tri_box, 1167
Col2D::tri_circle, 1166
Col2D::tri_obb, 1167
Col2D::tri_point, 1165
Col2D::tri_segment, 1166
Col2D::tri_tri, 1168
col2d_box_boxd, 1161
col2d_box_boxf, 1161
col2d_box_circled, 1161
col2d_box_circlef, 1161
col2d_box_pointd, 1160
col2d_box_pointf, 1160
col2d_box_segmentd, 1160
col2d_box_segmentf, 1160
col2d_circle_circled, 1159
col2d_circle_circlef, 1159
col2d_circle_pointd, 1158
col2d_circle_pointf, 1158
col2d_circle_segmentd, 1158
col2d_circle_segmentf, 1158
col2d_obb_boxd, 1164
col2d_obb_boxf, 1164
col2d_obb_circled, 1163
col2d_obb_circlef, 1163
col2d_obb_obbd, 1164
col2d_obb_obbf, 1164
col2d_obb_pointd, 1162
col2d_obb_pointf, 1162
col2d_obb_segmentd, 1163
col2d_obb_segmentf, 1163
col2d_point_pointd, 1156
col2d_point_pointf, 1156
col2d_poly_boxd, 1170
col2d_poly_boxf, 1170
col2d_poly_circled, 1170
col2d_poly_circlef, 1170
col2d_poly_obbd, 1171
col2d_poly_obbf, 1171
col2d_poly_pointd, 1169
col2d_poly_pointf, 1169
col2d_poly_polyd, 1172
col2d_poly_polyf, 1172
col2d_poly_segmentd, 1169
col2d_poly_segmentf, 1169

col2d_poly_trid, 1172
col2d_poly_trif, 1172
col2d_segment_pointd, 1156
col2d_segment_pointf, 1156
col2d_segment_segmentd, 1157
col2d_segment_segmentf, 1157
col2d_tri_boxd, 1167
col2d_tri_boxf, 1167
col2d_tri_circled, 1166
col2d_tri_circlef, 1166
col2d_tri_obbd, 1167
col2d_tri_obbf, 1167
col2d_tri_pointd, 1165
col2d_tri_pointf, 1165
col2d_tri_segmentd, 1166
col2d_tri_segmentf, 1166
col2d_tri_trid, 1168
col2d_tri_trif, 1168
color_bgr, 1203
color_blue, 1202
color_get_alpha, 1206
color_get_rgb, 1204
color_get_rgba, 1205
color_get_rgbaf, 1206
color_get_rgbf, 1205
color_gray, 1203
color_green, 1202
color_hsbf, 1201
color_html, 1203
color_red, 1201
color_rgb, 1200
color_rgba, 1200
color_rgbaf, 1201
color_set_alpha, 1206
color_t, 1179
color_to_hsbf, 1204
color_to_html, 1204
Combo, 1243
combo_add_elem, 1292
combo_align, 1289
combo_bgcolor, 1290
combo_bgcolor_focus, 1290
combo_color, 1289
combo_color_focus, 1289
combo_count, 1291
combo_create, 1287
combo_del_elem, 1293
combo_duplicates, 1293
combo_get_text, 1291
combo_ins_elem, 1292
combo_OnChange, 1288
combo_OnFilter, 1288
combo_phcolor, 1290
combo_phstyle, 1291
combo_phtext, 1290
combo_set_elem, 1292
combo_text, 1288
combo_tooltip, 1289
comwin_color, 1400
comwin_open_file, 1399
comwin_save_file, 1400
core_event_t, 944
core_finish, 955
core_start, 955

Date, 909
date_add_days, 1095
date_add_hours, 1095
date_add_minutes, 1094
date_add_seconds, 1094
date_between, 1096
date_cmp, 1096
date_ellapsed_seconds, 1096
date_format, 1097
date_is_null, 1097
date_is_valid, 1097
date_pack, 1093
date_system, 1093
date_weekday, 1097
date_year, 1095
dbind, 1040
dbind_alias, 1041
dbind_binary, 1041
dbind_cmp, 1044

dbind_copy, 1042
dbind_create, 1042
dbind_default, 1046
dbind_destopt, 1044
dbind_destroy, 1043
dbind_enum, 1040
dbind_equ, 1044
dbind_increment, 1047
dbind_init, 1043
dbind_precision, 1046
dbind_range, 1046
dbind_read, 1045
dbind_remove, 1043
dbind_suffix, 1047
dbind_unreg, 1042
dbind_write, 1045
dbindst_t, 950
DCtx, 1179
dctx_bitmap, 1181
dctx_image, 1181
DeclPt, 943
DeclSt, 943
device_t, 905
Dir, 909
DirEntry, 953
DLib, 910
dlib_close, 921
dlib_open, 920
dlib_proc, 921
dlib_var, 921
Draw, 1179
draw2d_finish, 1180
draw2d_preferred_monospace, 1181
draw2d_start, 1180
Draw::box2d, 1198
Draw::cir2d, 1197
Draw::matrix, 1182
Draw::matrix_cartesian, 1182
Draw::obb2d, 1198
Draw::pol2d, 1199
Draw::r2d, 1197
Draw::seg2d, 1196
Draw::tri2d, 1199
Draw::v2d, 1196
draw_antialias, 1183
draw_arc, 1184
draw_bezier, 1184
draw_box2dd, 1198
draw_box2df, 1198
draw_cir2dd, 1197
draw_cir2df, 1197
draw_circle, 1188
draw_clear, 1182
draw_ellipse, 1188
draw_fill_color, 1189
draw_fill_linear, 1189
draw_fill_matrix, 1190
draw_fill_wrap, 1190
draw_font, 1191
draw_image, 1194
draw_image_align, 1195
draw_image_frame, 1195
draw_line, 1183
draw_line_cap, 1186
draw_line_color, 1185
draw_line_dash, 1186
draw_line_fill, 1185
draw_line_join, 1186
draw_line_width, 1186
draw_matrix_cartesiand, 1182
draw_matrix_cartesianf, 1182
draw_matrixd, 1182
draw_matrixf, 1182
draw_obb2dd, 1198
draw_obb2df, 1198
draw_pol2dd, 1199
draw_pol2df, 1199
draw_polygon, 1189
draw_polyline, 1184
draw_r2dd, 1197
draw_r2df, 1197
draw_rect, 1187
draw_rndrect, 1187
draw_seg2dd, 1196

draw_seg2df, 1196
draw_text, 1191
draw_text_align, 1193
draw_text_color, 1191
draw_text_extents, 1194
draw_text_halign, 1193
draw_text_path, 1192
draw_text_trim, 1193
draw_text_width, 1192
draw_tri2dd, 1199
draw_tri2df, 1199
draw_v2dd, 1196
draw_v2df, 1196
drawop_t, 1178

Edit, 1243
edit_align, 1282
edit_autoselect, 1283
edit_bgcolor, 1284
edit_bgcolor_focus, 1285
edit_color, 1284
edit_color_focus, 1284
edit_copy, 1287
edit_create, 1279
edit_cut, 1287
edit_editable, 1283
edit_font, 1282
edit_get_height, 1286
edit_get_text, 1286
edit_min_height, 1281
edit_min_width, 1281
edit_multiline, 1280
edit_OnChange, 1280
edit_OnFilter, 1280
edit_OnFocus, 1280
edit_passmode, 1282
edit_paste, 1287
edit_phcolor, 1285
edit_phstyle, 1286
edit_phtext, 1285
edit_select, 1283
edit_text, 1282
edit_tooltip, 1284
edit_vpadding, 1286
ekAPPEND, 907
ekAPRIL, 907
ekARCHIVE, 907
ekAUGUST, 907
ekBIGEND, 906
ekBMP, 1177
ekBOTTOM, 1179
ekCENTER, 1178
ekDBIND_ALIAS_SIZE, 951
ekDBIND_MEMBER_EXISTS, 951
ekDBIND_OK, 950
ekDBIND_TYPE_EXISTS, 951
ekDBIND_TYPE_USED, 951
ekDECEMBER, 907
ekDESKTOP, 905
ekDIRECTORY, 907
ekEASSERT, 944
ekEENTRY, 944
ekEEXIT, 944
ekEFILE, 944
ekELLIPBEGIN, 1179
ekELLIPEND, 1179
ekELLIPMIDDLE, 1179
ekELLIPMLINE, 1179
ekELLIPNONE, 1179
ekFBIG, 908
ekFBIGNAME, 908
ekFBOLD, 1177
ekFCELL, 1177
ekFCLAMP, 1178
ekFEBRUARY, 907
ekFEXISTS, 908
ekFFLIP, 1178
ekFILL, 1178
ekFILLSK, 1178
ekFIMAGE, 1177
ekFITALIC, 1177
ekFLOCK, 908
ekFNOACCESS, 908
ekFNOEMPTY, 908

ekFNOFILE, 908
ekFNOFILES, 908
ekFNOPATH, 908
ekFNORMAL, 1177
ekFOK, 908
ekFPIXELS, 1177
ekFPOINTS, 1177
ekFRIDAY, 906
ekFSEEKNEG, 908
ekFSTRIKEOUT, 1177
ekFSUBSCRIPT, 1177
ekFSUPSCRIPT, 1177
ekFTILE, 1178
ekFUNDEF, 908
ekFUNDERLINE, 1177
ekGIF, 1177
ekGRAY8, 1176
ekGUI_CLOSE_BUTTON, 1238
ekGUI_CLOSE_DEACT, 1238
ekGUI_CLOSE_ESC, 1238
ekGUI_CLOSE_INTRO, 1238
ekGUI_CURSOR_ARROW, 1238
ekGUI_CURSOR_CROSS, 1238
ekGUI_CURSOR_HAND, 1238
ekGUI_CURSOR_IBEAM, 1238
ekGUI_CURSOR_SIZENS, 1238
ekGUI_CURSOR_SIZEWE, 1238
ekGUI_CURSOR_USER, 1238
ekGUI_EVENT_BUTTON, 1240
ekGUI_EVENT_CLICK, 1240
ekGUI_EVENT_COLOR, 1241
ekGUI_EVENT_DOWN, 1240
ekGUI_EVENT_DRAG, 1240
ekGUI_EVENT_DRAW, 1240
ekGUI_EVENT_ENTER, 1240
ekGUI_EVENT_EXIT, 1240
ekGUI_EVENT_FOCUS, 1240
ekGUI_EVENT_FOCUS_ACCEPT, 1240
ekGUI_EVENT_FOCUS_RESIGN, 1240
ekGUI_EVENT_KEYDOWN, 1240
ekGUI_EVENT_KEYUP, 1241
ekGUI_EVENT_LABEL, 1240
ekGUI_EVENT_LISTBOX, 1240
ekGUI_EVENT_MENU, 1240
ekGUI_EVENT_MOVED, 1240
ekGUI_EVENT_OBJCHANGE, 1241
ekGUI_EVENT_OVERLAY, 1240
ekGUI_EVENT_POPUP, 1240
ekGUI_EVENT_RESIZE, 1240
ekGUI_EVENT_SCROLL, 1241
ekGUI_EVENT_SLIDER, 1240
ekGUI_EVENT_TBL_BEGIN, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_CELL, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_END, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_HEADCLICK, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_NROWS, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_ROWCLICK, 1241
ekGUI_EVENT_TBL_SEL, 1241
ekGUI_EVENT_THEME, 1241
ekGUI_EVENT_TXTCHANGE, 1240
ekGUI_EVENT_TXTFILTER, 1240
ekGUI_EVENT_UP, 1240
ekGUI_EVENT_UPDOWN, 1240
ekGUI_EVENT_WHEEL, 1240
ekGUI_EVENT_WND_CLOSE, 1241
ekGUI_EVENT_WND_MOVED, 1241
ekGUI_EVENT_WND_SIZE, 1241
ekGUI_EVENT_WND_SIZING, 1241
ekGUI_FOCUS_CHANGED, 1239
ekGUI_FOCUS_KEEP, 1239
ekGUI_FOCUS_NO_ACCEPT, 1239
ekGUI_FOCUS_NO_NEXT, 1239
ekGUI_FOCUS_NO_RESIGN, 1239
ekGUI_HORIZONTAL, 1237
ekGUI_MIXED, 1237
ekGUI_MOUSE_LEFT, 1237
ekGUI_MOUSE_MIDDLE, 1237
ekGUI_MOUSE_RIGHT, 1237
ekGUI_NOTIF_LANGUAGE, 1242
ekGUI_NOTIF_MENU_DESTROY, 1242
ekGUI_NOTIF_WIN_DESTROY, 1242
ekGUI_OFF, 1237
ekGUI_ON, 1237
ekGUI_SCALE_ADJUST, 1238

ekGUI_SCALE_ASPECT, 1238
ekGUI_SCALE_ASPECTDW, 1238
ekGUI_SCALE_AUTO, 1238
ekGUI_SCALE_NONE, 1238
ekGUI_SCROLL_BEGIN, 1239
ekGUI_SCROLL_END, 1239
ekGUI_SCROLL_PAGE_LEFT, 1239
ekGUI_SCROLL_PAGE_RIGHT, 1239
ekGUI_SCROLL_STEP_LEFT, 1239
ekGUI_SCROLL_STEP_RIGHT, 1239
ekGUI_SCROLL_THUMB, 1239
ekGUI_TAB_BACKKEY, 1239
ekGUI_TAB_CLICK, 1239
ekGUI_TAB_KEY, 1239
ekGUI_TAB_MOVE, 1239
ekGUI_TAB_NEXT, 1239
ekGUI_TAB_PREV, 1239
ekGUI_VERTICAL, 1237
ekINDEX1, 1176
ekINDEX2, 1176
ekINDEX4, 1176
ekINDEX8, 1176
ekINOHOST, 1419
ekINOIMPL, 1419
ekINONET, 1419
ekIOK, 1419
ekIOS, 905
ekISERVER, 1419
ekISTREAM, 1419
ekITIMEOUT, 1419
ekIUNDEF, 1419
ekJANUARY, 907
ekJPG, 1177
ekJULY, 907
ekJUNE, 907
ekJUSTIFY, 1179
ekKEY_0, 945
ekKEY_1, 945
ekKEY_2, 945
ekKEY_3, 945
ekKEY_4, 945
ekKEY_5, 945
ekKEY_6, 945
ekKEY_7, 945
ekKEY_8, 945
ekKEY_9, 945
ekKEY_A, 944
ekKEY_B, 945
ekKEY_BACK, 946
ekKEY_BSLASH, 945
ekKEY_C, 945
ekKEY_CAPS, 948
ekKEY_COMMA, 946
ekKEY_D, 945
ekKEY_DOWN, 948
ekKEY_E, 945
ekKEY_END, 948
ekKEY_ESCAPE, 946
ekKEY_EXCLAM, 948
ekKEY_F, 945
ekKEY_F1, 948
ekKEY_F10, 947
ekKEY_F11, 947
ekKEY_F12, 947
ekKEY_F13, 947
ekKEY_F14, 947
ekKEY_F15, 947
ekKEY_F16, 947
ekKEY_F17, 946
ekKEY_F18, 947
ekKEY_F19, 947
ekKEY_F2, 948
ekKEY_F3, 947
ekKEY_F4, 948
ekKEY_F5, 947
ekKEY_F6, 947
ekKEY_F7, 947
ekKEY_F8, 947
ekKEY_F9, 947
ekKEY_G, 945
ekKEY_GRAVE, 948
ekKEY_GTLT, 946
ekKEY_H, 945
ekKEY_HOME, 947

ekKEY_I, 946
ekKEY_INSERT, 948
ekKEY_J, 946
ekKEY_K, 946
ekKEY_L, 946
ekKEY_LALT, 948
ekKEY_LCTRL, 948
ekKEY_LCURLY, 946
ekKEY_LEFT, 948
ekKEY_LSHIFT, 948
ekKEY_LWIN, 948
ekKEY_M, 946
ekKEY_MENU, 948
ekKEY_MINUS, 946
ekKEY_N, 946
ekKEY_NUM0, 947
ekKEY_NUM1, 947
ekKEY_NUM2, 947
ekKEY_NUM3, 947
ekKEY_NUM4, 947
ekKEY_NUM5, 947
ekKEY_NUM6, 947
ekKEY_NUM7, 947
ekKEY_NUM8, 947
ekKEY_NUM9, 947
ekKEY_NUMADD, 946
ekKEY_NUMDECIMAL, 946
ekKEY_NUMDIV, 946
ekKEY_NUMEQUAL, 947
ekKEY_NUMLOCK, 946
ekKEY_NUMMINUS, 946
ekKEY_NUMMULT, 946
ekKEY_NUMRET, 946
ekKEY_O, 945
ekKEY_P, 946
ekKEY_PAGEDOWN, 948
ekKEY_PAGEUP, 947
ekKEY_PERIOD, 946
ekKEY_PLUS, 948
ekKEY_Q, 945
ekKEY_QUEST, 946
ekKEY_R, 945
ekKEY_RALT, 948
ekKEY_RCTRL, 948
ekKEY_RCURLY, 945
ekKEY_RETURN, 946
ekKEY_RIGHT, 948
ekKEY_RSHIFT, 948
ekKEY_RWIN, 948
ekKEY_S, 944
ekKEY_SEMICOLON, 946
ekKEY_SPACE, 946
ekKEY_SUPR, 948
ekKEY_T, 945
ekKEY_TAB, 946
ekKEY_TILDE, 948
ekKEY_U, 946
ekKEY_UNDEF, 944
ekKEY_UP, 948
ekKEY_V, 945
ekKEY_W, 945
ekKEY_X, 945
ekKEY_Y, 945
ekKEY_Z, 945
ekLCFLAT, 1177
ekLCROUND, 1178
ekLCSQUARE, 1178
ekLEFT, 1178
ekLINUX, 905
ekLITEND, 906
ekLJBEVEL, 1178
ekLJMITER, 1178
ekLJROUND, 1178
ekMACOS, 905
ekMARCH, 907
ekMAY, 907
ekMKEY_ALT, 949
ekMKEY_COMMAND, 949
ekMKEY_CONTROL, 949
ekMKEY_NONE, 948
ekMKEY_SHIFT, 949
ekMONDAY, 906
ekNOVEMBER, 907
ekOCTOBER, 907

ekOGL_1_1, 1427
ekOGL_1_2, 1427
ekOGL_1_2_1, 1427
ekOGL_1_3, 1427
ekOGL_1_4, 1427
ekOGL_1_5, 1427
ekOGL_2_0, 1427
ekOGL_2_1, 1427
ekOGL_3_0, 1427
ekOGL_3_1, 1427
ekOGL_3_2, 1427
ekOGL_3_3, 1427
ekOGL_4_0, 1427
ekOGL_4_1, 1427
ekOGL_4_2, 1427
ekOGL_4_3, 1427
ekOGL_4_4, 1428
ekOGL_4_5, 1428
ekOGL_4_6, 1428
ekOGLAPIVERS, 1428
ekOGLCONTEXT, 1428
ekOGLFULLSCN, 1428
ekOGLGLEW, 1428
ekOGLOK, 1428
ekOGLPIXFORMAT, 1428
ekOGLVIEW, 1428
ekOTHERFILE, 907
ekPEXEC, 908
ekPHONE, 905
ekPNG, 1177
ekPOK, 908
ekPPIPE, 908
ekREAD, 907
ekRGB24, 1176
ekRGBA32, 1177
ekRIGHT, 1179
ekSATURDAY, 906
ekSEEKCUR, 907
ekSEEKEND, 908
ekSEEKSET, 907
ekSEPTEMBER, 907
ekSKFILL, 1178
ekSNOHOST, 909
ekSNONET, 909
ekSOK, 909
ekSPLIT_FIXED0, 1241
ekSPLIT_FIXED1, 1241
ekSPLIT_NORMAL, 1241
ekSSTREAM, 909
ekSTBROKEN, 944
ekSTCORRUPT, 944
ekSTEND, 944
ekSTIMEOUT, 909
ekSTOK, 944
ekSTROKE, 1178
ekSUNDAY, 906
ekSUNDEF, 909
ekTABLET, 905
ekTAMPER, 950
ekTAPOST, 950
ekTASTERK, 949
ekTAT, 950
ekTBSLASH, 950
ekTCIRCUM, 950
ekTCLOSBRAC, 949
ekTCLOSCURL, 949
ekTCLOSPAR, 949
ekTCOLON, 949
ekTCOMMA, 949
ekTCORRUP, 950
ekTDOLLAR, 949
ekTEOF, 950
ekTEOL, 949
ekTEQUALS, 949
ekTEXCLA, 950
ekTGREAT, 949
ekTHEX, 950
ekTHURSDAY, 906
ekTIDENT, 950
ekTINTEGER, 950
ekTLESS, 949
ekTMINUS, 949
ekTMLCOM, 949
ekTOCTAL, 950

ekTOP, 1178
ekTOPENBRAC, 949
ekTOPENCURL, 949
ekTOPENPAR, 949
ekTPERCEN, 950
ekTPERIOD, 949
ekTPLUS, 949
ekTPOUND, 950
ekTQUEST, 950
ekTQUOTE, 950
ekTREAL, 950
ekTRESERVED, 950
ekTSCOLON, 949
ekTSLASH, 950
ekTSLCOM, 949
ekTSPACE, 949
ekTSTRING, 950
ekTTILDE, 950
ekTUESDAY, 906
ekTUNDEF, 950
ekTVLINE, 950
ekUTF16, 850
ekUTF32, 850
ekUTF8, 850
ekWEDNESDAY, 906
ekWIN_10, 906
ekWIN_2K, 905
ekWIN_7, 906
ekWIN_71, 906
ekWIN_8, 906
ekWIN_81, 906
ekWIN_9x, 905
ekWIN_NO, 906
ekWIN_NT4, 905
ekWIN_VI, 906
ekWIN_VI1, 906
ekWIN_VI2, 906
ekWIN_XP, 905
ekWIN_XP1, 906
ekWIN_XP2, 906
ekWIN_XP3, 906
ekWINDOW_CLOSE, 1242
ekWINDOW_EDGE, 1241
ekWINDOW_ESC, 1242
ekWINDOW_FLAG, 1241
ekWINDOW_MAX, 1242
ekWINDOW_MIN, 1242
ekWINDOW_MODAL_NOHIDE, 1242
ekWINDOW_RESIZE, 1242
ekWINDOW_RETURN, 1242
ekWINDOW_STD, 1242
ekWINDOW_STDRES, 1242
ekWINDOW_TITLE, 1242
ekWINDOWS, 905
ekWRITE, 907
ellipsis_t, 1179
encode_finish, 1409
encode_start, 1409
endian_t, 906
evbind_modify, 1260
evbind_object, 1260
EvButton, 1245
EvDraw, 1248
Event, 952
event_params, 1081
event_result, 1082
event_sender, 1081
event_type, 1081
EvFileDir, 953
EvKey, 1249
EvMenu, 1250
EvMouse, 1248
EvPos, 1250
EvScroll, 1251
EvSize, 1250
EvSlider, 1247
EvTbCell, 1252
EvTbPos, 1251
EvTbRect, 1252
EvTbRow, 1251
EvTbSel, 1252
EvText, 1247
EvTextFilter, 1247
EvWheel, 1249

EvWinClose, 1250

FALSE, 846
ferror_t, 908
File, 909
file_mode_t, 907
file_seek_t, 907
file_type_t, 907
fillwrap_t, 1178
FocusInfo, 1253
Font, 1180
font_ascent, 1232
font_copy, 1228
font_create, 1226
font_descent, 1232
font_destroy, 1229
font_equals, 1229
font_exists_family, 1234
font_extents, 1233
font_family, 1230
font_height, 1231
font_installed_families, 1234
font_installed_monospace, 1234
font_is_monospace, 1233
font_leading, 1232
font_mini_size, 1230
font_monospace, 1227
font_native, 1235
font_regular_size, 1229
font_size, 1230
font_small_size, 1229
font_style, 1233
font_system, 1226
font_width, 1231
font_with_style, 1227
font_with_width, 1227
font_with_xscale, 1228
font_xscale, 1231
FPtr_app_create, 1403
FPtr_app_update, 1403
FPtr_assert, 852
FPtr_compare, 851
FPtr_compare_ex, 851
FPtr_copy, 850
FPtr_destroy, 850
FPtr_event_handler, 954
FPtr_read, 954
FPtr_read_init, 955
FPtr_remove, 954
FPtr_scopy, 851
FPtr_task_end, 1404
FPtr_task_main, 1403
FPtr_task_update, 1404
FPtr_thread_main, 910
FPtr_write, 955
fstyle_t, 1177

gui_alt_color, 1255
gui_border_color, 1257
gui_close_t, 1238
gui_cursor_t, 1237
gui_dark_mode, 1255
gui_event_t, 1240
gui_file, 1255
gui_finish, 1253
gui_focus_t, 1239
gui_image, 1254
gui_info_window, 1259
gui_label_color, 1256
gui_language, 1254
gui_line_color, 1256
gui_link_color, 1256
gui_mouse_pos, 1257
gui_mouse_t, 1237
gui_notif_t, 1242
gui_OnIdle, 1258
gui_OnNotification, 1258
gui_OnThemeChanged, 1258
gui_orient_t, 1237
gui_resolution, 1257
gui_respack, 1253
gui_scale_t, 1238
gui_scroll_t, 1239
gui_start, 1253

gui_state_t, 1237
gui_tab_t, 1239
gui_text, 1254
gui_update, 1257
gui_update_transitions, 1258
gui_view_color, 1256
GuiControl, 1242
guicontrol, 1260
guicontrol_button, 1261
guicontrol_combo, 1262
guicontrol_edit, 1262
guicontrol_get_tag, 1265
guicontrol_imageview, 1264
guicontrol_label, 1261
guicontrol_listbox, 1262
guicontrol_panel, 1265
guicontrol_popup, 1261
guicontrol_progress, 1263
guicontrol_slider, 1263
guicontrol_splitview, 1264
guicontrol_tableview, 1264
guicontrol_tag, 1265
guicontrol_textview, 1263
guicontrol_updown, 1262
guicontrol_view, 1263
guicontrol_webview, 1264

heap_aligned_calloc, 959
heap_aligned_malloc, 958
heap_aligned_realloc, 959
heap_auditor_add, 963
heap_auditor_delete, 963
heap_calloc, 957
heap_delete, 963
heap_delete_n, 963
heap_end_mt, 956
heap_free, 960
heap_leaks, 956
heap_malloc, 957
heap_new, 960
heap_new0, 961
heap_new_n, 961
heap_new_n0, 961
heap_realloc, 958
heap_realloc_n, 962
heap_start_mt, 955
heap_stats, 956
heap_verbose, 956
hfile_appdata, 1091
hfile_buffer, 1088
hfile_copy, 1087
hfile_date, 1085
hfile_dir, 1084
hfile_dir_create, 1084
hfile_dir_destroy, 1085
hfile_dir_entry_remove, 1085
hfile_dir_list, 1085
hfile_dir_loop, 1090
hfile_dir_sync, 1086
hfile_exists, 1087
hfile_from_data, 1090
hfile_from_string, 1089
hfile_home_dir, 1092
hfile_is_uptodate, 1087
hfile_stream, 1089
hfile_string, 1088
hfile_tmp_path, 1092
Http, 1419
http_add_header, 1421
http_clear_headers, 1421
http_create, 1420
http_destroy, 1420
http_dget, 1425
http_exists, 1425
http_get, 1421
http_post, 1422
http_response_body, 1424
http_response_header, 1424
http_response_message, 1423
http_response_name, 1423
http_response_protocol, 1422
http_response_size, 1423
http_response_status, 1422
http_response_value, 1424

http_secure, 1420

ierror_t, 1419
IListener, 952
Image, 1180
image_codec, 1223
image_copy, 1218
image_data, 1225
image_destroy, 1222
image_format, 1222
image_frame_length, 1224
image_from_data, 1217
image_from_file, 1217
image_from_pixbuf, 1217
image_from_pixels, 1216
image_from_resource, 1218
image_get_codec, 1224
image_get_data, 1225
image_height, 1222
image_native, 1225
image_num_frames, 1224
image_pixels, 1223
image_read, 1220
image_rotate, 1219
image_scale, 1220
image_to_file, 1221
image_trim, 1219
image_width, 1222
image_write, 1221
ImageView, 1244
imageview_create, 1328
imageview_image, 1329
imageview_OnClick, 1329
imageview_OnOverDraw, 1329
imageview_scale, 1329
imageview_size, 1328
inet_finish, 1420
inet_start, 1419
INT16_MAX, 847
INT16_MIN, 847
int16_t, 845
INT32_MAX, 847
INT32_MIN, 847
int32_t, 845
INT64_MAX, 848
INT64_MIN, 847
int64_t, 845
INT8_MAX, 847
INT8_MIN, 847
int8_t, 845

json_destopt, 1415
json_destroy, 1415
json_read, 1413
json_read_str, 1414
json_write, 1414
json_write_str, 1414
JsonOpts, 1409

kBMATH_DEG2RADd, 849
kBMATH_DEG2RADf, 849
kBMATH_Ed, 848
kBMATH_Ef, 848
kBMATH_INFINITYd, 850
kBMATH_INFINITYf, 850
kBMATH_LN10d, 849
kBMATH_LN10f, 849
kBMATH_LN2d, 848
kBMATH_LN2f, 848
kBMATH_PId, 849
kBMATH_PIf, 849
kBMATH_RAD2DEGd, 849
kBMATH_RAD2DEGf, 849
kBMATH_SQRT2d, 849
kBMATH_SQRT2f, 849
kBMATH_SQRT3d, 849
kBMATH_SQRT3f, 849
kBOX2D_NULLd, 1102
kBOX2D_NULLf, 1102
kCIR2D_NULLd, 1102
kCIR2D_NULLf, 1102
kCOLOR_BLACK, 1175
kCOLOR_BLUE, 1176
kCOLOR_CYAN, 1176

kCOLOR_DEFAULT, 1175
kCOLOR_GREEN, 1176
kCOLOR_MAGENTA, 1176
kCOLOR_RED, 1175
kCOLOR_TRANSPARENT, 1175
kCOLOR_WHITE, 1175
kCOLOR_YELLOW, 1176
kDATE_NULL, 944
kDEG2RAD, 849
kDEVNULL, 944
kE, 848
KeyBuf, 952
keybuf_clear, 1083
keybuf_create, 1082
keybuf_destroy, 1082
keybuf_dump, 1084
keybuf_OnDown, 1083
keybuf_OnUp, 1082
keybuf_pressed, 1083
keybuf_str, 1084
kIDENT, 1102
kINFINITY, 850
kLN10, 849
kLN2, 848
kNULL, 1102
kPI, 849
kR2D_ZEROd, 1102
kR2D_ZEROf, 1102
kRAD2DEG, 849
kS2D_ZEROd, 1101
kS2D_ZEROf, 1101
kSQRT2, 849
kSQRT3, 849
kSTDERR, 943
kSTDIN, 943
kSTDOUT, 943
kT2D_IDENTd, 1102
kT2D_IDENTf, 1102
kV2D_Xd, 1101
kV2D_Xf, 1101
kV2D_Yd, 1101
kV2D_Yf, 1101
kV2D_ZEROd, 1101
kV2D_ZEROf, 1101
kX, 1101
kY, 1101
kZERO, 1101, 1102

Label, 1242
label_align, 1268
label_bgcolor, 1269
label_bgcolor_over, 1269
label_color, 1268
label_color_over, 1269
label_create, 1265
label_font, 1267
label_get_font, 1267
label_min_width, 1266
label_multiline, 1268
label_OnClick, 1266
label_size_text, 1267
label_style_over, 1268
label_text, 1266
Layout, 1245
layout_bgcolor, 1368
layout_button, 1347
layout_cell, 1346
layout_combo, 1348
layout_control, 1346
layout_create, 1345
layout_dbind, 1369
layout_dbind_get_obj, 1370
layout_dbind_obj, 1370
layout_dbind_update, 1370
layout_edit, 1347
layout_get_button, 1353
layout_get_combo, 1354
layout_get_edit, 1354
layout_get_imageview, 1357
layout_get_label, 1353
layout_get_layout, 1359
layout_get_listbox, 1355
layout_get_panel, 1358
layout_get_popup, 1353

layout_get_progress, 1356
layout_get_slider, 1355
layout_get_splitview, 1358
layout_get_tableview, 1357
layout_get_textview, 1356
layout_get_updown, 1355
layout_get_view, 1356
layout_get_webview, 1357
layout_halign, 1366
layout_hexpand, 1363
layout_hexpand2, 1363
layout_hexpand3, 1364
layout_hmargin, 1362
layout_hsize, 1362
layout_imageview, 1351
layout_insert_col, 1360
layout_insert_row, 1360
layout_label, 1346
layout_layout, 1352
layout_listbox, 1348
layout_margin, 1367
layout_margin2, 1368
layout_margin4, 1368
layout_ncols, 1359
layout_nrows, 1359
layout_panel, 1352
layout_panel_replace, 1352
layout_popup, 1347
layout_progress, 1349
layout_remove_col, 1360
layout_remove_row, 1361
layout_show_col, 1367
layout_show_row, 1367
layout_skcolor, 1369
layout_slider, 1349
layout_splitview, 1351
layout_tableview, 1351
layout_taborder, 1361
layout_tabstop, 1361
layout_textview, 1350
layout_update, 1369
layout_updown, 1348
layout_valign, 1366
layout_vexpand, 1364
layout_vexpand2, 1365
layout_vexpand3, 1365
layout_view, 1350
layout_vmargin, 1363
layout_vsize, 1362
layout_webview, 1350
linecap_t, 1177
linejoin_t, 1178
ListBox, 1243
listbox_add_elem, 1295
listbox_check, 1297
listbox_checkbox, 1295
listbox_checked, 1299
listbox_clear, 1297
listbox_color, 1297
listbox_count, 1298
listbox_create, 1293
listbox_del_elem, 1296
listbox_font, 1296
listbox_get_row_height, 1299
listbox_get_selected, 1299
listbox_multisel, 1295
listbox_OnDown, 1293
listbox_OnSelect, 1294
listbox_select, 1297
listbox_selected, 1298
listbox_set_elem, 1296
listbox_size, 1295
listbox_text, 1298
listen, 1079
Listener, 952
listener, 1078
listener_destroy, 1079
listener_event, 1080
listener_pass_event, 1080
listener_update, 1079
log_file, 940
log_get_file, 941
log_output, 940
log_printf, 940

Menu, 1245
menu_add_item, 1392
menu_count, 1394
menu_create, 1392
menu_del_item, 1393
menu_destroy, 1392
menu_get_citem, 1394
menu_get_item, 1394
menu_imp, 1395
menu_ins_item, 1393
menu_is_menubar, 1395
menu_launch, 1393
menu_off_items, 1393
MenuItem, 1245
menuitem_create, 1395
menuitem_enabled, 1396
menuitem_get_enabled, 1398
menuitem_get_separator, 1398
menuitem_get_state, 1399
menuitem_get_submenu, 1399
menuitem_get_text, 1398
menuitem_get_visible, 1399
menuitem_image, 1397
menuitem_key, 1397
menuitem_OnClick, 1396
menuitem_separator, 1395
menuitem_state, 1396
menuitem_submenu, 1397
menuitem_text, 1397
menuitem_visible, 1396
mkey_t, 948
month_t, 906
Mutex, 910

NULL, 846

OBB2D, 1106
OBB2D::angle, 1145
OBB2D::area, 1146
OBB2D::box, 1146
OBB2D::center, 1144
OBB2D::copy, 1141
OBB2D::corners, 1144
OBB2D::create, 1139
OBB2D::destroy, 1142
OBB2D::from_line, 1140
OBB2D::from_points, 1141
OBB2D::height, 1145
OBB2D::move, 1143
OBB2D::transform, 1143
OBB2D::update, 1142
OBB2D::width, 1144
obb2d_angled, 1145
obb2d_anglef, 1145
obb2d_aread, 1146
obb2d_areaf, 1146
obb2d_boxd, 1146
obb2d_boxf, 1146
obb2d_centerd, 1144
obb2d_centerf, 1144
obb2d_copyd, 1141
obb2d_copyf, 1141
obb2d_cornersd, 1144
obb2d_cornersf, 1144
obb2d_created, 1139
obb2d_createf, 1139
obb2d_destroyd, 1142
obb2d_destroyf, 1142
obb2d_from_lined, 1140
obb2d_from_linef, 1140
obb2d_from_pointsd, 1141
obb2d_from_pointsf, 1141
obb2d_heightd, 1145
obb2d_heightf, 1145
obb2d_moved, 1143
obb2d_movef, 1143
obb2d_transformd, 1143
obb2d_transformf, 1143
obb2d_updated, 1142
obb2d_updatef, 1142
obb2d_widthd, 1144
obb2d_widthf, 1144
ogl3d_begin_draw, 1430
ogl3d_context, 1429

ogl3d_destroy, 1430
ogl3d_end_draw, 1430
ogl3d_err_str, 1431
ogl3d_finish, 1429
ogl3d_set_size, 1431
ogl3d_start, 1429
oglapi_t, 1427
OGLCtx, 1429
oglerr_t, 1428
OGLProps, 1428
osapp_argc, 1405
osapp_argv, 1406
osapp_finish, 1405
osapp_menubar, 1407
osapp_open_url, 1407
osapp_task, 1406
osbs_endian, 911
osbs_finish, 911
osbs_platform, 911
osbs_start, 911
osbs_windows, 911
osmain, 1404
osmain_sync, 1405

Palette, 1180
palette_binary, 1209
palette_cga2, 1207
palette_colors, 1210
palette_colors_const, 1210
palette_create, 1207
palette_destroy, 1210
palette_ega4, 1207
palette_gray1, 1208
palette_gray2, 1208
palette_gray4, 1209
palette_gray8, 1209
palette_rgb8, 1208
palette_size, 1210
Panel, 1245
panel_create, 1378
panel_custom, 1379
panel_data, 1379
panel_get_data, 1379
panel_get_layout, 1380
panel_layout, 1380
panel_scroll, 1378
panel_scroll_height, 1382
panel_scroll_width, 1381
panel_size, 1380
panel_update, 1381
panel_visible_layout, 1381
perror_t, 908
Pixbuf, 1180
pixbuf_cdata, 1214
pixbuf_convert, 1212
pixbuf_copy, 1211
pixbuf_create, 1211
pixbuf_data, 1214
pixbuf_destroy, 1212
pixbuf_dsize, 1214
pixbuf_format, 1213
pixbuf_format_bpp, 1215
pixbuf_get, 1215
pixbuf_height, 1213
pixbuf_set, 1216
pixbuf_size, 1213
pixbuf_trim, 1211
pixbuf_width, 1213
pixformat_t, 1176
platform_t, 905
Pol2D, 1107
Pol2D::area, 1152
Pol2D::box, 1153
Pol2D::ccw, 1153
Pol2D::centroid, 1154
Pol2D::convex, 1154
Pol2D::convex_hull, 1150
Pol2D::convex_partition, 1155
Pol2D::copy, 1150
Pol2D::create, 1149
Pol2D::destroy, 1151
Pol2D::n, 1152
Pol2D::points, 1151
Pol2D::transform, 1151

Pol2D::triangles, 1155
Pol2D::visual_center, 1154
pol2d_aread, 1152
pol2d_areaf, 1152
pol2d_boxd, 1153
pol2d_boxf, 1153
pol2d_ccwd, 1153
pol2d_ccwf, 1153
pol2d_centroidd, 1154
pol2d_centroidf, 1154
pol2d_convex_hulld, 1150
pol2d_convex_hullf, 1150
pol2d_convex_partitiond, 1155
pol2d_convex_partitionf, 1155
pol2d_convexd, 1154
pol2d_convexf, 1154
pol2d_copyd, 1150
pol2d_copyf, 1150
pol2d_created, 1149
pol2d_createf, 1149
pol2d_destroyd, 1151
pol2d_destroyf, 1151
pol2d_nd, 1152
pol2d_nf, 1152
pol2d_pointsd, 1151
pol2d_pointsf, 1151
pol2d_transformd, 1151
pol2d_transformf, 1151
pol2d_trianglesd, 1155
pol2d_trianglesf, 1155
pol2d_visual_centerd, 1154
pol2d_visual_centerf, 1154
PopUp, 1243
popup_add_elem, 1277
popup_clear, 1278
popup_count, 1278
popup_create, 1276
popup_get_selected, 1279
popup_get_text, 1279
popup_list_height, 1278
popup_OnSelect, 1276
popup_selected, 1279
popup_set_elem, 1277
popup_tooltip, 1277
Proc, 910
Progress, 1244
progress_create, 1303
progress_min_width, 1303
progress_undefined, 1304
progress_value, 1304
ptr_assign, 856
ptr_copyopt, 857
ptr_destopt, 856
ptr_dget, 855
ptr_dget_no_null, 856
ptr_get, 855

R2D, 1103, 1119
R2D::center, 1119
R2D::clip, 1121
R2D::collide, 1120
R2D::contains, 1120
R2D::join, 1121
r2d_centerd, 1119
r2d_centerf, 1119
r2d_clipd, 1121
r2d_clipf, 1121
r2d_collided, 1120
r2d_collidef, 1120
r2d_containsd, 1120
r2d_containsf, 1120
r2d_joind, 1121
r2d_joinf, 1121
r2dd, 1119
r2df, 1119
real, 846
real32_t, 846
real64_t, 846
RegEx, 952
regex_create, 1077
regex_destroy, 1078
regex_match, 1078
REnv, 850
ResId, 953

ResPack, 953
respack_destroy, 1092
respack_file, 1093
respack_text, 1093

S2D, 1103, 1118
s2dd, 1118
s2df, 1118
Seg2D, 1104, 1127
Seg2D::close_param, 1130
Seg2D::eval, 1129
Seg2D::length, 1129
Seg2D::point_sqdist, 1130
Seg2D::sqdist, 1131
Seg2D::sqlength, 1129
Seg2D::v, 1128
seg2d_close_paramd, 1130
seg2d_close_paramf, 1130
seg2d_evald, 1129
seg2d_evalf, 1129
seg2d_lengthd, 1129
seg2d_lengthf, 1129
seg2d_point_sqdistd, 1130
seg2d_point_sqdistf, 1130
seg2d_sqdistd, 1131
seg2d_sqdistf, 1131
seg2d_sqlengthd, 1129
seg2d_sqlengthf, 1129
seg2d_vd, 1128
seg2d_vf, 1128
seg2dd, 1127
seg2df, 1127
serror_t, 908
SetPt, 952
setpt_create, 1031
setpt_delete, 1034
setpt_destroy, 1032
setpt_first, 1035
setpt_first_const, 1035
setpt_forback, 1039
setpt_forback_const, 1039
setpt_foreach, 1037
setpt_foreach_const, 1038
setpt_fornext, 1038
setpt_fornext_const, 1038
setpt_forprev, 1039
setpt_forprev_const, 1039
setpt_get, 1032
setpt_get_const, 1033
setpt_insert, 1033
setpt_last, 1035
setpt_last_const, 1036
setpt_next, 1036
setpt_next_const, 1036
setpt_prev, 1037
setpt_prev_const, 1037
setpt_size, 1032
SetSt, 951
setst_create, 1023
setst_delete, 1025
setst_destroy, 1023
setst_first, 1026
setst_first_const, 1026
setst_forback, 1030
setst_forback_const, 1030
setst_foreach, 1029
setst_foreach_const, 1029
setst_fornext, 1029
setst_fornext_const, 1030
setst_forprev, 1031
setst_forprev_const, 1031
setst_get, 1024
setst_get_const, 1024
setst_insert, 1025
setst_last, 1027
setst_last_const, 1027
setst_next, 1027
setst_next_const, 1028
setst_prev, 1028
setst_prev_const, 1028
setst_size, 1024
Slider, 1243
slider_create, 1301
slider_get_value, 1303

slider_min_width, 1302
slider_OnMoved, 1301
slider_steps, 1302
slider_tooltip, 1302
slider_value, 1303
slider_vertical, 1301
Socket, 910
split_mode_t, 1241
SplitView, 1244
splitview_get_pos, 1344
splitview_horizontal, 1341
splitview_minsize0, 1345
splitview_minsize1, 1345
splitview_panel, 1343
splitview_pos, 1343
splitview_splitview, 1343
splitview_tableview, 1342
splitview_textview, 1341
splitview_vertical, 1341
splitview_view, 1341
splitview_visible0, 1344
splitview_visible1, 1344
splitview_webview, 1342
sstate_t, 944
stm_append_file, 1049
stm_buffer, 1058
stm_buffer_size, 1059
stm_bytes_readed, 1053
stm_bytes_written, 1053
stm_close, 1050
stm_col, 1054
stm_corrupt, 1058
stm_file_err, 1057
stm_flush, 1076
stm_from_block, 1048
stm_from_file, 1049
stm_get_read_endian, 1051
stm_get_read_utf, 1052
stm_get_write_endian, 1050
stm_get_write_utf, 1052
stm_is_memory, 1053
stm_lines, 1077
stm_memory, 1048
stm_next, 1077
stm_pipe, 1076
stm_printf, 1060
stm_read, 1065
stm_read_bool, 1071
stm_read_char, 1065
stm_read_chars, 1066
stm_read_enum, 1075
stm_read_i16, 1072
stm_read_i16_tok, 1068
stm_read_i32, 1072
stm_read_i32_tok, 1068
stm_read_i64, 1072
stm_read_i64_tok, 1068
stm_read_i8, 1071
stm_read_i8_tok, 1067
stm_read_line, 1066
stm_read_r32, 1074
stm_read_r32_tok, 1070
stm_read_r64, 1074
stm_read_r64_tok, 1071
stm_read_token, 1067
stm_read_trim, 1066
stm_read_u16, 1073
stm_read_u16_tok, 1069
stm_read_u32, 1073
stm_read_u32_tok, 1069
stm_read_u64, 1074
stm_read_u64_tok, 1070
stm_read_u8, 1073
stm_read_u8_tok, 1069
stm_row, 1054
stm_set_read_endian, 1051
stm_set_read_utf, 1053
stm_set_write_endian, 1051
stm_set_write_utf, 1052
stm_skip, 1075
stm_skip_bom, 1075
stm_skip_token, 1076
stm_sock_err, 1057
stm_socket, 1050

stm_state, 1057
stm_str, 1058
stm_to_file, 1049
stm_token_col, 1054
stm_token_comments, 1056
stm_token_escapes, 1056
stm_token_lexeme, 1055
stm_token_row, 1055
stm_token_spaces, 1056
stm_write, 1059
stm_write_bool, 1061
stm_write_char, 1059
stm_write_enum, 1064
stm_write_i16, 1061
stm_write_i32, 1062
stm_write_i64, 1062
stm_write_i8, 1061
stm_write_r32, 1064
stm_write_r64, 1064
stm_write_u16, 1063
stm_write_u32, 1063
stm_write_u64, 1063
stm_write_u8, 1062
stm_writef, 1060
str_c, 966
str_cat, 973
str_cat_c, 974
str_cmp, 977
str_cmp_c, 978
str_cmp_cn, 978
str_cn, 966
str_copy, 967
str_copy_c, 973
str_copy_cn, 973
str_cpath, 969
str_crelpath, 970
str_destopt, 975
str_destroy, 975
str_empty, 978
str_empty_c, 979
str_equ, 979
str_equ_c, 979
str_equ_cn, 980
str_equ_end, 980
str_equ_nocase, 980
str_filename, 986
str_filext, 987
str_fill, 971
str_find, 987
str_is_prefix, 976
str_is_sufix, 977
str_len, 975
str_len_c, 975
str_lower, 981
str_lower_c, 982
str_nchars, 976
str_path, 968
str_prefix, 976
str_printf, 968
str_read, 971
str_relpath, 969
str_repl, 970
str_repl_c, 983
str_reserve, 971
str_scmp, 977
str_split, 983
str_split_pathext, 986
str_split_pathname, 985
str_split_trim, 984
str_splits, 985
str_str, 983
str_subs, 982
str_to_i16, 988
str_to_i32, 988
str_to_i64, 989
str_to_i8, 987
str_to_r32, 991
str_to_r64, 991
str_to_u16, 989
str_to_u32, 990
str_to_u64, 990
str_to_u8, 989
str_trim, 967
str_trim_n, 967

str_upd, 974
str_upper, 981
str_upper_c, 981
str_write, 972
str_writef, 972
Stream, 952
String, 951

T2D, 1104
T2D::decompose, 1127
T2D::inverse, 1125
T2D::invfast, 1124
T2D::move, 1122
T2D::mult, 1125
T2D::rotate, 1123
T2D::scale, 1123
T2D::vmult, 1126
T2D::vmultn, 1126
t2d_decomposed, 1127
t2d_decomposef, 1127
t2d_inversed, 1125
t2d_inversef, 1125
t2d_invfastd, 1124
t2d_invfastf, 1124
t2d_moved, 1122
t2d_movef, 1122
t2d_multd, 1125
t2d_multf, 1125
t2d_rotated, 1123
t2d_rotatef, 1123
t2d_scaled, 1123
t2d_scalef, 1123
t2d_tod, 1122
t2d_tof, 1122
t2d_vmultd, 1126
t2d_vmultf, 1126
t2d_vmultnd, 1126
t2d_vmultnf, 1126
TableView, 1244
tableview_column_align, 1333
tableview_column_freeze, 1334
tableview_column_limits, 1333
tableview_column_resizable, 1333
tableview_column_width, 1332
tableview_create, 1330
tableview_deselect, 1338
tableview_deselect_all, 1339
tableview_focus_row, 1339
tableview_font, 1331
tableview_get_focus_row, 1340
tableview_grid, 1337
tableview_header_align, 1334
tableview_header_clickable, 1335
tableview_header_height, 1336
tableview_header_resizable, 1336
tableview_header_title, 1334
tableview_header_visible, 1335
tableview_hkey_scroll, 1337
tableview_multisel, 1337
tableview_new_column_text, 1332
tableview_OnData, 1330
tableview_OnHeaderClick, 1331
tableview_OnRowClick, 1331
tableview_OnSelect, 1330
tableview_row_height, 1336
tableview_scroll_visible, 1340
tableview_select, 1338
tableview_selected, 1339
tableview_size, 1332
tableview_update, 1338
tc, 966
tcc, 966
TextView, 1244
textview_afspace, 1322
textview_apply_all, 1323
textview_apply_select, 1323
textview_bfspace, 1322
textview_bgcolor, 1321
textview_clear, 1317
textview_color, 1320
textview_copy, 1325
textview_cpos_printf, 1318
textview_cpos_writef, 1318
textview_create, 1316

textview_cut, 1326
textview_del_select, 1325
textview_editable, 1324
textview_family, 1319
textview_fsize, 1320
textview_fstyle, 1320
textview_get_text, 1325
textview_halign, 1321
textview_lspacing, 1322
textview_OnFilter, 1316
textview_OnFocus, 1316
textview_paste, 1326
textview_pgcolor, 1321
textview_printf, 1317
textview_rtf, 1319
textview_scroll_caret, 1325
textview_scroll_visible, 1323
textview_select, 1324
textview_show_select, 1324
textview_size, 1316
textview_units, 1319
textview_wrap, 1326
textview_writef, 1318
Thread, 910
token_t, 949
Tri2D, 1106, 1146
Tri2D::area, 1148
Tri2D::ccw, 1149
Tri2D::centroid, 1149
Tri2D::transform, 1148
Tri2D::v, 1147
tri2d_aread, 1148
tri2d_areaf, 1148
tri2d_ccwd, 1149
tri2d_ccwf, 1149
tri2d_centroidd, 1149
tri2d_centroidf, 1149
tri2d_transformd, 1148
tri2d_transformf, 1148
tri2d_vd, 1147
tri2d_vf, 1147
tri2dd, 1146
tri2df, 1146
TRUE, 846

UINT16_MAX, 848
uint16_t, 845
UINT32_MAX, 848
uint32_t, 845
UINT64_MAX, 848
uint64_t, 846
UINT8_MAX, 848
uint8_t, 845
unicode_back, 863
unicode_convers, 857
unicode_convers_n, 858
unicode_convers_nbytes, 858
unicode_convers_nbytes_n, 859
unicode_isalnum, 864
unicode_isalpha, 865
unicode_isascii, 864
unicode_iscntrl, 865
unicode_isdigit, 865
unicode_isgraph, 866
unicode_islower, 868
unicode_isprint, 866
unicode_ispunct, 866
unicode_isspace, 867
unicode_isupper, 868
unicode_isxdigit, 867
unicode_move, 864
unicode_nbytes, 859
unicode_nchars, 860
unicode_next, 862
unicode_t, 850
unicode_to_char, 861
unicode_to_u32, 860
unicode_to_u32b, 860
unicode_tolower, 868
unicode_toupper, 869
unicode_valid, 862
unicode_valid_str, 861
unicode_valid_str_n, 862
unref, 852

UpDown, 1243
updown_create, 1300
updown_OnClick, 1300
updown_tooltip, 1301
Url, 1409
url_destroy, 1416
url_fragment, 1418
url_host, 1417
url_params, 1417
url_parse, 1415
url_pass, 1416
url_path, 1417
url_port, 1418
url_query, 1417
url_resource, 1418
url_scheme, 1416
url_user, 1416

V2D, 1102, 1107
V2D::add, 1109
V2D::angle, 1117
V2D::dist, 1116
V2D::dot, 1115
V2D::from, 1110
V2D::from_angle, 1114
V2D::length, 1115
V2D::mid, 1111
V2D::mul, 1110
V2D::norm, 1114
V2D::perp_neg, 1113
V2D::perp_pos, 1113
V2D::rotate, 1118
V2D::sqdist, 1116
V2D::sqlength, 1115
V2D::sub, 1109
V2D::unit, 1111
V2D::unit_xy, 1112
v2d_addd, 1109
v2d_addf, 1109
v2d_angled, 1117
v2d_anglef, 1117
v2d_distd, 1116
v2d_distf, 1116
v2d_dotd, 1115
v2d_dotf, 1115
v2d_from_angled, 1114
v2d_from_anglef, 1114
v2d_fromd, 1110
v2d_fromf, 1110
v2d_lengthd, 1115
v2d_lengthf, 1115
v2d_midd, 1111
v2d_midf, 1111
v2d_muld, 1110
v2d_mulf, 1110
v2d_normd, 1114
v2d_normf, 1114
v2d_perp_negd, 1113
v2d_perp_negf, 1113
v2d_perp_posd, 1113
v2d_perp_posf, 1113
v2d_rotated, 1118
v2d_rotatef, 1118
v2d_sqdistd, 1116
v2d_sqdistf, 1116
v2d_sqlengthd, 1115
v2d_sqlengthf, 1115
v2d_subd, 1109
v2d_subf, 1109
v2d_tod, 1108
v2d_todn, 1109
v2d_tof, 1108
v2d_tofn, 1108
v2d_unit_xyd, 1112
v2d_unit_xyf, 1112
v2d_unitd, 1111
v2d_unitf, 1111
v2dd, 1107
v2df, 1107
View, 1244
view_allow_tab, 1312
view_content_size, 1313
view_create, 1304
view_custom, 1305

view_data, 1305
view_get_data, 1305
view_get_size, 1312
view_keybuf, 1312
view_native, 1315
view_OnAcceptFocus, 1311
view_OnClick, 1309
view_OnDown, 1308
view_OnDrag, 1309
view_OnDraw, 1306
view_OnEnter, 1307
view_OnExit, 1307
view_OnFocus, 1310
view_OnKeyDown, 1310
view_OnKeyUp, 1310
view_OnMove, 1308
view_OnOverlay, 1306
view_OnResignFocus, 1311
view_OnScroll, 1311
view_OnSize, 1307
view_OnUp, 1308
view_OnWheel, 1309
view_point_scale, 1315
view_scroll, 1304
view_scroll_size, 1314
view_scroll_visible, 1314
view_scroll_x, 1313
view_scroll_y, 1313
view_size, 1306
view_update, 1315
view_viewport, 1314
vkey_t, 944

WebView, 1244
webview_back, 1328
webview_create, 1327
webview_forward, 1328
webview_navigate, 1327
webview_OnFocus, 1327
webview_size, 1327
week_day_t, 906
win_t, 905

Window, 1245
window_clear_hotkeys, 1386
window_client_to_screen, 1391
window_control_frame, 1390
window_create, 1382
window_cursor, 1391
window_cycle_tabstop, 1386
window_defbutton, 1391
window_destroy, 1382
window_flag_t, 1241
window_focus, 1387
window_focus_info, 1388
window_get_client_size, 1390
window_get_focus, 1388
window_get_origin, 1389
window_get_size, 1390
window_hide, 1384
window_hotkey, 1386
window_is_visible, 1385
window_modal, 1385
window_next_tabstop, 1387
window_OnClose, 1383
window_OnMoved, 1383
window_OnResize, 1383
window_origin, 1389
window_overlay, 1384
window_panel, 1382
window_previous_tabstop, 1387
window_show, 1384
window_size, 1389
window_stop_modal, 1385
window_title, 1384
window_update, 1389