LilyPond

El tipografiador de música

Extender

El equipo de desarrolladores de LilyPond

Este archivo explica la forma de extender las funcionalidades de LilyPond versión 2.14.2.

Para mayor información sobre la forma en que este manual se relaciona con el resto de la documentación, o para leer este manual en otros formatos, consulte Sección “Manuales” in *Información general*.

Si le falta algún manual, encontrará toda la documentación en `http://www.lilypond.org/`.

Copyright © 2003–2011 por los autores.

La traducción de la siguiente nota de copyright se ofrece como cortesía para las personas de habla no inglesa, pero únicamente la nota en inglés tiene validez legal.

The translation of the following copyright notice is provided for courtesy to non-English speakers, but only the notice in English legally counts.

> Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre de GNU, versión 1.1 o cualquier versión posterior publicada por la Free Software Foundation; sin ninguna de las secciones invariantes. Se incluye una copia de esta licencia dentro de la sección titulada “Licencia de Documentación Libre de GNU”.
>
> Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections. A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

Para la versión de LilyPond 2.14.2

Índice General

Apéndice A Tutorial de Scheme 1

A.1 Introducción a Scheme 1
A.1.1 Cajón de arena de Scheme 1
A.1.2 Variables de Scheme 1
A.1.3 Tipos de datos simples de Scheme 2
A.1.4 Tipos de datos compuestos de Scheme 2
A.1.5 Cálculos en Scheme 4
A.1.6 Procedimientos de Scheme 5
A.1.7 Condicionales de Scheme 6
A.2 Scheme dentro de LilyPond 7
A.2.1 Sintaxis del Scheme de LilyPond 7
A.2.2 Variables de LilyPond 7
A.2.3 Variables de entrada y Scheme 8
A.2.4 Propiedades de los objetos 9
A.2.5 Variables de LilyPond compuestas 9
A.2.6 Representación interna de la música 10
A.3 Construir funciones complicadas 10
A.3.1 Presentación de las expresiones musicales 11
A.3.2 Propiedades musicales 11
A.3.3 Duplicar una nota con ligaduras (ejemplo) 12
A.3.4 Añadir articulaciones a las notas (ejemplo) 13

1 Interfaces para programadores 16

1.1 Funciones musicales 16
1.1.1 Sintaxis de las funciones musicales 16
1.1.2 Funciones de sustitución sencillas 16
1.1.3 Funciones de sustitución intermedias 16
1.1.4 Matemáticas dentro de las funciones 17
1.1.5 Funciones sin argumentos 18
1.1.6 Funciones vacías 19
1.2 Funciones de marcado 19
1.2.1 Construcción de elementos de marcado en Scheme 19
1.2.2 Cómo funcionan internamente los elementos de marcado 20
1.2.3 Definición de una instrucción de marcado nueva 20
Sintaxis de la definición de instrucciones de marcado 20
Acerca de las propiedades 21
Un ejemplo completo 21
Adaptación de instrucciones incorporadas 23
1.2.4 Definición de nuevas instrucciones de lista de marcado 24
1.3 Contextos para programadores 25
1.3.1 Evaluación de contextos 25
1.3.2 Ejecutar una función sobre todos los objetos de la presentación 25
1.4 Funciones de callback 26
1.5 Código de Scheme en línea 27
1.6 Trucos difíciles 28

2 Interfaces de Scheme de LilyPond 30

Apéndice B GNU Free Documentation License **31**

Apéndice C Índice de LilyPond **38**

Apéndice A Tutorial de Scheme

LilyPond utiliza el lenguaje de programación Scheme, tanto como parte de la sintaxis del código de entrada, como para servir de mecanismo interno que une los módulos del programa entre sí. Esta sección es una panorámica muy breve sobre cómo introducir datos en Scheme. Si quiere saber más sobre Scheme, consulte http://www.schemers.org.

LilyPond utiliza la implementación GNU Guile de Scheme, que está basada en el estándar "R5RS" del lenguaje. Si está aprendiendo Scheme para usarlo con LilyPond, no se recomienda trabajar con una implementación distinta (o que se refiera a un estándar diferente). Hay información sobre Guile en http://www.gnu.org/software/guile/. El estándar de Scheme "R5RS" se encuentra en http://www.schemers.org/Documents/Standards/R5RS/.

A.1 Introducción a Scheme

Comenzaremos con una introducción a Scheme. Para esta breve introducción utilizaremos el intérprete GUILE para explorar la manera en que el lenguaje funciona. Una vez nos hayamos familiarizado con Scheme, mostraremos cómo se puede integrar el lenguaje en los archivos de LilyPond.

A.1.1 Cajón de arena de Scheme

La instalación de LilyPond incluye también la de la implementación Guile de Scheme. Sobre casi todos los sistemas puede experimentar en una "caja de arena" de Scheme abriendo una ventana del terminal y tecleando 'guile'. En algunos sistemas, sobre todo en Windows, podría necesitar ajustar la variable de entorno `GUILE_LOAD_PATH` a la carpeta `../usr/shr/guile/1.8` dentro de la instalación de LilyPond (para conocer la ruta completa a esta carpeta, consulte Sección "Otras fuentes de información" in *Manual de Aprendizaje*). Como alternativa, los usuarios de Windows pueden seleccionar simplemente 'Ejecutar' del menú Inicio e introducir 'guile'.

Una vez está funcionando el cajón de arena de Guile, verá un indicador del sistema de Guile:

```
guile>
```

Podemos introducir expresiones de Scheme en este indicador para experimentar con Scheme.

A.1.2 Variables de Scheme

Las variables de Scheme pueden tener cualquier valor válido de Scheme, incluso un procedimiento de Scheme.

Las variables de Scheme se crean con `define`:

```
guile> (define a 2)
guile>
```

Las variables de Scheme se pueden evaluar en el indicador del sistema de guile, simplemente tecleando el nombre de la variable:

```
guile> a
2
guile>
```

Las variables de Scheme se pueden imprimir en la pantalla utilizando la función display:

```
guile> (display a)
2guile>
```

Observe que el valor `2` y el indicador del sistema `guile` se muestran en la misma línea. Esto se puede evitar llamando al procedimiento de nueva línea o imprimiendo un carácter de nueva línea.

```
guile> (display a)(newline)
2
guile> (display a)(display "\n")
2
guile>
```

Una vez que se ha creado una variable, su valor se puede modificar con `set!`:

```
guile> (set! a 12345)
guile> a
12345
guile>
```

A.1.3 Tipos de datos simples de Scheme

El concepto más básico de un lenguaje son sus tipos de datos: números, cadenas de caracteres, listas, etc. He aquí una lista de los tipos de datos que son de relevancia respecto de la entrada de LilyPond.

Booleanos Los valores Booleanos son Verdadero y Falso. Verdadero en Scheme es `#t` y Falso es `#f`.

Números Los números se escriben de la forma normal, `1` es el número (entero) uno, mientras que `-1.5` es un número en coma flotante (un número no entero).

Cadenas Las cadenas se encierran entre comillas:

```
"esto es una cadena"
```

Las cadenas pueden abarcar varias líneas:

```
"esto
es
una cadena"
```

y los caracteres de nueva línea al final de cada línea se incluirán dentro de la cadena.

Los caracteres de nueva línea también se pueden añadir mediante la inclusión de `\n` en la cadena.

```
"esto\nes una\ncadena de varias líneas"
```

Las comillas dobles y barras invertidas se añaden a las cadenas precediéndolas de una barra invertida. La cadena `\a dijo "b"` se introduce como

```
"\\a dijo \"b\""
```

Existen más tipos de datos de Scheme que no se estudian aquí. Para ver un listado completo, consulte la guía de referencia de Guile, http://www.gnu.org/software/guile/manual/html_node/Simple-Data-Types.html.

A.1.4 Tipos de datos compuestos de Scheme

También existen tipos de datos compuestos en Scheme. Entre los tipos más usados en la programación de LilyPond se encuentran las parejas, las listas, las listas-A y las tablas de hash.

Parejas

El tipo fundacional de datos compuestos de Scheme es la `pareja`. Como se espera por su nombre, una pareja son dos valores unidos en uno solo. El operador que se usa para formar una pareja se llama `cons`.

```
guile> (cons 4 5)
(4 . 5)
guile>
```

Observe que la pareja se imprime como dos elementos rodeados por paréntesis y separados por un espacio, un punto (`.`) y otro espacio. El punto *no es* un punto decimal, sino más bien un indicador de pareja.

Las parejas también se pueden introducir como valores literales precediéndolos de un carácter de comilla simple o apóstrofo.

```
guile> '(4 . 5)
(4 . 5)
guile>
```

Los dos elementos de una pareja pueden ser cualquier valor válido de Scheme:

```
guile> (cons #t #f)
(#t . #f)
guile> '("bla-bla" . 3.1415926535)
("bla-bla" . 3.1415926535)
guile>
```

Se puede accede al primero y segundo elementos de la pareja mediante los procedimientos de Scheme `car` y `cdr`, respectivamente.

```
guile> (define mipareja (cons 123 "Hola")
... )
guile> (car mipareja)
123
guile> (cdr mipareja)
"Hola"
guile>
```

Nota: `cdr` se pronuncia "could-er", según Sussman y Abelson, véase http://mitpress.mit.edu/sicp/full-text/book/book-Z-H-14.html#footnote_Temp_133

Listas

Una estructura de datos muy común en Scheme es la *lista*. Formalmente, una lista se define como la lista vacía (representada como `'()`, o bien como una pareja cuyo `cdr` es una lista.

Existen muchas formas de crear listas. Quizá la más común es con el procedimiento `list`:

```
guile> (list 1 2 3 "abc" 17.5)
(1 2 3 "abc" 17.5)
```

Como se ve, una lista se imprime en la forma de elementos individuales separados por espacios y encerradas entre paréntesis. A diferencia de las parejas, no hay ningún punto entre los elementos.

También se puede escribir una lista como una lista literal encerrando sus elementos entre paréntesis y añadiendo un apóstrofo:

```
guile> '(17 23 "fulano" "mengano" "zutano")
(17 23 "fulano" "mengano" "zutano")
```

Las listas son una parte fundamental de Scheme. De hecho, Scheme se considera un dialecto de Lisp, donde 'lisp' es una abreviatura de 'List Processing' (proceso de listas). Todas las expresiones de Scheme son listas.

Listas asociativas (listas-A)

Un tipo especial de listas son las *listas asociativas* o *listas-A*. Se puede usar una lista-A para almacenar datos para su fácil recuperación posterior.

Las listas-A son listas cuyos elementos son parejas. El `car` de cada elemento se llama *clave*, y el `cdr` de cada elemento se llama *valor*. El procedimiento de Scheme `assoc` se usa para recuperar un elemento de la lista-A, y `cdr` se usa para recuperar el valor:

```
guile> (define mi-lista-a '((1  . "A") (2 . "B") (3 . "C")))
guile> mi-lista-a
((1 . "A") (2 . "B") (3 . "C"))
guile> (assoc 2 mi-lista-a)
(2 . "B")
guile> (cdr (assoc 2 mi-lista-a))
"B"
guile>
```

Las listas-A se usan mucho en LilyPond para almacenar propiedades y otros datos.

Tablas de hash

Estructuras de datos que se utilizan en LilyPond de forma ocasional. Una tabla de hash es similar a una matriz, pero los índices de la matriz pueden ser cualquier tipo de valor de Scheme, no sólo enteros.

Las tablas de hash son más eficientes que las listas-A si hay una gran cantidad de datos que almacenar y los datos cambian con muy poca frecuencia.

La sintaxis para crear tablas de hash es un poco compleja, pero veremos ejemplos de ello en el código fuente de LilyPond.

```
guile> (define h (make-hash-table 10))
guile> h
#<hash-table 0/31>
guile> (hashq-set! h 'key1 "val1")
"val1"
guile> (hashq-set! h 'key2 "val2")
"val2"
guile> (hashq-set! h 3 "val3")
"val3"
```

Los valores se recuperan de las tablas de hash mediante `hashq-ref`.

```
guile> (hashq-ref h 3)
"val3"
guile> (hashq-ref h 'key2)
"val2"
guile>
```

Las claves y los valores se recuperan como una pareja con `hashq-get-handle`. Ésta es la forma preferida, porque devuelve `#f` si no se encuentra la clave.

```
guile> (hashq-get-handle h 'key1)
(key1 . "val1")
guile> (hashq-get-handle h 'frob)
#f
guile>
```

A.1.5 Cálculos en Scheme

Scheme se puede usar para hacer cálculos. Utiliza sintaxis *prefija*. Sumar 1 y 2 se escribe como `(+ 1 2)` y no como el tradicional $1 + 2$.

```
guile> (+ 1 2)
3
```

Los cálculos se pueden anidar; el resultado de una función se puede usar para otro cálculo.

```
guile> (+ 1 (* 3 4))
13
```

Estos cálculos son ejemplos de evaluaciones; una expresión como `(* 3 4)` se sustituye por su valor `12`.

Los cálculos de Scheme son sensibles a las diferencias entre enteros y no enteros. Los cálculos enteros son exactos, mientras que los no enteros se calculan con los límites de precisión adecuados:

```
guile> (/ 7 3)
7/3
guile> (/ 7.0 3.0)
2.33333333333333
```

Cuando el intérprete de Scheme encuentra una expresión que es una lista, el primer elemento de la lista se trata como un procedimiento a evaluar con los argumentos del resto de la lista. Por tanto, todos los operadores en Scheme son operadores prefijos.

Si el primer elemento de una expresión de Scheme que es una lista que se pasa al intérprete *no es* un operador o un procedimiento, se produce un error:

```
guile> (1 2 3)

Backtrace:
In current input:
  52: 0* [1 2 3]

<unnamed port>:52:1: In expression (1 2 3):
<unnamed port>:52:1: Wrong type to apply: 1
ABORT: (misc-error)
guile>
```

Aquí podemos ver que el intérprete estaba intentando tratar el 1 como un operador o procedimiento, y no pudo hacerlo. De aquí que el error sea "Wrong type to apply: 1".

Así pues, para crear una lista debemos usar el operador de lista, o podemos precederla de un apóstrofo para que el intérprete no trate de evaluarla.

```
guile> (list 1 2 3)
(1 2 3)
guile> '(1 2 3)
(1 2 3)
guile>
```

Esto es un error que puede aparecer cuando trabaje con Scheme dentro de LilyPond.

A.1.6 Procedimientos de Scheme

Los procedimientos de Scheme son expresiones de Scheme ejecutables que devuelven un valor resultante de su ejecución. También pueden manipular variables definidas fuera del procedimiento.

Definir procedimientos

Los procedimientos se definen en Scheme con `define`:

```
(define (nombre-de-la-función arg1 arg2 ... argn)
 expresión-de-scheme-que-devuelve-un-valor)
```

Por ejemplo, podemos definir un procedimiento para calcular la media:

```
guile> (define (media x y) (/ (+ x y) 2))
guile> media
#<procedure media (x y)>
```

Una vez se ha definido un procedimiento, se llama poniendo el nombre del procedimiento dentro de una lista. Por ejemplo, podemos calcular la media de 3 y 12:

```
guile> (media 3 12)
15/2
```

Predicados

Los procedimientos de Scheme que devuelven valores booleanos se suelen llamar *predicados*. Por convenio (pero no por necesidad), los nombres de predicados acaban en un signo de interrogación:

```
guile> (define (menor-que-diez? x) (< x 10))
guile> (menor-que-diez? 9)
#t
guile> (menor-que-diez? 15)
#f
```

Valores de retorno

Los procedimientos de Scheme siempre devuelven un valor de retorno, que es el valor de la última expresión ejecutada en el procedimiento. El valor de retorno puede ser cualquier valor de Scheme válido, incluso una estructura de datos compleja o un procedimiento.

A veces, el usuario quiere tener varias expresiones de Scheme dentro de un procedimiento. Existen dos formas en que se pueden combinar distintas expresiones. La primera es el procedimiento `begin`, que permite evaluar varias expresiones, y devuelve el valor de la última expresión.

```
guile> (begin (+ 1 2) (- 5 8) (* 2 2))
4
```

La segunda forma de combinar varias expresiones es dentro de un bloque `let`. Dentro de un bloque let, se crean una serie de ligaduras o asignaciones, y después se evalúa una secuencia de expresiones que pueden incluir esas ligaduras o asignaciones. El valor de retorno del bloque let es el valor de retorno de la última sentencia del bloque let:

```
guile> (let ((x 2) (y 3) (z 4)) (display (+ x y)) (display (- z 4))
... (+ (* x y) (/ z x)))
508
```

A.1.7 Condicionales de Scheme

if

Scheme tiene un procedimiento `if`:

```
(if expresión-de-prueba expresión-de-cierto expresión-de-falso)
```

expresión-de-prueba es una expresión que devuelve un valor booleano. Si *expresión-de-prueba* devuelve `#t`, el procedimiento `if` devuelve el valor de la *expresión-de-cierto*, en caso contrario devuelve el valor de la *expresión-de-falso*.

```
guile> (define a 3)
guile> (define b 5)
guile> (if (> a b) "a es mayor que b" "a no es mayor que b")
"a no es mayor que b"
```

cond

Otro procedimiento condicional en scheme es `cond`:

```
(cond (expresión-de-prueba-1 secuencia-de-expresiones-resultante-1)
      (expresión-de-prueba-2 secuencia-de-expresiones-resultante-2)
      ...
      (expresión-de-prueba-n secuencia-de-expresiones-resultante-n))
```

Por ejemplo:

```
guile> (define a 6)
guile> (define b 8)
guile> (cond ((< a b) "a es menor que b")
...          ((= a b) "a es igual a b")
...          ((> a b) "a es mayor que b"))
"a es menor que b"
```

A.2 Scheme dentro de LilyPond

A.2.1 Sintaxis del Scheme de LilyPond

El intérprete Guile forma parte de LilyPond, lo que significa que se puede incluir Scheme dentro de los archivos de entrada de LilyPond. La marca de almohadilla `#` se utiliza para indicar al analizador sintáctico de LilyPond que lo siguiente es un valor de Scheme.

Una vez el analizador sintáctico se encuentra con un símbolo de almohadilla, la entrada se le pasa al intérprete Guile para evaluar la expresión de Scheme. El intérprete continúa procesando la entrada hasta que se encuentra con el final de una expresión de Scheme.

Los procedimientos de Scheme se pueden definir dentro de los archivos de entrada de LilyPond:

```
#(define (average a b c) (/ (+ a b c) 3))
```

Observe que los comentarios de LilyPond (`%` y `%{ %}`) no se pueden utilizar dentro del código de Scheme, ni siquiera dentro de un archivo de entrada de LilyPond input file, porque es el intérprete Guile, y no el analizador sintáctico de LilyPond, el que está interpretando la expresión de Scheme. Los comentarios en el Scheme de Guile se introducen como sigue:

```
; esto es un comentario de una línea

#!
  Esto es un comentario de bloque (no anidable) estilo Guile
  Pero se usan rara vez por parte de los Schemers y nunca dentro del
  código fuente de LilyPond
!#
```

Durante el resto de esta sección, supondremos que los datos se introducen en un archivo de música, por lo que añadiremos almohadillas `#` al principio de todas las expresiones de Scheme.

Todas las expresiones de Scheme del nivel jerárquico superior dentro de un archivo de entrada de LilyPond se pueden combinar en una sola expresión de Scheme mediante la utilización del operador `begin`:

```
#(begin
  (define fulanito 0)
  (define menganito 1))
```

A.2.2 Variables de LilyPond

Las variables de LilyPond se almacenan internamente en la forma de variables de Scheme. Así,

```
doce = 12
```

equivale a

```
#(define doce 12)
```

Esto significa que las variables de LilyPond están disponibles para su uso dentro de expresiones de Scheme. Por ejemplo, podríamos usar

```
veintiCuatro = (* 2 doce)
```

lo que daría lugar a que el número 24 se almacenase dentro de la variable `veintiCuatro` de LilyPond (y de Scheme).

A.2.3 Variables de entrada y Scheme

El formato de entrada contempla la noción de variables: en el siguiente ejemplo, se asigna una expresión musical a una variable con el nombre `traLaLa`.

```
traLaLa = { c'4 d'4 }
```

También hay una forma de ámbito: en el ejemplo siguiente, el bloque `\layout` también contiene una variable `traLaLa`, que es independiente de la `\traLaLa` externa.

```
traLaLa = { c'4 d'4 }
\layout { traLaLa = 1.0 }
```

En efecto, cada archivo de entrada constituye un ámbito, y cada bloque `\header`, `\midi` y `\layout` son ámbitos anidados dentro del ámbito de nivel superior.

Tanto las variables como los ámbitos están implementados en el sistema de módulos de GUILE. A cada ámbito se adjunta un módulo anónimo de Scheme. Una asignación de la forma:

```
traLaLa = { c'4 d'4 }
```

se convierte internamente en una definición de Scheme:

```
(define traLaLa Valor Scheme de '... ')
```
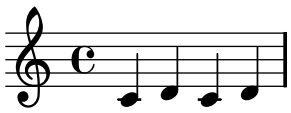
Esto significa que las variables de LilyPond y las variables de Scheme se pueden mezclar con libertad. En el ejemplo siguiente, se almacena un fragmento de música en la variable `traLaLa`, y se duplica usando Scheme. El resultado se importa dentro de un bloque `\score` por medio de una segunda variable `twice`:

```
traLaLa = { c'4 d'4 }

%% dummy action to deal with parser lookahead
#(display "this needs to be here, sorry!")

#(define newLa (map ly:music-deep-copy
  (list traLaLa traLaLa)))
#(define twice
  (make-sequential-music newLa))

{ \twice }
```



En este ejemplo, la asignación se produce después de que el analizador sintáctico ha verificado que no ocurre nada interesante después de `traLaLa = { ... }`. Sin la sentencia muda del ejemplo anterior, la definición de `newLa` se ejecuta antes de que se defina `traLaLa`, produciendo un error de sintaxis.

El ejemplo anterior muestra cómo 'exportar' expresiones musicales desde la entrada al intérprete de Scheme. Lo contrario también es posible. Envolviendo un valor de Scheme en la función `ly:export`, se interpreta un valor de Scheme como si hubiera sido introducido en la sintaxis de LilyPond. En lugar de definir `\twice`, el ejemplo anterior podría también haberse escrito como

```
...
{ #(ly:export (make-sequential-music (list newLa))) }
```

El código de Scheme se evalúa tan pronto como el analizador sintáctico lo encuentra. Para definir código de Scheme dentro de un macro (para llamarse más tarde), utilice Sección 1.1.6 [Funciones vacías], página 19, o bien

```
#(define (nopc)
  (ly:set-option 'point-and-click #f))

...
#(nopc)
{ c'4 }
```

Advertencias y problemas conocidos

No es posible mezclar variables de Scheme y de LilyPond con la opción `--safe`.

A.2.4 Propiedades de los objetos

Las propiedades de los objetos se almacenan en LilyPond en forma de cadenas de listas-A, que son listas de listas-A. Las propiedades se establecen añadiendo valores al principio de la lista de propiedades. Las propiedades se leen extrayendo valores de las listas-A.

El establecimiento de un valor nuevo para una propiedad requiere la asignación de un valor a la lista-A con una clave y un valor. La sintaxis de LilyPond para hacer esto es la siguiente:

```
\override Stem #'thickness = #2.6
```

Esta instrucción ajusta el aspecto de las plicas. Se añade una entrada de lista-A `'(thickness . 2.6)` a la lista de propiedades de un objeto `Stem`. `thickness` se mide a partir del grosor de las líneas del pentagrama, y así estas plicas serán `2.6` veces el grosor de las líneas del pentagrama. Esto hace que las plicas sean casi el doble de gruesas de lo normal. Para distinguir entre las variables que se definen en los archivos de entrada (como `veintiCuatro` en el ejemplo anterior) y las variables de los objetos internos, llamaremos a las últimas 'propiedades' y a las primeras 'variables.' Así, el objeto plica tiene una propiedad `thickness` (grosor), mientras que `veintiCuatro` es una variable.

A.2.5 Variables de LilyPond compuestas

Desplazamientos

Los desplazamientos bidimensionales (coordenadas X e Y) se almacenan como `parejas`. El `car` del desplazamiento es la coordenada X, y el `cdr` es la coordenada Y.

```
\override TextScript #'extra-offset = #'(1 . 2)
```

Esto asigna la pareja `(1 . 2)` a la propiedad `extra-offset` del objeto TextScript. Estos números se miden en espacios de pentagrama, y así esta instrucción mueve el objeto un espacio de pentagrama a la derecha, y dos espacios hacia arriba.

Los procedimientos para trabajar con desplazamientos están en '`scm/lily-library.scm`'.

Dimensiones

Las parejas se usan también para almacenar intervalos, que representan un rango de números desde el mínimo (el `car`) hasta el máximo (el `cdr`). Los intervalos se usan para almacenar las dimensiones en X y en Y de los objetos imprimibles. Para dimensiones en X, el `car` es la coordenada X de la parte izquierda, y el `cdr` es la coordenada X de la parte derecha. Para las dimensiones en Y, el `car` es la coordenada inferior, y el `cdr` es la coordenada superior.

Los procedimientos para trabajar con intervalos están en '`scm/lily-library.scm`'. Se deben usar estos procedimientos siempre que sea posible, para asegurar la consistencia del código.

Listas-A de propiedades

Una lista-A de propiedades es una estructura de datos de LilyPond que es una lista-A cuyas claves son propiedades y cuyos valores son expresiones de Scheme que dan el valor deseado de la propiedad.

Las propiedades de LilyPond son símbolos de Scheme, como por ejemplo `'thickness`.

Cadenas de listas-A

Una cadena de listas-A es una lista que contiene listas-A de propiedades.

El conjunto de todas las propiedades que se aplican a un grob se almacena por lo general como una cadena de listas-A. Para poder encontrar el valor de una propiedad determinada que debería tener un grob, se busca por todas las listas-A de la cadena, una a una, tratando de encontrar una entrada que contenga la clave de la propiedad. Se devuelve la primera entrada de lista-A que se encuentre, y el valor es el valor de la propiedad.

El procedimiento de Scheme `chain-assoc-get` se usa normalmente para obtener los valores de propiedades.

A.2.6 Representación interna de la música

Internamente, la música se representa como una lista de Scheme. La lista contiene varios elementos que afectan a la salida impresa. El análisis sintáctico es el proceso de convertir la música de la representación de entrada de LilyPond a la representación interna de Scheme.

Cuando se analiza una expresión musical, se convierte en un conjunto de objetos musicales de Scheme. La propiedad definitoria de un objeto musical es que ocupa un tiempo. El tiempo que ocupa se llama *duración*. Las duraciones se expresan como un número racional que mide la longitud del objeto musical en redondas.

Un objeto musical tiene tres clases de tipos:

- nombre musical: Cada expresión musical tiene un nombre. Por ejemplo, una nota lleva a un Sección “NoteEvent” in *Referencia de Funcionamiento Interno*, y `\simultaneous` lleva a una Sección “SimultaneousMusic” in *Referencia de Funcionamiento Interno*. Hay una lista de todas las expresiones disponibles en el manual de Referencia de funcionamiento interno, bajo el epígrafe Sección “Music expressions” in *Referencia de Funcionamiento Interno*.
- ‘type’ (tipo) o interface: Cada nombre musical tiene varios ‘tipos’ o interfaces, por ejemplo, una nota es un `event`, pero también es un `note-event`, un `rhythmic-event`, y un `melodic-event`. Todas las clases de música están listadas en el manual de Referencia de funcionamiento interno, bajo el epígrafe Sección “Music classes” in *Referencia de Funcionamiento Interno*.
- objeto de C++: Cada objeto musical está representado por un objeto de la clase `Music` de C++.

La información real de una expresión musical se almacena en propiedades. Por ejemplo, un Sección “NoteEvent” in *Referencia de Funcionamiento Interno* tiene propiedades `pitch` y `duration` que almacenan la altura y la duración de esa nota. Hay una lista de todas la propiedades disponibles en el manual de Referencia de funcionamiento interno, bajo el epígrafe Sección “Music properties” in *Referencia de Funcionamiento Interno*.

Una expresión musical compuesta es un objeto musical que contiene otros objetos musicales dentro de sus propiedades. Se puede almacenar una lista de objetos dentro de la propiedad `elements` de un objeto musical, o un único objeto musical ‘hijo’ dentro de la propiedad `element`. Por ejemplo, Sección “SequentialMusic” in *Referencia de Funcionamiento Interno* tiene su hijo dentro de `elements`, y Sección “GraceMusic” in *Referencia de Funcionamiento Interno* tiene su argumento único dentro de `element`. El cuerpo de una repetición se almacena dentro de la propiedad `element` de Sección “RepeatedMusic” in *Referencia de Funcionamiento Interno*, y las alternativas dentro de `elements`.

A.3 Construir funciones complicadas

Esta sección explica cómo reunir la información necesaria para crear funciones musicales complicadas.

A.3.1 Presentación de las expresiones musicales

Si se está escribiendo una función musical, puede ser muy instructivo examinar cómo se almacena internamente una expresión musical. Esto se puede hacer con la función musical `\displayMusic`

```
{
  \displayMusic { c'4\f }
}
```

imprime lo siguiente:

```
(make-music
  'SequentialMusic
  'elements
  (list (make-music
          'EventChord
          'elements
          (list (make-music
                  'NoteEvent
                  'duration
                  (ly:make-duration 2 0 1 1)
                  'pitch
                  (ly:make-pitch 0 0 0))
                (make-music
                  'AbsoluteDynamicEvent
                  'text
                  "f")))))
```

De forma predeterminada, LilyPond imprime estos mensajes sobre la consola junto al resto de los mensajes. Para separar estos mensajes y guardar el resultado de `\display{LOQUESEA}`, redirija la salida a un archivo.

```
lilypond archivo.ly >salida.txt
```

Con la aplicación de un poco de formateo, la información anterior es fácil de leer,

```
(make-music 'SequentialMusic
  'elements (list (make-music 'EventChord
                    'elements (list (make-music 'NoteEvent
                                      'duration (ly:make-duration 2 0 1 1)
                                      'pitch (ly:make-pitch 0 0 0))
                                    (make-music 'AbsoluteDynamicEvent
                                      'text "f")))))
```

Una secuencia musical `{ ... }` tiene el nombre `SequentialMusic`, y sus expresiones internas se almacenan coma una lista dentro de su propiedad `'elements`. Una nota se representa como una expresión `EventChord` que contiene un objeto `NoteEvent` (que almacena las propiedades de duración y altura) y cualquier información adicional (en este caso, un evento `AbsoluteDynamicEvent` con una propiedad `"f"` de texto.

A.3.2 Propiedades musicales

El objeto `NoteEvent` es el primer objeto de la propiedad `'elements` de `someNote`.

```
someNote = c'
\displayMusic \someNote
===>
(make-music
  'EventChord
  'elements
```

```
  (list (make-music
          'NoteEvent
          'duration
          (ly:make-duration 2 0 1 1)
          'pitch
          (ly:make-pitch 0 0 0))))
```

La función `display-scheme-music` es la función que se usa por parte de `\displayMusic` para imprimir la representación de Scheme de una expresión musical.

```
#(display-scheme-music (first (ly:music-property someNote 'elements)))
===>
(make-music
  'NoteEvent
  'duration
  (ly:make-duration 2 0 1 1)
  'pitch
  (ly:make-pitch 0 0 0))
```

Después se accede a la altura de la nota a través de la propiedad `'pitch` del objeto `NoteEvent`:

```
#(display-scheme-music
   (ly:music-property (first (ly:music-property someNote 'elements))
                      'pitch))
===>
(ly:make-pitch 0 0 0)
```

La altura de la nota se puede cambiar estableciendo el valor de esta propiedad `'pitch`,

```
#(set! (ly:music-property (first (ly:music-property someNote 'elements))
                          'pitch)
       (ly:make-pitch 0 1 0)) ;; establecer la altura a d'.
\displayLilyMusic \someNote
===>
d'
```

A.3.3 Duplicar una nota con ligaduras (ejemplo)

Supongamos que queremos crear una función que convierte una entrada como `a` en `a( a)`. Comenzamos examinando la representación interna de la música con la que queremos terminar.

```
\displayMusic{ a'( a') }
===>
(make-music
  'SequentialMusic
  'elements
  (list (make-music
          'EventChord
          'elements
          (list (make-music
                  'NoteEvent
                  'duration
                  (ly:make-duration 2 0 1 1)
                  'pitch
                  (ly:make-pitch 0 5 0))
                (make-music
                  'SlurEvent
                  'span-direction
```

```
                -1)))
        (make-music
          'EventChord
          'elements
          (list (make-music
                  'NoteEvent
                  'duration
                  (ly:make-duration 2 0 1 1)
                  'pitch
                  (ly:make-pitch 0 5 0))
                (make-music
                  'SlurEvent
                  'span-direction
                  1)))))
```

Las malas noticias son que las expresiones `SlurEvent` se deben añadir 'dentro' de la nota (o para ser más exactos, dentro de la expresión `EventChord`).

Ahora examinamos la entrada,

```
(make-music
  'SequentialMusic
  'elements
  (list (make-music
          'EventChord
          'elements
          (list (make-music
                  'NoteEvent
                  'duration
                  (ly:make-duration 2 0 1 1)
                  'pitch
                  (ly:make-pitch 0 5 0))))))
```

Así pues, en nuestra función, tenemos que clonar esta expresión (de forma que tengamos dos notas para construir la secuencia), añadir `SlurEvent` a la propiedad `'elements` de cada una de ellas, y por último hacer una secuencia `SequentialMusic` con los dos `EventChords`.

```
doubleSlur = #(define-music-function (parser location note) (ly:music?)
          "Return: { note ( note ) }.
          `note' is supposed to be an EventChord."
          (let ((note2 (ly:music-deep-copy note)))
            (set! (ly:music-property note 'elements)
                  (cons (make-music 'SlurEvent 'span-direction -1)
                        (ly:music-property note 'elements)))
            (set! (ly:music-property note2 'elements)
                  (cons (make-music 'SlurEvent 'span-direction 1)
                        (ly:music-property note2 'elements)))
            (make-music 'SequentialMusic 'elements (list note note2))))
```

A.3.4 Añadir articulaciones a las notas (ejemplo)

La manera fácil de añadir articulación a las notas es mezclar dos expresiones musicales en un solo contexto, como se explica en Sección "Crear contextos" in *Referencia de la Notación*. Sin embargo, supongamos que queremos escribir una función musical que lo haga.

Una `$variable` dentro de la notación `#{...#}` es como una `\variable` normal en la notación clásica de LilyPond. Sabemos que

```
{ \music -. -> }
```

no funciona en LilyPond. Podríamos evitar este problema adjuntando la articulación a una nota falsa,

```
{ << \music s1*0-.-> }
```

pero a los efectos de este ejemplo, aprenderemos ahora cómo hacerlo en Scheme. Empezamos examinando nuestra entrada y la salida deseada,

```
%  input
\displayMusic c4
===>
(make-music
  'EventChord
  'elements
  (list (make-music
          'NoteEvent
          'duration
          (ly:make-duration 2 0 1 1)
          'pitch
          (ly:make-pitch -1 0 0))))
=====
%  desired output
\displayMusic c4->
===>
(make-music
  'EventChord
  'elements
  (list (make-music
          'NoteEvent
          'duration
          (ly:make-duration 2 0 1 1)
          'pitch
          (ly:make-pitch -1 0 0))
        (make-music
          'ArticulationEvent
          'articulation-type
          "marcato")))
```

Vemos que una nota (`c4`) se representa como una expresión `EventChord`, con una expresión `NoteEvent` en su lista de elementos. Para añadir una articulación de marcato, se debe añadir una expresión `ArticulationEvent` a la propiedad elements de la expresión `EventChord`.

Para construir esta función, empezamos con

```
(define (add-marcato event-chord)
  "Add a marcato ArticulationEvent to the elements of `event-chord',
  which is supposed to be an EventChord expression."
  (let ((result-event-chord (ly:music-deep-copy event-chord)))
    (set! (ly:music-property result-event-chord 'elements)
          (cons (make-music 'ArticulationEvent
                  'articulation-type "marcato")
                (ly:music-property result-event-chord 'elements)))
    result-event-chord))
```

La primera línea es la forma de definir una función en Scheme: el nombre de la función es `add-marcato`, y tiene una variable llamada `event-chord`. En Scheme, el tipo de variable suele

quedar claro a partir de su nombre (¡esto también es una buena práctica en otros lenguajes de programación!)

```
"Add a marcato..."
```

es una descripción de lo que hace la función. No es estrictamente necesaria, pero de igual forma que los nombres claros de variable, es una buena práctica.

```
(let ((result-event-chord (ly:music-deep-copy event-chord)))
```

Se usa `let` para declarar las variables locales. Aquí usamos una variable local, llamada `result-event-chord`, a la que le damos el valor `(ly:music-deep-copy event-chord)`. `ly:music-deep-copy` es una función específica de LilyPond, como todas las funciones que comienzan por `ly:`. Se usa para hacer una copia de una expresión musical. Aquí, copiamos `event-chord` (el parámetro de la función). Recuerde que nuestro propósito es añadir un marcato a una expresión `EventChord`. Es mejor no modificar el `EventChord` que se ha dado como argumento, porque podría utilizarse en algún otro lugar.

Ahora tenemos un `result-event-chord`, que es una expresión `NoteEventChord` y es una copia de `event-chord`. Añadimos el marcato a su propiedad de la lista de `'elements`.

```
(set! lugar valor-nuevo)
```

Aquí, lo que queremos establecer (el 'lugar') es la propiedad `'elements` de la expresión `result-event-chord`.

```
(ly:music-property result-event-chord 'elements)
```

`ly:music-property` es la función que se usa para acceder a las propiedades musicales (los `'elements`, `'duration`, `'pitch`, etc, que vimos en la salida de `\displayMusic` anterior). El nuevo valor es la antigua propiedad `'elements`, con un elemento adicional: la expresión `ArticulationEvent`, que copiamos a partir de la salida de `\displayMusic`,

```
(cons (make-music 'ArticulationEvent
        'articulation-type "marcato")
      (ly:music-property result-event-chord 'elements))
```

`cons` se usa para añadir un elemento a una lista sin modificar la lista original. Esto es lo que queremos: la misma lista que antes, más la expresión `ArticulationEvent` nueva. El orden dentro de la propiedad `'elements` no es importante aquí.

Finalmente, una vez hemos añadido la articulación marcato a su propiedad `elements`, podemos devolver `result-event-chord`, de ahí la última línea de la función.

Ahora transformamos la función `add-marcato` en una función musical:

```
addMarcato = #(define-music-function (parser location event-chord)
                                     (ly:music?)
    "Add a marcato ArticulationEvent to the elements of `event-chord',
    which is supposed to be an EventChord expression."
    (let ((result-event-chord (ly:music-deep-copy event-chord)))
      (set! (ly:music-property result-event-chord 'elements)
            (cons (make-music 'ArticulationEvent
                    'articulation-type "marcato")
                  (ly:music-property result-event-chord 'elements)))
      result-event-chord))
```

Podemos verificar que esta función musical funciona correctamente:

```
\displayMusic \addMarcato c4
```

1 Interfaces para programadores

Se pueden realizar trucos avanzados mediante el uso de Scheme. Si no está familiarizado con Scheme, le conviene leer nuestro tutorial de Scheme, Apéndice A [Tutorial de Scheme], página 1.

1.1 Funciones musicales

Las *funciones musicales* son procedimientos de Scheme que pueden crear automáticamente expresiones musicales, y se pueden usar para simplificar enormemente el archivo de entrada.

1.1.1 Sintaxis de las funciones musicales

La forma general de una función musical es:

```
funcion =
#(define-music-function
     (parser location arg1 arg2 ...)
     (type1? type2? ...)
   música)
```

donde

argN	*n*-ésimo argumento
typeN?	un *predicado de tipo* de Scheme para el que *argN* deve devolver `#t`.
música	una expresión musical, opcionalmente escrita en Scheme, con el código de LilyPond que pudiera tener, encerrado entre llaves con almohadilla (`#{...#}`). Dentro de los bloques de código de LilyPond, use `$` para referenciar a los argumentos de la función (p. ej. '`$arg1`') o para iniciar una expresión en línea de Scheme que contenga argumentos de función (p.ej., '`$(cons arg1 arg2)`').

Para ver una lista de los predicados de tipo disponibles, consulte Sección "Predicados de tipo predefinidos" in *Referencia de la Notación*. También se permiten predicados de tipo definidos por el usuario.

Véase también

Referencia de la notación: Sección "Predicados de tipo predefinidos" in *Referencia de la Notación*.

Archivos de inicio: '`lily/music-scheme.cc`', '`scm/c++.scm`', '`scm/lily.scm`'.

1.1.2 Funciones de sustitución sencillas

Una función de sustitución sencilla es una función musical cuya expresión musical de salida está escrita en código de LilyPond y contiene argumentos de la función en la expresión de salida. Están descritas en Sección "Ejemplos de funciones de sustitución" in *Referencia de la Notación*.

1.1.3 Funciones de sustitución intermedias

Las funciones de sustitución intermedias contienen una mezcla de código de Scheme y de LilyPond dentro de la expresión musical que se devuelve.

Algunas instrucciones `\override` requieren un argumento que consiste en una pareja de números (llamada una *célula cons* en Scheme).

La pareja se puede pasar directamente dentro de la función musical, usando una variable `pair?`:

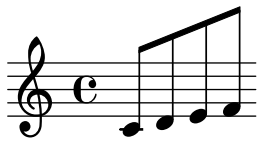
```
barraManual =
#(define-music-function
     (parser location principio-final)
     (pair?)
   #{
     \once \override Beam #'positions = $principio-final
   #})

\relative c' {
  \barraManual #'(3 . 6) c8 d e f
}
```

De forma alternativa, los números que componen la pareja se pueden pasar como argumentos separados, y el código de Scheme que se ha usado para crear la pareja se puede incluir dentro de la expresión musical:

```
manualBeam =
#(define-music-function
     (parser location beg end)
     (number? number?)
   #{
     \once \override Beam #'positions = $(cons beg end)
   #})

\relative c' {
  \manualBeam #3 #6 c8 d e f
}
```
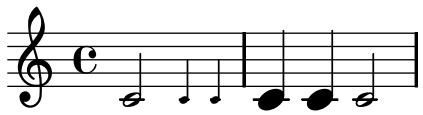


1.1.4 Matemáticas dentro de las funciones

Las funciones musicales pueden contar con programación de Scheme además de la simple sustitución:

```
AltOn =
#(define-music-function
     (parser location mag)
     (number?)
   #{
     \override Stem #'length = $(* 7.0 mag)
     \override NoteHead #'font-size =
       $(inexact->exact (* (/ 6.0 (log 2.0)) (log mag)))
   #})

AltOff = {
  \revert Stem #'length
  \revert NoteHead #'font-size
}
```
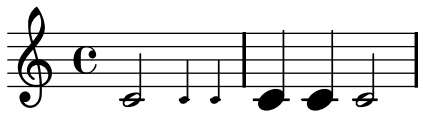
```
\relative c' {
  c2 \AltOn #0.5 c4 c
  \AltOn #1.5 c c \AltOff c2
}
```



Este ejemplo se puede reescribir de forma que pase expresiones musicales:

```
withAlt =
#(define-music-function
     (parser location mag music)
     (number? ly:music?)
   #{
     \override Stem #'length = $(* 7.0 mag)
     \override NoteHead #'font-size =
       $(inexact->exact (* (/ 6.0 (log 2.0)) (log mag)))
     $music
     \revert Stem #'length
     \revert NoteHead #'font-size
   #})

\relative c' {
  c2 \withAlt #0.5 { c4 c }
  \withAlt #1.5 { c c } c2
}
```



1.1.5 Funciones sin argumentos

En casi todos los casos, una función sin argumentos se debe escribir con una variable:

```
dolce = \markup{ \italic \bold dolce }
```

Sin embargo, en raras ocasiones puede ser de utilidad crear una función musical sin argumentos:

```
mostrarNumeroDeCompas =
#(define-music-function
     (parser location)
     ()
   (if (eq? #t (ly:get-option 'display-bar-numbers))
       #{ \once \override Score.BarNumber #'break-visibility = ##f #}
       #{#}))
```

Para la impresión real de los números de compás donde se llama a esta función, invoque a `lilypond` con

```
lilypond -d display-bar-numbers ARCHIVO.ly
```

1.1.6 Funciones vacías

Una función musical debe devolver una expresión musical, pero a veces podemos necesitar una función en la que no hay música en juego (como la desactivación de la funcionalidad Apuntar y Pulsar). Para hacerlo, devolvemos una expresión musical `void` (vacía).

Este es el motivo por el que la forma que se devuelve es `(make-music ...)`. Con el valor de la propiedad `'void` establecido a `#t`, le decimos al analizador que descarte la expresión musical devuelta. así, la parte importante de la función musical vacía es el proceso realizado por la función, no la expresión musical que se devuelve.

```
noApuntarYPulsar =
#(define-music-function (parser location) ()
   (ly:set-option 'point-and-click #f)
   (make-music 'SequentialMusic 'void #t))
...
\noApuntarYPulsar   % desactivar la funcionalidad Apuntar y Pulsar.
```

1.2 Funciones de marcado

Los elementos de marcado están implementados como funciones de Scheme especiales que producen un objeto `Stencil` dada una serie de argumentos.

1.2.1 Construcción de elementos de marcado en Scheme

El macro `markup` construye expresiones de marcado en Scheme, proporcionando una sintaxis similar a la de LilyPond. Por ejemplo:

```
(markup #:column (#:line (#:bold #:italic "hola" #:raise 0.4 "mundo")
                  #:larger #:line ("fulano" "fulanito" "menganito")))
```

equivale a:

```
\markup \column { \line { \bold \italic "hola" \raise #0.4 "mundo" }
                  \larger \line { fulano fulanito menganito } }
```

Este ejemplo muestra las principales reglas de traducción entre la sintaxis del marcado normal de LilyPond y la sintaxis del marcado de Scheme.

LilyPond	**Scheme**
`\markup marcado1`	`(markup marcado1)`
`\markup { marcado1 marcado2 ... }`	`(markup marcado1 marcado2 ... )`
`\instruccion`	`#:instruccion`
`\variable`	`variable`
`\center-column { ... }`	`#:center-column ( ... )`
`cadena`	`"cadena"`
`#argumento-de-scheme`	`argumento-de-scheme`

Todo el lenguaje Scheme está accesible dentro del macro `markup`. Por ejemplo, podemos usar llamadas a funciones dentro de `markup` para así manipular cadenas de caracteres. Esto es útil si se están definiendo instrucciones de marcado nuevas (véase Sección 1.2.3 [Definición de una instrucción de marcado nueva], página 20).

Advertencias y problemas conocidos

El argumento markup-list de instrucciones como `#:line`, `#:center` y `#:column` no puede ser una variable ni el resultado de la llamada a una función.

```
(markup #:line (funcion-que-devuelve-marcados))
```

no es válido. Hay que usar las funciones `make-line-markup`, `make-center-markup` o `make-column-markup` en su lugar:

```
(markup (make-line-markup (funcion-que-devuelve-marcados)))
```

1.2.2 Cómo funcionan internamente los elementos de marcado

En un elemento de marcado como

```
\raise #0.5 "ejemplo de texto"
```

`\raise` se representa en realidad por medio de la función `raise-markup`. La expresión de marcado se almacena como

```
(list raise-markup 0.5 (list simple-markup "ejemplo de texto"))
```

Cuando el marcado se convierte en objetos imprimibles (Stencils o sellos), se llama la función `raise-markup` como

```
(apply raise-markup
       \objeto de marcado
       lista de listas asociativas de propiedades
       0.5
       el marcado "ejemplo de texto")
```

Primero la función `raise-markup` crea el sello para la cadena `ejemplo de texto`, y después eleva el sello Stencil en 0.5 espacios de pentagrama. Este es un ejemplo bastante simple; en el resto de la sección podrán verse ejemplos más complejos, así como en '`scm/define-markup-commands.scm`'.

1.2.3 Definición de una instrucción de marcado nueva

Esta sección trata sobre la definición de nuevas instrucciones de marcado.

Sintaxis de la definición de instrucciones de marcado

Se pueden definir instrucciones de marcado nuevas usando el macro de Scheme `define-markup-command`, en el nivel sintáctico superior.

```
(define-markup-command (nombre-de-la-instruccion layout props arg1 arg2 ...)
    (tipo-de-arg1? tipo-de-arg2? ...)
    [ #:properties ((propiedad1 valor-predeterminado1)
                    ...) ]
  ..command body..)
```

Los argumentos son

`nombre-de-la-instruccion`
: nombre de la instrucción de marcado

`layout`
: la definición de 'layout' (disposición).

`props`
: una lista de listas asociativas, que contienen todas las propiedades activas.

`argi`
: argumento *i*-ésimo de la instrucción

`tipo-de-argi?`
: predicado de tipo para el argumento *i*-ésimo

Si la instrucción utiliza propiedades de los argumentos `props`, se puede usar la palabra clave `#:properties` para especificar qué propiedades se usan, así como sus valores predeterminados.

Los argumentos se distinguen según su tipo:

- un marcado, que corresponde al predicado de tipo `markup?`;
- una lista de marcados, que corresponde al predicado de tipo `markup-list?`;

- cualquier otro objeto de Scheme, que corresponde a predicados de tipo como `list?`, `number?`, `boolean?`, etc.

No existe ninguna limitación en el orden de los argumentos (después de los argumentos estándar `layout` y `props`). Sin embargo, las funciones de marcado que toman un elemento de marcado como su último argumento son un poco especiales porque podemos aplicarlas a una lista de marcados y el resultado es una lista de marcados donde la función de marcado (con los argumentos antecedentes especificados) se ha aplicado a todos los elementos de la lista de marcados original.

Dado que la replicación de los argumentos precedentes para aplicar una función de marcado a una lista de marcados es poco costosa principalmente por los argumentos de Scheme, se evitan las caídas de reindimiento simplemente mediante la utilización de argumentos de Scheme para los argumentos antecedentes de las funciones de marcado que toman un marcado como su último argumento.

Acerca de las propiedades

Los argumentos `layout` y `props` de las instrucciones de marcado traen a escena un contexto para la interpretación del marcado: tamaño de la tipografía, grueso de línea, etc.

El argumento `layout` permite el acceso a las propiedades definidas en los bloques `paper`, usando la función `ly:output-def-lookup`. Por ejemplo, el grueso de línea (el mismo que el que se usa en las partituras) se lee usando:

```
(ly:output-def-lookup layout 'line-width)
```

El argumento `props` hace accesibles algunas propiedades a las instrucciones de marcado. Por ejemplo, cuando se interpreta el marcado del título de un libro, todas las variables definidas dentro del bloque `\header` se añaden automáticamente a `props`, de manera que el marcado del título del libro puede acceder al título del libro, el autor, etc. También es una forma de configurar el comportamiento de una instrucción de marcado: por ejemplo, cuando una instrucción utiliza tamaños de tipografía durante el procesado, el tamaño se lee de `props` en vez de tener un argumento `font-size`. El que llama a una instrucción de marcado puede cambiar el valor de la propiedad del tamaño de la tipografía con el objeto de modificar el comportamiento. Utilice la palabra clave `#:properties` de `define-markup-command` para especificar qué propiedades se deben leer a partir de los argumentos de `props`.

El ejemplo de la sección siguiente ilustra cómo acceder y sobreescribir las propiedades de una instrucción de marcado.

Un ejemplo completo

El ejemplo siguiente define una instrucción de marcado para trazar un rectángulo doble alrededor de un fragmento de texto.

En primer lugar, necesitamos construir un resultado aproximado utilizando marcados. Una consulta a Sección “Text markup commands” in *Referencia de la Notación* nos muestra que es útil la instrucción `\box`:

```
\markup \box \box HELLO
```



Ahora, consideramos que es preferible tener más separación entre el texto y los rectángulos. Según la documentación de `\box`, esta instrucción usa una propiedad `box-padding`, cuyo valor predeterminado es 0.2. La documentación también menciona cómo sobreescribir este valor:

```
\markup \box \override #'(box-padding . 0.6) \box A
```



Después, el relleno o separación entre los dos rectángulos nos parece muy pequeño, así que lo vamos a sobreescribir también:

```
\markup \override #'(box-padding . 0.4) \box \override #'(box-padding . 0.6) \box A
```



Repetir esta extensa instrucción de marcado una y otra vez sería un quebradero de cabeza. Aquí es donde se necesita una instrucción de marcado. Así pues, escribimos una instrucción de marcado `double-box`, que toma un argumento (el texto). Dibuja los dos rectángulos y añade una separación.

```
#(define-markup-command (double-box layout props text) (markup?)
  "Trazar un rectángulo doble rodeando el texto."
  (interpret-markup layout props
    (markup #:override '(box-padding . 0.4) #:box
            #:override '(box-padding . 0.6) #:box text)))
```

`text` es el nombre del argumento de la instrucción, y `markup?` es el tipo: lo identifica como un elemento de marcado. La función `interpret-markup` se usa en casi todas las instrucciones de marcado: construye un sello, usando `layout`, `props`, y un elemento de marcado. Aquí, la marca se construye usando el macro de Scheme `markup`, véase Sección 1.2.1 [Construcción de elementos de marcado en Scheme], página 19. La transformación de una expresión `\markup` en una expresión de marcado de Scheme es directa.

La instrucción nueva se puede usar como sigue:

```
\markup \double-box A
```

Sería buen hacer que la instrucción `double-box` fuera personalizable: aquí, los valores de relleno `box-padding` son fijos, y no se pueden cambiar por parte del usuario. Además, sería mejor distinguir la separación entre los dos rectángulos, del relleno entre el rectángulo interno y el texto. Así pues, introducimos una nueva propiedad, `inter-box-padding`, para el relleno entre los rectángulos. El `box-padding` se usará para el relleno interno. Ahora el código nuevo es como se ve a continuación:

```
#(define-markup-command (double-box layout props text) (markup?)
  #:properties ((inter-box-padding 0.4)
                (box-padding 0.6))
  "Trazar un rectángulo doble rodeando el texto."
  (interpret-markup layout props
    (markup #:override `(box-padding . ,inter-box-padding) #:box
            #:override `(box-padding . ,box-padding) #:box text)))
```

Aquí, la palabra clave `#:properties` se usa de manera que las propiedades `inter-box-padding` y `box-padding` se leen a partir del argumento `props`, y se les proporcionan unos valores predeterminados si las propiedades no están definidas.

Después estos valores se usan para sobreescribir las propiedades `box-padding` usadas por las dos instrucciones `\box`. Observe el apóstrofo invertido y la coma en el argumento de `\override`: nos permiten introducir un valor de variable dentro de una expresión literal.

Ahora, la instrucción se puede usar dentro de un elemento de marcado, y el relleno de los rectángulos se puede personalizar:

```
#(define-markup-command (double-box layout props text) (markup?)
  #:properties ((inter-box-padding 0.4)
                (box-padding 0.6))
```

```
  "Draw a double box around text."
  (interpret-markup layout props
    (markup #:override `(box-padding . ,inter-box-padding) #:box
            #:override `(box-padding . ,box-padding) #:box text)))

\markup \double-box A
\markup \override #'(inter-box-padding . 0.8) \double-box A
\markup \override #'(box-padding . 1.0) \double-box A
```







Adaptación de instrucciones incorporadas

Una buena manera de comenzar a escribir una instrucción de marcado nueva, es seguir el ejemplo de otra instrucción ya incorporada. Casi todas las instrucciones de marcado que están incorporadas en LilyPond se pueden encontrar en el archivo '`scm/define-markup-commands.scm`'.

Por ejemplo, querríamos adaptar la instrucción `\draw-line`, para que trace una línea doble. La instrucción `\draw-line` está definida como sigue (se han suprimido los comentarios de documentación):

```
(define-markup-command (draw-line layout props dest)
  (number-pair?)
  #:category graphic
  #:properties ((thickness 1))
  "...documentación..."
  (let ((th (* (ly:output-def-lookup layout 'line-thickness)
               thickness))
        (x (car dest))
        (y (cdr dest)))
    (make-line-stencil th 0 0 x y)))
```

Para definir una instrucción nueva basada en otra existente, copie la definición y cámbiele el nombre. La palabra clave `#:category` se puede eliminar sin miedo, pues sólo se utiliza para generar documentación de LilyPond, y no tiene ninguna utilidad para las instrucciones de marcado definidas por el usuario.

```
(define-markup-command (draw-double-line layout props dest)
  (number-pair?)
  #:properties ((thickness 1))
  "...documentación..."
  (let ((th (* (ly:output-def-lookup layout 'line-thickness)
               thickness))
        (x (car dest))
        (y (cdr dest)))
    (make-line-stencil th 0 0 x y)))
```

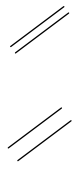
A continuación se añade una propiedad para establecer la separación entre las dos líneas, llamada `line-gap`, con un valor predeterminado de p.ej. 0.6:

```
(define-markup-command (draw-double-line layout props dest)
  (number-pair?)
  #:properties ((thickness 1)
                (line-gap 0.6))
  "...documentación..."
  ...
```

Finalmente, se añade el código para trazar las dos líneas. Se usan dos llamadas a `make-line-stencil` para trazar las líneas, y los sellos resultantes se combinan usando `ly:stencil-add`:

```
#(define-markup-command (my-draw-line layout props dest)
  (number-pair?)
  #:properties ((thickness 1)
                (line-gap 0.6))
  "..documentation.."
  (let* ((th (* (ly:output-def-lookup layout 'line-thickness)
                thickness))
         (dx (car dest))
         (dy (cdr dest))
         (w (/ line-gap 2.0))
         (x (cond ((= dx 0) w)
                  ((= dy 0) 0)
                  (else (/ w (sqrt (+ 1 (* (/ dx dy) (/ dx dy)))))))))
         (y (* (if (< (* dx dy) 0) 1 -1)
               (cond ((= dy 0) w)
                     ((= dx 0) 0)
                     (else (/ w (sqrt (+ 1 (* (/ dy dx) (/ dy dx))))))))))
     (ly:stencil-add (make-line-stencil th x y (+ dx x) (+ dy y))
                     (make-line-stencil th (- x) (- y) (- dx x) (- dy y)))))

\markup \my-draw-line #'(4 . 3)
\markup \override #'(line-gap . 1.2) \my-draw-line #'(4 . 3)
```



1.2.4 Definición de nuevas instrucciones de lista de marcado

Las instrucciones de listas de marcado se definen con el macro de Scheme `define-markup-list-command`, que es similar al macro `define-markup-command` descrito en Sección 1.2.3 [Definición de una instrucción de marcado nueva], página 20, excepto que donde éste devuelve un sello único, aquél devuelve una lista de sellos.

En el siguiente ejemplo se define una instrucción de lista de marcado `\paragraph`, que devuelve una lista de líneas justificadas, estando la primera de ellas sangrada. La anchura del sangrado se toma del argumento `props`.

```
#(define-markup-list-command (paragraph layout props args) (markup-list?)
   #:properties ((par-indent 2))
   (interpret-markup-list layout props
     (make-justified-lines-markup-list (cons (make-hspace-markup par-indent)
                                             args))))
```

Aparte de los argumentos usuales `layout` y `props`, la instrucción de lista de marcados `paragraph` toma un argumento de lista de marcados, llamado `args`. El predicado para listas de marcados es `markup-list?`.

En primer lugar, la función toma el ancho del sangrado, una propiedad llamada aquí `par-indent`, de la lista de propiedades `props`. Si no se encuentra la propiedad, el valor predeterminado es `2`. Después, se hace una lista de líneas justificadas usando la función `make-justified-lines-markup-list`, que está relacionada con la instrucción incorporada de lista de marcados `\justified-lines`. Se añade un espacio horizontal al principio usando la función `make-hspace-markup`. Finalmente, la lista de marcados se interpreta usando la función `interpret-markup-list`.

Esta nueva instrucción de lista de marcados se puede usar como sigue:

```
\markuplines {
  \paragraph {
    El arte de la tipografía musical se llama  \italic {grabado (en plancha).}
    El término deriva del proceso tradicional de impresión de música.
    hace sólo algunas décadas, las partituras se hacían cortando y estampando
    la música en una plancha de zinc o lata en una imagen invertida.
  }
  \override-lines #'(par-indent . 4) \paragraph {
    La plancha se tenía que entintar, y las depresiones causadas por los cortes
    y estampados retienen la tinta.  Se formaba una imagen presionando el papel
    contra la plancha.  El estampado y cortado se hacía completamente
    a mano.
  }
}
```

1.3 Contextos para programadores

1.3.1 Evaluación de contextos

Se pueden modificar los contextos durante la interpretación con código de Scheme. La sintaxis para esto es

`\applyContext` *`función`*

`función` debe ser una función de Scheme que toma un único argumento, que es el contexto al que aplicarla. El código siguiente imprime el número del compás actual sobre la salida estándar durante la compilación:

```
\applyContext
  #(lambda (x)
    (format #t "\nSe nos ha llamado en el compás número ~a.\n"
     (ly:context-property x 'currentBarNumber)))
```

1.3.2 Ejecutar una función sobre todos los objetos de la presentación

La manera más versátil de realizar el ajuste fino de un objeto es `\applyOutput`, que funciona insertando un evento dentro del contexto especificado (Sección “ApplyOutputEvent” in *Referencia de Funcionamiento Interno*). Su sintaxis es

`\applyOutput` *`contexto proc`*

donde *`proc`* es una función de Scheme que toma tres argumentos.

Al interpretarse, la función *`proc`* se llama para cada objeto de presentación que se encuentra en el contexto *`contexto`* en el tiempo actual, con los siguientes argumentos:

- el propio objeto de presentación,
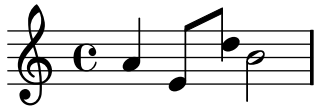
- el contexto en que se creó el objeto de presentación, y
- el contexto en que se procesa `\applyOutput`.

Además, la causa del objeto de presentación, es decir el objeto o expresión musical que es responsable de haberlo creado, está en la propiedad `cause` del objeto. Por ejemplo, para la cabeza de una nota, éste es un evento Sección "NoteHead" in *Referencia de Funcionamiento Interno*, y para un objeto plica, éste es un objeto Sección "Stem" in *Referencia de Funcionamiento Interno*.

He aquí una función que usar para `\applyOutput`; borra las cabezas de las notas que están sobre la línea central y junto a ella:

```
#(define (blanker grob grob-origin context)
   (if (and (memq 'note-head-interface (ly:grob-interfaces grob))
            (< (abs (ly:grob-property grob 'staff-position)) 2))
       (set! (ly:grob-property grob 'transparent) #t)))

\relative c' {
  a'4 e8 <<\applyOutput #'Voice #blanker a c d>> b2
}
```
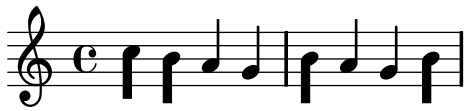


1.4 Funciones de callback

Las propiedades (como `thickness` (grosor), `direction` (dirección), etc.) se pueden establecer a valores fijos con \override, p. ej.:

```
\override Stem #'thickness = #2.0
```

Las propiedades pueden fijarse también a un procedimiento de scheme,

```
\override Stem #'thickness = #(lambda (grob)
    (if (= UP (ly:grob-property grob 'direction))
        2.0
        7.0))
c b a g b a g b
```



En este caso, el procedimiento se ejecuta tan pronto como el valor de la propiedad se reclama durante el proceso de formateo.

Casi todo el motor de tipografiado está manejado por estos *callbacks*. Entre las propiedades que usan normalmente *callbacks* están

`stencil` La rutina de impresión, que construye un dibujo para el símbolo

`X-offset` La rutina que establece la posición horizontal

`X-extent` La rutina que calcula la anchura de un objeto

El procedimiento siempre toma un argumento único, que es el grob (el objeto gráfico).

Si se deben llamar rutinas con varios argumentos, el grob actual se puede insertar con una cerradura de grob. He aquí un ajuste procedente de `AccidentalSuggestion`,

```
`(X-offset .
  ,(ly:make-simple-closure
    `(,+
       ,(ly:make-simple-closure
          (list ly:self-alignment-interface::centered-on-x-parent))
      ,(ly:make-simple-closure
          (list ly:self-alignment-interface::x-aligned-on-self)))))
```

En este ejemplo, tanto `ly:self-alignment-interface::x-aligned-on-self` como `ly:self-alignment-interface::centered-on-x-parent` se llaman con el grob como argumento. El resultado se añade con la función `+`. Para asegurar que esta adición se ejecuta adecuadamente, todo ello se encierra dentro de `ly:make-simple-closure`.

De hecho, usar un solo procedimiento como valor de una propiedad equivale a

```
(ly:make-simple-closure (ly:make-simple-closure (list proc)))
```

El `ly:make-simple-closure` interior aporta el grob como argumento de *proc*, el exterior asegura que el resultado de la función es lo que se devuelve, en lugar del objeto `simple-closure`.

Desde dentro de un callback, el método más fácil para evaluar un elemento de marcado es usar grob-interpret-markup. Por ejemplo:

```
mi-callback = #(lambda (grob)
                 (grob-interpret-markup grob (markup "fulanito")))
```

1.5 Código de Scheme en línea

La principal desventaja de `\tweak` es su inflexibilidad sintáctica. Por ejemplo, lo siguiente produce un error de sintaxis.

```
F = \tweak #'font-size #-3 -\flageolet

\relative c'' {
  c4^\F c4_\F
}
```

En otras palabras, `\tweak` no se comporta como una articulación en cuando a la sintaxis; concretamente, no se puede adjuntar con `^` y `_`.

Usando Scheme, se puede dar un rodeo a este problema. La ruta hacia el resultado se da en Sección A.3.4 [Añadir articulaciones a las notas (ejemplo)], página 13, especialmente cómo usar `\displayMusic` como guía de ayuda.

```
F = #(let ((m (make-music 'ArticulationEvent
                          'articulation-type "flageolet")))
       (set! (ly:music-property m 'tweaks)
             (acons 'font-size -3
                    (ly:music-property m 'tweaks)))
       m)

\relative c'' {
  c4^\F c4_\F
}
```

Aquí, las propiedades `tweaks` del objeto flageolet `m` (creado con `make-music`) se extraen con `ly:music-property`, se antepone un nuevo par clave-valor para cambiar el tamaño de la tipografía a la lista de propiedades con la función de Scheme `acons`, y finalmente el resultado se escribe de nuevo con `set!`. El último elemento del bloque `let` es el valor de retorno, el propio `m`.

1.6 Trucos difíciles

Hay un cierto número de tipos de ajustes difíciles.

- Un tipo de ajuste difícil es la apariencia de los objetos de extensión, como las ligaduras de expresión y de unión. Inicialmente, sólo se crea uno de estos objetos, y pueden ajustarse con el mecanismo normal. Sin embargo, en ciertos casos los objetos extensores cruzan los saltos de línea. Si esto ocurre, estos objetos se clonan. Se crea un objeto distinto por cada sistema en que se encuentra. Éstos son clones del objeto original y heredan todas sus propiedades, incluidos los `\override`s.

  En otras palabras, un `\override` siempre afecta a todas las piezas de un objeto de extensión fragmentado. Para cambiar sólo una parte de un extensor en el salto de línea, es necesario inmiscuirse en el proceso de formateado. El *callback* `after-line-breaking` contiene el procedimiento Scheme que se llama después de que se han determinado los saltos de línea, y los objetos de presentación han sido divididos sobre los distintos sistemas.

  En el ejemplo siguiente, definimos un procedimiento `my-callback`. Este procedimiento

  - determina si hemos sido divididos por los saltos de línea
  - en caso afirmativo, reúne todos los objetos divididos
  - comprueba si somos el último de los objetos divididos
  - en caso afirmativo, establece `extra-offset`.
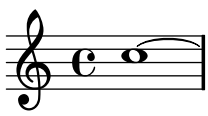
  Este procedimiento se instala en Sección “Tie” in *Referencia de Funcionamiento Interno* (ligadura de unión), de forma que la última parte de la ligadura dividida se traslada hacia arriba.
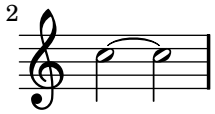
```
#(define (my-callback grob)
   (let* (
          ;; have we been split?
          (orig (ly:grob-original grob))

          ;; if yes, get the split pieces (our siblings)
          (siblings (if (ly:grob? orig)
                        (ly:spanner-broken-into orig)
                        '())))

     (if (and (>= (length siblings) 2)
              (eq? (car (last-pair siblings)) grob))
         (ly:grob-set-property! grob 'extra-offset '(-2 . 5)))))

\relative c'' {
  \override Tie #'after-line-breaking =
  #my-callback
  c1 ~ \break
  c2 ~ c
}
```





Al aplicar este truco, la nueva función de callback `after-line-breaking` también debe llamar a la antigua, si existe este valor predeterminado. Por ejemplo, si se usa con `Hairpin`, se debe llamar también a `ly:spanner::kill-zero-spanned-time`.

- Algunos objetos no se pueden cambiar con `\override` por razones técnicas. Son ejemplos `NonMusicalPaperColumn` y `PaperColumn`. Se pueden cambiar con la función `\overrideProperty` que funciona de forma similar a `\once \override`, pero usa una sintaxis distinta.

  ```
  \overrideProperty
  #"Score.NonMusicalPaperColumn"  % Nombre del grob
  #'line-break-system-details     % Nombre de la propiedad
  #'((next-padding . 20))         % Valor
  ```

  Observe, sin embargo, que `\override`, aplicado a `NonMusicalPaperColumn` y a `PaperColumn`, aún funciona como se espera dentro de los bloques `\context`.

2 Interfaces de Scheme de LilyPond

Este capítulo cubre las diversas herramientas proporcionadas por LilyPond como ayuda a los programadores de Scheme a extraer e introducir información de los flujos musicales.

HACER

Apéndice B GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc.
http://fsf.org/

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

   The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document *free* in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondarily, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

   This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

   We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

   This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

   A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

   A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

   The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

   The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

   You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

   You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

   If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both

covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

   A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
   B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
   C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
   D. Preserve all the copyright notices of the Document.
   E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
   F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
   G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
   H. Include an unaltered copy of this License.
   I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its

Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.

J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.

M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.

N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.

O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements."

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

   You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

   You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

   A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

   If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

   Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

   If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

   You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

   However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

   Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

    The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See http://www.gnu.org/copyleft/.

    Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING

    "Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

    "CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

    "Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

    An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

    The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (C)  year  your name.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3
or any later version published by the Free Software Foundation;
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover
Texts.  A copy of the license is included in the section entitled ``GNU
Free Documentation License''.
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with. . . Texts." line with this:

```
with the Invariant Sections being list their titles, with
the Front-Cover Texts being list, and with the Back-Cover Texts
being list.
```

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

Apéndice C Índice de LilyPond

#

`#` 1
`##f` 2
`##t` 2

\

`\applyContext` 25
`\applyOutput` 25
`\displayLilyMusic` 12
`\displayMusic` 11

A

acceder a Scheme 1
almacenamiento interno 11

C

código, llamadas durante la interpretación 25
código, llamar sobre objetos de presentación 25

D

displayMusic 11

E

evaluar Scheme 1

G

GUILE 1

I

imprimir expresiones musicales 11

L

LISP 1

M

`Manuales` 1
marcado, definir instrucciones de 19

P

propiedades frente a variables 9

R

representación interna, impresión de 11

S

Scheme 1
Scheme, código en línea 1

V

variables frente a propiedades 9