LilyPond

El gravador de música

Extender

L'equip de desenvolupadors del LilyPond

Aquest fitxer explica la forma d'estendre les funcionalitats del LilyPond versió 2.25.80.

Per a més informació sobre la forma en la qual aquest manual es relaciona amb la resta de la documentació, o per llegir aquest manual en altres formats, consulteu Secció "Manuals" in *Informació general*.

Si us falta algun manual, trobareu tota la documentació a `https://lilypond.org/`.

Copyright © 2003–2026 pels autors.

La traducció de la següent nota de copyright s'ofereix com a cortesia per a les persones de parla no anglesa, però únicament la nota en anglès té validesa legal.

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

> S'atorga permís per copiar, distribuir i/o modificar aquest document sota els termes de la Llicència de Documentació Lliure de GNU, versió 1.1 o qualsevol posterior publicada per la Free Software Foundation; sense cap de les seccions invariants. S'inclou una còpia d'aquesta llicència dins de la secció titulada "Llicència de Documentació Lliure 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".

Per a la versió del LilyPond 2.25.80

Índex General

Annex A Tutorial de l'Scheme 1

A.1 Introducció a l'Scheme 1
A.1.1 Banc de sorra de l'Scheme 1
A.1.2 Variables de l'Scheme 1
A.1.3 Tipus de dades simples de l'Scheme 2
A.1.4 Tipus de dades compostes de l'Scheme 2
Parelles 2
Llistes 3
Llistes associatives (llistes-A) 4
Taules de hash 4
A.1.5 Càlculs a l'Scheme 4
A.1.6 Procediments de l'Scheme 5
Definició de procediments 5
Predicats 6
Valors de retorn 6
A.1.7 Condicionals de l'Scheme 6
if 6
cond 6
A.2 Scheme dins del LilyPond 7
A.2.1 Sintaxi de l'Scheme del LilyPond 7
A.2.2 Variables del LilyPond 8
A.2.3 Variables d'entrada i l'Scheme 9
A.2.4 Importació de l'Scheme dins del LilyPond 9
A.2.5 Propietats dels objectes 10
A.2.6 Variables del LilyPond compostes 10
Desplaçaments 11
Fraccions 11
Dimensions 11
Llistes-A de propietats 11
Cadenes de llistes-A 11
A.2.7 Representació interna de la música 11
A.3 Construcció de funcions complicades 12
A.3.1 Presentació de les expressions musicals 12
A.3.2 Propietats musicals 13
A.3.3 Duplicació una nota amb lligadures (exemple) 14
A.3.4 Afegir articulacions a les notes (exemple) 15

1 Interfícies per a programadors 18

1.1 Blocs de codi del LilyPond 18
1.2 Funcions de l'Scheme 18
1.2.1 Definició de funcions de l'Scheme 19
1.2.2 Ús de les funcions de l'Scheme 20
1.2.3 Funcions de l'Scheme buides 20
1.3 Funcions musicals 21
1.3.1 Definicions de funcions musicals 21
1.3.2 Ús de les funcions musicals 21
1.3.3 Funcions de substitució senzilles 22
1.3.4 Funcions de substitució intermèdies 22

1.3.5 Matemàtiques dins de les funcions ... 23
1.3.6 Funcions sense arguments ... 24
1.3.7 Funcions musicals buides ... 25
1.4 Funcions d'esdeveniments ... 25
1.5 Funcions de marcatge ... 25
1.5.1 Construcció d'elements de marcatge a l'Scheme ... 25
1.5.2 Com funcionen internament els elements de marcatge ... 26
1.5.3 Definició d'una ordre nova de marcatge ... 27
Sintaxi de la definició d'ordre de marcatge ... 27
Quant a les propietats ... 28
Un exemple complet ... 28
Adaptació d'ordres incorporades ... 30
1.5.4 Definició de noves ordres de llista de marcatge ... 31
1.6 Contextos per a programadors ... 32
1.6.1 Avaluació de contextos ... 32
1.6.2 Execució d'una funció sobre tots els objectes de la presentació ... 34
1.7 Funcions de callback ... 35
1.8 Ajustaments difícils ... 36

2 Interfícies de l'Scheme del LilyPond ... 38

Annex B GNU Free Documentation License ... 39

Annex C Índex del LilyPond ... 46

Annex A Tutorial de l'Scheme

El LilyPond s'utilitza el llenguatge de programació Scheme, tant com part de la sintaxi del codi d'entrada, com per servir de mecanisme intern que uneix els mòduls del programa entre sí. Aquesta secció és una panoràmica molt breu sobre com introduir dades a l'Scheme. Si voleu saber més sobre l'Scheme, consulteu `https://www.schemers.org`.

El LilyPond utilitza la implementació GNU Guile de l'Scheme, que està basa en l'estàndard "R5RS" del llenguatge. Si esteu aprenent l'Scheme per usar-lo amb el LilyPond, no es recomana treballar amb una implementació diferent (o que es refereixi a un estàndard diferent). Hi ha una informació sobre el Guile a `https://www.gnu.org/software/guile/`. L'estàndard de l'Scheme "R5RS" es troba a `https://www.schemers.org/Documents/Standards/R5RS/`.

A.1 Introducció a l'Scheme

Començarem amb una introducció a l'Scheme. Per a aquesta breu introducció utilitzarem l'intèrpret Guile per explorar la manera en la qual el llenguatge funciona. Un cop ens haguem familiaritzat amb l'Scheme, mostrarem com es pot integrar el llenguatge als arxius del LilyPond.

A.1.1 Banc de sorra de l'Scheme

La instal·lació del LilyPond inclou també la de la implementació Guile de l'Scheme. Es pot experimentar a un "banc de sorra" de l'Scheme obrint una finestra del terminal i teclejant 'guile'. En alguns sistemes, sobretot al Windows, pot caldre ajustar la variable d'entorn `GUILE_LOAD_PATH` a la carpeta `../usr/share/guile/1.8` dins de la instal·lació del LilyPond (per conèixer la ruta completa a aquesta carpet, consulteu Secció "Altres fonts d'informació" in *Manual d'aprenentatge*). Com alternativa, els usuaris del Windows poden seleccionar simplement 'Executar' del menú Inici i introduir 'guile'.

No obstant, està disponible un banc de sorra de l'Scheme llest per funcionar amb tot el LilyPond carregat, amb aquesta ordre a la línia d'ordres:

```
lilypond scheme-sandbox
```

Un cop està funcionant el banc de sorra, veureu un indicador del sistema de Guile:

```
guile>
```

Podem introduir expressions de l'Scheme en aquest indicador per experimentar amb l'Scheme. Si voleu usar la biblioteca readline de GNU per a una més còmoda edició de la línia d'ordres de l'Scheme, consulteu el fitxer `ly/scheme-sandbox.ly` per a més informació. Si ja heu activat la biblioteca readline per a les sessions de Guile interactives fora del LilyPond, hauria de funcionar també en el banc de sorra.

A.1.2 Variables de l'Scheme

Les variables de l'Scheme poden tenir qualsevol volar vàlid de l'Scheme, fins i tot un procediment de l'Scheme.

Les variables de l'Scheme es creen amb `define`:

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

Les variables de l'Scheme es poden avaluar a l'indicador del sistema del Guile, simplement teclejant el nom de la variable:

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

Les variables de l'Scheme es poden imprimir en la pantalla utilitzant la funció display:

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

```
2guile>
```

Observeu que el valor 2 i l'indicador del sistema `guile` es mostren en la mateixa línia. Això es pot evitar cridant al procediment de la nova línia o imprimint un caràcter de la nova línia.

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

Un cop que s'ha creat una variable, el seu valor es pot modificar amb `set!`:

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

A.1.3 Tipus de dades simples de l'Scheme

El concepte més bàsic d'una llenguatge els seus tipus de dades: números, cadenes de caràcters, llistes, etc. Vet aquí una llista dels tipus de dades que són de rellevància respecte de l'entrada del LilyPond.

Booleans Els valors Booleans són Vertader i Fals. Vertader en l'Scheme és `#t` i Fals és `#f`.

Números Els nombres s'escriuen de la forma normal, `1` és el nombre (enter) u, mentre que `-1.5` és un nombre en coma flotant (un nombre no enter).

Cadenes Las cadenes s'envolten entre cometes:

```
"això és una cadena"
```

Les cadenes poden abastar diverses línies:

```
"això
és
una cadena"
```

i els caràcters de línia nova al final de cada línia s'inclouran dins de la cadena.

Els caràcters de línia nova també es poden afegir mitjançant la inclusió de `\n` en la cadena.

```
"això\nés una\ncadena de diverses línies"
```

Les cometes dobles i barres invertides s'afegeixen a les cadenes precedint-les d'una barra invertida. La cadena `\a va dir "b"` s'introdueix com

```
"\\a va dir \"b\""
```

Existeixen més tipus de dades de l'Scheme que no s'estudien aquí. Per veure un llistat complet, consulteu la guia de referència del Guile, `https://www.gnu.org/software/guile/docs/docs-1.8/guile-ref/Simple-Data-Types.html`.

A.1.4 Tipus de dades compostes de l'Scheme

També hi ha tipus de dades compostes a l'Scheme. Entre els tipus més usats en la programació del LilyPond es troben les parelles, les llistes, les llistes-A i les tables de hash.

Parelles

El tipus fundacional de dades compostes de l'Scheme és la `parella`. Com s'espera pel seu nom, una parella són dos valores units en un de sol. L'operador que s'usa per formar una parella es diu `cons`.

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

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

Observeu que la parella s'imprimeix com dos elements rodejats per parèntesis i separats per un espai, un punt (`.`) i un altre espai. El punt *no és* un punt decimal, si no més bé un indicador de parella.

Les parelles es poden introduir com valors literals precedint-los d'un caràcter de cometa simple o apòstrof.

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

Els dos elements d'una parella poden ser qualsevol valor vàlid de l'Scheme:

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

Es pot accedir al primer i segon elements de la parella mitjançant els procediments de l'Scheme `car` u `cdr`, respectivament.

```
guile> (defineix lamevaparella (cons 123 "Hola")
... )
guile> (car lamevaparella)
123
guile> (cdr lamevaparella)
"Hola"
guile>
```

Nota: `cdr` es pronuncia "could-er", segons Sussman i Abelson, vegeu `https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/sicp/full-text/book/book-Z-H-14.html#footnote_Temp_133`

Llistes

Una estructura de dades molt comuna a l'Scheme és la *llista*. Formalment, una llista 'ben feta' es defineix com la llista buida, representada com a `'()` i amb longitud zero, o bé com una parella el `cdr` de la qual és al seu cop una llista més curta.

Hi ha moltes formes de crear llistes. Potser la més comuna és amb el procediment `list`:

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

La representació d'una llista com a elements individuals separats per espais i envoltada entre parèntesis és realment una forma compacta de les parelles amb punt que constitueixen la llista, on el punt i immediatament un parèntesis d'obertura se suprimeixen junt al parèntesis de tancament corresponent. Sense aquesta compactació, la sortida hauria estat

```
(1 . (2 . (3 . ("abc" . (17.5 . ()))))))
```

De la mateixa manera que com la sortida, una llista pot escriure's (després d'haver afegit un apòstrof per evitar la seva interpretació com una crida de funció) com una llista literal envoltant els seus elements entre parèntesis:

```
guile> '(17 23 "pep" "pepet" "pepepet")
(17 23 "pep" "pepet" "pepepet")
```

Les llistes són una part fonamental de l'Scheme. De fet, l'Scheme es considera un dialecte del Lisp, on 'lisp' és una abreviatura de 'List Processing' (procés de llistes). Totes les expressions de l'Scheme són llistes.

Llistes associatives (llistes-A)

Un tipus especial de llistes són les *llistes associatives* o *llistes-A*. Es pot usar una llista-A per emmagatzemar dades per a la seva fàcil recuperació posterior.

Les llistes-A són llistes els elements de les quals són parelles. El `car` de cada element es diu *clau*, i el `cdr` de cada element es diu *valor*. El procediment de l'Scheme `assoc` s'usa per recuperar el valor:

```
guile> (defineix la-meva-llista-a '((1  . "A") (2 . "B") (3 . "C")))
guile> la-meva-llista-a
((1 . "A") (2 . "B") (3 . "C"))
guile> (assoc 2 la-meva-llista-a)
(2 . "B")
guile> (cdr (assoc 2 la-meva-llista-a))
"B"
guile>
```

Les llistes-A s'usen molt al LilyPond per emmagatzemar propietats i altres dades.

Taules de hash

Estructures de dades que s'usen al LilyPond de forma ocasional. Una Taula de hash és semblant a una matriu, però els índexs de la matriu poden ser qualsevol tipus de valor de l'Scheme, no sols enters.

Les taules de hash són més eficients que les llistes_a si hi ha una gran quantitat de dades a emmagatzemar i les dades canvien amb molt poca freqüència.

La sintaxi per crear taules de hash és una mica complexa, però veurem exemples d'això al codi font del LilyPond.

```
guile> (defineix 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"
```

Els valors es recuperen de les taules de hash mitjançant `hashq-ref`.

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

Les claus i els valors es recuperen com una parella amb `hashq-get-handle`. Aquesta és la forma preferida, perquè retorna `#f` si no es troba la clau.

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

A.1.5 Càlculs a l'Scheme

L'Scheme es pot usar per fer càlculs. Utilitza sintaxi *prefixa*. Sumar 1 i 2 s'escriu com `(+ 1 2)` i no com el tradicional $1 + 2$.

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

Els càlculs es poden niuar; el resultat d'una funció es pot usar per a un altre càlcul.

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

Aquests càlculs són exemple d'avaluacions; una expressió com `(* 3 4)` es substitueix pel seu valor `12`.

Els càlculs de l'Scheme són sensibles a les diferències entre enters i no enters. Els càlculs enters són exactes, mentre que els no enters es calculen amb els límits de precisió adequats:

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

Quan l'intèrpret de l'Scheme troba una expressió que és una llista, el primer element de la llista es tracta com un procediment a avaluar amb els arguments de la resta de la llista. Per tant, tots els operadors a l'Scheme són operadors prefixos.

Si el primer element d'una expressió de l'Scheme que és una llista que es passa a l'intèrpret *no és* un operador o un procediment, es produeix 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 podem veure que l'intèrpret estava intentant tractar l'1 com un operador o procediment, i no ho va poder fer. D'aquí que l'error sigui "Wrong type to apply: 1".

Així doncs, per crear una llista hem d'usar l'operador de llista, o podem precedir-la d'un apòstrof perquè l'intèrpret no intenti avaluar-la.

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

Això és un error que pot aparèixer quan treballeu amb l'Scheme dins del LilyPond.

A.1.6 Procediments de l'Scheme

Els procediments de l'Scheme són expressions de l'Scheme executables que retornen un valor resultant de la seva execució. També poden manipular variables definides fora del procediment.

Definició de procediments

Els procediments es defineixen a l'Scheme amb `define`:

```
(define (nom-de-la-funció arg1 arg2 ... argn)
 expressió-de-scheme-que-retorna-un-valor)
```

Per exemple, podem definir un procediment per calcular la mitjana:

```
guile> (define (mitjana x y) (/ (+ x y) 2))
```

```
guile> mitjana
#<procedure mitjana (x y)>
```

Un cop definit un procediment, es crida posant el nom del procediment dins d'una llista. Per exemple, podem calcular la mitjana de 3 i 12:

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

Predicats

Els procediments de l'Scheme que retornen valors booleans se solen anomenar *predicats*. Por convenció (però no per necessitat), els noms de predicats acaben en un signe d'interrogació:

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

Valors de retorn

Els procediments de l'Scheme sempre retornen un valor de retorn, que és el valor de l'última expressió executada al procediment. El valor de retorn pot ser qualsevol valor de l'Scheme vàlid, fins i tot una estructura de dades complexa o un procediment.

A vegades, l'usuari vol tenir diverses expressions de l'Scheme dins d'un procediment. Hi ha dues formes en la qual es poden combinar diferents expressions. La primera és el procediment `begin`, que permet avaluar diverses expressions, i retorna el valor de l'última expressió.

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

La segona forma de combinar diverses expressions és dins d'un bloc `let`. Dins d'un bloc let, es creen una sèrie de lligadures o assignacions, i després s'avalua una seqüència d'expressions que poden incloure aquestes lligadures o assignacions. El valor de retorn del bloc let és el valor de retorn de l'última sentència del bloc let:

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

A.1.7 Condicionals de l'Scheme

if

L'Scheme té un procediment `if`:

```
(if expressió-de-prova expressió-de-cert expressió-de-fals)
```

expressió-de-prova és una expressió que retorna un valor booleà. Si *expressió-de-prova* retorna `#t`, el procediment `if` retorna el valor de la *expressió-de-cert*, en cas contrari retorna el valor de la *expressió-de-fals*.

```
guile> (define a 3)
guile> (define b 5)
guile> (if (> a b) "a és més gran que b" "a no és més gran que b")
"a no és més gran que b"
```

cond

Un altre procediment condicional a l'Scheme és `cond`:

```
(cond (expressió-de-prova-1 seqüència-de-expressions-resultant-1)
```

```
        (expressió-de-prova-2 seqüència-de-expressions-resultant-2)
        ...
        (expressió-de-prova-n seqüència-de-expressions-resultant-n)
```

Per exemple:

```
guile> (define a 6)
guile> (define b 8)
guile> (cond ((< a b) "a és més petit que b")
...          ((= a b) "a és igual a b")
...          ((> a b) "a és més gran que b"))
"a és més petit que b"
```

A.2 Scheme dins del LilyPond

A.2.1 Sintaxi de l'Scheme del LilyPond

L'intèrpret Guile forma part del LilyPond, cosa que significa que es pot incloure Scheme dins dels fitxers d'entrada del LilyPond. Hi ha diversos mètodes per incloure Scheme dins del LilyPond.

La manera més fàcil és utilitzar el símbol de coixinet # abans d'una expressió de l'Scheme.

Ara bé, el codi d'entrada del LilyPond s'estructura en elements i expressions, de forma semblant a com el llenguatge humà s'estructura en paraules i frases. El LilyPond té un analitzador lèxic que reconeix elements indivisibles (nombres literals, cadenes de text, elements de l'Scheme, noms de nota, etc.), i un analitzador que entén la sintaxi. Un cop que sap que s'aplica una regla sintàctica concreta, executa les accions associades amb ella.

El mètode del símbol coixinet # per incrustar Scheme s'adapta de forma natural a aquest sistema. Un cop que l'analitzador lèxic veu un símbol de coixinet, crida al lector de l'Scheme perquè llegeixi una expressió de l'Scheme completa (que pot ser un identificador, una expressió envoltada entre parèntesis, o algunes altes coses). Després que s'hagi llegit l'expressió de l'Scheme, s'emmagatzema com el valor d'un element `SCM_TOKEN` de la gramàtica. Després que el analitzador sintàctic ja sap com fer ús d'aquest element, crida a Guile perquè avaluï l'expressió de Scheme. Atès que l'analitzador sintàctic sol requerir una mica de lectura per endavant per part de l'analitzador lèxic per prendre les seves decisions d'anàlisi sintàctica, aquesta separació de lectura i avaluació entre els analitzadors lèxic i sintàctic és justament el que cal per mantenir sincronitzades les execucions d'expressions del LilyPond i de l'Scheme. Per aquest motiu s'ha d'usar el símbol de coixinet # per cridar a l'Scheme sempre que sigui possible.

Una altra forma de cridar a l'intèrpret de l'Scheme des del LilyPond és l'ús del símbol de dòlar $ enlloc del coixinet per introduir les expressions de l'Scheme. En aquest cas, el LilyPond avalua el codi just després que l'analitzador lèxic l'hagi llegit. Comprova el tipus resultant de l'expressió de l'Scheme i després selecciona un tipus d'element (un dels diversos elements `xxx_IDENTIFIER` dins de la sintaxi) per a ell. Crea una *còpia* del valor i l'usa com a valor de l'element. Si el valor de l'expressió és buit (El valor del Guile de `*unspecified*`), no es passa res en absolut a l'analitzador sintàctic.

Aquest és, de fet, el mateix mecanisme exactament que el LilyPond fa servir quan cridem a qualsevol variable o funció musical pel seu nom, com `\nom`, amb l'única diferència que el nom ve determinat per l'analitzador lèxic del LilyPond sense consultar al lector de l'Scheme, i així solament s'accepten els noms de variable consistents amb el mode actual del LilyPond.

L'acció immediata de $ pot portar a alguna que altra sorpresa, vegeu Secció A.2.4 [Importació de l'Scheme dins del LilyPond], pàgina 9. La utilització de # on l'analitzador sintàctic li dóna suport és normalment preferible. Dins de les expressions musicals, aquelles que es creen utilitzant # *s'interpreten* com a música. No obstant, *no es copien* abans de ser utilitzades. Si formen part d'alguna estructura que encara podria tenir algun ús, potser hàgiu de fer servir explícitament `ly:music-deep-copy`.

També hi ha els operadors de 'divisió de llistes' `$@` i `#@` que insereixen tots els elements d'una llista dins del context que l'envolta.

Ara fem una ullada a alguna cosa de codi de l'Scheme real. Els procediments de l'Scheme es poden definir dins dels fitxers d'entrada del LilyPond:

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

Observeu que els comentaris del LilyPond (% y %{ %}) no es poden utilitzar dins del codi de l'Scheme, ni tan sols dins d'un fitxer d'entrada del LilyPond, perquè és l'intèrpret Guile, i no l'analitzador lèxic del LilyPond, el que està llegint l'expressió de l'Scheme. Els comentaris a l'Scheme del Guile s'introdueixen de la manera següent:

```
; això és un comentari d'una línia

#!
  Això és un comentari de bloc (que no es pot niuar) estil Guile
  Però s'usen en comptades ocasions pels Schemer i mai dins
  del codi fon del LilyPond
!#
```

Durant la resta d'aquesta secció suposarem que les dades s'introdueixen en un fitxer de música, per la qual cosa afegim un coixinet # al principi de cada una de les expressions de l'Scheme.

Totes les expressions de l'Scheme del nivell jeràrquic superior dins d'un fitxer d'entrada del LilyPond es poden combinar en una sola expressió de l'Scheme mitjançant la utilització de l'operador `begin`:

```
#(begin
  (define Pep 0)
  (define Pepet 1))
```

A.2.2 Variables del LilyPond

Les variables del LilyPond s'emmagatzemen internament en la forma de variables de l'Scheme. Així,

```
dotze = 12
```

equival a

```
#(define dotze 12)
```

Això significa que les variables del LilyPond estan disponibles per al seu ús dins d'expressions de l'Scheme. Per exemple, podríem usar

```
vintiQuatre = (* 2 dotze)
```

cosa que faria que el nombre *24* s'emmagatzemés dins de la variable `vintiQuatre` del LilyPond (i de l'Scheme).

El llenguatge Scheme permet la modificació d'expressions complexes in situ i el LilyPond fa ús d'aquesta 'modificació in situ' en fer servir funcions musicals. Però quan les expressions musicals s'emmagatzemen dins de variables en lloc de ser intruïdes directament, el que habitualment s'espera quan es passen funcions musicals seria que el valor original quedés intacte. Així doncs, quan es fa referència a una variable musical amb la barra invertida (com ara `\vintiQuatre`), el LilyPond crea una còpia del valor musical d'aquesta variable per utilitzar-la dins de l'expressió musical que l'envolta, enlloc d'usar el valor de la variable directament.

Per això, les expressions musicals de l'Scheme escrites amb la sintaxi de coixinet # s'haurien d'utilitzar per a qualsevol material creat 'partint de zero' (o que s'hagi copiat explícitament) enlloc d'utilitzar-se per fer referència a música directament.

Vegeu també

Manual de extensió: Secció A.2.1 [Sintaxi de l'Scheme del LilyPond], pàgina 7.

A.2.3 Variables d'entrada i l'Scheme

El format d'entrada inclou la noció de variables: a l'exemple següent, s'assigna una expressió musical a una variable amb el nom de `traLaLa`.

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

També hi ha una forma d'àmbit: a l'exemple següent, el bloc `\layout` també conté una variable `traLaLa`, que és independent de la `\traLaLa` externa.

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

En efecte, cada fitxer d'entrada constitueix un àmbit, i cada bloc `\header`, `\midi` i `\layout` son àmbits niuats dins de l'àmbit de nivell superior.

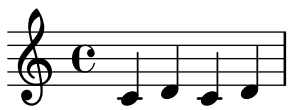
Tant les variables com els àmbits estan implementats al sistema de mòduls del Guile. A cada àmbit s'adjunta un mòdul anònim de l'Scheme. Una assignació de la forma:

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

es converteix internament en una definició de l'Scheme:

```
(define traLaLa Valor Scheme de `...')
```

Això significa que les variables del LilyPond i les variables de l'Scheme es poden barregar amb llibertat. A l'exemple següent, s'emmagatzema un fragment de música a la variable `traLaLa`, i es duplica usant l'Scheme. El resultat s'importa dins d'un bloc `\score` per mitjà d'una segona variable `twice`:

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

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

\twice
```

En realitat, això és un exemple força interessant. L'assignació sols té lloc després que l'analitzador sintàctic s'ha assegurat que no segueix res semblant a `\addlyrics`, de manera que cal comprovar el que ve a continuació. Llegeix el símbol # i l'expressió de l'Scheme següent *sense* avaluar-la, de forma que pot procedir a l'assignació, i *posteriorment* executar el codi de l'Scheme sense problema.

A.2.4 Importació de l'Scheme dins del LilyPond

L'exemple anterior mostra com 'exportar' expressions musicals des de l'entrada a l'intèrpret de l'Scheme. El contrari també és possible. Col·locant-lo després de $, un valor de l'Scheme s'interpreta com si hagués estat introduït en la sintaxi del LilyPond. En comptes de definir `\twice`, l'exemple anterior podria també haver-se escrit com

```
...
$(make-sequential-music newLa)
```

Podem utilitzar $ amb una expressió de l'Scheme a qualsevol lloc en el qual usaríem *nom* després d'haver assignat l'expressió de l'Scheme a una variable *nom*. Aquesta substitució es produeix dins de l'"analitzador lèxic', de manera que el LilyPond no arriba a assabentar-se de la diferència.

No obstant, hi ha un inconvenient, el de la mesura del temps. Si haguéssim estat usant $ en comptes de # per definir newLa a l'exemple anterior, la següent definició de l'Scheme hagués fracassat perquè traLaLa no hauria estat definida encara. Per veure una explicació d'aquest problema de moment temporal, vegeu Secció A.2.1 [Sintaxi de l'Scheme del LilyPond], pàgina 7.

Un aspecte posterior convenient poden ser els operadors d 'divisió de llistes' $@ i #@ per a la inserció dels elements d'una llista dins del context que l'envolta. Utilitzant-los, l'última part de l'exemple es podria haver escrit com como

```
...
{ #@newLa }
```

Aquí, cada element de la llista que està emmagatzemat a newLa s'agafa en seqüència i s'insereix a la llista, com si haguéssim escrit

```
{ #(first newLa) #(second newLa) }
```

Ara bé, en totes aquestes formes, el codi de l'Scheme s'avalua en el moment en el qual el codi d'entrada encara s'està processant, ja sigui a l'analitzador lèxic o a l'analitzador sintàctic. Si ens ca que s'executi en un moment posterior, hem de consultar Secció 1.2.3 [Funcions de l'Scheme buides], pàgina 20, o emmagatzemar-ho dins d'un procediment.

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


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

Advertiments i problemes coneguts

No és possible barregar variables de l'Scheme i del LilyPond amb l'opció --safe.

A.2.5 Propietats dels objectes

Les propietats dels objectes s'emmagatzemen al LilyPond en forma de cadenes de llistes-A, que són de llistes-A. Les propietats s'estableixen afegint valors al principi de la llista de propietats. Les propietats es llegeixen extraient valors de les llistes-A.

L'establiment d'un valor nou per a una propietat requereix l'assignació d'un valor a la llista-A amb una clau i un valor. La sintaxi del LilyPond per fer això és la següent:

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

Aquesta ordre ajusta l'aspecte de les pliques. S'afegeix una entrada de llista-A '(thickness . 2.6) a la llista de propietats d'un objecte Stem. thickness es mesura a partir del gruix de les línies del pentagrama, i així aquestes pliques seran 2.6 vegades el gruix de les línies del pentagrama. Això fa que les pliques siguin gairebé el doble de gruixudes del normal. Per distingir entre les variables que es defineixen als fitxers d'entrada (como vintiQuatre a l'exemple anterior) i les variables dels objectes propers, anomenarem a les últimes 'propietats' i a les primeres 'variables.' Així, l'objecte plica té una propietat thickness (gruix), mentre que vintiQuatre és una variable.

A.2.6 Variables del LilyPond compostes

Desplaçaments

Els desplaçaments bidimensionals (coordenades X i Y) s'emmagatzemen com *parelles*. El `car` del desplaçament és la coordenada X, i el `cdr` és la coordenada Y.

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

Això assigna la parella `(1 . 2)` a la propietat `extra-offset` de l'objecte TextScript. Aquests nombres es mesuren en espais de pentagrama, i aixi aquesta ordre mou l'objecte un espai de pentagrama a la dreta, i dos espais cap amunt.

Els procediments per treballar amb desplaçaments estan a `scm/lily-library.scm`.

Fraccions

Les fraccions tal i com es fan servir per part del LilyPond s'emmagatzemen, de nou, com *parelles*, aquesta vegada d'enters sense racionals amb un tipus nadiu, musicalment '`2/4`' i '`1/2`' no són el mateix, i ens cal poder distingir entre ells. De igual manera, no existeix el concepte de 'fraccions' negatives al LilyPond. Així doncs, `2/4` al LilyPond significa `(2 . 4)` a l'Scheme, i `#2/4` al LilyPond significa `1/2` al Scheme.

Dimensions

Les parelles s'usen també per emmagatzemar intervals, que representen un rang de nombres des del mínim (el `car`) fins al màxim (el `cdr`). Els intervals es fan servir per emmagatzemar les dimensions en X i en Y dels objectes imprimibles. Per dimensions en X, el el `car` és la coordenada X de la part esquerra, i el `cdr` és la coordenada X de la part dreta. Per a les dimensions en Y, el `car` és la coordenada inferior, i el `cdr` és la coordenada superior.

Els procediments per treballar amb intervals estan a `scm/lily-library.scm`. S'han d'usar aquests procediments sempre que sigui possible, per assegurar la consistència del codi.

Llistes-A de propietats

Una llista-A de propietats és una estructura de dades del LilyPond que és una llista-A les claus de la qual són propietats i els valors de la qual són expressions de l'Scheme que donen el valor desitjat de la propietat.

Les propietats del LilyPond són símbols de l'Scheme, com per exemple `'thickness`.

Cadenes de llistes-A

Una cadena de llistes-A és una llista de conté llistes-A de propietats.

El conjunt de totes les propietats que s'apliquen a un grob s'emmagatzema en general com una cadena de llistes-A. Per poder trobar el valor d'una propietat determinada que hauria de tenir un grob, es busca per totes les llistes-A de la cadena, una a una, intentant trobar una entrada que contingui la clau de la propietat. Es retorna la primera entrada de llista-A que es trobi, i el valor és el valor de la propietat.

El procediment de l'Scheme `chain-assoc-get` s'usa normalment per obtenir els valors de propietats.

A.2.7 Representació interna de la música

Internament, la música es representa com una llista de l'Scheme. la llista conté diversos elements que afecten a la sortida impresa. L'anàlisi sintàctica és el procés de convertir la música de la representació d'entrada del LilyPond a la representació interna de l'Scheme.

Quan s'analitza una expressió musical, es converteix en un conjunt d'objectes musicals de l'Scheme. La propietat definitòria d'un objecte musical és que ocupa un temps. El temps que ocupa s'anomena *duració*. Les duracions s'expressen com un nombre racional que mesura la longitud de l'objecte musical en rodones.

Un objecte musical té tres classes de tipus:

- nom musical: Cada expressió musical té un nom. Per exemple, una nota porta a un Secció "NoteEvent" in *Referència de funcionament intern*, i `\simultaneous` porta a una Secció "SimultaneousMusic" in *Referència de funcionament intern*. Hi ha una llista de totes les expressions disponibles al manual de funcionament intern, sota l'epígraf Secció "Music expressions" in *Referència de funcionament intern*.
- 'type' (tipus) o interfície: Cada nom musical té diversos 'tipus' o interfícies, per exemple, una nota és un `event`, però també és un `note-event`, un `rhythmic-event`, i un `melodic-event`. Totes les classes de música estan llistades en el manual de Referència de funcionament intern, sota l'epígraf Secció "Music classes" in *Referència de funcionament intern*.
- objecte de C++: Cada objecte està representat per un objecte de la classe `Music` de C++.

La informació real d'una expressió musical s'emmagatzema en propietats. Per exemple, un Secció "NoteEvent" in *Referència de funcionament intern* té propietats `pitch` i `duration` que emmagatzemen l'altura i la duració d'aquesta nota. HI ha una llista de totes les propietats disponibles al manual de Referència de funcionament intern, sota l'epígraf Secció "Music properties" in *Referència de funcionament intern*.

Una expressió musical composta és un objecte musical que conté d'altres objectes musicals dins de les seves propietats. Es pot emmagatzemar una llista d'objectes dins de la propietat `elements`. Per exemple, Secció "SequentialMusic" in *Referència de funcionament intern* té el seu fill dins de `elements`, i Secció "GraceMusic" in *Referència de funcionament intern* té el seu argument únic dins de `element`. El cos d'una repetició s'emmagatzema dins de la propietat `element` de Secció "VoltaRepeatedMusic" in *Referència de funcionament intern*, i les alternatives dins de `elements`.

A.3 Construcció de funcions complicades

Aquesta secció explica com reunir la informació necessària per crear funcions musicals complicades.

A.3.1 Presentació de les expressions musicals

Si s'està escrivint una funció musical, pot ser molt instructiu examinar com s'emmagatzema internament una expressió musical. Això es pot fer amb la funció musical `\displayMusic`.

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

imprimeix el següent:

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

De manera predeterminada, el LilyPond imprimeix aquests missatges sobre la consola junt a la resta dels missatges. Per separar aquests missatge i desar el resultat de `\display{ELQUESIGUI}`, podeu especificar que s'usi un port de sortida opcional:

```
{
  \displayMusic #(open-output-file "display.txt") { c'4\f }
}
```

Això sobreescriu el fitxer de sortida anterior cada cop que es crida; si ens cal escriure més d'una expressió, hem d'usar una variable per al port i reutilitzar-la:

```
{
  port = #(open-output-file "display.txt")
  \displayMusic \port { c'4\f }
  \displayMusic \port { d'4 }
  #(close-output-port port)
}
```

El manual del Guile descriu els ports detalladament. Sols es realment necessari tancar el port si ens cal llegir el fitxer abans que acabi el LilyPond; en el primer exemple, no ens hem molestat de fer-ho.

Una mica d'ajustament del format fa que sigui més fàcil de llegir la informació anterior:

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

Una seqüència musical `{ ... }` té el nom `SequentialMusic`, i les seves expressions internes s'emmagatzemen com a una llista dins de la seva propietat `'elements`. Una nota es representa com un objecte `NoteEvent` (que emmagatzema les propietats de duració i altura) amb informació adjunta (en aquest cas, un esdeveniment `NoteEvent` (que emmagatzema propietats de duració i altura) com informació adjunta (en aquest cas, un esdeveniment `AbsoluteDynamicEvent` amb una propietat `"f"` de text) emmagatzemada en la seva propietat `articulations`.

`\displayMusic` retorna la música que s'imprimeix a la consola, i per això s'interpretarà al mateix moment que s'imprimeix a la consola. Per evitar la interpretació, escriviu `\void` antes de `\displayMusic`.

A.3.2 Propietats musicals

Vejam un exemple:

```
someNote = c'
\displayMusic \someNote
===>
(make-music
  'NoteEvent
  'duration
  (ly:make-duration 2 0 1/1)
  'pitch
  (ly:make-pitch 0 0 0))
```

L'objecte `NoteEvent` és la representació de `someNote`. Senzill. I si posem el c' dins d'un acord?

```
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))))
```

Ara l'object `NoteEvent` és el primer objecte de la propietat `'elements` de `someNote`.

La funció `display-scheme-music` és la funció que s'usa per part de `\displayMusic` per imprimir la representació per part de `\displayMusic` per imprimir la representació de Scheme d'una expressió 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))
```

Després s'accedeix a l'altura de la nota mitjançant a propietat `'pitch` de l'objecte `NoteEvent`:

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

L'altura de la nota es pot canviar establint el valor d'aquesta propietat `'pitch`.

```
#(set! (ly:music-property (first (ly:music-property someNote 'elements))
                          'pitch)
       (ly:make-pitch 0 1 0)) ;; establir l'altura a d'.
\displayLilyMusic \someNote
===>
d'4
```

A.3.3 Duplicació una nota amb lligadures (exemple)

Suposem que volem crear una funció que converteix una entrada com `a` a `{ a( a) }`. Comencem examinant la representació interna de la música amb la que volem terminar.

```
\displayMusic{ a'( a') }
===>
(make-music
  'SequentialMusic
  'elements
  (list (make-music
          'NoteEvent
          'articulations
          (list (make-music
                  'SlurEvent
```

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

La mala notícia és que les expressions `SlurEvent` s'han d'afegir 'dins' de la nota (dins de la propietat `articulations`).

Ara examinem l'entrada.

```
\displayMusic a'
===>
(make-music
  'NoteEvent
  'duration
  (ly:make-duration 2 0 1/1)
  'pitch
  (ly:make-pitch 0 5 0))))
```

Així doncs, en la nostra funció, hem de clonar aquesta expressió (de forma que tinguem dues notes per construir la seqüència), afegir `SlurEvent` a la propietat `'articulations` de cada una d'elles, i per últim fer una seqüència `SequentialMusic` amb els dos elements `NoteEvent`. Per afegir a una propietat, és útil saber que una propietat no establerta es llegeix com a `'()`, la llista buida, així que no es requereix cap comprovació especial abans que posem un altre element endavant de la propietat `articulations`.

```
doubleSlur = #(define-music-function (note) (ly:music?)
         "Return: { note ( note ) }.
         `note' se suposa que és un nota única."
         (let ((note2 (ly:music-deep-copy note)))
           (set! (ly:music-property note 'articulations)
                 (cons (make-music 'SlurEvent 'span-direction -1)
                       (ly:music-property note 'articulations)))
           (set! (ly:music-property note2 'articulations)
                 (cons (make-music 'SlurEvent 'span-direction 1)
                       (ly:music-property note2 'articulations)))
           (make-music 'SequentialMusic 'elements (list note note2))))
```

A.3.4 Afegir articulacions a les notes (exemple)

La manera fàcil d'afegir una articulació a les notes és juxtaposar dos expressions musicals. Malgrat això, suposem que volem escriure una funció musical que ho faci.

Una `$variable` dins de la notació `#{...#}` és com una `\variable` normal en la notació clàssica del LilyPond. Podríem escriure

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

però als efectes d'aquest exemple, aprendrem ara com fer-lo a l'Scheme. Comencem examinant la nostra entrada i la sortida desitjada.

```
%  input
\displayMusic c4
===>
(make-music
  'NoteEvent
  'duration
  (ly:make-duration 2 0 1/1)
  'pitch
  (ly:make-pitch -1 0 0))))
=====
%  sortida desitjada
\displayMusic c4->
===>
(make-music
  'NoteEvent
  'articulations
  (list (make-music
          'ArticulationEvent
          'articulation-type 'accent))
  'duration
  (ly:make-duration 2 0 1/1)
  'pitch
  (ly:make-pitch -1 0 0))
```

Veiem que una nota (`c4`) es representa como una expressió `NoteEvent`. Per afegir una articulació d'accent, s'ha d'afegir una expressió `ArticulationEvent` a la propietat `articulations` de l'expressió `NoteEvent`.

Per construir aquesta funció, comencem amb

```
(define (add-accent note-event)
  "Afegeix un accent ArticulationEvent a les articulacions de `note-event',
  que se suposa que és una expressió NoteEvent."
  (set! (ly:music-property note-event 'articulations)
        (cons (make-music 'ArticulationEvent
                'articulation-type 'accent)
              (ly:music-property note-event 'articulations)))
  note-event)
```

La primera línea és la forma de definir una funció a l'Scheme: el nom de la funció és `add-accent`, i té una variable anomenada `note-event`. A l'Scheme, el tipus de variable sol quedar clar a partir del seu nom (això també es una bona pràctica a d'altres llenguatges de programació).

```
"Afegeix un accent..."
```

és una descripció del que fa la funció. No és estrictament necessari, però d'igual forma que els noms clars de variable, és una bona pràctica.

Us preguntareu perquè modifiquem l'esdeveniment de nota directament enlloc de treballar sobre una còpia (es pot usar `ly:music-deep-copy` per això). La raó és un contracte silenciós: es permet que les funcions musicals modifiquin els seus arguments; o bé es generen partint de zero (com l'entrada de l'usuari) o estan ja copiades (referenciar una variable de música com '`\name`' o la música procedent d'expressions de l'Scheme immediates '`$(...)`' proporcionen una còpia).

Donat que seria ineficient crear còpies innecessàries, el valor retornat d'una funció musical *no* es copia. Així doncs, per complir aquest contracte, no hem d'usar cap argument més d'un cop, i retornar-lo compta com un cop.

A un exemple anterior, hem construït música mitjançant la repetició d'un argument musical donat. En aquest cas, almenys una repetició ha d'haver sigut una còpia de sí mateixa. Si no ho fos, podrien ocórrer coses molt estranyes. Per exemple, si usem `\relative` o `\transpose` sobre la música resultant que conté els mateixos elements diverses vegades, estarien subjectes diverses vegades a la relativització o al transport. Si els assignem a una variable de música, es trenca el curs perquè fer referència a '`\name`' crearà de nou una còpia que no reté la identitat dels elements repetits.

Ara bé, tot i que la funció anterior no és una funció musical, s'usarà normalment dins de funcions musicals. Així doncs, té sentit obeir el mateix conveni que usem per a les funcions musicals: l'entrada pot modificar-se per produir la sortida, i el codi que crida és responsable de crear les còpies si encara li cal el propi argument sense modificar. Si observem les pròpies funcions del LilyPond com `music-map`, veurem que respecten els mateixos principis.

En quin punt ens trobem? Ara tenim un `note-event` que podem modificar, no a causa de la utilització de `ly:music-deep-copy` sinó per una explicació molt desenvolupada. Afegim l'accent a la seva propietat de llista `'articulations`.

```
(set! place new-value)
```

Aquí el que volem establir (el 'place') és la propietat `'articulations` de l'expressió `note-event`.

```
(ly:music-property note-event 'articulations)
```

`ly:music-property` és la funció utilitzada per accedir a les propietats musicals (les `'articulations`, `'duration`, `'pitch`, etc, que veiem a dalt a la sortida de `\displayMusic`). EL nou valor de la propietat `'articulations`, amb un element addicional: l'expressió `ArticulationEvent`, que copiem a partir de la sortida de `\displayMusic`,

```
(cons (make-music 'ArticulationEvent
        'articulation-type 'accent)
      (ly:music-property result-event-chord 'articulations))
```

S'usa `cons` per afegir un element a la part d'endavant d'una llista sense modificar la llista original. Això és el que volem: la mateixa llista d'abans, més nova expressió `ArticulationEvent`. L'ordre de la propietat `'articulations` no té importància aquí.

Finalment, un cop hem afegit l'articulació d'accent a la seva propietat `articulations`, podem retornar `note-event`, per això l'última línea de la funció.

Ara transformem la funció `add-accent` en una funció musical (és qüestió d'una mica d'ajustament sintàctic i una declaració del tipus de argument).

```
addAccent = #(define-music-function (note-event)
                                     (ly:music?)
  "Afegir un accent ArticulationEvent a les articulacions de `note-event',
  que se suposa que és una expressió NoteEvent."
  (set! (ly:music-property note-event 'articulations)
        (cons (make-music 'ArticulationEvent
                'articulation-type 'accent)
              (ly:music-property note-event 'articulations)))
  note-event)
```

A continuació verifiquem que aquesta funció musical funciona correctament:

```
\displayMusic \addAccent c4
```

1 Interfícies per a programadors

Es poden realitzar ajustaments avançats mitjançant l'ús de l'Scheme. Si no coneixeu l'Scheme, us convidem a llegir el nostre tutorial de l'Scheme, Annex A [Tutorial de l'Scheme], pàgina 1.

1.1 Blocs de codi del LilyPond

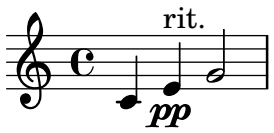
La creació d'expressions musicals a l'Scheme pot ser una tasca tediosa perquè a vegades impliquen molts nivells de profunditat de niuat i el codi resultant és extens. Per a algunes tasques senzilles, això es pot evitar utilitzant blocs de codi del LilyPond, que permeten usar la sintaxi ordinària del LilyPond dins de l'Scheme.

Els blocs de codi tenen l'aspecte següent:

```
#{ codi del LilyPond #}
```

Heus aquí un exemple trivial:

```
ritpp = #(define-event-function () ()
  #{ ^"rit." \pp #}
)

{ c'4 e'4\ritpp g'2 }
```



Els blocs de codi del LilyPond es poden fer servir en qualsevol lloc en el qual es pugui escriure codi de l'Scheme. El lector de l'Scheme en efecte es modifica perquè pugui incorporar blocs de codi del LilyPond i pugui ocupar-se de les expressions de l'Scheme incrustades que comencen per $ i #.

El lector extrau el bloc de codi del LilyPond i genera una crida en temps d'execució a l'analitzador sintàctic perquè interpreti el codi del LilyPond. Les expressions de l'Scheme incrustades al codi del LilyPond s'avaluen dins de l'entorn lèxic del bloc de codi del LilyPond, de manera que pugui accedir-se a totes les variables locals i els paràmetres de funció que estan disponibles al punt en el qual s'escriu el bloc de codi del LilyPond. Les variables definides en altres mòduls de l'Scheme, com els mòduls que contenen blocs `\header` i `\layout`, no estan accessibles com a variables de l'Scheme, és a dir, precedides de #, però es pot accedir a elles com a variables del Lilypond, és a dir, precedides de \.

Tota la música generada dins del bloc de codi té el seu 'origin' establert a la localització actual del punter d'entrada.

Un bloc de codi del Lilypond pot contenir qualsevol cosa que podríem utilitzar a la part dreta d'una assignació. A més, un bloc del LilyPond buit correspon a una expressió musical buida, i un bloc del LilyPond que conté diversos esdeveniments musicals es converteix en una expressió de música en seqüència.

1.2 Funcions de l'Scheme

Les *funcions de l'Scheme* són procediments de l'Scheme que poden crear expressions de l'Scheme a partir de codi d'entrada escrit en la sintaxi del LilyPond. Es poden cridar des de pràcticament qualsevol lloc en el qual es permeti l'ús de # per a l'especificació d'un valor en sintaxi de l'Scheme. Mentre que l'Scheme té funcions pròpies, aquest capítol s'ocupa de les funcions *sintàctiques*, funcions que reben arguments especificats en la sintaxi del LilyPond.

1.2.1 Definició de funcions de l'Scheme

La forma general de la definició d'una funció de l'Scheme és:

```
funcion =
#(define-scheme-function
     (arg1 arg2 ...)
     (tipus1? tipus2? ...)
   cuerpo)
```

donde

argN — *n*-èssim argument.

tipusN? — Un *predicat de tipus* de l'Scheme per al qual *argN* ha de retornar `#t`. També existeix una forma especial (*predicate? default*) per especificar arguments opcionals. Si l'argument actual no està present quan es crida a la funció, s'usa el valor predeterminat en substitució. Els valors predeterminats s'avaluen en temps de definició (incloent-hi els blocs de codi del LilyPond!), de manera que si ens cal un valor per omissió calculat en temps d'execució, hem d'escriure en el seu lloc un valor especial que puguem reconèixer fàcilment. Si escrivim el predicat entre parèntesis, però no seguim pel valor predeterminat, s'usa `#f` como a valor per omissió. Els valors per omissió no es verifiquen amb *predicate?* en temps de definició ni en temps d'execució: és la nostra responsabilitat tractar amb els valors que especifiquem. Els valors per omissió que són expressions musicals es copien mentre s'estableix `origin` a la ubicació actual del cursor d'entrada.

cos — una seqüència de formes de l'Scheme que s'avaluen ordenadament; l'última forma de la seqüència s'usa com el valor de retorn de la funció de l'Scheme. Pot contenir blocs de codi del LilyPond tancat entre claus amb coixinets (`#{...#}`), tal com es descriu a Secció 1.1 [Blocs de codi del LilyPond], pàgina 18. Dins dels blocs de codi del LilyPond useu el símbol `#` per fer referència a arguments de funció (per exemple '`#arg1`') o per iniciar una expressió en línia de l'Scheme que contingui arguments de funció (per exemple '`#(cons arg1 arg2)`'). On les expressions normals de l'Scheme que usen `#` no funcionen, ens podria caldre tornar a expressions de l'Scheme immediates que usen `$`, com per exemple '`$music`'.

Si la nostra funció torna una expressió musical, rep un valor de `origin` útil.

La idoneïtat dels arguments per als predicats es determina mitjançant crides reals al predicat després que el LilyPond ja las hagi convertit en una expressió de l'Scheme. Com a conseqüència, l'argument es pot especificar en la sintaxi de l'Scheme si es desitja (precedit de `#` o com a resultat d'haver cridat una funció de l'Scheme), però el LilyPond també converteix algunes construccions del LilyPond a Scheme abans de fer efectivament la comprovació del predicat sobre elles. Actualment es troben entre elles la música, els post-esdeveniments, les cadenes simples (entre cometes o no), els nombres, els elements de marcatge i de llistes de marcatge,

score (partitura), book (llibre), bookpart (part de llibre), les definicions de context i els blocs de definició de sortida.

El LilyPond resol algunes ambigüitats mitjançant la comprovació amb funcions de predicat: és '-3' un post-esdeveniment de digitació o un nombre negatiu? És "a" 4 en el mode de lletra una cadena seguida per un nombre, o un esdeveniment de lletra amb la duració 4? El LilyPond prova el predicat de l'argument sobre diverses interpretacions successives fins que ho aconsegueix, amb un ordre dissenyat per minimitzar les interpretacions poc consistents i la lectura per avançat.

Per exemple, un predicat que accepta tant expressions musicals com altures consideraria que c'' és una altura en lloc d'una expressió musical. Les duracions o post-esdeveniments que segueixen immediatament canvien aquesta interpretació. És millor evitar els predicats excessivament permissius com scheme? quan l'aplicació requeriria tipus d'arguments més específics.

Per veure una llista dels predicats de tipus disponibles, consulteu Secció "Predicats de tipus predefinits" in *Referència de la notació*.

Vegeu també

Referencia de la notació: Secció "Predicats de tipus predefinits" in *Referència de la notació*.

Fitxers instal·lats: lily/music-scheme.cc, scm/c++.scm, scm/lily.scm.

1.2.2 Ús de les funcions de l'Scheme

Les funcions de l'Scheme es poden cridar gairebé des de qualsevol lloc en el qual es pot escriure una expressió de l'Scheme que comenci amb el coixinet #. Cridem a una funció de l'Scheme escrivint el seu nom precedit de la barra invertida \, i seguit pels seus arguments. Un cop que un argument opcional no correspon amb cap argument, el LilyPond se salta aquest argument i tots els que el segueixen, substituint-los pel seu valor per defecte especificat, i 'recupera' l'argument que no corresponia al lloc del següent argument obligatori. Atès que l'argument recuperat cal anar a algun lloc, els argument opcionals no es consideren realment opcionals a no ser que vagin seguits d'un argument obligatori.

Hi existeix una excepció: si escrivim \default enlloc d'un argument opcional, aquest argument i tots els arguments opcionals que el segueixen se salten i se substitueixen pels seus valors predeterminats. Això funciona fins i tot si no segueix cap argument obligatori perquè no cal que \default es recuperi. Les instruccionsmark i key fan ús d'aquest ajustament per oferir el seu comportament predeterminat quan van seguides sols per \default.

A part dels llocs on es requereix un valor de l'Scheme hi ha certs llocs en els quals s'accepten expressions de coixinet # i s'avaluen pels seus efectes secundaris, però a part d'això s'ignoren. Són, majorment, els llocs en els quals també seria acceptable posar una assignació.

Atès que no és bona idea retornar valors que puguin malinterpretar-se en algun context, hauríeu de fer servir funcions de l'Scheme normals sols per als casos en els quals sempre es retorna un valor útil, i fer servir funcions de l'Scheme buides vegeu Secció 1.2.3 [Funcions de l'Scheme buides], pàgina 20) en cas contrari.

Per conveniència, les funcions de l'Scheme també es poden cridar directament des de l'Scheme, fent un pont sobre l'analitzador sintàctic del Lilypond. El seu nom pot utilitzar-se com el nom d'una funció corrent. La comprovació de tipus dels arguments i el salt d'arguments opcionals es produeix de la mateixa forma que quan es crida des de dins del LilyPond, agafant el valor de l'Scheme *unspecified* el paper de la paraula reservada \default per saltar explícitament arguments opcionals.

1.2.3 Funcions de l'Scheme buides

En ocasions, un procediment s'executa amb l'objectiu de fer alguna acció més per retornar un valor. Alguns llenguatges de programació (com a C i l'Scheme) usen les funcions per als

dos conceptes i es limiten a descartar el valor retornat (usualment fent que qualsevol expressió pugui actuar com a instrucció, ignorant el resultat retornat). Això pot semblar intel·ligent però és propens a errors: gairebé tots els compiladors de C d'avui en dia emeten advertiments quan es descarta una expressió no buida. Per a moltes funcions que executen una acció, els estàndards de l'Scheme declaren que el valor de retorn sigui no especificat. Guile, l'intèrpret de l'Scheme al LilyPond, té un valor únic `*unspecified*` que en tals casos retorna de forma usual (com quan es fa servir directament `set!` sobre una variable), però desgraciadament no de forma consistent.

Definir una funció del LilyPond amb `define-void-function` assegura que es retorna aquest valor especial, l'únic valor que satisfà el predicat `void?`.

```
noApuntarYPulsar =
#(define-void-function
     ()
     ()
   (ly:set-option 'point-and-click #f))
...
\noApuntarYPulsar   % desactivar la funció d'apuntar i clicar
```

Si volem avaluar una expressió sols pel seu efecte col·lateral i no volem que s'interpreti cap valor que pugui retornar, podem fer-lo anteposant el prefix `\void`:

```
\void #(hashq-set! alguna-taula alguna-clau algun-valor)
```

D'aquesta forma podem assegurar que el LilyPond no assignarà cap significat al valor retornat, independentment d'on el trobi. També funciona per a funcions musicals com `\displayMusic`.

1.3 Funcions musicals

Les *funcions musicals* són procediments de l'Scheme que poden crear automàticament expressions musicals, i es poden usar per simplificar enormement el fitxer d'entrada.

1.3.1 Definicions de funcions musicals

La forma general per definir funcions musicals és:

```
funcion =
#(define-music-function
     (arg1 arg2 ...)
     (tipo1? tipo2? ...)
   cuerpo)
```

de forma força anàloga a Secció 1.2.1 [Definició de funcions de l'Scheme], pàgina 19. El més probable és que el *cos* sigui un Secció 1.1 [Blocs de codi del LilyPond], pàgina 18.

Per veure una llista de predicats de tipus disponibles, consulteu Secció "Predicats de tipus predefinits" in *Referència de la notació*.

Vegeu també

Referència de la notació: Secció "Predicats de tipus predefinits" in *Referència de la notació*.

Fitxers d'inici: `lily/music-scheme.cc`, `scm/c++.scm`, `scm/lily.scm`.

1.3.2 Ús de les funcions musicals

Una 'funció musical' ha de retornar una expressió que es correspongui amb el predicat `ly:music?`. Això fa que les crides a funcions musicals siguin apropiades com arguments del tipus `ly:music?` per a una altra crida a una funció musical.

Si s'usa una crida a funció musical dins d'altres contextos, el context pot aplicar restriccions semàntiques addicionals.

- En el nivell superior dins d'una expressió musical no s'accepta cap post-esdeveniment.
- Quan una funció musical (a diferència d'una funció d'esdeveniment) retorna una expressió del tipus post-esdeveniment, el LilyPond requereix un dels indicadors de direcció amb nom (`-`, `^`, y `_`) per poder integrar adequadament el post-esdeveniment produït per la crida a la funció musical dins de l'expressió que l'envolta.
- Com a component d'un acord. L'expressió retornada ha de ser del tipus `rhythmic-event`, probablement un `NoteEvent`.

Es poden aplicar funcions 'polimòrfiques', com `\tweak`, als post-esdeveniments, components d'acords i expressions musicals de nivell superior.

1.3.3 Funcions de substitució senzilles

Una funció de substitució senzilla és una funció musical l'expressió de sortida de la qual està escrita en codi del LilyPond i conté arguments de la funció en l'expressió de sortida. Es descriuen a Secció "Exemple de funcions de substitució" in *Referència de la notació*.

1.3.4 Funcions de substitució intermèdies

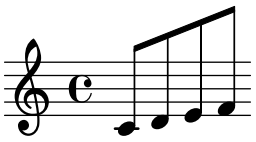
Les funcions de substitució intermèdies contenen una barreja de codi de l'Scheme i del LilyPond dins de l'expressió musical que es retorna.

Algunes instruccions `\override` requereixen un argument que consisteix en una parella de nombres (anomenada una *cela cons* a l'Scheme.

La parella es pot passar directament dins de la funció musical, usant una variable `pair?`:

```
barraManual =
#(define-music-function
     (principi-final)
     (pair?)
   #{
     \once \override Beam.positions = #principi-final
   #})

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

De forma alternativa, els nombres que composen la parella es pot passar com arguments separats, i el codi de l'Scheme que s'ha usat per crear la parella es pot incloure dins de l'expressió musical:

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

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

Les propietats es mantenen conceptualment utilitzant una pila per a cada propietat, per a cada grob i per a cada context. Les funcions musicals poden requerir la sobreescriptura duna o diverses propietats durant el temps de duració de la funció, restaurant-les als seus valors previs abans de sortir. No obstant, les sobreescriptures normals extrauen i descarten el cim de la pila de propietats actual abans d'introduir un valor a ella, de manera que el valor anterior de la propietat es perd quan se sobreescriu. Si es vol preservar el valor anterior, s'ha de precedir l'ordre `\override` amb la paraula clau `\temporary`, així:

```
\temporary \override ...
```

L'ús de `\temporary` fa que s'esborri la propietat (normalment establerta a un cert valor) `pop-first` de la sobreescriptura, de forma que el valor anterior no s'extrau de la pila de propietats abans de posar en ella el valor nou. Quan una ordre `\revert` posterior extrau el valor sobreescrit temporalment, tornarà a emergir el valor anterior.

En altres paraules, una crida a `\temporary \override` i a continuació una altra a `\revert` sobre la mateixa propietat, té un valor net que és nul. De forma semblant, la combinació en seqüència de `\temporary` i `\undo` sobre la mateixa música que conté les sobreescriptures, té un efecte net nul.

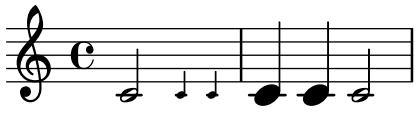
Heus aquí un exemple d'una funció musical que utilitza l'exposat anteriorment. L'ús de `\temporary` assegura que els valors de les propietats `cross-staff` i `style` es restauren a la sortida als valors que tenien quan es va cridar a la funció `crossStaff`. Sense `\temporary`, a la sortida s'haurien fixat els valors predeterminats.

```
crossStaff =
#(define-music-function (notes) (ly:music?)
  (_i "Create cross-staff stems")
  #{
  \temporary \override Stem.cross-staff = #cross-staff-connect
  \temporary \override Flag.style = #'no-flag
  #notes
  \revert Stem.cross-staff
  \revert Flag.style
#})
```

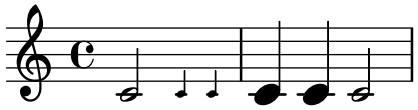
1.3.5 Matemàtiques dins de les funcions

Les funcions musicals poden comptar amb programació de l'Scheme a més de la simple substitució:

```
AltOn =
#(define-music-function
     (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'2 \AltOn #0.5 c4 c
  \AltOn #1.5 c c \AltOff c2
}
```

Aquest exemple es pot reescriure de forma que passi expressions musicals:

```
withAlt =
#(define-music-function
     (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'2 \withAlt #0.5 { c4 c }
  \withAlt #1.5 { c c } c2
}
```



1.3.6 Funcions sense arguments

En gairebé tots els casos, una funció sense arguments s'ha d'escriure amb una variable:

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

No obstant, en rares ocasions pot ser d'utilitat crear una funció musical sense arguments:

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

Per a la impressió real dels nombres de compàs on es crida aquesta funció, invoqueu a `lilypond` amb

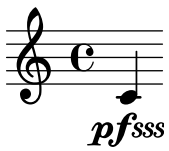
```
lilypond -d display-bar-numbers FITXER.ly
```

1.3.7 Funcions musicals buides

Una funció musical ha de retornar una expressió musical. Si voleu executar una funció exclusivament pels seus efectes secundaris, hauríeu d'usar `define-void-function`. Però pot haver-hi casos en els quals a vegades volem produir una expressió musical, i a vegades no (com a l'exemple anterior). Retornar una expressió musical `void` (buida) per mitjà de `#{ #}` ho fa possible.

1.4 Funcions d'esdeveniments

Per usar una funció musical en el lloc d'un esdeveniment, hem d'escriure un indicador de direcció abans d'ella. Però a vegades, això fa que es perdi la correspondència amb la sintaxi de les construccions que volem substituir. Per exemple, si volem escriure instruccions de matís dinàmic, els matisos s'adjunten habitualment sense indicador de direcció, com `c'\pp`. Heus aquí una forma d'escriure indicacions dinàmiques arbitràries:

```
dyn=#(define-event-function (arg) (markup?)
        (make-dynamic-script arg))
\relative { c'\dyn pfsss }
```

Podríem haver fer el mateix usant una funció musical, però aleshores hauríem d'escriure sempre un indicador de direcció abans de cridar-la, com `c-\dyn pfsss`.

1.5 Funcions de marcatge

Els elements de marcatge estan implementats com funcions de l'Scheme especials que produeixen un objecte `Stencil` donats una sèrie d'arguments.

1.5.1 Construcció d'elements de marcatge a l'Scheme

Les expressions de marcatge es representen internament a l'Scheme usant el macro `markup`:

```
(markup expr)
```

Per veure una expressió de marcatge en la seva forma de l'Scheme, utilitzeu l'ordre `\displayScheme`:

```
\displayScheme
\markup {
  \column {
    \line { \bold \italic "hola" \raise #0.4 "món" }
    \larger \line { pep pepet pepepet }
  }
}
```

La compilació del codi anterior envia a la consola el següent:

```
(markup
  #:line
  (#:column
   (#:line
    (#:bold (#:italic "hola") #:raise 0.4 "món")
    #:larger
    (#:line ("pep" "pepet" "pepepet")))))
```

Per evitar que el marcatge s'imprimeixi en la pàgina, useu '`\void \displayScheme` *marcatge*'. També, com passa amb l'ordre `\displayMusic`, la sortida de `\displayScheme` es pot desar en un fitxer extern. Vegeu Secció A.3.1 [Presentació de les expressions musicals], pàgina 12.

Aquest exemple mostra les principals regles de traducció entre la sintaxi del marcatge normal del LilyPond i la sintaxi del marcatge de l'Scheme. La utilització de `#{ ... #}` per escriure en la sintaxi del Lilypond serà amb freqüència el més convenient, però explicarem com fer servir la macro `markup` per obtenir una solució sols amb l'Scheme.

LilyPond	**Scheme**
`\markup marcatge1`	`(markup marcatge1)`
`\markup { marcatge1 marcatge2 ... }`	`(markup marcatge1 marcatge2 ... )`
`\ordre`	`#:ordre`
`\variable`	`variable`
`\center-column { ... }`	`#:center-column ( ... )`
`cadena`	`"cadena"`
`#argument-de-scheme`	`argument-de-scheme`

Tot el llenguatge de l'Scheme està accessible dins del macro `markup`. Per exemple, podem usar crides a funcions dins de `markup` per així manipular cadenes de caràcters. Això és útil si s'estan definint ordres de marcatge noves (vegeu Secció 1.5.3 [Definició d'una ordre nova de marcatge], pàgina 27).

Advertiments i problemes coneguts

L'argument markup-list que dóna ordres com `#:line`, `#:center` i `#:column` no pot ser una variable ni el resultat d'una crida a una funció.

```
(markup #:line (funció-que-retorna-marcatges))
```

no és vàlid. Cal fer servir les funcions `make-line-markup`, `make-center-markup` o `make-column-markup` en el seu lloc:

```
(markup (make-line-markup (funció-que-retorna-marcatges)))
```

1.5.2 Com funcionen internament els elements de marcatge

En un element de marcatge com

```
\raise #0.5 "exemple de text"
```

`\raise` es representa en realitat per mitjà de la funció `raise-markup`. L'expressió de marcatge s'emmagatzema com

```
(list raise-markup 0.5 "exemple de text")
```

Quan el marcatge es converteix en objectes imprimibles (Stencils o segells), es crida la funció `raise-markup` com

```
(apply raise-markup
       \objecte de marcatge
       llista de llistes associatives de propietats
       0.5
       el marcatge "exemple de text")
```

Primer la funció `raise-markup` crea el segell per a la cadena `exemple de text`, i després eleva el segell Stencil en 0.5 espais de pentagrama. Aquest és un exemple força senzill; a la resta de la secció es podran veure exemple més complexos, així com a `scm/define-markup-commands.scm`.

1.5.3 Definició d'una ordre nova de marcatge

Aquesta secció tracta sobre la definició de noves ordres de marcatge.

Sintaxi de la definició d'ordre de marcatge

Es poden definir ordres noves de marcatge usant el macro de l'Scheme `define-markup-command`, al nivell sintàctic superior.

```
(define-markup-command (nom-ordre disposició props arg1 arg2 ...)
    (tipus-arg1? tipus-arg2? ...)
    [ #:properties ((propietat1 valor-predeterminat1)
                    ...) ]
  ...command body...)
```

Els arguments són

nom-ordre
: nom de l'ordre de marcatge

`layout`
: la definició de 'disposició'.

`props`
: una llista de llistes associatives, que contenen totes les propietats actives.

argi
: argument *i*-éssim d'ordre

tipus-argi?
: predicat de tipus per a l'argument *i*-éssim

Si l'ordre utilitza propietats dels arguments `props`, es pot usar la paraula clau `#:properties` per especificar quines propietats es fan servir, així com els seus valors per defecte.

Els arguments es distingeixen segons el seu tipus:

- un marcatge, que correspon al predicat de tipus `markup?`;
- una llista de marcatges, que correspon al predicat de tipus `markup-list?`;
- qualsevol altre tipus de l'Scheme, que correspon a predicats de tipus com ara `list?`, `number?`, `boolean?`, etc.

No existeix cap limitació en l'ordre dels arguments (després dels arguments estàndard `layout` i `props`). No obstant això, les funcions de marcatge que agafen un element de marcatge com el seu últim argument són una mica especials perquè podem aplicar-les a una llista de marcatge i el resultat és una llista de marcatges on la funció de marcatge (amb els arguments antecedents especificats) s'ha aplicat a tots els elements de la llista de marcatges original.

Atès que la replicació dels arguments precedents per aplicar una funció de marcatge a una llista de marcatges és poc costosa principalment pels arguments de l'Scheme, s'eviten les caigudes de rendiment simplement mitjançant la utilització d'arguments de l'Scheme per als arguments antecedents de les funcions de marcatge que agafen un marcatge com el seu últim argument.

Les ordres de marcatge tenen un cicle de vida relativament complex. El cos de la definició d'una ordre de marcatge és responsable de la conversió dels arguments de l'ordre de marcatge en una expressió de segell que es retorna. Molt sovint això es fa cridant a la funció `interpret-markup` sobre una expressió de marcatge, i passant-li els arguments *layout* i *props*. En general aquests arguments es coneixen en una fase molt tardana de la composició tipogràfica. Les expressions de marcatge ja tenen els seus components muntats dins d'expressions de marcatge quan s'expandeixen les ordres `\markup` (dins de l'Scheme). L'avaluació i la comprovació de tipus dels arguments de l'ordre de marcatge es realitza en el moment en el qual s'interpreten `\markup` o `markup`.

Però la conversió real d'expressions de marcatge en expressions de segell mitjançant l'execució dels cossos en funció de marcatge sols es realitza quan es crida `interpret-markup` sobre una expressió de marcatge.

Quant a les propietats

Els arguments `layout` i `props` de les ordres de marcatge introdueixen un context per a la interpretació del marcatge: mida de la tipografia, gruix de la línia, etc.

L'argument `layout` permet l'accés a les propietats definides als blocs `paper`, usant la funció `ly:output-def-lookup`. Per example, el gruix de línia (el mateix que es fa servir a les partitures) es llegeix usant:

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

L'argument `props` fa accessibles algunes propietats a les ordres de marcatge. Per exemple, quan s'interpreta el marcatge del títol d'un llibre, totes les variables definides dins del bloc `\header` s'afegeixen automàticament a `props`, de manera que el marcatge del títol del llibre pot accedir al títol del llibre, l'autor, etc. També és una forma de configurar el comportament d'una ordre de marcatge: per exemple, quan una instrucció utilitza mides de tipografia durant el processat, la mida es llegeix de `props` en comptes de tenir un argument `font-size`. El que crida a una ordre de marcatge pot canviar el valor de la propietat de la mida de la tipografia amb l'objecte de modificar el comportament. Feu servir la paraula clau `#:properties` de `define-markup-command` per especificar quines propietats s'han de llegir dels arguments de `props`.

L'exemple de la secció següent il·lustra com accedir i sobreescriure les propietats d'una ordre de marcatge.

Un exemple complet

L'exemple següent defineix una ordre de marcatge per traçar un rectangle doble al voltant d'un fragment de text.

En primer lloc, ens cal construir un resultat aproximat utilitzant marcatges. Una consulta a Secció "Ordres de marcatge de text" in *Referència de la notació* ens mostra que és útil l'odre `\box`:

```
\markup \box \box HOLA
```

Ara, considerem que és preferible tenir més separació entre el text i els rectangles. Segons la documentació de `\box`, aquesta ordre usa una propietat `box-padding`, el valor predeterminat de la qual és 0.2. La documentació també menciona com sobreescriure aquest valor:

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

Després, l'emplenament o separació entre els dos rectangles ens sembla molt petit, així que també el sobreescriurem:

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

Repetir aquesta extensa ordre de marcatge un i un altre cop seria un maldecap. Aquí és on cal una ordre de marcatge. Així doncs, escrivim una ordre de marcatge `double-box`, que agafa un argument (el text). Dibuixa els dos rectangles i afegeix una separació.

```
#(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 }#}))
```

o, de forma equivalent,

```
#(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` és el nom de l'argument de l'ordre, i `markup?` és el tipus: l'identifica com un element de marcatge. La funció `interpret-markup` s'usa en gairebé totes les ordres de marcatge: construeix un segell, usant `layout`, `props`, i un element de marcatge. En el segon cas, la marca es construeix usant el macro de l'Scheme `markup`, vegeu Secció 1.5.1 [Construcció d'elements de marcatge a l'Scheme], pàgina 25. La transformació d'una expressió `\markup` en una expressió de marcatge de l'Scheme és directa.

L'ordre nova es pot usar com segueix:

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

Fora bo fer una l'ordre `double-box` que es pogués personalitzar aquí, els valors d'emplenament `box-padding` són fixos i no es poden canviar per part d l'usuari. A més a més, fora millor distingir la separació entre els dos rectangles, de l'emplenament entre el rectangle intern i el text. Així docs, introduïm una nova propietat, `inter-box-padding`, per a l'emplenament entre els rectangles. El `box-padding` s'usarà per a l'emplenament intern. Ara el codi nou és com es veu a continuació:

```
#(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 } #}))
```

De nou, la versió equivalent que utilitza la macro de marcatge seria:

```
#(define-markup-command (double-box layout props text) (markup?)
  #:properties ((inter-box-padding 0.4)
                (box-padding 0.6))
  "Traç d'un rectangle doble rodejant el test."
  (interpret-markup layout props
    (markup #:override `(box-padding . ,inter-box-padding) #:box
            #:override `(box-padding . ,box-padding) #:box text)))
```

Aquí la paraula clau `#:properties` s'usa de manera que les propietats `inter-box-padding` i `box-padding` es llegeixen a partir de l'argument `props`, i se'ls proporcionen uns valors predeterminats si les propietats no estan definides.

Després, aquests valors s'usen per sobreescriure les propietats `box-padding` usades per les dues instruccions `\box`. Observeu l'apòstrof invertit i la coma a l'argument de `\override`: ens permeten introduir un valor de variable dins d'una expressió literal.

Ara, l'ordre es pot usar dins d'un element de marcatge, i l'emplenament dels rectangles es pot personalitzar:

```
#(define-markup-command (double-box layout props text) (markup?)
  #:properties ((inter-box-padding 0.4)
                (box-padding 0.6))
  "Traç d'un rectangle doble rodejant el 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
```

Adaptació d'ordres incorporades

Una bona manera de començar a escriure una ordre de marcatge nova és seguir l'exemple d'una altra ordre ja incorporada. Gairebé totes les ordres de marcatge que estan incorporades al LilyPond es poden trobar al fitxer `scm/define-markup-commands.scm`.

Per exemple, voldríem adaptar l'ordre `\draw-line` perquè traci una línia doble. L'ordre `\draw-line` està definida com segueix (s'han suprimit els comentaris de documentació):

```
(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)))
```

Per definir una ordre nova basada en una altra existent, copieu la definició i canvieu-li el nom. La paraula clau `#:category` es pot eliminar sense por, atès que sols s'utilitza per generar documentació del LilyPond, i no té cap utilitat per a les ordre de marcatge definits per l'usuari.

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

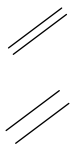
A continuació s'afegeix una propietat per establir la separació entre les dues línies, anomenada `line-gap`, amb un valor predeterminat, per exemple 0.6:

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

```
  "...documentació..."
  ...
```

Finalment, s'afegeix el codi per traçar les dues línies. S'usen dues crides a `make-line-stencil` per traçar les línies, i els segells resultants es combinen usant `ly:stencil-add`:

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



1.5.4 Definició de noves ordres de llista de marcatge

Les ordres de llistes de marcatge es defineixen amb el macro de l'Scheme `define-markup-list-command`, que és semblant al macro `define-markup-command` descrit a Secció 1.5.3 [Definició d'una ordre nova de marcatge], pàgina 27, excepte que on aquest últim retorna un segell únic, el primer retorna una llista de segells.

A l'exemple següent es defineix una ordre de llista de marcatge \paragraph, que retorna una llista de línies justificades, estant la primera d'elles sagnades. L'amplada del sagnat s'agafa de l'argument `props`.

```
#(define-markup-list-command (paragraph layout props args) (markup-list?)
   #:properties ((par-indent 2))
   (interpret-markup-list layout props
     #{\markuplist \justified-lines { \hspace #par-indent #args } #}))
```

La versió que usa solament Scheme és més complexa:

```
#(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))))
```

A part dels arguments usuals `layout` i `props`, l'ordre de llista de marcatge `paragraph` agafa un argument de llista de marcatges, cridant `args`. El predicat per a llistes de marcatges és `markup-list?`.

En primer lloc, la funció agafa l'amplada del sagnat, una propietat anomenada aquí `par-indent`, de la llista de propietats `props`. Si no es troba la propietat, el valor predeterminat és 2. Després, es fa una llista de línies justificades usant l'ordre incorporada de llista de marcatges `\justified-lines`, que està relacionada amb la funció `make-justified-lines-markup-list`. S'afegeix un espai horitzontal al principi usant `\hspace` (o la funció `make-hspace-markup`). Finalment, la llista de marcatges s'interpreta usant la funció `interpret-markup-list`.

Aquest nova ordre de llista de marcatges es pot usar com segueix:

```
\markuplist {
  \paragraph {
    L'art de la tipografia musical s'anomena \italic {gravat (en planxa).}
    El terme deriva del procés tradicional d'impressió de música.
    Fa sols algunes dècades, les partitures es feien retallant i estampant
    la música en una planxa de zinc o llauna en una imatge invertida.
  }
  \override-lines #'(par-indent . 4) \paragraph {
    La planxa s'havia d'entintar, i les depressions causades pels talls
    i estampats retenien la tinta.  Es formava una imatge pressionant el paper
    contra la planxa.  L'estampat i tallat es feia completament
    a mà.
  }
}
```

1.6 Contextos per a programadors

1.6.1 Avaluació de contextos

Es poden modificar els contextos durant la interpretació amb codi de l'Scheme. Dins d'un bloc de codi del LilyPond, la sintaxi per fer això és:

```
\applyContext funció
```

En codi de l'Scheme, la sintaxi és:

```
(make-apply-context funció)
```

funció ha de ser una funció de l'Scheme que agafa un únic argument, que és el context al qual aplicar-la. La funció pot accedir a, així com sobreescriure o establir propietats de grobs s i propietats de contextos. Qualsevol acció agafada per la funció que depengui de l'estat del context, està limitada a l'estat del context *en el moment de cridar a la funció*. Així mateix, els canvis efectuats per una crida a `\applyContext` romanen en efecte fins que es modifiquen de nou directament, o es reverteixen, fins i tot si han canviat les condicions inicials sobre les que depenen.

Les funcions següents de l'Scheme són útils quan s'utilitza `\applyContext`:

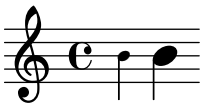
`ly:context-property`
: recuperar el valor d'una propietat de context

`ly:context-set-property!`
: establir el valor d'una propietat de context

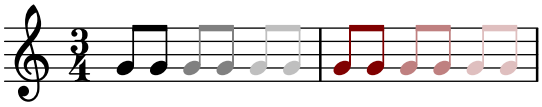
`ly:context-grob-definition`
`ly:assoc-get`
: recuperar el valor d'una propietat d'un grob

`ly:context-pushpop-property`
: fer una sobreescriptura temporal (`\temporary \override`) o una reversió (`\revert`) sobre una propietat d'un grob

L'exemple següent recupera el valor actual de `fontSize`, i a continuació el dobla:

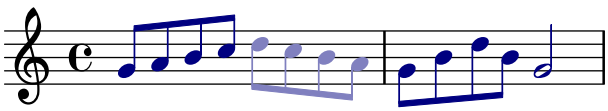
```
doubleFontSize =
\applyContext
  #(lambda (context)
     (let ((fontSize (ly:context-property context 'fontSize)))
       (ly:context-set-property! context 'fontSize (+ fontSize 6))))

{
  \set fontSize = -3
  b'4
  \doubleFontSize
  b'
}
```

L'exemple següent recupera els colors actuals dels grobs `NoteHead`, `Stem` i `Beam`, i a continuació els modifica perquè tinguin un matís menys saturat.

```
desaturate =
\applyContext
  #(lambda (context)
     (define (desaturate-grob grob)
       (let* ((grob-def (ly:context-grob-definition context grob))
              (color (ly:assoc-get 'color grob-def black))
              (new-color (map (lambda (x) (min 1 (/ (1+ x) 2))) color)))
         (ly:context-pushpop-property context grob 'color new-color)))
     (for-each desaturate-grob '(NoteHead Stem Beam)))

\relative {
  \time 3/4
  g'8[ g] \desaturate g[ g] \desaturate g[ g]
  \override NoteHead.color = #darkred
  \override Stem.color = #darkred
  \override Beam.color = #darkred
  g[ g] \desaturate g[ g] \desaturate g[ g]
}
```



Això pot implementar-se també com una funció musical, amb l'objecte de restringir les modificacions a un únic bloc de música. Observeu com s'usa `ly:context-pushpop-property` tant com una sobreescriptura temporal (`\temporary \override`) com una reversió (`\revert`):

```
desaturate =
#(define-music-function
   (music) (ly:music?)
```

```
    #{
      \applyContext
      #(lambda (context)
         (define (desaturate-grob grob)
           (let* ((grob-def (ly:context-grob-definition context grob))
                  (color (ly:assoc-get 'color grob-def black))
                  (new-color (map (lambda (x) (min 1 (/ (1+ x) 2))) color)))
             (ly:context-pushpop-property context grob 'color new-color)))
         (for-each desaturate-grob '(NoteHead Stem Beam)))
      #music
      \applyContext
      #(lambda (context)
         (define (revert-color grob)
           (ly:context-pushpop-property context grob 'color))
         (for-each revert-color '(NoteHead Stem Beam)))
    #})

  \relative {
    \override NoteHead.color = #darkblue
    \override Stem.color = #darkblue
    \override Beam.color = #darkblue
    g'8 a b c
    \desaturate { d c b a }
    g b d b g2
  }
```

1.6.2 Execució d'una funció sobre tots els objectes de la presentació

La manera més versàtil de realitzar l'ajust fi d'un objecte és `\applyOutput`, que funciona inserint un esdeveniment del context especificat (Secció "ApplyOutputEvent" in *Referència de funcionament intern*). La seva sintaxi és o bé

```
\applyOutput Contexto proc
```

o bé

```
\applyOutput Context.Grob proc
```

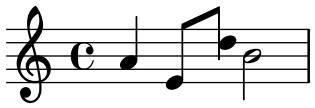
donde *proc* és una funció de l'Scheme que agafa tres arguments.

En interpretar-se, la funció *proc* es crida per a cada objecte de presentació (amb el nom de grob *Grob* si s'especifica) que est troba al context *Context* al temps actual, amb els següents arguments:

- el propi objecte de presentació,
- el context en el qual es va crear l'objecte de presentació, i
- el context en el qual es processa `\applyOutput`.

A més, la causa de l'objecte de presentació, és a dir l'objecte o expressió musical que és responsable d'haver-ho creat, està a la propietat `cause` de l'objecte. Per exemple, per al cap d'una nota, aquest és un esdeveniment Secció "NoteHead" in *Referència de funcionament intern*, y per a un objecte plica, aquest és un objecte Secció "Stem" in *Referència de funcionament intern*.

Vet aquí una funció a usar per a \applyOutput; esborra els caps de les notes que estan sobre la línia central i junt a ella:

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

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

Perquè *funció* s'interpreti en els nivells de Score o de Staff utilitzeu aquestes formes:

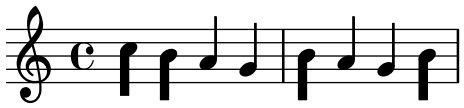
```
\applyOutput Score...
\applyOutput Staff...
```

1.7 Funcions de callback

Les propietats (com thickness (gruix), direction (direcció), etc.) es poden establir a valors fixos amb \override, per exemple::

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

Les propietats poden fixar-se també a un procediment de l'Scheme:

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

En aquest cas, el procediment s'executa tan aviat com el valor de la propietat es reclama durant el procés de formatat.

Gairebé tot el motor de tipografia està gestionat per aquests *callbacks*. Entre les propietats que usen normalment *callbacks* estan

`stencil` La rutina d'impressió, que construeix un dibuix per a un símbol

`X-offset` La rutina que estableix la posició horitzontal

`X-extent` La rutina que calcula l'amplada d'un objecte

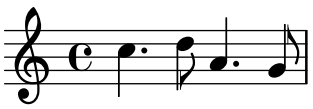
El procediment sempre agafa un argument únic, que és el grob (l'objecte gràfic).

Aquest procediment pot accedir al valor usual de la propietat, cridant en primer lloc a la funció que és el 'callback' usual per a aquesta propietat, i que pot veure's al manual de referència interna o al fitxer 'define-grobs.scm':

```
\relative {
  \override Flag.X-offset = #(lambda (flag)
    (let ((default (ly:flag::calc-x-offset flag)))
      (* default 4.0)))
  c''4. d8 a4. g8
```

```
}
```

També és possible obtenir el valor predeterminat existent, usant la funció `grob-transformer`:

```
\relative {
  \override Flag.X-offset = #(grob-transformer 'X-offset
    (lambda (flag default) (* default 4.0)))
  c''4. d8 a4. g8
}
```

Des de dins d'una callback, el mètode més fàcil per avaluar un element de marcatge és usar grob-interpret-markup. Per exemple:

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

1.8 Ajustaments difícils

Hi ha un cert nombre de tipus d'ajustament difícils.

- Un tipus d'ajustament difícil és l'aparença dels objectes d'extensió, com les lligadures d'expressió i d'unió. Inicialment, sols es crea un d'aquests objectes, i poden ajustar-se amb el mecanisme normal. No obstant, en certs caos els objectes extensors creuen els salts de línia. Si això passa, aquests objectes es clonen. Es crea un objecte diferent per cada sistema en el qual es troba. Aquests són clons de l'objecte original i hereten totes les seves propietats, inclosos els `\overrides`.

  En altres paraules, un `\override` sempre afecta a totes les peces d'un objecte d'extensió fragmentat. Per canviar sols una part d'un extensor en el salt de línia, cal inspeccionar el procés de formatat. El *callback* `after-line-breaking` conté el procediment Scheme que es crida després que s'han determinat els salts de línia, i els objectes de presentació han estat dividits sobre els diferents sistemes.

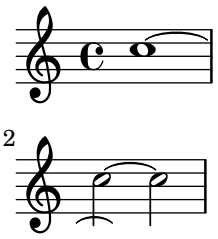
  A l'exemple següent definim un procediment `my-callback`. Aquest procediment

  - determina si hem estat dividits pels salts de línia
  - en cas afrimatiu, reuneix tots els objectes dividits
  - comprova si som l'últim dels objectes dividits
  - en cas afirmatiu, estableix `extra-offset`.

  Aquest procediment s'instal·la en Secció "Tie" in *Referència de funcionament intern* (lligadura d'unió), de forma que l'última part de la lligadura dividida es trasllada cap a dalt.

```
#(define (my-callback grob)
   (let* (
          ;; hem estat dividits?
          (orig (ly:grob-original grob))

          ;; si és sí, obté les parts dividides (els nostres bessons)
          (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 '(1 . -4)))))

\relative {
  \override Tie.after-line-breaking =
  #my-callback
  c''1 ~ \break
  c2 ~ 2
}
```



En aplicar aquest ajustament, la nova funció de callback `after-line-breaking` també ha de cridar a l'antiga, si existeix aquest valor predeterminat. Per exemple, si s'usa amb `Hairpin`, s'ha de cridar també a `ly:spanner::kill-zero-spanned-time`.

- Algunes objectes no es poden canviar amb `\override` per raons tècnics. Són exemples `NonMusicalPaperColumn` i `PaperColumn`. Es poden canviar amb la funció `\overrideProperty` que funciona de forma similar a `\once \override`, però usa una sintaxi diferent.

```
\overrideProperty
Score.NonMusicalPaperColumn      % Nom del grob
  . line-break-system-details    % Nom de la propietat
  . next-padding                 % Nom de la subpropietat, opcional
  #20                            % Valor
```

Observeu, no obstant, que `\override`, aplicat a `NonMusicalPaperColumn` i a `PaperColumn`, encara funciona com s'espera dins dels blocs `\context`.

2 Interfícies de l'Scheme del LilyPond

Aquest capítol cobreix les diverses eines proporcionades per LilyPond com ajuda als programadors de l'Scheme en extraure i introduir informació dels fluxos musicals.

PER FER

Annex B GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc.
https://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 `https://www.gnu.org/licenses/`.

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.

Annex C Índex del LilyPond

#

#. 7, 9, 18
##f. 2
##t. 2
#@. 7, 10
#{ ... #}. 18

$

$. 7, 9, 18
$@. 7, 10

A

accedir a l'Scheme. 1
\applyContext. 32
\applyOutput. 34
avaluar l'Scheme. 1

B

Blocs de codi del LilyPond. 18

C

codi, cridar sobre objectes de presentació. 34
codi, crides durant la interpretació. 32

D

define-event-function. 25
define-markup-list-command. 31
define-music-function. 21
define-scheme-function. 19
define-void-function. 20
definició de funcions musicals. 21
\displayLilyMusic. 14
displayMusic. 12
\displayMusic. 12
\displayScheme. 25

E

emmagatzemament intern. 12
event functions. 25

F

funcions musicals. 21

G

Guile. 1

I

impressió d'expressions musicals. 12
interpret-markup. 27
interpret-markup-list. 31

L

LilyPond, blocs de codi del. 18
LISP. 1
ly:assoc-get. 32
ly:context-grob-definition. 32
ly:context-property. 32
ly:context-pushpop-property. 32
ly:context-set-property!. 32

M

make-apply-context. 32
marcatge, definir instruccions de. 25
\markup. 27
markup macro. 27

P

propietats comparades amb variables. 10
propietats, recuperar valors anteriors. 23

R

representació interna, impressió de. 12

S

Scheme. 1
Scheme, codi en línia. 1
Scheme, funcions de (sintaxi del LilyPond). 18
sobreescriptures temporals. 23

T

temporals, sobreeescriptures. 23
\temporary. 23

V

variables comparades amb propietats. 10
\void. 13, 20