

REPREZENTOWANIE DOKUMENTÓW MUZYCZNYCH Z WYKORZYSTANIEM NOTACJI JĘZYKA L-G

Marek Ryćko, Bogusław Jackowski

1. Wstęp

Niniejszy dokument opisuje T_EX-ową implementację języka L-G (*logiczno-graficznego*) w zastosowaniu do zapisu nut. Określenie *logiczno-graficzny* ma podkreślać, że ostatecznym celem jest uzyskanie obiektu graficznego poprzez zadanie logicznej struktury tego obiektu. Wynikowy obiekt graficzny może odzwierciedlać, jak w naszym wypadku, zapis muzyczny, ale analogiczne podejście równie dobrze się nadaje do np. zapisu dokumentów matematycznych. W szczególności w opisie struktury obiektu nie jest zawarta kompletna semantyka muzyczna (w tym celu stworzyliśmy inny język – L-M, *logiczno-muzyczny*).

Notacja L-G, zwana też *lekką notacją muzyczną*, jest sposobem zapisu języka L-G. W niniejszym dokumencie opisujemy zarówno język L-G (semantykę), jak i jego tekstowy zapis, czyli notację (składnię). Wychodząc z założenia, że dokumentacja niniejsza opisuje implementację konkretnego języka, a nie teorię tego rodzaju języków, zastosowaliśmy nieformalny opis semantyki i składni, omawiając szczegółowo na przykładach najważniejsze elementy języka L-G, skupiając się głównie na notacji L-G i efektach działania interpretera (semantyce języka L-G), jedynie skrótowo opisując (głównie poprzez przywołanie przykładów) najważniejsze zagadnienia związane z konfiguracją środowiska T_EX-owego.

Przedstawienie notacji L-G rozpoczniemy od podania kompletnego źródłowego kodu i wyniku przetworzenia tego kodu przez interpreter notacji L-G dla fragmentu utworu „Dzieci tkaczy” Jeremiego Przybory i Jerzego Wasowskiego w zapisie na głos z fortepianem (punkt 3). Konfiguracja środowiska T_EX-owego oraz instrukcje notacji L-G pojawiające się w pierwszym takcie utworu są opatrzone komentarzami; elementy pojawiające się w kodzie L-G są szczegółowo wyjaśnione w dalszej części dokumentacji.

Na pierwszy rzut oka przedstawiony zapis może wydawać się długi i zawiły. (Od razu na wstępie należy podkreślić, że opis dotyczy wersji roboczej, wciąż rozwijanej i udoskonalanej, co tłumaczy pewne niejednorodności i niespójności, np. niejednorodność nazw poleceń notacji L-G). Jednakże w przedstawionych dalej wyjaśnieniach i rozważaniach będziemy się starali dostarczyć argumentów na rzecz tezy, że to po prostu zapis muzyczny jest skomplikowany, jako w istocie dwuwymiarowy, zatem linearyzacja tego zapisu z natury rzeczy nie może być zwarta. Ponadto zapis muzyczny ewoluował przez wieki, więc reguły tego zapisu w sposób oczywisty muszą być niespójne logicznie, co oczywiście komplikuje (wydłuża) zapis komputerowy, który musi wyrazić wszelkie odstępstwa od reguł i oboczności notacji muzycznej.

W naszym przekonaniu bliższe zaznajomienie się z notacją L-G powinno przekonać użytkownika, że bynajmniej nie ona jest nadmiernie skomplikowana, a wręcz dość naturalna – bazuje na czterech podstawowych poleceniach `\-` i `\=` (punkt 4.2) oraz `\+` i `\*` (punkt 4.3), ma prostą składnię (podobnie jak T_EX), a sumaryczne zestawienie komend języka L-G mieści się na jednej stronie skorowidza (p. str. 22). Zatem, uwzględniając realia, można stwierdzić, że opisana notacja jak najbardziej zasługuje na miano „lekkiej notacji muzycznej”, aczkolwiek w dalszym ciągu będziemy używać krótszego określenia „notacja L-G”.

2. Notacja T_EX-owa a notacja L-G

Dane zapisane w notacji L-G stanowią formalnie ciąg poleceń, zwanych zamiennie komendami lub czasami żetonami (od angielskiego słowa *token*), zaimplementowanych w T_EX-u, co wyjaśnia T_EX-ową postać poleceń, w szczególności to, że znak `\` poprzedza wszystkie komendy. Podkreślić jednak należy, że semantyka poleceń języka L-G nie jest w żaden sposób związana z T_EX-em. Niemniej jednak, ze względu na przyjęty sposób implementacji, system T_EX jest ważnym elementem całości i nie sposób pominąć odwołań do T_EX-a. (Szczegółowy opis T_EX-a można znaleźć autorskim podręczniku Donalda E. Knutha „The T_EXbook”, polskie tłumaczenie „T_EX. Przewodnik użytkownika”).

Przygotowanie kodu T_EX-owego dotyczy jedynie preambuły definiującej środowisko, w którym będzie interpretowana notacja L-G (np. rozmiar poziomy pięciolinii, wielkość fontu muzycznego itp.). Preambułę można też wykorzystać do rozszerzenia notacji L-G, poprzez zdefiniowanie nowych komend.

Przygotowanie środowiska powinno być w zasadzie zrealizowane niezależnie od przygotowania zapisu nut w notacji L-G. Zapis nut, jak zostało wspomniane, nie wymaga od użytkownika znajomości T_EX-a. Natomiast przygotowanie środowiska może być zrealizowane bądź za pomocą programu interakcyjnego i wówczas również znajomość T_EX-a nie jest konieczna, bądź poprzez napisanie stosownego skryptu T_EX-owego, co wiąże się z opanowaniem systemu T_EX w stopniu zaawansowanym.

Dla rozumienia niniejszej dokumentacji również znajomość T_EX-a nie jest kluczowa. Jednakże pewne proste reguły składni T_EX-owej (oprócz tej, jak zostało wspomniane, że polecenia rozpoczynają się znakiem `\`) warto znać, mianowicie:

- (1) parametry komend zawarte są w nawiasach klamrowych, które można opuścić, jeżeli parametr jest pojedynczym znakiem lub poleceniem (żetonem) T_EX-owym (wyjątkiem jest komenda `\+`, której parametr nie powinien być brany w nawiasy klamrowe – p. punkt 4.3);

- (2) spacje poprzedzające parametr są pomijane przez T_EX-a;
- (3) pojedyncza zmiana wiersza jest równoważna spacji;
- (4) znak % rozpoczyna komentarz (podobnie jak w języku POSTSCRIPT), tzn. tekst pomiędzy znakiem % a znakiem końca wiersza jest pomijany przez T_EX-a.

3. Przykład wprowadzający – „Dziecię tkaczy”, sł. J. Przybora, muz. J. Wasowski (fragment)

W przykładach zamieszczonych w niniejszej dokumentacji przez „dokument muzyczny” będziemy rozumieć pojedynczą preambułę, definiującą za pomocą T_EX-a środowisko dla jednego fragmentu zapisanego w notacji L-G, opisującego pojedynczy system pięciolinii (obecna wersja interpretera nie obsługuje przełamывania zbyt długich systemów, zostawiając to zadanie użytkownikowi). W ogólności jedna preambuła może dotyczyć kilku fragmentów notacji L-G, ponadto każdy z fragmentów notacji L-G może mieć własną, lokalną preambułę, modyfikującą preambułę globalną.

Tempo polki

Preambuła T_EX-owa dla powyższego przykładu przedstawia się następująco:

```
% globalne definicje, specyficzne dla dokumentu
% poniższa komenda określa wzajemne położenie i nazwy (g, l, r) pięciolinii
\musdefscore {\g\mussize\+{20\musunit}\r\mussize\+{16\musunit}\l\mussize}
% linie taktowe -- kreska na pięciolinii g oraz od pięciolinii l do r:
\musbars{\lr\gg}
% linia tekstu -- nazwa A, położenie 9 jednostek poniżej linii głosu
% (1 jednostka = 1/2 wielkości odstępu między liniami pięciolinii):
\mustextconfig{\Ag{-9}}
% klucze (wiolinowy + wiolinowy + basowy):
\musclefs{\- g0\treble \- r0\treble \- l0\bass}
% klamra (przed systemem pięciolinii, obejmuje partię fortepianu):
\musaccolades{\- l0 {\llap{\musvmoust lr\kern.5\musq}}}%
% znaki chromatyczne przykluczowe (tonacja F-dur):
\musaccidentals{\- g4\bem \- r4\bem \- l2\bem}
% lokalne definicje, specyficzne dla utworu (niektóre można uznać za globalne):
% skrót do centralnego pozycjonowania obiektów między pięcioliniami fortepianu:
\def\musvpcen
  #1% obiekt
  {\-r0 {\vboxb {\musvpcen}}}%
  \-l8 {\vboxe{\vss\offinterlineskip #1\vss}{\musvpcen}}%
}
% poniższe definicje mogą zależeć od projektu typograficznego:
\def\musoverfont{\font\fmcbx10 at 10pt \f}% tu: do oznaczenia tempa
\def\musdesfont{\font\fmcbxti10 at 9pt \f}% tu: do oznaczeń f, mp
\def\musmezzopiano{\musvpcen {\muslap{\musdesfont \lower.5ex\hbox{mp}}}}% mp
\def\musforte{\musvpcen {\muslap{\musdesfont \lower.5ex\hbox{f}}}}% f
% dywiz w fontach CM jest niesymetryczny (korekta dla fontu domyślnego cmr7):
\def\mushyphen{-\kern-.05em}
% maksymalna odległość między liniami znaków crescendo i diminuendo:
\setgapwd{3*\the\musunit}
```

Zapis nut w notacji L-G dla tego przykładu przedstawia się następująco:

```
% -----
% takt 1
% -----
% metrum:
```

```

\g6 {\muscyf 2}%
\g2 {\muscyf 4}%
\musvpcen {\vbox{%
  \muslap{\muscyf 2}%
  \musvspace{4}% odległość między g2 a g6
  \muslap{\muscyf 4}%
}}
\+3.5\mushq % odstęp ,,sztywny''
\g{12} {\muslap{\musoverfont Tempo polki}}%
\*1.5 % odstęp ,,rozciągliwy''
\g4 {\muscenb{p}} % początek obszaru ,,p''
\= r{13} \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\= r{15} \musminus % akcent nad ćwiartką
\= r{13} \kasn % kasownik w nawiasach
\= r6 \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\= r6 \bemol % bemol przed ćwiartką
\musforte % oznaczenie forte
\= l{12} \musminus % akcent nad ćwiartką
\= l{10} \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\*2.5 % odstęp ,,rozciągliwy''
\g4 {\muscene{\halfr}{p}}% koniec obszaru ,,p''
% i umieszczenie półpauzy w centrum obszaru ,,p''
\= r{13} \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\= r{15} \musminus % akcent nad ćwiartką
\= r6 \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\= l{12} \musminus % akcent nad ćwiartką
\= l{10} \quatd % ćwiartka z igłą w dół
\*2 % odstęp ,,rozciągliwy''
\bar
% -----
% takt 2
% -----
\g4 {\muscenb{p}}
\*1.5
\= r{13} \quatd
\= r{15} \musminus
\= r6 \quatd
\= r6 \bemol
\= l{10} \quatd
\= l{12} \musminus
\*3
\musquatr r
\musvpcen{\diminb{diminuedo}}
\= l3 {\belkab * 0 0 0 j}
\= l1 {\hclslurb{dir -45}{tension1.75}1}
\= l{-2} \musakc
\*2
\= l2 {\belkae * + {6}{5} j}
\*1.5
\g4 {\muscene {\halfr}{p}}
\bar
% -----
% takt 3
% -----
\*1
\musvpcen{\dimine{diminuedo}}
\*1.5
\= g{-2} \eigh
\mustextput A {}{1. }{Ta}{}
\= r{-2} {\belkab * 0 0 0 j}
\= r{-4} {\slub - 2}
\= l1 \eigh
\= l{-1} {\hclslure{dir 40}1}
\*1
\musmezzopiano
%
\*1
\= g1 \eigh
\mustextput A {\mushyphen}{}{ta}{}

```

```

\= r1      {\belkae * + {6}{9} j}
\= r{-1}   {\slue 2}
\museighr l
\*2
\= g1      \eigh
\mustextput A {}{}{z ma}{}
\= r1      {\belkab * 0 0 0 j}
\= l{-1}   \eigh
\*2
\= g1      \eigh
\mustextput A {\mushyphen}{}{ma}{}
\= r1      {\belkae * + {6}{6} j}
\museighr l
\*1.5
\bar
% -----
% takt 4
% -----
\*1.5
\= g0      \eigh
\mustextput A {}{}{w do}{}
\= r{9}    \musumordent
\= r0      {\belkab * 0 0 0 j}
\= r{-2}   {\slub - 1}
\= l2      \eigh
\*2
\= g{-1}   \eigh
\mustextput A {\mushyphen}{}{mku}{}
\= r{-1}   {\belkae * + {6}{5} j}
\= r{-3}   {\slue 1}
\museighr l
\*2
\= g2      \eigh
\mustextput A {}{}{na}{}
\= r2      {\belkab * 0 0 0 j}
\= r0      {\slub - 1}
\= l0      \eigh
\*2
\= g1      \eigh
\mustextput A {\mushyphen}{}{szym}{,}
\= r1      {\belkae * + {6}{5} j}
\= r{-1}   {\slue 1}
\museighr l
\*1.5
\bar
% -----
% takt 5
% -----
\*1.5
\= g{-1}   \eigh
\= g{-1}   \sharp
\mustextput A {}{}{by}{}
\= r{-1}   {\belkab * 0 0 0 j}
\= r{-1}   \sharp
\= r{-3}   {\slub - 1}
\= l3      \eigh
\*2
\= g0      \eigh
\mustextput A {}{}{do}{}
\= r0      {\belkae * + {6}{7} j}
\= r{-2}   {\slue 1}
\museighr l
\*2
\= g6      \eighd
\mustextput A {\mushyphen}{}{bro}{}
\= r6      \quatd
\= r4      {\belkab * 0 0 0 j}
\= l5      \eighd
\*2

```

```

\= g6          \eighd
\mustextput A {\mushyphen}{\by}{\}
\= r6          \quatd
\= r4          {\belkae * - {-6}{-6} j}
\museighr l
\*1.5
% -----

```

4. Notacja L-G – muzyczne obiekty graficzne i ich rozmieszczanie

Mówiąc technicznie, komendy notacji L-G opisują T_EX-owe operacje na strukturach danych zwanych pudełkami poziomymi (*hbox*) i pionowymi (*vbox*); z tych pudełek konstruowany jest wynikowy obiekt graficzny, w tym wypadku – muzyczny. Jednakże myślenie w terminach pudełek T_EX-owych nie jest konieczne – mając zdefiniowane środowisko T_EX-owe można myśleć po prostu o „obszarze graficznym (muzycznym)”, w którym rozmieszczane są obiekty (elementy) muzyczne. W przypadku muzyki na ogół są to pięciolinie, nuty, pauzy i inne znaki muzyczne, ale mogą to być także dowolne napisy i zdefiniowane przez użytkownika elementy graficzne.

W typowych przypadkach obiekty o ustalonych kształtach są pozycjonowane względem pojedynczego punktu. Ale w przypadku zapisu muzycznego to nie wystarcza. Dlatego notacja L-G umożliwia umieszczanie wewnątrz obszaru muzycznego konstrukcji związanych z wieloma punktami. Forma graficzna tych konstrukcji jest wyznaczana dynamicznie i zależy od bieżących wartości zadanych parametrów (zarówno parametrów konfiguracyjnych, jak i parametrów wynikających z rozmieszczania obiektów w obszarze muzycznym). Do takich konstrukcji należą m. in. łuki i belki, których kształt zależy od parametrów konfiguracyjnych oraz od położenia punktu początkowego i końcowego, a w przypadku łuków – także od położenia zadanych punktów pośrednich.

Szczegółowy opis konstrukcji dynamicznych zawarty został w punkcie 6 (podpunkty 6.2–6.5; por. też punkt 4.3).

4.1. Układy współrzędnych wewnątrz obszaru muzycznego

W obszarze graficznym możemy rozmieszczać obiekty korzystając z układów współrzędnych o rozmaitych nazwach. Układy współrzędnych definiowane są dla danego dokumentu muzycznego poza obszarem notacji L-G, w języku T_EX-a, z użyciem zestawu makr (komendy T_EX-owe zwyczajowo zwane są „makrami”) specjalnie przygotowanych do współpracy interpretera notacji L-G z T_EX-em. Poniżej omówione są wybrane makra z tego zestawu, niezbędne dla podstawowych zastosowań.

Każda pięciolinia znajdująca się w obszarze muzycznym ma swój układ współrzędnych $x_m y_m$, gdzie m jest zadaną przez użytkownika lub domyślną nazwą (na ogół jednoliterową) danej pięciolinii. Punkt zerowy tego układu ($y_m = 0$) znajduje się na wysokości linii bazowej pięciolinii, czyli linii dolnej. Domyślną nazwą pięciolinii jest „a”.

Każda linijka tekstu podpisanego pod nutami ma również swój nazwany układ współrzędnych $x_t y_t$, gdzie t , podobnie jak poprzednio, jest zadaną przez użytkownika lub domyślną nazwą (na ogół jednoliterową). I podobnie jak poprzednio, układ ten jest definiowany na etapie konfiguracji, a jego linia bazowa ($y_t = 0$) znajduje się na wysokości linii bazowej tekstu (p. punkt 5.2 niżej). Domyślną nazwą linii tekstu jest „A”. Domyślnie linia tekstu jest położona w odległości 5 odstępów międzyliniowych poniżej domyślnej pięciolinii.

Położenie obiektu w pionie zadawane jest poprzez jawne podanie współrzędnej y dla danego obiektu (p. punkt 4.2 niżej). Natomiast położenie w poziomie zadawane jest w sposób niejawny (dynamiczny), poprzez podanie odległości – bezwzględnych i względnych („rociągliwych”) – między grupami obiektów o tej samej współrzędnej x oraz szerokości obszaru muzycznego (p. punkt 4.3 niżej). Szerokość obszaru muzycznego zadaje się na etapie konfiguracji za pomocą operacji `\mushsize{<szerość>}`; w typowym wypadku operacja ta będzie miała postać `\mushsize{\hspace}`.

4.2. Pozycjonowanie obiektów graficznych w pionie

Umieszczanie elementów (przedmiotów) na określonych wysokościach odbywa się za pomocą poleceń:

```
\-<{<nazwa układu>}<{<współrzędna y>}<{<obiekt>}>
```

lub

```
\=<{<nazwa układu>}<{<współrzędna y>}<{<obiekt>}>
```

To drugie polecenie umieszcza oprócz samego obiektu również odpowiednie linie dodane (w razie potrzeby), jest więc, w odróżnieniu od polecenia pierwszego, specyficzne dla notacji muzycznej. Obiekty umieszczane są w bieżącej pozycji horyzontalnej.

Wysokość może być wyrażona w dowolnych jednostkach lub bez jednostek i wtedy jest przyjmowana wartość domyślna – w pionowych jednostkach muzycznych.

Pionowe jednostki muzyczne ustalane są w fazie konfigurowania środowiska T_EX-owego i zapisane są w zmiennych (mających oczywiście postać komend T_EX-owych) `\mussize` oraz `\musunit`, gdzie `\musunit = 1/8 \mussize`. Rozmiar `\mussize`, ustawiany za pomocą instrukcji `\mussetfont` (p. punkt 5.2), definiuje wielkość fontu muzycznego; rozmiar `\musunit`, również definiowany za pomocą instrukcji `\mussetfont`, odpowiada połowie odległości między liniami w pięciolinii

Na przykład w cytowanym wyżej fragmencie w trzecim takcie pojawiają się polecenia:

```
\= g{-2} \eigh
...
\= l1 \eigh
```

Pierwsze z nich oznacza umieszczenie nuty (ósemki, komenda `\eigh`) w pięciolinii głosu (litera „g”) na wysokości $y = -2$ czyli na pierwszej linii dodanej dolnej (dźwięk C w kluczu wiolinowym), drugie – umieszczenie ósemki w pięciolinii lewej ręki fortepianu (litera „l”) na wysokości $y = 1$ (dźwięk A w kluczu basowym); w tym wypadku zamiast polecenia `\=` można było użyć polecenia `\,`, gdyż żadna linia dodatkowa nie musi być dostawiona, ale rozmieszczając nuty wygodniej jest nie zastanawiać się czy linie dodatkowe są potrzebne i jednolicie umieszczać nuty za pomocą polecenia `\=`, automatycznie dostawiającego niezbędne linie.

Zwróćmy uwagę, że zgodnie z regułą (1) notacji T_EX-owej (p. punkt 1), niektóre nawiasy klamrowe zostały pominięte – dla zwiększenia czytelności zapisu. W pełni onawiasowane polecenia miałyby postać:

```
\= {g}{-2}{\eigh}
...
\= {l}{1}{\eigh}
```

Oczywiście jeżeli użytkownik preferuje notację nieuproszczoną, to w zasadzie nie ma argumentów przeciw stosowaniu pełnego onawiasowania.

4.3. Pozycjonowanie obiektów graficznych w poziomie

Jak zostało wspomniane, za pomocą notacji L-G nie można zadać bezwzględnej wartości współrzędnej x . Można jedynie podać odstęp między grupami obiektów o tej samej współrzędnej x , tzn. umieszczanych za pomocą instrukcji `\-` i `\=`. Do zadawania odstępów poziomych służą operacje `\+` i `\*`.

Argumentem operacji `\+` jest rozmiar (*dimen*) w sensie T_EX-owym, nieujmowany w nawiasy klamrowe. W zastosowaniach muzycznych rozmiar ma na ogół postać *<opcjonalna liczba><jednostka muzyczna>*, aczkolwiek postać *<liczba><jednostka T_EX-owa>* też jest dopuszczalna (W szczególności postać *<T_EX-owa nazwa rozmiaru>* też również dopuszczalna). Zgodnie z regułami składni T_EX-owej liczbą w tym kontekście jest ciąg cyfr poprzedzony opcjonalnie znakiem (plus lub minus) i zawierający opcjonalnie separator części ułamkowej (kropka lub przecinek); obie części, ułamkowa i całkowita, mogą być puste, tzn. pojedyncza kropka lub przecinek jest poprawnym zapisem wartości zero.

Jednostki muzyczne zdefiniowane dla potrzeb notacji L-G to (por. punkty 4.2 i 5):

```
\musunit – połowa wysokości pola między liniami pięciolinii,
\mushq – szerokość ćwierćnuty,
\mushqn – szerokość ćwierćnuty minus grubość igły,
\mushg – szerokość ćwierćnuty w foncie przednutkowym,
\mushn – grubość igły.
```

Dopuszczalne jednostki T_EX-owe, oznaczane dwuliterowymi skrótami, to:

```
pt – punkt typograficzny,
pc – pica (1 pc = 12 pt),
in – cal (1 in = 72,27 pt),
bp – punkt postscriptowy (big point; 72 bp = 1 in),
cm – centymetr (2,54 cm = 1 in),
mm – milimetr (10 mm = 1 cm),
dd – punkt Didota point (1157 dd = 1238 pt),
cc – cycero (1 cc = 12 dd),
sp – punkt skalowy (scaled point; 65536 sp = 1 pt).
```

W przytoczonym wyżej fragmencie partytury utworu „Dziecię tkaczy” w pierwszym takcie użyte zostało polecenie `\+3.5\mushq`; w tym konkretnym wypadku można by je zastąpić przykładowo poleceniem `\+16.74403pt` bądź `\+1097337sp`.

Argumentem operacji `\*` jest niemianowana liczba, oznaczająca względny dystans. Aby objaśnić ściśle znaczenie określenia „względny”, założmy, że w danym opisie obszaru muzycznego występuje ciąg operacji `\*` i `\+`, specyfikujących wielkości (mianowane i niemianowane) $d_1, d_2, \dots, d_n$. Współrzędną x_p odpowiadającą miejscu, w którym pojawiło się polecenie `\+d_p` bądź `\*d_p`, oblicza się z rekurencyjnego wzoru

$$x_p = x_{p-1} + r_{p-1},$$

przy czym $x_0 = 0, r_0 = 0$. Wielkość r_{p-1} dla $p > 1$ oblicza się następująco: (1) jeżeli operacją poprzedzającą operację w punkcie x_p była operacja `\+`, to $r_{p-1} = d_{p-1}$; (2) jeżeli operacją poprzedzającą operację w punkcie x_p była operacja `\*`, to

$$r_{p-1} = d_{p-1} \frac{D - D^+}{D^*},$$

gdzie z kolei:

D – rozmiar wyspecyfikowany za pomocą operacji `\mushsize` (punkt 4.1),

D^+ – suma rozmiarów występujących jako argumenty polecenia `\+`,

D^* – suma liczb występujących jako argumenty polecenia `\*`.

(Użytkownicy T_EX-a bez trudu zorientują się, że polecenie `\+h` zaimplementowane jest za pomocą T_EX-owego polecenia `\kern h`, natomiast polecenie `\*h` – za pomocą T_EX-owego polecenia `\hskip 0pt plus h fil`).

5. Notacja L-G – konstrukcje statyczne

Podstawowymi zasobami obiektów statycznych są oczywiście fonty. Do przetwarzania notacji L-G potrzebny jest font zawierający znaki muzyczne oraz zestaw(y) fontów tekstowych, do składania różnego rodzaju napisów. Fonty definiowane są w zasadzie w preambule, ale w razie potrzeby można zdefiniować font lokalnie w fazie składania napisów, chociaż to zdecydowanie zaburza czystość notacji L-G, uzależniając ją od konkretnego systemu składu.

Czteroparametrowe polecenie definiujące font muzyczny, które powinno się znaleźć w preambule, ma postać

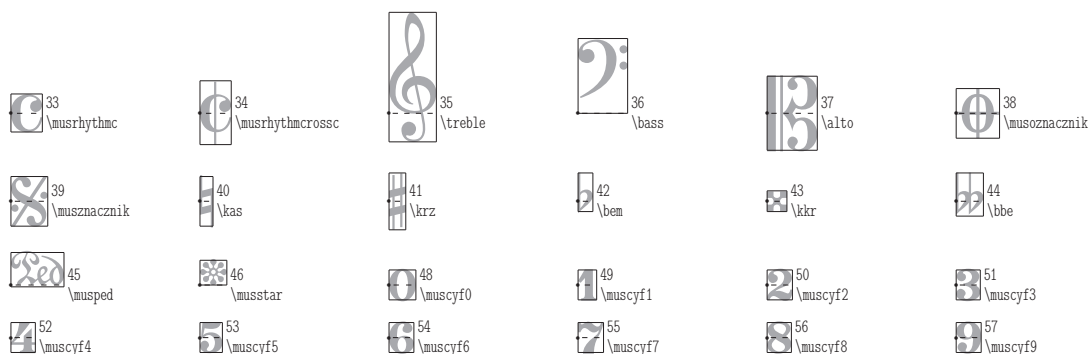
```
\mussetfont{<nazwa fontu muzycznego>}
  {<liczba określająca rozmiar punktowy fontu muzycznego>}
  {<liczba określająca rozmiar punktowy zmniejszonego wariantu fontu muzycznego>}
  {<liczba określająca rozmiar punktowy fontu tekstowego do podpisów muzycznego>}
```

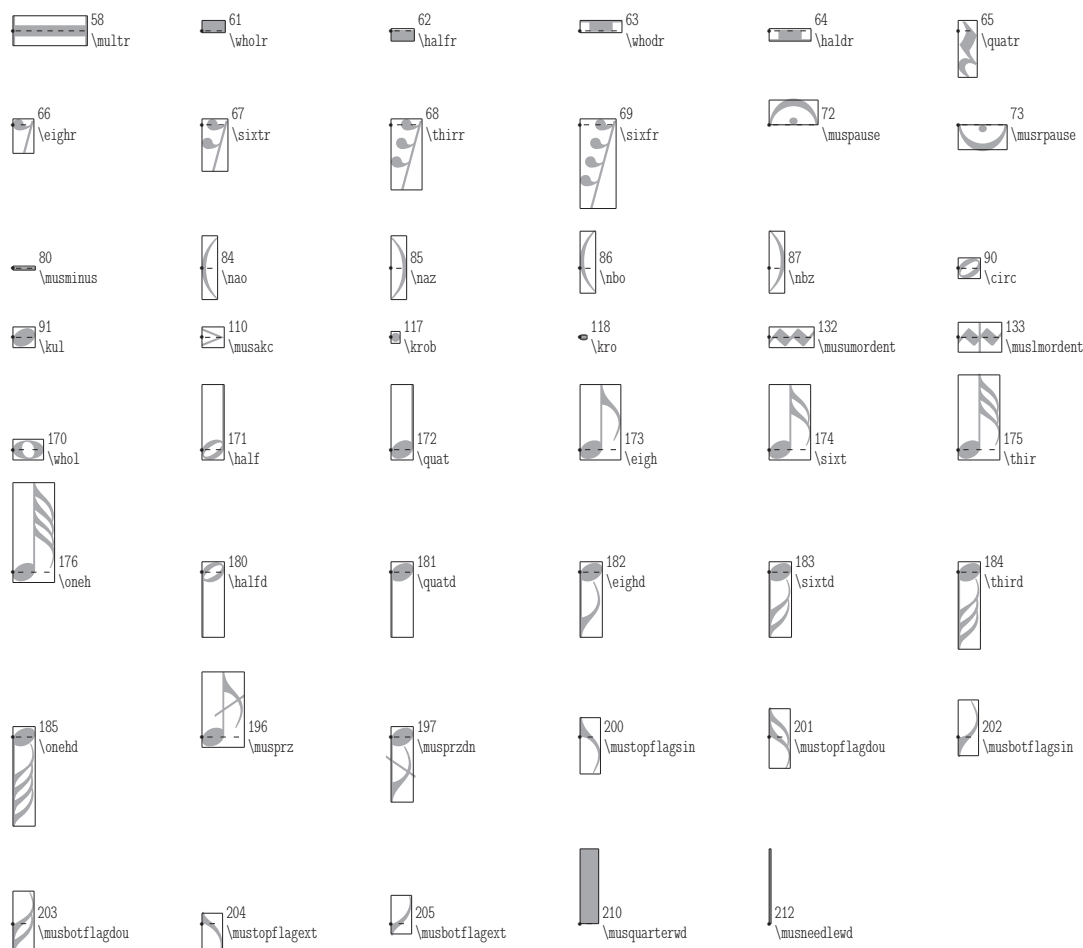
Polecenie to definiuje komendy `\musfont` (czyli żeton włączający podstawowy font muzyczny) oraz komendę `\musgracefont` (czyli żeton włączający font przednutkowy).

Na potrzeby niniejszego dokumentu użyty został (specjalnie przygotowany pod kątem omawianych tu zastosowań) font *muchai* (*musical characters*, wersja i), przewidziany do użycia w rozmiarze nominalnym 16pt, z możliwością użycia odmiany 8-punktowej („przednutkowej”), zdefiniowany za pomocą instrukcji `\mussetfont{muchai}{16}{8}{7}`. Ostatni z parametrów określa wielkość fontu do opisów typu *f*, *mf*, *ppp* itd., ale ponieważ font opisowy i same opisy można specyfikować inaczej (por. polecenia `\muspiano` i `\musmezzoforte` we fragmencie partytury przytoczonym na wstępie), ostatniego z parametrów nie będziemy tu szczegółowo omawiać.

5.1. Zawartość fontu muzycznego.

Poniżej został przedstawiony zestaw znaków fontu *muchai* z podaniem żetonów przypisanych tym znakom dla potrzeb notacji L-G; prostokąty wyznaczają nominalny (T_EX-owy) rozmiar znaku, kropka – punkt referencyjny, linia przerywana – linię bazową; liczba powyżej żetonu oznacza kod znaku w foncie.





Jak zostało wspomniane, przednutki, czyli znaki o kodach 196 i 197, pobierane są z wariantu 8-punktowego.

5.2. Napisy

Odpowiedni font tekstowy definiuje się w preambule dokumentu muzycznego za pomocą polecenia `\mustextfont`, którego (jedynym) parametrem jest T_EX-owa nazwa fontu. Domyślne polecenie ma postać `\mustextfont{\sevenrm}`; żeton `\sevenrm` jest standardową T_EX-ową nazwą 7-punktowego fontu tekstowego. Do tak zdefiniowanego fontu odwołuje się instrukcja `\mustextput` notacji L-G (p. niżej), służąca do układania tekstów w linii, której położenie i nazwa są definiowane (w preambule) za pomocą instrukcji `\mustextconfig` (por. punkt 4.2).

Przed rozpoczęciem przetwarzania kodu L-G wykonywana jest domyślna instrukcja `\mustextconfig{\Aa{-10}}`. Zdefiniowana w ten sposób linia tekstu otrzymuje nazwę „A” i jest położona o dziesięć jednostek pionowych (p. punkt 4.2) poniżej (domyślnej) pięciolinii „a”, definiowanej z kolei za pomocą instrukcji `\musdefscore` (p. punkt 7). Przykład bardziej rozbudowanego użycia instrukcji `\musdefscore` i `\mustextconfig` został przedstawiony we fragmencie partytury utworu „Dziecię tkaczy” (punkt 1).

Instrukcja `\mustextput` oczekuje pięciu parametrów (z których każdy oprócz pierwszego może być pusty):

```
\mustextput
  {\<nazwa linii tekstu>}
  {\<tekst centrowany między bieżącym napisem a poprzedzającym, na ogół dywiz>}
  {\<tekst wysunięty w lewo>} {\<tekst umieszczony w osi>} {\<tekst wysunięty w prawo>}
```

Rozmieszczenie tekstów w poniższym przykładzie (dla uproszczenia nuty zostały pominięte, a kreski taktowe zostały użyte jako linie odniesienia)

1. Sie	-	dzi	ba	-	ba	na	cme	-	nta	-	rzu.	
2. Trzy	-	ma	no	-	gi	w ka	-	ła	-	ma	-	rzu.

```
\*1 \bar \mustextput A {} {1. } {} {Sie}
\mustextput B {} {2. } {} {Trzy}
\*1 \bar \mustextput A {-} {} {dzi} {}
\mustextput B {-} {} {ma} {}
\*1 \bar \mustextput A {} {} {ba} {}
\mustextput B {} {} {no} {}
\*1 \bar \mustextput A {-} {} {ba} {}
\mustextput B {-} {} {gi} {}
\*1 \bar \mustextput A {} {} {na} {}
\mustextput B {} {} {w ka} {}
\*1 \bar \mustextput A {} {} {cme} {}
\mustextput B {-} {} {1a} {}
\*1 \bar \mustextput A {-} {} {nta} {}
\mustextput B {-} {} {ma} {}
\*1 \bar \mustextput A {-} {} {rzu} {.}
\mustextput B {-} {} {rzu} {.}
\*1
```

Występujące w przykładzie linie tekstu „A” i „B” zostały zdefiniowane w preambule dokumentu muzycznego za pomocą instrukcji `\mustextconfig{\Aa{-5}}\Ba{-9}`.

Jeżeli odległość pozioma między napisami jest zbyt mała, w wynikowym składzie pojawią się ostrzegawcze czarne prostokąty. Przykładowo, jeśli w powyższym przykładzie zamiast rozciągliwego odstępu `\*1` między sylabami „ba”/„no” i „ba”/„gi” wstawić mały odstęp sztywny, powiedzmy `\+2\mushq`, uzyskamy następujący efekt:

1. Sie	-	dzi	ba	na	cme	-	nta	-	rzu.
2. Trzv	-	ma	no-gi	w ka	-	ła	-	ma	- rzu.

6. Notacja L-G – konstrukcje dynamiczne

Najistotniejszą cechą notacji L-G jest możliwość opisu obiektów o zmiennym kształcie. Jest to cecha wyróżniająca opis rozmieszczenia obiektów graficznych za pomocą języka L-G wśród typowych komputerowych systemów składu tekstu, które w zasadzie operują na obiektach o stałych kształtach, poddawanych ewentualnie przekształceniom afinicznym. Jeżeli chodzi o system $\text{\TeX}$, to oryginalnie $\text{\TeX}$ nie dopuszczał nawet transformacji afinicznych; obecnie większość implementacji $\text{\TeX}$ -a na to pozwala.

Każdemu obiektowi dynamicznemu przypisywana jest unikatowa nazwa (etykieta). Ściślej rzecz biorąc, nazwy mogą się powtarzać w obrębie dokumentu muzycznego, o ile nie prowadzi to do niejednoznaczności.

Należy podkreślić, że bez obiektów dynamicznych system służący do przygotowywania dokumentów muzycznych byłby dalece niepełny, gdyż takie znaki jak łuki czy wiązania (belki) nie dają się zamknąć w foncie – żadna skończona liczba predefiniowanych łuków i wiązań nie wystarczy w zastosowaniach praktycznych. W podpunkcie 6.6 podajemy kilka wybranych fragmentów utworów Fryderyka Chopina i Jerzego Wasowskiego, ilustrujących zastosowanie konstrukcji dynamicznych.

6.1. Umieszczanie obiektów o stałym kształcie w środku obszaru o zmiennym rozmiarze

Najprostszą konstrukcją, nie będącą *sensu stricto* konstrukcją dynamiczną, jednakże korzystającą z tych samych mechanizmów, z których korzystają opisane dalej konstrukcje dynamiczne takie jak łuki czy glissanda, jest umieszczenie obiektów o stałym kształcie (nut, pauz) centralnie w obszarze o rozmiarze zależnym od użytych operacji $\backslash +$ i $\backslash *$. Konstrukcja wykorzystuje dwie komendy:

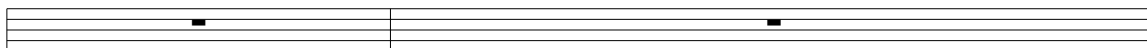
```
\muscenb{{nazwa}} % początek centrowania
\muscene{materiał do scentrowania}{{nazwa}} % koniec centrowania
```

Typowym zastosowaniem tej konstrukcji jest centrowanie pauz całotaktowych. Poniższy zapis w notacji L-G

```
\- a4 {\muscenb a}% aktywacja obszaru ,,a''
\* 1
\- a4 {\muscene \pca a}% umieszczenie pauzy całotaktowej w środku obszaru ,,a'',
% dezaktywacja obszaru ,,a''
\bar
\- a4 {\muscenb a}% aktywacja obszaru ,,a''
\* 2
```

```
\- a4 {\muscene \pca a}% umieszczenie pauzy całotaktowej w środku obszaru ,,a'',
% dezaktywacja obszaru ,,a''
```

daje w wyniku następującą pięciolinie:



Zwróćmy uwagę na dwukrotne użycie tej samej nazwy (etykiety), dopuszczalne ze względu na rozłączność obszarów, oraz na pominięcie nawiasów klamrowych zgodnie z regułą (1), wspomnianą w punkcie 1.

Instrukcje `\muscenb` i `\muscene` zdefiniowane są w $\text{\TeX}$ -u za pomocą pary ogólniejszych instrukcji `\hboxb` i `\hboxe`:

```
\let\muscenb\hboxb
\def\muscene
  #1% co umieszczać centralnie
  #2% nazwa
  {\hboxe{\hfill#1\hfill}}{#2}
```

przy czym sposób użycia tych instrukcji jest podobny do sposobu użycia instrukcji centrowania:

```
\hboxb{<nazwa>}
\hboxe{<zawartość>}{<nazwa>}
```

Do centrowania pauz zamiast instrukcji `\muscenb` i `\muscene` można by użyć bezpośrednio instrukcji `\hboxb` i `\hboxe`, na przykład

```
\- a4 {\hboxb a}
\* 1
\- a4 {\hboxe {\hss\pca\hss\pca\hss}a}
\musboxe
```

jednakże takie podejście jest niezalecane, ze względu na mieszanie dwóch poziomów notacyjnych (notacji $\text{\TeX}$ -owej i notacji L-G), a tym samym – dwóch poziomów logicznych. W sytuacjach tego rodzaju wskazane jest zdefiniowanie w preambule stosownej komendy języka L-G.

6.2. Łuki

Typowym przykładem znaku dynamicznego jest łuk (ang. *slur*). Łuk zadaje się za pomocą ciągu komend `\hclslurb` (początek), `\hclslurm` (środek) i `\hclslure` (koniec), ustalających kolejne punkty, przez które ma przebiegać łuk (komenda `\hclslurm` może wystąpić wielokrotnie lub nie pojawić się w ogóle). Informacja o położeniu tych punktów przekazywana jest do programu METAPOST, który na tej podstawie wylicza kształt łuku. Przykładowo, opis poniższych łuków w języku L-G (odnotujmy, że pojawienie się takich kształtów w zastosowaniach praktycznych jest raczej nieprawdopodobne)



przedstawia się następująco:

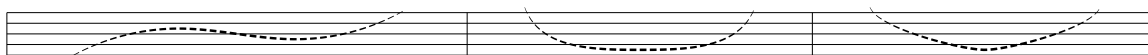
```
\*1
\- a{-1} {\hclslurb {}{x}}
\*2
\- a5 {\hclslurm {}{x}}
\*2
\- a3 {\hclslurm {}{x}}
\*2
\- a9 {\hclslure {}x}
\*1 \bar \*1
\- a9 {\hclslurb {dir -80}{x}}
\*2
\- a1 {\hclslurm {}{x}}
\*2
\- a9 {\hclslure {dir 80}x}
\*1 \bar \*1
\- a9 {\hclslurb {dir -80}{tension 2}x}
\*2
\- a1 {\hclslurm {}{tension 2}x}
\*2
\- a9 {\hclslure {dir 80}x}
\*1
```

Prefiks „hcl” nazw komend generujących łuki jest skrótem angielskiej nazwy *historical characters library*, przyjętej na początku prac nad znakami dynamicznymi dla biblioteki odpowiednich modułów. Instrukcje `\hclslurb` i `\hclslurm` mają po trzy parametry, instrukcja `\hclslure` – dwa:

```
\hclslurb{<kąt>}{<naprężenie>}{<nazwa>}
\hclslurm{<kąt>}{<naprężenie>}{<nazw>}
\hclslurm{<kąt>}{<nazwa>}
```

przy czym `kąt` i `naprężenie` podawane są w notacji METAFONT-owej (p. Donald E. Knuth, „The METAFONTbook”).

Za pomocą komendy `\musdashedon`, umieszczonej w preambule, można wszystkie łuki zamienić na przerywane:

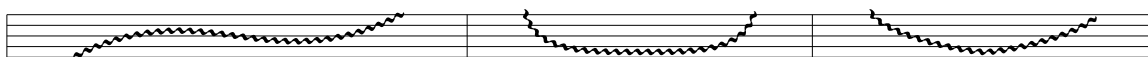


6.3. Glissanda

Komendy konstruuujące glissanda mają postać analogiczną do komend konstruujących łuki:

```
\hclglissb{<kąt>}{<naprężenie>}{<nazwa>}
\hclglissm{<kąt>}{<naprężenie>}{<nazw>}
\hclglissm{<kąt>}{<nazwa>}
```

Przykładowo, zamieniając w powyższym przykładzie `\hclslur*` → `\hclgliss*`, otrzymamy następujący wynik (podobnie jak przykład poprzedni, ten również nosi charakter teoretyczny):



Komenda `\musdashedon` w przypadku glissand jest ignorowana.

6.4. Wiązania

Mimo iż łuki i glissanda są charakterystyczne dla zapisu muzycznego, można sobie wyobrazić ich użycie w innych kontekstach (np. łuki mogą służyć do zaznaczania sylab lub akcentów, znak podobny do glissanda – do wyróżniania, jako swoiste podkreślenie, czy tp.). Wiązania (belki) są natomiast bardzo specyficzną dla notacji muzycznej konstrukcją. Belki łączą grupy nut, zgodnie z dość skomplikowanymi regułami zapisu muzycznego, których tu nie będziemy omawiać, ograniczając się jedynie do zagadnień związanych z notacją L-G i podobnie jak w poprzednich punktach, nie będziemy dbać o to, by przykłady były realistyczne i by były formalnie poprawne.

Podobnie jak łuki i glissanda, wiązania są definiowane za pomocą trzech komend, rozpoczynającej, środkowej i kończącej: `\belkkb`, `\belkkm`, i `\belkke`, z których każda ma pięć parametrów:

```
\belkkb
  {<pusty parametr: brak igły i nuty; niepusty parametr: umieszczenie igły i nuty>}
  {<liczba dodatkowych wiązań prawego odcinka, licząc od bieżącego punktu>}
  {<liczba dodatkowych częściowych wiązań na początku prawego odcinka od bieżącego punktu>}
  {<liczba dodatkowych częściowych wiązań na końcu prawego odcinka od bieżącego punktu>}
  {<nazwa wiązania>}
\belkkm
  {<pusty parametr: brak igły i nuty; niepusty parametr: umieszczenie igły i nuty>}
  {<liczba dodatkowych wiązań prawego odcinka, licząc od bieżącego punktu>}
  {<liczba dodatkowych częściowych wiązań na początku prawego odcinka od bieżącego punktu>}
  {<liczba dodatkowych częściowych wiązań na końcu prawego odcinka od bieżącego punktu>}
  {<nazwa wiązania>}
\belkke
  {<pusty parametr: brak igły i nuty; niepusty parametr: umieszczenie igły i nuty>}
  {<znak „+” lub „-”; znak „+” oznacza wiązanie górne, znak „-” – dolne>}
  {<długość igły przy pierwszej nucie wiązania>}
  {<długość igły przy ostatniej nucie wiązania>}
  {<nazwa wiązania>}
```

Zauważmy, że znaczenie parametrów dwóch pierwszych komend jest inne niż znaczenie parametrów komendy ostatniej. Poniżej – przykład ilustrujący wszystkie warianty parametrów:



Zapis powyższego przykładu w notacji L-G wygląda następująco:

```
\*1
\~ a1 {\belkkb * 1 0 0 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 0 0 0 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 2 0 0 w}
\*1
\~ a5 {\belkke * + {11} {10} w}
\*1
\bar
\*1
\~ a1 {\belkkb * 1 0 1 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 0 0 0 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 2 1 0 w}
\*1
\~ a5 {\belkke * + {11} {10} w}
\*1
\bar
\*1
\~ a1 {\belkkb {} 1 0 1 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 0 0 0 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 2 1 0 w}
\*1
\~ a5 {\belkke {} + {11} {10} w}
\*1
\bar
\*1
\~ a1 {\belkkb {} 1 0 1 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 0 0 0 w}
\*1
\~ a3 {\belkkm * 2 1 0 w}
\*1
\~ a5 {\belkke {} - {-8} {-9} w}
\*1
```

6.5. Linie

Wiele elementów notacji muzycznej zawiera linie łamane o stałej grubości. W niniejszym punkcie omówione zostaną oznaczenia nieregularnych figur rytmicznych (np. triol), klamry kwadratowe oraz powtórzenia (repetycje). Wszystkie te konstrukcje oparte są na trzech jednoparametrowych instrukcjach `\lineb`, `\linem` i `\linee` (parametrem jest nazwa obiektu), definiujących węzły linii łamanej. Przykładowo, poniższy kod w notacji L-G

```
\*1 \~a9 {\lineb l}
\~a{-1} {\linem l}
\*1 \~a{-1} {\linem l}
\*1 \~a{-1} {\linem l}
\*1 \~a9 {\linem l}
\*1 \~a7 {\linem l}
\*1 \~a{-1} {\linem l}
\*1 \~a5 {\linee l} \*1
```

opisuje następującą łamaną:



Grubość linii można sterować za pomocą następujących parametrów `\muslinewidth` (grubość linii pięcioliniowej), `\mustlinewidth` (grubość linii taktowej), `\muswideline` (grubość grubej linii pionowej, np. w znakach repetycji) oraz `\hclinewidth` (grubość linii rysowanych za pomocą komend `\lineb`, `\linem` i `\linee`, domślnie `\hclinewidth=\muslinewidth`). W preambule powyższego przykładu użyta została komenda `\def\hclinewidth{2pt}`.

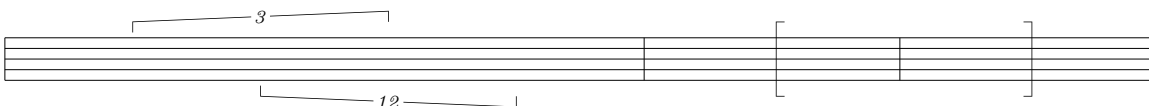
Do opisu nieregularnych figur rytmicznych służą dwie komendy:

```
\tupletb{<nazwa figury>}
\tuplete
{<kierunek zakończeń: „+” – w górę, „-” – w dół>}
{<wartość rytmiczna>}
{<nazwa figury>}
```

Do opisu klamr kwadratowych służą dwie pary jednoparametrowych komend (argumentem jest nazwa): `\mussquarelb` i `\mussquarele` (lewostronna klamra) oraz `\mussquarerb`, `\mussquarere` (prawostronna klamra). Poniższy przykład

```
\*1
\ -a {11} {\tupletb x}
\*1
\ -a {-3} {\tupletb y}
\*1
\ -a {13} {\tuplete - 3 x}
\*1
\ -a {-5} {\tuplete + {12} y}
\*1
\bar
\*1
\ -a {-3} {\mussquarelb x}
\ -a {11} {\mussquarele x}
\*1
\bar
\*1
\ -a {-3} {\mussquarerb x}
\ -a {11} {\mussquarere x}
\*1
```

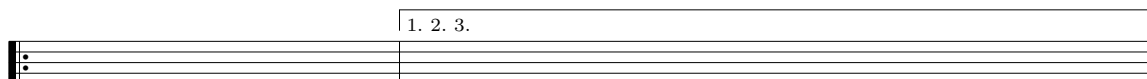
ilustruje użycie omówionych komend:



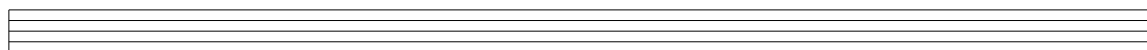
Wariantowe powtórzenia zaznacza się linią poziomą biegnącą ponad pięciolinią, wymieniając na początku numery zwrotek utworu muzycznego (na ogół piosenki), których dotyczy tekst muzyczny poniżej. Na początku i na końcu obszaru repetycji można dostawić pionową kreskę (standardowo `\musverbar` o wysokości 4 jednostek pionowych, czyli dwóch odstępów międzyliniowych).

Początek wariantu zaznacza się za pomocą bezparametrowego polecenia `\musverb`, a koniec – za pomocą dwuparametrowego polecenia `\musverbe`; pierwszy z parametrów to treść umieszczana na początku, a drugi – treść umieszczana na końcu repetycji. W tym wypadku jawna nazwa konstrukcji jest zbędna, gdyż z natury rzeczy repetycje nie mogą zachodzić na siebie; w istocie polecenia `\musverb` i `\musvere` zaimplementowane są za pomocą operacji `\hboxb` i `\hboxe` (por. punkt 6.1) z użyciem domyślnej nazwy `mus-ver`. Poniższe trzy przykłady (zapis w notacji L-G, a poniżej wynik) ilustrują użycie repetycji:

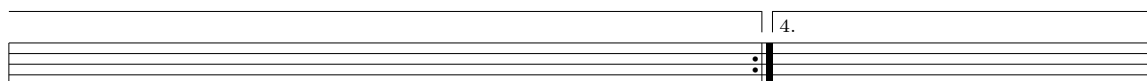
```
\repl
\* 2
\bar
\ - a{10} \musverb
\* 4
\ - a{10} {\musvere {\musverbar\sevenrm\ 1. 2. 3.}{}}
```



```
\- a{10} \musverb
\* 5
\- a{10} {\musvere {}{}}
```

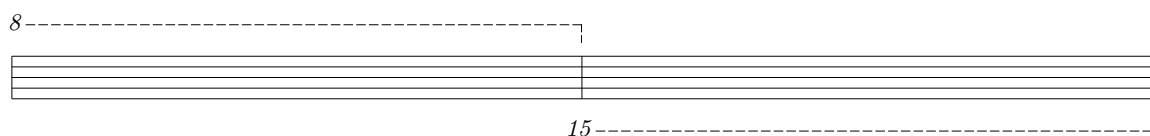


```
\- a{10} \musverb
\* 4
\- a{10} {\musvere {} \musverbar}
\repr
\- a{10} \musverb
\* 2
\- a{10} {\musvere {\musverbar \sevenrm\ 4.} \musverbar}
\barrd
```



W przykładach dodatkowo użyte zostały kreski wyróżniające części utworu muzycznego (`\repr`, `\repr i` i `\barrd`); więcej o kreskach podziałowych – p. punkt 7.5.

Kolejnym obiektem tego rodzaju jest przenośnik oktauwowy, oznaczający, że dany odcinek tekstu muzycznego należy wykonać oktawę wyżej lub niżej, niż wynika to z zapisu. Do tego celu służy para poleceń `\musoctb` i `\musocte`, służących oczywiście do zaznaczenia końca i początku przenośnika oktauwowego. Podobnie jak polecenie `\musvere`, polecenie `\musocte` ma dwa parametry: element umieszczany na początku przenośnika (na ogół cyfra 8, ale por. przykład poniżej) i na końcu (kreska w dół `\musoctdbar` lub w górę `\musoctubar`).



Powyższy przykład został wygenerowany z następującego skryptu w języku L-G:

```
\- a{10} \musoctb
\*1
\- a{10} {\musocte{8} \musoctdbar}
\bar
\- a{-10} \musoctb
\*1
\- a{-10} {\musocte{15} \musoctubar}
\barrd
```

Liczba 15 (a nie, jak można by sądzić, 16) oznacza przenośnik dwuoktauwowy, stosowany w zapisie muzyki organowej. To jeden z wielu (drobnych) przykładów wspomnianych we wstępie niespójności tradycyjnej notacji muzycznej.

6.6. Przykłady konstrukcji dynamicznych

Poniżej zamieszczamy kilka fragmentów autentycznych utworów, zapisanych za pomocą notacji L-G (bez przytaczania źródłowego zapisu), ilustrujących różnego rodzaju konstrukcje dynamiczne.

Tempo di valse

Se - rce tak mi za - bi - ło, za - ko - ły - sał się bal...

sł. J. Przybora, muz. J. Wasowski, „Embaras”, takty 1–6

Ni wy - ży - na, ni ni - zi - na, ni krzy - wi - zna, ni ró - wni - na - ta - ka gmi - i - na.

sł. J. Przybora, muz. J. Wasowski, „Taka Gmina”, takty 1–4, opr. J. Derfel

Moderato

Sopran
Alt
Tenor
Bas

Pa pa pa pa W ka - wia - re - nce „Su - łtan” przed

sł. J. Przybora, muz. J. Wasowski, „W kawiarence «Sułtan»”, takty 1–4, opr. na chór mieszany A. Borzym

dolcissimo

F. Chopin, Nokturn 3 H-dur, op. 9, takt 27; red. I. J. Paderewski, L. Bronarski, J. Turczyński

Largo

F. Chopin, Preludium 4 e-moll, op. 28, takty 1–4; red. I. J. Paderewski, L. Bronarski, J. Turczyński

7. Definiowane systemów pięciolinii

Zgodnie z tradycją, część informacji dotyczących utworu umieszcza się na początku pięciolinii (metrum, klucze, znaki chromatyczne przykluczowe, określające podstawową tonację utworu, i in.). Niektóre z tych informacji są powtarzane na początku wszystkich pięciolinii utworu (klucze, znaki chromatyczne), a niektóre – tylko na początku pierwszej (metrum). Te elementy, które są powtarzane, definiuje się w preambule dokumentu muzycznego, pozostałe – w obszarze notacji L-G, przy czym zmiana tonacji, klucza czy metrum może wystąpić w środku pięciolinii, a nie tylko na początku; zmiany takie opisuje się w obszarze notacji L-G.

Jak zostało wspomniane, pięcioliniom można nadać dowolne nazwy za pomocą makra `\musdefscore`, które pozwala zdefiniować układ pięciolinii dla danego dokumentu muzycznego. Przykładowo, w przypadku nut na głos z fortepianem układ trzech pięciolinii – dla głosu oraz prawej i lewej ręki – można zdefiniować na przykład tak, jak we fragmencie partytury przytoczonym wyżej:

```
\musdefscore {\g\mussize\+{24\musunit}}\r\mussize\+{18\musunit}}\l\mussize}
```

Instrukcja powyższa określa wzajemne położenie pięciolinii głosu, lewej i prawej ręki i nadaje im nazwy za pomocą operacji `\` – odpowiednio `g`, `r` oraz `l`. Żeton `\mussize` określa wysokość pięciolinii, a formuły `\+{24\musunit}` oraz `\+{18\musunit}` – odległości między pięcioliniami (por. punkt 4.2). Domyślnie wykonywana jest instrukcja `\musdefscore {\a\mussize}`, definiująca pięciolinię o nazwie „a” i rozmiarze `\mussize`,

Każda pięciolinia może zostać opatrzona kluczem (punkt 7.1), metrum (punkt 7.2), znakami chromatycznymi przykluczowymi (punkt 7.3) oraz klamrami (punkt 7.4). Również te elementy są definiowane w preambule poza notacją L-G i muszą być zdefiniowane zgodnie z definicją systemu pięciolinii, tzn. muszą się odnosić do nazw pięciolinii zdefiniowanych za pomocą polecenia `\musdefscore`, opisanego wyżej.

7.1. Klucze

Notacja L-G oferuje trzy rodzaje kluczy: C, G i F, zapisywane w notacji L-G jako `\alto`, `\treble` i `\bass`. Zgodnie z zasadami muzyki, przypisanie poszczególnych dźwięków do linii zależy od położenia kluczy na pięciolinii:

a mianowicie:

- klucz *dyszkantowy* przypisuje dźwięk g^1 do linii 1,
- klucz *wiolinowy* przypisuje dźwięk g^1 do linii 2,
- klucz *barytonowy* przypisuje dźwięk f do linii 3,
- klucz *basowy* przypisuje dźwięk f do linii 4,
- klucz *subbasowy* przypisuje dźwięk f do linii 5,
- klucz *sopranowy* przypisuje dźwięk c^1 do linii 1,
- klucz *mezzosopranowy* przypisuje dźwięk c^1 do linii 2,
- klucz *altowy* przypisuje dźwięk c^1 do linii 3,
- klucz *tenorowy* przypisuje dźwięk c^1 do linii 4.

Przedstawione powyżej rozmieszczenie kluczy na pięciolinii można uzyskać za pomocą następującego zapisu w notacji L-G:

```
\* .5
\ - a {-2} \treble
\* 1
\ - a 0 \treble
\* 1
\ - a {-2} \bass
\* 1
\ - a 0 \bass
\* 1
\ - a 2 \bass
\* 1
\ - a 0 \alto
\* 1
\ - a 2 \alto
\* 1
\ - a 4 \alto
\* 1
\ - a 6 \alto
\* .5
```

Jak zostało wspomniane, klucze przypisane do danego systemu pięciolinii można zdefiniować również za pomocą instrukcji `\musclefs`, używanej na etapie konfiguracji, powodującej umieszczenie kluczy w stosownej odległości od lewego krańca pięciolinii (p. punkt 1).

7.2. Metrum

Metrum jest zadawane wyłącznie w obrębie notacji L-G, nie ma instrukcji T_EX-owych służących do definiowania metrum na etapie konfiguracji. Cyfry są reprezentowane za pomocą poleceń `\muscyf0`, `\muscyf1`, `\muscyf2`, ..., `\muscyf9` (w istocie jest to komenda `\muscyf` z jednym parametrem), litera C (metrum $\frac{4}{4}$) – za pomocą polecenia `\musrhythmc`, natomiast przekreślona litera C (metrum $\frac{2}{2}$) – za pomocą polecenia `\musrhythmcrossc`. Wszystkie symbole tej grupy są tak skonstruowane, że pozioma oś znaku przebiega w połowie wysokości znaku – stąd odpowiednie pozycjonowanie w pionie w poniższym zapisie z użyciem notacji L-G:

```
\+2\mushq
\ -a6 {\muscyf2} \ -a2 {\muscyf4}
\+4\mushq
\ -a1 \quat
\* 1
\ -a2 \quat
\* 1
\bar
\+2\mushq
\ -a6 {\muscyf3} \ -a2 {\muscyf4}
\+4\mushq
\ -a1 \quat
\* 1
\ -a2 \quat
\* 1
\ -a3 \quat
\* 1
\bar
\+2\mushq
\ -a4 \musrhythmc
\+4\mushq
\ -a1 \quat
\* 1
\ -a2 \quat
\* 1
\ -a3 \quat
\* 1
\ -a4 \quat
\* 1
\bar
\+2\mushq
\ -a4 \musrhythmcrossc
\+4\mushq
```

```
\-a1 \half
\* 1.5
\-a2 \half
\* 1.5
```

Wynikiem interpretacji tego zapisu w notacji L-G jest poniższa pięciolinia:



7.3. Tonacje i znaki chromatyczne

Znaki chromatyczne określające tonację można rozmieszczać zarówno na etapie konfiguracji, jak i w obrębie notacji L-G. Do definiowania tonacji na etapie konfiguracji służy, jak to zostało wspomniane w punkcie 1, polecenie `\musaccidentals`. Treść tego polecenia można również umieścić bezpośrednio w obrębie notacji L-G.

Przykładowo, tonację c-moll/Es-dur dla klucza wiolinowego można zadać na etapie konfiguracji jako:

```
\musaccidentals{
  \- a2\bem
  \+\mushq % równoważne \+1\mushq
  \- a5\bem
  \+\mushq
  \- a1\bem
}
```

W środku pięciolinii można tonację zmienić, powiedzmy z c-moll/Es-dur na e-moll/G-dur



używając podobnych poleceń jak przy definicji znaków przykluczowych, mianowicie:

```
\- a6{\muscyf4} \- a2{\muscyf4}
\*1
\bar
\+2\mushq
\- a4\kas
\+\mushq
\- a7\kas
\+\mushq
\- a3\kas
\+2\mushq
\- a8\krz
\*1
```

Klucz wiolinowy na początku pięciolinii został oczywiście umieszczony znanym nam już poleceniem konfiguracyjnym `\musclefs{\-a0 \treble}`.

Znaki chromatyczne przy nutach stawiane są za pomocą tych samych poleceń, których używa się do określenia tonacji. Istnieją też znaki chromatyczne nieużywane jako znaki przykluczowe, mianowicie podwójny bemol, podwójny kasownik oraz bemol, krzyżyk i kasownik w nawiasach.

Należy pamiętać o przesunięciu znaków chromatycznych przynutowych w lewo, żeby nie kolidowały z nutą. Wielkość przesunięcia nie jest standardowo określona i zakłada się, że użytkownik zdefiniuje znaki chromatyczne przynutowe według własnego uznania, przykładowo:

```
\def\lbem{\llap{\bem\kern.90\mushq}}% bemol
\def\lbbe{\llap{\bbe\kern.75\mushq}}% podwójny bemol
\def\lkrz{\llap{\krz\kern.90\mushq}}% krzyżyk
\def\lkkz{\llap{\kkz\kern.90\mushq}}% podwójny krzyżyk
\def\lkas{\llap{\kas\kern.95\mushq}}% kasownik
\def\nbem{\llap{\nbo\bem\kern-.1\mushq\nbz\kern.95\mushq}}% bemol w nawiasach
\def\nkrz{\llap{\nao\krz\naz\kern.95\mushq}}% krzyżyk w nawiasach
\def\nkas{\llap{\nao\kas\naz\kern.95\mushq}}% kasownik w nawiasach
```

Zdefiniowanie powyższych operacji na etapie konfiguracji w połączeniu z poniższym zapisem w notacji L-G

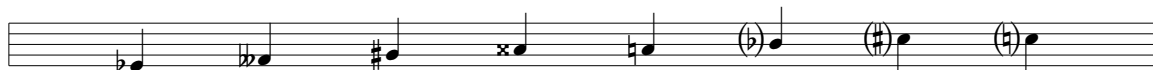
```
\*1
\-a0 \quat \-a0 \lbem
\*1
\-a1 \quat \-a1 \lbbe
```

```

\*1
\ -a2 \quat \ -a2 \lkrz
\*1
\ -a3 \quat \ -a3 \lkrz
\*1
\ -a3 \quat \ -a3 \lkrz
\*1
\ -a4 \quat \ -a4 \nbem
\*1
\ -a5 \quaterd \ -a5 \nkrz
\*1
\ -a5 \quaterd \ -a5 \nkrz
\*1

```

daje następujący wynik:



Zauważmy, że w powyższym zapisie nuta (`\quat`) poprzedza znaki chromatyczne (`\lbem`, `\lbbe` etc.). W istocie kolejność nie ma znaczenia, bowiem obiekty te pozycjonowane są formalnie w tym samym pionie – przykład został tak zapisany celowo, by podkreślić, że rozmieszczanie obiektów graficznych odbywa się „pionami” (por. punkt 4.3).

7.4. Klamry

W powyższych przykładach zetknęliśmy się z dwoma rodzajami klamr: klamr spinających grupę pięciolinii (np. partię fortepianu lub głosy chórowe) lub klamr stanowiących wskazówkę wykonawczą (klamra w przykładzie „Embarras”) – por. punkt 6.6.

Tu omówimy krótko ten pierwszy rodzaj klamr. Na początku każdego systemu pięciolinii wykonywane jest polecenie `\musaccolades` umieszczane w preambule, służące do tego celu. W przykładach przedstawionych wyżej, zawierających partię fortepianu użyta została następująca definicja:

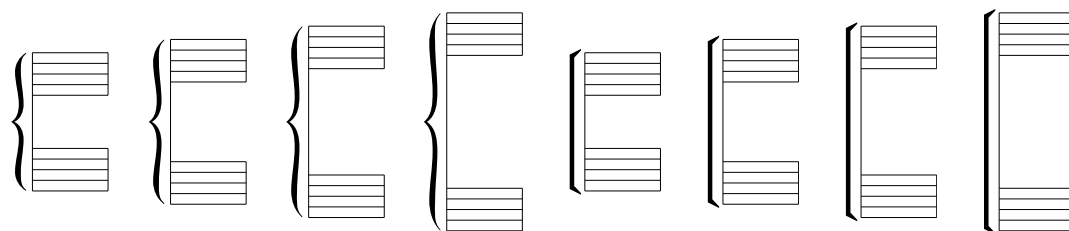
```

\musaccolades{\-10 {\llap{\musvmoust lr\kern.5\mushq}}}

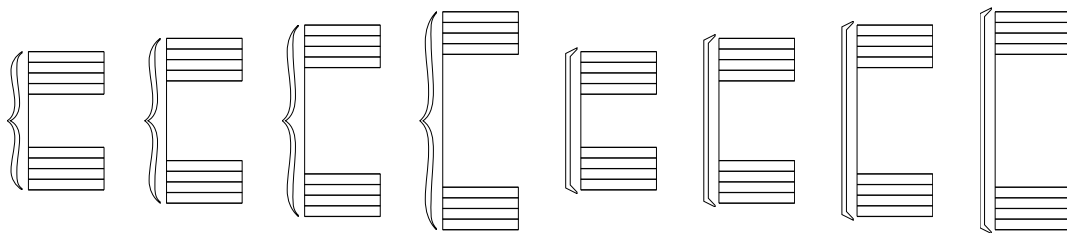
```

Podstawową konstrukcją dynamiczną jest w powyższym zapisie operacja `\musvmoust lr`, rozpinająca „wąs” (*moustache*; nazwa ma związek ze znakami unikodowymi określanymi jako *left* i *right moustache*, U+23B0 i U+23B1) między pięcioliniami „l” i „r”. Reszta operacji opisuje korektę pozycjonowania klamry (względem punktu `\-10`. Nie wchodząc w szczegóły, odnotujmy, że analogicznie pozycjonuje się klamrę w przypadku zacytowanego opracowania na chór, z tym, że tu podstawową konstrukcją dynamiczną języka L-G, zamiast `\musvmoust`, jest `\musltortoise` (nazwa ma związek z unikodowym nawiasem o nazwie *left black tortoise shell bracket*, U+2997), a pozycjonowanie odbywa się względem punktu `\-b0`.

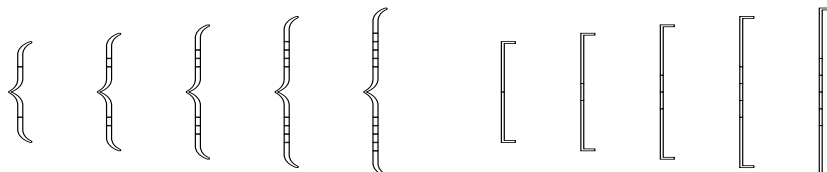
Zauważmy, że ze względu na poziomą asymetrię znaków kolejność nazw pięciolinii jest tu ważna (inaczej niż np. w przypadku polecenia `\musbars` – p. punkt 7.5), a pozycjonowanie odbywa się względem punktu najniższego:



Tematu klamr nie będziemy dalej rozwijać, gdyż dotyczy on definicji zamieszczanych w preambule, a zatem wiąże się jedynie pośrednio z notacją L-G. Odnotujemy jedynie, że klamry istotnie są obiektami *stricte* dynamicznymi, w odróżnieniu od znaków o zmiennym rozmiarze wykorzystywanych w T_EX-u (rozwiązanie T_EX-owe zostało przeniesione do fontów matematycznych w formacie OTF, tj. fontów OTF wyposażonych w tablicę MATH). W T_EX-u bowiem znaki o zmiennym kształcie są składane z elementów (T_EX dopuszcza najwyżej cztery elementy, fonty OTF – dowolną liczbę) o stałych kształtach. W przypadku omawianych tu klamr znak jest konstruowany dla każdego rozmiaru w całości, o czym można się przekonać rysując obwiednie tych znaków (opcja `\musoutlineson` interpretera notacji L-G).



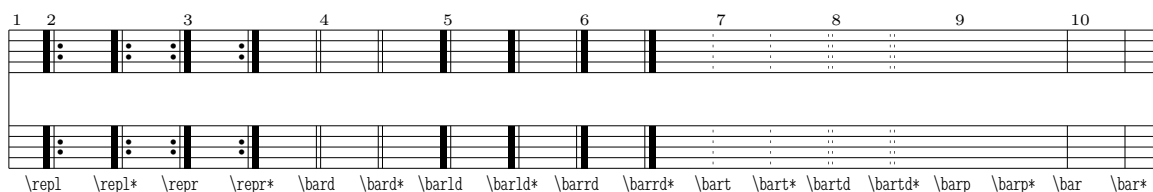
Analogiczna ilustracja dla T_EX-a (lub Worda z użyciem matematycznych fontów OTF), demonstrująca nawiasy klamrowe i kwadratowe o zmiennej wielkości, wyglądałaby następująco:



7.5. Kreski taktowe

Na zakończenie przedstawimy zestaw kresek pionowych (taktowych), najczęściej spotykanych w dokumentach muzycznych i dlatego włączonych do podstawowych zasobów notacji L-G. Kreski pionowe używane są najczęściej do zaznaczania podziałów taktowych, ale mogą być też wykorzystywane sporadycznie do zaznaczania końca frazy muzycznej, części logicznej utworu itp.

Poniższy przykład demonstruje dostępne rodzaje kresek, użytych jako podziały taktowe; u dołu umieszczone zostały nazwy odpowiednich komend notacji L-G.



Interpreter notacji L-G zlicza takty i umożliwia umieszczenie numerów na początku systemu pięciolinii (po umieszczeniu w preamble komendy `\musshstaveclon`), bądź nad jawnymi podziałami taktów, tzn. z wyjątkiem początku systemu pięciolinii (po umieszczeniu w preamble komendy `\musshstavecon`). W powyższym przykładzie użyte zostały obydwa polecenia. Numery taktów składane są zdefiniowanym w preamble fontem o nazwie T_EX-owej `\musstavecfont`. Jak łatwo zauważyć, numerację nad podziałami taktów można lokalnie odwołać przez dopisanie znaku `*` po komendzie ustawiającej kreskę.

Na sposób działania wszystkich wyżej wyszczególnionych komend ma wpływ komenda `\musbars`, za pomocą której można zdecydować, które pięciolinie mają być połączone kreską, a które nie. Domyślnie linie są ciągnięte od pięciolinii najwyższej do najniższej. Przykłady utworów na głos z fortepianem i partytur chóralnych, zamieszczone wyżej, pokazują, że nie jest to regułą. Aby objaśnić działanie polecenia `\musbars`, założmy, że zostało zdefiniowanych (za pomocą polecenia `\musdefscore`, p. punkt 7 i przykład w punkcie 1) k pięciolinii o nazwach $n_1, n_2, \dots, n_k$, w kolejności od góry do dołu. Ogólna postać komendy `\musbar` przedstawia się następująco:

`\musbars{\ni1 ni2 \ni3 ni4 . . . \nij-1 nij}`

tzn. argumentem polecenia `\musbars` jest ciąg par nazw pięciolinii poprzedzonych operatorem `\n`. Kolejność par jest dowolna, a także dowolna jest kolejność nazw w obrębie jednej pary. Niemniej jednak należy założyć, że w praktyce nazwy nie występują w dowolnym porządku. By to wyjaśnić, przyjmijmy, że uporządkowaliśmy niemalejąco nazwy w obrębie każdej pary (względem numerów licząc od góry), a z kolei pary uporządkowaliśmy leksykograficznie. Rozsądnie jest założyć, że wówczas $i_1 \leq i_2 \leq i_3 \dots i_{j-1} \leq i_j$. Wolno również założyć, że w praktycznych zastosowaniach $i_1 = 1$ i $i_j = k$.

Skorowidz komend notacji L-G

\- 2-7, 10-11, 13-15, 18-20	\multr 9	\mussquarerb 14
\= 2, 4-7	\musaccidentals 3, 19	\mussquarere 14
\+ 2-4, 7-8, 10, 17-19	\musaccolades 3, 20	\musstar 8
* 2, 4-8, 10-11, 13-15, 18-20	\musakc 4, 9	\musstavecfont 21
\\ 3, 9-10, 17, 21	\musbar 21	\mustextconfig 3, 9-10
\alto 8, 17-18	\musbars 3, 20-21	\mustextfont 9
\bar 4-5, 10-11, 13-15, 18-19, 21	\musbotflagdou 9	\mustextput 4-6, 9-10
\bard 21	\musbotflagext 9	\mustlinewidth 14
\barl 21	\musbotflagsin 9	\mustopflagdou 9
\barld 21	\musboxe 11	\mustopflagext 9
\barp 21	\muscenb 4, 10-11	\mustopflagsin 9
\barrd 15, 21	\muscene 4, 10-11	\musumordent 5, 9
\bart 21	\musclefs 3, 18-19	\musunit 3, 7, 17
\bartd 21	\muscyf 4, 8, 18-19	\musverb 14-15
\bass 3, 8, 17-18	\musdashedon 12	\musverbar 14-15
\bbe 8, 19	\musdefscores 3, 9, 17, 21	\musverbe 14
\belkab 4-5	\musdesfont 3	\musvere 14-15
\belkae 4-6	\museighr 5-6	\musvmoust 3, 20
\belkbb 12-13	\musfont 8	\musvpcen 3-4
\belkke 12-13	\musforte 3-4	\musvspace 4
\belkkm 12-13	\musgracefont 8	\muswidelinewd 14
\bem 3, 8, 19	\mushg 7	\musznacznik 8
\bemol 4	\mushn 7	\nao 9, 19
\circ 9	\mushq 3-4, 7, 10, 18-20	\naz 9, 19
\diminb 4	\mushqn 7	\nbem 19-20
\dimine 4	\mushsize 6, 8	\nbo 9, 19
\eigh 4-5, 7, 9	\mushyphen 3-6	\nbz 9, 19
\eighd 5-6, 9	\muslap 3-4	\nkas 19-20
\eighr 9	\muslinewidth 14	\nkrz 19-20
\haldr 9	\muslmordent 9	\oneh 9
\half 9, 19	\muslortoise 20	\onehd 9
\halfd 9	\musmezzoforte 8	\pca 10-11
\halftr 4, 9	\musmezzopiano 3-4	\quat 9, 18-20
\hboxb 11, 14	\musminus 4, 9	\quater 4-6, 9, 20
\hboxe 11, 14	\musneedlewd 9	\quatr 9
\hclgliss 12	\musocb 15	\repl 14-15, 21
\hclglissb 12	\musocdbar 15	\repr 15, 21
\hclglissm 12	\musocle 15	\setgapwd 3
\hcllinewd 14	\musocubar 15	\sevenrm 9, 14-15
\hclslur 12	\musoutlineson 20	\sharp 5
\hclslurb 4, 11-12	\musoverfont 3-4	\sixfr 9
\hclslure 4, 11-12	\musoznacznik 8	\sixt 9
\hclslurm 11-12	\muspause 9	\sixtd 9
\kas 8, 19	\musped 8	\sixtr 9
\kasn 4	\muspiano 8	\slub 4-5
\kkkr 8, 19	\musprz 9	\slue 5
\kro 9	\musprzdn 9	\thir 9
\krob 9	\musquarterwd 9	\third 9
\krz 8, 19	\musquatr 4	\thirr 9
\kul 9	\musrhythmc 8, 18	\treble 3, 8, 17-19
\lbbe 19-20	\musrhythmcrossc 8, 18	\tupletb 14
\lbem 19-20	\musrpause 9	\tuplete 14
\lineb 13-14	\mussetfont 7-8	\vboxb 3
\linee 13-14	\musshstaveclon 21	\vboxe 3
\linem 13-14	\musshstavecon 21	\whodr 9
\lka 19-20	\mussize 3, 7, 17	\whol 9
\lkkkr 19-20	\mussquarelb 14	\wholr 9
\lkrz 19-20	\mussquarele 14	

Skorowidz komend T_EX-owych

\def 3, 11, 14, 19	\hskip 8	\lower 3
\font 3	\hss 11	\offinterlineskip 3
\hbox 3	\kern 3, 8, 19-20	\the 3
\hfill 11	\let 11	\vbox 4
\hspace 6	\llap 3, 19-20	\vss 3