

Elektroniczne instrumenty muzyczne

MIDI

w elektronicznych
instrumentach muzycznych

Standard MIDI

MIDI – ang. *Musical Instruments Digital Interface*

- Standard komunikacji (wymiany danych) cyfrowych urządzeń muzycznych.
- Opracowany przez firmy Roland, Sequential Circuits, Oberheim. Zatwierdzony w roku 1983 (wersja 1.0).
- **Dotyczy przesyłania tylko informacji sterujących, nigdy dźwięku!**
- Umożliwia sterowanie urządzeniami oraz ich synchronizację.
- Zapewnia kompatybilność urządzeń różnych producentów.

Sterowniki MIDI i moduły dźwiękowe

MIDI pozwala rozdzielić funkcje urządzenia:

- **moduł dźwiękowy**: synteзатор, sampler
- **sterownik** – np. klawiatura MIDI, komputer
- można dzięki temu elastycznie łączyć sterowniki i moduły generujące dźwięki.



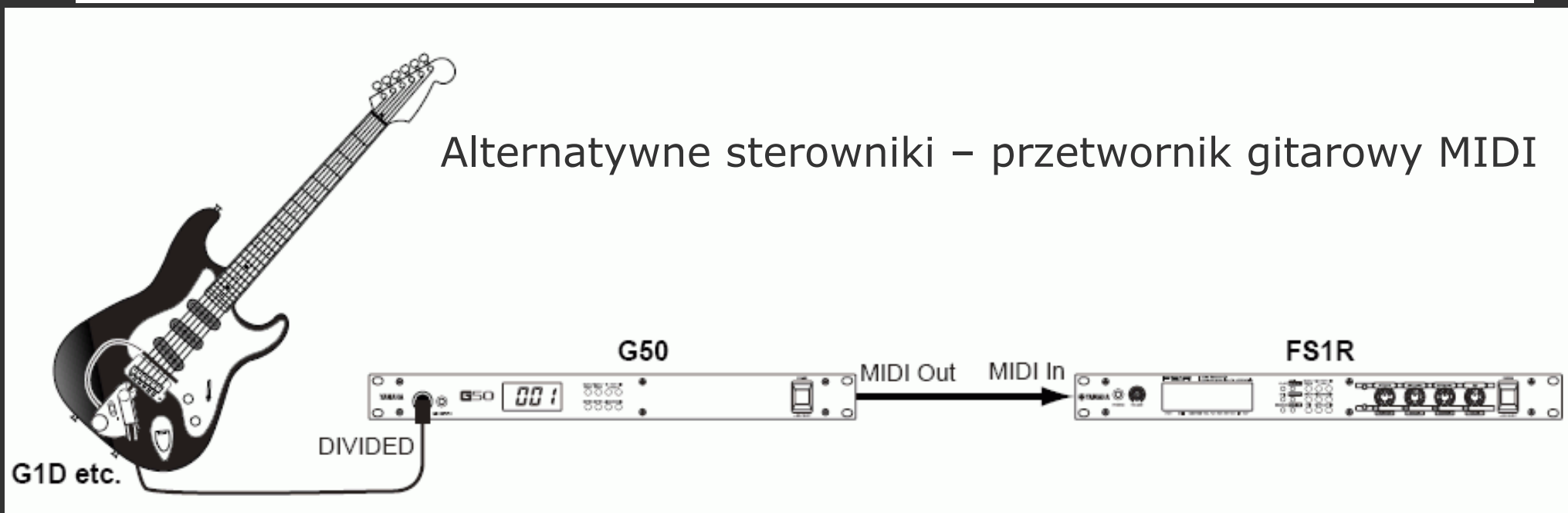
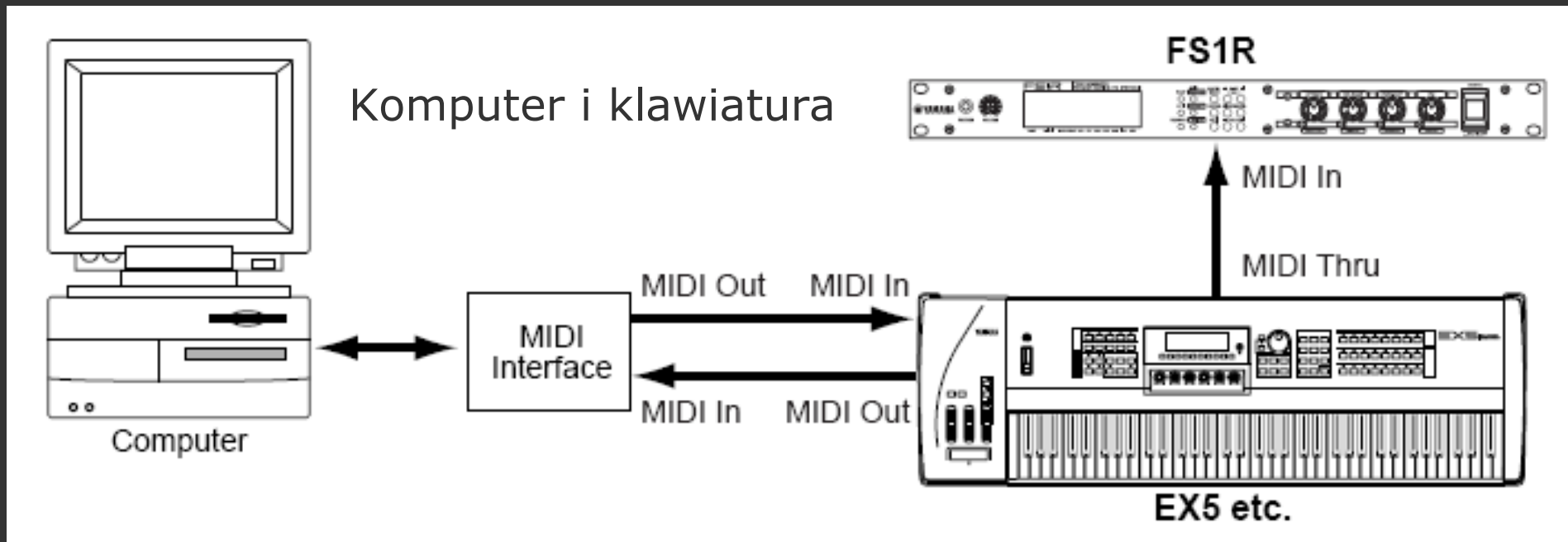
MIDI - przykłady wykorzystania

MIDI w zastosowaniu praktycznym.

Szereg syntezatorów zrealizowanych jako osobne moduły, zamocowanych w „racku” + klawiatura
(źródło: *Wikipedia*)



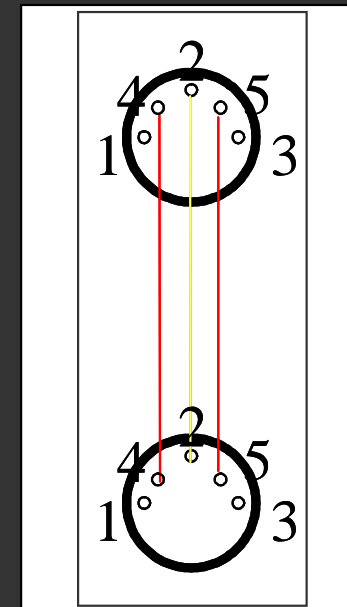
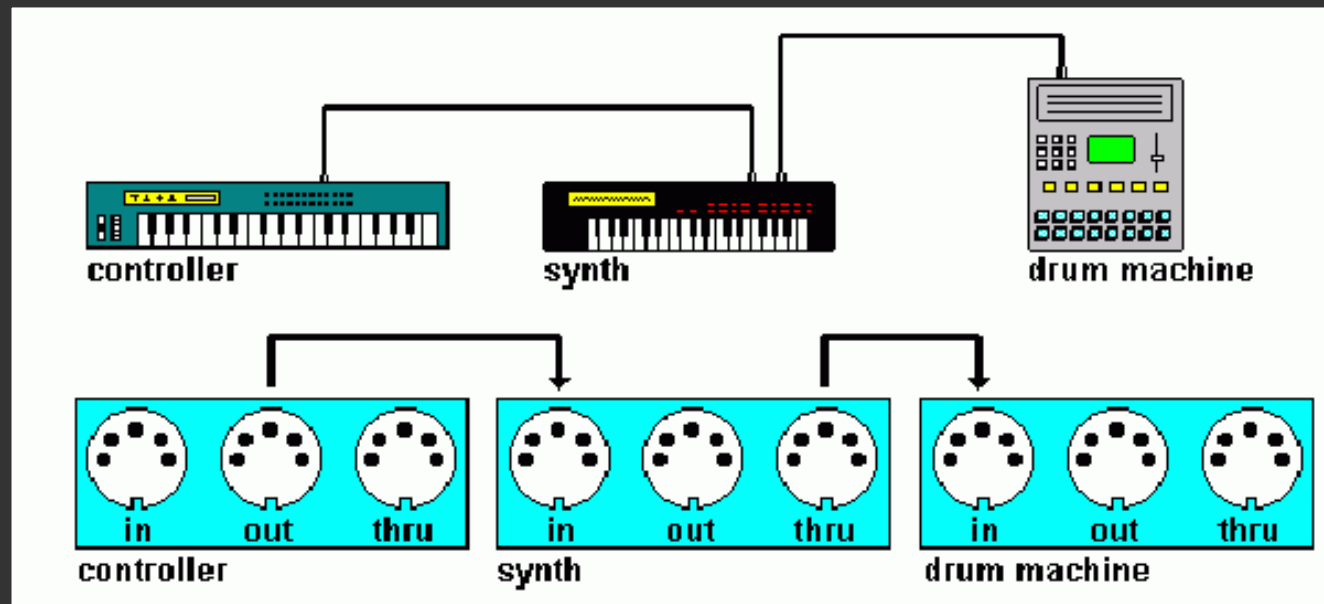
MIDI - przykłady wykorzystania



Połączenia MIDI

Złącza DIN w urządzeniach MIDI:

- **IN** – wejście
- **OUT** – wyjście
- **THRU** – wyjście, na które przekazywane są sygnały z wejścia IN



Połączenie MIDI ⇔ PC

- Obecnie większość sterowników (klawiatur) MIDI używa interfejsu USB-MIDI – *plug & play* po podłączeniu sterownika do portu USB w komputerze (Windows, Mac).
- Jeżeli go nie ma, trzeba zastosować specjalny interfejs (konwerter) MIDI:
 - dawniej: MPU-401 do portu równoległego,
 - obecnie: USB-MIDI (DIN – USB).

Problem opóźnień w systemie MIDI

- Transmisja protokołu MIDI jest szeregową.
- Tylko jeden komunikat może być przesyłany naraz.
- Jeżeli naciśniętych zostaje pięć klawiszy naraz, odstęp pomiędzy komunikatem dla pierwszego i piątego klawisza wynosi ok. 4,8 ms.
- Zjawisko powstawania opóźnień przy przesyłaniu kodów MIDI określa się jako **latencje** MIDI (*MIDI code latency*).
- Komunikaty MIDI są przesyłane według ustalonych priorytetów aby zminimalizować opóźnienia.

Problem opóźnień w systemie MIDI

Latencje w przypadku wykorzystywania komputera:

- używanie systemowych sterowników do karty dźwiękowej (MME/WDM) zwiększa latencje,
- *ASIO (Audio Stream Input/Output)*
– zoptymalizowane sterowniki pomijające system operacyjny i zmniejszające latencje (np. darmowy ASIO4ALL),
- *DirectSound (DirectX)* – mniej skutecznie, ale wystarcza do użytku domowego (tylko Windows).

Oprogramowanie wykorzystujące MIDI ma zwykle możliwość wyboru sterownika. Zaleca się włączenie ASIO lub DirectX.

Kanały w MIDI

- Urządzenia MIDI mogą korzystać w komunikacji z **16 kanałów** (*channels*).
- Jeżeli urządzenia nadawcze i odbiorcze są ustawione na ten sam kanał, możliwa jest wymiana informacji pomiędzy nimi.
- Numer kanału jest zapisany w bajcie stanu komunikatu MIDI.
- Sterownik może wysyłać kody do wielu urządzeń. Każde urządzenie musi wtedy używać innego kanału.

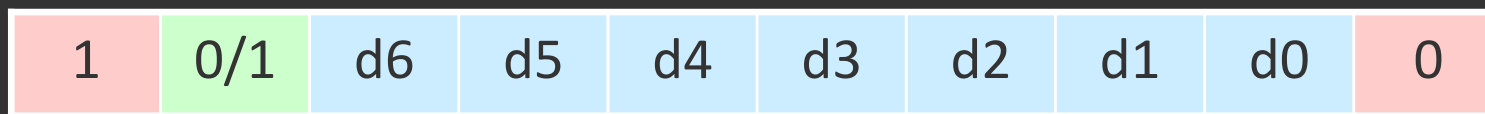
Komunikaty i polecenia MIDI

Struktura komunikatów i poleceń:

- słowo stanu (jaki komunikat)
- słowa danych (treść komunikatu)

słowa 10-bitowe:

- bit startu (1)
- bit typu: 1 - stan (*status*), 0 - dane (*data*)
- 7 bitów danych (0 – 127)
- bit stopu (0)



Przykład komunikatu MIDI

Komunikat głosowy (*voice messages*):

note on – polecenie wygenerowania dźwięku

- 1001cccc – bajt stanu (1), identyfikator komunikatu *note on* (001), numer kanału (cccc, od 0 do 15)
- 0nnnnnnn – bajt danych (0), oznaczenie wysokości dźwięku (nnnnnnn), np. A4 = 69
- 0vvvvvvv – bajt danych (0), prędkość naciskania klawisza (*velocity*, vvvvvvv)

Np. *Note On*, nuta A4, kanał 2, max. velocity:

10010001 01000101 01111111 = 145, 69, 127

Typy komunikatów MIDI

Komunikaty kanału (*channel messages*)

– przeznaczone dla wybranego kanału:

- komunikaty głosowe (*voice messages*)
- komunikaty trybu (*mode messages*)

Komunikaty systemowe (*system messages*)

- przeznaczone dla całego systemu:

- wspólne (*common messages*)
- dla wybranego urządzenia (*system exclusive*)
- czasu rzeczywistego (*real time messages*)
 - głównie do synchronizacji

Komunikaty kanałowe głosowe

Komunikaty głosowe (*channel voice messages*)

– parametry wpływające na sposób wytwarzania dźwięku.

- *Note On* – żądanie wygenerowania dźwięku
- *Note Off* – żądanie wyłączenia dźwięku
- *Control Change* – zmiana parametrów sterujących sposobem generowania dźwięku
- *Pitch Bend* – płynna zmiana wysokości dźwięku
- *Aftertouch* – dociskanie wciśniętego klawisza
- *Program Change* – zmiana programu, czyli aktywnego instrumentu

Komunikaty kontrolne (*Control Change*)

- Parametr wysyłany przez sterownik w formie: kod CC, komenda, wartość parametru
- Źródła komunikatów: pokrętło *modulation*, pokrętła i suwaki na klawiaturze, itp.
- Wysyłane komendy CC (1011xxxx):
 - część jest definiowana przez standard (np. 01 = *Modulation Wheel*)
 - mogą być konfigurowane w sterowniku (np. przypisaniu kodu CC do pokrętła)
- Interpretacja kodów CC jest zależna od urządzenia.

Komunikaty kontrolne (Control Change)

Komunikaty *Control Change* mogą służyć do sterowania parametrami instrumentu.

Na przykład:

- syntezytor subtraktywny: częstotliwość graniczna filtru VCF jest sterowana kodem CC = 61
- konfigurujemy klawiaturę MIDI tak aby wybrane pokrętło przesyłało kod CC 61
- zmiany ustawienia tego pokrętła powodują przesyłanie kodów CC do syntezytora
- syntezytor interpretuje kod CC = 61 i używa przesłanej wartości do zmiany częstotliwości filtru

Polecenia trybu

Polecenia trybu (*channel mode messages*) sterują trybem pracy instrumentu:

- *all sound off* – wyłączenie wszystkich dźwięków
- *all notes off* – wyłączenie głosów w danym kanale
- *reset all controllers* – przywrócenie domyślnych wartości wszystkim parametrom sterującym
- *local control on/off* – dołączenie/odłączenie lokalnego sterownika (np. klawiatury nie-MIDI)
- *omni, poly, mono* – wybór trybu polifonii

Polecenia *System Exclusive*

- Standard MIDI nie jest w stanie przewidzieć wszystkich potrzeb producentów sprzętu.
- Polecenia *System Exclusive* (SysEx) to zbiór komunikatów MIDI, które nie są zdefiniowane w żadnych standardach. Definiuje je sam producent urządzenia.
- Wykorzystywane są do przesyłania specyficznych poleceń, związanych z działaniem konkretnego urządzenia MIDI.
- Oczywiście polecenia SysEx nie są tak samo interpretowane przez różne urządzenia.

Wybór instrumentu

- EIM posiada zestaw brzmień (**instrumentów**), zorganizowany w struktury nazywane **bankami**.
- Zwykle tylko jeden bank brzmień może być wykorzystywany w danej chwili.
- Każdy bank zawiera **128 instrumentów**
- W obrębie wybranego banku można korzystać ze wszystkich dostępnych instrumentów.
 - *Control Change* 0 i 32 – wybór banku
 - *Program Change* – wybór instrumentu

Standardy MIDI

Standardy MIDI określają przyporządkowanie numerów instrumentów (*patch*) do konkretnych brzmień w ramach banku podstawowego.

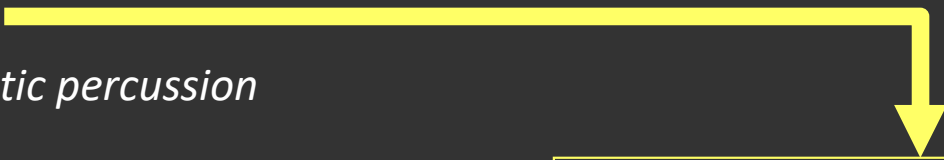
Najważniejsze standardy MIDI:

- **GS** – *General Standard* – pierwszy zdefiniowany standard
- **GM** – *General MIDI* – obowiązujący powszechnie standard (synteatory, samplery, itp.)
- inne:
 - **MT32** (Roland),
 - **XG** (Yamaha; rozszerzenie GM)

General MIDI Level 1

128 instrumentów podzielono na 8 grup:

- 0 – 7 *Piano*
- 8 – 15 *Chromatic percussion*
- 16 – 23 *Organ*
- 24 – 31 *Guitar*
- 32 – 39 *Bass*
- 40 – 47 *Strings*
- 48 – 55 *Ensemble*
- 56 – 63 *Brass*
- 64 – 71 *Reed*
- 72 – 79 *Pipe*
- 80 – 87 *Synth Lead*
- 88 – 95 *Synth Pad*
- 96 – 103 *Synth Effects*
- 104 – 111 *Ethnic*
- 112 – 119 *Pecussive*
- 120 – 127 *Sound Effects*

- 
- 0. *Acoustic Grand Piano*
 - 1. *Bright Acoustic Piano*
 - 2. *Electric Grand Piano*
 - 3. *Honky-tonk Piano*
 - 4. *Rhodes Piano*
 - 5. *Chorused Piano*
 - 6. *Harpischord (klawesyn)*
 - 7. *Clavinet (klawikord)*

Brzmienia perkusyjne

- Informacje dotyczące brzmień perkusyjnych w standardzie General MIDI przesyłane są zawsze przez **kanał 10**.
- Każdemu kodowi wysokości dźwięku odpowiada inne brzmienie instrumentu perkusyjnego. Dostępnych jest maksymalnie 128 brzmień perkusyjnych w banku.
- Bank podstawowy zawiera 47 brzmień perkusyjnych (instrumenty 35 – 81).
- Zmiana zestawu brzmień perkusyjnych następuje poprzez zmianę banku.

Specyfikacja MIDI

Specyfikacja MIDI – zbiór informacji o możliwościach danego urządzenia MIDI.

Specyfikacja jest określona za pomocą karty implementacji MIDI (*MIDI Implementation Chart*), która określa zachowanie się urządzenia w czasie wysyłania do niego określonych poleceń (komunikatów) za pośrednictwem interfejsu MIDI.

Specyfikacja ma formę tabeli:

- funkcja
- nadawane (*transmitted*) – O/X/opis
- odbierane (*recognised*) – O/X/opis
- uwagi (*remarks*)

Specyfikacja MIDI - przykład (syntezator)

	Function	Transmitted	Recognized	Remarks
Basic Channel	Default Changed	1 - 7, 10 X	1 - 16 X	
Mode	Default Messages Altered	Mode 3 *****	Mode 1 Mode 1,2 (M=1)	*1 *2
Note Number	True Voice	0 - 127 *****	0 - 127 0 - 127	
Velocity	Note ON Note OFF	O *3 X	O X	
After Touch	Key's Ch's	X X	O *3 O *3	
Pitch Bend		X	O *3	
Control Change	0,32	X	O *3	Bank select
	1	X	O *3	Modulation
	5	X	O *3	Portamento time
	6,38	X	O *3	Data entry
	7	X	O *3	Volume
	10	X	O *3	Panpot
	11	X	O *3	Expression
	64	X	O *3	Hold 1
	65	X	O *3	Portamento
	66	X	O *3	Sostenuto
	67	X	O *3	Soft
	84	X	O *3	Portamento ctrl
	91	X	O (Reverb) *3	Effect 1 depth
93	X	O (Chorus) *3	Effect 3 depth	
98,99	X	O *3	NRPN lsb,msb	
100,101	X	O *3	RPN lsb,msb	
Program Change	True #	X *****	O *3 0 - 127	Program # 1-128
System Exclusive		O	O	

Specyfikacja MIDI

Jeżeli chcemy sprawdzić, czy dany komunikat może być przesyłany między urządzeniami, to znajdujemy ten komunikat w specyfikacji, w kolumnie:

- *transmitted* – dla urządzenia nadawczego
- *recognised* – dla urządzenia odbiorczego

Jeżeli w specyfikacji jednego z urządzeń pojawi się znak **X**, oznacza to, że komunikat nie jest obsługiwany.

Znak **O** oznacza, że komunikat może być przesłany lub zinterpretowany.

Sterowniki MIDI

Klawiatura MIDI:

- klawisze typu fortepianowego
- pokrętła *pitch bend* i *mod wheel*
- pokrętła i suwaki do modulacji (zmiany parametrów kontrolnych przez CC)
- sterowniki nożne (*sustain*)
- klawiatura dynamiczna – informacje o prędkości naciskania klawiszy (*velocity*, *aftertouch*)
- wyświetlacz



Sterowniki MIDI

Przykłady sterowników MIDI innych niż klawiatura



kontroler perkusyjny
(MIDI *drum pad*)



kontroler dla DJ-ów

Sterowniki MIDI



Perkusja MIDI
(*MIDI drum kit*)



Gitara MIDI
(*MIDI guitar*)

Sekwencer MIDI

Sekwencer MIDI (*MIDI sequencer*)

– urządzenie lub (zwykle) program do:

- rejestracji,
- edycji (modyfikacji)
- i odtwarzania

sekwencji kodów MIDI.

Sekwencer steruje instrumentem, wysyłając do niego kody MIDI i „grając” na nim zamiast muzyka.

Typowe funkcje sekwencerów MIDI

- Rejestracja i odtwarzanie danych poprzez interfejs MIDI (rejestracja „na żywo” i w trybie krokowym).
- Prezentacja danych w formie:
 - ścieżek (śladów),
 - „taśmy pianoli” (*piano roll*),
 - zapisu nutowego,
 - listy komunikatów MIDI,
- Funkcje edycji i aranżacji (np. kwantyzacja).
- Graficzny mikser, metronom, itp.

Prezentacja danych w sekwencerze

R	Type	Name	Pch	Port	Chn	Vol	Trans	
1		Sample	-	1	--	0.0	0.0	1
2		Copyrig	-	1	--	0.0	0.0	2
3		Voyetra	-	1	--	0.0	0.0	3
4		All Right	-	1	--	0.0	0.0	4
5	☺	Drums	0	1	10	0.0	0.0	5
6	☺	Bass	33	1	4	0.0	0.0	6
7	☺	Melody	12	1	2	0.0	0.0	7
8	☺	Keyboa	5	1	3	0.0	0.0	8



Type	Position	Channel	Parameters
Note	003:01:000 00:04:06:05	04	A2 107 064 00:00:000
Note	003:01:360 00:04:16:49	04	E3 107 064 00:00:080
Note	003:02:000 00:04:19:71	04	E3 107 064 00:00:390
Note	003:02:360 00:05:05:35	04	A2 107 064 00:01:000
Note	003:03:360 00:05:18:21	04	E3 107 064 00:00:080
Note	003:04:000 00:05:21:42	04	E3 107 064 00:00:360
Note	003:04:360 00:06:07:07	04	A2 107 064 00:00:085
Note	004:01:000 00:06:10:28	04	A2 107 064 00:00:360
Note	004:01:360 00:06:19:92	04	E3 107 064 00:00:080
Note	004:02:000 00:06:23:14	04	E3 107 064 00:00:330
Note	004:02:360 00:07:08:78	04	A2 107 064 00:00:085
Note	004:03:000 00:07:11:99	04	A2 107 064 00:00:360
Note	004:03:360 00:07:21:64	04	E3 107 064 00:00:080
Note	004:04:000 00:08:00:85	04	E3 107 064 00:00:240
Note	004:04:240 00:08:07:28	04	E2 107 064 00:00:240
Note	005:01:000 00:08:13:71	04	A2 107 064 00:00:360

Możliwości aranżacyjne

Możliwości aranżacyjne sekwencerów:

- dodawanie, usuwanie i modyfikacja nut,
- zmiana metrum,
- transpozycja,
- kwantyzacja – wyrównywanie położenia i wartości (długości) nut,
- „humanizacja” – wprowadzenie losowych „nierówności” w grze

Sekwencery MIDI i DAW

Współczesne sekwencery MIDI to prawie wyłącznie programy komputerowe. Wiele z nich łączy ścieżki MIDI i ścieżki audio – tego typu programy nazywa się **DAW** (*Digital Audio Workstation*).

Przykłady DAW z funkcją sekwencera MIDI:

- Cubase (Steinberg),
- Cakewalk,
- Logic Audio
- Ableton Live
- Pro Tools

Literatura

- MIDI *Tech Specs & Info*:
<http://www.midi.org/techspecs/>
- Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/MIDI>
- David Miles Huber: *The MIDI manual: a practical guide to MIDI in the project studio*. Focal Press 2007.
- Program *Music Studio Producer*: www.friever.com