

Sistemas Musicales Interactivos

Sergi Jordà

Master en Artes Digitales
Especialidad Música
Febrero-junio, 2003

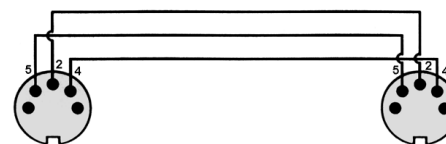
Sesión 4: MIDI a fondo

MIDI

- Musical Instruments Digital Interface
- Protocolo + especificaciones hardware (que entienden la mayoría de instrumentos musicales digitales desde 1983)
- <http://www.midi.org>
- <http://www.harmony-central.com/MIDI/Doc/doc.html>
- Guía Monográfica del Audio digital y MIDI, *Sergi Jordà*, Anaya Multimedia, Madrid 1997 (caps. 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18)

MIDI Transmisión

- Serie (y asíncrona: no hay reloj común entre emisor/receptor y no se envía ninguna señal de reloj con los datos)
- 31.250 baudios
- 1 bit stop y no paridad → 1 byte = 10 bits (con el de start)
- Conector DIN (5 pines de los que se usan 3) y cables unidireccionales

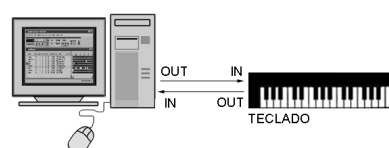


- La comunicación bidireccional entre 2 dispositivos → 2 cables y 2 puertos diferenciados (MIDI IN y MIDI OUT)

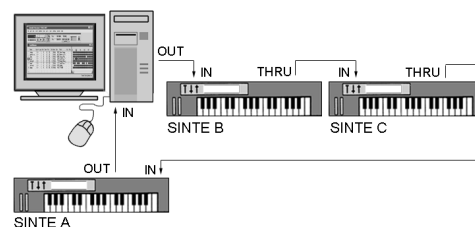
MIDI Puertos

- Emisor tiene puerto MIDI OUT
- Receptor: MIDI IN
- Un cable conecta un OUT con un IN
- Emisor/receptor: tiene los 2 puertos (mínimo) →
- Existe tercer tipo de puerto: MIDI THRU para conectar dispositivos en cadena: redistribuye una copia de la entrada recibida por MIDI IN

Ejemplos de conexiones



• Configuración mínima (si el teclado se utilizase sólo como controlador y no como generador de sonido, se omitiría el retorno del ordenador al teclado)



• 3 sintetizadores y un ordenador en cadena. Sólo el A puede utilizarse como teclado controlador (una configuración equivalente, sería con el OUT del ordenador al IN del A, y el THRU del A al IN del B, dejando al C sin salida THRU)

Puertos: resumen de conceptos

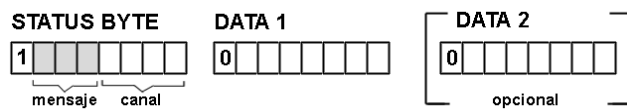
- Un mensaje MIDI indica a un dispositivo una acción a ejecutar (activar una nota, etc.)
- Todo dispositivo que cumple la normativa MIDI dispone de un interfaz capaz de recibir y/o enviar mensajes MIDI.
- Este interfaz puede tener tres puertos diferentes: MIDI IN, MIDI OUT y MIDI THRU.
- Todo instrumento emisor (por ejemplo un teclado) debe disponer forzosamente de un MIDI OUT.
- Todo instrumento receptor (un sintetizador o cualquier instrumento capaz de "sonar") debe disponer de un MIDI IN.
- El MIDI THRU genera una replica del MIDI IN, que permite encadenar varios dispositivos MIDI.

Historia

- Sintetizadores analógicos (y monofónicos) 60s-70s
- Comunicación analógica (control de voltaje)
- Creación protocolo 1983
- Yamaha DX7: primer sintetizador digital 1984
- Primeros secuenciadores por software (Spectrum, Commodore 64, ...) 1984
- Atari (~1985-1990)
- PCs y tarjetas de sonido (90s...)

Mensajes MIDI (1)

- Bytes de status / bytes de datos
 - Los bytes de status tienen bit más significativo a 1
 - Los bytes de datos tienen bit más significativo a 0
- Todo mensaje MIDI se compone de un primer byte de status (que determina el tipo del mensaje) y uno o dos bytes restantes de datos (1 ó 2, dependiendo del tipo de mensaje).
- En el byte de status, 3 de los 7 bits disponibles determinan el tipo de mensaje. Los 4 restantes determinan el canal → 16 canales / 8 tipos de mensajes diferentes / 128 valores posibles en un byte de datos



Mensajes MIDI (2): Tabla

Nombre mensaje	Binario	Hex	Data1	Data2
Note Off	1000 nnnn	8 N	altura	velocidad
Note On	1001 nnnn	9 N	altura	velocidad
Poly. Aftertouch	1010 nnnn	A N	altura	presión
Control Change	1011 nnnn	B N	tipo control	intensidad
Program Change	1100 nnnn	C N	programa	
Channel Aftertouch	1101 nnnn	D N	presión	
Pitch Bend	1110 nnnn	E N	MSByte	LSByte
System Message	1111 xxxx	F X		

Mensajes MIDI (3): Hoja implementación

Función	Transmisión	Recepción	Observaciones
Canales MIDI	X	1-16 1-16	
Modo	X	3	
Número de la nota	X	0-127	
Velocidad	X	0-127	
Nota Activ.	X	9n, V = 0-127	
Nota Desact.	X	8n, V = 0-127	
Propulsación de teclas	X	X	
Propulsación de canal	X	X	
Inflexión de tono *1	X	O	+/-2 octavas Inflexión de tono Sensibilidad reconocida
Cambio de control *1	X	O	
0, 32	X	O	Selección de bancos
1	X	O	Modulación
6, 38	X	O	Introducción datos
7	X	O	Volumen principal
10	X	O	Pan
11	X	O	Expresión
64	X	O	Perfil de sonido
91	X	O	Profundidad de reverb
93	X	O	Profundidad de coro
100	X	O	RPN LSB
101	X	O	RPN MSB
120	X	O	Sonidos desactivados
121	X	O	Restablecer controlad.
123	X	O	Todas las notas desact.
Cambio de programa	X	O 0-127	

*1 : Todos los canales son modulables en volumen MIDI (incluido los de percusión)
Opciones de arranque: inflexión = 2 semitonos; volumen principal = 100; controladores, normal.

Modo 1: OMNI ACTIV., Modo 3: OMNI DESACT., O: Sí
POLI POLI X: No
Modo 2: OMNI ACTIV., Modo 4: OMNI DESACT.,
MONO MONO

- Ningún dispositivo tiene por qué entender todos los mensajes MIDI
- Todo dispositivo MIDI tiene una hoja de implementación que indica los mensajes que puede emitir y recibir (X:No / O:Si)
- Si no lo entiende "pasa de él" (pero también lo reenvía por el THRU)
- **Control Changes General MIDI**
 - Modulación 1
 - Volumen 7
 - panorama 10
 - expresión 11
 - sostenido 64
 - all notes off 121
 - reset all controllers 123

Mensajes MIDI (4) : Velocidad transmisión

- 1 mensajes ~3bytes . 1 byte = 10 bits . velocidad transmisión : 31.250 bps →
 - un mensaje MIDI normal tarda ~ 0,96ms
 - máximo ~ 1000 mensajes / seg
- NB: esta restricción de velocidad NO es aplicable si todo sucede dentro del ordenador (sólo si circula realmente por un cable MIDI!)
- **Running Status:** Convenio a la hora de transmitir los mensajes, que facilita la reducción del flujo de datos MIDI. Cuando un mensaje es del mismo tipo que el anterior no es obligatorio transmitir de nuevo el byte de status. De esta forma cuando se mandan varios mensajes consecutivos del mismo tipo, sólo el primero ocupa tres bytes, ocupando dos, todos los restantes. Esta técnica es especialmente útil en la transmisión de controles continuos como el volumen o la modulación que suelen enviarse en grandes bloques. Aunque la adopción del *running status* en un dispositivo transmisor es opcional, todos los dispositivos receptores deben ser capaces de entenderlo.

Mensajes MIDI (y 5)

- Sabiendo que la nota DO central, corresponde al valor decimal 60, y que el sonido de flauta GM corresponde al valor decimal 73, que mensajes habría que mandar desde un BASIC STAMP, para activar durante dos segundos, un DO de flauta en la octava inmediatamente inferior, con velocidad máxima, y por el canal MIDI 3 ?

Mensajes MIDI (y 5)

- Sabiendo que la nota DO central, corresponde al valor decimal 60, y que el sonido de flauta GM corresponde al valor decimal 73, que mensajes habría que mandar desde un BASIC STAMP, para activar durante dos segundos, un DO de flauta en la octava inmediatamente inferior, con velocidad máxima, y por el canal MIDI 3 ?
- Para mandar serie desde B.STAMP existen varias opciones →
 - SEROUT Tpin, Baudmode, ({#} OutputData)
 - SEROUT Tpin {Fpin}, Baudmode, {Pace,} {Timeout, Tlabel,} [InputData]
 - SEROUT Tpin, Baudmode, 0, [InputData] ← opción más sencilla, donde Baudmode: 60 paraBS2sx, 12 paraBS2 y el 0 indica no retardo en el envío entre bytes.
- Program Change en canal 3 → 0xC2 → 192+2 = 194
- Note ON en canal 3 → 0x92 → 144+2 = 146
- Note OFF en canal 3 → 0x82 → 128+2 = 130
- Nota DO inmediatamente inf. a la 60 → 60-12 = 48
- Velocidad máxima → 127
- SEROUT 15, 60, 0, [194, 73] 'output en pin15 y Pchange flauta en ch.3
- SEROUT 15, 60, 0, [146, 48, 127] 'output en pin15 y NoteON 48,127 en ch.3
- PAUSE 2000 'pausa de 2000 ms
- SEROUT 15, 60, 0, [146, 48, 0] 'NoteOn con vel.0 o alternativamente...
- SEROUT 15, 60, 0, [130, 48, 0] 'NoteOff (podría ser con cualquier velocidad)

Mensajes MIDI (6): RPN NRPN

Los NRPN y los RPN, son unos nombres complicados con los que se designan a combinaciones especiales de cuatro mensajes de Control Change correlativos, mediante las cuales es posible (dependiendo del hardware al que se aplica), modificar parámetros del sintetizador o sampler, con un control muy superior al que ofrecen los mensajes más normales. Hoy en día, son muchos los dispositivos que aceptan este tipo de mensajes, y que ofrecen, por consiguiente, la posibilidad de modificar en tiempo real y desde un secuenciador, los valores de sus envolventes, sus moduladoras de baja frecuencia, sus filtros, etc.

RPN significa **Registered Parameter Number** (número de parámetro registrado), mientras que NRPN es lo mismo con un NO delante. Como sus nombres sugieren, los RPN son estándar mientras que en el caso de los NRPN, cada fabricante puede utilizarlos con mayor libertad.

Mensajes MIDI (y 7): RPN NRPN (2)

	RPN	NRPN
PARAM. LSB	100	98
PARAM MSB	101	99
DATA VAL. MSB	6	6
DATA VAL. LSB	38	38

Los valores del CC 6 y del CC 38 son los que determinarán la magnitud del efecto. Si el rango del efecto es superior a 127, el valor deseado debe repartirse entre los dos controles de acuerdo con la fórmula :

valor del CC6 = int (valor deseado + 8192) / 128
valor del CC8 = int (valor deseado + 8192) % 128

El RUNNING STATUS asegura que no es necesario mandar un control mientras éste no cambie de valor. Por ello, basta con poner una vez, al inicio de la secuencia CC 99 127, CC 98 21, CC 6 64, e ir modificando el queda, el CC 38. Esto será válido siempre que no quieras modificar más de un parámetro a la vez

- Los dos primeros (PARAM) se utilizan para indicar el tipo de efecto deseado, mientras que los dos segundos (DATA) contienen el valor de este efecto. El hecho de utilizar dos mensajes para cada cometido permite un número máximo teórico de 16.384 efectos diferentes (128 x 128), cada uno de ellos con un rango dinámico de 16.384 valores diferentes.
- Hay 16.384 (128x128) posibles controles RPN y 16.384 NRPN. Cada uno de estos controles puede tener a su vez un rango de 16.384 (la mayoría de los sintetizadores utilizan muchos menos).
- En el caso de la SB AWE y SB Live, sólo se utilizan los NRPN y con 99 siempre a 127, de forma que el parámetro a modificar se especifica con el CC98. Asimismo, el CC 6 siempre se deja a 64.

Conceptos (2)

- Canales MIDI
- Monofónico vs. polifónico / Multitímbrico vs. monotímbrico
 - Capacidad Poliónica: máximo número de notas simultáneas
 - Capacidad Multitímbrica: máximo número de instrumentos simultáneos
- Teclado / Sintetizador / Módulo de sonido / Tarjeta de sonido...
- Sonidos y programas MIDI
- General MIDI, General Standard
(<http://www.sfu.ca/sca/Manuals/247/midi/GeneralMIDI+GS.html>)

Secuenciadores Musicales - Historia

- s.XII Campanas programables
- s.XVIII Rollo papel perforado
- s.XVIII-XIX Autómatas musicales
- s.XIX Primeras grabaciones a t.real
- 1960-1970 Secuenciadores analógicos
- 1970 Primer secuenciador digital
- 1983 MIDI: secuenciadores (1) hardware & (2) software

Secuenciador

Conceptos básicos de usuario

- Pistas vs. Canales
- Valores defecto de las pistas (filtrado canales, program change, volumen, etc.)
- Puertos MIDI entrada/salida
- Modos visualización/edición (lista/grid+controles/partitura)
- Resolución y Control de tiempos (temp+ticks vs. ms)
- Opciones de edición, cuantización, etc.

Dispositivos MIDI

- Controladores (teclados, faders, etc.)
- Generadores de sonido (sintetizadores, samplers, etc.)
- Procesadores de sonido (racks multiefectos, etc.)
- Distribuidores (mergers, thrus, patchbays, etc.)

Algunas posibilidades del MIDI (1)...

- El MIDI permite separar el dispositivo emisor de datos (un teclado musical, por ejemplo), de los dispositivos receptores de datos-generadores de sonido. Esto elimina la necesidad de que cada sintetizador disponga de un teclado propio y abarata costes (*capítulo 10, "El hardware MIDI", de la Guía Monográfica del Audio digital y MIDI, Sergi Jordà, Anaya Multimedia, Madrid 1997*)
- Siguiendo esta línea de economía, cuando a un "sintetizador sin teclas" se le quita el "envoltorio metálico", tenemos una tarjeta de sonido (*capítulo 11, "El ordenador MIDI y la tarjeta de sonido"*)
- Esta separación controlador/receptor, ha permitido el desarrollo de nuevos tipos de instrumentos de control, que no tienen porque emular al tradicional teclado de piano (guitarras, violines, instrumentos de viento, de percusión, instrumentos nuevos no tradicionales, etc.) (*capítulo 10, "El hardware MIDI"*)
- Los mensajes MIDI generados por cualquiera de estos instrumentos pueden ser almacenados en un ordenador para su posterior edición, modificación y reproducción, convirtiendo al ordenador en un estudio de grabación multipista, de forma que una única persona es ahora capaz de emular a todo un grupo (*capítulo 13, "El secuenciador"*).

Algunas posibilidades del MIDI (y 2)

- El ordenador puede interpretar estos mensajes para sintetizar gráficamente partituras musicales que podrán a su vez ser enviadas a una impresora (*capítulo 14, "Otros tipos de software MIDI"*)
- El ordenador puede convertirse en un paciente maestro de música que analiza, evalúa, comenta o corrige los datos MIDI recibidos (*capítulo 14, "Otros tipos de software MIDI"*)
- El ordenador puede a su vez generar mensajes de este tipo sin necesidad de que hayan sido emitidos por ninguna persona: puede componer música (*capítulo 14, "Otros tipos de software MIDI"*)
- De forma más simple, en un entorno multimedia, el ordenador puede generar mensajes MIDI a partir de eventos como el clic del ratón (*capítulo 17, "Programación MIDI de bajo nivel"*)
- Dispositivos no musicales también pueden entender este protocolo (mesas de luces, proyectores de diapositivas, etc.) y existen también dispositivos externos que convierten señales MIDI a voltaje o control de interruptores.

Jordà, S. *Audio digital y MIDI*, Guías Monográficas Anaya Multimedia, Madrid, 1997. ([download completo en formato PDF](#))