

# ((( sonido y música con ordenador

## Módulo 1 Bases teóricas y conceptuales

### Unidad 4: El MIDI



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

SECRETARÍA GENERAL  
DE EDUCACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN  
FORMACIÓN PROFESIONAL  
E INNOVACIÓN EDUCATIVA  
CENTRO NACIONAL  
DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN EDUCATIVA



SERVICIO  
DE FORMACIÓN  
DEL PROFESORADO

# Unidad 4 : El MIDI

## ÍNDICE

¿Qué es? .....	1
Conceptos básicos .....	2
• Canales .....	2
• Mensajes .....	3
• General MIDI .....	3
Instrumentos MIDI .....	7
• Controladores .....	7
• Sintetizador .....	8
• Sampler .....	10
• Secuenciador .....	10
• Caja de ritmos .....	11
Conexiones.....	12
• Conectores.....	12
• Ejemplos de conexión .....	13



### EL MIDI

#### ¿Qué es?

MIDI son las siglas de *Musical Instrument Digital Interface* (Interfaz Digital para Instrumentos Musicales). En definitiva se trata de un protocolo, un "lenguaje", que surgió para permitir la comunicación entre diferentes sintetizadores, samplers, secuenciadores, ordenadores, cajas de ritmos, etc. Y todo ello independientemente de su marca comercial. De hecho su origen, en el año 1983, surge de la necesidad de encontrar un sistema que posibilitase la intercomunicación de todos los aparatos que las distintas marcas iban creando cada una con su propio "lenguaje", llegando a constituir una especie de torre de babel de la electrónica musical.

El MIDI, por tanto, aporta toda una serie de reglas comunes a todos los aparatos que siguen este protocolo, permitiendo así su interconexión e intercambio de información. Esto tiene muchas posibles aplicaciones. Destacamos las siguientes:

- La interconexión y comunicación de diferentes instrumentos musicales (teclados, sintetizadores, samplers, cajas de ritmos, etc) entre sí y/o con el ordenador.
- El control de instrumentos musicales con el ordenador a través de un programa secuenciador.
- La elaboración y edición de composiciones musicales con el ordenador a través de un programa secuenciador.
- La obtención archivos de poco espacio para poder integrar el sonido en aplicaciones multimedia (siempre y cuando el ordenador esté dotado con una tarjeta de sonido que tenga un generador de sonidos propio).

El MIDI permitió desde su aparición conectar distintos instrumentos de distintos fabricantes cada uno con su teclado propio pero, sobre todo, con sus distintos sonidos y sus distintas formas de generarlos. Por eso no era nada extraño que se juntasen varios teclados y se recurriese a soportes especiales para tenerlos todos a mano. Así que los fabricantes comenzaron a comercializar los nuevos instrumentos en dos versiones: una con teclado incorporado y otra simplemente con el módulo que generaba los sonidos y una serie de controles (además naturalmente de los puertos MIDI). Esto permitía claramente un importante ahorro de dinero y de espacio a los músicos. Aunque también pronto se iban acumulando los distintos módulos en los conocidos racks.



Con la llegada del ordenador al mundo de la música, la información MIDI, además de poder editarse y controlarse con mucha más facilidad, pudo guardarse en los denominados **archivos MIDI**. Estos, en resumidas cuentas, son las partituras del ordenador. Los archivos MIDI, a pesar de toda la información numérica que contienen, ocupan poquísimos espacio con respecto a los archivos audio (aunque se trate de mp3). El motivo del poco espacio que ocupan es que un archivo MIDI no guarda la información sonora, sino la información que permite recrearla gracias a los sonidos de una tarjeta de sonido o de un dispositivo MIDI externo conectado al ordenador.

Un archivo MIDI puede tener muy distintos resultados en función de la calidad de los sonidos de la tarjeta de sonido que "interprete" su contenido.

La gran ventaja de los archivos MIDI con respecto a los archivos audio (por ejemplo los archivos .WAV) es que pueden editarse hasta el más mínimo detalle. Es decir, un archivo MIDI nos permite cambiar los instrumentos, cambiar la velocidad de interpretación, el compás, el volumen, la altura, la duración, etc. Y todo esto con una precisión que llega hasta la mismísima nota musical (si quiero que el DO# corchea que aparece en el compás 124 pase a ser un RE semicorchea más un silencio de semicorchea, puedo hacerlo). Todo esto sería impensable con archivos audio.

Un caso especial de archivos MIDI son los **archivos de karaoke** (con la extensión .kar). A estos archivos MIDI se les añade información de un texto (la letra de la canción), sincronizado con la música en cuanto a su aparición. Con los programas adecuados todo archivo MIDI puede transformarse en un archivo de karaoke añadiéndole el texto necesario.

## Conceptos básicos

### Canales

El MIDI establece 16 canales que permiten enviar información independiente a través de un mismo cable que conectaría un puerto de salida (de un instrumento o del ordenador) con un puerto de entrada. El instrumento que envía la información MIDI (*maestro*) puede decidir a través de qué canal la envía. El instrumento que recibe la información (esclavo) puede establecer a través de qué canal recibe la información. A continuación, vamos a comentar algunas de las distintas posibilidades que esto nos ofrece, sobre todo para intentar aclarar algunos conceptos que con frecuencia resultan oscuros o provocan confusión:

- **Controlar distintos dispositivos MIDI simultáneamente.** Un ordenador con un programa secuenciador envía información MIDI a través de 16 canales (por cada puerto de salida de que disponga) con lo que podríamos manejar hasta 16 instrumentos distintos. Simplemente deberíamos establecer a través de qué canal recibiría la información cada uno de los instrumentos (aparatos hardware). De ese modo, aunque a todos los instrumentos les llegase la información de los 16 canales emitida por el ordenador, cada instrumento sólo ejecutaría ("sintonizaría") la que se dirigiese por el canal que hubiese establecido para recibir la información. Para poder utilizar esta posibilidad el instrumento debe recibir información MIDI sólo a través de un canal (modo OMNI OFF, lo explicamos más abajo) lo que implica también que únicamente podrá utilizarse a la vez uno de los distintos sonidos que sea capaz de producir.
- **Controlar distintos sonidos de un mismo instrumento.** Si el instrumento MIDI que controlamos posee distintos sonidos que puede hacer sonar a la vez (*multitímbrico*), podemos asignar a cada canal un sonido distinto. De este modo podemos hacer sonar hasta 16 sonidos distintos a la vez del mismo instrumento. Esto es lo que sucede cuando utilizamos el sintetizador interno de las tarjetas de sonido. Cada uno de los sonidos seleccionados para cada canal se elige de entre todos los que ofrezca el instrumento MIDI. Lo mínimo suelen ser 128 sonidos distintos, pero cuando hay más estos se agrupan en lo que se denominan **banco**s de 128 sonidos cada uno. En ese caso para especificar el sonido que queremos debemos indicar el *banco* y el sonido deseado dentro del mismo. Para poder utilizar esta posibilidad el instrumento debe poder recibir información MIDI a través de todos los canales (modo OMNI ON, lo explicaremos más abajo).
- **Ambas posibilidades.** Habría que recurrir a algún sistema para que el instrumento MIDI multitímbrico no acaparase toda la información, ya que puede recibir y ejecutar la información que proviene de los 16 canales MIDI. En principio habría dos alternativas:
  - Establecer qué canales serían ejecutados por el sintetizador multitímbrico y cuáles deberían simplemente "atravesarlo" para dirigirse a otros dispositivos. Hay sintetizadores que lo permiten, dirigiendo cada canal MIDI a un puerto interno del sintetizador o a su puerto externo al que podríamos conectar otros dispositivos MIDI. Este sería el sistema que emplearíamos cuando el ordenador (o un teclado controlador) sólo dispusiese de un puerto de salida MIDI.
  - Disponer de un interfaz de conexión MIDI, por ejemplo los que se conectan a través de un puerto USB al ordenador, y que dispusiese de las suficientes salidas para conectar los dispositivos que necesitásemos controlar. Este sistema es posiblemente el más sencillo, porque cada salida del interfaz sería en realidad un puerto independiente con sus propios 16 canales MIDI. Es decir, con este tipo de Interfaz estamos aumentando el número de puertos de salida de información MIDI del ordenador.

Con respecto a **asignar canales al sintetizador de la tarjeta de sonido** no hemos dicho nada hasta ahora, porque en un secuenciador además del canal MIDI de salida se establece previamente el dispositivo o puerto de salida y en este caso no existiría ningún problema, porque por un lado estaría el puerto interno del sintetizador de la tarjeta de sonido y por otro, el puerto externo de la tarjeta (o los puertos/salidas de nuestro interfaz MIDI USB). Aunque eso quizás te explique por qué en muchas tarjetas de sonido SoundBlaster permiten seleccionar entre sintetizador A y sintetizador B (ambos con los mismos sonidos). Lo que se consigue, es que el ordenador disponga de dos puertos MIDI de salida internos para controlar el sintetizador de la tarjeta y, en consecuencia, de un total de 32 canales MIDI para utilizar con el secuenciador.

El **canal 10 se reserva siempre para la percusión** (más concretamente para los instrumentos de percusión que no pueden producir notas distintas, como por ejemplo un bombo). Ese canal se asocia no a un instrumento concreto sino a un conjunto de instrumentos de percusión. La información que en otro canal serviría para indicar qué nota debe sonar (do, re, sol, la,...) es la empleada en el canal 10 para establecer qué instrumento debe tocar. Por eso si, por ejemplo, desde un teclado envío información MIDI a través del canal 10 a un sintetizador multitímbrico, entonces éste hará sonar uno de sus conjuntos de percusión y cada tecla que pulsemos hará sonar un instrumento de percusión distinto. Si no se hiciese así se consumirían canales MIDI de modo innecesario.

## Mensajes

Para enviar la información sobre la interpretación de la música desde el instrumento *maestro* (ordenador o controlador) hacia el instrumento *esclavo* el MIDI, utiliza distintos tipos de mensajes que resumimos brevemente a continuación:

### Mensajes de canal

Estos mensajes, como su propio nombre indica, se transmiten a través de canales concretos y, en consecuencia, sólo afectan a los instrumentos que reciben la información a través de estos. Se dividen a su vez en:

- **Mensajes de voz**
  - **Información de nota.** Indica qué tecla se ha pulsado, en qué momento y cuándo se ha soltado (poniendo como ejemplo a los instrumentos de teclado).
  - **Cambio de programa.** Permite indicar un cambio de sonido (denominado *program*, *preset* o *patch* dependiendo de la nomenclatura que emplee el sintetizador) en el instrumento esclavo (sintetizador, sampler,...) o un cambio de efecto en las unidades de efecto MIDI.
  - **Cambio de control.** Permite introducir modificaciones en la interpretación como modulación (vibrato o trémolo), portamento o pedales (sustain). No todos los instrumentos responden a estos mensajes. Dependerá de las características propias de su sonido
  - **Postpulsación (Aftertouch).** Para controlar el vibrato, volumen, etc. hay sintetizadores y samplers capaces de medir la fuerza con la que se aprieta la tecla después de pulsarla. De nuevo para que el mensaje tenga efecto el maestro deberá ser capaz de producirlo y el esclavo capaz de interpretarlo.
  - **Pitch Bend.** Generalmente los controladores de teclado disponen de un palanca o una rueda que permite enviar esta información. El esclavo establecerá la intensidad que aplicará a la información recibida o incluso si la ignora o no.
- **Mensajes de modo.** Estos mensajes permiten establecer el *modo* en que el esclavo recibirá la información MIDI. Existen cuatro modos:
  - **Mode1: Omni on, Poly.** La información se recibe por todos los canales de manera polifónica. Suele ser el modo en el que se conectan por defecto todos los instrumentos MIDI polifónicos. Es útil sólo si se va a utilizar un esclavo (así no necesitaría establecer el canal de recepción) o se trata de un sintetizador multitímbrico del que queremos utilizar sus 16 partes.
  - **Mode 2: Omni on, Mono.** La información se recibe por todos los canales, pero las notas recibidas se interpretan de una en una nunca simultáneamente.
  - **Mode 3: Omni off, Poly.** La información se recibe por el canal MIDI que se haya seleccionado de modo polifónico.
  - **Modo 4: Omni off, Mono.** La información se recibe por el canal MIDI que se haya seleccionado, pero las notas recibidas se interpretan de una en una nunca simultáneamente. Este modo es el que suelen emplear los controladores de guitarra.

Además de estos cuatro modos de recepción de información, existen otros dos tipos de mensajes que podríamos incluir en este grupo:

- **Local on/off:** es un mensaje que se utiliza para desactivar el generador de sonido de un sintetizador. Esta función es muy útil si como teclado controlador estamos empleando un sintetizador o un piano electrónico, y no queremos que se oiga su sonido a la vez que el sonido del dispositivo MIDI que está controlando. Por ejemplo, desde ese sintetizador podríamos estar haciendo sonar uno de los sonidos de nuestra tarjeta de sonido y no desear escuchar a la vez el sonido propio del sintetizador. Para activar o desactivar esa función el fabricante del sintetizador establece un procedimiento que puede consultarse en el Manual de Usuario.
- **All notes off** (desactivación total de voces o "botón del pánico": **Panic button**). Esta función se encuentra en muchos dispositivos MIDI y en muchos programas de ordenador que trabajan con MIDI. La necesidad de este mensaje viene originada porque en ocasiones, por algún problema técnico, el instrumento esclavo que produce la nota no recibe el mensaje de nota desactivada después de haber recibido el de nota activada. Esto origina que esa nota continúe sonando indefinidamente y la única solución de pararla sería apagando el aparato o enviando desde el dispositivo maestro un mensaje de desactivación total de voces.

### Mensajes de sistema

En general, se utilizan para controlar el sistema MIDI, por tanto es irrelevante el canal MIDI por el que se envíen. Pueden emplearse para sincronizar distintos dispositivos (un secuenciador y una caja de ritmos, por ejemplo) y conseguir así que toquen al mismo tiempo o para comunicar información concreta a dispositivos de una misma compañía (mensajes de sistema exclusivo). Nos limitaremos aquí simplemente a su enumeración pues su descripción no haría sino meternos en cuestiones mucho más técnicas que no vienen al caso:

- Mensajes del sistema común
  - Marcador de posición de la secuencia
  - Selección de canción
  - Afinación
  - Fin de sistema exclusivo
- Mensajes de tiempo real
  - Tiempo de reloj
  - Mensaje de inicio
  - Mensaje de pausa
  - Mensaje de terminación
  - Sensor activo
  - Restablecimiento del sistema
- Mensajes de sistema exclusivo

### General MIDI

La especificación General MIDI es adoptada en 1991 por la Asociación de Fabricantes MIDI ([MIDI Manufacturers Association: MMA](#)) y establece unas características mínimas para la compatibilidad de los instrumentos MIDI. Entre otras cuestiones establece por ejemplo:

- 24 **voces** como mínimo de polifonía, que puedan tener un volumen independiente.
- 16 **canales** MIDI que puedan enviar distintos número de voces (polifonía) y o tocar diferentes instrumentos. El canal 10 se establece como el canal básico para la percusión.
- Un conjunto mínimo de 128 **instrumentos** y la posibilidad de que al menos 16 puedan sonar simultáneamente (multitímbrico).

Estas especificaciones permiten garantizar que las asignaciones que hayas hecho de instrumentos en una obra musical se respeten aunque cambies de dispositivo MIDI. Es decir, si decides, por ejemplo, que la melodía principal la debe interpretar un saxofón alto, ese será el instrumento que suene, aunque reproduzcas el archivo MIDI a través de otro dispositivo MIDI o en otra tarjeta de sonido de un ordenador distinto. Lo que no se garantiza es que el **instrumento 66** (saxofón alto) suene con la misma calidad siempre pues esto dependerá de la calidad de los sonidos que genere el sintetizador o la tarjeta de sonido que los reproduzca.

Con respecto a los sonidos de percusión ya hemos comentado que por defecto se asignan al canal 10, puesto que cada tecla va asociada a un instrumento. En MIDI cada tecla de un piano (teclado) está **numerada**. Pero la rápida evolución de la tecnología musical hizo que pronto esta norma se quedase "pequeña" y que algunos fabricantes de instrumentos ampliasen sus especificaciones, (aunque siempre respetando lo establecido por la especificación GM para mantener la compatibilidad):

- El primer fabricante fue Roland introduciendo muchos controles e instrumentos extra y lo denominó **GS Standard**
- El siguiente fabricante fue Yamaha con requisitos superiores aún a los establecidos en GS. Lo denominaron **XG**.

En este panorama, el propio GM ha sufrido una evolución o mejor dicho una ampliación en cuanto a sus exigencias. De este modo la primeras especificaciones del General MIDI se las pasa a denominar GM nivel 1 (GM1) y a las nuevas **GM nivel 2 (GM2)**, que desde su surgimiento en 1999 continúa actualizándose.

## SONIDO Y MÚSICA CON ORDENADOR

En la siguiente tabla se muestran los 128 distintos instrumentos que establece la norma GM:

Nº prog.	Instrumento	Nº prog.	Instrumento
1	Acoustic Grand	65	Soprano Sax
2	Bright Acoustic	66	Alto Sax
3	Electric Grand	67	Tenor Sax
4	Honky-Tonk	68	Baritone Sax
5	Electric Piano 1	69	Oboe
6	Electric Piano 2	70	English Horn
7	Harpsichord	71	Bassoon
8	Clav	72	Clarinet
9	Celesta	73	Piccolo
10	Glock	74	Flute
11	Music Box	75	Recorder
12	Vibe	76	Pan Flute
13	Marimba	77	Blown Bottle
14	Xylophone	78	Skakuhachi
15	Tubular Bells	79	Whistle
16	Santur	80	Ocarina
17	Drawbar Organ	81	Square
18	Percussive Organ	82	Sawtooth
19	Rock Organ	83	Calliope
20	Church Organ	84	Chiff
21	Reed Organ	85	Charang
22	Accordn	86	Voice
23	Harmonica	87	Fifths
24	Bandneon	88	BassLead)
25	Acoustic Guitar(nylon)	89	Fantasia
26	Acoustic Guitar(steel)	90	WarmPad
27	Electric Guitar(jazz)	91	Polysynth
28	Electric Guitar(clean)	92	Spacevox
29	Electric Guitar(muted)	93	Bowed
30	Overdriven Guitar	94	MetalPad
31	Distortion Guitar	95	HaloPad
32	Guitar Harmonics	96	SweepPad
33	Acoustic Bass	97	Rain
34	Electric Bass(finger)	98	Soundtrack
35	Electric Bass(pick)	99	Crystal
36	Fretless Bass	100	Atmosphere
37	Slap Bass 1	101	Brightness
38	Slap Bass 2	102	Goblins
39	Synth Bass 1	103	EchoDrop
40	Synth Bass 2	104	StarThem
41	Violin	105	Sitar
42	Viola	106	Banjo
43	Cello	107	Shamisen
44	Contrabass	108	Koto
45	Tremolo Strings	109	Kalimba
46	Pizzicato Strings	110	Bagpipe
47	Orchestral Strings	111	Kokyu
48	Timpani	112	Shanai
49	String Ensemble 1	113	Tinkle Bell
50	String Ensemble 2	114	Agogo
51	SynthStrings 1	115	Steel Drums
52	SynthStrings 2	116	Woodblock
53	Choir Aahs	117	Taiko Drum
54	Voice Oohs	118	Melodic Tom
55	Synth Voice	119	Synth Drum
56	Orchestra Hit	120	Reverse Cymbal
57	Trumpet	121	Guitar Fret Noise
58	Trombone	122	Breath Noise
59	Tuba	123	Seashore
60	Muted Trumpet	124	Bird Tweet
61	French Horn	125	Telephone Ring
62	Brass Section	126	Helicopter
63	SynthBrass 1	127	Applause
64	SynthBrass 2	128	Gunshot

En la siguiente tabla se muestra la correspondencia entre los número de las teclas y el instrumento de percusión al que se asocian:

Nº tecla	Instrumento	Nº tecla	Instrumento
35	Acoustic Bass Drum	59	Ride Cymbal 2
36	Bass Drum 1	60	Hi Bongo
37	Side Stick	61	Low Bongo
38	Acoustic Snare	62	Mute Hi Conga
39	Hand Clap	63	Open Hi Conga
40	Electric Snare	64	Low Conga
41	Low Floor Tom	65	High Timbale
42	Closed Hi-Hat	66	Low Timbale
43	High Floor Tom	67	High Agogo
44	Pedal Hi-Hat	68	Low Agogo
45	Low Tom	69	Cabasa
46	Open Hi-Hat	70	Maracas
47	Low-Mid Tom	71	Short Whistle
48	Hi-Mid Tom	72	Long Whistle
49	Crash Cymbal 1	73	Short Guiro
50	High Tom	74	Long Guiro
51	Ride Cymbal 1	75	Claves
52	Chinese Cymbal	76	Hi Wood Block
53	Ride Bell	77	Low Wood Block
54	Tambourine	78	Mute Cuica
55	Splash Cymbal	79	Open Cuica
56	Cowbell	80	Mute Triangle
57	Crash Cymbal 2	81	Open Triangle
58	Vibraslap	-	-

## Instrumentos MIDI

### Controladores

El MIDI ha permitido que haya una clara separación entre dispositivos controladores (maestros) y dispositivos productores de sonido (esclavos). Surge así una disociación entre el modo en que se introduce la información musical y los sonidos resultantes. Es decir, hasta ahora cuando veíamos a un pianista o trompetista tocar su instrumento ya preveíamos antes de que sonase cuál iba a ser el timbre del mismo. Sin embargo, el mundo MIDI ha permitido que los controladores puedan adoptar el mecanismo de ejecución de prácticamente cualquier instrumento musical. Y esa forma no presupone ningún sonido predeterminado, sino que lo que permite es que los distintos músicos (no solo los pianistas) puedan tener acceso al mundo MIDI, aprovechando la técnica del instrumento que han aprendido. Así, una guitarra MIDI, por ejemplo, podría utilizar el sonido de un órgano, de una flauta o de cualquier sonido electrónico que no pretenda imitar a ninguno de los instrumentos musicales existentes.



Más aún, los dispositivos controladores no tienen que producir sonido ellos mismos (eso abarata considerablemente su coste) y así pueden emplear el sonido de otros instrumentos hardware, el del sintetizador de la tarjeta de sonido o el de los programas que emulan por software a sintetizadores y samplers.

Estos controladores pueden emplear conexiones MIDI o utilizar directamente conexiones USB, lo que facilita su conexión al ordenador y nos permite prescindir del puerto MIDI de la tarjeta de sonido (que podría no poseerlo). A través de estos controladores pueden introducirse y grabar directamente interpretaciones musicales en el ordenador, mediante un programa de secuenciación. También pueden emplearse para introducir información en los editores de partituras y en los programas de educación musical. Es decir, dentro del ámbito musical, un teclado controlador MIDI puede hacerse tan imprescindible para comunicarse con el ordenador como pueda serlo el teclado y el ratón.

Las posibilidades para construir controladores MIDI son muy grandes y, en principio, todo tipo de instrumento musical sería susceptible de ser tomado como inspiración para elaborar un controlador MIDI (con las consiguientes ventajas para los músicos que tocasen ese instrumento). Sin embargo, los más utilizados y extendidos son los teclados aunque hay guitarras, baterías, violines, controladores de viento que imitan la digitación del saxofón o la flauta y hasta tenemos la gaita MIDI.



Controlador de percusión



Controlador de viento

Incluso se construyen controladores MIDI que se basan en interruptores, botones giratorios, etc. Son totalmente programables y pueden enviar información MIDI en tiempo real. Para los que no sean músicos es posible que supongan un modo más sencillo de trabajar. Además, pueden facilitar más el trabajo que los controles virtuales, que se muestran en muchos programas a través de la pantalla del ordenador (por ejemplo en plugins o programas de control de sintetizadores).



### Sintetizador

Un sintetizador permite emular sonidos de instrumentos musicales no electrónicos (denominados muchas veces acústicos) o bien generar otros totalmente nuevos. Existen distintos **métodos de síntesis** del sonido (los veremos brevemente más adelante). Cada fabricante de sintetizadores puede adoptar un determinado tipo de síntesis para fabricar sus sintetizadores.

Los primeros sintetizadores eran **analógicos**. Pero la entrada en la era digital pronto acabó llegando a estos aparatos. Aunque el sonido de los sintetizadores analógicos sigue teniendo su atractivo para muchos músicos, incluso no faltan versiones software que intentan recuperar su sonido.



En principio los sintetizadores poseían todos un teclado para poder tocar empleando los distintos sonidos que ofrecía. Pero gracias al MIDI el teclado pudo ser un elemento prescindible en los sintetizadores si ya se disponía de uno. Así que comenzaron a fabricarse también versiones de los sintetizadores sin teclado (se les suele llamar **módulos de sonido**), que pueden manejarse desde dispositivos controladores MIDI (entre ellos los teclados).



En la actualidad, además de los sintetizadores hardware (con o sin teclado), existen sintetizadores software que compiten con mucha fuerza. Podríamos mencionar por ejemplo a *Reaktor* o *Absynth* (de Native Instruments) y *Reason* (de Propellerheads), aunque este último es más que un sintetizador puesto que constituye todo un estudio de sonido modular. Algunos, como hemos dicho antes, incluso parten de la emulación de sintetizadores clásicos.



Al hablar de sintetizadores conviene aclarar dos conceptos que en ocasiones provocan confusión: multitimbricidad y polifonía:

- Un sintetizador es **multitimbrico** cuando es capaz de producir varios timbres o instrumentos distintos simultáneamente. Cada instrumento puede asociarse a una **parte**, (que no hay que confundir con el término *parte* que se emplea en los secuenciadores, para designar los fragmentos en los que se divide la información MIDI dentro de una pista. Cada *parte* esta asociada a un determinado canal MIDI. El número de partes/canales MIDI, que puede interpretar simultáneamente uno de estos sintetizadores, suele ser 16 por cada puerto (hay sintetizadores que pueden trabajar con más de un puerto MIDI, con lo que es como si, en vez de tratarse de un único dispositivo, fuesen dos o más dispositivos MIDI distintos). Para poder hacer esto el sintetizador recibe la información a través de todos los canales MIDI (OMNI ON).
- La **polifonía** de un sintetizador es la cantidad de **voces** distintas que puede producir simultáneamente (32, 64, 128,...). Aquí hay que aclarar que el concepto voz está relacionado con oscilador (que es el elemento básico de la producción de sonido de un sintetizador). Y los distintos sonidos del sintetizador, llamados programas, patches, presets, etc. (cada sintetizador emplea su propia nomenclatura), pueden generarse utilizando uno o más osciladores (según los que posea). Es decir, la complejidad de cada sonido establece el número de osciladores que intervienen en su producción y, en consecuencia, el número de voces de polifonía que consumen. La polifonía de un sintetizador puede limitar la cantidad de instrumentos empleados a la vez.

### Sampler

El sampler o muestreador es un instrumento (con o sin teclado incorporado) que puede grabar muestras (samples) de sonidos (instrumento musical, voz, ruidos, sonidos de la naturaleza, etc.), tomados a través del micrófono o de aparatos conectados a una línea directa. Una vez tomada la muestra posee toda una serie de funciones, que permiten su edición para mejorarla o aplicarle algún tipo de efectos.



El sampler almacena estas muestras en su memoria y automáticamente puede asignarla a cada tecla, pero con la frecuencia de la nota que produciría dicha tecla. Esto lo consiguen cambiando la velocidad de reproducción de la muestra (cuanto más rápida es la reproducción más agudo será el sonido y viceversa). De este modo, las muestras pueden controlarse a través de un teclado. Aunque este proceso hace que el sonido de la muestra se vaya modificando, más cuanto más se aleje de la frecuencia original de grabación del sonido y puede llegar a hacerse irreconocible.

También existen samplers virtuales que ofrecen prestaciones de alta calidad y pueden funcionar de modo autónomo o como plugin. Son muy conocidos, por ejemplo: *Kontakt* (de Native Instruments), *Halion* (de Steinberg) y *EXS24* (de Emagic).

### Secuenciador

El secuenciador pronto surgió como la gran solución para poder sacar todo el partido al lenguaje MIDI. Con un secuenciador como *maestro* se pueden gestionar simultáneamente varios dispositivos MIDI. Se pueden controlar varias fuentes de sonido (sintetizadores, samplers, ...). Convirtiéndose así en una herramienta indispensable a la hora de realizar composiciones, arreglos o instrumentaciones.

Al principio estos secuenciadores eran hardware en un dispositivo independiente, o incluso dentro de teclados que reciben el nombre de *workstations* (terminal de trabajo, porque agrupa muchas funciones que podían estar en aparatos independientes).



Pero la aparición de ordenadores con programas que realizaban estas labores de secuenciación, fue el gran paso para hacer del secuenciador el centro neurálgico de todo estudio de sonido. Desde un secuenciador se pueden controlar tantos dispositivos MIDI (tanto internos o por software como externos), como el procesador y la memoria RAM del ordenador puedan soportar. Toda la información MIDI se coordina y se envía al dispositivo adecuado. Entre las funciones que puede realizar un secuenciador se encuentran las siguientes:

- Grabar (a través de dispositivos controladores), importar, exportar y reproducir información MIDI.
- Mostrar la información MIDI a través de distintos tipos de visualización: como partitura, como lista de eventos MIDI, piano roll,...
- Distribuir la información MIDI en pistas (que pueden agruparse y/o dividirse en fragmentos de información MIDI, que se suelen denominar *partes*), pudiendo asignar cada pista a distintos dispositivos y/o canales MIDI.
- Controlar el volumen, efectos, panorámica, etc. de cada pista a través de una mesa de mezclas, donde cada pista tiene asignado un canal de la misma.
- Modificar el contenido de cada pista a través de editores, que nos permiten tener un control detallado de cada nota
- Utilizar instrumentos virtuales a través de plugins.
- Utilizar efectos de sonido virtuales que se aplicarían a los sonidos.

La lista sin duda podría ser mucho más larga. Más adelante mencionaremos otras de las posibilidades de los nuevos secuenciadores por software, que además de la información MIDI trabajan con audio. Dentro de estos destacan especialmente: *Cubase* (de Steinberg), *Logic* (de Emagic) y *Cakewalk* o *Sonar* (de Cakewalk).

### **Caja de ritmos**

En su momento, aunque todavía continúan utilizándose, tuvo más importancia que la que tiene ahora, donde muchas de sus funciones pueden ser realizadas por los secuenciadores e instrumentos virtuales de percusión. Contiene muestras de sonidos de batería e instrumentos de percusión grabadas y almacenadas digitalmente. Posee también un secuenciador interno con el cual se pueden generar patrones rítmicos.



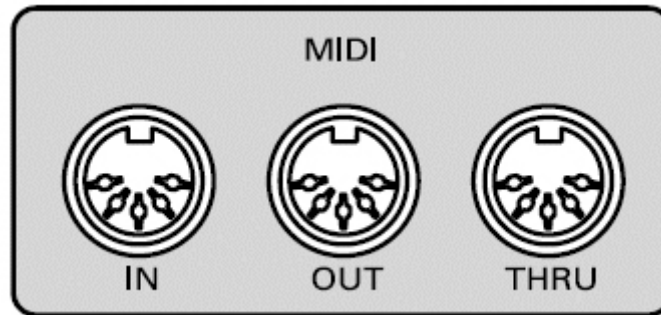
Las cajas de ritmos pueden controlarse vía MIDI a través de un teclado o de un secuenciador externo a la propia caja de ritmos.

## Conexiones

### Conectores

Los tipos de conexiones básicas que tienen los dispositivos MIDI son:

- MIDI IN. Este es el puerto de entrada de la información MIDI que venga otro dispositivo.
- MIDI OUT. Este es el puerto de salida de la información MIDI hacia otro dispositivo.
- MIDI THRU. Este puerto simplemente reenvía (repite) la misma información que haya entrado en el puerto MIDI IN.



Para enlazar estos tipos de conexiones se emplea un cable MIDI con conectores de cinco patillas. En estos cables la información sólo circula en un sentido.



**La regla de oro.** El puerto de salida (OUT) del instrumento que queremos que sea emisor (maestro) siempre hay que conectarlo con el puerto de entrada (IN) del instrumento que queremos que sea receptor, y viceversa (cuando queramos conectar varios instrumentos en cadena, en los instrumentos intermedios utilizaremos THRU como puerto de salida).

Sin embargo, el ordenador no posee este tipo de conexiones pero muchas tarjetas de sonido incluyen un puerto MIDI, aprovechando el mismo puerto que le sirve para la conexión del joystick.



Eso sí el cable deberá tener tanto las conexiones MIDI como la conexión propia del puerto de joystick. A estos cables se les suele denominar Kit MIDI.



En la actualidad todos los instrumentos electrónicos están empezando a usar los puertos USB e incluso Firewire. Con lo que los cables empleados son los propios de este tipo de puertos. Aunque eso no significa que hayan desaparecido los puertos MIDI. De hecho se siguen conservando en casi todos los instrumentos. Y la conexión al ordenador sigue pudiendo hacerse con conexiones MIDI de distintos modos:

- A través del puerto de joystick de la tarjeta de sonido (si lo tiene).
- A través de los puertos MIDI de los módulos externos de algunas tarjetas de sonido o de tarjetas de sonido (o dispositivos audio), que se conectan a través del puerto USB o Firewire.
- A través de dispositivos MIDI THRU BOX con conexión USB al ordenador.

### Ejemplos de conexión

Las posibilidades de conexión son muchas dependiendo de la cantidad de instrumentos que se quieran conectar pero la más básica es la que constituye **la relación maestro-esclavo**, que establece dos funciones diferentes dentro de lo que podríamos denominar la "conversación" MIDI:

a) El *maestro* (o controlador) es el que "habla", el emisor. Es decir, genera códigos MIDI que gestionan la información del esclavo.

b) El *esclavo* es el que "escucha", el receptor. Es decir, el dispositivo o fuente de sonido capaz de recibir y ejecutar instrucciones vía MIDI.

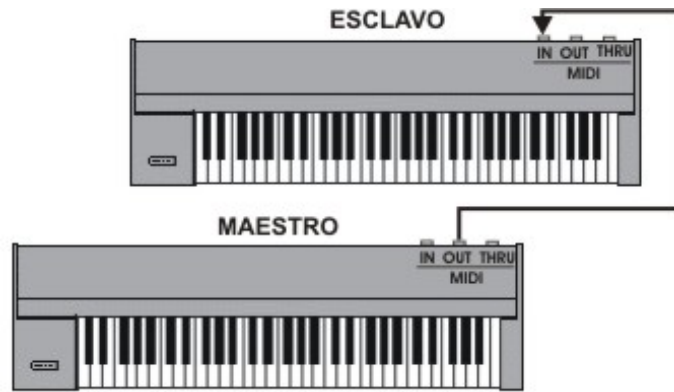
Por otro lado, aquí nos centraremos en lo que sería el conexionado MIDI aunque por desgracia ahí no se terminan nuestros problemas con los cables. En cada caso podrían plantearse también las siguientes conexiones:

- **Conexión de audio.** Serían las conexiones necesarias para que todos los equipos pudiesen escucharse a través de unos altavoces y/o realizar la grabación de su sonido. En cuanto necesitésemos emplear más de un dispositivo empezaríamos a ver la utilidad de una mesa de mezclas.
- **Conexión a fuente de energía.** Casi todos los aparatos suelen necesitar una conexión a una toma de corriente eléctrica. Son conexiones tan evidentes que no las mencionaremos en ninguno de los ejemplos del curso. Aunque eso no significa que no las debamos tener en cuenta. Muchas veces el "complejo" problema que hace que un aparato o una conexión no funcione pasa por un olvido a la hora de enchufarlo o de pulsar el interruptor (y tampoco podemos descartar los casos en que simplemente están mal ajustadas o apretadas las conexiones).
- **Otras conexiones.** Hay módulos de sonido que además de los conectores MIDI nos ofrecen la posibilidad de conectarse a través de un puerto del ordenador (USB, serie,...). Y no podemos olvidar una conexión que cada vez es más indispensable para trabajar en música, sobre todo si empleamos software, que es la conexión a Internet.

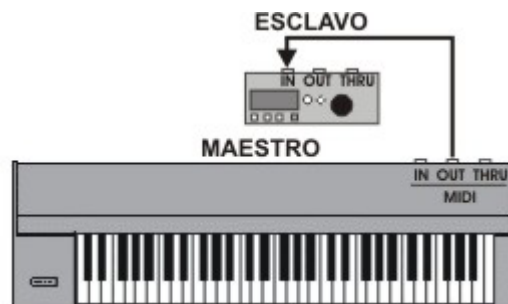
A continuación, veremos distintos casos que nos mostrarán ejemplos de conexiones. Las posibilidades son muchas e incluso para conectar los mismos dispositivos podrían tomarse distintos caminos. En ese caso la elección estaría determinada por la necesidades reales y concretas que tuviésemos. Evidentemente estos casos no agotan las posibilidades, pero si se comprenden pueden ayudar a plantear otro tipo de configuraciones. Al final expondremos un caso en el que incluiremos también las conexiones audio.

### Caso 1: Conexión maestro-esclavo de dos dispositivos

Por ejemplo, en el siguiente gráfico vemos una clásica configuración maestro-esclavo en la que, un teclado desarrolla la función de *maestro* (actúa como controlador MIDI y puede tener o no sonidos propios) y otro teclado (un sintetizador o un sampler, por ejemplo) desarrolla la función de esclavo. Conectamos el puerto de salida (OUT) del maestro con el puerto de entrada (IN) del esclavo.



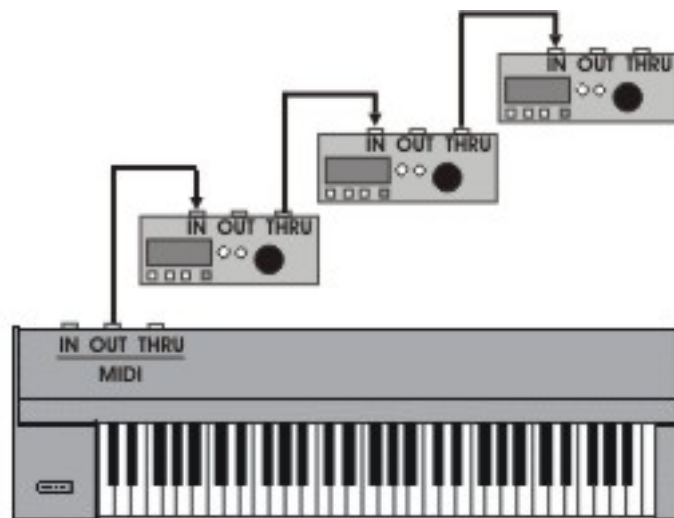
En vez de otro teclado podríamos también emplear un módulo de sonido.



En ambos casos, el *maestro* puede controlar al *esclavo* de modo que, por ejemplo, todas las notas que se produzcan en el maestro se podrán hacer sonar con los sonidos del esclavo. Para poder escuchar al esclavo necesitaríamos conectarlo a unos altavoces, a no ser que se tratase de un teclado que trajese unos incorporados.

**Caso 2: Conexión maestro-esclavo de más de dos dispositivos**

Si queremos conectar más de un dispositivo esclavo se incrementa el número de conexiones y combinaciones posibles. Para no complicarlo en exceso, imaginemos que desde el teclado maestro queremos controlar tres módulos de sonido. Aunque cualquiera de esos módulos o todos ellos fuesen también teclados el ejemplo de conexión no variaría.



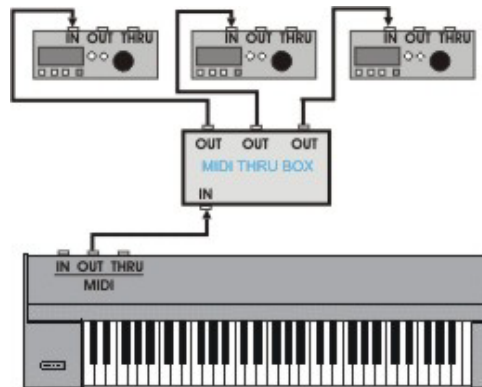
Estamos realizando una conexión en cadena (**daisy-chain**). El teclado maestro envía la información a través del puerto OUT y entra en el primer módulo a través de su puerto IN. Si el teclado maestro está enviando información a través del canal por el que recibe información ese módulo entonces responderá a los mensajes recibidos. Pero en todo caso, un "copia" de la información que ha recibido la enviará a través del puerto THRU. No se emplea el puerto OUT porque ese módulo de sonido no es el que genera la información sino el que la recibe y, a la vez, sirve de puente para que la información pase al módulo siguiente. Lo que hemos comentado para este primer módulo es perfectamente aplicable para los dos siguientes, con la salvedad de que del último módulo no saldrá ninguna conexión.

Este tipo de conexión puede funcionar perfectamente si el número de dispositivos conectados es pequeño. Pero, en caso contrario, es bastante claro que la información irá acumulando pequeños retrasos en el tiempo que tarda en atravesar cada dispositivo. Y eso puede hacerse muy evidente al llegar al último. Es decir, podríamos percibir como habría, por ejemplo, un ligero retraso entre que se toca una nota en el teclado maestro y se produce el sonido en el último de los módulos conectados. Estos retardos se conocen con el nombre de **latencia**.

Para evitar entonces la temida latencia (retardo), y los ruidos que se producirían en conexiones encadenadas de más de tres aparatos, se emplean las **MIDI Thru box** (caja de enlace directo) que son aparatos que constan de una entrada MIDI y varias salidas MIDI Thru (es decir, salidas que reproducen la misma información que se introduce a través de MIDI IN). Actualmente muchas de estas cajas tienen un puerto USB para conectarse con el ordenador.



La conexión entonces se haría del siguiente modo

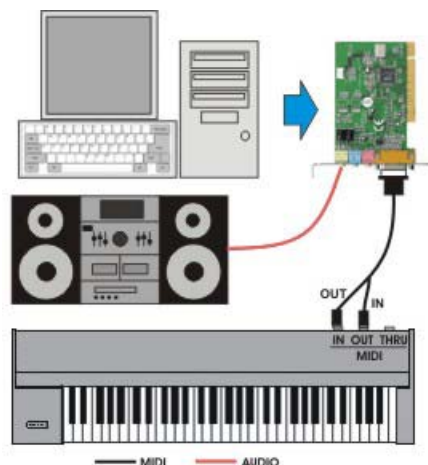


La información MIDI del teclado maestro saldría del puesto OUT para dirigirse a uno de los puertos IN de la MIDI THRU BOX. En esa caja de conexiones la información recibida se multiplicaría y se dirigiría a todos sus puertos de salida. Cada uno de esos puertos de salida se dirigirá entonces al puerto de entrada, de los distintos dispositivos que se quieran controlar con el teclado maestro.

**Caso 3: Conexión maestro-esclavo con ordenador y un dispositivo**

Cualquiera de las conexiones explicadas en los casos anteriores podría utilizarse con el ordenador. Simplemente habría que imaginar al ordenador en el lugar que situamos al teclado maestro. Pero el ordenador presenta particularidades que hacen que esas conexiones pudieran ser insuficientes para realizar algunas operaciones. Por ejemplo, si conectamos un teclado con el ordenador, habría que saber si dicho teclado posee o no sonidos propios y, en caso de poseerlos, si nos interesa utilizarlos o no:

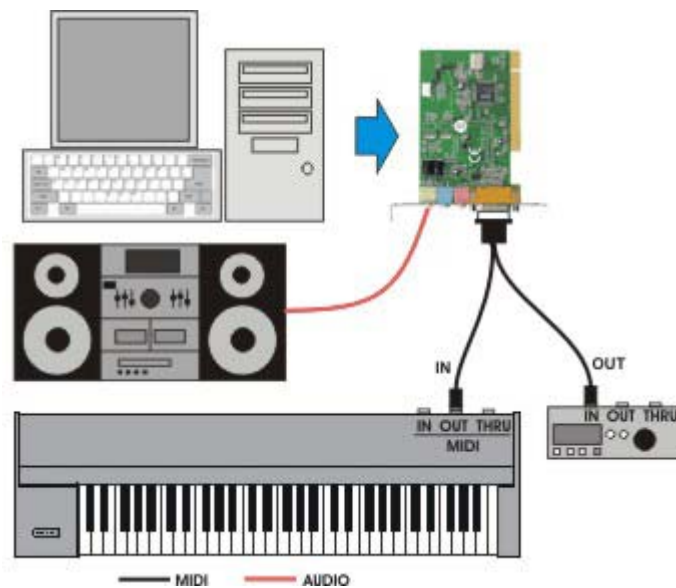
- **Si no tuviese sonidos el teclado** se conectaría como maestro (emisor de información) y el ordenador como esclavo (receptor de información). Ese suele ser el caso más habitual puesto que suelen utilizarse teclados controladores sin sonidos propios, que nos sirven para poder introducir mensajes MIDI al ordenador (podríamos introducir las notas en un secuenciador o en un editor de partituras, por ejemplo).
- **Si tuviese sonidos el teclado**, además de ser emisor de información (maestro) podría ser receptor de información (esclavo) y servirnos para escuchar los archivos MIDI con sus sonidos. En este caso, ambos dispositivos pueden desempeñar ambas funciones y la conexión podría ser la siguiente:



Otra posibilidad sería que el ordenador se conectase a un **módulo de sonidos** para aprovechar la mayor calidad de los sonidos de estos, en comparación con los que suelen tener las tarjetas de sonido domésticas. Parece claro que el ordenador actuaría entonces como maestro y el módulo como esclavo. Pero podría también interesarnos que el módulo enviase información al ordenador si, por ejemplo, existiesen programas informáticos que permitiesen la gestión del módulo de sonido y necesitasen solicitarle información. Esta situación es muy frecuente, puesto que muchos módulos suelen incluir este tipo de programas para facilitar su programación, sin tener que recurrir a la pequeña pantalla con que vienen dotados (incluso han surgido empresas como [Sound Quest](#) que han generado programas para gestionar un gran número de módulos hardware). En este caso bastaría con realizar una conexión como la que acabamos de mostrar en el anterior gráfico, pero sustituyendo al teclado por el módulo de sonido.

No queremos tampoco olvidarnos de comentar la posibilidad de que, tanto el teclado como el módulo de sonido viniesen dotados con un **puerto USB** lo que facilitaría mucho la conexión con el ordenador, además de hacerla a más velocidad puesto que la conexión MIDI tan solo envía datos a 31,5 kbps frente a los 12 Mbps de los puertos USB 1.1 y de los 480Mbps de los puertos USB 2.0.

Pero la cosa empieza a complicarse si añadimos dispositivos, sobre todo si queremos que la conexión permita ambas direcciones en la información (es decir, que los dispositivos puedan actuar como esclavos o como maestros según procediese). Por ejemplo, imaginemos que queremos conectar un ordenador con un módulo de sonidos y un teclado controlador. Un modo simple de solucionarlo podría ser el siguiente:



Sin embargo, esta conexión sólo permite que la información fluya en un sentido: del teclado al ordenador y del ordenador al módulo de sonido, y si queremos tocar el módulo con el teclado, sin cambiar la conexión, debemos hacerlo a través del ordenador y de un secuenciador. Pero podrían interesarnos las siguientes posibilidades:

1. Tocar el módulo de sonido desde el teclado sin tener encendido el ordenador.
1. Conectar la salida del módulo con el ordenador para poder gestionarlo con un programa editor de sonidos.

Con las conexiones comentadas hasta aquí esto es imposible, pero podemos recurrir a una MIDI THRU BOX que disponga de una conexión USB para el ordenador y de al menos dos entradas y una salida MIDI. La conexión podría quedar del siguiente modo:

