

EQUIPS I SISTEMES D'ÀUDIO DIGITAL

2.3 MIDI

2. Equips i Sistemes d'Àudio Digital

2.1 Formats d'àudio digital de consum.

2.1.1 CD i CD-A.

2.1.2 MINIDISC.

2.1.3 SACD i DVD-A.

2.2 So envoltent.

2.2.1 So envoltent i àudio multicanal

2.2.2 Sistemes matricials analògics de so envoltent.

2.2.3 Sistemes digitals de so envoltent.

2.2.4 Evolució i futur del so envoltent

2.3 MIDI.

2.3.1 Introducció.

2.3.2 Interfície MIDI.

2.3.3 Cables i connectors.

2.3.4 Dispositius MIDI.

2.3.5 Protocol i Missatges MIDI.

2.3.6 Estàndards MIDI.

INTRODUCCIÓ:

- MIDI → Musical Instruments Digital Interface (1981)

Describeu una norma de comunicació física entre sistemes (connectors, cables, protocols de comunicació) i dispositius musicals electrònics de tot tipus (sintetitzadors, teclats mestres, mòduls de so, samplers, caixes de ritme, seqüenciadors, taules de mescla, etc.) i les característiques del llenguatge que fan possible l'intercanvi d'informació entre ambdós. Altrement integra funcions de sincronització i control del sistema.

MIDI



01011101001...

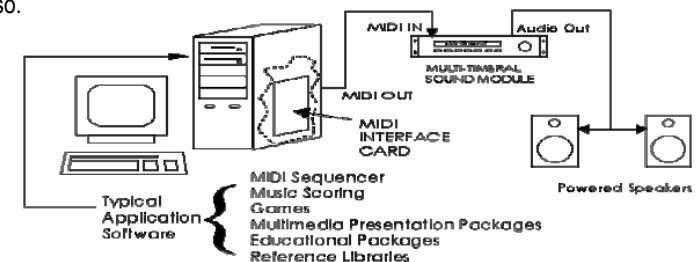


Informació i "esdeveniments"

NO àudio digital

IMPORTANT !!! MIDI **no** és àudio digital, sinó **informació** i **esdeveniments** sobre com s'ha de reproduir una determinada peça musical. És l'equivalent informàtic a la partitura musical.

- El sistema MIDI bàsic ens permet gravar seqüències (Dades MIDI) i reproduir-les en els sintetitzadors (generador de sons) connectats a un sistema d'amplificació de so.



- Els components bàsics d'un sistema MIDI són:
 - Dispositius MIDI : Seqüenciadors / Controladors / Generadors de so
 - Interfície MIDI : Targetes d'Àudio dedicades / RS232 / USB / DIN5
 - Cables i connectors : DIN5 / XLR-3 / USB 1.0 i 2.0.

INTERFICIE MIDI :

Dispositiu funcional per enviar i rebre dades MIDI entre un PC (Seqüenciador) i altres dispositius emissors (controladors) i receptors (generadors de so).

Tipus d'interfície:

- **Baixa gamma :** Amb connectors tipus port del joystick. També hi ha adaptadors per al port RS-232 o USB estalviant així la necessitat d'un adaptador MIDI específic. Acostumen a utilitzar *port únic*.
- **Alta gamma* :** *Targetes Internes :* connectors DIN5 i/o XLR3. *Externes :* mitjançant USB o FIREWIRE + mòdul d'expansió exterior. Acostumen a utilitzar *multiport*.

* Necessiten software de gestió o driver.



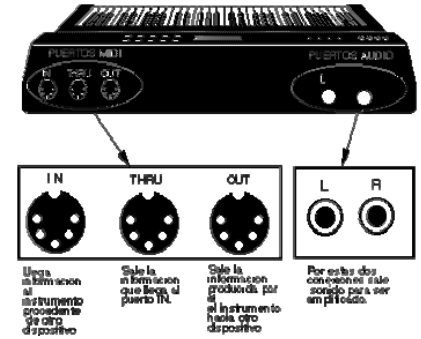
Targeta de so + interfície MIDI

USB 2 MIDI

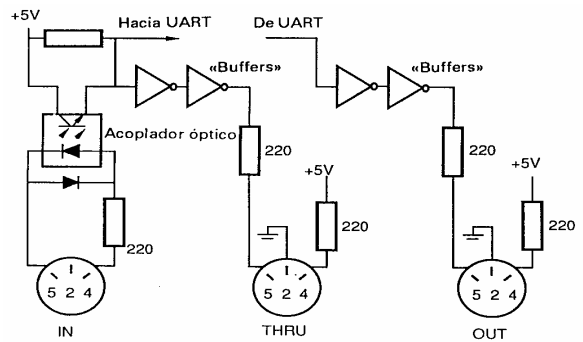
USB MIDI Multiport

CABLES I CONNECTORS :

- Característiques :
 - Connectors DIN5 mascle a cada extrem de 5 pins.
 - Transmissió fins a 15 m (més amb *buffers*).
 - Cable par trenat i apantallat (coaxial).
- Els connectors MIDI poden tenir tres tipus de funcions:
 - MIDI IN: Entrada de missatges.
 - MIDI OUT: Sortida de missatges.
 - MIDI THRU: Rèplica del port IN.



- A diferència dels protocols físics sèrie (ex: RS-232), la informació es transmet per intensitat, on un "0" lògic correspon a 5 mA de corrent d'activació i un "1" lògic correspon a 1 µA o menys de corrent de desactivació. És un protocol *simplex*, de transmissió en un únic sentit. S'utilitzen optoacopladors per tal d'assegurar la baixa degradació i retard del senyal entre sistemes encadenats.
- En el cas dels connectors THRU el senyal es una copia 'literal' de la mateixa entrada IN sense ser processat per el dispositiu MIDI d'entrada (mínim retard).



Detall de la interfície MIDI bàsica.

DISPOSITIUS MIDI:

- Els Controladors són aparells mecànics capaços de generar esdeveniments MIDI (a través del connector MIDI OUT).
- Tipus de controladors:
 - **Instruments Musicals MIDI :** imiten la forma dels instruments de música tradicionals (teclats, guitarres, bateries...) convertint en informació MIDI la interpretació musical realitzada. Per escoltar aquesta interpretació cal que els controladors integrin o estiguin connectats a un generador de so.
 - **Controladors (Interrupctors, rodes, pedals, faders) :** donen la possibilitat de controlar diversos paràmetres mitjançant el protocol MIDI.



Controladors MIDI

- Els Generadors de so reben informació pel canal MIDI IN i generen so. Els mètodes de generació o síntesis de so són els següents:
 - Els robots mecànics : La informació MIDI es tradueix al control d'un robot que imita les accions d'un intèrpret humà.
 - Els sintetitzadors generen el so de manera artificial, basant-se en combinacions de funcions matemàtiques per obtenir els diferents timbres.
 - Síntesis additiva : Obtenció de sons per la superposició de tons purs. És una tècnica lenta i d'elevat cost en processament.
 - Síntesis subtractiva : Obtenció de sons mitjançant la filtració del soroll.
 - Síntesis per modulació de freqüències : Consisteix en variar la freqüència de una forma de onda (portadora) en funció d'una altra (moduladora). És la més efectiva i la més utilitzada per els fabricants de sintetitzadors.
 - Els mostrejadors (anomenats també *Samplers*) reproduïxen mostres enregistrades prèviament d'un instrument musical. Les mostres de so es prenen en un estudi i s'emmagatzemen digitalment en la memòria del aparell MIDI. Posteriorment, són manipulades per adaptar-les a diferents nivells d'intensitat (atenuació/reforç) i freqüència (delmat / interpolació).

EXEMPLE DE GENERADOR DE SO : ROLAND XV-5050



- Multi-timbric : 16 canals.
- Polifònic : 64 veus.
- Síntesis : mostrejg (1083 formes d'ona amb 64 Mb).
- Memòria predefinida : 1028 Instruments Patch (128x8) + 256 (GM2)
16 Drums Patch (2x8) + 9 (GM2).
- Multiectes : 90 efectes.
- Entrades : ports MIDI IN, OUT i THRU.
- Sortides : RCA estèreo de sortida (no balancejat), S/PDIF.

El seqüenciador és un dispositiu electrònic físic o una aplicació informàtica que permet programar i reproduir esdeveniments musicals de forma seqüencial mitjançant una interfície de control físic i/o lògic connectat a un o més instruments musicals electrònics. És l'eina principal de composició, programació i control sobre els equips d' instrumentació electrònica musical. Acostumen a treballar conjuntament amb àudio digital i MIDI.



Seqüenciador HW



Seqüenciador SW

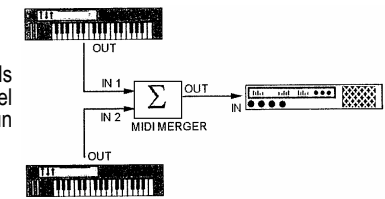
NOTA: Al mercat les diverses funcions es poden trobar juntes en un mateix dispositiu. Teclats (controladors) + un sintetitzador (generador de so), i fins i tot una unitat de disc per a enregistrar-hi pistes (seqüenciador). Altrament, programes com Cubase (Steinberg) ens permeten a més fer-ho des de un PC sense necessitat de cap altre mòdul hardware.

- Altres dispositius MIDI d' interès són:

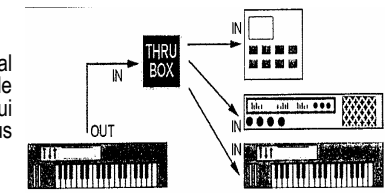
- MIDI PATCH PANNEL : Mòdul d'intercanvi còmode d'interconnexions d'un grup d'equips MIDI IN/OUT.



- MIDI MERGE : Mòdul que mescla dues senyals MIDI que provenen de dos cables a un sol. Útil en el cas de voler connectar més d'un controlador a un sol generador de so.



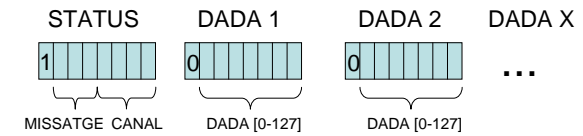
- MIDI THRU BOX : Mòdul que distribueix el senyal MIDI entre varis equips MIDI. En el cas de necessitar connectar pocs equips i que aquest tingui connectors del tipus THRU, no es necessari l'ús d'aquest dispositiu.



PROTOCOL I MISSATGES MIDI :

- El MIDI es basa en un sistema de protocol de missatges per a codificar la informació musical i de control.
- L' Estàndard MIDI 1.0. defineix una transmissió sèrie asíncrona unidireccional, amb un bit d'inici (start) i un bit de final (stop) per a cada BYTE d'informació transmès (10 bits).
 - Velocitat màxima de transmissió de 31,25 Kbits/s.
 - El rellotge del receptor i emissor van a la mateixa velocitat. El receptor ajusta la seva fase mitjançant el bit de start i converteix la dada rebuda sèrie a paral·lel. Aquesta tasca es realitza per la UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter).
 - Els missatges MIDI estàndard consisteixen en 1, 2 o 3 bytes per als missatges de propòsit general i més per els de propòsit especial.
 - Aquest protocol suposa grans avantatges de cost i funcionalitat que han fet que MIDI hagi proliferat com a estàndard internacional.
- Els sistemes MIDI multítmbrics tenen un màxim de 16 canals, cadascun dels quals es comporta com si fos un músic d'orquestra, interpretant amb un determinat instrument les instruccions que se li envien, com si llegis una partitura.

- L'estructura d'un missatge MIDI correspon a:



- Missatges de canal: fan referència a una acció musical en un determinat instrument. Hi ha 16 canals possibles, la qual cosa significa que un sintetitzador pot actuar com una "orquestra" de 16 músics, cadascun dels quals rep una informació individualitzada d'allò que ha d'interpretar
- Missatges de sistema: afecten al comportament general de tot el dispositiu, i no només als d'un canal específic.

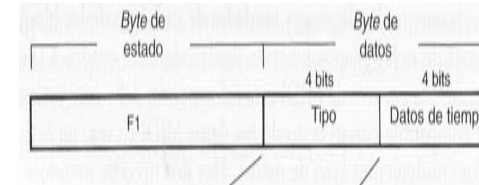
- Missatges de canal:

MISSATGE	STATUS BYTE	DATA 1 BYTE	DATA 2 BYTE
Note On	1001 nnnn	Alçada	Velocitat
Note Off	1000 nnnn	Alçada	Velocitat
Polyphonic Aftertouch	1010 nnnn	Alçada	Pressió
Channel Aftertouch	1100 nnnn	Pressió	---
Program Change	1110 nnnn	Programa	---
Control Change	1011 nnnn	Tipus Control	Intensitat
Pitch Bend	1101 nnnn	MSByte	LSByte
System Message	1111 xxxx	---	---

- Missatges de Canal:
 - NOTE ON: Inici de nota, indicant l'alçada i la velocitat d'atac als dos bytes de dades. 128 possibles notes, 0 (C-2) la més greu i 127 (G8) la més aguda.
 - NOTE OFF: Fi de nota. Els teclats més avançats d'alta gamma incorporen la velocitat d'alliberament o release.
 - POLYPHONIC AFTERTOUCH: Canvis de pressió. Modificacions del nivell i el timbre de la nota polsada.
 - CHANNEL AFTERTOUCH: Anterior però que afecta a totes les notes del canal actual.
 - PITCH BEND (PITCH WHEEL): Els 14 bits (MSB LSB) indiquen un valor proporcional a l'angle de rotació de la roda de desafinat del teclat (Entre -8192 i +8191).
 - PROGRAM CHANGE: modifica el programa (128 instrument x banc).
 - CONTROL CHANGE: 128 missatges de control diferents. El primer byte indica el tipus de control (predefinits o programats per l'usuari) i el segon byte indica el valor del control (128).

- Missatges Control Change (més usuals):
 - Control Change 0: Canvi de banc (si el sintetitzador disposa de diversos bancs de sons).
 - Control Change 1: Trèmol.
 - Control Change 7: Modifica el volum del canal.
 - Control Change 10: Panorama d'un canal en un àmbit de 180°.
 - Control Change 91: Reverberació.
 - Control Change 93: Chorus.
- Missatges de Sistema:
 - System Common : S'apliquen a tots els aparells del sistema MIDI. Song Select(0xF3), Song pointer(0xF2).
 - System Exclusive : s'apliquen a qualsevol dispositiu del mateix fabricant especificat (no són estàndard), l'única obligació és que comencen amb 0xF0 i acabin en 0xF7, ambdós indicadors d'inici i fi de *system exclusive*.
 - System Realtime afecten als aparells que treballen amb sincronisme (Caixes de ritme, seqüenciadors, etc...). START(0xFA), CONTINUE(0xFB), STOP(0xFC), CLOCK(0xF8).

- Missatges de Sistema: Sincronització
 - MTC (MIDI Time Code): Codi de temps SMPTE/EBU convertit a format MIDI (Temps real). S'utilitzen 8 missatges *System Common* per cada frame. Inicials en 0xF1 + DADES(Tipus + Dades de temps).



0nnn	XXXX
0000	LSB Frame
0001	MSB Frame
0010	LSB Segon
0011	MSB Segon
0100	LSB Minuts
0101	MSB Minuts
0110	LSB Hora
0111	2 bit Hora + Format SMPTE

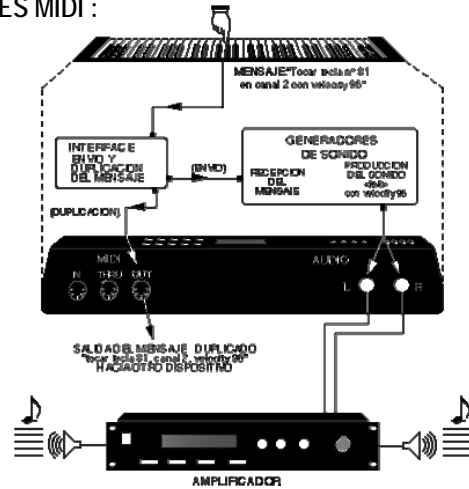
- Dintre de les 'hores' s'especifica el format de quadre amb 2 bits: 00=24 fps 01 =25 fps 10 = 30 fps drop frame 11 = 30 fps non -drop-frame .
- El SPP (Song Position Pointer) és un missatge format per varis missatges *System Common* i que indica la posició dintre de la cançó en compassos. S'envia 16 vegades per negra. (ex: SS+ SP + N°COMPAS + CONTINUE).
- El Timing Clock és un missatge *System Realtime* (11111000=0xF8) que s'envia 6 vegades per cada temps de compàs MIDI (semicorchera musical).

ESTÀNDARDS MIDI :

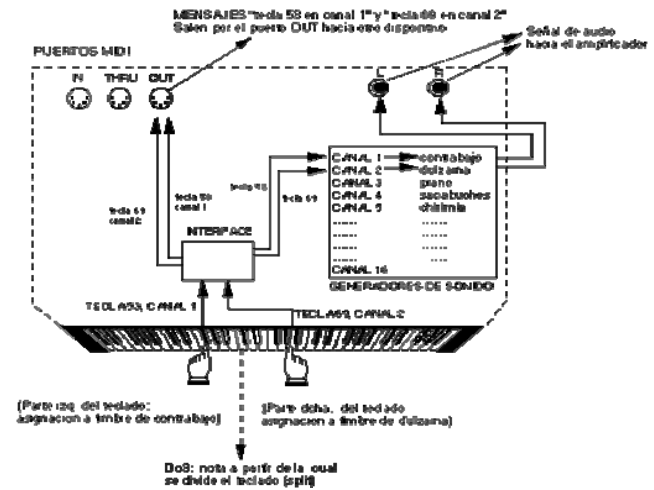
- GENERAL MIDI:
 - Primer estàndard MIDI acceptat per tots els fabricants (1990) i el més estès. Característiques mínimes de l'estàndard:
 - Multitimbrica de 16 canals.
 - Polifonia de 24 notes.
 - Mapa estàndard de 128 programes (16 grups de 8 instruments: piano, orgue, guitarra, baix, cordes, vent-fusta, vent-metall, percussió afinada, sintètics, efectes, etc.)
 - Caixa de ritmes accessible des del canal 10, dotada d'un mapa estàndard de 47 sons de percussió.
 - Capacitat d'entendre els missatges: *pitch bend*, *channel aftertouch*, modulació, volum, panorama, expressió, sostingut, *all notes off* i *reset all controllers*.

- GM2, GS, XG i XMIDI. Diversos fabricants han creat versions personalitzades que engloben i expandeixen el General MIDI. Els més estesos són el General Standard de *Roland* i el eXtended General de *Yamaha*. Ambdós incorporen nous sons i diversos kits de percussió. Funcionen utilitzant bancs de sons adreçables amb dos Bytes ($2^{14}=16.384$ bancs) amb el qual tenim $128 \times 16.384=2.097.152$ sons diferents. També existeix un estàndard que millora molt el General MIDI, és el XMIDI de la casa *Digital Design & Development*; permet 324 canals en lloc de 16, 4374 canvis de programa, i una gran millora de velocitat. Finalment l'organisme MMA va desenvolupar GM2 que permetia l'estandardització de totes aquestes millores per a tots els fabricants.
- Standard MIDI File (Fitxer MIDI estàndard) comptabilitza fitxers MIDI entre tots els sistemes operatius, incloent Windows, Mac, Amiga, Atari ST, inclosos també la majoria dels "secuenciadors hard".
- Sample Dump Standard (Bolcat de mostres estàndard) estàndard que defineix l'estructura dels arxius de mostres (samples) per intercanviar samples via MIDI, disquet o CD.

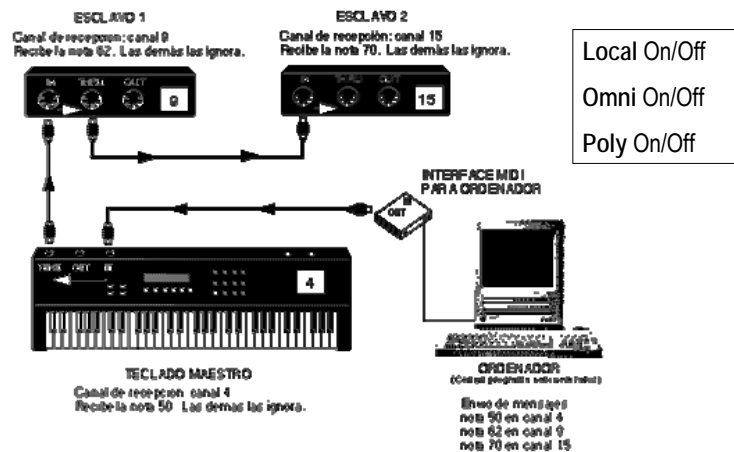
EXEMPLES MIDI :



Teclat controlador i mòdul de so MIDI i Amplificador connectat al mòdul de so.



Esquema de d'encaminament dels missatges MIDI a través d'un sintetitzador.



PC amb seqüenciador i Teclat Controlador que controlen dos mòduls generadors de so.

LECTURES RECOMANADES :

- MMA (1983). MIDI 1.0 Detailed Specification. (50 \$).
- MMA (1991). General MIDI System Level 1. (50 \$).
- Rumsey, F. (1994). MIDI Systems and Control, 2nd ed., Focal Press.
- MMA → MIDI Manufacturers Association.

WEBS D'INTERÈS :

- <http://www.midi.org>
- <http://www.midi.org/about-midi/tutorial/tutor.shtml>
- <http://www.harmony-central.com/MIDI/>
- <http://music.northwestern.edu/links/projects/midi/pages/mdcncjtv.html> (Ejercicios --> necesitareu JVM).
- <http://psycle.pastnotecut.org/> (Seqüenciador i creador d'instruments OpenSource)