

Tizennégy éve jelent meg könyvünk a házi stúdiókról. Most leporoltuk, aktualizáltuk, és teljes egészében közzétesszük.

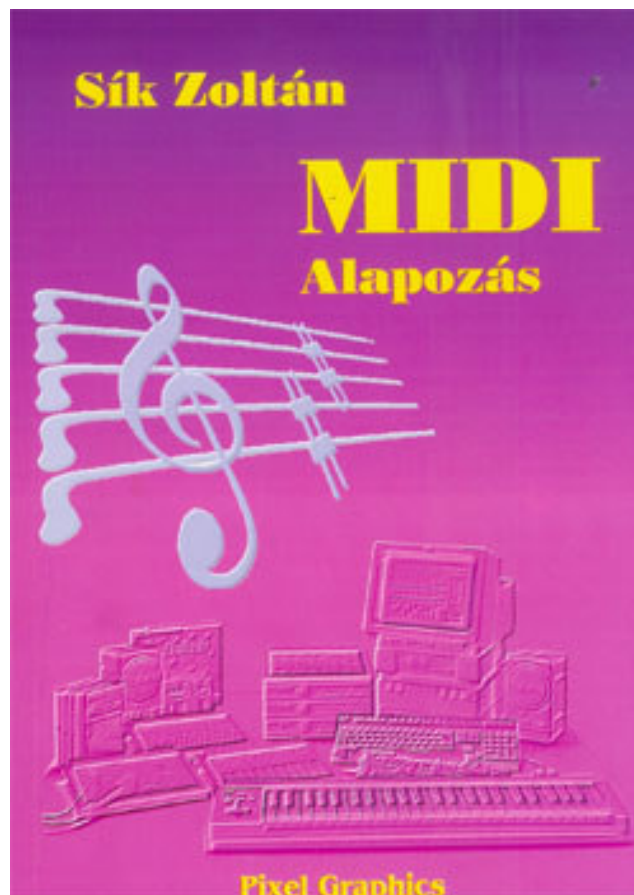
Az 1992-es év első hónapjaiban jártunk. Az egyetemről éppen csak kiszabadultam, munkahelyet viszont nem kerestem, mert pár barátommal akkor már évek óta futtattunk egy vállalkozást, amit Pixelnek hívtak - főleg szoftvereket fejlesztettünk, televíziós célokra (játékok, feliratozás, időjárás-jelentés); de az az akkori izé, amit jóindulatúan nevezzünk mondjuk gazdasági környezetnek, sok más területre is elsodort. Sík Zoli ötlete - írjunk könyvet a MIDI-technológiáról - így egyáltalán nem érkezett sokkhatásként, könyvpiac meg akkor éppen amúgy sem létezett, hát gyerünk, csináld, magad.

Nyáron a strandon megírtam a saját részemet remek kis Psion 3-as kézigépembe, közben pedig félretettünk egy kis pénzt nyomdára. Néhány hét átfutás, és megérkezett a teherautó a készlettel, amiből a kőori terjesztési viszonyok ellenére nagyjából nyolcezeret értékesítettünk is; köszönet ezért a terjesztésért felelős munkatársnak, akit itt összeférhetlenség miatt nem dicsérhetek szembe - a feleségemről, Gerényi Szilviáról van szó ugyanis :) -, és köszönet a rengeteg hangszerboltnak a lelkes közreműködésért, ugyanis a könyvek nagy részét ők értékesítették.

Mostanra persze az anyag elég nagy része muzeális információ (szinte minden megváltozott azóta), a könyvből viszont azóta is kérnek kisebb-nagyobb időközökkel. Új könyvet nyomni már nem szeretnénk, inkább megjelentetjük azt, ami van, a weben és ingyen - ráadásul kijavítjuk az akkor elkövetett bakikat, illetve felfrissítjük a szöveget a technika mostani állapota szerint. Az eredeti illusztrációk egy részét szintén átmentjük, Kovács Tibor barátom rajzolta őket annak idején.

Az internetes utómunkában elkövetett segítségéért Révász Péternek tartozom köszönettel.

2006/2007, GG



* * * Alapozás * * *

1. MIDI-történelem

Az első elektronikus hangszer 1906-ban alkották meg, 1920-ban pedig, több más kísérleti hangszer mellett, két komoly elektronikus hangszer is megjelent, a **Theremin**, és az **Ondes Martenot**. (A *Theremin-sztoriról lásd Najmányi László színművét*¹.) Azidőtájt a kor zeneszerzői aktívan használták is ezeket az eszközöket, például Edgard Varese, Henry Cowell és sokan mások, így az elektronikus hangokat a nagyközönség leginkább a moziban ismerhette meg. 1930-tól az 50-es évekig egyre érdekesebb kísérletek eredményeztek különös elektronikus hangszereket, bár ezekkel mindvégig csak egyetemeken és egyes hangstúdiókban találkozhattunk. A legtöbb ilyen kísérleti eszközt a Bell Laboratóriumban és az RCA-nál, a legnagyobb amerikai kereskedelmi rádióhálózat szervezetén belül fejlesztették ki. Miután azonban ezek a hangszerek nem nagyon kerültek ki a kísérleti laboratóriumok falai közül, a nagyközönség sem törődött velük túlzottan.

Eljött azonban 1968, mikoris egy **Walter Carlos** (később, egy nemváltoztató műtét után: *Wendy Carlos*) nevű fiatal zeneszerző kiadott egy albumot **Switched on Bach** címmel. Ezen az albumon Carlos - mint utóbb kiderült - hatalmas sikerrel adott elő Bach-műveket, egy **Moog** szintetizátoron! Ez az album - amelyet rövidítve csak S.O.B.-nek neveztek el rajongói, - nyitotta meg igazán az utat a szintetizátor számára a nagyközönség felé. A hangszer alkotójának, Moog mérnök neve annyira összeforrott találmányával, a szintetizátorral, hogy az emberek egy ideig szinonimaként emlegették őket. Ettől kezdve a szintetizátorzene már nemcsak a mérnökök és avantgarde művészek agyrémei közé tartozott, hanem betört a szórakoztatózenei iparba is, sőt, hamarosan elkezdte kiszorítani a hagyományos építésű elektronikus orgonákat is.



A hetvenes évek elejének-közepének brit popmindennapjaihoz hozzátartozott az a jelenség, hogy az angol zenészsakszervezet képviselői felkutatták azokat a koncerthelyszíneket, ahol elektronikus hangszereket állítottak hadrendbe aznap estére, és horribilis összegeket követeltek a szervezőtől (az akkori törvények szerint ráadásul jogosan), mivel álláspontjuk szerint ezek a gépek a hús-vér sessionzenészek előtt veszik el a munkát.

Ezidőtájt néhány merészebb rockbanda - például a **Pink Floyd** - is felfegyverkezett ezekkel az új hangszermonstrumokkal. Ahogy azonban fejlődött a technika, egyre kisebbek lettek a szintetizátorok - megfigyelhető régi koncertfotókon, hogy míg **Keith Emerson** vagy **Rick Wakeman** valósággal eltűnt a szintetizátorok és tartozékaik rengetegében, addig manapság sokkal komplexebb hangorgiát is el lehet érni közönséges házi billentyűs hangszerekkel is.



Az egyre többet tudó hangszerek azonban nem maguktól jöttek létre, hihetetlen elméleti és gyakorlati tudás, tapasztalat áll mögöttük. A miniatürizáció hatására ezek a hangszerek manapság már a játékok kategóriájában is mindennaposak, köszönhetően egyre olcsóbb előállíthatóságuknak.

¹ <http://www.freewebs.com/wordcitizen3/thereminatoriohu.htm>

Persze ezek az eszközök már teljesen más felépítésűek, mint a hetvenes évek elejének sztárhangszerei - azok az analóg vezérlésű szintetizátorok a napi gyakorlatból gyakorlatilag teljesen eltűntek - bár a 90-es évek közepén egy igazi, komoly reneszánszuk is volt - de ma már csak megszállottaknál, múzeumokban, vagy gyűjtőknél fedezhetők fel.

De vissza a hőskorra, a hetvenes évekre: ahogy az árak elkezdtek csökkenni, egyre több zenész tárazott be magának több billentyűs hangszert. Az újabb szintetizátorok ugyanis modellenként saját jellemzőkkel rendelkeztek, például a hangszínek, a billentyűk száma, a vezérlőgombok, a hangzás karaktere is különbözött, ezért, aki rákapott erre a szenvedélyre, az egyre több, különböző hangszínnű szintetizátor után álmodozott.

Az egyik hangszer ezt tudta, a másik meg azt, így a zenészre a zenélésen kívül egy újabb fontos feladat hárult: megkülönböztetni azt a rengeteg hangszert, amit egy felvételnél, vagy koncerten használt.

Az embernek azonban csak két keze van, így hiába van nyolc billentyűzete, legfeljebb impozánsan mutat; egyszerre akkor is maximum kettőn játszik. Ezért kellett kitalálni valamit, ha már több kézzel játszani nem lehetett. Ez a valami volt az, hogy próbáljunk meg több szintetizátort összekötni, nevezzünk ki egyet vezérlőnek, és a többi gépet is ezen keresztül szólaltassuk meg.

Ezzel még mindig nem mondtunk újat, legalábbis Robert Moognak nem, aki már az analóg szintetizátorok korában igyekezett valami hasonlót csinálni, bár más szemszögből nézte a dolgokat. Ő a vezérlést is analóg jelekkel oldotta meg, az analóg vezérlőbillentyűzet mindig a hangmagasságnak megfelelő feszültséget adta ki. Ha alacsonyabb volt a hang, akkor kisebb feszültséget, ha magasabb volt, akkor nagyobb.

Ennek a megoldásnak rögtön látszik két hátránya: az egyik az, hogy nagyon pontosan meg kell határozni a feszültségek nagyságát, egyébként a szintetizátor elhangolódik, és a hangok hamisak lesznek. A másik probléma pedig az, hogy egyszerre csak egy feszültségszintet lehet kiadni, ami nehézkessé teszi a - később megjelent - több szólamú szintetizátorok vezérlését, megoldása csak több párhuzamos vezérlőfeszültséggel lehetséges: ez szólamonként egy külön kábelt jelent. Ezek után el lehet képzelni, mekkora kábelköteg kell egy 24-es polifónia fokú szintetizátor vezérléséhez (polifónia=több szólamúság), ráadásul mind a 24 feszültséget igen pontosan be kell állítani, hogy egyik hang se legyen hamis!

Nyilvánvalóvá vált tehát, hogy hosszú távon a legcélszerűbb megoldás: teljesen digitális kapcsolatot kell létrehozni a szintetizátorok között. Az, hogy egy jel digitális, és nem analóg, annyit jelent, hogy összesen két feszültségszintet használ, az analóg jelek folyamatosan változó, végtelen számú lehetséges feszültségszintjével szemben. Ezt a két kijelölt feszültségszintet azután megfeleltetjük két számnak, a 0-nak, és az 1-nek. Ezekkel, vagyis 2-es számrendszerbeli számokkal, illetve azok sorozatával azután adatok vihetők át egyik berendezésből a másikba. Könnyen belátható, hogy az így közölt adatok sokkal kevésbé érzékenyek a környezet befolyásoló hatásaira, mint az analóg jelek.

A digitális átvitel már csak azért is vált egyre kézenfekvőbbé, mivel maguk a szintetizátorok is ezidőtájt - 1980 körül - már többé-kevésbé digitális vezérlést használtak, beépített digitális célszámítógéppel. 1981 júniusában az amerikai **NAMM** (National Association of Music Merchants) kiállításon három vezető elektronikus hangszergyártó cég kulcsembere ült le a tárgyalóasztalhoz: Dave Smith az amerikai Sequential Circuit-től, Kakehashi úr a japán **Roland**-tól, valamint Tom Oberheim a szintén amerikai **Oberheim Electronicstől**.

Ők hárman azért ültek le tárgyalni, hogy megvitassák egy olyan szabvány létrehozásának lehetőségét, melynek alkalmazásával az újonnan készülő szintetizátorok minden nehézség és bonyodalom nélkül összekapcsolhatóakká válnak, és teljes mértékben megértik egymást, függetlenül attól, hogy melyik gyártótól származnak. Például, ha össze szeretnék kötni egy Roland szintetizátort egy Oberheimmel, tehessük meg ezt akkor is, ha nem értünk különösebben az elektronikához.

Fontos feltétel, hogy egyik szintetizátornak sem szabad "megőrülni" a kapcsolat fennállása során, egyszerű, megszokott vezérlési módszereink (pitch bender és modulációs kerék, hangszínváltás, stb.) ugyanúgy működjenek a létrehozott rendszerben. Ha mindez rendben van, még azt is szeretnénk, hogy ez a rendszer ne csak két, hanem több szintetizátorból is állhasson. Ezeket a célokat tartotta szem előtt Dave Smith, amikor a NAMM kiállítás után nekiült, és kidolgozott egy szintetizátorvezérlési szabványt, amelyet **USI** névre keresztelt el (USI, azaz Universal Synthesizer Interface - Univerzális Szintetizátor Kapcsolati szabvány). Ezt az új ajánlást még 1981 novemberében - az **AES** (Audio Engineering Society - Hangmérnökök Egyesülete) soros konferenciáján be is jelentette. Az USI már közel járt a mai MIDI-hez, azonban kisebb volt a sebessége (19,200 bit/sec), és a csatlakozói 3.5"-os jack-dugók voltak.

1982 januárjában a Sequential Circuits a gyakorlatban is bemutatta az USI-t a NAMM-kiállításon, miután egyre nőtt iránta az érdeklődés. Osztatlan sikert nem sikerült aratnia, mivel a többi vezető gyártó is (Roland, Oberheim, Yamaha, Korg) kidolgozott már valamiféle házi szabványt. Az USI megvalósíthatóságát, egyszerűségét és költségeit tekintve valamivel kedvezőbbnek tűnt a többi hasonló szabványtervezetnél, és tartalmazta azokat a kompromisszumokat, amelyek a legtöbb gyártó számára elfogadhatóak voltak.

Az USI alapvetően kettős koncepcióval készült: elsődleges célja az volt, hogy az egyik szintetizátor billentyűzetén meg lehessen szólaltatni egy másik szintetizátort (azaz használni lehessen annak hangkeltő részét), a másik cél pedig az volt, hogy úgynevezett szekvenszerek segítségével szinkronizáltan lehessen visszajátszani előzetesen felvett szerzeményeket.

1982 júniusában, ismét csak a NAMM-on jöttek össze a szintetizátorgyártók - ekkorra már tökéletesítették a szabványt, a kommunikáció sebességét is megemelték (31250 bit/sec), a csatlakozót is megváltoztatták, és még néhány egyéb kérdésben is fogadtak el apróbb változtatásokat. Még a szabvány nevét is megváltoztatták - **MIDI** -, és ezzel a névvel vált végleg ismertté, ezt használjuk ma is (jelentése: **Musical Instruments Digital Interface** - hangszerek digitális kapcsolata).

A MIDI-t a nagyközönség egyébként szintén Robert Moog-tól ismerhette meg, ugyanis ő jelentette be hivatalosan az amerikai **Keyboard** magazin hasábjain.

Miután a MIDI-t mint ajánlást a gyártók többsége elfogadta, el is kezdték az első MIDI-s hangszerek kifejlesztését és gyártását. Az 1983 januárjában tartott NAMM-kiállításon már elegendő számú, különböző gyártótól származó MIDI-s eszköz állt rendelkezésre, hogy a nagyközönség előtt összekapcsolják és kipróbálják őket. Elsőként egy Sequential Circuits gyártmányú **Prophet 600**-ast kötöttek össze egy Roland **Jupiter 6**-tal - hála a MIDI-nek, a kísérlet sikerült, a Prophet és a JP6 remekül dolgozott együtt: amelyik billentyűt az egyik szintetizátoron leütöttek, az a hang megszólalt a másikon.



Az első próbákon rögtön ki is derültek a MIDI hiányosságai - gyanús lett volna, ha elsőre minden sikerül... A zavar oka többek között az volt, hogy például a szintetizátor hajlítókerekét az egyes gyártók másképpen kezelték.

Tehették, mivel az első specifikáció nem adott szigorú megkötést arra vonatkozóan hogy hogyan kell ennek állását üzenetként közvetíteni, ezért minden gyártó kidolgozott erre egy házi alszabványt, amely természetesen nem egyezett meg más gyártók hasonló megoldásával.



Ennek, valamint más hasonló problémáknak az elkerülésére pontosították 1983 augusztusára a MIDI-specifikációt.

A MIDI-felhasználók a kezdetek után nem sokkal létrehozták első szervezetüket, az **IMUG**-ot (International MIDI Users' Group - MIDI-felhasználók Nemzetközi Egyesülete), a gyártásban érdekeltek pedig létrehozták az **IMA**-t (International MIDI Association - Nemzetközi MIDI Szövetség) és az **MMA**-t (MIDI Manufacturers Association - MIDI-gyártók Szövetsége). A japánok saját szervezetet hoztak létre **JMSC** néven (Japanese MIDI Standard Committee - Japán MIDI-szabvány Egyesület).

Azt, hogy a MIDI nem sikerült tökéletesre, mutatta az is, hogy néhányan már a kezdet kezdetén nem örültek annak, hogy az adatátviteli sebesség még mindig relatíve kicsi, és az, hogy az adott idő alatt átvitt viszonylag kevés adat miatt a hangokban dúsabb zenedaraboknál a MIDI-átvitel időnként késhet.

Azonban a MIDI teljes specifikációját a gyártók nem vetették el, sőt, **Jim Smerdel** a Yamahától kézbe vette a dolgokat, és az MMA megalakulása után, 1984 őszén, az MMA gondozásában kiadatta a teljes **MIDI 1.0** specifikációt, részletes magyarázatokkal együtt, az esetleges további tévedések elkerülésére.

Ma már a MIDI szabványban történő egyes változtatásokat az MMA és a JMSC többnyire együtt indítványozza, illetve fogadja el; a MIDI korlátait azonban el kell fogadni, nem érdemes olyan dolgokon változtatni, amelyek a MIDI-t az eddig készült MIDI-s hangszerektől eltérővé teszik; mindenképpen



kompromisszumot kell találni, hogy a már meglévő hangszerekkel való kompatibilitást megőrizzük. Egy példa a kompromisszumra a gyártók oldaláról: A **Yamaha DX7**, az egyik legnépszerűbb szintetizátor, amely a MIDI-s szintetizátorok között az elsők közül való, annak idején nem volt teljesen kompatibilis a többi MIDI-s eszközzel, ezért a későbbiekben a Yamaha új, a MIDI 1.0-nak megfelelő módosított szoftverrel árulta.

A számítógépgyártók, különösen a személyi számítógépekkel foglalkozók is gyorsan rájöttek a MIDI-lehetőségek számítástechnikai hasznosítására, azaz a szintetizátorok számítógéppel való vezérlésének jelentőségére.

A már említett szekvenszerprogramok, a megfelelő MIDI hardverrel kiegészítve remek MIDI-rögzítőként és szerkesztőként funkcionálhatnak, jöttek rá sokan. Sőt: a számítógépek kapacitását és modularitását tekintve jóval alkalmasabbak e célra, mint a hangszerekbe épített szekvenszerek.

Hogy miért? Mert például a számítógép programját könnyen le lehet cserélni, ha a felhasználó másmilyet, vagy az adott program új változatát szeretné használni. A számítógép háttértárolóinak kapacitása is sokkal nagyobb, mint a szintetizátorok floppylemezére felvihető adatmennyiség. Érdemes megjegyezni azt is, hogy egy személyi számítógép az említett MIDI-vezérlési feladaton kívül sok minden egyéb dologra is jó, bár ez fordítva is igaz, egy már meglevő, és használatban lévő számítógép sok egyéb más mellett alkalmas MIDI-s eszközök vezérlésére is.

A MIDI korlátait már a kilencvenes évek elejére elérték egyes alkalmazások, de a határok tágítása, az előbbi elveket szem előtt tartva, azóta is szüntelenül folyik. Egy jó példa, hogy a mai szintetizátorok már egyszerre sok különböző hangszínen meg tudnak szólalni (multitimbrális), és egy-egy hangszínen belül egyszerre több hangot tudnak kiadni (csatornánként polifónikusak). Ezek után, ha belegondolunk abba, hogy össze szeretnénk kapcsolni mondjuk öt ilyen szintetizátort, nem nehéz elképzelni, micsoda adatmennyiséget kell a MIDI-kábeleken továbbítani, mondjuk csak egy közepes hangszerelésű zenedarab lejátszásához. Egy másik probléma, hogy egy szintetizátor ma már több mint 128 hangon tud megszólalni, pontosabban, több mint 128 hangszín közül lehet választani. A MIDI sajnos csak 128 hangszínből való választást enged meg - mi legyen hát a többi hangszínnel? Egy zenésznek, mint már említettük, a rendelkezésre álló hangszínekészlet sohasem elég, mindig másikat akar. Ha a lehetőségek, a mai technika ezt már megengedi, akkor miért ne legyen szinte korlátlan számú hangprogramja?

Az ominózus 128-as határt a **Bank Select** nevű ajánlással oldották fel. Ez a módszer a 128 választható hangot 128-szor 128-ra bővíti, azaz 16384 hangszín közül választhatunk; sőt, van tartalék is, ha ezt a korlátot is túllépjük, újra meg-128-szorozhatjuk a kapcsolható hangok számát, ugyanezt az ajánlást használva.

Ma még nem tudunk olyan hangmodulról vagy szintetizátorról, amelyik ennyi hangszínt tartalmazna, valószínűleg nem is lesz ilyen soha; a legjobbak is beérik néhány ezer tárolt programmal.

A MIDI kapcsán, illetve a szabványosítás során egyéb kérdések is felvetődtek, például az, hogy azokon a bizonyos háttértárolókon (floppyn, merevlemezen) lévő rögzített zeneszámok rögzítési formátuma is azonos legyen.

Ennek az az egyszerű oka, hogy a floppyn lévő anyagot is szeretnék hordozni a zenészek egyik rendszerből a másikba, ugyanúgy, mint a hangszalagot. Ezért új szabványt kellett bevezetni, ez pedig az SMF, a **Standard MIDI File** (Szabványos MIDI Adatállomány) formátum. Érdekes módon ezt a már elég régóta (1986) létező kváziszabványt a japán hangszergyártók csak 1991-ben fogadták el.

Vannak más, a MIDI-hez kapcsolódó szabványok is, például a **MIDI File Dump Format**, amellyel egy MIDI-eszközből teljes adatállományok vihetők át egy másik MIDI-s szintetizátorba vagy számítógépbe, a MIDI-csatlakozón keresztül, vagy létrejött még a **Sample Dump Standard** (SDS), amely a hangminták kezelésének területére visz el, vagy például a frissen (1992 elején) megjelent **MIDI Show Control**, amely segítségével a MIDI-t már egész koncertek, előadások vezérlésére is használhatjuk, a zenén kívül a világítás, a reflektorok mozgatásának és kapcsolgatásának vezérlésére is.

MIDI-jelek ma már nemcsak MIDI-kábeleken utazhatnak, sőt, nagyrészt már el is szakadtak tőlük. Manapság, 2006-ban szinte minden forgalomba kerülő billentyűs hangszeren van USB-csatlakozó, így őket bármilyen számítógéppel közvetlenül össze lehet kötni, nincs is szükség külön MIDI-interfészre: ráadásul az USB-kábelén sokkal gyorsabban utaznak a MIDI-kódolású jelek, mint a régi MIDI-kábelén...

De MIDI-kódok segítségével érintkeznek egy számítógépen belül is a virtuális stúdió elemei, a szoftverszintetizátorok, az effektprocesszorok, és az őket irányító, úgynevezett hostprogramok is; ilyen esetekben ezek a MIDI-kódok ki sem kerülnek egy kábelre, csak virtuális - szoftveres megvalósítású - csatornákon utaznak egyik alkalmazástól a másikig.

2. Hangok, hangszintézis

Ahhoz, hogy a szintetizátorok működését megértsük, szükségünk lesz bizonyos előtanulmányokra magukról a hangokról, illetve a hangok fizikájáról. Mielőtt bárki is megijedne a fizika szó hallatán, jelezzük, hogy e fejezet sem tartalmaz bonyolult elméleti fejtegetéseket, rettenetes matematikai képleteket: megértéséhez csak józan észre és egy kis figyelemre lesz szükség.

Maga a hang nem más, mint a levegő nyomásának ingadozása, kicsit pontatlanabban fogalmazva, a levegő részecskéinek rezgése. Ami ilyen rezgést létrehozni képes, az hangkeltő eszköz (szintetizátorok esetében ezt a szerepet a hangszóró játssza).

E rezgésnek van néhány tulajdonsága, amelyek alapvetően meghatározzák, hogy milyen az a hang, amit hallunk.

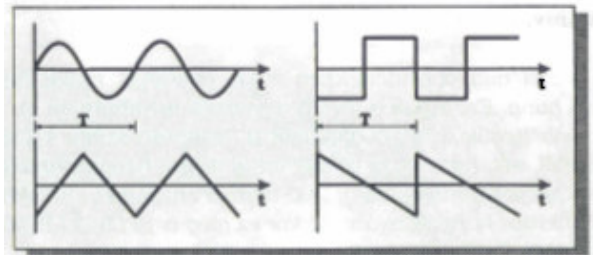
1. Minél nagyobb mértékben ingadozik a levegő nyomása, annál hangosabb a hang. Ezt saját szemünkkel is ellenőrizhetjük a hangszórók membránján: amikor feltekerjük a hangerőt, a membrán szinte kiszakad a helyéről. (Ha rákötjük a 200 wattos erősítőnk a Sokol rádió kis hangszórójára, akkor ez meg is történik.)

2. Minél gyorsabban ingadozik a levegő nyomása, annál magasabb a hang.

A hangokat a fülünkkel fogjuk fel, hogy pontosan hogyan, arról érdemesebb egy anatómiai könyvet elolvasni; itt csak annyit jegyzünk meg, hogy a rezgő levegő a dobhártyát rezegteti, ez pedig továbbadja a rezgést a fülben lévő hallócsontocskákon keresztül (üllő, kalapács, kengyel) a belső fülben található csigának, ami aztán különféle trükkökkel alakítja át a rezgést agyi hullámokká.

A dolgok ott kezdenek bonyolódni, amikor feltesszük a kérdést, hogy mitől is különbözik a trombita hangja a zongorától vagy a klarinétól, hiszen mindhárom hangszer hangját csak a levegő rezgései alkotják. (Itt szúrjuk közbe, hogy nemcsak a levegő rezeghet ám: rezgéstvivő közeg lehet például a víz is. Ha ilyen közeg nincs, akkor hang sincs - a világűrben például kiáltozhatnánk, ahogy a torkunkon kifér, mégis süket csend lenne körülöttünk, leszámítva persze azt az igazán nem mellékes körülményt, hogy levegő híján elég gyorsan megfulladunk.)

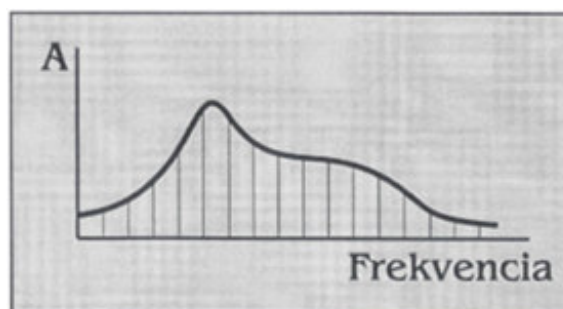
Eláruljuk, a fő kérdés az, hogy hogyan rezegteti meg a levegőt a hang forrása. Egy klarinét esetében például körülbelül négyszög alakúak a rezgés hullámai, egy trombita esetében pedig a fűrészfoghoz hasonlítanak, hangvillánk hangja leginkább szinuszhullámmal rokonítható. De ez még mindig nem minden, mert például a pozan hangja is fűrészfogrezgésnek fogható fel, meg a vadászkürté is, mégis mindenki meg tudja különböztetni őket egymástól.



Nyilvánvaló tehát, hogy a zenei hangoknak vannak egyéb jellemzői is, egyelőre viszont maradjunk még a hullámformáknál. Ezelőtt párszáz évvel egy Fourier nevű úr (ő a matematika nem kis hír művelője volt) arra jött rá, hogy minden rezgés összerakható különböző nagyságú (amplitúdójú) és magasságú (frekvenciájú) szinuszhullámok összegeként. E felfedezés alapján tehát minden hanghoz hozzárendelhetünk egy úgynevezett Fourier-sort, vagyis egy matematikai képletet, amely azt tartalmazza, hogy az adott hang milyen frekvenciájú és milyen amplitúdójú szinuszhullámokra bontható fel. Egy hangvilla hangja például, amely ugye közelítőleg éppen szinuszhullám, csak saját magára bontható fel, ezért tűnik olyan tisztának, de jellegtelennek.

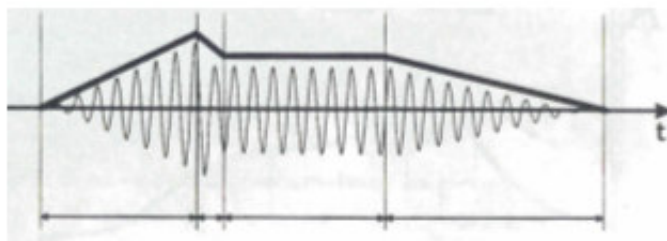
A hangok jellegét ugyanis pontosan azok a magasabb szinuszhangok adják meg, amelyek az alaphanggal együtt szólalnak meg. Ezeket a magasabb frekvenciájú szinuszhullámokat nevezzük felharmonikusoknak.

Egy élesebb hang több felharmonikust tartalmaz, egy tompább hang pedig kevesebbet, a hangszínre tehát alapvetően jellemző annak felharmonikustartalma. Ezeket ábrázolva kapjuk meg a hang úgynevezett spektrumát. A spektrum egy olyan ábra vagy inkább grafikon, amelyen vízszintesen a felharmonikusok frekvenciáját ábrázoljuk, függőlegesen pedig az adott felharmonikus hangerejét.



Az olyan felharmonikusokat, amelyek egy hang alapvető hangszínét meghatározzák, formánsoknak nevezzük. Ennek látszólag semmi értelme, ugyanis minden hangszínnek megvan a maga igen nagy (végtelen számú) felharmonikusa - azonban, ha egy jellegzetes hangzásból elhagyunk egy-két magasabb felharmonikust, attól az a hangszín még szinte alig változik (ha a magashangszín-szabályozót letekerjük a rádiókon, attól még a trombita trombita marad). Azok a felharmonikusok tehát a formánsok, amelyek a trombitát trombitává, a zongorát pedig zongorává teszik.

A zenei hang egy másik fontos jellemzője a megszólalása, illetve lecsengése, elhallgatása. A zongora például élesen szólal meg, és ha a pedált nyomva tartjuk, akkor egész hosszú idő telik el addig, amíg elhallgat. A trombita ezzel szemben szintén gyorsan szólal meg, de



gyorsan el is hallgat, hacsak nem egy visszhangos teremben fújuk meg. A hangerő, a hangszín és a hangmagasság is változik tehát egy zenei hang megszólalása során, és ezek a változások is alapvetően hozzájárulnak ahhoz, hogy egy hangszer hangját felismerhessük. E változásokat egyszerű kis grafikonokkal adhatjuk meg, melyeket burkológörbéknek nevezünk. A burkológörbe vízszintes tengelyén az idő múlását ábrázoljuk, a függőleges tengelyen pedig a változás mértékét. Az itt látható képen például a hangerő változásának burkológörbéjét ábrázoltuk, ennek állítgatására a szintetizátorok mindig tartalmaznak eszközöket.

Amikor elektronikus módszerekkel generálunk hangot, alapvetően két módszert követhetünk: az első esetben különböző rezgéskeltők (oszillátorok), valamint azok hangját befolyásolni képes elektronikus áramkörök felhasználásával szintetizáljuk a hangokat, a másik megoldás szerint pedig már létező hangzásokat rögzítünk (például akár klasszikus hangszereket), és a szintetizátor ezeket szólaltatja meg. A két módszernek külön-külön megvannak a maga előnyei, így manapság mindkettőt használjuk, sőt, rengeteg eszköz van a piacon, amelyek egyesítik a két eljárást, és mindig azt vehetjük elő, amelyik a céljainkat leginkább szolgálja.

Az első módszer a klasszikus értelemben vett hangszintézis, itt a megfelelő oszcillátorokat (hangonként egyet vagy többet) és a többi egységet úgy vezéreljük, hogy azok a kívánt hangot adják. Ehhez csak annyit kell tennünk, hogy a hangzás valamennyi paraméterét be kell állítanunk a megfelelő értékre, és már készen is van egy hangprogram. Egyszerű, nem?

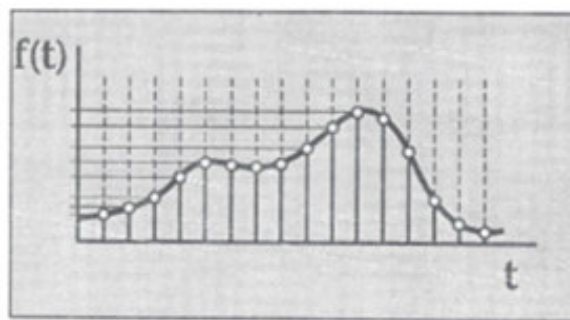
Szerencsére a hangszergyártók azért gondoltak a halandó emberekre is, akiknek nincs se idejük, se türelmük pár száz paraméter beállítására, mielőtt játszani kezdenének egy szintin, ezért a hangszerekbe gyárilag is beírnak bizonyos mennyiségű hangprogramot; ha valakinek valamelyik hang nem tetszik, esetleg új ötlete van, csak akkor kell nekikezdenie a fentiekben vázolt fáradságos munkának.

E módszer nagy előnye a fentiek alapján abban van, hogy egy hangon nagyon sok mindent meg tudunk változtatni, bele tudunk nyúlni, sőt új hangokat is létre tudunk hozni, hátránya viszont az, hogy még az említett pár száz paraméter is kevés ahhoz, hogy igazi klasszikus hangszerek hangját hűen utánozzuk - a szintézisnek ez a formája ezért nagyon alkalmas eszköz elektronikus zenei irányzatokat művelők számára, de nem fogja elnyerni azok tetszését, akik hagyományosabb, akusztikus jellegű hangszereléseket alkotnak.

Az utóbbi igényt elégíti ki viszont a másik módszer, azaz a digitalizált hangok használata. Manapság már óriási hangmintakönyvtárakból választhatjuk ki a nekünk leginkább tetsző, legélethűbbnek tűnő hangszerhangokat, ha pedig nem találjuk meg készen azt, amit keresünk, mi magunk is rögzíthetünk hangot egy mikrofon segítségével. A kész hangmintát ezután csak be kell dobni a mintalejátszó rendszerbe, és ott aztán további feldolgozásnak vethetjük alá (szűrők, effektek stb.)

De mi is ez az egész? Hogyan lehet hangszerek hangját konzerválni, és zenei játékokra alkalmassá tenni?

A hangdigitalizálás folyamata tulajdonképpen nem más, mint egy komplett hangzás digitális információkká, azaz egy jó nagy adag számmá történő átalakítása, és a számhalmaz tárolása. Ez gyakorlatilag úgy zajlik, hogy odaállunk például egy szaxofon elé egy mikrofonnal, és a mikrofon által produkált elektronikus jelet felvesszük egy külön erre célra szolgáló eszközzel vagy számítógépes programmal, a digitalizálóval. Ez a gép felvétel közben



látszólag pontosan úgy dolgozik, mint egy közönséges magnó - bár nincsenek forgó tárcsái -, belülről nézve azonban teljesen mást csinál: miután a mikrofon a levegő rezgéseit elektromos feszültséggel változásaivá alakította, ezután bizonyos, jól meghatározott időközönként mintát vesz az elektromos rezgés folyamatából, azaz rögzíti annak pillanatnyi értékét. Minden egyes ilyen mintavett hangszelet egy feszültségértékkel, azaz egy számmal írható le; ezeket a számokat kell rögzítenünk, és már elő is állt a digitalizált hang.

Nem mindegy persze, hogy milyen pontos felvételt készítünk a hangzsról - minél pontosabb a felvétel, annál élethűbb a hang. Tekintsük például a CD-ket: mint az közismert, ezek szintén digitálisan tárolják a hangokat. Egy fontos jellemző, hogy milyen gyakran nézünk rá a feszültségértékre, azaz, hogy mekkora a két mintavétel között eltelt idő (ami itt az ábrán a vízszintes tengelyen két vonal távolsága). A CD-nél ez az érték 22.6757 mikroszekundum, de nem ezt szokták reklámozni, hanem azt, hogy milyen gyakorisággal, azaz milyen frekvenciával történik a mintavétel - ez a szám a CD-nél 44100 Hz, ami azt jelenti, hogy egy hangból másodpercenként 44100 hangmintát tárolunk el.

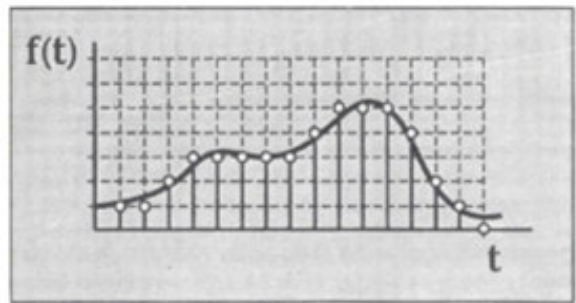
Ennek a misztikusnak tűnő számértéknek megvan a maga oka (több is, de most a legfontosabbat vesszük): a tudatosan érzékelhető hangok a 20 és 20000 Hz közötti frekvenciatartományba esnek (1 Hz, azaz hertz annak a hullámnak a frekvenciája, amelyik másodpercenként egyet rezeg). A kisebb frekvenciájú hangok az alacsonyabb hangok, a nagyobb frekvenciájúak pedig a magasabbak.

Miért kell egy 20000 hertzes hangot (ami már sok ember számára alig, vagy nem is hallható, mert olyan magas hang) 44100 hertzes frekvenciával mintavételezni? Egy Shannon nevű úr adta meg erre a magyarázatot, igaz, hogy ehhez kemény matematikát kellett használnia - nekünk elég annyit megjegyezni, hogy egy hangból egy teljes rezgése alatt legalább két mintát kell vennünk ahhoz, hogy később vissza tudjuk játszani.

Mit jelent ez a gyakorlatban? Hát azt, hogy ha az ember halláshatárának felső végén lévő 20000 Hz-es hangot is szeretnénk visszaadni, akkor ahhoz legalább 40000 Hz-es mintavételi frekvenciát kell használnunk. A CD-k esetében a 44100 Hz pedig valamivel több, mint a minimálisan előírt 40000 Hz, de hogy éppen ennyi lett a szabványos érték, annak történeti okai vannak - az első digitális hangrögzítő berendezések ugyanis stúdióban használatos, U-matic szabványú szalagos videómagnók voltak, ezek képrögzítési képességeit pedig erre a frekvenciára volt a legegyszerűbb alkalmazni.

Ma már sok olcsóbb hangkártyánál és stúdióeszköznél találkozhatunk 96 vagy 192 kHz-es mintavételezési frekvenciával. Látszólag értelmetlenné tűnhet ilyen nagy mintavételezési frekvencia, azonban a hangérzékelés pszichológiája megadja erre is a választ: a tudatos hangérzékelés nem minden, az ember, az érzékelés alanya, bár nem fogja feltenni a kezét, ha egy 20000 Hz-nél nagyobb frekvenciájú hangot hall, egy komplex hangzásban mégis különbséget tud tenni, élethűbbnek érzi a hangzást, ha a 20000 Hz fölötti felharmonikusok is megmaradnak.

A mintavételi gyakorisággal tehát megvolnánk, de hogyan ábrázoljuk az egyes mintavett jelek nagyságát, hogyan alakítsuk át őket számokká? Egy nagyon egyszerű módszer az, hogy az adott elektromos jel nagyságához tartozó feszültséget adjuk meg, mondjuk millivoltban. Valami ilyesmit tesznek a mintavevők is, de hogy pontosan mit, abba ezen a szinten nem érdemes mélyebben belemenni.

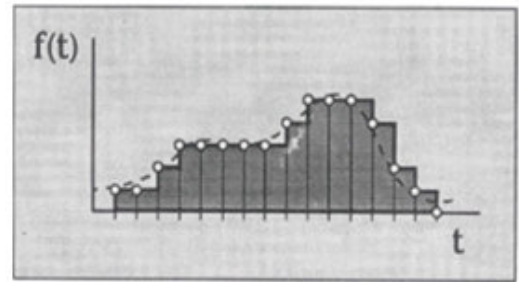


Elégedjünk meg azzal, hogy a különböző jelszintekhez különböző számokat rendel hozzá a mintavevő berendezés, és ezt a folyamatot kvantálásnak nevezzük (ami egyébként gyakorlatilag megegyezik a hétköznapi gyakorlatban kerekítésnek nevezett eljárással). A mintavételezés másik fontos paramétere, hogy a kerekítés mekkora pontossággal történik: minél sűrűbb a négyzetháló a függőleges tengelyen, annál közelebb kerülünk az eredeti feszültségértékhez, és annál élethűbb lesz a felvételünk. A függőleges tengely felbontását bitekben adják meg, és minél nagyobb ez a bitszám, elméletben (és a legtöbbször gyakorlatban is) annál jobb a hangminőség. A CD-k még 16 bites felbontást alkalmaznak, de ma már szinte minden stúdióeszköz 24 biten is képes dolgozni, és egyes eszközökben nem ritka a még nagyobb felbontás.

A nagyobb mintavételezési bitszám azt jelenti, hogy többféle feszültségértéket tudunk majd megkülönböztetni visszajátszáskor: 8 bit esetén (régebben ilyen eszközök is voltak) a négyzetrács függőleges beosztása mindössze 256 vízszintes vonalat fog tartalmazni, 16 bitnél ez megugrik 65 536 vonalra, 24 bittel pedig irgalmatlanul sok, több mint 16 millió vonalat tartalmaz a beosztásunk.

Már csak egyetlen kérdés van hátra, nevezetesen az, hogy lejátszáskor mi történjen két, egymást követő mintavett jel lejátszása. Erre több ötlet is született, a legéletkéesebbek ezek közül a következők:

1. Tartsuk a jelet az előző szinten mindaddig, amíg meg nem jön a következő mintavétel eredménye. (Ilyen áramköröket régebben már a szintetizátortechnika is használt, hivatalosan "sample and hold", azaz mintavevő és tartó áramköröknek hívjuk őket.) Ettől a jel egy kissé lépcsőssé válik, de ez még mindig jobb, mintha nem csináltunk volna semmit, és egy sündisznószerű, tűskés jelet kapnánk. Ez a lépcsős jel azért sokkal jobban hasonlít az eredetihez, ráadásul okos szűréssel le lehet kerekíteni a lépcsők éleit.



Sokakat azonban ez sem elégíti ki, ők azt mondják:

2. Találjunk ki valamit, ami "megsaccolja", hogy nagyjából mekkora lesz a következő jelnagyság, és csináljunk úgy, mintha tényleg az lenne, azaz a két egymást követő mintavétel között tegyünk úgy, mintha már előre tudnánk a következő jelnagyságot, kanyarítsuk a jelet a várható irányba. Ez akkor jó, ha az esetek többségében bejön, egyébként valamivel rosszabb eredményt érünk el, mint az előbb.

A hangot tehát szépen ledigitalizáltuk, és a megfelelő számsorozatot eltároltuk valahol a mintavevő vagy a számítógép memóriájában. Ahhoz, hogy ebből a számsorozatból ismét hallható hang legyen (most már annak a hangszernek a fizikai jelenléte nélkül, amelyikről a hangot leloptuk), egyszerűen az előző műveleteket kell visszafelé megcsinálnunk. A digitális technikából adódóan itt a felvétel sajátosságaiból következő minőségromlásra kívül további minőségvesztés már sohasem lesz tapasztalható, akárhányszor játsszuk le a hangot.

3. A zenei hangok

Evezzünk most egy kissé sekélyebb vizekre, azaz hagyjuk a fizikát. Lássuk, hogyan is épül fel a zene a hangokból!

Arról már volt szó, hogy a hallástartomány 20 és 20000 Hz (Hertz) között van - hogy pontosan hol van az alsó és hol a felső vége, az minden embernél más és más (fiatalabbaknál tágabb, idősebbeknél szűkebb a tartomány). Az viszont, hogy ezen a tartományon belül mely hangokat tudjuk megkülönböztetni hangmagasság szerint, már a zene fogalomtárába tartozik. Az európai zene a zenei hangok egymáshoz viszonyított távolságát illetően úgynevezett félhangokat különböztet meg egymástól (ellentétben például az indiaival, ahol negyedhangok is előfordulnak).

De mi is az, hogy félhang? Ehhez azt kell tudnunk először is, hogy mi az oktáv. Az oktáv nem más, mint a zongorabillentyűkön egymástól nyolc fehér billentyűre lévő két hang közti távolság (erről, pontosabban a nyolcas számról kapta a nevét is: oktáv). Azért ez a magyarázat



nem biztos, hogy kielégítő - van ennél jobb is! Ha például veszünk egy hangot, mondjuk egy 440 Hz frekvenciájút (ez éppen a normál zenei "A" hang), akkor a nála egy oktávval magasabb hang frekvenciája az ő frekvenciájának éppen kétszerese, azaz 880 Hz. Ugyanígy, az alaphangtól egy oktávval mélyebben megszólaló hang frekvenciája az adott hang frekvenciájának fele - jelen esetben tehát 220 Hz.

Most már bevezethetjük a félhang fogalmát - egy oktáv éppen tizenkét félhangból áll. Ezt egyszerűen beláthatjuk, ha leülünk a zongora (vagy akármilyen, billentyűzettel rendelkező hangszer) elé, és megnézzük, hogy az oktávnyi távolságú hangok között mindig éppen tizenkét billentyűt kell lépkednünk, ha figyelembe vesszük mind a fehér, mind a fekete billentyűket.

Hogy miért van ez így, arra egyszerű a magyarázat: a klasszikus zenei hallás ezt találta jónak, illetve: történelmileg így alakult, amihez fülünk egyszerűen csak hozzászokott (az indiaiak pedig a negyedhangokhoz szoktak hozzá, nekik az tetszik). Most már tehát megadhatjuk a választ, egy félhangnyi távolság a zongorán két egymás melletti billentyű (fekete és fehér, vagy két fehér, melyek között nincs fekete) között lévő hangtávolság. Persze ennek is van matematikai megfogalmazása, mégpedig az, hogy ha van egy alaphangunk, akkor a tőle félhangra felette lévő hang frekvenciája (nem tévedés) tizenkettedik gyök kétszöröse ennek.

A teljesség kedvéért azért annyit mondjunk el, hogy az előbbi megfogalmazás csak az úgynevezett temperált hangolás esetében igaz, azaz akkor, amikor az oktávot pontosan tizenkét, egymástól egyenlő távolságra lévő hangra osztják fel. A régebbi időkben többféle hangolás is létezett, például a pithagorasz hangolás, amely, ha nem is sokban, de különbözött a temperálttól (egy-egy hang néhány Hz-cel feljebb vagy lejjebb került) - átlagos fülű ember meg sem hallja a különbséget köztük, hacsak nem éppen egyszerre hall egy ilyen és egy olyan hangolású hangszert (nem kimondottan kellemes élmény).

Eljutottunk tehát addig, hogy most már tudjuk, mi a félhang, és mi az az oktáv. Innen már könnyebb továbbhaladni távolságok szerint: egész hang (két félhang), terc (három vagy négy félhang), kvart (öt vagy hat félhang), kvint (hét félhang), szext (nyolc vagy kilenc félhang), szeptim (tíz vagy tizenegy félhang).

Az ilyen megnevezések, mint a "fekete billentyű", vagy "fehér billentyű", elég esetlegesek, mert a zongorán mindegyikből van elég, a gitáron viszont egy se; a terc vagy a kvint pedig csak hangtávolságokra utal. Ki kellett tehát találni minden egyes hangnak valamilyen nevet: a zongora fehér billentyűit tehát elnevezték az ábécé betűiről.

Ezek a betűk: A, H, C, D, E, F, G. Az angolszász irodalomban (amely a szintetizátorok esetében nagyon fontos, hiszen sok hangszer felhasználói kézikönyve csak angol nyelven olvasható), szintén a dolgok bonyolítása végett, a H helyett a B-t használják. Persze ebben nekik van igazuk a logika szerint, egészen addig, amíg a B-t nem használjuk el másra. Sajnos, mi, magyarok, el fogjuk használni, mégpedig az A és a H közötti félhangot nevezzük majd B-nek.

Arról is szólni kell, hogy honnan is kezdjük a hangok megjelölését. A dolgot tovább egyszerűsítve, csak azért sem az A helyét szokták megadni, hanem a C-ét, ez pedig egy zongorabillentyűzeten annak a billentyűrészletnek az alsó (bal oldali) végén található, ahol csak két fekete billentyű van.

A fekete billentyűket, megint csak az egyszerűség kedvéért, kétféleképpen is el lehet nevezni, attól függően, hogy "felemelt", vagy "leszállított" hangról van szó. A felemelt hangokat keresztes hangoknak nevezik, és az alattuk (tőlük balra) lévő hangok után kapják a nevüket: Cisz (C#), Disz (D#). Fisz (F#). Gisz(G#), Aisz (A#). A leszállított hangokat pedig éppen fordítva, a rájuk következő billent Gesz (Gb), Asz (Ab), és a már említett B, amel (Hb) lenne, ezt azonban nem használjuk. Az a mivel a B-t elhasználták a H jelölésére.



Az igazsághoz azért hozzátartozik, hogy elvileg a keresztes és a bés hangok csak a temperált hangolásnál jelenthetik ugyanazt a hangot, a példaként említett pithagoraszai hangolásnál egy kis különbség van közöttük, csak hogy a zongorán egyedül a temperált hangolást lehet megvalósítani...

A dolgoknak még korántsincs vége, ugyanis oktávból egy zongorán több van, egy átlagos zongorán pontosan nyolc (és még egy kicsi), így az oktávokat is meg kell különböztetnünk egymástól. Ez úgy megy, hogy a zongorabillentyűzet közepén levő C hanggal kezdődő oktávot nevezzük egy vonalasnak, felette (azaz tőle jobbra) a két vonalas, három vonalas és így tovább, alatta (azaz tőle balra) pedig sorrendben a kis, a nagy, a kontra, és a szubkontra oktávok találhatók.

Azt érdemes még megjegyezni, hogy ahhoz, hogy a hangok abszolút helyét meg lehessen határozni, választottak egy alaphangot, ami az egyvonalas, vagy normál A (ki hitte volna), amelynek frekvenciaértéke a mindenkor hangolás referenciaértéke, általában 440 Hz, ehhez a hanghoz hangolnak mindent a fentiekben leírt temperált hangolás szerint.

Ha már a zongora billentyűivel megbarátkoztunk, érdemes egy kicsit a kottaírás és -olvasás rejtelmeivel is foglalkozni, már csak azért is, mert zongorabillentyűk folyamatos rajzolgatásával elég nehéz - bár nem lehetetlen - zenedarabokat papírra vetni.

A kottaírást, akárki is találta ki, öt párhuzamos vízszintes vonal megrajzolásával kezdte. Ezek után a hangokat a vonalakra, illetve a vonalak közé tett kis gombócokkal jelölte. Hogy melyik



hang melyik, az mindjárt kiderül, de ehhez előbb tisztázni kell a kulcsok fogalmát. A kotta (tehát az öt párhuzamos vonal) bal szélére általában kétféle jelet szoktak tenni: az egyiket G-kulcsnak vagy violinkulcsnak hívják, a másikat pedig F-kulcsnak vagy basszuskulcsnak. A G kulcs azt jelzi, hogy az "egyvonalas G" hang az öt párhuzamos vonal közül alulról a második vonalra kerül. Ezt a tényt a G-kulcs tekeredő vége is mutatja azzal, hogy a kacsringós vonal vége utoljára ezt a vonalat metszi el.

Az F-kulcs ezzel szemben azt jelzi, hogy a "kis F" felülről a második vonalra kerül. Ezt jelzi egyébként a kulcs két pontja is, amelyek ezt a vonalat fogják közre.

Az igazsághoz hozzátartozik, hogy létezik még egy kulcs, a C-kulcs, amelyet egészen régi zeneművek kottáin lehet csak látni, ezt a kulcsot ma már nem használják (bár ennek volt a legtöbb értelme, ugyanis ezt oda lehetett tenni a vonalakra, ahová az ember akarta, és az egyvonalas C hang helyét adta meg).

Ezek után jönnek tehát a hangok, azaz az őket reprezentáló gombócok. Az előbbiekből következik, hogy más-más kulcsnál a hangok helye is máshol van, méghozzá úgy, hogy a vonalakra és a vonalközökben kizárólag a zongora fehér billentyűinek megfelelő hangok kapnak helyet, a fekete billentyűknek megfelelő hangokat pedig az adott fehér billentyűs hang elé tett kereszttel (#), vagy bé-vel (b) jelöljük. Értelmszerűen a felemelendő hang elé kereszttel, a leszállítandó elé b-t kell írni.

Ez a két kulcs persze nem véletlenül van így elhelyezve. Tudniillik, ha alaposabban szemügyre vesszük a hangok elhelyezését abban az esetben, ha egy violinkulcsot (G-kulcs) tartalmazó kotta alá egy basszuskulcsot tartalmazó (F-kulcs) kottát teszünk, látszik, hogy az "egyvonalas C" helye a G-kulcs esetében a nulladik vonalra, azaz a legalsó vonal utáni első pótvonalra kerül, míg az F-kulcs esetében a hatodik vonalra, azaz itt is az első pótvonalra kerül, csak hogy itt nem lefelé, hanem felfelé. Ez tehát az értelme annak, hogy miért tettük a két kottarészt egymás alá, ugyanis az alsó vonalsoron elinduló hangskálát minden további nélkül, egy pótvonal közbeiktatásával lehet folytatni felfelé.

Továbbmenve, nyilvánvalónak látszik, hogy ha elfogy az öt vonal, alkalmazhatunk pótvonalakat tetszés szerinti számban felfelé is, lefelé is, és azt is megtehetjük, hogy nemcsak két kottasort illesztünk egymás alá, hanem akárhányat. A két egymás alatt lévő kottasor leginkább a zongoránál használatos, a felső a jobb kéz játékát, az alsó pedig a bal kéz játékát mutatja. A sípos orgonák kottáinál viszont három kottasor van egymás alatt, a legfelső (általában G-kulccsal) a zongorához hasonlóan a jobb kéz számára, a középső (általában F-kulcsos) a bal kéz számára, a legalsó (szintén F-kulcs) pedig a pedálszámára van fenntartva. Ezt az egészet azután lehet fokozni, tíz-tizenöt kottasorig, így kapjuk a nagyzenekari partitúrákat. Itt azért már illik odaírni az egyes kottasorok elé, hogy melyik hangszer játékára vonatkozik, különben senki sem ismeri ki magát rajta.

Az egész fölé-alárendelődésnek egyébként az a lényege, hogy az így "összehuzalozott" (illetve bajusszal összekapcsolt) kottasorokat egyszerre kell olvasni - így már érthető az is, hogy egy karmester dolga nem is olyan egyszerű. Felülről lefelé, keresztben-hosszában egyszerre kottát olvasni nem kis teljesítmény! A nem összehuzalozott kottarészleteket pedig természetesen egymás után kell olvasni, ez ugye kézenfekvő...

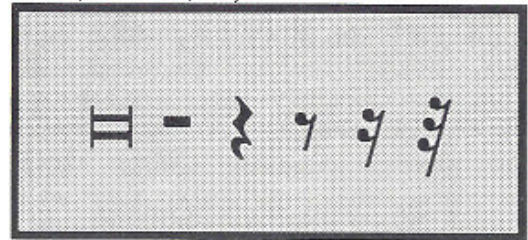
Most lássuk, hogy a kották írásánál hogyan ábrázolják a zene ritmusát. Ehhez alapvetően három



eszköz áll rendelkezésre. Az első az úgynevezett előjegyzés, ami azt adja meg, hogy milyen lesz a zenedarab üteme. A második eszköz az előjegyzéshez tartozó ütemvonal, ami a kottában úgy jelenik meg, hogy megfelelő számú hangjegy után egy függőleges vonalat húzunk, mintegy lezárva az ütemet. A harmadik eszköz pedig maguknak az egyes hangjegyeknek a megszólalási hosszát adja meg. Ezekről a jelekről lehet megállapítani, hogy egy hang "hány negyedek". A leghosszabb hang az egész, ami négy negyednek felel meg, és egy olyan gombóccal jelöljük, ami belül üres. Ezután következik a félhosszú hang, ami hasonlít az előző jelöléshez, csak hogy a hangjegynek van egy szára is. A következő hossz a negyed, amely teli gombóc szárral, majd a nyolcadhang. Ez olyan, mint a negyed, de neki van egy kis zászlócskája is, vagy ha több nyolcadot ábrázolunk egymás után, akkor a zászlók nem zászlók, hanem összekötő vonalak.

A következő lépés a tizenhatodhang, amely hasonlít a nyolcadhoz, csak hogy nem egy, hanem két egymás alatti zászlócskája van. Ebből következőleg a harminckettednek három, a hatvannegyednek négy zászlócskája van és így tovább. Ugye, milyen egyszerű!

Most már visszatérhetünk az előjegyzéshez, amely azt mondja meg, hogy egy ütemben (tehát két függőleges vonal között) hány darab és milyen hosszúságú hangnak kell lennie. Egy ütemben nem lehet se több, se kevesebb hang, mint amit az előjegyzés előír. Ha mégsem kell hangnak megszólalnia bizonyos helyeken, akkor oda a megfelelő hosszúságú szünetjelet kell kitenni (természetesen abból is létezik egész hosszú, fél hosszú stb.).



Maga az előjegyzés közvetlenül a kulcs után foglal helyet, és két, egymás alatti számból áll. A felső szám (mint a közönséges tört számlálója) azt adja meg, hogy egy ütemben hány hang lehet, az alsó szám (a nevező) pedig azt, hogy hányad hangokra vonatkozik, amit a számláló megadott. Például a két-negyedes előjegyzés egy ütemen belül pontosan két negyedhang-hosszúságot enged meg, a három-nyolcad pedig három nyolcadhang-hosszúságú hangot.

Azért itt is vannak megszorítások, például az, hogy a számlálóban nem lehet 1, illetve a nevezőben csak 4, 8, vagy 16 állhat.

A hangok magasságát és ütemét (hosszát) tehát ily módon tudjuk már ábrázolni, csak a hangerő és néhány egyéb finomság jelölésére van még szükségünk (ilyenek a portamento, vagy a glissando). Ezek közül most csak a hangerőt vegyük szemügyre. A zenében általában a hangos (forte) és a halk (piano) különböző fokozataival jelöljük a hangerőt. A hangos fokozatai: forte (f), fortissimo (ff), fortississimo (fff). A halk fokozatai: piano (p), pianissimo (pp), pianississimo (ppp). Ezeket a jeleket valahol az öt párhuzamos vonal alatt, illetve fölött szokták elhelyezni, és onnantól kezdve kell őket figyelembe venni, amelyik hangjegynél előfordulnak (csakúgy, mint a KRESZ-ben a sebességkorlátozást, ami rögtön a táblától érvényes). Ehhez az egészhez járul még az, hogy egy zenedarabon belül lehet halkítani (decrescendo), vagy hangosítani (crescendo) is, amit elnyújtott kisebb/nagyobb jellel jelölnek, vagy egyszerűen csak odaírják, hogy "cresc.", vagy "decresc.".

Manapság egyre kevesebb szükség van a kottára; bárki használhat dalszerkesztő programot úgy is, ha minderről fogalma sincs. Ezek a programok sokkal egyszerűbb és kézenfekvőbb jelöléseket használnak, de a klasszikus zenét tanultak kedvéért megtalálható bennük a kotta is. Igazság szerint - főleg a könnyűzenében - jól meg lehet lenni kottaolvasási képesség nélkül is, számos nagy sztár, például John Lennon vagy Bob Dylan sem ismerte a kottát...

4. Szintetizátorok

Mielőtt megvásárolnánk egy szintetizátort, meg kell, hogy nézzük, mit is tud. Ahhoz azonban, hogy ezt el tudjuk dönteni, jó, ha már előre megismerkedünk néhány fogalommal, illetve, hozzájuk kapcsolódóan a szintetizátorok általános kezelőszerveivel.

Kezdjük talán az elején, az analóg szintetizátoroknál. Arról már volt szó, hogy egy-egy komolyabb analóg szintetizátor szobányi területet foglalt el régebben. De mik is voltak valójában ezek a nem kis helyigényű berendezések, és hogyan lehetett kezelni őket?

Az első és legalapvetőbb dolog, ami a szintetizátort hangszerré tette, és teszi ma is, az az, hogy emberi beavatkozással zenei hangot tudunk csiholni belőle. Ennek leggyakoribb (de nem kizárólagos) eszköze a zongoráéhoz hasonló billentyűzet. Az első Moog szintetizátorokon még nem volt hosszú, legfeljebb csak egy négy oktávós billentyűzet, egyes modellek pedig fémszalagot (úgynevezett ribbon controller) is tartalmaztak a billentyűzet mellett, vagy helyett. Ezt a fémszalagot, mint a gitár (vagy inkább, mint a hegedű) húrját kellett lefogni, és a szintetizátorból megszólaló hang magassága attól függött, hogy hol fogtuk le a szalagot.

Történtek próbálkozások más hangmagasságvezérlő eszköz alkalmazására is, ilyen volt például az érintőfóliás billentyűzet, amely elrendezésében igencsak hasonlított a zongorabillentyűzethez, azonban nem kellett leütni, elég volt csak az ujjainkal hozzáérni. Egy biztos, eléggé sajátos játéktechnikát követelt meg használatától...

Napjainkra letisztulni látszanak a dolgok olyan értelemben, hogy a szintetizátorok a hagyományos hangszerekhez szokott zenészek játékához alkalmazkodnak, tehát súlyozott zongora-, vagy orgonabillentyűik vannak, gitárinterfészt használva a húrok pengetésével is játszhatunk már szintiszólamot, de - horribile dictu! - szaxofonszerű eszközt fújva, vagy hegedű segítségével is tudunk már elektronikus hangkeltőket vezérelni (a dobokról már nem is beszélve).

Térjünk egyelőre vissza a klasszikus analóg szintetizátorokhoz. A billentyűzet az egyik legegyszerűbb eszköz volt a kezelőpulton, ezt minden zenész ismerte, és általában játszani is tudott rajta; nem így az összes többi tekerentyűn, potméteren, jackdugón, és ezer más elektronikus szörnyűségen. Nem véletlenül írták többször is a nagyobb Moog moduláris szintetizátorokról, hogy a zenészen kívül még két mérnökre is szükség van a vezérléséhez. Ezekről az elektronikus kezelőszervekről csak annyit, hogy általában az oszcillátorok, szűrők, burkológörbe-generátorok, illetve az ezeket megfelelő rendszerbe rendező kapcsolómátrixok beállítására szolgáltak. Az egész stúdió, ahol egy ilyen monstrum tartózkodott, egy régebbi telefonközpont-hoz hasonlított.

Aki bement, annak vigyáznia kellett, nehogy belegabalyodjon a kábelek erdejébe...



A technika fejlődésével ezek a moduláris felépítésű, ezerféleképpen összehuzalozható szintik is leegyszerűsödtek, már ami a kezelőszerveket illeti (emellett belül természetesen sokszor jóval bonyolultabbak lettek). A mai szintetizátorok többségére már valamiféle egységesebb kezelőszerv-kiosztás a jellemző, melyen belül azért lényeges különbségek vannak, de a rendező elv nagyjából ugyanaz.

A szintik billentyűzete manapság általában öt oktáv (61 billentyű), de egyes igényesebb darabok hat és fél (76 billentyű), vagy nyolc oktávósak (88 billentyű), ez utóbbi a klasszikus zongorabillentyűzet hosszának felel meg.

A billentyűk kivitele lehet egyszerű rugós, vagy súlyozott, illetve az angol- vagy bécsimechanikás zongorákat utánzandó, kalapácsmechanikás. Annak, aki zongorázni tanult, elég furcsa a hagyományosan rugós szintetizátorbillentyűzeten játszani, ugyanis túl könnyű leütni - aki viszont orgonán játszott, vagy rögtön a szintetizátoroknál kezdett, annak a nehézkes, és az ujjaktól komoly fizikai munkát követelő zongorabillentyűzet okoz gondokat. Nem véletlen tehát, hogy a nagy gyártók párhuzamosan gyártanak ilyen is, meg olyat is. Azt azért érdemes megjegyezni, hogy a mglehetősen bonyolult zongoramechanika utánzása az adott szintű árban is keményen megmutatkozik...

Ha már a billentyűzeteknél tartunk, hadd szóljunk néhány szót a billentés dinamikájáról is. A legegyszerűbb szintetizátorok nem érzékenyek arra, hogy a játékos milyen erősen és milyen gyorsan üti le az adott billentyűt. Ez azt jelenti, hogy akkor is ugyanolyan erősen szólal meg a hang, ha éppen csak megérintem a billentyűt, és akkor is, ha teljes erőből rácsapok. Ezek a billentyűk tehát nem leütésérzékenyek, más szóval nem dinamikusak. Ezekhez képest óriási előrelépést jelent - a ma használatos keyboardok többsége ebbe a kategóriába tartozik - a billentésérzékenység megvalósítása a billentyűzeten. Ez, az előzőekkel ellentétben, azt jelenti, hogy minél erősebben ütjük le az adott hangot, az annál hangosabban vagy gyorsabban szólal meg, attól függően, hogy mire lett a hang programozva. Természetesen ez csak bizonyos határok között értendő: ha nagy erővel rávágunk a billentyűre, vagy ha ráejtünk egy ötkilós súlyt, hangerőkülönbséget már nem fogunk érezni, legfeljebb annyi történik, hogy kitörik a billentyű, és vehetünk új hangszert.

Még további előrelépés az előzőekhez képest, ha egy szintetizátor billentyűzetébe beépítik azt a funkciót, hogy legyen érzékeny a már leütött billentyűre nehezedő további nyomás nagyságára is (after touch). Mit értünk ezen? Arról van szó, hogy már lefoglunk egy akkordot a szintin, és az szól valahogy. Ezek után még jól ránehezedünk a billentyűkre, és ha ezzel elérjük mondjuk azt, hogy a leütött akkord még hangosabban szól, vagy például a vibrató mélysége megváltozik, akkor ez a billentyűzet fel van szerelve a fent vázolt fegyverrel. Ennek a nyomásérzékenységnek két változata létezik. Az egyik úgy működik, hogy a billentyűzet kiátlagolja az összes leütött billentyűre nehezedő nyomást (vagy a legerősebb billentyűre ható nyomást veszi), és minden leütött hangot ezzel az erősséggel befolyásolhatunk. Ezt hívjuk úgy, hogy "csatorna" nyomásérzékenység (channel after touch).

Ennél már csak az a jobb, ha a billentyűzet minden egyes billentyűjére külön érzékeli a nyomáserősséget, és a hangok így is szólalnak meg; amelyik billentyűre nagyobb nyomás nehezedik, az másképp szól, mint amelyekre kisebb. Ezt hívjuk "polifónikus" nyomásérzékenységnek (polyphonic after touch).

Amikor a digitális, MIDI-s szintetizátorok elterjedtek, természetesen, aki csak tehette, rengeteg, minél többféle hangszínt szeretett volna magáénak tudni, ezért betárazott magának egy halom hangszert, aminek a felét sohasem használta, csak a hangjait



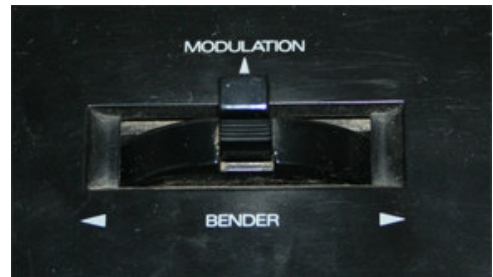
(MIDI-n keresztül), így a szintetizátorbillentyűzetek jó része kihasználatlan maradt (pedig akkoriban a szintű árának nem kis részét pont a billentyűzet tette ki). Ezért kezdtek a gyártók komolyabban foglalkozni azzal a gondolattal, hogy billentyűzet nélküli szintiket, úgynevezett hangmodulokat, vagy, ahogy a zenészek szlengejében mondani szokás, "agyakat" gyártsanak. Ezeket az agyakat azután már csak MIDI-n keresztül lehet megszólaltatni, lenyomható billentyűjük egy sincs.

Kézenfekvő ezek után viszont a másik megoldás is: készítsünk hangok nélküli billentyűzetet, amely viszont csak a MIDI vezérlőüzeneteit adja ki az arra érdemesített agynak vagy agyagnak. Ezt az "üres" billentyűzetet mesterbillentyűzetnek, angolul master keyboardnak hívjuk. A szintetizátort így gyakorlatilag két alkotórészére választottuk szét, most már nemcsak logikailag, hanem fizikailag is.

Vegyük akkor sorra egy szintetizátor főbb kezelőszerveit (a billentyűzetet most már leszámítva)! Ami manapság minden szintetizátoron megtalálható, általában a billentyűzettől balra, az a hanghajlító kerék (pitch bend wheel vagy pitch bender). Ez arra jó, hogy a leütött hangot (a billentyűt nyomva tartva) felfelé, vagy lefelé folyamatosan elhangoljuk, azaz a hangot "nyávogtassuk". Ez a kerék állhat függőlegesen vagy lehet vízszintes elhelyezkedésű is, de ilyenkor van a közepén egy kis nyúlvány, amelybe a nyávogtatáshoz belekapaszkodhatunk.



A következő eszköz, ami a szintiken szinte mindig előfordul, a modulációs kerék (modulation wheel). Ezt időnként egybeépítik a vízszintes pitch benderrel úgy, hogy ha az előbbieken említett nyúlványnál fogva a kereket felfelé nyomjuk (nehogy letörjön!), akkor kezd működni a moduláció. A másik eset az, amikor a függőleges pitch bender kerék mellett párhuzamosan van elhelyezve a modulációs kerék is. Hatása a következő: a kerék forgatásával egyre erősödő vibrató (esetleg más, periodikus) effektust adhatunk a leütött hanghoz vagy hangokhoz.



Ezzel a szintetizátorok egységes kezelőszerveiről szóló részt be is fejezhetnénk. mert ami innen következik, az gyakorlatilag minden típusnál más, de az előzőekben említett rendező elveket figyelembe véve. A szintetizátoron tehát a fentiekén kívül van jópár ezer gomb, melyeknek funkcióját vagy a gomb feliratáról, vagy a kézikönyvből tudhatjuk meg, és van még több-kevesebb toló- és/vagy forgópotpméter. A mai szintetizátorok többségén ezen felül van még egy kisebb vagy nagyobb grafikus LCD-képernyő, háttérvilágítással, hogy a koncert sötétjében is lehessen látni a feliratokat.



A hangszerek ma már nagyon intelligensek, szép és bonyolult menük megjelenítésére alkalmasak, melyekkel sokkal egyszerűbb az emberi beavatkozás, de egy mindentudó hangszer esetében ember legyen a talpán, aki hirtelen kiismeri magát a menük között.

A kezelőszerveken túllépve, foglalkozzunk először a hangmodulok (vagy, ha úgy tetszik, agyak) sajátosságaival, majd pedig a mesterbillentyűk egy-két funkciójával.

A mai hangmodulokra alapvetően jellemző a hangképzés módja - erről korábban, elméleti szinten volt már szó: hangszintézis vagy digitalizált hangok, esetleg mindkettő -, a polifónia fok, a multitimbralitás foka, valamint a tárolható hangprogramok száma.

A polifónia azt jelenti, hogy egyszerre hány hangot tud megszólaltatni az adott hangmodul. A régi analóg szintetizátoroknál már volt szó arról, hogy azok általában csak egy, később néhány hangot tudtak megszólaltatni egyszerre. Nos, a mostani agyakkal már nem is érdemes foglalkozni 16 fokú polifónia alatt.

Ha ennél több is van, annál jobb, de a 16 elvárható még akkor is, ha tíz ujjunkkal egyszerre csak tíz hangból álló akkordot tudunk lefogni; mi van akkor, ha rákönyökölünk a billentyűzetre?

1992-ben a 16-os polifónia tényleg épphogy elterjedt, ma, 2006-ban azonban már 64-es, 128-as vagy 256-os polifóniákkal találkozunk - ha egyáltalán korlátozzák. Egyes szoftverhangszerek ugyanis tetszés szerinti mennyiségű hangot megszólaltatnak egyszerre, csak az alatta dolgozó számítógéphardver teljesítőképességén múlik a dolog...

A multitimbralitás azt jelenti, hogy egyszerre, egy időben hányféle hangszínt tud az adott agy produkálni hangválasztékából. Ez akkor sarkalatos kérdés, ha mondjuk egy dalszerkesztő MIDI-n keresztül vezérli az agyat, és mondjuk egy nagyzenekari művet, vagy bármilyen többszólamú, több hangszerre írt darabot szeretne megszólaltatni.

Ezek után új értelmet nyer a polifóniafok is, ami az összes hangszínen egyszerre megszólaló hangok számára vonatkozik. A 16-os polifóniafok így nemhogy soknak, hanem egyenesen szegényesnek tűnik, mondjuk, egy Beethoven vagy Wagner által írt zenekari mű lejátszásához...

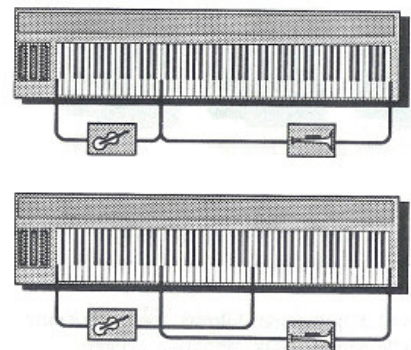
A hangszínek számosságáról mint jellemzőről nem érdemes sokat beszélni. Egyrészt már volt szó róla a General MIDI kapcsán, másrészt pedig: minél több, annál jobb... A Yamaha DX7 32 darabos hangszínekészlete ma már kissé kevésnek tűnik, de egy igazi samplerhez, vagy egy memóriakártyákkal bővíthető hangmodulhoz sokan több ezer darabos hangszínválasztékot is összegyűjtenek...



Bizony, nem olyan régen ilyen kártyákat kellett venni, ha tisztességes méretű hangszínparkot akartunk üzemeltetni hangszerünkön... Ma irdatlan méretű memóriája, és/vagy merevlemeze van a hangszereknek, a szoftverhangszerekről nem is beszélve, így a kártyázásnak befellegzett...

A fentiekén kívül a hangmoduloknak még számos egyedi jellemzője van. Csak néhányat vegyünk: ma már például mindegyiktől elvárható, hogy a szubkontra C-től az ötvonalas C-ig minden hangmagasságot meg tudjon szólaltatni. Jó dolog, hogy ha játék közben hangprogramot váltunk, a váltás előtti utolsó akkord nem hallgat el a hangszínváltás pillanatában, hanem teljesen kicseng. Lényeges, a multitimbralitással is összefüggő adat az, hogy a hangmodul hány MIDI-csatornát tud kezelni. Erről nemsokára részletesebben is beszélünk...

Foglalkozzunk most akkor a billentyűzetek egyéb funkcióival. Volt szó a leütés- és nyomásérzékenységről, valamint a billentyűzet mechanikájáról és oktávjainak számáról. További lényeges tulajdonság, különösen a rövidebb billentyűzetek esetén, hogy a billentyűzet logikailag eltolható-e. Ez azt jelenti, hogy az egyvonalas C ezentúl nem az eddigi megszokott helyén fog megszólalni, hanem mondjuk egy oktávval lejjebb, vagy netalán egy kvinttel feljebb. Lényeges lehet még, hogy az adott billentyűzet logikailag megosztható-e (split), ha igen, akkor hány darabra (szegmensre), illetve, hogy az egyes szegmensek átlapolhatók-e. A logikai megosztás azt jelenti, hogy például az alsó két oktávon basszusgitárhangot szeretnék, a felső három pedig zongorát, vagy éppenséggel nylonhúros gitárt. Az átlapolás ezzel szemben azt teszi, hogy átfedés van az alsó és a felső rész között, mondjuk úgy, hogy a középső oktávon egyszerre szólal meg mindkét beállított hangszer.



E fejezet végén hadd szóljunk pár szót a dobgépekről és a gitárszintetizátorokról is. A dob gép tulajdonképpen szintén egy szintetizátor, illetve inkább egy hangmodul. Az esetek többségében ez a hangmodul ki van egészítve egy, a ritmus bevitelére alkalmas gombkészlettel is, valamint általában van rajta egy ütemszabályozó potméter vagy gomb is, amivel a bevitt, vagy előregyártott ritmusok tempója szabályozható. A most kapható dobgépek már legalább 50-100 beépített dobhangot tartalmaznak, melyeket, akár csak a szintetizátorok esetében, megváltoztathatjuk, átírhatjuk. Megjegyzendő, hogy egész sor szintetizátorba gyárilag beépítenek valamiféle dobgépet, ezeket általában a vendéglátós zenészek, egyszemélyes zenekarok használják (pl. Yamaha PSR-sorozat, Roland E-sorozat), de a professzionális szintik is tartalmaznak egészen sok esetben - legalább a hangkészlet szintjén - dobokat.



Dobok esetében a billentyűzet funkcióit a dobvezérlők láthatják el. Ezek közös jellemzője, hogy ütőfelületek vannak rajtuk, saját hangjuk (a gumi koppanásán kívül) általában nincs, viszont MIDI-n keresztül dobgéphez vagy bármilyen más, MIDI-s hangkeltő eszközhöz csatlakoztathatjuk őket. Ezek után a zenésznek olyan elektronikus dobkészlet áll rendelkezésére, amilyen hangokat az ütőfelületekhez kíválaszt. A fejlettebb dobvezérlők már azt is megkülönböztetik, hogy a felületet hol üttették meg (az ütéserősség érzékelése amúgyis alapkövetelmény már az egyszerűbbeknél is). Ma már cintányérokat, lábcint is tudnak elektronikus ütőfelületekkel modellezni,



seprőt is lehet használni, és érzékeny a tányér arra is, ha kézzel megfogják, tehát a dobos majdnem úgy játszhat egy elektronikus dobkészleten, mintha hagyományos dobokat ütné.

A gitárszintetizátorokról szólva, az előbbieken alapján könnyen kitalálható, hogy itt is egy normális szintetizátormodulról van szó, csak a vezérlést kellett egy kissé másképpen megoldani. Azt tudjuk, hogy egy gitárhangszedő (pick-up) nem hajlamos arra, hogy szabványos MIDI-üzeneteket küldjön, csak a gitár saját hangját tudja elektronikus rezgésekké alakítani; a problémát a gitárszintetizátorok átalakítóinak kell megoldani. Ezek egyenként figyelik a húrok rezgését, és ebből valamilyen úton-módon az adott gitárszintetizátor hangmodulja számára ehető formátumú információt állítanak elő.

Az alapvető problémát az okozza, hogy egy gitáron egyszerre általában nem egy húr szól, ezért külön, egyenként kell figyelni a húrokat. Egy húr azért - hála istennek - egyszerre csak egy hangon képes szólni, tehát egy gitárt egy hatos polifóniával rendelkező szintetizátornak is tekinthetjük (hathúros gitárról beszélve, persze). Ezek után már el lehet képzelni, hogy egy gitárszintetizátor mire képes, lenyűgöző tud lenni, amikor a gitáros lefog egy akkordot, és egy templomi orgona hangján szólal meg. A kívánt hangprogramot - amely akár húronként más lehet -, általában lábkapcsolókkal is be lehet állítani.

5. A MIDI-kapcsolat

Az első fejezetben szó volt arról, hogy a MIDI egy olyan szabvány, amely hangszerek vezérlését teszi lehetővé. Lássuk, hogyan is valósul ez meg a gyakorlatban!

A MIDI fizikai mivoltában nem más, mint egy pár kábel, amely a szintetizátorokat és a kiegészítő egységeket összeköti egymással. A legegyszerűbb esetben két szintetizátort kötnek össze vele, bonyolultabb felállásokban pedig egész csoport hangkeltő és vezérlőszekentyű összekötésére is használhatjuk.

Mostanában bonyolultabb, de mégis, egyben sokkal egyszerűbb is az élet. MIDI-üzenetek ma már nemcsak MIDI-kábeleken utazhatnak készüléktől készülékig, hanem számítógépes USB-kábeleken keresztül is, aztán vannak olyan megoldások is, ahol kábelre nincs is szükség, a levegőben, rádióhullámokon juttatjuk a MIDI-jeleket célpontjuk felé, és bizony még egyetlen számítógépen belül két különböző program is kommunikálhat egymással MIDI-nyelven - utóbbi esetben szoftveres illesztőfelületek adják-veszik a MIDI-üzeneteket (szerencsére erről nekünk nem sokat kell tudnunk).

Azt, hogy egy szintetizátor MIDI-s, azaz alkalmas MIDI-üzenetek adására vagy vételére, legegyszerűbben onnan dönthetjük el, hogy megnézzük a hátulját. Ha látunk rajta két vagy három darab ötpólusú DIN csatlakozóaljazatot, akkor minden valószínűség szerint az adott szint rendelkezik MIDI be- és kimenettel.



Miért van egy szintin több MIDI-csatlakozó? Az egyik csatlakozó a kimenő MIDI-üzenetek továbbítására szolgál (MIDI OUT), egy másik pedig a bejövő MIDI-üzenetek fogadására (MIDI IN). A kimenő üzenetek azok, amelyeket az adott szint kiad más MIDI-s egységnek (például egy másik szintnek vagy hangmodulnak), általában akkor, amikor vezérlésre használjuk. Ilyenkor a szint a mesterbillentyűzet funkcióját tölti be. Ugyanez fordítva, a bejövő üzenetekre úgy vonatkozik: ilyenkor a szintet vezérli egy másik egység, ekkor a szint agyát, azaz hangmodulját használjuk, vagyis kívülről vezéreljük.

A legtöbb szintin van egy harmadik fajta MIDI-csatlakozó is, a MIDI THRU, ennek az a funkciója, hogy a beérkező MIDI-üzeneteket továbbküldje egy harmadik egység felé, mindenféle változtatás nélkül. Ennek a csatlakozónak akkor van jelentősége, ha kettőnél több szintet fűzünk fel egy MIDI-láncre, egymás után.

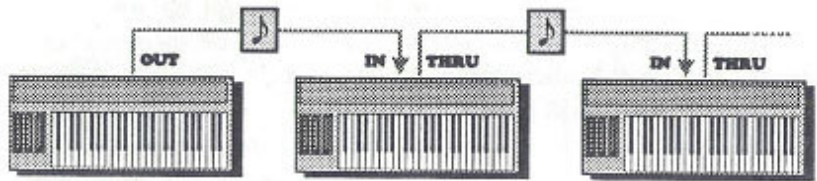
Rögtön felvetődik az a kérdés, hogy ha több szintet kötünk össze MIDI-vel, akkor a mesterbillentyűzeten (vagy a vezérlőnek kinevezett, a lánc legelején lévő szintetizátoron) leütött hang mindegyik vezérelt szintin meg fog szólalni? Mi értelme így az egésznek? E helyzet megoldását szolgálják a MIDI-szabványban a csatornák. A csatornák tizenhatan vannak, és hasonlatosak a tévécsatornákhöz, mégpedig annyiban, hogy csak látszólagosan léteznek. Arra való, hogy egyetlen MIDI-kábelben keresztül több szintet is meg tudjunk külön-külön "címezni". A címzés abból áll, hogy mindegyik sorba kötött szintin valamilyen menüparancson keresztül megadjuk, hogy mondjuk a 7-es MIDI csatornán érkező üzeneteket tekints úgy, hogy azok neki szólnak, a többit pedig engedje el a füle mellett, azaz ne hajtsa végre, viszont engedje át a MIDI THRU csatlakozón keresztül a többi egység felé. Szintink tehát szorgosan figyeljük és elemzük a beérkező üzeneteket, és ha olyat talál köztük, amely a fentiek szerint neki szól (vagyis az ő csatornaszáma van belekódolva), akkor azt feldolgozza - például megszólaltat egy egyvonalas C-t az üzenetben megadott hangerősséggel.

Egy másik szintinek ugyanezen a kábelén szinte ugyanabban a pillanatban (ez nem teljesen igaz, vigyázzunk - a MIDI-üzenetek szépen libasorban tudnak csak közlekedni, viszont nagyon gyorsak...) szóló üzenet ugyanakkor esetleg azt mondja, hogy jó volna egy kicsit modulálni a hangokat, egy harmadiknak pedig azt, hogy oké, most már abba lehet hagyni a kétvonalas C lejátszását. Tehát mindenféle üzenetek keveredhetnek ugyanazon a zsinóron, és minden szinti okosan kiválogatja belőle a neki szólókat. Azokat az üzeneteket, amiket pedig egy szinti úgy talál, hogy nem kell végrehajtani, azt is továbbengedi a többieknek THRU csatlakozóján, hátha lesz valaki, aki hasznosítani tudja majd.

Az előbb leírtakból az is következik, hogy egyszerre, egy időben összesen maximum tizenhatféle hangszert (vagy más eszközt) lehet megcímezni egy kábelén.

Nézzük tehát, hogy is lehet összekötni a MIDI-s eszközöket egymással! A MIDI-csatlakozások (MIDI IN/OUT/THRU) úgy vannak kitalálva, hogy láncot lehessen alkotni az egyes MIDI-eszközökből. Ezen a ponton már érdemes elvonatkoztatni attól, hogy egy-egy MIDI-s eszköz éppen szintetizátor, vagy dob gép, vagy hangmodul - elég, ha ezeket az eszközöket úgy fogjuk fel, mint az úgynevezett fekete dobozokat, annyi csak a közös jellemzőjük, hogy van rajtuk bemeneti (MIDI IN), kimeneti (MIDI OUT) és átmenő (MIDI THRU) csatlakozó. Az egyszerűség kedvéért tekintsük azt az esetet, amikor mindegyik csatlakozóból eszközönként csak egy van. Ekkor láncba kapcsolhatjuk az egységeket, úgy, hogy az első egység (ez lesz a vezérlő) kimenetét (MIDI OUT) rákötjük a következő egység bemenetére (MIDI IN), majd ennek az egységnek az átmenő csatlakozóját (MIDI THRU) rákötjük az utána következő bemenetére (MIDI IN), és így tovább.

Nézzük meg ennek az összekötésnek a működését! Amikor a vezérlőeszköz valamilyen MIDI-üzenetet küld ki, az nyilvánvalóan az összes további MIDI-s



egység bemenetén megjelenik, hála az átmenő (MIDI THRU) csatlakozónak. A vezérlő MIDI-eszköztől folyamatosan jövő jeleket minden vevő külön-külön értelmezi, illetve megnézi, hogy neki szól-e egy-egy parancs. Ha nem, akkor nem csinál semmit. Ha igen, akkor értelmezi és végrehajtja a parancsot.

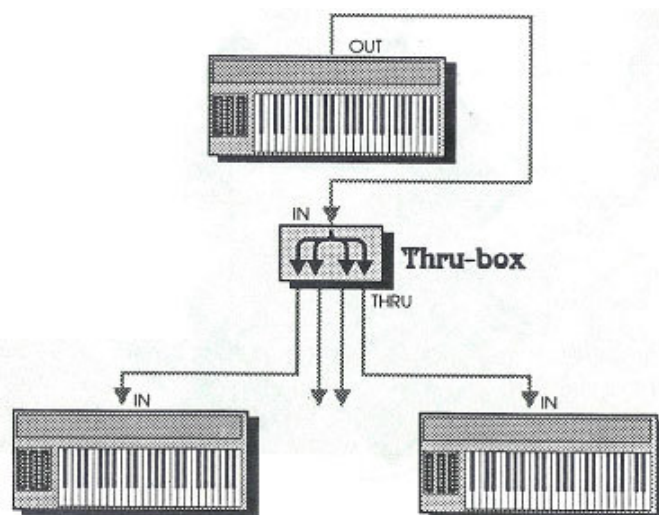
Az előbbi egyszerű példa alapján úgy tűnhet, hogy egy egység csak egy meghatározott MIDI-csatornára lehet "hangolva", és egy csatornán pedig csak egy egység szólalhat meg. Ez nincs mindig így, a legtöbb hangszer már elég régóta nyolc-tizenhat MIDI-csatornát kezel egyszerre, úgy, hogy minden csatornára külön hangprogramot lehet beállítani (erről már volt szó, ez a multitimbralitás), mintha csak több hangszer lenne egy dobozban.

A szintiket többnyire olyan üzemmódba is be lehet állítani, hogy válogatás nélkül minden csatorna jelét vegyék, és ugyanúgy szóljanak minden csatornán. Ez az OMNI üzemmód, használatának akkor van értelme, ha csak egy hangszer veszi az üzeneteket, és nem akarunk a csatornaszámmal bajlódni.

Megtehetjük azt is, hogy ugyanarra a MIDI-csatornára állítunk több agyat, szintit, miegymást, ilyenkor uniszónóban játszhatunk több hangszeren, azaz egyszerre több hangszer fogja dalolni a dallamot, amit MIDI-üzenetek formájában beléjük juttatunk.

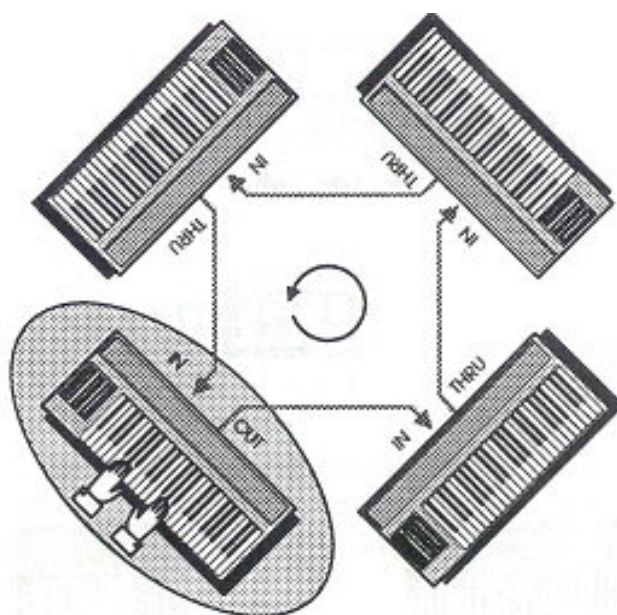
Nézzünk most egy másik összekötési módszert. Az előzőnek ugyanis van egy nagy hátránya, ami elektronikai eredetű. Arról van szó, hogy a MIDI-jel az ötödik-hatodik eszköznél már eléggé eltorzulhat ahhoz, hogy az innen következő eszközök félreértelmezzék. Hogyan tudjuk akkor másképpen összekötni MIDI-s készülékeinket?

Például úgy, hogy - egy találó kifejezéssel nevezik ezt az eljárást - csillaghálózatot hozunk létre. Ehhez szükségünk van egy olyan MIDI-eszközre, amelyről még nem volt szó, ez pedig a MIDI elosztó doboz (MIDI THRU box). Ez egy olyan szerkezet, aminek van egy MIDI-bemenete (MIDI IN), és 4, 8, 16 stb. átmenő MIDI-csatlakozója (MIDI THRU). A doboz semmi mást nem csinál, mint azt, hogy a bemeneten megjelenő MIDI-üzeneteket kiteszi az összes átmenő csatlakozóra. Ezek után a csillaghálózatot már nem is olyan nehéz elképzelni: a vezérlőeszköz MIDI-kimenetét (MIDI OUT) csatlakoztatjuk az elosztó doboz egy szál MIDI-bemenetéhez (MIDI IN), és az összes többi MIDI-s eszköz MIDI-bemeneteire (MIDI IN) az elosztó doboz egy-egy átmenő (MIDI THRU) csatlakozójáról juttatjuk el a jelet.



Most már, szem előtt tartva azt, hogy az átmenő csatlakozó (MIDI THRU) mindig kimenő jelet szolgáltat, csakúgy, mint a kimenő csatlakozó (MIDI OUT), a bemenő csatlakozó (MIDI IN) pedig csak kimenő/átmenő (MIDI OUT/MIDI THRU) csatlakozón keresztül kaphat jelet, sokféle összekötést elő tudunk adni. Lehet vegyíteni a fentieket, de egészen kusza hálózatokat is létre lehet hozni. A lényeg, hogy működjön, és hogy kiismerjük magunkat benne! A bonyolultabb megoldásokhoz érdekes segédeszközök egész arzenáljából válogathatunk - vannak egyszerű kis eszközök, mint a Merge Box, amely két vagy több MIDI-kábel jeleit egyesíti egyetlen kábelre, kis MIDI Monitor nevű dobozok fényjelekkel vagy szöveges kijelzéssel teszik láthatóvá a kábelben utazó üzeneteket, de vannak nagyobb, rengeteg MIDI ki- és bemenettel rendelkező készülékek is, amelyek egészen változatos feladatokra programozhatók (pl. le tudják törölni egy kábelről egy adott csatorna összes üzenetét, vagy egy adott típusú üzenetet megsemmisítenek stb.)

Ha több hangmodult akarunk egy vezérlőeszköztől kommandírozni, és ennek a vezérlőnek történetesen még saját hanggenerátora is van, akkor a leghatékonyabb módszer az, ha ezt a saját hanggenerátort is MIDI-ről vezéreljük! Az eljárás lényege az, hogy a vezérlő eszköz billentyűzetét le lehet választani a hanggenerátorokról, így tulajdonképpen egy különálló mesterbillentyűzetet kapunk, amely MIDI OUT-ján minden, vele kapcsolatos eseményt kiküld, a szinti hanggenerátora pedig egy tőle teljesen független agyként funkcionál, azaz végrehajtja a MIDI-bemeneten érkező parancsokat. A hangszer ebbe az üzemmódba a menürendszeren keresztül egy úgynevezett "LOCAL" kapcsoló "OFF" állásba billentésével helyezhetjük, a tényleges MIDI-bekötési rajzot pedig az előző ábra szerinti gyűrűszerű alakzatban lehet elképzelni.



Nézzük most azt az esetet, amikor egy MIDI-eszközön nem csak egy, hanem két, három, négy, esetleg még annál is több, egymástól független, MIDI-kimenet (MIDI OUT) van. Ez a felállás arra az esetre jó, amikor kevésnek bizonyul a tizenhat MIDI-csatorna; ilyenkor annyiszor tizenhat MIDI csatornánk lesz, ahány független MIDI-kimenetet kezelhetünk - tehát, mondjuk négy független MIDI-kimenet $4 \times 16 = 64$ MIDI csatorna kezelését teszi lehetővé. Ilyen képességű mesterbillentyűzeten egészen elvárásolt funkciókat is kihasználhatunk, például azt, hogy a billentyűzet megosztását úgy definiáljuk, hogy a billentyűzet egyik fele az egyik MIDI-kimenetre küldjön adatokat, a másik pedig egy másik MIDI-kimenetre. Ha pedig több, független MIDI-kimenetű szekvenszerünk van, gazdagabb hangszerelést valósíthatunk meg.

6. Házi stúdiók

A házi hangstúdiók szinte minden elemét érintettük már, kivéve a MIDI-rögzítőt. Mint arról már szó volt, a MIDI-rögzítők, a szekvenszerek nem magukat a megszólaló zenei hangokat, hanem a MIDI-üzeneteket rögzítik memóriájukban, illetve valamilyen elektronikus háttértárolón (memóriában, merevlemezen, hajlékonylemezen). Arról is beszéltünk, hogy szekvenszer lehet beépítve valamilyen hangszerbe, lehet egy direkt erre a célra kitalált eszköz, és lehet valamilyen számítógép, amely rendelkezik MIDI-illesztővel, MIDI-csatlakozókkal, illetve a megfelelő számítógépes programmal.

A dalszerkesztők működése általában nem nagyon különbözik egymástól, függetlenül attól, hogy céleszközzel van szó vagy számítógépről. Esetünkben érdekesebbnek tűnnek a számítógépes megoldások, a zenészek többsége már ilyeneket választ, ezeket tárgyaljuk tehát részletesebben - és igazából az előbbiek is hasonlóan működnek, csak nem nagyfelbontású színes képernyőn követhetjük zeneszerzésünk folyamatát, hanem egy kisebb kijelzőn.

Legelőször el kell döntenünk, hogy milyen számítógépet szeretnénk használni az összeállítandó házi hangstúdióhoz. A személyi számítógépek piacán többféle választásunk lehet. Használhatunk Commodore 64-et (vagy 128-at, esetleg Amigát), Atari gépeket, IBM PC-kompatibilis gépeket, vagy Apple számítógépeket (manapság általában Macintosht).

Amikor az eredeti könyvet írtuk, 1992-ben, akkor ez a sok típus még mind megvolt. Ma már csak PC-k és Macok léteznek, ráadásul a két rivális géposztály ma már valójában teljesen ugyanazokból az elemekből épül fel, különbség csak a rajtuk futó operációs rendszerben van: PC-nek ma azt a gépet hívjuk, ami a Windows valamelyik változatát futtatja, Macnek meg azokat, amelyek az Apple által készített OS X-et, melynek aktuális darabja most a Tiger kódnevű operációs rendszer.

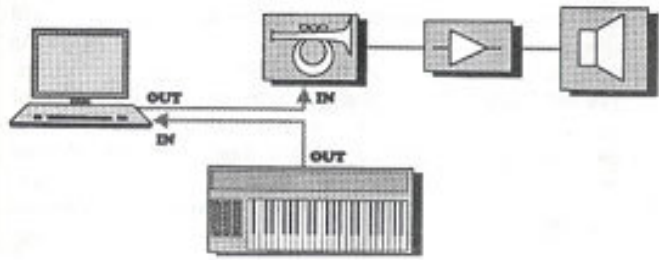
Ezeket a számítógépeket alapvetően két csoportba kell osztanunk. Az egyik csoport tagjaiban van beépített MIDI-csatlakozási lehetőség (például az Atari gépekben), a másokban pedig a MIDI-csatlakoztatási lehetőséget külön bővítőegységgel vagy bővítőkárttyával kell biztosítanunk. A beépített MIDI-csatlakozási lehetőségnek köszönhetően az elmúlt években az Atari ST számítógépek kerültek a legerősebb pozícióba a számítógépes zenei alkalmazásoknál, azaz a hangstúdiókban. Mára azonban, mivel az IBM PC-alapú gépek amúgy is eléggé elterjedtek, lassan, de biztosan a MIDI-vonalon is átvették a vezetést, bár külön MIDI-s bővítőkártya is kell hozzájuk, hogy használni lehessen őket zenei célokra.

Az Atari nagyon sokáig nyerő pozícióban volt a zenészeknél, aztán egy balul sikerült fejlesztés, a Falcon nevű típus jégre vitte a céget. A Falcon okos gép volt, de nem futottak rajta a régi programok, így az átállás zűrös volt rá, és így inkább a biztosabb lábakon álló PC-s vagy Macos világra váltott a túlnyomó többség.

Egy 1990-es statisztika szerint - amelyet az International MIDI Association készített -, a elterjedtségben a PC mellett már a Macintosh is megelőzte az Atarit a MIDI-s alkalmazások területén, világviszonylatban (Amerikában egyeduralmú a PC, míg az Atari már csak Európában vezet). Ennek azért van egy olyan oka is, hogy míg az IBM PC alapú számítógépek ára az utóbbi időben drasztikusan csökkent (a teljesítményhez viszonyítva), addig az Atari gépek a megfelelő bővítésekkel árban talán már felül is múlják a hasonló kiépítettségű PC-t (ezenkívül az IBM PC-kompatibilis gépeket egyszerűen csak PC-nek fogjuk nevezni). Az előzőekhez jön még az is, hogy mára már a PC-ken is rendelkezésre áll egy egyszerű kezelésű grafikus felhasználói felület, a Microsoft cég Windows nevű rendszere, amely nagyon hasonlít az Atari, de még inkább az Apple Macintosh operációs rendszerére (emiat az Apple már hosszú ideje perben áll a Microsofttal).

A Windows rendszer ráadásul a PC hardverét hatékonyabban használja ki (pl. memóriaméret, processzorkapacitás), mint elődje, a DOS, a PC-k eddigi legelterjedtebb operációs rendszere, tehát így minden feltétel adott ahhoz, hogy a PC-k Európában is egyre jobban háttérbe szorítsák az Atari gépeket a zenei alkalmazások területén.

Ezek után kézenfekvő, hogy az összeállítandó mintastúdiót most már inkább PC-kre alapozzuk. Ahhoz, hogy egy egyszerű kis házi stúdiót létrehozzunk, a következőkre van szükségünk: először is egy billentyűs hangszer - ez lehet egy komplett szintetizátor (természetesen MIDI-vel),



vagy egy mesterbillentyűzet. Amennyiben az utóbbit választottuk, úgy szükségünk van egy hangmodulra is, hogy azért legyen valami, ami hangot is ad. Természetesen lehet még egy külön hangmodulunk akkor is, ha komplett szintetizátorral dolgozunk, de mi itt most csak a minimális összeállítással foglalkozunk. Ezek után már semmi másra nincs szükségünk, csak egy számítógépre a megfelelő szekvenszerprogrammal ellátva. Ez, az előzőek szerint célszerűen egy PC lehet (pontosabban: legalább PC/AT), valamint egy elterjedtebb, jól használható PC-s szekvenszerprogram. A PC kiépítése erősen függ attól, hogy milyen dalszerkesztőt használunk, ezért itt most csak ajánlásokat teszünk. Ami mindenképpen célszerű, az, sebessége miatt legalább egy PC/AT gép (Intel 80286, 80386, 80486 processzorral), minimum 12 megahertz órajellel, legalább 1 megabyte RAM memória, floppy meghajtó (1.2 MB/5.25", vagy 1.44MB/3.5", esetleg mind a kettő), merevlemez egység, manapság minimum negyven megabájt kapacitással, valamint monokróm (fekete-fehér) monitor és monokróm grafikus kártya, nyomtatóillesztő és soros illesztőkártya, végül természetesen MS-DOS, vagy PC-DOS operációs rendszer. DOS alatt futó szekvenszerek a fenti számítógéppel már működőképes állapotba hozhatók, ha azonban Windows alapú programot szeretnénk használni (ezek már grafikus megjelenésű programok), akkor PC-alapú számítógépünknek célszerű a következőképpen kinéznie: legalább 80386SX processzor, minimum 16 megahertz órajellel, legalább 2 megabájt RAM memória (jobb, ha 4 megabájt), az előbbieken említett hajlékonylemez egységek valamelyike, vagy mind a kettő (egyelőre még elterjedtebb nálunk az 1,2 megabájtos, 5,25"-os floppy), 80 megabájt kapacitású merevlemez, VGA felbontású, színes grafikus monitor és kártya, nyomtató- és soros illesztőkártya, soros egér, valamint maga a Windows (3.0, vagy e fölötti verziószámú) operációs rendszer (és a fentiekben már említett MS-DOS is - a Windows egyedül nem boldogul még).

Amit itt olvastunk, természetesen nyugodtan elfelejthetjük, hiszen ma már ilyen kis tudású számítógépek nem léteznek. A ma számítógépe Intel vagy AMD mikroprocesszorral van szerelve, órajelsebessége legalább 1,5 gigahertz (az annyi, mint 1500 megahertz), zenei célokhoz legalább 512 megabájt RAM memória dukál, a merevlemez már minimum 80 gigabájt (azaz 80 ezer megabájt), és a Windows XP vagy OS X Tiger operációs rendszerek valamelyike (utóbbit hivatalosan csak az Apple által összeszerelt gépek futtatják, nem hivatalosan viszont szinte bármelyik).

Már majdnem készen vagyunk a számítógép konfigurálásával, egy dolog azonban még hiányzik, nevezetesen a MIDI bővítőegység, vagy bővítőkártya. Az egyszerű (1 be- és kimenetű) interfészek közül a legjobb a Roland MPU-IPC-T nevű MIDI-vezérlőkártyája, amely 1984 óta, azaz megjelenésétől kezdve kváziszabvánnyá vált a PC-s MIDI-vezérlők területén. Ez abban is megmutatkozik, hogy a kártyát rengetegen utánozzák, ezek is használhatók az eredeti helyett. Egyértelmű ajánlást a kártya típusára azért nem lehet tenni, mert ez nagyban függ attól, hogy milyen programmal szeretnénk használni, és a kiválasztott program támogatja-e egyáltalán az ajánlott kártya használatát.

Célszerű ezért körülnézni a piacon a program és a kártya megvásárlása előtt; a kiválasztott szoftver és a kártya passzolnak-e egymáshoz.

Ma már ez a kártya sem létezik, helyette remek kombinált hang- és MIDI-megoldások vannak, szédületesen nagy számban. A szoftveres meghajtóknak köszönhetően ma már bármelyik kártya bármilyen szoftverrel üzemeltethető, ezért nem nagyon kell aggódni emiatt sem. Illetve, egy fontos dolog mégis: a zenei alkalmazások azokkal a hangkártyákkal működnek igazán jól, amelyek rendelkeznek úgynevezett ASIO szoftvermeghajtóval. Az olcsóbb, egyszerűbb hangmegoldásokhoz ilyen nem adnak, ezért, ha zenélni szeretnénk, ez a legfontosabb kérdés a boltban, ami elhangozhat.



A PC-k a többi számítógéppel szemben egy teljesen új lehetőséget is biztosítanak, ez pedig az integrált hangkártya, amely tulajdonképpen MIDI vezérlőkártyával egybeépített szintetizátor-hangmodulok.

Talán már kitaláltuk: ilyen sincs már a piacon, a szoftveres szintetizátorok teljesen kiszorították ezt a termék kategóriát. A szoftverhangszerek a házi stúdióktól kezdve a profi laborokig minden szinten forradalmat csináltak, hiszen nincs semmilyen extra igényük, csak egy hangok lejátszására alkalmas hangkártya, és tetszés szerinti működési elvű szintetizátorokat megvalósíthatunk velük - ma már a piacra kerülő szintetizátorok túlnyomó többsége szoftverhangszer, míg a hagyományos, dobozban-billentyűzetben megvalósuló, kézzelfogható elektronikus hangszerek területén évről évre egyre kevesebb az újdonság.



Az alapegységekkel tehát megvolnánk, most már csak össze kell drótozni az egészet, illetve jó volna, ha a rendszer meg is szólalna. Az utóbbi kérdéssel nincs is különösebb baj, a hangmodulra köthetünk például fejhallgatót, de ha kényelmesebben (és főleg: hangosabban) szeretnénk hallgatni a zenét, akkor egy egyszerű hifi erősítővel és két hangfallal minden további nélkül boldogulunk. Az összedrótázáshoz MIDI-kábelekre is szükség van, ezeket a gyártók is szoktak biztosítani a megvásárolt hangmodulokhoz, de külön is lehet venni a szakboltokban.

A szoftverhangszeres házi rendszerekben hangmodul ugye nincs, így ezek esetében a PC-s hangkártya vagy külső (USB vagy Firewire-csatolás) hangeszköz sztereó kimenetét kell hallgatnunk a fejhallgatón, vagy azt kell kieroósítenünk.

A MIDI-kábel, ha lehet, ne legyen hosszabb pár méternél, és kéteres árnyékolt kábelből illik készíteni. A pár méter kifejezés azt jelenti, hogy a lehetséges hossz erősen függ attól, milyen minőségű kábelt használunk (azaz, hogy milyenek a kábel elektromos tulajdonságai). Jó minőségű kábellel túl lehet lépni a bűvös tizenöt métert is úgy, hogy a rendszer hibátlanul működőképes maradjon.

A MIDI-kábel is egyre valószínűtlenebb darab egy kis házi rendszerben. A MIDI-billentyűzetek többsége már USB-kábelrel is csatlakoztatható a számítógéphez, ami számos előnnyel jár - stabilabb, jobb csatlakozói vannak, gyorsabb, és a gép felismeri a rádugott eszközt automatikusan. Viszont: az USB-kábelen is ugyanazok a MIDI-üzenetek utaznak.

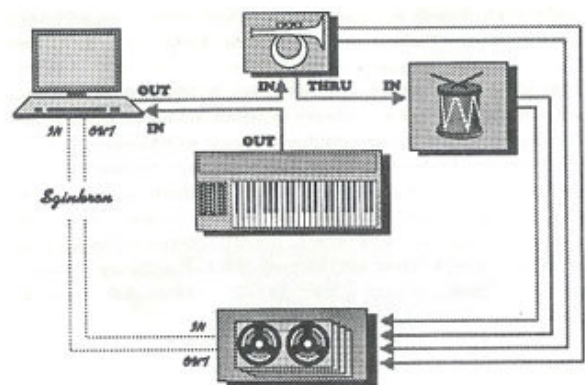
Maga az összekábelezés történhet több módon is, az előző fejezetekben leírtak szerint. Amit tudni érdemes előtte, az az, hogy a számítógép MIDI kártyája minimálisan egy MIDI kimeneti (MIDI OUT), illetve egy MIDI bemeneti (MIDI IN) csatlakozót tartalmaz (vannak bonyolultabb kártyák, amelyeken van MIDI THRU, vagy több MIDI IN és OUT). A MIDI IN csatlakozón keresztül kapja a számítógép a rögzítendő MIDI információkat, a szekvenszerprogram ezekkel az információkkal dolgozik, ezeket rögzíti. A MIDI OUT csatlakozón akkor kapunk jeleket, amikor a számítógép (illetve a szoftver) az előzetesen bejátszott és megszerkesztett dalokat visszajátssza (playback). Nyilvánvaló tehát, hogy a számítógépet úgy kell bekötnünk MIDI-s rendszerünkbe, hogy mind a MIDI-bemenet, mind a MIDI-kimenet funkcionálhasson.

Továbblepve, építsünk egy kissé komolyabb stúdiót! Ez például azt is jelentheti, hogy a rendszerbe bekötünk például egy dobgépet, valamint a hangfelvételhez egy többsávós rögzítőmagnót. A dob gép bekötését nem kell külön tárgyalnunk, általában akkor van rá szükség, ha a használt hangmodul nem tartalmaz dobhangokat, vagy ha egyéb, jobb minőségű vagy változatosabb dobhangokra van szükségünk.

A stúdiófejlesztés ma többnyire azt jelenti, hogy még újabb, még szofisztikáltabb szoftvereket telepítünk a számítógépre. A soksávós rögzítőmagnó funkcióját ma már szinte az összes MIDI-szekvenszer ellátja, így arra biztos nincs szükség - ha pedig van, akkor széles választékban állnak rendelkezésre szalag nélkül, merevlemezre vagy memóriakártyára rögzítő soksávós eszközök. És dobprogramot is számtalan közül választhatunk persze...

Lássuk, mi a helyzet a többsávós rögzítőmagnóval! Először is felvetődik a kérdés, hogy mi szükség van erre? Képzeliük el, hogy nemcsak elektronikus szintetizátorból származó zenei szólamokat szeretnénk rögzíteni, hanem, urambocsá, éneket is; máris megvan az ok. De a további akusztikus hangszerek hangjait is ily módon, ezzel a technikával rögzíthetjük.

Mit is végez tulajdonképpen egy ilyen többsávós magnó? Ezek ránézésre közönséges, kazettás vagy orsós magnetofonok, de nem sztereóban, vagyis két sávon készítenek felvételeket, hanem 4, 6, vagy 8 sávon (vagy 16-on, 24-en, 32-n a profiknál), és kiváló minőségben. A szalagsebesség kazettás gépeknél általában a szokásos 4,75 cm/másodperc helyett 9,5 cm/másodperc is lehet, mégpedig azért, hogy a frekvenciaátvitel, így a hangminőség jobb legyen. A kazettás magnóktól azért persze várjon senki CD-minőségű felvételt; már csak azért sem, mert az egyik sávra rögzített felvételt gyakran a másik sávra át kell másolni az új hangszerek hangjával együtt, amivel már hallható minőségromlás következik be. Vannak természetesen jobb megoldások is, de ezek többnyire digitális technikára épülnek (soksávós digitális magnók, merevlemez-es rögzítők).



A többsávós magnók kapcsán felvetődik még egy kérdés, mégpedig a szinkronizálás kérdése, azaz, hogy hogyan tudjuk a következő rögzítendő sáv zenei anyagát pontosan ráilleszteni a már meglévőre.

Erre a problémára sok megoldás született, ezek közül a legismertebbek közül való az egyszerű magnószinkron (tape sync) jel, illetve a videotechnikában is használt SMPTE rövidítésű idő kódolási és szinkronizálási rendszer, valamint a MIDI-idő kódolás (MIDI Time Code). A többsávós magnók egyszerűbb fajtái maximum a magnószinkronizálási jeleket használják, azaz gyakorlatilag legfeljebb indulási és megállási jelekre reagálnak, de idő kódot bármikor rögzíthetünk egy közönséges hangsávra is, ha hajlandóak vagyunk feláldozni egyet közülük (az SMPTE idő kód ugyanis nem más, mint egy furcsa, ám információt hordozó hangjel). A fejlettebb eszközök viszont MIDI-idő kódot, vagy SMPTE-t (amerikaiában olvasva: 'szimptit') olyan módon használnak, hogy ennek rögzítéséhez külön magnósávot tartalmaznak, így az nem a hangzó anyagtól veszi el a helyet.

Házi hangstúdióink természetesen lehet ennél jóval bonyolultabb is, ez általában elsősorban a pénztárca vastagságának kérdése. Általánosságban célszerű elfogadni azt, hogy próbáljuk meg stúdióinkat modulárisan felépíteni, azaz: egy-egy bővítés esetén ne kelljen a cucc felét kidobni (vagy jóval értéke alatt eladni).

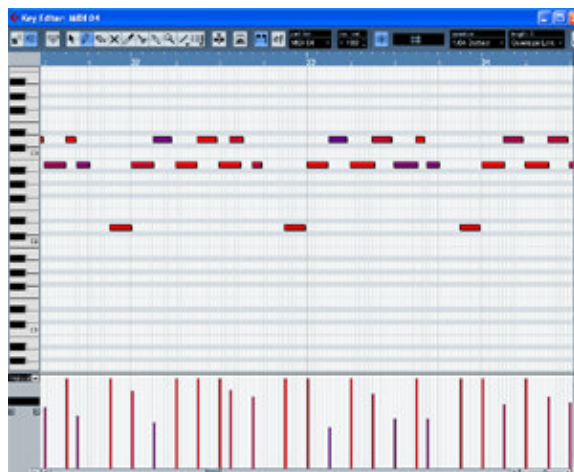
Nézzük ezek után a szekvenszerprogram működését. Ennek alapvető funkciója minden esetben a bejövő MIDI-események egymás utáni, időben pontos rögzítése. Azonban természetesen nem sokat érünk a rögzített MIDI-információkkal, ha utána semmit nem lehet velük kezdeni, ezért a második lényeges funkció a rögzített MIDI-üzenetek visszajátszása. Mint arról már volt szó, a MIDI-események egymás utánja kiadja magát a kívánt zeneművet - ritka azonban az olyan zenész, aki mindig hajszálpontosan tud játszani. Ezért a szekvenszerek olyan funkciókat is tartalmaznak, amelyekkel a kész, vagy éppen készülő zenébe bele lehet nyúlni. Milyen funkciókról van szó? Először is, nem minden zenész vagy zeneszerző tudja a teljes zeneművet elsőre, egyvégtében kitalálni és bejátszani. Az esetek többségében a zeneszerzőnek először csak dallamfoszlányok, ritmusok, hosszabb-rövidebb részletek jutnak az eszébe. Ezért, mint egy klasszikus vágópult, a szekvenszer is lehetővé teszi, hogy egymás mellé illesztgessünk különböző, előre bejátszott részleteket, dallamsorokat.

A szekvenszerben nyilvánvalóan több zenei sávot használhatunk, csakúgy, mint egy analóg stúdióban, vagy éppen a nemrég említett többsávós magnóknál. Van azonban egy alapvető különbség! Először is, itt csak MIDI-információkat rögzítünk, és digitális a rögzítés (nem fog elromlani a jel, akárhányszor átmásoljuk), valamint jóval pontosabban lehet tartani az ütemet. Viszont itt csak azokból a hangokból lehet választani, amelyeket hangmoduljaink és dobgépeink meg tudnak szólaltatni.

Egy szekvenszernek tehát tudnia kell sávonként felvenni (a sávok maximális száma 10-től 2000-ig is terjedhet), akármelyik időpozíciótól (hangtól, ütemtől) kezdődően visszajátszani az addig rögzített összes sávot, vagy csak bizonyos, előre kijelölt sávokat, sőt, a sávok lejátszása közben felvenni egy vagy több újabb sávot, magnószerűen oda-vissza csévélni, azaz bizonyos időpozíciókra beállni, és minden mást, amit általában egy magnó is tud. A kész dalokat vagy egyes részleteket el kell tudnia mentenie (azaz merev- vagy hajlékonylemezre kiírni), valamint onnan visszatölteni, ezekre a mentett állományokra a megadott név szerint hivatkozni. A mai szekvenszerek természetesen tudnak SMF (Standard MIDI File) formátummal is dolgozni, így különböző szekvenszerprogramok között is cserélhetünk felvett zenei darabokat.

A szekvenszereknek valahogy meg is kell jeleníteniük a rögzített MIDI-információkat. Ennek több módja is van. Kézenfekvőnek látszik a kottás megjelenítés, azonban ez technikailag elég bonyolult, meg aztán nem is olvas mindenki kottát, és van aki ismeri, de mégsem szereti. Ezért ezen a módszeren kívül van még egy másik elterjedt megjelenítési mód, ez pedig a hangoknak hangmagasság és időtartam szerinti grafikonos ábrázolása. A grafikon függőleges tengelyét képzeljük el úgy, mint a hangmagasság tengelyét - ezt úgy is szokták ábrázolni, hogy a függőleges tengelyhez felrajzolják a zongorabillentyűzetet.

A vízszintes tengely az időt jelképezi, másodpercben vagy zenei ütemek szerint skálázva. Az így előállt koordináta-rendszerben egyszerűen pontokkal vagy vízszintes vonalakkal - pont úgy, mint a kintornások hengerein - ábrázoljuk a megszólaltatott hangokat. Minden sávot külön-külön meg lehet jeleníteni egy ilyen grafikonon, de nincs akadálya annak sem, ha több sávot egyszerre akarunk megnézni.



Persze ez a megjelenítés sem tökéletes így még, mert arra, hogy hogyan ábrázoljuk a hangerőt, a hajlítást, és más egyéb paraméterek változását, még nem ad választ. Ezekre a programkészítők a legkülönbözőbb módszereket találták ki, amelyek elég sokfélék ahhoz, hogy itt ne tudjunk foglalkozni mindegyikükkel - az egyes módszereket a felhasználónak a program használata közben kell megismernie.

Egy dalszerkesztő használatakor nagyon fontosak a szerkesztőfunkciók, tehát a kivágás, a beillesztés, a hangonkénti kiigazítás lehetőségei, és más, összetettebb műveletek. Ezeken kívül pedig mindenhol vannak olyan hasznos segédfunkciók, mint például az úgynevezett kvantálás, ami azt jelenti, hogy a program az időben nem pontosan bejátszott hangokat a helyükre teszi, "behúzza". Ettől lesznek egyes dalok aztán olyan pontosak és monotonak... és ennek kivédésére van meg néhány programban ennek a funkciónak az ellenkezője is, azaz a játékot egy kissé emberivé, véletlenszerűen pontatlanabbá tudják tenni.

A szekvenszerek mellett (vagy azokkal egy programrendszeren belül, azokkal egybeépítve) léteznek még olyan programok is, amelyekkel egy hangmodulhoz nagyon sok hangprogramot tudunk eltárolni, és új hangokat is tudunk szerkeszteni. Ezek a hangkönyvtár-készítő és szerkesztő (librarian-editor) programok. Léteznek továbbá olyan programok is, amelyek a kész zeneművet képesek klasszikus kottává alakítani, és azt kinyomtatni - ezek azonban szintén nem tartoznak a házi stúdióépítés fő csapásirányába.

* * * Protokoll * * *

1. Bevezetés

A szabványosítás a technikai fejlődés egyik legfontosabb mozgatórugója. Ezt az állítást ritkán gondoljuk végig, holott következményeivel nap mint nap találkozunk. Amikor megvesszük a zsebrádiót, a színes tévét, a sztereó erősítőt, ma már nem sokat kell bajlódunk azzal, hogy megjelenjen a kép vagy a hang. És találkozunk néha olyasmivel is, mint a szocialista bevásárlóturizmus egyik sokszor előforduló történetében, amikor a külföldön vásárolt PAL-videómagnó hazahozva itthon csak fekete-fehér képet adott - Magyarországon ugyanis másképpen működött akkor a színes tévék színátvittele (az úgynevezett SECAM-rendszer volt érvényben), mint Nyugat-Európában.

A MIDI létrejötte a zenészek és a zeneszerzők számára fontos fordulópontot jelent. Az elektronikus hangszerek ugyanis a MIDI megalkotása óta lettek hozzáférhetőek a zenélni vágyók nagy tömegei számára, átalakítva ezzel a zenei aktivitások szinte teljes skáláját. A gépi segítséggel produkált előadás, illetve a számítógépek aktív segítségével történő zeneszerzés kezdetben komoly sokkot okozott mind az érintettek, mind a közönség számára, ezt azonban azóta oldotta az eszközök egyre könnyebb kezelhetősége, tanulhatósága. A kezdők számára egységes, könnyen tanulható megoldások könnyítik meg a belépést, míg a professzionális alkalmazók újabb és újabb problémáikra is találhatnak megoldásokat a MIDI-szabvány segítségével. Ez a MIDI kivételes hajlékonyságának köszönhető; alkotói egy nyitott kommunikációs protokollt készítettek, amely az igényeknek megfelelően a kellő irányban bővíthető.

A MIDI a szó igazi értelmében nem szabvány; egyetlen ország szabványügyi hivatalában sincs bejegyezve. A legjelentősebb hangszergyártó cégek hozták létre közös erőfeszítéssel, és közös megegyezéssel folyik a továbbfejlesztés azóta is. A MIDI-t tehát nevezhetjük inkább ajánlások gyűjteményének - egy készlet, amiből minden gyártó annyit valósít meg termékeiben, amennyit jónak lát. Természetesen minden termék piaci pozícióját erősíti, ha a benne megvalósított MIDI-nyelv a közös MIDI-specifikációból minél több elemet tartalmaz, a korrekt megvalósítás így a gyártók érdekében is áll.

A MIDI létrejötte 1982/83 fordulójára tehető. Életének első szakasza 1985-ig tartott, ebben az időszakban a piacra kerülő szintetizátorok többségén már meg is találhattuk a MIDI-csatlakozót. Hivatalosan kiadott MIDI-specifikáció még nem volt, belső használatra készült, majdhogynem titkos dokumentumok alapján születtek a hangszerek MIDI-implementációi, így ennek megfelelően meglehetősen szegényesek voltak, több esetben pedig ellentmondásokat is fel lehetett fedezni bennük. Ez a szakasz 1985-ben a MIDI 1.0 specifikáció kibocsátásával ért véget, amelyet szintén az időközben szervezetekbe tömörülő gyártók szerveztek meg. A japán hangszergyártók JMSC, az európaiak pedig az amerikaiakkal közösen MMA néven hozták létre saját szervezetüket. E szervezetek fő célja a MIDI-ajánlások gondozása, fejlesztése, az igényekhez való igazítása. A két szervezet együttműködése nem mindig zavartalan; erre a legjobb példát a szabványos MIDI-fájlok specifikációja szolgáltatta, amelyet az MMA már 1986-ban kibocsátott, a JMSC azonban 1991-ig nem fogadta be.

A MIDI történetének második szakaszában, 1985 és 1991 között több új ajánlás, bővítés született, mint például a MIDI Time Code (időkód MIDI-n keresztül), a Sample Dump Standard (hangminták betöltése MIDI-n keresztül), vagy a Standard MIDI Files. Az időszak jellemzőjeként a MIDI kizárólagossá válása említhető: az eszközök MIDI-implementációja egyre javult, erősödött, és a hangszerek mellett szinte minden stúdiótechnikai berendezés is megkapta a maga MIDI-csatlakozóját. A drasztikus árcsökkenés eredményeként igen sok új felhasználó lépett be a MIDI-arénába.

A MIDI felhasználása 1991-től kezdve új korszakba lépett. Ezt az újabb jelentős árcsökkenés, pontosabban az ár/teljesítmény-viszony ugrásszerű javulása mellett új, felhasználóbarát ajánlások kibocsátása, a korlátok kitágítása, és új alkalmazások megjelenése jelzi. Soha nem látott mértékben felgyorsult az új bővítések publikálása: MIDI Show Control (színpadi látványeszközök vezérlése), MIDI Machine Control (stúdiómagnetofonok vezérlése), MIDI File Dump (számítógépes állományok átvitele MIDI-n keresztül), General MIDI - hogy csak a legfontosabbakat említsük. Anyagunk "számítástechnikai" része innentől az általunk legfontosabbaknak ítélt specifikációkkal foglalkozik részletesen, jelesül a MIDI 1.0 utasításkód-készletével (kiegészítve néhány, azóta kiadott, és ma már érvényes bővítéssel), a szabványos MIDI-fájlokkal, valamint a General MIDI-vel.

2. MIDI – az alapok

A MIDI-t alkotói az eredeti ötlet szerint szintetizátorok, elektronikus hangszerek összekötésére szolgáló digitális kommunikációs protokollként álmolták meg. E legalapvetőbb felhasználás mellett azonban használata mára kiterjed gyakorlatilag minden berendezésre, amelyet a zenei technikában alkalmaznak, például keverőpultokra, effektprocesszorokra, világítástechnikára és soksávos rögzítőmagnókra. A sokrétű felhasználhatóságnak megfelelően a MIDI-n keresztül nagyon sokféle információtartalmat továbbíthatunk:

- **Csatornaüzenetekkel (Channel Messages)** zenei előadásokat, valós időben, és nem analóg vagy digitális hangjelként, hanem vezérlőkódok formájában; azokat az információkat, hogy mikor melyik zenei hang lett megszólaltatva, milyen erősséggel, mikor történt hajlítás, lenyomták-e valamelyik pedált stb. - kicsit hasonlóan, mint a verkleik hengere,
- **Exkluzív rendszerüzenetekkel (System Exclusive)** a hangszer (vagy más, nem hangszer jellegű hangtechnikai eszköz) kezelőszerveivel végzett módosításokat, vagy teljes paraméterblokkokat, melyek egy szintetizált hangzás megszólalási jellemzőit tartalmazzák,
- **Valós idejű rendszerüzenetekkel (System Real-Time Messages)**, vagy a **MIDI-időkóddal (MIDI Time Code)** szinkronizációs üzeneteket,
- **MIDI-műsorvezérléssel (MIDI Show Control)** színpadi lámpák, fénytechnikai eszközök ki- és bekapcsolását, mozgását,
- **MIDI-mintaletöltéssel (MIDI Sample Dump Standard)** digitálisan mintavételezett, természetes vagy mesterséges eredetű hangmintákat,
- **MIDI-gépvezérléssel (MIDI Machine Control)** soksávos stúdiómagnók távvezérlését,
- **MIDI-fájlközvetítéssel (MIDI File Dump Standard)** számítógépes adatfájlokat.

Amikor a MIDI-ről beszélünk, egyszerre kell gondolnunk fizikai szintű (főleg hardver) és kódolási (szoftver) protokollra. Az első, a hardver a feszültségszintekre, az időzítésre és az információ átvitelének megoldására vonatkozik. Ez a MIDI bemutatkozása óta nem változott, nem is nagyon változhat a kompatibilitás miatt.

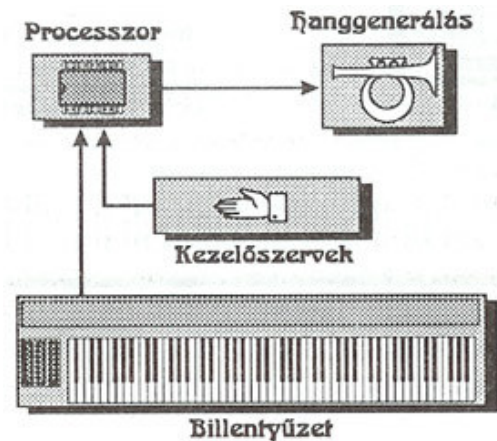
Közben annyit változtak az idők, hogy ma már nem feltétlenül gondolunk hardveres MIDI-átvitelre, amikor MIDI-kapcsolatot létesítünk, hiszen nemcsak MIDI-kábelben utazhatnak már MIDI-jelek, hanem például USB-n is, vagy akár kábel nélkül, egy számítógépen belül, az egyik programtól a másikig.

A MIDI-kódok viszont már a kezdetek kezdetén is nyílt rendszert alkottak; a viszonylag szűkebb alapkódkészletet az elmúlt években az igények bővülésének hatására terjesztették ki újabb és újabb feladatokra megoldást nyújtó ajánlásokkal. A MIDI implementálása tehát nem jelentheti azt, hogy egy adott berendezés valamennyi létező MIDI-kódra reagál - ennek egyik oka időbeli: egy 1990-ben gyártott hangszer nem reagálhat a MIDI 1991-ben történt kiterjesztésére (kivéve persze azt az esetet, amikor a gyártó szoftverfrissítést ad a régebbi termékhez). Másik oka is nyilvánvaló; miért is tegyen bármit egy billentyűs hangszer, mondjuk, egy magnóvezérlő parancsra?

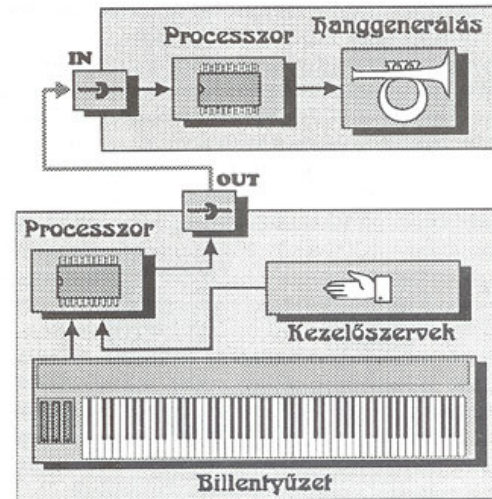
Fájdalmasabb viszont az a tény, hogy jó néhány hangszeren nem implementálják valamennyi, az ilyen típusú eszközök vezérlésére szolgáló kódot, hanem néhány, lényeges, vagy kevésbé lényeges üzenetet kihagynak. Minden MIDI-s eszköz felhasználói kézikönyve tartalmaz egy táblázatot, mely leírja, hogy milyen MIDI-kódokra reagál a készülék - általában nem történik természetesen tragédia akkor sem, ha nem implementált kód jut a gépbe, ekkor csak egyszerűen semmi nem fog történni.

Az elektronikus hangszerek működése a lehető legtávolabbi nézetből a következő: leütők egy billentyűt a billentyűzeten, ezt a hangszer hanggenerátorai valamilyen úton-módon megtudják, és elindítanak egy, a leütött billentyűnek megfelelő magasságú hangot. A billentyű elengedése a hanggenerátor is befejezi működését (pontosabban: előbb azért lejátssza a hang lecsengési ciklusát). A MIDI eredeti célja ilyen hangszerek egyszerű összekötése volt abból a célból, hogy ha játszom valamit az egyik hangszer billentyűzetén, azt a másik hangszer hanggenerátorai is azonnal, ugyanabban az időben elő tudják állítani. Két hangszer egyidejű megszólaltatása gazdagabb hangzást eredményezhet, tágabb kifejezési lehetőségekkel.

Az első szintetizátorok kialakítása többnyire moduláris volt, ahol szinte minden egységet mindennel össze lehetett kötni. A vezérlő- és hangkábelek sokaságának pillanatnyi helyzete döntően meghatározta a megszólaló hangot. Ez a felépítés a hetvenes évek végére az ábrán látható elrendezésbe ment át - a mikroprocesszorok ugyanis kellő mértékben elterjedtek addigra, így érdemes volt a hangszerek vezérlésének nagyobb részét rájuk bízni. A zenei billentyűzet, illetve az egyéb kezelőszervek használatát a processzor az általuk küldött vezérlőjelek alapján értelmezte, majd utasította a hanggenerátorokat a kívánt esemény végrehajtására.



Az említett vezérlőjelek kezdetben analóg, majd egyre inkább digitális jelek voltak. Az előbbi azt jelenti, hogy a billentyűzet minden leütött billentyű hatására más-más nagyságú feszültséget generál egy kábel végén, az utóbbi pedig azt, hogy minden billentyűhöz egy számot rendelnek egy bizonyos tartományban; ezt küldi el a billentyűzet, a digitális technikában használatos kettes számrendszerben, a mikroprocesszornak. Kézenfekvő a megoldás: legyen a mikroprocesszornak egy kimeneti egysége, amely ezeket a vezérlőjeleket, valamilyen, közös megegyezésen alapuló elektronikai nyelven (ezeket a nyelveket hívjuk protokollnak) kiküldi a külvilág számára. Ha egy másik eszköz mikroprocesszora - amely rendelkezik e protokoll értelmezésének a képességével -, veszi ezeket a vezérlőjeleket, és utasítja hanggenerátorait az ezeknek megfelelő működésre, akkor eljutottunk a megoldáshoz: egy billentyűzeten játszva két hangszert szólaltattunk meg.



Ez lett a MIDI-rendszerek felépítésének alapja: egy vezérlőeszköz adhat utasításokat, adatokat egy vagy több vezérelt egységnek. A vezérelt egységek sorbaköthetők, és a lánc valamennyi tagjához eljut minden, a vezérlőeszközből származó információ. A koncepció fontos része a csatornák megvalósítása. A vezérlőeszköz (illetve annak kezelője) meghatározhatja, hogy a lánc mely tagjához kíván szólni, mivel minden, valós idejű zenei előadással kapcsolatos MIDI-üzenet tartalmaz egy 1-től 16-ig terjedő számot a parancsüzenetbe kódolva. Minden vevő figyeli ezt az értéket, és összehasonlítja a saját csatornaszámával (ami szintén egy beállítható mennyiség) - ha a két szám megegyezik, csak akkor hajtja végre az utasítást, egyébként figyelmen kívül hagyja, átengedi a lánc soron következő elemének.

A vezérelt egységeknek így érdemes különböző, egyedi csatornaszámokat adni, így a vezérlő egymástól függetlenül tudja őket utasítani. Ezzel a módszerrel a vezérlő egy MIDI-kimeneten tizenhat különálló egységet tud vezérelni, egymástól függetlenül.

A hangszerek kapcsolata ezzel világossá vált; fantáziánkat használva most már elképzelhető, hogy a stúdió nem-hangszer elemei mire használják a MIDI-kapcsolatot. A "vezérlőeszköz - vezérelt egység" elvet alkalmazza minden berendezés.

Ami még kérdéses lehet, az a számítógép szerepe. Mire lehet használni a MIDI-interfészsel rendelkező számítógépet? A számítógép ugyanolyan, processzorral rendelkező egység, mint a hangszerek - ezt a kijelentést inkább visszafelé érdemes alkalmazni, vagyis valamennyi MIDI-s hangszerben egy számítógép helyezkedik el, amin csak egyetlen program fut, a hangszer működtetését végző program.

Egy hagyományos számítógép ugyanazon a módon juthat hozzá a MIDI-vonalon érkező információhoz, mint a hangszerek: vagyis, egy bemeneti egység fogadja, és a processzorához továbbítja az üzenetet. Itt azonban a legtöbb esetben eltér a feldolgozás módja: a számítógép processzora a betöltött programnak megfelelően értelmezi a bejött kódot. Ugyanaz a számítógép más feladatot hajt végre, ha dalszerkesztő programot töltünk be, és mást, ha hangmintaszerkesztőt. Az előbbi sorrend- és időhelyesen rögzíti a bejövő MIDI-üzeneteket, valamint képes visszajátszani vagy átszerkeszteni őket, az utóbbi pedig hangmintákat tölt be a külső digitális mintavevők memóriájából, és a felhasználó által kiválasztott szerkesztési eljárások után vissza is tudja tölteni oda.

És ez még nem minden: a zenei szoftverpiac számtalan egyéb funkciójú programot feltalált már - néha egészen furcsa, különös feladatokat oldanak meg ezek a programok, amelyek alapvető működése azért nagyon hasonló: MIDI-adatokat fogadnak kívülről, majd küldenek tovább különféle szoftveregységek vagy a külvilág felé. Egy intelligens arpeggiatorprogram például fogadja MIDI-bemenetén a lefogott harmóniakat (illetve, azoknak a szintibillentyűknek a kódjait, amelyeket lenyomtunk, és valamilyen algoritmus alapján (például fel-le szánkázva rajtuk) azokat egyesével visszajátssza. Egy MIDI-szűrőprogram figyeli a bejövő MIDI-jeleket, elolvassa őket, és csak azokat engedi át a kimenetre, amelyekre engedélyt adunk.

3. Fizikai megvalósítás

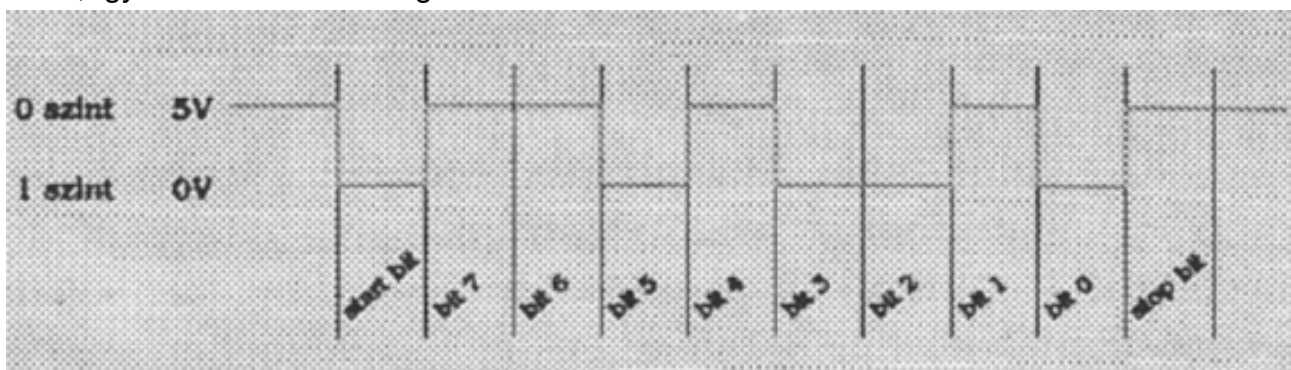
A MIDI-szabvány részletes ismertetését az átvitel legalapvetőbb szintjéről, a hardvertől, a drótoktól kezdjük. Az erről szóló szöveget a lehetőségek szerint nem bonyolítjuk túl, komoly elektronikai ismeretekre nem lesz szükség; a bit, bájt és a feszültség fogalmának ismerete elegendő lehet, valamint a kettes számrendszerről nem árt, ha már hallottunk valamit.

A MIDI egy úgynevezett soros kommunikációs vonal. Ez azt jelenti, hogy a MIDI-n üzenetet küldő eszköz és az azt értelmező vevő között egyszerre csak egy bit átvitele történik meg: egy teljes bájt átvitele ilymódon időben nyolc, egymás után következő bit közlésével lehetséges. Ennek a módszernek az az óriási előnye, hogy a két eszköz közötti kapcsolatot megvalósító kábelt egy egészen egyszerű, két drótból álló érpárral valósíthatjuk meg. És, minél kevesebb a kábel, annál kisebb a meghibásodás, a szakadás lehetősége, és még ráadásul kevesebb pénzt kell költenünk magára a dróra is.

A MIDI átviteli sebessége - vagyis az adott idő alatt rajta közölhető adatmennyiség mértéke - 31250 bit/másodperc (ez a bűvös szám a kétmillió 1/64-ed része, ennek van egy kis technikai jelentősége, de erre nem térünk ki külön).

A MIDI-s információátvitel aszinkron jellegű, ami azt jelenti, hogy az egymás után következő adategységek, a bájtok időben bármikor továbbíthatnak. Az aszinkron kapcsolat lényegét leginkább a szinkronnal való összehasonlítás során lehet megérteni: szinkron kapcsolat esetén egy üzenet két, egymást követő adategysége, bájtja időben szorosan egymás után következik, a teljes üzenet bájtjai egymást szorosan követve kerülnek közvetítésre. Az aszinkron megoldás nem annyira hatékony, de valós idejű vezérlésre sokkal alkalmasabb megoldás - valamennyi bájt szabadon időzíthető, egymástól függetlenül, és mindegyiküknek megvan a saját szinkronizációs eszközkészlete, mely a vevő számára lehetővé teszi az információ időbeli dekódolását, ami azt jelenti, hogy minden bájt elején és végén ott egy startbit és egy stopbit.

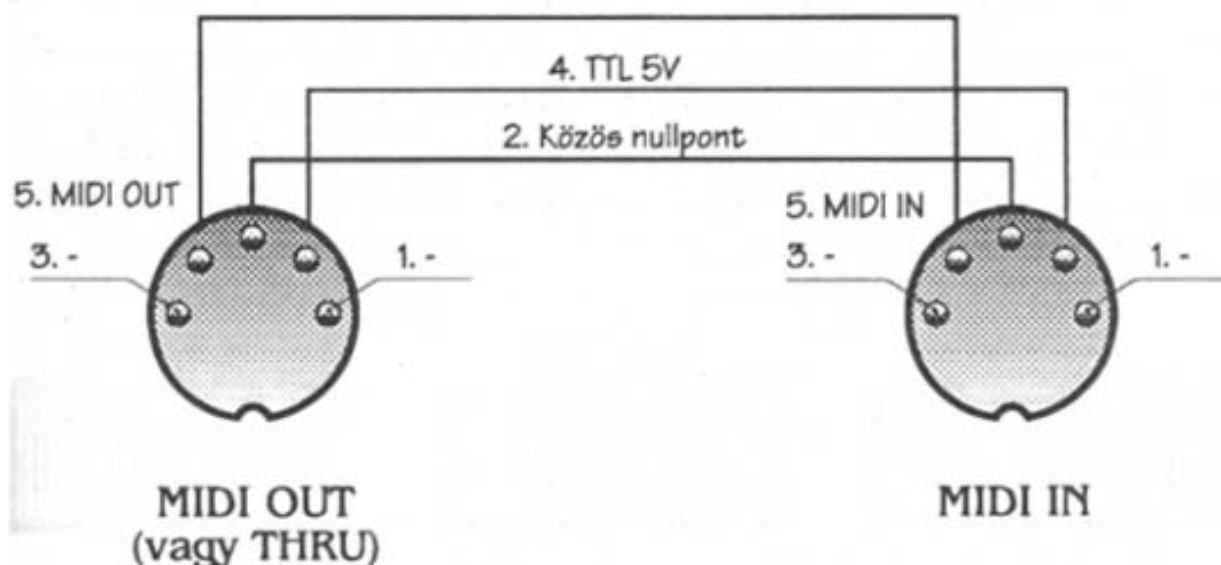
Lássuk először, hogyan segít a startbit az információk megtalálásában! A MIDI-vonal negatív logikájú, vagyis a logikai 0 értéknek az 5 voltos, az 1-nek pedig a 0 voltos feszültségszint felel meg, így a MIDI-kimenet nyugalmi állapotban, amikor nem történik információközlés, 5 Volt potenciálon áll. Ha egyszer csak elkezdenénk egy bájtot bitenként erre a vonalra küldeni, akkor a vevő valószínűleg nem tudná azt helyesen észlelni; gondoljuk csak meg, mi a helyzet akkor, ha a bájt első három bitje 0 - a vevő nem tudja eldönteni, hogy a 0, amit a bemeneten folyamatosan érzékel, még a nyugalmi állapot, vagy már egy adás kezdete, melynek elején nullák vannak. Ezt a problémát a startbit bevezetése oldja meg, ő egy logikai 1 érték egy egységnyi ideig, amit az adó minden bájt közlése előtt elküld, jelezve, hogy a 0 nyugalmi értéknek vége, adás következik. A startbit után a nyolc adatbit következik sorban (először a legmagasabb helyiértékű, utoljára a legalacsonyabb), majd 1 bit ideig a stopbitet kell közölni, amely maga a nyugalmi érték, célja pedig az, hogy egymást követő bájtokat szeparálja egymástól. Egy bájt átvitele tehát tíz bit közlését jelent, ennyi ideig foglaljuk le vele a vonalat. Így néz ki egy bájt közlése tehát, így változik a feszültség a MIDI-kábelben időben:



A MIDI-csatlakozó a jól ismert ötpólusú DIN-csatlakozó. A nyugati világban a 80-as évek elején ezt már nemigen használták hangcsatlakozóként, így érdemes volt ezt használni, mert a téves csatlakoztatás ezzel elkerülhető volt (analóg hangbemenetbe digitális jelet küldeni igen veszélyes játék, sokba kerülhet). A KGST-ben ezzel szemben sajnos a hangcsatlakozás szabványa volt ez a típus, így jó néhány, a keleti tömbben gyártott rádió, erősítő, kazettás deck, lemezjátszó rendelkezik ilyen csatlakozójú audió ki- és bemenettel, így ezekkel vigyázni kell.

Ma persze már csak a múzeumokban találkozunk a szocializmus elektronikai relikviáival, így ez a veszély szerencsére már a múlté.

Továbbmenve, a MIDI-kábel egy egyszerű árnyékolt, sodort érpár, ajánlott maximális hossza tizenöt méter, amit jó minőségű kábellel óvatosan túl is lehet lépni. A csatlakozó bekötését a következő ábra illusztrálja:



Mint látható, ezt a csatlakoztatást az egyszerű, boltban kapható sztereó audió-átjátszókábelek is biztosítják, így a legtöbb esetben ezek MIDI-kábelként is használhatóak. Baj csak akkor van, ha egy eszköz MIDI-csatlakozója valami mást is tartalmaz, példa erre az Atari ST típusú számítógépek MIDI-kimenete, ahol a csatlakozó egyébként nem bekötendő pólusain is értékes, nem MIDI-jellegű jelek jelennek meg.

A MIDI-csatlakozókat fizikailag minden esetben ugyanazzal a DIN-csatlakozóval kell megvalósítani, funkciójuk szerint viszont három típus létezik, ezeket minden gyártó a csatlakozó körüli nagybetűs feliratokkal jelöli. Az OUT jelű csatlakozón az eszköz küldheti ki üzeneteit, parancsait, az IN jelűn pedig fogadja a beérkező jeleket. A THRU-ként jelölt csatlakozó szintén kimenet, az IN-re érkező jel másolatát érhetjük el itt. A másolást a legtöbb esetben egy fotocella-alapú elektronikus egység, az optoizolátor végzi (hard-THRU).

A MIDI-összeköttetés kétféle lehet: vagy egy OUT-csatlakozót kötünk össze egy IN-nel, vagy egy THRU-t egy másik hangszer IN-jével. Az utóbbi esetben csak akkor történik valami, ha a THRU melletti IN-re értelmes MIDI-jel érkezik; a hangszer saját THRU-csatlakozójára sosem generál üzenetet, csak rámásolja az IN-re érkező jelet. Így lehet egy vezérlő hangszer jelét több vezérelthez eljuttatni: láncot kell képezni belőlük.

A legtöbb eszköz hátlapján mindhárom MIDI-csatlakozót megtaláljuk, sőt, néha többet is: lehet, hogy több, egymástól független ki- vagy bemenetet találunk. Ez azt jelenti, hogy a hangszerről vagy eszközről nem 16, hanem például 32 MIDI-csatarnát tudunk megcímezni, vagyis kimenetenként 16-ot.

Az is előfordulhat, hogy nincs meg mind a három csatlakozó, például hiányzik a THRU. Ilyenkor általában a processzor az IN-en érkező jeleket beilleszti saját üzenetei közé, és az OUT-ra küldi (ezt a megoldást soft-THRU-nak hívják). Lehetséges az is, hogy egy eszköz csak be-, vagy csak kimenettel rendelkezik, tehát vagy csak vezérlő, vagy csak vezérelt lehet.

Mint látható, a MIDI-összeköttetés létesítése elvileg elég merev, ellentétben például a lokális számítógéphálózatokkal, ahol bármelyik állomás küldhet üzenetet bármelyiknek, átkábelezés nélkül, egyetlen érpáron. A MIDI-nél, ha két vezérlővel akarunk egyetlen vezérelt egységet elérni, egy külön berendezést (MIDI Merge Box) kell beszerezni, amely a vezérlők különálló jeleit egyetlen jelfolyammá egyesíti.

4. A MIDI-kódok

A vezérlő hangszer (vagy másnéven az adó) az információt bájtok sorozataként küldi a vevő, vagyis a vezérelt eszköz felé. Vezessük be az elküldött információnak azt a logikai egységét, amelyet az adó egyszerre, egy sorozatban, bájtok egymásutánjaként, valamilyen történés hatására elküld; a továbbiakban ezt nevezzük MIDI-üzenetnek.

Egy MIDI-üzenet legalább egy bájt hosszú, maximális hossza pedig nincs meghatározva. Az üzenet építőkövei a státuszbájtok és az adatbájtok. A státuszbájt érkezik először: ez határozza meg, hogy az adatbájtok milyen információt hordoznak, miként kell őket a fogadónak értelmezni. Takarékosági és biztonsági megfontolások alapján a két típus bináris kódolása alapján is eltér egymástól: a státuszbájtok legfelső helyiértékű bitje mindig 1, míg az adatoké mindig 0. Minden bájtból tehát hét bit marad egyéb információk kódolására.

A MIDI-üzeneteket öt alaptípusba szokás osztályozni. Ezek a következők:

1. Üzem mód-jellegű üzenetek (Channel Mode Messages)

A vevőt a négy MIDI-üzemmód egyikébe kapcsolhatja át (az üzemmódokat lásd később). Az üzemmódok azt határozzák meg, hogy a hangszer miképpen reagáljon a további csatornaüzenetekre.

2. Hang-jellegű csatornaüzenetek (Channel Voice Messages)

A zenei előadás közben előforduló eseményeket (billentyűk leütése, felengedése, hajlítás stb.) ezekkel az üzenetekkel lehet valós időben közölni a vevővel. Minden, a MIDI-s hangszeren véghezvitt zenei akció következménye a hangszer MIDI-kimenetén megjelenő, ehhez az eseményhez rendelt kód, amely precízen leírja, mi is történt. A vevő ezt értelmezheti, feldolgozhatja, és végre is hajthatja a kódhoz tartozó eseményt, például megszólaltathat egy hangot.

3. Egyszerű rendszerüzenetek (System Common Messages)

A MIDI-lánc valamennyi elemének szóló üzenetek, ilyen például a hangolásra felszólító üzenet.

4. Valós idejű rendszerüzenetek (System Real Time Messages)

Időzítési és szinkronizációs üzenetek közvetítésére szolgáló kódok.

5. Exkluzív rendszerüzenetek (System Exclusive Messages)

Eszközspecifikus információk átvitelére szolgálnak, amelyek kimondottan egy-egy hangszertípusnak szólnak, minden más gyártmány vagy típus figyelmen kívül hagyja őket.

Az első két típus - a már említett csatorna koncepció alapján - a teljes rendszerből csak bizonyos eszközöknek, méghozzá azoknak szól, amelyek csatornaszáma megegyezik az üzenetbe kódolt csatornaszámmal. Az üzenet státuszbájtja tartalmaz ugyanis egy négy bites mezőt, a csatornaazonosítót, amely jelzi, hogy ez a teljes üzenet a rendszer mely eszközeinek szól. A vevő eszköz az üzenet vétele után saját csatornaszámát - amelyet a felhasználó előzőleg már beállított - összehasonlítja ezzel az azonosítóval, és az üzenetre csak akkor reagál, ha a két mennyiség egyenlő. A rendszer valamennyi elemét célszerű tehát különböző csatornákra állítani, így mindannyiukat egymástól függetlenül vezérelhetjük. Akkor sincs semmi baj, ha két hangszert azonos csatornára állítunk: mindketten ugyanazt fogják csinálni.

Ez a megoldás nagyon hasonlatos az otthoni rádió- és televíziókészülékekből már ismert csatornasétválasztáshoz, hiszen ott is egyetlen kábelen érkezik több, esetenként nagyon sok műsor, melyek közül a vevőkészülék beállítása dönti el, hogy melyiket hallgatjuk vagy nézzük.

1. ÜZEMMÓDOT ÁLLÍTÓ CSATORNAÜZENETEK

A MIDI-s hangszerek négy üzemmódban értelmezhetik a bejövő hangjellegű csatornaüzeneteket. Ezek az alábbiak:

1. üzemmód: OMNI ON, POLY

A hangszer ebben az üzemmódban nem fogja a bejövő üzenet csatornakódját figyelni, hanem, ezt figyelmen kívül hagyva, minden bejövő MIDI-üzenetre reagál. Ez akkor hasznos, ha csak egy adó és egy vevő van; nem kell bajlódni a csatornaszámok egyeztetésével. Ezen kívül egy további hatás, hogy a hangszer polifón üzemmódba kerül, vagyis több hangot képes egyszerre megszólaltatni. A megszólaló hangok maximális száma a hangszer megvalósításától, a hanggenerátorok számától függ.

2. üzemmód: OMNI ON, MONO

Szintén minden bejövő üzenetre reagál az eszköz ebben a módban, de monofón módon - csak egy hang szólhat egyszerre, a második hang megszólaltatása az első elnémítja. Ez az üzemmód nem túl hasznos, mert bár sokszor van szükség monofón hangra (pl. szaxofon, fuvola, vagy régi analóg monoszintetizátorok utánzásánál), ezt célszerűbb a hangprogramozás szintjén megoldani.

3. üzemmód: OMNI OFF, POLY

A leggyakrabban használt üzemmód, melyben a hangszer polifonikusan reagál azon a csatornán, melyet számára kijelöltünk. Ne feledjük: a multitimbrális hangszerek nemcsak egy csatornán vehetnek, hanem 6-on, 8-on, vagy akár mind a tizenhaton is, hangszertől függően! Ekkor 6, 8, vagy 16 független, polifón hangszerként használhatjuk az eszközt.

4. üzemmód: OMNI OFF, MONO

A hangszer beállított csatornáin fogja fogadni a bejövő üzeneteket, és csatornánként monofón módon reagál rájuk. Ez a gitárosok játékához hasonlatos (ezért használják elsősorban a gitárszintetizátoros megoldásoknál) - a húrok egymástól függetlenül szólhatnak, de egy húr egyszerre csak egy hangot adhat. A gitár-MIDI átalakítókkal használt szintetizátorokat érdemes ilyen üzemmódban használni, mert érdekes hatáshoz lehet vele eljutni: minden húr más hangszer hangján játszhat, és a hajlítások az eredetihez hasonlóan, húronként érvényesülnek.

Az üzemmódok beállítását a legtöbb esetben a hangszer kezelőszerveivel is el lehet érni, de külső MIDI-üzenettel is utasítani lehet az eszközt a megfelelő üzemmód beállítására. Ezen üzenetek kódjai az egyik hangjellegű csatornaüzenet speciális esetei, ezért ott ismertetjük majd.

2. HANGJELLEGŰ CSATORNAÜZENETEK

Az üzeneteknek ez a típusa hordozza magában a zenei előadás elemi történéseit; e csatornaüzenetek valamilyen sorozata egyértelműen meghatároz egy előadást. A csatornaüzenetek általánosan egy státuszбайдttal kezdődnek, és egy vagy két adatбайдttal záródnak, az adatбайдttok száma a státuszбайдttól függ. A következő néhány oldalon valamennyi csatornaüzenet felsorolásra kerül, a hozzájuk rendelt kódokkal együtt. Az üzenet neve után a kódok az olvashatóság kedvéért hexadecimális (azaz 16-os számrendszerbeli) formában lesznek megadva.

Note On

Kód: 9n bb vv

Ezt az üzenetet az adó hangszer akkor küldi, amikor zenei billentyűzetén lenyomtak egy billentyűt. A vevő, csatornaegyeztetés után, megszólaltathatja ugyanazt a hangot. Ez a hang addig fog szólani, amíg az adó egy másik üzenettel le nem állítja.

A legelső bájt a státusz; felső hexadecimális helyiértékén a 9-es jelöli a Note On parancsot. Alsó helyiértékét ('n') a küldő saját MIDI-adócsatornája értékével fogja kitölteni. Egy rövid megjegyzés: a hangszerek fogadó- és adócsatornájának értéke a legtöbb esetben külön értékre állítható.

Figyelem: míg az eszközök kezelőszerveivel a csatornaértéket 1 és 16 között mozgathatjuk, a státuszbájtbá 4 biten kódolt érték természetesen 0 és 15 között változhat; a frontpanelen beállított 1-es csatorna 0-vá lesz kódolva az üzenetben, a 2-es 1-gyé, és így tovább, a 16-os 15-té.

'bb' értéke jelöli azt, hogy melyik billentyű lett lenyomva, értéke 0-tól 127-ig terjedhet, mivel a legfelső bit 0, az adatbájt jellege miatt. Ez 128 különböző érték, oktávonként 12 billentyűvel számolva több mint tíz oktávot le tudunk írni ezzel a módszerrel, ez mindig elegendő.

'vv' értéke azt tartalmazza, hogy a billentyűt milyen sebességgel nyomták le; nagyobb sebesség nagyobb értéket, kisebb sebesség kisebb értéket eredményez. Ha a billentyűzet nem érzékeny a leütés erejére, minden sebességre ugyanazt a számot fogja itt küldeni, ami vagy előre beállítható a felhasználó által, vagy egy konstans érték, ami szinte mindig a középérték, vagyis a decimális 64. A 'vv' érték 1 és 127 között változhat, a 0 speciális eset, amint később látni fogjuk.

Note Off

Kód: 8n bb vv

Az előző üzenet fordítottja: a billentyű felengedését jelenti. Az addig érvényes hang a lecsengési fázisba kerül, fokozatosan elhalkul. A kódok jelentése is nagyon hasonló az előzőhöz: a 8-as a Note Off státusz jele, 'n'-ben a csatorna van kódolva, 'bb' a billentyű száma, 'vv' pedig azt tartalmazza, hogy milyen gyorsan lett a billentyű felengedve. A piacon nem túl sok hangszer van, amely 'vv' értékét értelmezné, vagy - vezérlő szerepkörben -, küldené, bizonyos mechanikus hangszerek utánzásánál azonban szükség lehet rá.

A MIDI kialakulása idejében a Note Off megvalósítását másképp képelték. A Note Off üzenet tulajdonképpen egy Note On lett volna, melyben a 'vv' értéke 0, így külön felengedési sebességet már nem is lehetett volna definiálni. A '9n bb 00' üzenetet, mint Note Off-ot, több helyütt implementálták, így végül, mivel nagy zavart nem okoz, bekerült a MIDI-specifikációba. Manapság nemigen találni olyan hangszert, mely a Note Off -ot így küldené, vétele, értelmezése azonban kötelező.

Pitch Bend

Kód: En aa ff

Az üzenetet az adó akkor küldi, ha a zenész hajlítást végez. A hajlítás két irányba mehet: a hangmagasság felfelé vagy lefelé változhat. Billentyűsök ezt a hangszer bal oldalán lévő karral vagy kerékkel, gitárosok a szokásos hajlítási módszereikkel érhetik el.

A státuszbájt felső része ('E') a Pitch Bend kódja, alsó része természetesen a csatorna száma. Az ezt követő két adatbájt alsó 7-7 bitje hordozza a hajlítás mértékét. E két bitmezőt egyetlen, 14 bites mennyiségként kell felfogni, amelynek alsó 7 bitje az első adatbájt, felső 7 bitje a második. Ilyen módon 16384 különböző hajlítási értéket tudunk megkülönböztetni, amelynek egyik fele (8193-tól 16383-ig) a felfelé hajlítást, másik fele (0-8191 között) a lefelé hajlítást ábrázolja. A középállást, amely a hajlítás nélküli állapot, a 8192-es érték jelenti.

A hajlítás a hajlítókarral vagy a kerékkel természetesen folyamatos mozdulat. Ezt a folyamatos eseményt a hangszer mikroprocesszora csak különböző, diszkrét időpillanatokban tudja megfigyelni, és a megfigyelés eredményét küldi a MIDI-kimenetre.

Ha nem történik semmi a hajlítóeszközzel, természetesen nem kerül ki semmilyen hajlítóüzenet a MIDI-vonalra, de bármilyen kis mozdítás üzenetek sokaságát generálja; a processzor nagyon finom elemi lépésenként közli a hajlítási folyamatot a vevővel. Ennek a finomságnak az elvi maximális felbontása a 14 bit, vagyis a 16384 lépcső, de sok gyártó megelégszik a 8-10 bites felbontással.

Polyphonic Pressure

Kód: An bb pp

A billentyűkre nehezedő nyomás erősségét érzékelni képes hangszerek közül azok küldik ezt az üzenetet, amelyek billentyűnként más-más nyomásértéket képesek érzékelni. Ha egy ilyen billentyűzeten egy három hangból álló akkordot tartunk lenyomva, akkor a billentyűzet érzékelni fogja, hogy a tartott billentyűkre milyen nyomás jut egyenként: a zenész egyenként manipulálhatja az akkord hangjait, a billentyűk tartása közben történő nyomáserősséggel.

A kódolás hasonló az eddigiekhez: 'A' a státuszkód, alatta 'n' a csatorna, 'bb' a billentyű kódja, 'pp' az aktuális nyomáserősség, 0 és 127 között. A nyomáserősséggel leginkább a vibrató sebességét vagy mélységét, esetleg hangmagasság-eltolást lehet előidézni, ennek megválasztása a vevő feladata.

Channel Pressure

Kód: Dn pp

Szintén nyomáserősség közlésére szolgáló üzenet, de az előzővel ellentétben ezzel nem lehet közölni az egyes billentyűkre vonatkozó nyomást, csak egy általános értéket a teljes billentyűzetre, vagyis a csatornára. Ez egy egyszerűbb, olcsóbb megoldás, sok nyomáserzékeny billentyűzet így működik.

Státuszkódja 'D', utána a csatorna 'n', ezt mindössze egy adatbájt követi, 'pp', amely a nyomás erősségét írja le, 0 és 127 között.

Program Change

Kód: Cn pp

Ezzel az üzenettel a vevő aktuális hangprogramját választhatjuk ki, az előre beállított, vagy a felhasználó által készített hangzások közül.

A státuszkód 'C', 'n' a csatorna, 'pp' pedig a hangprogram száma. Ez a szám 0 és 127 között változhat természetesen, így ezzel az üzenettel 128 hangprogram közül tudunk válogatni. Ez a kezdetek kezdetén elégnek tűnt, nem volt ugyanis olyan hangszer, amely ezt kihasználta volna. Ma már, szinte minden hangszer túllép ezen a határon: erre először a gyártók saját megoldásaikat voltak kénytelenek kidolgozni, végül 1990-ben született egy egységes ajánlás, amely a Bank Select nevet kapta. A későbbiekben még erről is esik szó.

Fontos megjegyezni, hogy a hangprogramok számozása 1-től 128-ig szokott terjedni a felhasználó felé. A megfeleltetés a csatornákéhoz hasonló: a 0-ás kódú hangprogram a felhasználó felé 1-esként látszik, az 1-es kódú 2-nek, és így tovább, legvégül a 127-es 128-nak.

Control Change

Kód: Bn cc vv

A legnépesebb üzenettípus, amely igen különböző célokra szolgál. Általános célja a zenei előadás valamennyi, az eddigiekbe nem sorolható kifejezési eszközének (pl. pedálok, moduláció) valós idejű közvetítése.

A 'B' státuszt az 'n' csatornakód követi, mögöttük 'cc' a kontroller azonosítója, 'vv' pedig az érték, melyre a kontrollert állítani kell.

Ez azt jelenti, hogy ha 'cc' értéke 1, akkor a modulációkerékre vonatkozik az üzenet, és ha ezt 0 érték követi, nincs moduláció, ha 127, akkor maximális a moduláció. A közbülső értékek természetesen arányosan közepes modulációt jelentenek.

Több olyan kontrollert is találhatunk, amelynek csak két értelmes állapota van, például a kitartási pedál, ami vagy le van nyomva, vagy nem. A vezérlő hangszerek a bekapcsolt értékre 127-et, a kikapcsoltra 0-t küldenek. A vezéreltek ilyen controllerüzenetek vételekor az adatbájt második legnagyobb helyiértékű bitjét figyelik, vagyis bekapcsolnak, ha 64-127 közötti adatbájt, és kikapcsolnak, ha 0 és 63 közötti érkezik.

A kontrollerek legtöbbjénél elég a 7 bites adatmező a vezérelt mennyiség ábrázolásának felbontására, ha azonban ez mégsem lenne kielégítő, erre nézve is van kész megoldás. Mint a táblázatból kiderül, a folytonos (nem kapcsolójellegű) kontrollerek azonosítói nagyrészt a kontrollereket tartalmazó táblázat elején, a 0-tól kezdve helyezkednek el. A megállapodás szerint a 0 és 31 között elhelyezkedő kontrollerek adatmezői alá, mint kisebb helyiértékű bájt, hozzárendelhető a 32-től 63-ig terjedő controllerterület. Ezek 7 bites adatmezője járul hozzá a felbontás növeléséhez; például, ha az 1-es kontrollert a 16-os és 17-es pozíció közé akarom vezérelni félúton, akkor az 1-es controllerre 16-ot, a 33-asra pedig 64-et írok. A 0-31 tartományban elhelyezkedő kontrollereket ezért 14 bites kontrollereknek, a 64-95-ben lévőket pedig 7 bites kontrollereknek nevezzük, mert ezek felbontása nem terjeszthető ki az előbbi módon; a 96 feletti terület más célokra foglalt.

A 0 és a 32 azonosítójú kontrollert a MIDI egyik, nemrég érvénybe lépett kiterjesztése speciális jelentéssel ruházta fel. A Program Change üzenetnél már láttuk, hogy 128 hangprogram közül lehet válogatni ezzel az üzenettel. Ez manapság már kevés, ezért vezették be a Bank Select üzenetet, amely nem más, mint a 0 és 32 jelű kontrollerekre kiírt 14 bites mennyiség. Ezzel 16384 különböző hangkészletet címezhetünk meg, melyek mindegyike 128 hangprogramot tartalmaz - ezek közül már a hagyományos Program Change üzenettel választhatunk. Ez az irdatlan hangprogrammennyiség valószínűleg elég lesz egy ideig ...

A MIDI 1.0 specifikációban látott először napvilágot a regisztrált és nem regisztrált paraméterek fogalma. Ezek voltaképpen a hagyományos Control Change kiterjesztései - ha kifogyunk a 128 lehetséges controllerből, legyen tartalék.

A regisztrált paraméterek olyan kontrollereket takarnak, amelyeket minden hangszeren egyformán kell implementálni. Eddig négy ilyet definiáltak, melyek: a hajlítókerék érzékenysége, a durva- és a finomhangolás, valamint a hangolási táblázatok közötti kapcsoló. A nem regisztrált paraméterek alá tartozó mennyiségeket a gyártó szabadon rendelheti bármilyen, tetszése szerinti funkcióhoz. Ezekről természetesen a termék felhasználói kézikönyve tájékoztat.

A kibővített kontrollerek kezelése sajnos nem olyan egyszerű, mint a hagyományosaké. A folyamat a következő: először a megfelelő kontrollerek segítségével ki kell jelölni, hogy melyik kiterjesztett kontrollert akarjuk használni. Miután ezt kijelöltük, az értéket a Data Entry, a Data Increment, és a Data Decrement kontrollerekkel módosíthatjuk.

A Control Change üzenetek további típusa a már említett üzemmód-jellegű csatornaüzenetek csoportja. A 121 és 127 közé eső azonosítójú kontrollerek ezek számára vannak lefoglalva, a táblázat őket elkülönítve tartalmazza. Természetesen ezek nem valódi kontrollerek, hogy mégis ide kerültek, az annak köszönhető, hogy itt lehetett már csak helyet találni számukra.

Hét darab ilyen üzenet van, közülük négy a már említett MIDI-üzemmódokat állítja be. A további hármat lássuk röviden: a Reset All Controllers valamennyi, a rendszerben használt controller értékét és a hajlítás (Pitch Bend) pozícióját alaphelyzetbe hozza.

Az All Notes Off azonnali Note Off parancsot jelent a csatorna összes, kitartási fázisban lévő hangja számára, a Local Control parancssal pedig leválaszthatjuk a hangszer billentyűzetét a hanggenerátorokról; a billentyűzeten bármit játszunk, nem jut el a hangszer saját hanggenerátoraihoz, csak a MIDI-kimenetre, a hanggenerátorok pedig csak a MIDI-bemenetről fogadnak el üzeneteket. Mintha csak külön dobozokban elhelyezkedő billentyűzetünk és hangmodulunk lenne...

A kontrollerek azonosítói		43	Expression (LSB)	87	
0	Bank Select MSB	44	Effect Control 1 (LSB)	88	
1	Modulation Wheel(MSB)	45	Effect Control 2 (LSB)	89	
2	Breath controller(MSB)	46		90	
3		47		91	Effects Level
4	Foot Pedal (MSB)	48		92	Tremolo Level
5	Portamento Time (MSB)	49		93	Chorus Level
6	Data Entry (MSB)	50		94	Celeste Level
7	Volume (MSB)	51		95	Phaser Level
8	Balance (MSB)	52		96	Data Button increment
9		53		97	Data Button decrement
10	Pan position (MSB)	54		98	Non-registered Parameter (LSB)
11	Expression (MSB)	55		99	Non-registered Parameter (MSB)
12	Effect Control 1 (MSB)	56		100	Registered Parameter (LSB)
13	Effect Control 2 (MSB)	57		101	Registered Parameter (MSB)
14		58		102	
15		59		103	
16	Ribbon Controller or General Purpose Slider 1	60		104	
17	Knob 1 or General Purpose Slider 2	61		105	
18	General Purpose Slider 3	62		106	
19	Knob 2 General Purpose Slider 4	63		107	
20	Knob 3 or Undefined	64	Hold Pedal (on/off)	108	
21	Knob 4 or Undefined	65	Portamento (on/off)	109	
22		66	Sostenuto Pedal (on/off)	110	
23		67	Soft Pedal (on/off)	111	
24		68	Legato Pedal (on/off)	112	
25		69	Hold 2 Pedal (on/off)	113	
26		70	Sound Variation	114	
27		71	Resonance	115	
28		72	Sound Release Time	116	
29		73	Sound Attack Time	117	
30		74	Sound Brightness	118	
31		75	Sound Control 6	119	
32	Bank Select (LSB)	76	Sound Control 7	120	All Sound Off
33	Modulation Wheel (LSB)	77	Sound Control 8	121	All Controllers Off
34	Breath controller (LSB)	78	Sound Control 9	122	Local Keyboard (on/off)
35		79	Sound Control 10	123	All Notes Off
36	Foot Pedal (LSB)	80	General Purpose Button 1 (on/off)	124	Omni Mode Off
37	Portamento Time (LSB)	81	General Purpose Button 2 (on/off)	125	Omni Mode On
38	Data Entry (LSB)	82	General Purpose Button 3 (on/off)	126	Mono Operation
39	Volume (LSB)	83	General Purpose Button 4 (on/off)	127	Poly Operation
40	Balance (LSB)	84			
41		85			
42	Pan position (LSB)	86			

3. EGYSZERŰ RENDSZERÜZENETEK

Az üzenetek e típusa a rendszer valamennyi berendezése által használható, a státuszbájtok így nem tartalmaznak csatornakódot sem.

MTC Quarter-Frame

Kód: F1 nd

A MIDI Time Code protokollhoz tartozó üzenet, melyet itt részletesen nem fogunk ismertetni. Az üzenetet a MIDI Time Code generálására alkalmas berendezések generálják, az idő kód tényleges pozícióját jelezve.

Song Position Pointer

Kód: F2 aa ff

Dalszerkesztő berendezések, vagy ilyen célt szolgáló számítógépes programok küldik ezt az üzenetet, a dal lejátszásának kezdetén. Célja az, hogy a rendszerben esetleg elhelyezkedő további MIDI-lejátszókat tájékoztassa arról, hogy honnan kell a lejátszást indítani (nem biztos ugyanis, hogy az elejéről). Ezzel, valamint a Timing Clock és a Start-Stop-Continue üzenetekkel megoldható, hogy egy rendszer több független dalszerkesztőt tartalmazzon, melyek ritmikailag szinkronban tudják lejátszani tárolt dalaikat.

A Song Position Pointer (vagy SPP) 14 bites adatmezője írja le, hogy a lejátszás honnan induljon. Ha ennek értéke 0, a lejátszás az elejéről indul. A dalban előrehaladva, az SPP értéke minden zenei 1/16 időköz elteltével eggyel növekszik, tehát a második ütem kezdetén például 16, a második ütem felénél 24, a harmadik ütem kezdetén 32, négynegyedes ritmusban természetesen.

Song Select

Kód: F3 dd

Ha egy dobegépből vagy egy dalszerkesztő memóriájából ki szeretnénk választani egy dalt, hogy lejátszunk, ezt az üzenetet kell használnunk. Az F3 státusz után a 'dd' jelű mező fogja tartalmazni a lejátszandó dalt. Magát a lejátszást a 'Start' üzenettel indíthatjuk (lásd később).

Tune Request

Kód: F6

Ha a vevő hangszer képes magát behangolni, ennek az üzenetnek a vétele után azonnal el kell indítania ezt a procedúrát. Manapság ennek az alkalmazása elég ritka, mivel a mostani hangszerek hangolása nagyon stabil, a kvarcvezérelt, mikroprocesszoros alapon működő hanggenerátorok miatt. A 80-as évek elején, az analóg szintetizátorok fénykorában több, önhangolásra képes hangszert ismerhettünk, például a legendás Roland Jupiter 6 polifón szintetizátort.

4. VALÓS IDEJŰ RENDSZERÜZENETEK

Ide szintén a teljes rendszernek szóló üzenetek tartoznak, amelyek általában zenei, ritmikai szinkronba állítással kapcsolatosak. Érdekes tulajdonságuk, hogy bárhol előfordulhatnak, akár teljes MIDI-üzenetek bájtjai közé bújtatva is! Mivel valamennyi, ide tartozó üzenet egy bájt hosszú, ez nagy zavart nem okoz, a feldolgozás nem bonyolódik el végzetesen. Például, a vevő észlelheti azt, hogy egy Note On státusz vétele után egy Timing Clock státusz érkezett, ami egy valós idejű rendszerüzenet. Nincs esély arra, hogy ezt összekeverje a helyette várt adatbájttal, mert a legfelső bit egyértelműen jelzi, hogy a vett bájt: státusz. Ennek feldolgozása után visszatérhet a Note On értelmezéséhez.

Timing Clock**Kód: F8**

Dalszerkesztők és dobgépek szinkronizációs, időzíti üzenete. A kibocsátó eszköz egy zenei negyedhang alatt 24-szer küldi el, egyenlő időközönként, ezzel tájékoztatva a rendszerre felfűzött hasonló eszközöket a lejátszás tempójáról. Általában nemcsak lejátszás alatt szokták küldeni, hanem állandóan, és a lejátszás kezdetét egy Start üzenet küldésével jelzik.

Start**Kód: FA**

A dalszerkesztő a lejátszás indításakor ezt az üzenetet küldi, jelezve a többi eszköznek, hogy lejátszási állapotba lépett.

Stop**Kód: FC**

Ez az üzenet a lejátszás leállítását követően kerül ki a vonalra. Az üzenetet vevőnek nem szabad törölnie belső Song Position Pointerjét, mellyel saját maga számára nyilvántartja, hogy hol tart a lejátszás, mert egy Continue üzenet hatására ott kell folytatnia, ahol befejezte.

Continue**Kód: FB**

Ezt az üzenetet az előbb említett szituációban lehet küldeni, vagyis a lejátszás leállítása utáni közvetlen folytatásnál. A vevő is onnan fogja játszani saját anyagát, ahol abbahagyta.

Active Sensing**Kód: FE**

Az Active Sensing üzenet egyetlen célja a MIDI-összeköttetés ellenőrzése. Az adó, ha semmilyen más üzenetet nem küldött, 300 milliszekundum elteltével ezt az egy bájtos üzenetet teszi a vonalra. A vevő, ha 300 milliszekundumnál hosszabb ideig nem érzékelt semmilyen bejövő adatot, feltételezi, hogy a kapcsolat megszakadt, valamennyi, MIDI-ről indított hangot kikapcsolja, és visszatér normális működési állapotába. Az Active Sensing adása és értelmezése - a vételi oldalon - egyaránt opcionális, senki számára nem kötelező.

System Reset**Kód: FF**

Ezt véve, a vevő hangszer alaphelyzetbe áll vissza, vagyis a még hallható hangokat kikapcsolja, polifón üzembe áll, a kontrollereket alaphelyzetbe hozza, leállítja a dal lejátszását, törli az SPP-t.

System Exclusive**Kód: FO id xx, ... yy F7**

Ez az üzenet alkotja az ötödik típust; eredetileg azzal a céllal jött létre, hogy a kizárólag eszközspecifikus információk is átvihetők legyenek a MIDI-n keresztül. A legegyszerűbb példa: képzeljük el, hogy egy adott hangszer, mondjuk egy Roland D50-es szintetizátor hangprogramjait át szeretném tölteni egy másik D50-be. Nyilván egy Yamaha TX16W nevű mintavevő, de akár egy más típusú, és azonos gyártmányú szintetizátor, a Roland JX8P sem tud ezekkel a hangprogramokkal mit kezdeni, csak a hálózatra kapcsolt D50-esek. Az exkluzív kommunikációt úgy kell tehát megvalósítani, hogy a rendszerben bármely két azonos típusú eszköz a többiek zavarása nélkül tudjon adatot cserélni.

Az eszköztől függő információk közlésének, valamint vételének nemcsak két azonos hangszer között lehet értelme, hanem egy számítógép és egy hangszer (vagy más eszköz) kapcsolatában is. Ebben a relációban a számítógép letöltheti magának a hangszer hangprogramjait, mint adatokat, saját lemezes tárolóin archiválhatja, illetve módosíthatja és visszatöltheti őket. Mivel mindez, ami itt szerepel, eszközfüggő exkluzív protokollal folytatható le, ezért ezek a könyvtárazó és hangszerkesztő programok csak azokkal az eszközökkel képesek együttműködni, melyekre felkészítették őket.

A folyamat megvalósítása a következő: az F0 státuszkód MIDI-vonalon való megjelenése közli az eszközökkel, hogy exkluzív adatcsomag fog érkezni. Az ezt követő bájtot valamennyi vevő elkapja, mert ez a gyártó azonosítója, aki azt az eszközt készítette, melynek az üzenet szól. A fejezet végén, a táblázatban néhány nagyobb gyártó azonosító kódjait láthatjuk, ezek egyezményekben rögzített értékek, melyeket nem illik más célra használni. 1 és 124 közötti tartományban mozoghat ez az azonosító, az 125, 126, 127 értékek más, később ismertetendő célokra foglaltak.

Amennyiben kifogyunk a 124 értékből, a megoldás az, hogy ez a gyártóazonosító nem feltétlenül egy bájt hosszú; az előbb feltűnhetett, hogy a 0 érték kimaradt a felsorolásból. Ha az azonosító értéke 0, akkor a következő két bájtot is értelmezni kell, mert ezek fogják tartalmazni az így kiterjesztett gyártóazonosítót. Ezzel újabb 16384 értéket nyertünk.

A gyártóazonosító vizsgálata után az eszköz kétféle következtetésre juthat. Ha nem az ő azonosítókódja érkezett, akkor az összes további adatbájtot figyelmen kívül kell hagynia mindaddig, amíg az F7 státuszkód be nem érkezik, amely az exkluzív üzenet végét jelzi. Ha viszont a vett gyártóazonosító a sajátja, onnantól kezdve a gyártó saját protokollja lép életbe, aszerint kell cselekednie. Az üzenetnek nincs rögzített maximális hossza, az egyetlen megkötés az, hogy zárásként F7-nek kell érkeznie.

Az exkluzív protokollok nagyon különbözőek lehetnek egymástól. Közös jellemzőjük általában, hogy tartalmaznak még egy eszközazonosítót is, hiszen szinte minden gyártó sok, különböző célokat szolgáló eszközt készít, melyek egymással való kommunikációja általában értelmetlen.

Szintén általános jellemző valamilyen egyoldalú hibaellenőrzés alkalmazása, amely az üzenet végén egy egybájtos ellenőrző összegben szokott megnyilvánulni. Egyéb vonatkozásokban a helyzet nagyon eltérő; van, ahol egyszerű az adatcsere megoldása, a hangprogramokat ömlesztett adatok sorozataként lehet venni, igényesebb, kidolgozottabb rendszerekben viszont kis adatcsomagokkal, kézfogásos üzemmódban, hibaellenőrzéssel és visszajelzéssel, vagyis intelligens módon lehet az adatcserét megejteni.

Néhány gyártó azonosítókódja (exkluzív)	
01H	Sequential Circuits
04H	Moog
07H	Kurzweil
0CH	Waveframe
0FH	Ensoniq
10H	Oberheim
18H	E-Mu Systems
29H	PPG
2FH	Elka
30H	Dynacord
36H	Cheetah
38H	Simmons
3BH	Wersi
40H	Kawai
41H	Roland
42H	Korg
43H	Yamaha
44H	Casio
47H	Akai
48H	Foslex

A Roland eszközök jó példát adnak erre a korrekt, intelligens megoldásra, hiszen az itt felsoroltakon kívül még az az előnyük is megvan, hogy a hangszer programtárolóját közvetlenül lehet címezni MIDI-ről, ami rendkívüli hajlékonyságot kölcsönöz, a programozhatóságot tekintve.

Néhány sorral feljebb említettük, hogy a 125, 126, 127 értékű gyártóazonosítók foglaltak. Céljuk a MIDI bővíthetőségének fenntartása volt; kiaknázásuk már el is kezdődött. A 125-ös kód fejlesztési szempontok miatt foglalt, valószínűleg egyhamar nem is lesz betöltve, szemben a 126-ossal, amely az univerzális nem-valós idejű exkluzív rendszerűzenetek azonosítója. Ez az üzenettípus, az eddigi exkluzívoktól eltérően, nem eszközfüggő, hanem előzetes ajánlásokkal szabályozott, általános protokoll, már számos MIDI-bővítés használja ezt az üzenettípust. Időben elsőként a Sample Dump Standard, röviden az SDS érkezett. Ez az ajánlás, melyet 1986 januárjában tettek közzé, azt teszi lehetővé, hogy teljesen különböző típusú és gyártójú mintavevők elküldhessék egymásnak saját hangmintáikat.

Másodiknak, nem sokkal az SDS után, a MIDI Time Code következett, amely a video- és hangtechnikában használatos SMPTE-időkód MIDI-re fordított változata. Már találkoztunk vele, hiszen az egyszerű rendszerűzenetek között is volt egy státuszkódja, néhány, ide vonatkozó üzenete pedig az univerzális nem valós idejű exkluzív rendszerűzenetek közé került.

Említésre méltó még a MIDI File Dump ajánlás, amely számítógépes adatfájlok, elsősorban szabványos MIDI-fájlok közlésére ad megoldást, és a MIDI Tuning Standard, mellyel hangolási információ küldhető és vehető, ily módon a teljes billentyűzet áthangolható a hagyományos 12-fokú rendszertől eltérő skálára - ha ezt a lehetőséget implementálják a hangszerre. Hátravan még a 127-es azonosítókód, amely, most már nem nehéz kitalálni, az univerzális valós idejű exkluzív rendszerűzenetek jele. Ezek általában rövidebb, azonnal végrehajtandó üzenetek, mint például a MIDI Time Code időzítő üzenetei, a MIDI Show Control, amely a MIDI-vezérelt világítástechnikát egységesíti, vagy a MIDI Machine Control, amely a stúdiómagnók vezérléséhez tartalmaz új üzeneteket.

5. Gyakorlati tudnivalók

A üzenetek kódolásán túljutva ismerkedjünk meg a MIDI alkalmazásának néhány gyakorlati kérdésével. Elsőként lássunk egy igen fontos technikát, a státusztartást, amit a MIDI-specifikációban és a szakirodalomban Running Status néven hívnak. Ennek alapgondolata a takarékoság; ha lehet, minél kevesebb bájtal kelljen az adónak a vonalat terhelnie.

Egy rövid példa fog segíteni: üssünk le egy három hangból álló akkordot a billentyűzeten. A hangszer MIDI-kimenetén ennek megfelelően három darab Note On üzenetnek kellene megjelennie, a megfelelő csatornakóddal ellátva, a megfelelő billentyű- és dinamikaértékekkel, valahogy így:

90 b1 d1 90 b2 d2 90 b3 d3

9 bájt ideig foglaljuk le ezzel a megoldással a MIDI-vonalat, amiből 3 bájt tökéletesen egyforma! Ezen segít a státusztartással küldött adás - a vevőnek kötelessége megjegyeznie az utoljára érkezett státuszt, az ezután következő, neki megfelelő számú adatbájtot pedig fogjuk fel önálló MIDI-üzenetként, még akkor is, ha ez az adatcsomag nem volt újabb, önálló státuszbájttal bevezetve! Az előző akkord tehát, ezen a módon küldve, így fog kinézni:

90 b1 d1 b2 d2 b3 d3

A sort lehet folytatni is, hiszen ha semmi egyéb MIDI-eseményt nem közlünk közben, a kkor a következő billentyű lenyomásához is csak a két adatbájtot kell elküldeni. Ez időben akár jóval később is történhet, az egyetlen kritérium az, hogy az adó ne küldjön közben más csatornaüzenetet.

Az eljárás természetesen nemcsak a Note On üzenettel működik, hanem valamennyi csatornaüzenettel megtörténhet. Igazi haszna főleg a hajlításnál és a kontrollereknél mutatkozik, hiszen ezen eszközök használata kis idő alatt is nagyon sok MIDI-üzenetet generál, ezek hosszát a státusztartással a kétharmadára lehet csökkenteni. A státusztartás használata adás közben opcionális, minden csatornaüzenetre érvényes, de csak rájuk; egy beérkező egyszerű, vagy valós idejű rendszerüzenet a specifikáció szerint figyelmen kívül hagyható ebből a szempontból, tehát helyes a következő példa:

90 b1 d1 F8 b2 d2 b3 d3

Itt a hármashangzat első és második hangja közé egy Timing Clock státuszú egybájtos üzenet került, amely a valós idejű rendszerüzenetek közé tartozik, így a csatornaüzenetek státusztartását nem befolyásolja. Ki tudja, miért, akadnak azonban olyan hangszerek (pl. a Yamaha DX-ek), melyeknél a státusztartás megtörik az Active Sensing nevű valós idejű rendszerüzenet hatására. Ez természetesen teljességgel legális, csak nem annyira takarékos megoldás.

Az igazán takarékosak (pl. Casio VZ-sorozat) viszont a Note Off üzenetet is behúzzák a Note On státusztartása alá, hiszen a Note Off egyik formája a 0 dinamikaértékkel ellátott Note On. Egy billentyű leütése és felengedése itt a következő bájtsorozatot generálja:

9n b1 d1 b1 00

Az első három bájt a billentyű lenyomásakor, az utána következő kettő pedig a billentyű felengedésekor generálódik. Noha a státusztartást adásnál nem kötelező használni, a vételi oldalon implementálása minden esetben kötelező, hiszen a vevő bemenetére bármikor kapcsolhatnak ilyen technikát alkalmazó adót, melynek az üzeneteit meg kell értenie. Természetesen nem okozhat fennakadást az sem, ha az adó státusztartást nem alkalmaz.

A MIDI-hálózatok kialakításánál számos gyakorlati megfontolást kell figyelembe venni, az eszközök fizikai megvalósítása miatt. Az egyik legalapvetőbb probléma a kábelezés kérdése. A MIDI-specifikáció a MIDI-kábelek maximális hosszát 15 méterre javasolja korlátozni. Ennek oka a közönséges kábelek ellenállása miatt fellépő jelveszteség, mely rosszabb esetben ilyen nagyságrendű kábelhosszaknál kezdhet nehézségeket okozni. Jobb minőségű kábelekkel jóval messzebb elvezethető a MIDI-jel, egyébként ismétlőt (Thru Boxot) kell alkalmazni.

Eddig rendben is van, azonban a dolgokat nem kimondottan technikai nézőpontból vizsgáló felhasználók körében a kábelhossz kérdése valamilyen úton-módon összekeveredett a később még sűrűn emlegetendő MIDI-késleltetés témakörével, mondván: a túl hosszú kábeleken a MIDI-üzenetek a szokottnál később érnek rendeltetési helyükre, ami a rendszert használhatatlanná teszi. Erről természetesen szó sincs, hiszen a MIDI-üzenetek elektromos jelek alakjában utaznak, az elektronok haladási sebessége pedig összemérhető a fénysebességgel, vagyis a százezer km/másodperc nagyságrendbe esik, tehát akár a földgolyó túloldalára is elküldhető, zeneileg érzékelhető késlekedés nélkül.

A MIDI-késleltetés egyébként igen gyakran emlegetett fogalom, és egészen eltérő dolgoknál is elő szokott kerülni. Emlegetik a gitár-MIDI átalakítóknál, itt a húr rezgésének MIDI-üzenettké való átalakítási sebességét értik alatta, előkerül az egyszerű, egy adó-egy vevő kapcsolatnál, mint reakciósebesség, a hosszú MIDI-láncoknál, mint terjedési késleltetés, és sok más esetben, melyeknek egy közös vonásuk van: az elektronikus eszközök véges feldolgozási sebessége miatt a folyamatok valamekkora idő alatt mennek végbe. A MIDI-késleltetés kapcsán gyakran előfordul a valóságos jelenségek téves értelmezése és a felhasználók emiatt gyakran téves következtetéseket vonnak le.

Az egyik legnépszerűbb ilyen tévhit a MIDI-s eszközök láncba fűzésével kapcsolatos. A lánc kialakítását már láttuk, minden, a láncban szereplő hangszer az őt megelőző eszköz THRU csatlakozójáról kapja bemenetére az üzeneteket (kivéve a legelső vevőt, természetesen). A THRU csatlakozók késleltetése az, amit az elterjedt hiedelem kárhóztat, mondván, akkora nagy késleltetést okoz, hogy négy-öt hangszer sorbakapcsolásának már semmi értelme, a láncban hátul lévőkhöz akkora késleltetéssel jutnak az üzenetek. A valóságban viszont a probléma inkább az, hogy a hangszerek túlnyomó többségében a Hard THRU megoldást alkalmazzák; itt a bemenő jel az IN csatlakozóról egy optoizolátor közvetítésével közvetlenül a THRU csatlakozóra kerül. Az egyetlen késleltetési tényező ez az elektronikai alkatrész, melynek kapcsolási ideje 3 mikroszekundum, vagyis a másodperc egymilliomod részével van egy súlycsoportban. Kapcsoljunk össze akár tíz eszközt, még mindig csak a százezredmásodperces nagyságrendbe kerülünk, ami még mindig kb. százszor kisebb az érzékelhető legkisebb időtartamnál, arról nem is beszélve, hogy egy három bájtos MIDI-üzenet közlése egyébként önmagában hozzávetőlegesen egy ezredmásodpercig tart. Ráadásul, egy hang megszólalásának késleltetésébe keményen beleszól az is, hogy milyen gyors a vevő processzora; ezek sebességkülönbségei ezredmásodperces eltéréseket eredményezhetnek. Ha a lánc végén egy gyorsabb egységet helyezünk el, az esetleg hamarabb is reagálhat a láncon végigfutó üzenetekre, mint a lánc elején álló, lassabb hangszer.

A tévhit elterjedésének egyik oka a 'Soft THRU' megoldás használata bizonyos eszközöknél, ami valóban jelentős késleltetést állít a jelterjedés útjába. Ebben az esetben ugyanis a MIDI-bájt először a központi mikroprocesszorba kerül, feldolgozásra, onnan jut a THRU-ra, így, a processzornál töltött időt nem számítva, legalább egy bájtnyi (ami a MIDI-átvitelben 10 bit) időt késik minden egyes üzenet. Ha pedig a processzornál töltött is beszámítjuk, néhány Soft THRU összefűzésével hamar eljuthatunk akár 20 ezredmásodperces késleltetéshez is, ami füllel már észlelhető.

Szerencsére a Soft THRU megoldás olyan ritka, hogy szinte lehetetlen rendszerünket olyan hangszerekből összeállítani, melyek közül mondjuk akár kettő-három alkalmazná ezt az eljárást.

A hosszú MIDI-láncok valódi problémája az alkalmazott optoizolátorok kismértékű jeltorzítása. A logikai 1 és 0 értékekhez rendelt feszültség szintek közül a magasabb feszültségérték tartási ideje elkezd csökkenni az alacsonyabbhoz képest, ami sokszor egymás után ismételve jelentékeny lehet. Ekkor a láncban hátul állóknál bittévesztések fognak fellépni, ami hangok kimaradásában, vagy ellenkezőleg, nem várt hangok, zajok jelentkezésében, és más hasonlóan borzasztó eseményekben nyilvánulhat meg. Ha ezt tapasztaljuk, a rendszert azonnal át kell szervezni, hiszen ebben a formában nem sok mindenre lehet használni. Megoldás lehet bizonyos esetekben az eszközök sorrendjének megváltoztatása, hiszen az optoizolátorok sem egyformák; láttunk már olyan, hét elemből álló láncot, amely egy adott sorrendben teljesen használhatatlanul, egy másik sorrendben pedig tökéletesen működött.

A biztos megoldás a csillaghálózat kiépítése, melyhez egy olyan MIDI-elosztót kell beszerezni, melynek egy MIDI-bemenete és több kimenete van, funkciója pedig roppant egyszerű: a bemenetre érkező jelet valamennyi kimenetére elküldi. ezáltal minden eszköz "első kézből" hozzájuthat az üzenetekhez.

Gyakran érik vádak a MIDI 31250 bit/másodperces átviteli sebességét is, mondván, a követelményekhez képest túl lassú. Valóban, a számítógépes lokális hálózatok 10 vagy 100 megabit/másodpercéhez képest nem túl sok, azonban vizsgáljunk meg egy egyszerű szituációt. Figyeljük meg, milyen késleltetések lépnek fel, ha egy hangszeren leütünk egy billentyűt, és az a MIDI-kapcsolat segítségével egy másik hangszerrel szólaltat meg! A billentyű leütésének ténye eljut a vezérlő hangszer processzorához, a billentyű kódjával és a leütés sebességével együtt. Ez az első késleltetés, a következő pedig akkor lép fel, amikor a processzor eljuttatja a saját, MIDI-t kezelő kimeneti egységének ezeket az adatokat. A MIDI-kábelben átfolyik a három bájtos kód, majd a vevő bemeneti egysége fogadja, eljuttatja a processzorhoz, amely lefoglal az új hang számára egy hanggenerátort, feltölti az adatokkal, és utasítja a hang elindítására. Ez a teljes folyamat a hangszerekben általánosan használt egyszerű 8 bites processzorokkal akár a 10 ezredmásodpercet is elérheti, ebből a MIDI adatátvitel csak egy ezredmásodpercet vett igénybe. A gond tehát inkább a processzorok kis teljesítménye, nem a MIDI lassúsága. Szerencsére manapság már a 16 bites processzorok egyszerűbb sorozatai is az olcsóbb kategóriába kerültek, így találhatunk példát ezek használatára is, a jövőben pedig szélesebb elterjedésük várható.

El is terjedtek azóta; nemcsak 16 bites, hanem annál sokkal erősebb mikroprocesszorok ketyegnek már a mai hangszerekben, így az előző bekezdésben ismertetett késleltetési tényező ma már sokkal inkább elhanyagolható.

A sebességprobléma nem abban a formában vetődik fel, hogy egy üzenet lassan kerül-e át a vevőhöz, hanem úgy, hogy a vonalat bonyolultabb alkalmazások esetén esetleg telítésbe lehet vinni. Egy dalszerkesztőt használva, ha valaki mind a 16 csatornát egyszerre használja a vonalon, és sűrű eseménysorozatot küld, például minden csatornán egyszerre végez hajlításokat, mozgat folyamatos kontrollereket, akkor előbb-utóbb találkozunk a MIDI-torlódással; bizonyos eseményekhez rendelt üzenetek nem férnek fel a megfelelő időben a MIDI-vonalra, csak később, vagy egyáltalán nem. A legtöbbször gyógyírt jelent e problémára a dalszerkesztő Controller Thin funkciója, amely a folyamatos kontrollereket a kívánt mértékben megritkítja, így kikísérletezhető az a sűrűség, amely már nem okoz torlódást, zeneileg pedig még elfogadható. Ha ez nem járható út, akkor független, párhuzamos MIDI-kimeneteket és kábeleztést kell használni a rendszerben.

A már említett MIDI Time Code is felveti a torlódás lehetőségét. Az a berendezés, amely ilyen üzeneteket küld, 6%-ban lefoglalja a MIDI-vonalat, mivel ez egy olyan állandó idő kód közvetítését jelenti, amelynek üzenetei másodpercenként többször is tartalmazzák a teljes óra-perc-másodperc-képkocka értékeket - ezt elsősorban mozgóképes anyagokhoz való szinkronizálásra használják. A 6%-os foglaltsági érték egyszerűbb alkalmazásoknál még nem kritikus, az idő kód azonban nem kimondottan egyszerű alkalmazásokban használatos, így azok a dalszerkesztők, amelyek ezt a szinkronizációs formát is ismerik, nem ritkán egy külön MIDI-vonalat lefoglalnak erre a célra, amelyre zenei üzeneteket nem engednek küldeni.

Gyakran félreértés tárgya a Timing Clock üzenet és alkalmazása is. Ez az üzenet volt ugye a dalszerkesztők egymáshoz szinkronizálásának az eszköze, tulajdonképpen egy órajel. A zenei negyedhang $1/24$ része telik el két ilyen üzenet közvetítése között, ebben a dimenzióban szokásos a dalszerkesztők időbeli felbontását megadni; a zenei negyedhangot hány részre képesek még feldarabolni. Az angol elnevezés (Pulses Per Quarternote) alapján ppq-nak rövidítik, a MIDI-óra tehát 24 ppq-val pereg. Igenám, de a dalszerkesztők közt nem ritka a 384 ppq felbontású sem, pazarlás lenne ez? A válasz természetesen nem, a megoldás pedig az, hogy ha egy dalszerkesztő lejátszási sebességét a Timing Clock-hoz igazítják, akkor valójában ugyanúgy a saját belső, nagy felbontású órajeléről működtetik, mint egyébként, ennek időalapját azonban mindig a Timing Clock beérkezési idejéhez igazítják. Lehet, hogy így szabálytalanná válhat az óra a negyedhang $1/24$ részéig - a tempóban beállt változást a vevő ennyi idő elteltével tudja észlelni - ez azonban füllel még érzékelhetetlen a hallgató számára.

6. A szabványos MIDI-fájlok

A szabványos MIDI-fájlok magához a MIDI-csatlakozóhoz nincs túl sok köze; ez egy olyan ajánlás, amelyet 1986-ban bocsátottak ki, és amely arra szolgál, hogy dalszerkesztők által létrehozott számítógépes fájlok felépítésére - amelyek természetesen félkész vagy kész dalokat tartalmaznak, - egységes javaslatot tegyen. Azok a dalszerkesztők, amelyek ezt az ajánlást támogatják, be tudják olvasni, le tudják játszani, és módosítani tudják egymás dalait. A MIDI elnevezés arra vezethető vissza, hogy az adatállomány belső tárolási formájának egy része visszavezethető a MIDI-üzenetekre. Az eddigiek alapján ugyanis nyilvánvaló lehet, hogy minden dal vagy zenemű felépíthető MIDI-üzenetek időben megfelelően összeállított sorozataként. A dal tárolása tehát tulajdonképpen a MIDI-üzenetek, valamint bekövetkezésük időpontjának tárolása.

A szabványos MIDI-fájlformátum (Standard MIDI Files, röviden SMF) létrejötté előtt a dalszerkesztők egymással nemigen voltak kompatibilisek. Tárolásra minden gyártó a saját, jól bevált formátumát használta, esetleg lehetővé tette más, általuk népszerűnek tartott riválisuk formátumának olvasását, azzal a reménnyel, hogy sikerül az idegen szoftvert alkalmazók táborából magához vonzani néhány felhasználót, akiknek így nem kell kidobniuk régi anyagaikat. A közös formátum ötlete az amerikai Opcode Systemstől ered; ők nagyon jó minőségű, Apple Macintoshra készített dalszerkesztőikről voltak elismertek. Az általuk használt koncepció alapján jött létre végül az SMF, amely azért nem szorította ki a gyártók saját formátumait, mivel nem tartalmaz, nem is tartalmazhat minden apró kis nüanszt, amelyet a különböző dalszerkesztők egymással szemben fel tudnak mutatni. A hangsúly a közös vonásokon van, vagyis a MIDI-üzenetek és időzítések mellett még egy sor olyan információ is elhelyezhető a MIDI-fájlban, amelyeket minden dalszerkesztőben megvalósítanak: az egyes sávok nevei, az előjegyzés stb.

Mire jó a közös formátum - kérdezhetjük, hiszen, gondolhatjuk, a zenész vesz egy dalszerkesztő programot vagy dobozt, és azt használja; dalait lementi ennek saját formátumában, és ugyanoda tölti vissza másnap. Idáig rendben is van minden, de mi történik, ha stúdióba megy, ahol másféle számítógép, más program üzemel - kezdheti előlről a munkát? Mi van akkor, ha koncerten alapként akarja használni a szerkesztett anyagot - kiviheti az egész számítógépet monitorostul, dobozostul, billentyűzetestül (amitől a koncert úgy fog majd kinézni, mint egy technóbuli). Mennyivel egyszerűbb ilyen esetben venni egy zsebben is elférő MIDI-lejátszót, amely olvassa ugyanazt a közös formátumot, amit a számítógép ki tud menteni, ebbe betöltjük az anyagot, és elindítjuk a lejátszást úgy, hogy a nézőtéren senki nem vesz észre semmit! Vagy, az első példára visszatérve, mennyivel egyszerűbb beszélni a stúdióba egy floppyval a zsebünkben, amelyre a közös formátumban írtuk fel a dalt, és amit a stúdió gépe is probléma nélkül olvas! Mennyivel egyszerűbbé vált a zenetanítás azzal, hogy a boltokban (vagy az interneten) hozzáférhetőek olyan elektronikus anyagok, amelyek ismert zeneműveket tartalmaznak SMF-formátumban - ezeket le lehet játszani, kottájukat ki lehet nyomtatni, szólamokra lehet bontani, vagy ellenkezőleg, egyes szólamokat el lehet némítani, így a tanítvány manuálisan játszhat a gépi kíséret mellett. És ha valaki nem elégszik meg egyetlen dalszerkesztő programmal (az egyes programok extra funkciói mindig különbözőek), ezután használhat kettőt, hármat, vagy ahányat csak elbír a pénztárcája - a zenei anyagokat szabadon átviheti egyikből a másikba.

Ezek az érvek eléggé meggyőzőek voltak a MIDI-ajánlások európai és amerikai gondozóinak is, ennek volt köszönhető a viszonylag korai, 1986-os bemutatási időpont. Egy bökkenő volt - a japán gyártók egy darabig szinte tudomást sem vettek a dologról. Kezdetét vette egy köztes állapot; a japán forrásból származó eszközök a szabványosodott, szinte paradicsomi állapotokba nem illettek bele. 1991-ig tartott ez a korszak, a japán gyártók szövetsége ekkor végre elfogadta az SMF-et, és az azóta kijött valamennyi japán szekvenszertermék ismeri az SMF-et is.

A MIDI-fájlok belső szerkezetének ismertetése előtt szót kell ejteni egy speciális számábrázolási formáról, a változó hosszúságú mennyiségekről, amelyek különösen fontos szerepet játszanak a MIDI-fájlok felépítésében. A MIDI-fájlokban az események bekövetkezése közötti időkülönbségeket tárolják, amelyek lehetnek hosszabb idődarabok is - ha például egy szólam néhány percre kimarad, majd újra belép -, és lehetnek nagyon rövid idők, például a hajlítókerék apró kis moccanásai is üzenetek egész tömegét generálják. A takarékoság érdekében tehát érdemes volt kitalálni egy olyan tárolási formát, amellyel a kis mennyiségeket rövidebben, a nagyobbakat pedig egy kicsit hosszabban, de mégis pontosan lehet leírni. Ezt változó hosszúságú mennyiségnek nevezték el, megvalósítása pedig a következő. Az ábrázolható maximális számhosszúság egy 28 bites mező, amit maximum négy bájtól írunk le. Az ábrázolandó 28 bites mennyiséget négy darab hét bites szakaszra vágjuk, és ezek közül a felső helyiértékeken szereplő, csak nullát tartalmazó szeleteket elhagyjuk. Maradt valahány darab hét bites mező, ezeket nyolc bitre egészítjük ki úgy, hogy a legelső helyiérték elé egy '0' értékű bitet írunk, az összes többi elé pedig '1' értékűt. Ezzel kész is volnánk: a mennyiség ábrázolásának hossza egy és négy bájt között mozoghat; a 0 és 127 közti számok ábrázolásához pontosan egy bájt is elegendő, a nagyobbaknak pedig mindig arányosan egyre több, kettő, három vagy négy.

Az SMF-specifikáció a MIDI-fájlok három típusát vezette be. Format 0 vagy Type 0 nevet kapnak azok a fájlok, amelyek ömlesztetten, egy sávon tartalmazzák a teljes dalt, míg a Format 1 vagy Type 1 fájlok a dalszerkesztőben született struktúrának megfelelően, sávokra bontva. A Format 2 vagy Type 2 fájlok nem folytonos, hanem részekre vágott zenedarabokat tartalmaznak, ezeket az úgynevezett pattern-orientált dalszerkesztők tudják használni.

A MIDI-fájlok bájtjai úgynevezett tömböket alkotnak. A tömbök két típusba sorolhatók, ezek fejléc és a sáv. Minden MIDI-fájl a fejléctömbbel kezdődik, melyet Format 0 esetében egy, Format 1 esetében több sáv-tömb követ. A tömbök felépítése a következő: minden tömb első négy bájtja a tömb típusjelzője; fejléc vagy sáv, de a jövőben születhetnek új tömb típusok is. Ez a négy bájt úgynevezett ASCII-kódban tartalmazza az 'MThd' bájt-sorozatot fejléc, vagy az 'MTrk'-t sáv esetén. A típusjelzőt egy négy bájtos, nem változó hosszúságú mező követi; ebbe írják bele a tömb hosszát bájtokban, nem számítva az első nyolc bájtot (típus+hossz). Ha tehát itt egy 20-as érték szerepel, az azt jelenti, hogy a típus négy bájtját és a hossz négy bájtját húsz adatbájt követi.

A fejléc formátuma nagyon egyszerű: mindig tizennégy bájt hosszú, és előre meghatározott mezői vannak. A kezdő négy bájt a típus, amelybe itt 'MThd' van írva, a következő négy bájt a hossz, ami a fejlécnél mindig hat, tehát ezután még hat bájt fog következni, melyeket három darab 16 bites számnak kell értelmezni. Az első ilyen szám a fájl formátumát jelzi, vagyis 0, 1, vagy 2 lehet (Format 0, Format 1, Format 2). A következő szám a sávok számát jelzi (Format 0 esetében ez mindig 1), a legutolsó szám pedig a fájl legkisebb időegységének jelentését írja le, ami két megközelítésben értelmezhető. Ha a szám legfelső bitje 0, az azt jelenti, hogy a szám maradék 15 bitje azt jelöli, hogy a fájlban egy zenei negyedhangot időben hány kis részre osztottak. Két, egymást követő üzenet között eltelt idő ennek a kis időszeknek az egész számú többszöröse lehet, és a fájlban is így szerepelnek majd az időkülönbségek. Ha viszont a szám legfelső bitje 1, akkor ezt a kis időegységet nem a zenei negyedhangból, hanem a másodpercből és törtrészeiből kell származtatni, ami az időkódalapú rendszereknél hasznos. A maradék 15 bit felső hét bitje az időkódformátumot tartalmazza, értéke az úgynevezett kettes komplement kódolásban - 24, -25, -29, 30 lehet (vájtfülűeknek: a -29 a "30 frame/sec drop-frame" formátum kódja).

A maradék nyolc bit azt adja, hogy egy képkocka idejét (amely az előzőektől függően 1/24, 1/25, 1/30, vagy 1/29.96 másodperc) hány kis időszeletre kell osztani. Az így nyert kis időegység ugyanúgy kezelendő, mint az előbb, vagyis ez lesz a fájl elemi időegysége.

A sávok MIDI-üzenetek sorozataként foghatók fel. (Egyes esetekben olyan üzenetek is közéjük keveredhetnek, amelyek nem valódi MIDI-üzenetek, de ez a helyzeten nem sokat változtat.) A tárolási forma sémája egyszerű, és megegyezik mindhárom (0, 1, 2) formátumban. Az első négy bájt a típus, ami itt 'MTrk'. A következő négy bájt az adatbájtok száma, innen lehet megtudni, hogy hány bájtot kell feldolgozni, mint MIDI-eseményt. A hossz után közvetlenül az üzenetek sorozata következik, amely úgy fest, hogy először az szerepel, mennyi idő múlva következik be az esemény (a sáv utoljára bekövetkezett eseményéhez viszonyítva), majd az üzenet bájtjai. A két üzenet közötti időt változó hosszúságú mennyiségként kell ábrázolni, és a fejlécben meghatározott kis időszelatkék számát jelenti két esemény között. Ha például a fejlécben az szerepelt, hogy a negyedhangot 120 részre kell osztani, és két hang leütése között éppen egy negyed telik el, akkor a második hang Note On-ja előtt 120 fog állni, mint időkülönbség. Ha csak egy nyolcadnyi időt kell reprezentálni, akkor 60-at kell beírni helyette.

Minden MIDI-üzenetet el kell látni az időkülönbség jelzésével; ha nincs közöttük idő, akkor ezt a 0 érték fogja jelezni, a státusztartási technika pedig ugyanúgy használható, mint a hagyományos MIDI-vonalon.

Lássunk gyorsan egy példát: tegyük fel, hogy egy C-dúr akkordot leütünk, majd felengedjük egy negyed elteltével. Feltételezve, hogy a negyedhang 120 részre van osztva, és a fájl legelején vagyunk, MIDI-fájlban ez körülbelül így néz ki (a dinamika legyen mindig 40, a csatorna pedig az 1-es):

00906040

006440

006740

78806000

006400

006700

...

Minden érték hexadecimálisként, azaz tizenhatos számrendszerben értendő. Az első három sor a három hang azonnali leütésére utasít (a státusztartás miatt csak az első hangnál kellett a státuszbajtot leírni), ezután 120 elemi időegység várakozás következett, majd a három billentyű azonnali felengedése.

Az exkluzív rendszerüzeneteket - mivel a hagyományos üzenetektől eltérően bármilyen hosszúak lehetnek - kicsit másképpen tároljuk. Az üzenet leírása az 'FO' státusszal kezdődik, ezután viszont egy változó hosszúságú mennyiséggel leírt szám következik, amely az 'FO'-t követő bájtok számát tudatja. Ezután következhetnek az üzenet adatbájtojai, őket pedig az üzenet végén az F7 exkluzív-vége státusszal kell zárni (a hossz kiszámításába az exkluzív-vége bájtot is bele kell érteni).

Ha a MIDI-fájlba egy illegális üzenetet szeretnénk inzertálni, melyet valamilyen speciális berendezés tud csak értelmezni, megtehetjük: az időkülönbség után az F7 státuszkód - amely normális esetben exkluzív-vége jelző lenne - azt jelenti, hogy meg kell nézni az öt közvetlenül követő változó hosszúságú mennyiséget. Ez a szám megadja az ezután következő bájtok számát, melyeket közvetlenül, minden egyéb körülményre tekintet nélkül, szép sorban, várakozás nélkül ki kell küldeni a MIDI-vonalra. Ez a bájtsorozat a lehető legképtelenebb is lehet, értelmezése nem az adó, kizárólag a vevő feladata.

Az utolsó kivételes státusz az 'FF', amely a nem MIDI-jellegű, úgynevezett metaüzeneteket jelöli. Az FF után következő bájt a típust, az ezután következő változó hosszúságú mennyiség az adatbájtok számát adja, őket pedig az adatbájtok sorozata követi. Jelenleg a következő metaüzenetek ismertek:

A dal azonosító kódja**Kód: FF 00 02 dd dd**

Típusbájta 0, hossza mindig 2, mert két bájton kódolva tartalmazza a dal azonosítóját. Csak azokban a dalszerkesztőkben érdemes megvalósítani, amelyek egyszerre több dalt tudnak tárolni belső memóriájukban.

Általános szöveges üzenet**Kód: FF 01 hossz szöveg**

Szöveges üzenetek elhelyezését teszi lehetővé, ASCII-kódolással.

Copyright üzenet**Kód: FF 02 hossz szöveg**

A dal szerzőjéről és tulajdonosáról tartalmaz információkat.

A sáv vagy a dal neve**Kód: FF 03 hossz szöveg**

Format 0 esetében a dal, egyébként a sáv neve.

A hangszer neve**Kód: FF 04 hossz szöveg**

Jelentése: a sávot milyen hangszeren érdemes lejátszani.

Dalszöveg**Kód: FF 05 hossz szöveg**

A dal megfelelő részén éneklendő szöveg.

Jelző (Marker)**Kód: FF 06 hossz szöveg**

Egy meghatározott időpont neve a dalban.

Követőpont**Kód: FF 07 hossz szöveg**

Szintén egy időpont neve, ahol valami történik, pl. filmzenében 'Elindul a vonat', 'Leesik a váza', stb.

MIDI-csatorna**Kód: FF 20 01 cs**

Közi a dalszerkesztővel, hogy az adott sáv melyik MIDI-csatornát hajtja.

Sáv vége**Kód: FF 2F 00**

Minden sáv végére kötelezően ezt az üzenetet kell beszúrni.

Tempóbeállítás**Kód: FF 51 03 tt tt tt**

Tempóváltoztatást ír le, a mértékegység: mikroszekundum/negyed.

SMPTE Offset**Kód: FF 54 05 hr mn se fr ff**

Időkódot használó rendszereknél a dal indításának pontos ideje.

Előjegyzés (ütem)**Kód: FF 58 04 nn dd cc bb**

Négy számmal írjuk le, 'nn' az előjegyzés számlálója, 'dd' a nevező 2-es alapú logaritmus, tehát a 3/4-es ütem ebben a formában 3;2, a 7/8 pedig 7;3. 'cc' a metronóm beosztását adja meg MIDI-óraban, mint egységben, 'bb' pedig azt adja meg, hogy a zenei negyed hány harminckettedre lehet osztani. Ez utóbbi természetesen legtöbbször 8, de néhány programban át lehet definiálni a negyed értékét a MIDI-órára nézve, ami alapesetben ugye 24, azonban speciális esetekben lehet más is.

Előjegyzés**Kód: FF 59 02 sf mi**

sf = -7 .. -1 : 7 .. 1 bé előjegyzés

sf = 1 .. 7 : 1 .. 7 kereszt előjegyzés

mi = O : dúr

mi = 1 : moll

Dalszerkesztő-specifikus metaüzenet**Kód: FF 7F hossz adatok**

Mint a MIDI-üzeneteknél az exkluzív üzenetek, itt ez az üzenettípus is eszköztől függő információkat közöl. Az adatmező első bájtja itt is a gyártóazonosító, a továbbiak pedig a gyártó saját eljárásával kódolt üzenetet tartalmaznak.

7. A General MIDI

A nyolcvanas évek végén a MIDI-felhasználók száma ugrásszerűen megnőtt. Ennek okai főleg az elektronikus hangszerek árának erőteljes csökkenésében, a hangszerek tudásának (hangminőség, polifónia, multitimbralitás) növekedésében, és az intenzív marketingtevékenységben találhatók. A sikeresebb elektronikus hangszertípusok ennek következtében elérhették akár a néhány tíz- vagy százezres eladási példányszámot is. Ez a mennyiségi robbanás új problémákat vetett fel.

A MIDI, mint már láttuk, nem igazi szabvány, hiszen minden gyártó annyit valósít meg belőle, amennyit akar. Ha egy MIDI-s hangszert összekötünk egy másikkal, akkor az nem sokat fog tudni, hogy a MIDI-kábel túlsó végén milyen eszköz van, milyen szoftvert tartalmaz, milyen funkciókat valósítottak meg benne, és milyeneket nem. Egy MIDI-összeköttetés létesítésekor néhány paramétert egyeztetni kell az adó és a fogadó hangszer között, mielőtt egy hang egyáltalán megszólalhat, például a csatornaszámot, az üzemmódot, az előadási paramétereket, hogy csak a legkézenfekvőbbeket említsem. A professzionális felhasználó számára ez a szabadság feltétlenül szükséges, egy kezdőnek azonban meglehetősen riasztó dolog. E probléma feloldására született a General MIDI Level 1 (röviden: GM) ajánlás, amely a MIDI 1.0-val szemben nem a kommunikációs megoldásokra ad javaslatot (gyakorlatilag nem is tartalmaz új kódokat), hanem a hangszerek felé támaszt szoftver-hardver követelményeket.

Természetesen a piacra kerülő hangszerek közül nem mindegyik támogatja a GM-et, elsősorban a kezdőknek szánt, a középkategória olcsóbb végén elhelyezkedő hangmodulokra gondoltak a GM összerakásánál.

Egy hangszer dobozára vagy előlapjára pillantva azonnal kideríthetjük, hogy támogatja-e a GM-et, mivel ezt egy messziről felismerhető GM-logóval szokták hirdetni. Mivel a GM nem a professzionális felhasználók igényeit, hanem inkább a MIDI-világba újonnan belépőket elégíti ki, zenecsinálásra a legegyszerűbb kialakítású konfigurációt ajánlja: egy mesterbillentyűzet, egy MIDI-dalszerkesztő, és egy darab, tetszőleges elven működő, GM-kompatibilis hanggenerátor, melynek kimenő hangjelét a házi sztereó erősítő és a hangszórók teszik hallhatóvá. A kulcselem a hanggenerátor, a GM ennek kialakítását szabályozza, a következőképpen:



- legalább 24-es polifóniával kell rendelkeznie,
- mind a 16 MIDI-csatornán egyszerre kell fogadnia az üzeneteket, vagyis úgy kell viselkednie, mintha 16 különálló hangszer lenne,
- mind a 16 csatorna polifón,
- a 16 csatornán egy időben kell produkálnia akár 16 különböző hangszert,
- a 10-es csatorna a doboké, ütőhangszereké,
- és legalább 128 beépített hangprogrammal kell rendelkeznie.

A GM legfontosabb újítása a hangprogramok egységesítése. A hagyományos MIDI-rendszerekben a hangprogramváltás végrehajtása a Program Change üzenet hatására következett be, amely egy 1 és 128 közötti számkóddal jelezte, hogy milyen hangprogramra kell váltani. A vevőn múlt, hogy az ő tárolójában ott milyen hangprogram szerepelt, zongora, vonósok, vagy bármi más, a bekövetkező hangzásról az adó mit sem tudott. Ha például egy adott hangszeren készítettünk egy dalt, azt nem nagyon vihettük át egy másikra, mivel míg az egyiken a 25-ös hangprogram mondjuk egy lassú felfutású vonóshangzás, a másikon ugyanaz lehetett akár egy zongora is. Hiába a hordozható SMF-formátum, hogyha minden dalt külön-külön át kell hangszerelni minden egyes szintetizátorra.

GM alatt ilyen problémák nincsenek, mivel a specifikáció definiálja mind a 128 programváltási kódhoz a megfelelő hangszert. Minden GM-hangszerben az 1-es hang az akusztikus zongora, a 65-ös a szopránszaxofon, és így tovább, az oldal végén található táblázatnak megfelelően.

A 10-es MIDI-csatornához egy külön táblázat tartozik. Ezen a csatornán a GM-hangszer csak ütőhangszereket, dobokat generál, mégpedig minden egyes billentyűhöz más és más dobhangot. Másik táblázatunk MIDI Note On-billentyűkódok szerint jelöli, hogy melyik billentyű leütése milyen dobhangot indít.

Ezek az alaplolgokon kívül néhány további megkötéssel is szolgál a GM.

1. Minden csatornán fogadni és reagálni kell a 'Note On' üzenet dinamikaértékére, amely, emlékezzünk, a billentyű leütésének sebességét kódolja.
2. A közép C 'Note On' billentyűkódja mindig a 60-as (hexadecimálisan: '3C') lesz; eltérni ettől nem ajánlatos, mert például a basszusgitár szólama nem annyira élvezhető két oktávval feljebb.
3. A csatornák között úgynevezett dinamikus allokációt kell alkalmazni, ami azt jelenti, hogy ha a 2-es csatorna igényel 16 hanggenerátort, megkaphatja, ha az 5-ös kér 10-et, megkaphatja, általánosan pedig minden csatorna meg tudjon kapni annyi hanggenerátort, amennyire szükség van. Az egyetlen kivétel az az eset, amikor nincs ennyi szabad hanggenerátor; mondjuk húsz generátor éppen dolgozik, és négy szabad van már csak, de hatra lenne még szükség. Ekkor több stratégiát lehet követni, például el lehet venni a foglaltak közül, vagy a kielégíthetetlen igényeket figyelmen kívül lehet hagyni, de más, bonyolultabb eljárással is fel lehet oldani a konfliktust. A lényeg az, hogy a rendelkezésre álló hanggenerátorokat a lehető leggazdaságosabban használja ki az eszköz, tehát, amíg van szabad hanggenerátor, addig ne dobjon el egyetlen igényt sem.
4. Meg kell valósítani a következő MIDI-kontrollereket: 1, 7, 10, 11, 64, 121, 123.
5. Meg kell valósítani minden csatornán a hajlítást (alapértelmezésben +2 félhang) és a Channel Pressure-t. A hangerő értéke bekapcsolásnál minden csatornán 100, a hajlításé 0.

Két új MIDI-üzenetet definiáltak a GM-ben. Jelentőségük olyan a hangszereknél van, amelyek nemcsak GM-üzemmódban működhetnek, hanem például átkapcsolhatóak úgy, hogy a 128 programkódra nem a GM által definiált hangprogramokra váltanak, hanem mondjuk a felhasználó által előállított készletre. A két üzenet a nem-valós idejű exkluzív rendszerüzenetek körébe tartozik, az egyikkel GM-üzemmódba lehet állítani a modult, míg a másik a GM elhagyását kezdeményezi.

A GM bekapcsolása

Kód: F0 7E 1D 09 01 F7

A GM kikapcsolása

Kód: F0 7E 1D 09 02 F7

Az ID helyére a vevő egység számát kell beírni, de megengedett helyette a 7F kódot használni, amely valamennyi, a rendszerben felfűzött egységet megszólítja.

A General MIDI hangkészlete

1 Acoustic Grand Piano
 2 Bright Acoustic Piano
 3 Electric Grand Piano
 4 Honky-tonk Piano
 5 Electric Piano 1
 6 Electric Piano 2
 7 Harpsichord
 8 Clavi
 9 Celesta
 10 Glockenspiel
 11 Music Box
 12 Vibraphone
 13 Marimba
 14 Xylophone
 15 Tubular Bells
 16 Dulcimer
 17 Drawbar Organ
 18 Percussive Organ
 19 Rock Organ
 20 Church Organ
 21 Reed Organ
 22 Accordion
 23 Harmonica
 24 Tanao Accordion
 25 Acoustic Guitar (nylon)
 26 Acoustic Guitar (steel)
 27 Electric Guitar (jazz)
 28 Electric Guitar (clean)
 29 Electric Guitar (muted)
 30 Overdriven Guitar
 31 Distortion Guitar
 32 Guitar harmonics
 33 Acoustic Bass
 34 Electric Bass (finger)
 35 Electric Bass (pick)
 36 Fretless Bass
 37 Slap Bass 1
 38 Slap Bass 2
 39 Synth Bass 1
 40 Synth Bass 2
 41 Violin
 42 Viola
 43 Cello
 44 Contrabass
 45 Tremolo Strings
 46 Pizzicato Strings
 47 Orchestral Harp
 48 Timpani
 49 String Ensemble 1
 50 String Ensemble 2
 51 Synth Strings 1
 52 Synth Strings 2
 53 Choir Aahs
 54 Voice Oohs
 55 Synth Voice
 56 Orchestra Hit
 57 Trumpet
 58 Trombone
 59 Tuba
 60 Muted Trumpet
 61 French Horn

62 Brass Section
 63 Synth Brass 1
 64 Synth Brass 2
 65 Soprano Sax
 66 Alto Sax
 67 Tenor
 68 Baritone Sax
 69 Oboe
 70 English Horn
 71 Bassoon
 72 Clarinet
 73 Piccolo
 74 Flute
 75 Recorder
 76 Pan Flute
 77 Blown Bottle
 78 Shakuhachi
 79 Whistle
 80 Ocarina
 81 Lead 1 (square)
 82 Lead 2 (saw)
 83 Lead 3 (calliope)
 84 Lead 4 (chill)
 85 Lead 5 (charanq)
 86 Lead 6 (voice)
 87 Lead 7 (fifths)
 88 Lead 8 (bass+lead)
 89 Pad 1 (new age)
 90 Pad 2 (warm)
 91 Pad 3 (polysynth)
 92 Pad 4 (choir)
 93 Pad 5 (bowed)
 94 Pad 6 (metallic)
 95 Pad 7 (halo)
 96 Pad 8 (sweep)
 97 FX 1 (rain)
 98 FX 2 (soundtrack)
 99 FX 3 (crystal)
 100 FX (Athmosphere)
 101 FX 5 (brightness)
 102 FX 6 (goblins)
 103 FX 7 (echoes)
 104 FX 8 (sci-fi)
 105 Sitar
 106 Banjo
 107 Shamisen
 108 Koto
 109 Kalimba
 110 Bagpipe
 111 Fiddle
 112 Shanai
 113 Tinkle Bell
 114 Agogo
 115 Steel Drums
 116 Woodblock
 117 Taiko Drum
 118 Melodic Tom
 119 Synth Drum
 120 Reverse Cymbal
 121 Guitar Fret Noise
 122 Breath Noise
 123 Seashore
 124 Bird Tweet

125 Telephone Ring
 126 Helicopter
 127 Applause
 128 Gunshot

A General MIDI dobkészlete

(a 10-es csatorna Note On üzeneteire generált hangok)

35 Acoustic Bass Drum
 36 Bass Drum 1
 37 Side Stick
 38 Acoustic Snare
 39 Hand Clap
 40 Electric Snare
 41 Low Floor Tom
 42 Closed Hi-Hat
 43 High Floor Tom
 44 Pedal Hi-Hat
 45 LowTom
 46 Open Hi-Hat
 47 Low-MidTom
 48 Hi-Mid Tom
 49 Crash Cymbal 1
 50 High Tom
 51 Ride Cymbal 1
 52 Chinese Cymbal
 53 Ride Bell
 54 Tambourine
 55 Splash Cymbal
 56 Cowbell
 57 Crash Cymbal 2
 58 Vibraslap
 59 Ride Cymbal 2
 60 Hi Bongo
 61 Low Bongo
 62 Mute Hi Conga
 63 Open Hi Conga
 64 Low Conga
 65 High Timbale
 66 Low Timbale
 67 High Agogo
 68 Low Agogo
 69 Cabasa
 70 Maracas
 71 Short Whistle
 72 Long Whistle
 73 Short Guiro
 74 Long Guiro
 75 Claves
 76 Hi Wood Block
 77 Low Wood Block
 78 Mute Cuica
 79 Open Cuica
 80 Mute Triangle
 81 Open Triangle