

# Szakdolgozat

---

## Hangstúdió rendszerintegrálása

Skripek Péter

2009

Feladat .....	5
1. A hangstúdiók történelme .....	6
2. Mikrofonok .....	8
2.1. Dinamikus mikrofon.....	8
2.2. Kondenzátormikrofon .....	9
2.3. Mikrofonok iránykarakterisztikája .....	9
2.4. Fantomtáp.....	10
3. Mikrofonerősítők .....	12
4. Monitor hangfalak .....	13
4.1. Behringer 3031A .....	14
4.2. Genelec 1038B .....	15
4.3. Mackie HRS120 .....	16
4.4. Yamaha MSP7 .....	17
5. Keverőpult.....	17
5.1. Szűrők.....	18
5.1.1. Analóg passzív szűrők.....	20
5.1.2. Analóg aktív szűrők .....	20
5.1.3. Digitális, aktív szűrők.....	21
6. Végfokozatok .....	21
6.1. „A” osztályú erősítő .....	22
6.2. „B” osztályú erősítő.....	22
6.3. „AB” osztályú erősítő .....	23
6.4. „C” osztályú erősítő.....	23
6.5. „D” osztályú erősítő .....	24
7. Fejhallgató erősítő .....	24
8. Fejhallgatók.....	25
9. Hangfájlok kezelése és a legfontosabb hangtömörítési eljárások .....	26
9.1. Analóg rögzítés.....	26
9.2. Digitális rögzítés .....	26
9.2.1. PCM jelfolyam .....	27
9.2.2. MLP lossless .....	29

9.2.3.	Dolby TrueHD .....	29
9.2.4.	DTS-HD Master Audio .....	29
9.2.5.	DSD .....	29
9.2.6.	DXD .....	34
10.	Adathordozók .....	34
10.1.	Mágnesszalag .....	35
10.2.	CD .....	36
10.3.	DVD .....	36
10.4.	Blu-Ray .....	39
10.5.	HDD .....	40
11.	Analóg és digitális jeltovábbítás .....	40
11.1.	S/PDIF .....	40
Kódolási eljárása .....	41	
Bitfolyam .....	41	
12.	Csatlakozók .....	42
12.1.	Jack csatlakozó .....	42
12.2.	XLR csatlakozó .....	43
12.3.	RCA csatlakozó .....	44
12.4.	BNC csatlakozó .....	45
12.5.	TOSLINK csatlakozó .....	45
13.	Koaxiális-optikai átalakítás .....	46
14.	Az L1-120 labor hangstúdiójának fontosabb egységei .....	48
14.1.	Korg D3200 keverőasztal .....	48
14.2.	Roland TD-20 dobfelszerelés .....	50
14.3.	KR-103-as digitális zongora .....	51
14.4.	ALTO HPA4 fejhallgató erősítő .....	52
14.5.	VOX Valvetronix AD30VT elektromosgitár-erősítő .....	53
14.6.	Marshall MB30 basszusgitár-erősítő .....	54
14.7.	Az összeállított rendszer .....	56
15.	A rendszer elemzése, tapasztalatok, felmerülő problémák .....	57
16.	Zárszó .....	65
17.	Mellékletek .....	67
1.	számú melléklet .....	67

Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 1. sz. mérés .....	67
2. számú melléklet .....	70
Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 2. sz. mérés .....	70
3. számú melléklet .....	73
Többcsatornás felvétel készítése .....	73
4. számú melléklet .....	79
Kezelési útmutató ALTO HPA4 fejhallgató erősítő használatához.....	79
5. számú melléklet .....	81
Roland TD-20 kezelési segédlet .....	81
6. számú melléklet .....	85
Roland KR-103 kezelési segédlet.....	85
7. számú melléklet .....	87
CD .....	87
Forráslista.....	88

## **Feladat**

A feladat része, hogy a hallgató a hangfelvevő stúdióhelység és a lehallgató helység kapcsolatát megteremtse felvételek céljára (rendszerintegrálás).

Az L1-120 labor, mint lehallgató (felvétel-ellenőrző) helység fog a jövőben működni. Itt készítik el a hangfelvételek végső állapotát, keverését, mixelését, rögzítését stb. A szomszédos helység akusztikai felvevőszoba.

A cél olyan helység kialakítása, felépítése és összekötése, mely lehetővé teszi a többcsatornás (2-8 vagy 16 csatornáig) felvételt, a lehallgatási szobában történő PC-vel való utófeldolgozást, keverést, mixelést és CD, ill. DVD-re való írást. A hallgató feladata a fenti hangszerek installálása, üzembe helyezése, kábelezése, tesztelése, valamint egyszerű magyar nyelvű leírás készítése a felvétel folyamatához, az eszközök használatához, a keverőasztal és az erősítők gépkönyve segítségével. (Mérési gyakorlat előkészítése zenei felvételekhez).

## 1. A hangstúdiók történelme<sup>1</sup>



1. ábra: Hangstúdió<sup>2</sup>

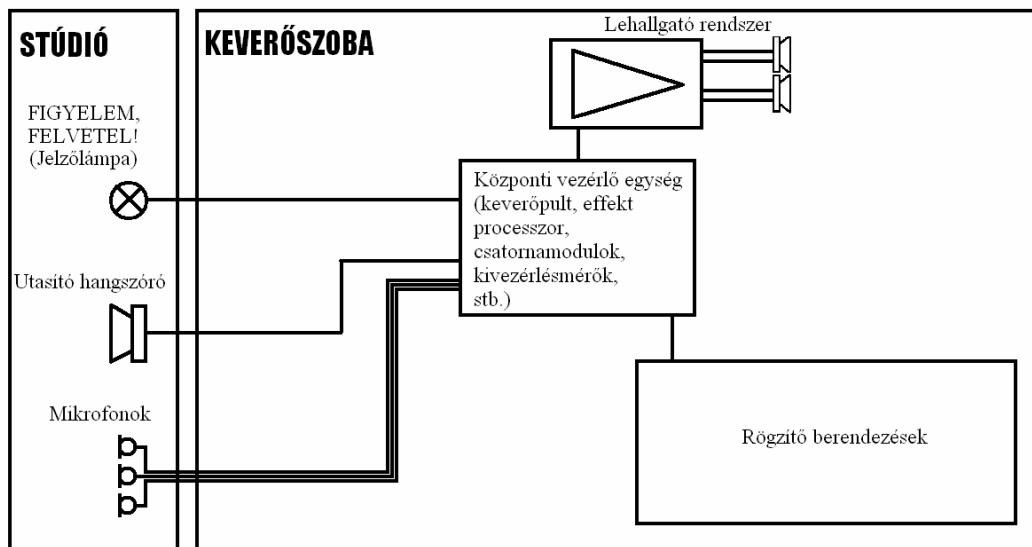
A hangstúdiók születését az 1930as évek környékére helyezhetjük, amikor már felmerült az igény az élőzene rögzítésére. Egy jól sikerült koncert, hangverseny, opera után mi magunk is szívesen megismételnénk az élményt. Sajnos azonban erre nem feltétlenül van meg a lehetőségünk. Egyetlen esély, hogy megvásároljuk az audio CD-t, vagy a koncert DVD-t. Régebben is hasonló volt a helyzet, azzal a különbséggel, hogy még nem állt rendelkezésre a sokcsatornás rögzítés technológiája. A legelső „hangstúdiókban” mono felvételek készültek. A felvételt készítő szakember egyszerűen egy mikrofon és egy rögzítő segítségével, egy átlagos szobában készítette el a felvételt, melyet a zenekar teljes létszáma egy időben játszott. Később aztán egyre jobban kezdték elkülöníteni a zenészeket a jobb minőségű felvétel érdekében. A „multi-track”-es felvétel

bevezetésével lehetőség nyílt az instrumentális részek és az énekhang külön-külön rögzítésére. A felvételkészítés folyamata a következőképpen zajlott: a zenekar egy része eljátszotta a maga dallamát, mely rögzítésre került. Ezután a felvételt egy másik berendezésre küldték, mellyel a zenekar egy másik részének a dallamával együtt rögzítették egy új adathordozóra. Ezt nevezzük „printing”-nek. A 70-es években jelentek meg az első multi-track szalagok, melyekre analóg módon rögzítették az adatot, és a mai napig előszeretettel alkalmazzák a stúdiókban. Jelenleg azonban a legelterjedtebb rögzítési eljárás digitális, és merevlemezre történik. A merevlemez a mágnesszalaggal ellentétben párhuzamos hozzáférésű, mely nagyban megkönnyíti a munkát. (Az adathordozók részletes ismertetésére az ADATHORDOZÓK c. fejezetben térek ki.)

Az alábbi berendezések a hangstúdiók többségében megtalálhatók:

- Keverőpult
- Multi-track felvevő
- Mikrofonok
- Monitor hangfalak
- Effektprocesszor (multi effekt, zengető, késleltető, EQ), mely lehet a keverőpultba integrált

Manapság viszont, ha valaki az otthonában szeretné egy hangstúdió adta lehetőségeket kihasználni, megteheti egy ún. Digital Audio Workstation-nel, röviden DAW-val. Ez a szerkezet nem más, mint egy PC a megfelelő szoftverrel ellátva, mely leggyakrabban Windows, Linux vagy Macintosh alapú. Ilyen közkedvelt program Windows operációs rendszerekhez például a Sound Forge vagy a Pro Tools, vagy ingyenes programok közül az Audacity és a CoolEdit Pro. Az utóbbi kettővel én is sokat foglalkoztam a szakdolgozat elkészítésekor. Az Audacity előnye, hogy Linux vagy Macintosh operációs rendszereken is fut. A CoolEdit Pro-nak viszont Macintosh alpra írt verziójával nem találkoztam.



2. ábra: Hangstúdiók általános felépítése<sup>3</sup>

## 2. Mikrofonok<sup>4</sup>

A mikrofonok feladata, hogy a hang mechanikai energiáját arányos elektromos jellé alakítsák. Az első mikrofont Alexander Graham Bell találta fel, az első gyakorlatban is használható mikrofonnal, a szénmikrofonnal viszont Thomas Edison állt elő.

Technológiák szerint rengeteg féle mikrofon létezik, de a leggyakoribb, stúdiókban is használt mikrofontípusok a dinamikus- és a kondenzátormikrofonok.

### 2.1. Dinamikus mikrofon

A dinamikus mikrofon rendkívül kedvelt típus, mert nem igényel külön áramforrást, és strapabírónak is mondható. Előszeretettel használják például koncerteken az énekesek hangosítására. Működési elve a dinamikus hangszórók inverze, tehát a hang egy kis membránt mozgat, aminek hátulján vagy egy



tekercs mozog egy rögzített mágnesben, vagy egy mágnes mozog egy fix tekercsben. A változó mágneses tér Maxwell I-II. törvénye alapján elektromos teret indukál, és a tekercsben ennek hatására áram folyik. Ez az áram arányos a mozgás nagyságával és sebességével (amplitúdó, frekvencia), melyet erősítve egy hangszóróra kötve ideális esetben pontosan visszkapjuk az eredeti hangot.

$\oint_{\ell} \mathbf{H} d\ell = \int_A \left( \mathbf{J} + \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) d\mathbf{A}$	Az elektromos erőter időbeli változása és a vezetési áram mágneses teret hoz létre.
$\oint_{\ell} \mathbf{E} d\ell = - \frac{\partial}{\partial t} \int_A \mathbf{B} d\mathbf{A}$	A mágneses tér időbeli változása elektromos teret hoz létre.

3. ábra: Maxwell I-II. törvénye<sup>5</sup>

## 2.2. Kondenzátormikrofon

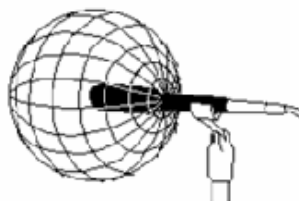
A kondenzátormikrofon működése hasonló, annyiban különbözik, hogy a mozgó „membrán” a kondenzátor egyik fegyverzete. Mozgás közben változik a kapacitás, ezáltal változik a feszültség. Ez a feszültségingadozás a hanggal arányos. A kondenzátor mikrofon hátránya, hogy tápfeszültséget, előerősítést igényel, és érzékeny a mechanikai hatásokra. Jó tulajdonsága viszont, hogy előnyösebb iránykarakteristikával rendelkezik, mint dinamikus társa, és érzékenyebb is annál.

## 2.3. Mikrofonok iránykarakteristikája

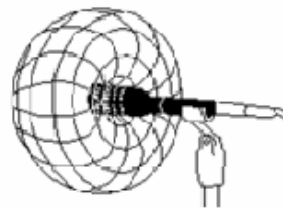
Mikrofonok fontos tulajdonsága az iránykarakterisztika. Ez alapján megkülönböztethető gömb (izotróp), kardioid (vese), szuper- és hiperkardioid valamint nyolcas karakterisztikájú mikrofonokat.



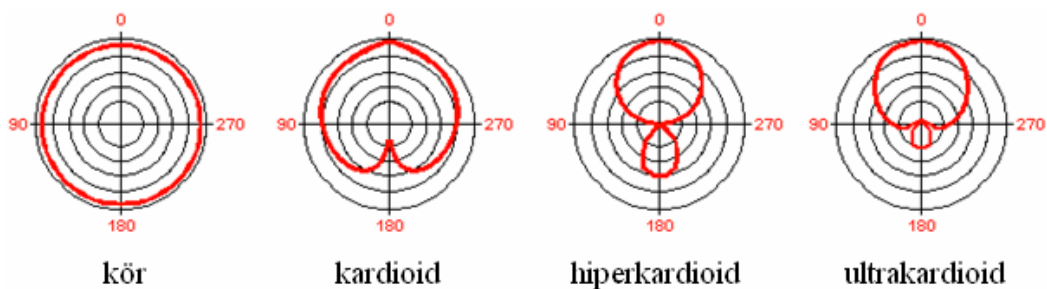
Nyolcas karakterisztika



Izotróp karakterisztika



Kardioid karakterisztika

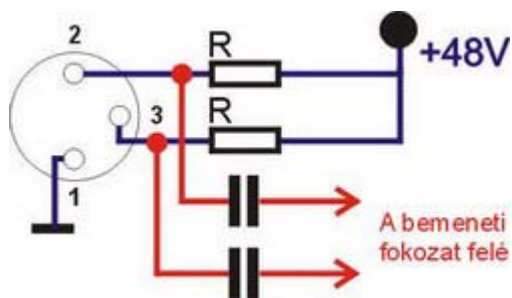


4. ábra: Mikrofonok iránykarakterisztikája<sup>6</sup>

Az iránykarakterisztika tehát azt mutatja meg, hogy az egyes irányokba milyen érzékenységgel rendelkezik az eszköz. Kisfrekvencián ez az irányítottság kevésbé mutatkozik meg, mint magas frekvenciákon.

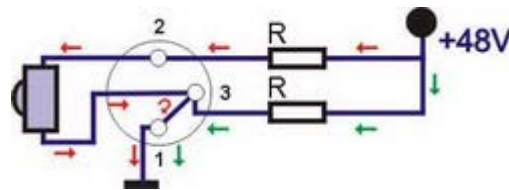
### 2.4. Fantomtáp<sup>7</sup>

A kondenzátor mikrofonok működéséhez tápellátás szükséges. Ezt vagy a mikrofonba (vagy egy hozzácsatolt adapterbe) épített telep biztosítja, vagy a manapság gyakrabban használt módszer szerint, a keverőbe beépített ún. fantomtáp biztosítja. Ennek értéke általában +48V<sub>DC</sub>, melyet 230V<sub>AC</sub> forrás esetén egy 230V<sub>AC</sub>/48V<sub>DC</sub> stabilizált DC tápegység segítségével állítanak elő. Ez kellő nagyságú tápfeszültséget biztosít a kondenzátor mikrofonok működéséhez. A legtöbb mai, modern kondenzátor mikrofon már nem igényel ilyen magas tápfeszültséget, és már pár voltról (3-9V) is működőképeseek. A keverőkben található fantomtáp a keverő szimmetrikus bemeneti csatornáira kapcsolható egyszerre, vagy egyes típusoknál csatornánként.



5. ábra: Fantomtáp XLR csatlakozó szimmetrikus bekötése esetén<sup>8</sup>

Felmerülhet olyan probléma, hogy egy olyan csatornán kapcsoljuk be a fantomtápot, ahová olyan eszközt csatlakoztattunk, aminek nincs szüksége erre. Ilyen eszköz például a dinamikus mikrofon. Mindaddig semmilyen problémánk nem lehet, ameddig a dinamikus mikrofon bekötése szabványos. Szabványos bekötésnél a mikrofon betét a meleg (2) és a hideg (3) pont közé van kötve. Az ábráról jól látszik, hogy bekapcsolt fantom tápnál a 2 és 3 pont ugyanazon a potenciálon van, így köztük a dinamikus mikrofon tekercsén keresztül nem folyhat áram. Ezt a bekötést nevezzük szimmetrikus bekötésnek. Más a helyzet aszimmetrikus bekötésnél! Ebben az esetben az 1 és 3 pont össze van kötve. Így egyszer a fantom táp és a föld között lévő ellenálláson (R) folyik áram, ez terheli a fantom tápot (Zöld nyíl). Másrészt viszont a másik ellenállás sorba kerül a mikrofon tekercsével, és ott is áram fog folyni, aminek nagyságát R és a mikrofon betét ellenállása határozza meg. Ez lehet olyan nagyságú, hogy tönkreteszi a mikrofont (Piros nyíl). Aszimmetrikus mikrofont tilos fantomtápra kötni!



6. ábra: Fantomtáp XLR csatlakozó aszimmetrikus bekötése esetén<sup>9</sup>

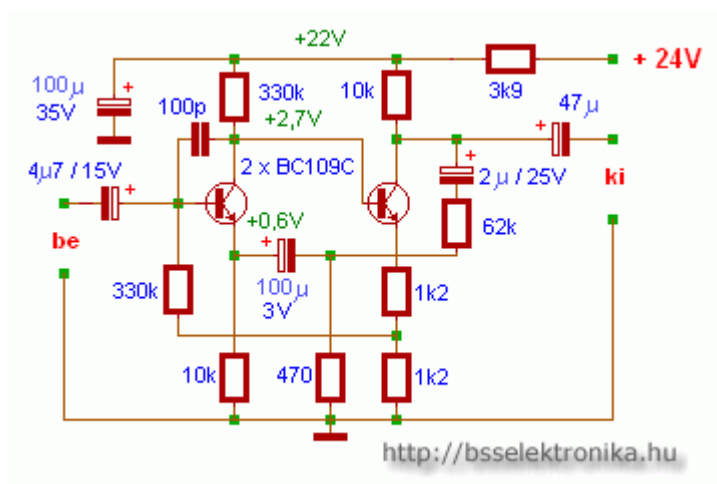
Előfordulhat továbbá olyan eset is, amikor olyan csatornán van bekapcsolva a fantom táp, amire más elektromos eszköz kimenete csatlakozik. A helyzet ugyanaz, mint a mikrofon bekötésénél. Ha aszimmetrikus, akkor okozhat gondot, mert sok elektronikus készülék kimenetét nem védi kondenzátor.

Fantomtápot bekapcsolni csak lehúzott szintszabályzók, vagy lenémített erősítők mellett szabad, mert különben hatalmas csattanás fog hallatszani! Mikrofoncsere esetén is ajánlott a fantomtáp kikapcsolása, illetve a szabályzók minimumra állítása, bár igaz, hogy dinamikus mikrofonnál ez nem okozhat bajt, de kondenzátor mikrofonoknál ez szintén hatalmas csattanáshoz vezet. A fantomtáp

terhelhetősége véges: ha fantom tápról működő eszközöket is használunk nagy számban, legyünk tekintettel a fantomtáp terhelhetőségére.

### 3. Mikrofonerősítők<sup>10</sup>

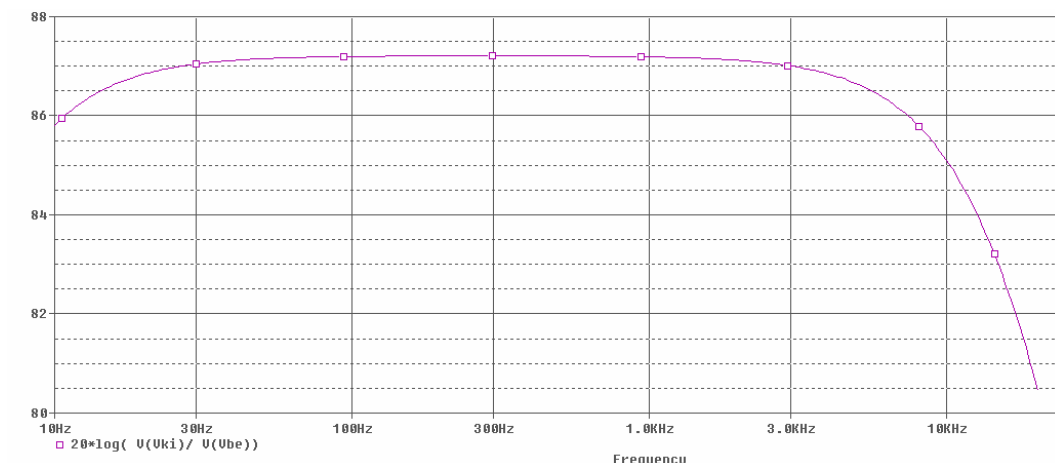
A mikrofonoknak általában csupán néhány mV a kimeneti jelszintje, ami nem lenne elegendő egy csatorna bemeneti jelszintjének. Ezért ezt a jelet erősíteni kell. Ritkán az erősítést a mikrofonon belül oldják meg, gyakrabban találkozhatunk külső erősítővel, de a mai eszközök többsége (melyekre a mikrofon csatlakozik) már önmaga oldja meg a jel erősítését. Egy erre alkalmas erősítő áramkör látható az ábrán:



7. ábra: Egyszer mikrofon előerősítő kapcsolás<sup>11</sup>

Bemenete 1-3 mV érzékenységű, 20 kΩ bemenő ellenállással, a kimenetén 120-180 mV nagyságú jel jelenik meg, 47 kΩ kimeneti ellenállással. (A feltöltő állítása!)

Érdekességképp leszimuláltam az áramkört 0,1mV bemenő jelszint esetén (kondenzátormikrofon kimeneti jelszint, erősítés nélkül), 300Ω generátor ellenállás (tipikus kondenzátormikrofon impedancia) és 4kΩ terhelés esetén (KORG D3200 bemeneti impedancia):



8. ábra: Egyszerű mikrofon előerősítő kapcsolás átviteli függvénye

A mikrofonerősítő fokozatoknak fontos tényezője az alacsony zajszint és torzítás! Emellett rendkívül fontos, hogy lineáris legyen! Sok esetben azonban az erősítő nemlinearitásából előnyt kovácsolhatunk, hiszen bizonyos esetekben az átviteli karakterisztika módosításával kellemes hatás érhető el (egyfajta effektként alkalmazható).

## 4. Monitor hangfalak<sup>12</sup>

Szerepük, hogy a hangmérnök számára visszajelzést adjanak a munkájáról, a kész hangfájlt visszajátsszák. Rendkívül fontos, hogy a frekvenciamenetük minél lineárisabb legyen, hogy pontosan visszaadhassa a munkát. Az elhelyezést illetően a monitor hangfalak lehetnek köztériek és távtériek. A köztéri elhelyezés lényege, hogy a hangfal a hallgatóhoz közel helyezkedik el, és ebből fakadóan ő szinte teljes mértékben csak a direkt úton érkező hanghullámokat érzékeli, és nem a reflexiókat. Mivel sokkal komolyabb feladatokat kell ellátnia, a stúdió monitor hangfal jóval komplexebb és robusztusabb felépítésű, mint egy kommersz Hi-Fi hangszóró.

Amennyiben a monitor hangfalakat távtérben kívánjuk elhelyezni, abban az esetben szükség van a lehallgató terem akusztikai vizsgálatára is, hiszen ebben az

esetben a hangmérnök a reflexiókat is hallja, ami jelentősen befolyásolja a felvétel összhatását.

A jó minőségű hangfalakhoz, jó minőségű erősítő is dukál. Ezt kétféleképpen helyezhetik el: a hangfalon kívül (passzív hangfal), vagy a hangfal belsejébe építve (aktív hangfal). Természetesen ezek adott frekvencia tartományban lineáris, alacsony torzítású erősítők. Gyakran használnak ún. bi- vagy triamplifiert, ami úgy működik, hogy a bejövő jelet szétválasztják egy aktív keresztváltó segítségével, és az immár két vagy három jelet külön-külön erősítik, és külön hangszórókkal szólaltatják meg, ezáltal érve el még szélesebb és lineárisabb frekvencia átvitelt.

Néhány ilyen eszköz:

#### **4.1. Behringer 3031A<sup>13</sup>**



- 2utas, közeltéri hangdoboz
- aktív, bi-amplifier
- 100W szinusz teljesítmény 3,6kHz alatt, felette 75W RMS (beépített erősítők)
- 8,75" mély-, 2" magas sugárzó

- 3600Hz-re beállított keresztváltó
- 10k $\Omega$  bemeneti impedancia
- 1m-re 116dB maximális hangnyomásszint (2db hangszóró esetén)
- 50Hz-24kHz sávszélesség
- ára: kb. 110000Ft/pár

#### **4.2. Genelec 1038B<sup>14</sup>**



- 3 utas, távotéri hangdoboz
- aktív, tri-amplifier
- erősítők teljesítménye 4 $\Omega$ -on, mélyfrekvencián 400W; 8 $\Omega$ -on közép- és magas frekvencián 120W RMS
- 15" mély-, 5" közép-, 1" magas sugárzó
- 410Hz-re és 3kHz-re beállított keresztváltó
- 10k $\Omega$  bemeneti impedancia
- 1m-re 120dB maximális hangnyomásszint
- 35Hz-20kHz sávszélesség (-2,5dB)

- ára: kb. 1500000Ft/db

#### **4.3. Mackie HRS120<sup>15</sup>**



- 2 hangszórós mélynyomó
- aktív
- erősítő teljesítménye 400W RMS 8Ω-on
- 2 db 12" mélysugárzó
- 1m-re 100dB maximális hangnyomásszint
- 21Hz-150Hz sávszélesség (-1,5dB)
- ára: kb. 300000Ft/db



#### 4.4. Yamaha MSP7<sup>16</sup>



- 2 utas, közeltéri hangdoboz
- aktív, bi-amplifier
- erősítők teljesítménye 2,5kHz alatt, 4Ω-on 80W, felette 6Ω-on 50W RMS
- 6,5" mély-, 1" magas sugárzó
- 2500Hz-re beállított keresztváltó
- 10kΩ bemeneti impedancia
- 1m-re 106dB maximális hangnyomásszint
- 45Hz-40kHz sávszélesség (-10dB)
- ára: kb. 150000Ft

### 5. Keverőpult<sup>17</sup>

Alapvetően kétfajta keverőpult ismeretes: stúdiócéjú és DJ keverők. A DJ keverőket egyszerűbb, átláthatóbb felépítés jellemzi és általában kevesebb csatornából épülnek fel. A stúdiókeverők bonyolultabb, többcsatornás szerkezetek (8,16,32, stb.). Általában parametrikus equalizerrel vannak ellátva. Elmondható, hogy nagyobb rendezvények hangosítására, illetve stúdiófelvételek

készítésére is csak ez alkalmas. A laborban található keverőpult, és általában a keverőasztalok jellemzője, hogy egy csatorna többféle bemenettel rendelkezik, de csak egy csatorna kezelésére alkalmas. A csatornák előerősítővel, tápegységgel, csillapítóval ellátottak. Minden csatornára alkalmazhatunk saját, külön equalizer beállítást, valamint effektekkal láthatjuk el azokat. Ezzel jelentősen befolyásolható a hangzás. Minden keverőasztal része a MASTER sáv, melyre már az összes csatorna jele együttesen érkezik meg, ahol megtalálható a fő potméter, mellyel szabályozhatjuk, hogy mekkora jel hagyja el a keverőpult kimenetét. Minden keverőpult része a kivezérlésmérő, sőt a bemeneti jelszintet is szokás indikálni, hogy ne legyen túlvezérelve sem a be- sem a kimenet.



9. ábra: Keverőpult<sup>18</sup>

### **5.1. Szűrők<sup>19</sup>**

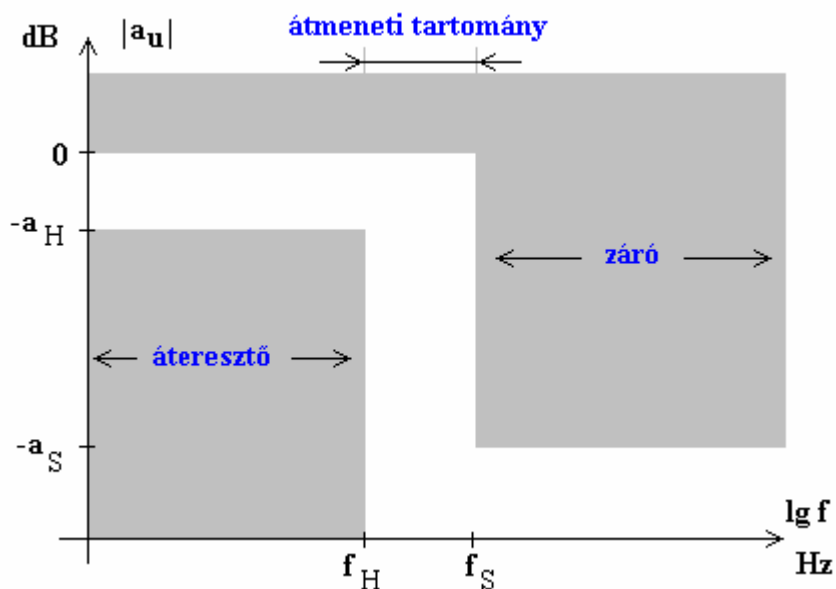
Az equalizer, főleg az újabb típusú keverőasztalokon parametrikus digitális szűrők segítségével végzi a hangszínszabályzást (mint ahogy azt a laborban található

eszköz is teszi). Ezért érzem szükségesnek, hogy ezt a témakört is részletesebben tárgyaljam.

A szűrő feladata, hogy bizonyos frekvenciájú jeleket lehetőség szerint csillapítás nélkül, míg másokat nagy csillapítással engedjen át. Lehet analóg vagy digitális, aktív vagy passzív. Egyéb megkülönböztetés szerint aluláteresztő, feluláteresztő, sáváteresztő, sávzáró, mindent áteresztő. Értelem szerint az aluláteresztő egy bizonyos frekvencia alatt engedi át a jelet, jelkomponenseket. Ilyen szűrő típus van például minden analóg-digitál átalakító legelején, hogy a mintavételezési frekvencia felénél magasabb frekvenciák ne jussanak a mintavételező áramkör bemenetére.

Feluláteresztő szűrő az aluláteresztő inverze. A sáváteresztő egy alul- ill. feluláteresztő szűrő soros kapcsolata, tehát egy adott frekvencia alatt és egy másik adott frekvencia felett csillapít, közöttük átereszt. A sávzáró pedig ennek inverze.

A mindent áteresztő szűrő jellemző feladata fázisforgatás.



10. ábra: Aluláteresztő szűrő<sup>20</sup>

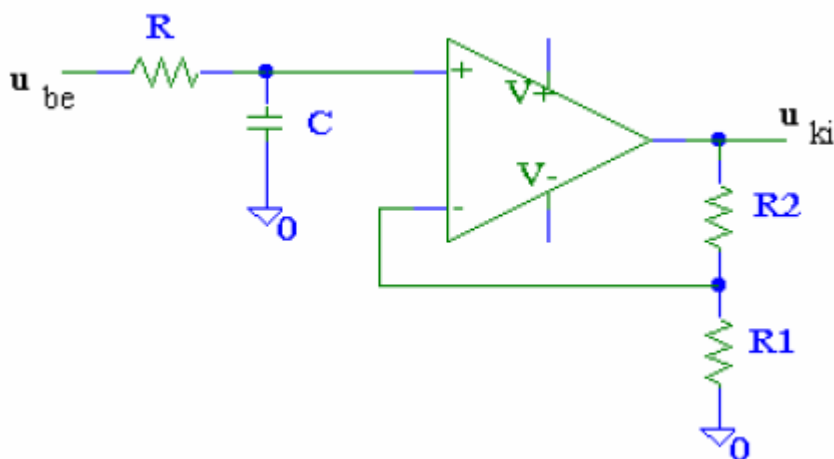
A szűrők fontos paramétere az átmeneti tartomány, tehát az a frekvenciasáv, ahol a szűrő átviteli függvénye erősen változó. A tervezéskor fontos szempont, hogy ez a sáv a lehető legkeskenyebb legyen, sajnos azonban ez a fázismenetben és a szűrők felépítésében problémákat okoz.

### 5.1.1. Analóg passzív szűrők

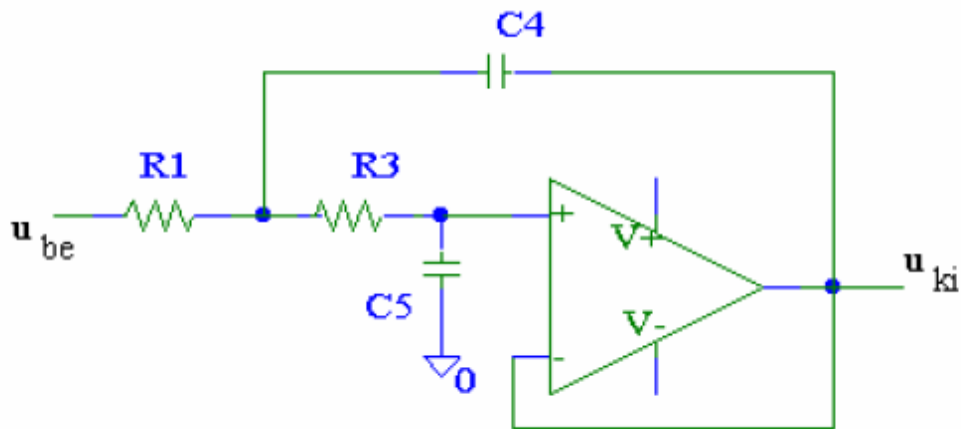
A legegyszerűbb analóg szűrők passzív elemekből felépített (ellenállás, kapacitás, induktivitás) eszközök. Ezek fontos tulajdonsága, hogy minden esetben csillapít, meredekségük kicsi.

### 5.1.2. Analóg aktív szűrők

A szűrő lehet aktív, ez esetben akár erősíthet is, de nem ez a legfontosabb feladata. Az aktív szűrők már analóg szűrők már a fejlődés egy magasabb lépcsőfokán állnak. A tervezők lehetőség szerint elhagyták az induktivitásokat, mert azok méretezése nehézkes, és a szomszédos alkatrészekre gyakorolt hatásuk sem előnyös. Ezért leggyakrabban aktív R-C szűrők különböző fajtáival találkozhatunk. Bessel, Butterworth vagy Cauer szűrő csak néhány a sok közül. Magasabb fokszámú szűrőkkel nagyobb meredekség érhető el, azonban a fázismenetre a fokszám növelése negatív hatással van.



11. ábra: Elsőfokú aluláteresztő szűrő nem-invertáló alkapcsolással<sup>21</sup>



12. ábra: Másodfokú aluláteresztő szűrő egyszeres pozitív visszacsatolással<sup>22</sup>

### 5.1.3. Digitális, aktív szűrők<sup>23</sup>

Következő lépcsőfok a digitális, aktív szűrő. A digitális szűrőkkel lehetőség van analóg jelek szűrésére, ebben az esetben a szűrő A/D átalakítóval rendelkezik a bemenetén, és D/A átalakítóval a kimenetén. A digitális szűrők drágábbak hasonló tulajdonságú analóg társuknál, de a digitális szűrőkkel megvalósítható feladatok száma is jelentősen nagyobb.

Felépítésük szerint állhatnak visszacsatolással rendelkező elemekből (ezt IIR szűrőnek hívjuk), illetve visszacsatolás nélküli elemekből (FIR szűrőnek nevezzük).

## 6. Végfokozatok<sup>24</sup>

A végfokozatok feladata, hogy az egyes lejátszók kimeneti jelét a hangszóró kapcsain erősítve jelenítse meg. Annál jobb az erősítő minél jobb a hatásfoka, kisebb a harmonikus torzítása, az intermodulációs torzítása, minél jobb a linearitása és nagyobb a sáv szélessége, és még sorolhatnám. Természetesen nem

lehet minden szempontnak eleget tenni. Felépítésük szerint kétfélek lehetnek: félvezető és elektroncsöves. A félvezető előnye, hogy kicsi, alacsony teljesítményfelvételű, de nagy, több kW-os teljesítmény csak nagyon speciális kapcsolásokkal megoldható, továbbá egy pillanatnyi túlvezérlés is tönkretelheti. Az elektroncsöves felépítés előnye, hogy kevesebb aktív elemmel érhető el magas, akár több MW-os teljesítmény, és egyesek kellemesebb hangzásúnak tartják, mint a félvezető elemekből felépített társaikat. Hátránya az alacsony élettartam, nagy teljesítmény igény (fűteni kell őket), drága alkatrészek, és általában nagyobb méret.

### **6.1. „A” osztályú erősítő**

Az audiofilek kedvenc áramkörei javarészt ilyen erősítők, mivel rendkívül szép, alacsony torzítottságú hangot produkál a kimenetein. A kimeneti tranzisztorok a jelszinttől függetlenül mindig nyitva vannak, ebből ered az alacsony torzítás.

A „B” osztályú erősítőkkel szembeni előnyei:

- alacsonyabb harmonikus torzítás;
- állandó és egyben kicsi kimeneti impedancia;
- egyszerűbb elektronikus és konstrukciós a felépítés.

Hátránya, hogy elvileg maximum 50% (a gyakorlatban még ennél is jóval kisebb) a hatásfoka.

### **6.2. „B” osztályú erősítő**

A tranzisztor a nyitás határáig van előfeszítve, de még éppen nincs nyitva. Így gyakorlatilag nem folyik nyugalmi áram. Emiatt kivezérlés nélkül nincs teljesítmény disszipáció. Kimeneti jel csak akkor keletkezik, ha a bemeneti jel megfelelő polaritású. Váltakozó-feszültségű vezérlőjel és NPN tranzisztor esetében csak az erősített pozitív félhullám, (PNP esetében pedig csak az erősített negatív félhullám) jelenik meg a kimeneten. A B-osztályú munkapontba

állított erősítő hatásfoka szinuszos kivezérlés esetén 78,5%, ami jó értéknek tekinthető. Hátránya, hogy a munkapont beállítás miatt kis vezérlőjelek esetén a kimeneti jel erősen torzított lesz (ezt nevezzük B-osztályú vagy keresztelési torzításnak); további negatívum, hogy csak az egyik félhullámot erősíti, ezért szokás ellenütemű (komplementer) kapcsolásban alkalmazni, ahol az egyik tranzisztor a pozitív, míg a komplementer párja a negatív félhullámokat erősíti.

### **6.3. „AB” osztályú erősítő**

Alacsony jelszintek esetén az ilyen erősítő A osztályú viselkedést mutat, míg nagy jelszintek esetén a B osztályhoz közelít jobban. Ezt a viselkedést úgy érjük el, hogy a munkapontot úgy állítjuk be, hogy nyugalmi esetben is folyjon nyugalmi áram, de ennek mértéke rendkívül alacsony. A munkapontra jellemző az M paraméter, ami megmutatja a nyugalmi áram hányad része a maximális kollektoráram felének. M=0 esetén B-osztályú a beállítás, M=1 esetén pedig A-osztályú.

$$M = \frac{I_{C0}}{2 \cdot I_{ki\ max}}$$

AB-osztályú beállítás esetén M értéke általában kisebb, mint 0,2. Így egy megfelelő kompromisszum érhető el a torzítás és a hatásfok között. Nagyteljesítményű (30 - 100 - ? W) szinte kizárólag ilyen munkapontba állított ellenütemű végfokozatokat alkalmaznak.

### **6.4. „C” osztályú erősítő**

Olyan csöves, vagy tranzisztoros erősítő, amelynél a bemenő jel fél periódusának felénél kisebb ideig folyik áram, ennek következtében jelentős torzítás keletkezik, amit csak egy rezgőkör tud helyreállítani. Előnye a nagy hatásfok, de lineáris erősítő céljára alkalmatlan.

### **6.5. „D” osztályú erősítő**

A D-osztályú erősítők kapcsoló üzemben működnek, aminek következtében jellemzőjük a nagy hatásfok, jellemzően 90% feletti a korszerű konstrukciókban. Mivel a kimenete mindig teljesen ki vagy teljesen be van kapcsolva, a veszteségek minimálisak. Régebben hangtechnikai eszközökben csak mélysugárzókhoz használtak a korlátozott sávszélesség, és a viszonylag nagy torzítás miatt, a félvezetős eszközök fejlődése azonban lehetővé tette a hifi minőségű, a teljes hallható frekvenciasávot lefedő D-osztályú erősítők kifejlesztését, a hagyományos erősítőkhöz hasonló jel/zaj aránnyal, és torzítással.

## **7. Fejhallgató erősítő<sup>25</sup>**

A legtöbb hangstúdióban megtalálható olyan erősítő, melynek feladata fejhallgatók táplálása. Természetesen rendkívül elterjedt az integrált változata hangkártyákban, hordozható lejátszóknak, stb., de stúdiótechnikai célokra szinte kivétel nélkül külön egységet használnak. Jó minőségű és nagyobb hangerejű, dinamikájú hang csálható ki segítségével a fejhallgatókból, mint a kommersz célokra készült termékek esetén. Kimeneti teljesítményük 10mW-2W terjed, és a kimeneti impedancia rendkívül alacsony, többnyire  $1\Omega$  alatti. A professzionális fejhallgató erősítők további jellemzője, hogy több be- és kimenettel rendelkeznek, ezáltal az egyes bemenetek keverhetők egymással, de természetesen kevesebb állítási lehetőség van bennük, mint egy keverőpultban. Továbbá egy jelforrás feszültségváltozásait több fejhallgató felé is tudja továbbítani. Általában a bemeneti jel szintjén, a hangerőn, magas- és mélyszabályzás állításán kívül másra nincs lehetőség.





13. ábra: Fejhallgató erősítő<sup>26</sup>

## 8. Fejhallgatók<sup>27</sup>

Stúdiótechnikában általában dinamikus fejhallgatót használnak, mely dinamikus hangszórókat tartalmaz. Minőségi szempontból egyedül ez alkalmas ilyen célokra. A fejhallgatóknak fontos paramétere az érzékenység:

$$\text{érzékenység} = \frac{P_{\text{üreg}}}{U_{\text{gerj}}}$$

,ahol P az üregben mért nyomás (méréskor a műfül-üreg végén elhelyezett mérőmikrofon méri, halláskor a dobhártyán lép fel), U pedig a kapcsolókra adott gerjesztés. Minél nagyobb az érzékenység, annál jobb fejhallgató, mert ugyanakkora villamos feszültség hatására nagyobb nyomást tud létrehozni, ill. ugyanahhoz a nyomáshoz (hangerőhöz) kisebb feszültség is elég. Fontos tényező még az átviteli sáv szélesség is. Dinamikus hallgatók átviteli sávja elérheti 20Hz-30 kHz-es tartományt (ez ugyancsak üregben értelmezett, akárcsak az érzékenység).



14. ábra: Dinamikus fejhallgató<sup>28</sup>

Használunk még elektrosztatikus fejhallgatókat is, melyek rendkívül jó minőségű hangzással rendelkeznek, de nagy hátrányuk, hogy rendkívül sérülékenyek, mert a membrán csak néhány  $\mu\text{m}$  vastagságú, és ezen felül még több 100V előfeszítés is szükséges a működéskéhez. Éppen ezért ritkábban is találkozhatunk ilyen elektromechanikai átalakítókkal.

## **9. Hangfájlok kezelése és a legfontosabb hangtömörítési eljárások<sup>29</sup>**

### ***9.1. Analóg rögzítés***

Csak a teljesség kedvéért említeném, mivel az analóg rögzítés egyre kevesebb helyen alkalmazott eljárás a hang esetében, mivel a digitális rögzítés egyre jobban, sőt szinte teljesen kiszorította egyszerűbb kezelhetősége, jó minősége miatt. Az analóg rögzítés során a leggyakrabban, stúdiókban előforduló hordozó a mágnesszalag. Analóg mágnesszalagos rögzítés során az mikrofon hanggal arányos feszültsége kerül rögzítésre a szalagon arányos mágneses tér formájában. Az ilyen módon rögzített anyag kezelése során több problémával is meg kell birkóznunk, ahogy azt majd a későbbiekben láthatjuk.

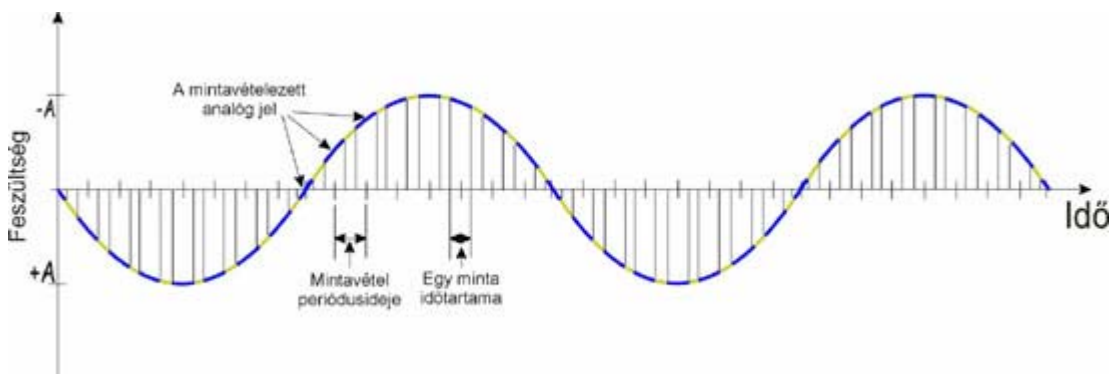
### ***9.2. Digitális rögzítés***

A digitális hangformátumokat illetően a stúdiótechnika szempontjából 2 fontos kategória létezik: veszteséges vagy veszteségmentes tömörítést alkalmazó. A hangstúdiókban, a fájlok kezelése során (vágás, effektezés, hangszínszabályzás, stb.) kizárólag veszteségmentes tömörítést használó formátumban, vagy tömörítés nélkül tárolható a fájl, illetve csak ilyen fájlokkal elfogadott a munka. Veszteséges tömörítést már csak a munkálatok után a késztermék létrejöttéhez

használhatunk. Éppen ebből kifolyólag csak a tömörítés mentes és veszteségmentesen tömörített hangformátumokkal foglalkozom bővebben.

### 9.2.1. PCM jelfolyam

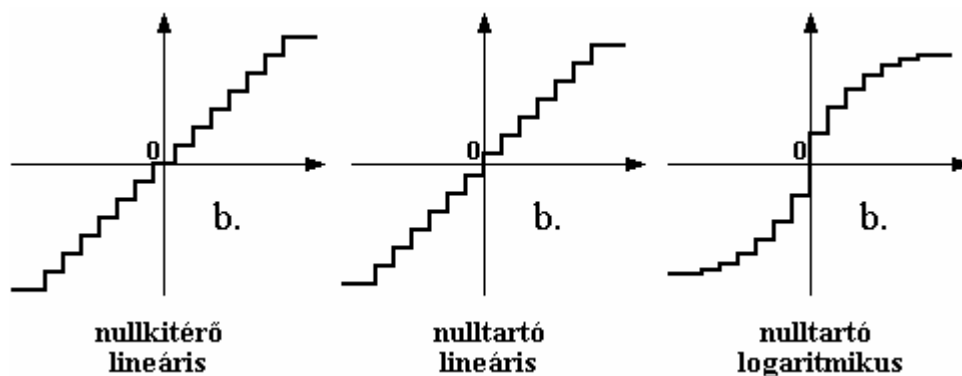
Tömörítés mentes digitális hangformátum a nyers PCM jelfolyam (Pulse-Code-Modulation = pulzus kód moduláció). Két adat jellemzi: a mintavételezés sebessége és a kvantálási lépcsők száma. A mintavételezés során időben diszkrétté alakítjuk a jelfolyamot. A mintavételezés sebessége meghatározó a sávszélesség szempontjából. Mivel az emberi hallás elviekben 20Hz-20kHz tartományba esik (a tartomány a korról folyamatosan csökken, minden személyre más és más), ezért ahhoz, hogy ezt a tartományt lefedhessük, legalább 40000Hz-en kell mintavételeznünk (Shannon törvénye alapján a mintavételezési frekvencia legyen legalább 2x-e a mintavételezni kívánt legmagasabb frekvenciájú jelnek). Ez azt jelenti, hogy másodpercenként 40000 minta keletkezik, melyek még amplitúdóban folytonosak. Ennek a folytonosságnak megszüntetésére szolgál a kvantálás.



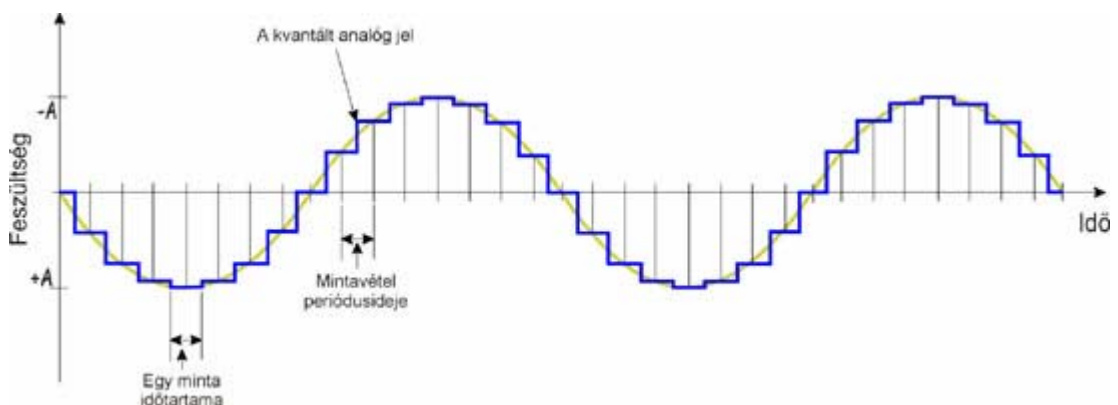
15. ábra: Mintavételezés<sup>30</sup>

A kvantálás során a mintavételezett értékeket kerekítjük egy olyan számra, amit már kezelni tudunk, hiszen a mintavételezés során végtelen tizedes törtek keletkezhetnek, melyeknek értékét nem tudjuk és sokszor nem is fontos pontosan rögzíteni. A kvantálás során a dinamikartományt felosztjuk lépcsőfokokra, mely lépcsők lehetnek egyenlő méretűek, de lehetnek

különbözőek is. A kvantálás során zaj adódik a hanghullámhoz, mely a lépcsőfokok közötti távolság miatti kerekítések következménye. A kvantálási zaj a kerekítési hiba négyzetes várható értéke:  $q^2/12$ , ahol  $q$  a kvantálási lépcsők „magassága”. Kis túlzással és egyszerűsítéssel állíthatjuk, hogy a kvantálási lépcsők számának hatszorosa a dinamikatartományt adja decibelben. Tehát, ha 8 bites kvantálást alkalmazunk, akkor 48dB lesz a dinamika. A CD-k 16 bites kvantálásához 96dB dinamika tartozik. Stúdiótechnikában elfogadott és használt a 20 illetve a 24 biten történő kvantálás. 24 bit esetén a dinamika már 144dB, ami a hallásunk kb. 130dB-es dinamikatartományát is meghaladja, tehát már nem szükséges efölé mennünk, hiszen érzékelhető minőségbeli javulást nem fogunk érzékelni.



16. ábra: Kvantálás I.<sup>31</sup>



17. ábra: Kvantálás II.<sup>32</sup>

A mintavételezés és kvantálás során létrejött a wave fájlunk, melynek mérete meglehetősen nagy. Hogy ne kelljen túl sok tárhelyet felhasználnunk, lehetőség van más fájlformátumban való tárolásra, melyeknek tömörítő eljárása stúdiók esetén veszteségmentes! Ilyen formátumok például: MLP lossless, DOLBY TrueHD, DTS-HD Master Audio, DSD. Néhány szó ezekről:

#### 9.2.2. MLP lossless<sup>33</sup>

Meridian Lossless Packing rövidítéséből származik az elnevezés. Ahogy a neve is mutatja, veszteségmentes hangtömörítési eljárás. Maximális csatornaszám 8 lehet, maximális bitsebesség pedig 18 Mbps.

#### 9.2.3. Dolby TrueHD<sup>34</sup>

Veszteségmentes tömörítési eljárás. Sávszélessége lehetővé teszi 14 csatorna 192 kHz-en történő mintavételezését 24 bites kvantálással. Támogatja, hogy egyéb adatokat integráljunk a bitfolyamba a hanginformáció mellé.

#### 9.2.4. DTS-HD Master Audio<sup>35</sup>

Ugyancsak veszteségmentes eljárás, mely segítségével 24,5 Mbps bitsebesség érhető el. 192 kHz mintavételezés, 24 bites kvantálás esetén maximálisan sztereo, 92 kHz-es mintavételezés esetén 8 csatorna a maximálisan elérhető csatornaszám.

#### 9.2.5. DSD<sup>36</sup>

A Super Audio CD (SACD) hangkódolási formátuma. Érdekessége (és ez a másik ok), hogy 1 bites kvantálást használ. Ezt azért teheti meg, mert a mintavételezés során 64-szeres túlmintavételezéssel dolgozik, és ebben az esetben olyan sűrűn vannak a minták, hogy elég azt meghatározni, hogy a következő minta az

előzőhöz képest nagyobb vagy kisebb lett. Erre elég 1 bit. Bitsebessége eléri a 2,8 Mbps-t, 100kHz sávszélesség, 120dB dinamika jellemzi.

#### 9.2.5.1. Delta-Sigma átalakító

Az Analóg/Digitális átalakítók egy különleges típusa. Alacsony zajszintet nem a kvantálási lépcsők számának növelésével éri el, hanem sokszoros mintavételezési frekvencia és alacsony bitszámú kvantálás segítségével. Az ilyen átalakítón áthaladó jelben ugyan lesz kvantálási zaj, de annak jelentős részét zajformálás segítségével magas frekvenciás, nem hallható tartományba transzponáljuk, amit az átalakítás során ki is szűrünk. Az átalakító kimenete vissza van csatolva a bemenetre (itt szűrjük ki a kvantálási zaj jelentős részét), ahol a kimeneti jelszint összehasonlításra kerül a következő bemeneti szinttel, majd a kettő közötti eltérés alapján áll elő a kimeneti jel.

Felépítése:

1.  $\Delta$ - $\Sigma$  modulátor: Ez a fokozat tartalmazza az analóg-digitális átalakítást, általában egy bites, de mindenképpen kis felbontású átalakítóval. A fokozat feladata a zajformálás is, ebben a blokkban olyan átvitel kialakítására törekszenek a tervezők, amely kisfrekvencián a hasznos jelet kis torzítással átviszi, míg a kvantálási zaj szempontjából nagy a csillapítása.
2. Digitális aluláteresztő szűrő, amely kettős szerepet tölt be. Egyrészt kiszűri a magas frekvenciás jeleket, ahol hasznos jel nem, csak a kvantálási zaj található, másrészt átlapolódás gátló szűrőként működik a decimáló fokozat előtt.
3. Decimáló fokozat, amely a nagy mintavételi frekvenciájú digitális jelet újra mintavételezi alacsonyabb frekvenciával.

A DSD eljárás során a Delta-Sigma átalakítót használjuk, azzal a különbséggel, hogy elhagyjuk a decimáló fokozatot, és az 1 biten kvantált jelsorozatot rögzítjük a hordozóra.



18. ábra: Sonoma-32+, DSD felvevő, ára 150-200000Ft<sup>37</sup>



19. ábra: KORG MR2000S, DSD felvevő, ára ~400000Ft<sup>38</sup>

#### 9.2.5.2. Miért jó a DSD eljárás?

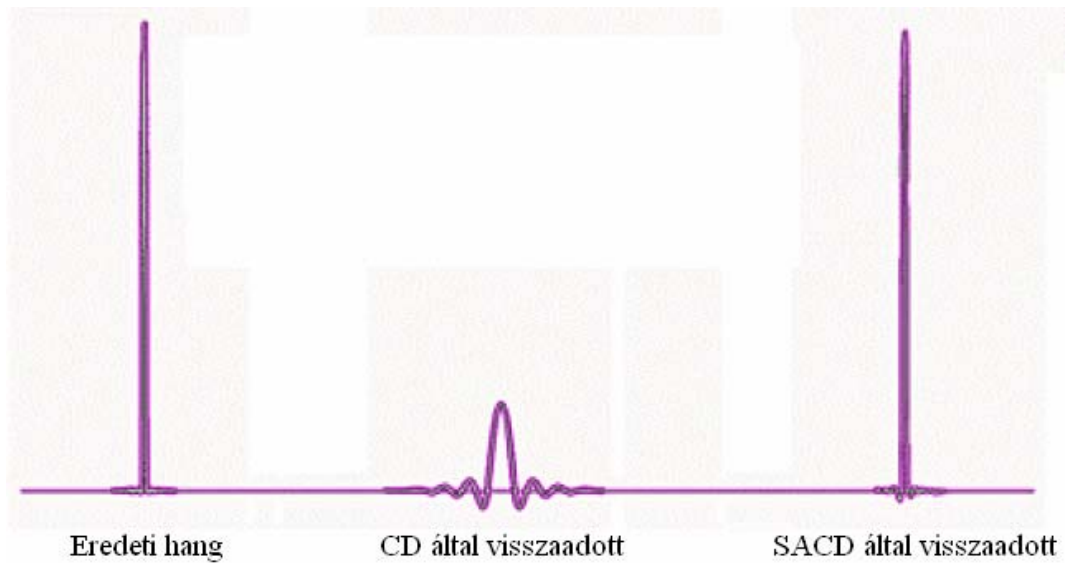
A PCM kódolás volt a legjobb hangjel digitalizálási eljárás, ami létezett a nyolcvanas évek elején, azaz a hagyományos CD kifejlesztésének és bevezetésének idején. PCM kódolásban minden mintavétel után egy olyan bitkombináció keletkezik (adathordozótól függően 14 és 24 bit között), amely leírja a hangjel amplitúdóját. A bitek száma (kvantálás mélysége) határozza meg,

hogy milyen pontosan írja le a hangjelet: minden további bit megduplázza az egymástól megkülönböztethető jelszinteket, és 6dB-lel javítja a dinamikát.

Az analóg hangjel PCM hangjelre történő konverziója, és a PCM hangjel analóg hangjellé történő visszakonvertálása számos lépést igényel, pl. kvantálás, decimálás, interpoláció. Minden lépés torzulást okozhat, pl. kvantálási zaj, amit ki kell szűrni, ami tovább ronthatja a hangminőséget.

PCM jelsorozat létrehozásához (20. ábra) az egy bites, 64-szeresen mintavételezett jelfolyam decimálása szükséges, mely során a meglévő 64fs mintavételezési frekvenciával feldolgozott, egy bites jelsorozatból csak minden 64. mintát tartunk meg. Ezáltal előáll egy fs mintavételi frekvenciával mintavételezett jelfolyam. Mivel mintákat dobtunk ki, a kvantálási lépcsők számát növelnünk kell (nem elegendő megadni, hogy a minta nagyobb vagy kisebb, mint a korábbi, hanem annak értékére is szükség van). Ez látható a 20. ábrán. Lejátszás során újra elő kell állítani az egy bites, 64fs frekvenciájú jelfolyamot. Ehhez értékeket kell hozzáadnunk, két minta közé 63 darabot. Ezeknek az értéke a 2 meglévő mintából számítható. Természetesen előfordulhat, hogy a két minta között egy meredek, ugrásszerű rész volt, sajnos ezt nem fogjuk tudni visszaállítani, adatot veszítettünk el. A számítási eljárás hasonló a CD lejátszás során alkalmazott interpolációhoz, ezért is hívjuk ezt a berendezést interpoláló szűrőnek.

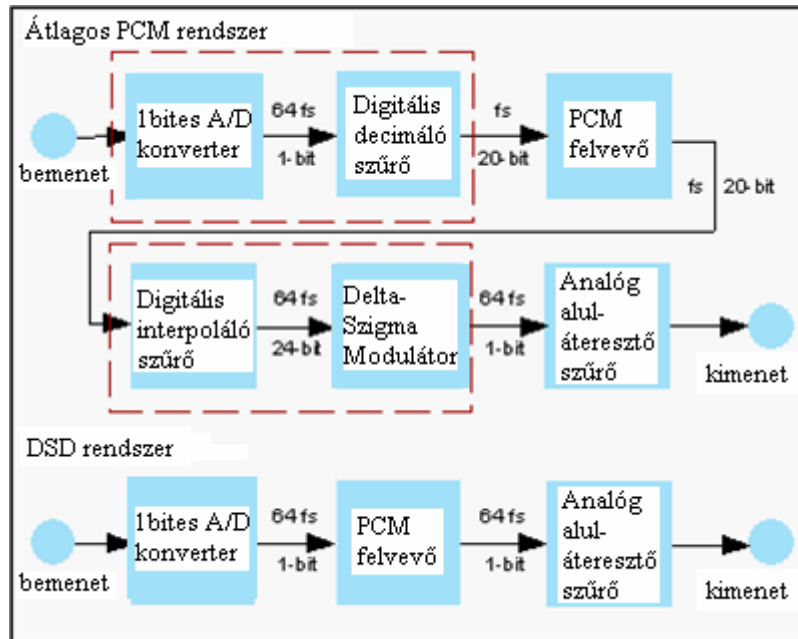




A rövid, hangos impulzusok reprodukálása  
CD-vel és SACD-vel. Jól látható a különbség!

20. ábra: CD és SA-CD hangreprodukálási képessége<sup>39</sup>

Ezzel szemben a DSD egy egyszerű eljárás az analóg hangjel digitálissá és a digitális hangjel analóggá történő konverziójára. A teljes folyamat világosan átlátható. Valójában a DSD bitfolyam olyan szoros kapcsolatban van - talán az analóg jelzőt lehetne használni a bitfolyam szóra - az analóg jellel, hogy azt egy hangszóróra vezetve (úgy, mint a +1 és -1 értékek sorozatát) hallgatható muzsikát kaphatnánk.



21. ábra: PCM és DSD rendszerek összehasonlítása<sup>40</sup>

### 9.2.6. DXD

A DXD az angol Digital eXtreme Definition kifejezés rövidítése. Nem más, mint egy hangkódolási eljárás, amelyet ezért fejlesztettek ki professzionális alkalmazásokhoz, hogy szerkeszteni lehessen a nagy felbontású digitális hanganyagot, mivel a DSD nem igazán alkalmas erre. A DXD egy PCM szerű jel 24 bites felbontással és 352.8 kHz mintavételezéssel. Az adatsebesség 11.2896 Mbit/s. Ez négyszerese a DSD-nek.

## 10. Adathordozók<sup>41</sup>

Az adathordozók csoportosítása többféle szempont szerint történhet, mint rögzítés elve, formája, hozzáférés típusa, stb. Az alábbi táblázatok a három említett szempont szerint csoportosítják az adathordozókat.

1. táblázat: Rögzítés elve szerinti csoportosítás

ANALÓG	DIGITÁLIS
mágnesszalag	mágnesszalag
bakelit lemez	optikai lemez (CD, DVD, Blu-Ray Disc)
fonográf	mágneses lemez (HDD, Floppy)
	Magneoptikai lemez (MD)

2. táblázat: A hordozó rögzítési elve szerinti csoportosítás (A rögzítés formája)

MECHANIKAI	MÁGNESES	MAGNEOPTIKAI	OPTIKAI
Fonográf	mágnesszalag	MD	CD
bakelit lemez	HDD		DVD
			Blu-Ray Disc

3. táblázat: A hozzáférés típusa szerinti csoportosítás

SOROS	PÁRHUZAMOS
mágnesszalag	fonográf, bakelit lemez
	MD
	DVD, CD, Blu-Ray Disc, HDD

Néhány szó erejéig bemutatnám a stúdiókban mai napig előforduló adathordozókat (CD, DVD, Blu-Ray Disc, HDD, mágnesszalag)!

### **10.1. Mágnesszalag<sup>42</sup>**

A legrégebbi rögzítő típus. Az adatot mágneses elven szalagra rögzíti. A megfelelő rekorderekkel, a megfelelő szalag típusokra a sztereón kívül 4,8,16 csatornás felvételekre is van lehetőség. Ne gondoljuk, hogy mivel régi, a minősége is rossz. A

digitális formában rögzített adat minősége rendkívül jó minőségű felvételek készítésére ad lehetőséget. Sajnos azonban nagy hátránya, hogy soros hozzáférésű, tehát a szalagot csévélni kell. Az analóg formában rögzített hangsávok nagy hátránya, hogy a másolat soha nem éri el az eredeti anyag minőségét, ezért jó minőséget csak az egyetlen ún. MASTER szalaggal érhetünk el, viszont ebben az esetben nem hibázhatunk például a vágás során. A másolatokat COPY-nak hívjuk. Ezen felül ahány sávot szeretnénk rögzíteni, annyi törlő-felvevő fejre van szükség, ami a rögzítő berendezés méreteit növeli.

### **10.2. CD<sup>43</sup>**

A CD (a Compact Disc rövidítése) általában 700 MB (megabájt) kapacitású tároló, amely hang, kép, valamint adat digitális formátumú tárolására használatos. 1982 óta van forgalomban. Az adatot optikai elven tárolja, a rögzíthető sávok számát csak a tárolókapacitás befolyásolja. Audio-CD esetén teljes mértékben kihasználható a 700 MB tárolókapacitás, mivel ebben az esetben egy-egy bit elvesztése esetén (mivel várhatóan nincs túl nagy különbség a szomszédos bitek között) a két szomszédos bitből átlagolható a bit értéke. Ebben az esetben 80 percnyi sztereo hanganyag rögzíthető egy CD-re. A audio-CD 44100 Hz mintavételezést és 16 bites kvantálást alkalmaz és maximálisan 2 sáv rögzíthető rá (sztereo).

### **10.3. DVD<sup>44</sup>**

A DVD („Digital Versatile Disc” (digitális sokoldalú lemez) vagy még korábban a „Digital Video Disc” rövidítése) nagy kapacitású tároló, amely leginkább mozgókép és jó minőségű hang, valamint adat tárolására használatos. 1997 óta van forgalomban. Méreteit tekintve akkora, mint a CD, vagyis 120 mm átmérőjű. Ennek következménye, hogy a DVD meghajtók lejátszák a CD lemezeket. Az adatot optikai elven tárolja, de rövidebb hullámhosszú lézerrel dolgozik, mint a

CD. Ezáltal a pitek és a landok is kisebbek lehetnek, tehát több adat fér ugyanakkora területre. A rögzíthető sávok számát tulajdonképpen csak a tárolókapacitás befolyásolja. A normál DVD tárolókapacitása 4700000 bájt, a kétrétegű lemezé ennek duplája, míg a kétoldalas kétrétegű DVD lemez tárolókapacitása csaknem 18 GB. A DVD-Audio lemez az alábbi mintavételezést, kvantálást és sávrögzítéseket támogatja:

4. táblázat: DVD-Audio által támogatott mintavételezési frekvenciák és a támogatott kvantálási lépcsők száma

	16, 20 vagy 24 bites kvantálás					
	44,1 kHz minta- vételezés	48 kHz minta- vételezés	88,2 kHz minta- vételezés	96 kHz minta- vételezés	176,4 kHz minta- vételezés	192 kHz minta- vételezés
Mono (1.0)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott
Stereo (2.0)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott
Stereo (2.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott
Stereo+Mono surround (3.0 vagy 3.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott
Quad (4.0 vagy 4.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott
3 stereo (3.0 vagy 3.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott
3 stereo + mono surround (4.0 vagy 4.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott
full surround (5.0 vagy 5.1)	támogatott	támogatott	támogatott	támogatott	nem támogatott	nem támogatott

## **10.4. Blu-Ray<sup>45</sup>**

A Blu-ray Disc, röviden BD egy nagy tárolókapacitású digitális optikai tárolóeszköz-formátum. A DVD utódjának szánják. Sokáig formátumháborúban állt a HD-DVD-vel, melyből végül győztesen került ki. 2006 óta van forgalomban. Az adatot optikai elven tárolja, ismételten rövidebb hullámhosszal (405 nm) dolgozik, mint a DVD (650 nm). A tárolókapacitása az egyrétegű lemeznek 25 GB, a kétrétegű lemeznek pedig 50 GB. A rögzíthető sávok számának csak a tárolókapacitás szab határt. Természetesen a Blu-Ray lemezeket is úgy tervezték, hogy lejátszójuk alkalmas legyen a CD-k, DVD-k lejátszására és írására, ezáltal lefelé kompatibilisek legyenek. Megalkotása nem is a zene jobb minőségben rögzítése miatt volt szükséges, hiszen a DVD-Audio lemez már olyan minőséget biztosít, hogy egyszerűen nincs szükség jobbra (úgysem hallanánk különbséget). Viszont egyre jobban terjednek a nagyképernyős, magas felbontással (FullHD: 1920x1080) rendelkező TV-k, mely felbontású videó anyagok rögzítésére már nem volt elég a DVD lemezek tárhelye. Meg van a lehetősége, hogy úgy jár, mint a DVD, mégpedig elhagyva a képtartalmat, nagy mennyiségű, veszteségmentesen tömörített, többsávós hangfájlok tárolására használják. Támogatott audio formátumok:

1. Lineáris PCM (LPCM) – maximálisan 8 tömörítetlen csatorna megengedett
2. Dolby Digital (DD) – DVD-k hangformátuma, 5.1 csatornaszám használatára ad lehetőséget
3. Dolby Digital Plus (DD+) – a DD továbbfejlesztése, 7.1 csatornaszám érhető el
4. Dolby TrueHD – veszteségmentes tömörítés maximálisan 8 csatorna tárolásához
5. DTS Digital Surround – DVD-k fájlformátuma, 5.1 csatornaszám érhető el a segítségével
6. DTS-HD High Resolution Audio – DTS továbbfejlesztése, 7.1 csatorna maximálisan

7. DTS-HD Master Audio – veszteségmentes tömörítési eljárás 8 csatorna rögzítéséhez

### **10.5. HDD<sup>46</sup>**

A merevlemez olyan berendezés, mely az adatokat mágnesezhető réteggel bevont lemezeken tárolja, melyet a forgó lemez fölött mozgó író/olvasó fej ír, vagy olvas. Ez található a legtöbb számítógépben is háttértárolóként. Ismételten a tárhely szab határt a sávok számának, a szakdolgozatomban készültkor a legnagyobb háttértárolók néhány terabájt tárolókapacitásúak. A stúdiókban használt rögzítő berendezések eszközeként lehet integrált, vagy cserélhető. A cserélhetőséget legtöbbször mobil rack segítségével valósítják meg. A stúdiókban a 90s évek közepétől kezdett elterjedni. Gyakran találkozhatunk ezzel a rögzítő típussal keverőpultba integrálva. Az L1-120 laborban is HDD-re rögzít a keverőpult. Ha DAW-ról beszélünk, legtöbbször akkor is ezzel a hordozóval találkozunk, hiszen szinte minden számítógépben ez található meg háttértárolóként.

## **11. Analóg és digitális jeltovábbítás**

Kétfajta jeltovábbítási megoldás létezik, analóg és digitális. Analóg módon normál csavart kábelben történik az átvitel jack (TRS), RCA vagy XLR csatlakozó segítségével. Digitális esetben koaxiális vagy optikai tápvonalon történhet a jeltovábbítás, csatlakozók szempontjából a legelterjedtebb a BNC, TOSLINK. A digitális jelfolyam szabvány szerint S/PDIF interfészen keresztül halad (Sony Philips Digital InterFace).

### **11.1. S/PDIF<sup>47</sup>**

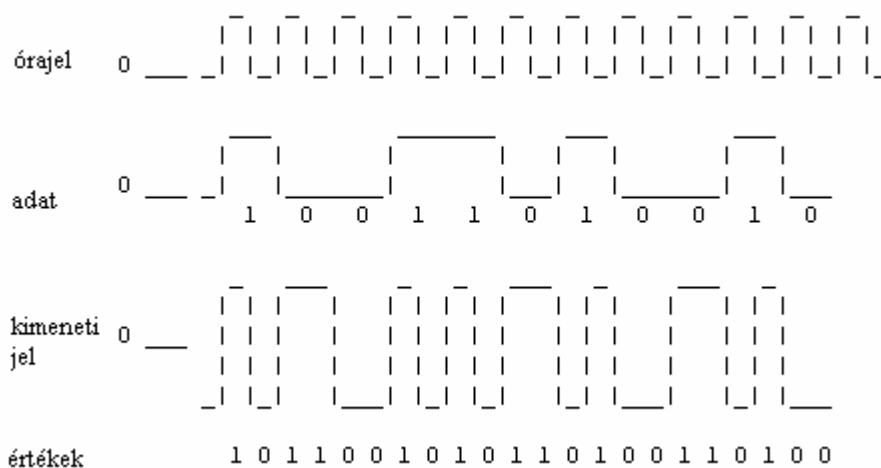
Egy olyan csatoló forma, amely digitalizált hangkivezetésre szolgál informatikai, ill. szórakoztató elektronikai eszközök magas minőségű digitalizált hangok



átadásánál. Az S/PDIF használatával nem szükséges több kábelen keresztüli adatvitelre, hanem egy szabványos csatolófelületen keresztül lehet szétbontani a digitalizált jeleket. Előnye, hogy a jel minősége a teljes átvitel során konstans szinten tartható. Az átvitel kétféle kábeltípuson történhet: 75Ω-os koaxiális kábel, vagy 1mm-es optikai kábel. Maga az S/PDIF jel egy szinuszos hullám közel 3MHz frekvenciával és minimum 200mVpp amplitúdóval. A frekvencia a digitális mintavételezési frekvenciájától függ.

### Kódolási eljárása

BMC kódolást használ, ami kétállású fázismoduláció.



22. ábra: BMC kódolás<sup>48</sup>

A 21. ábrán az első sor az órajel, a második az adat, harmadik, negyedik az S/PDIF jel (forma és érték). Az órajel az adatjelfolyam frekvenciájának kétszeresével változik. Órajel felfutásra a kimeneti jel mindig invertálódik. Amennyiben az adatbit 1, akkor órajel lefutásra is invertál, ha 0, akkor nem.

### Bitfolyam

Az S/PDIF bitfolyam felosztható 192 bites blokkokra. Minden 192 bites blokk tovább osztható 12 darab 16 bites alblokkra. Az első 16 bites blokk az alábbiakat tartalmazza:

0-5 bit: vezérlő kód

6-7 bit: értékük mindig 0

8-14 bit: a jelfolyam forrásáról ad információt

15. bit: L-bit

Az L-bitnek 2 funkciója lehet, ami a 2. bittől függ. Ha a 2. bit 0 (jelentése: másolás védett jelfolyam), akkor az L-bit jelentése:

1- DVD-R vagy DVR-RW-ről származik a jelfolyam

0- CD-R, CD-RW vagy DVD-ről származik a jelfolyam

Ha a 2. bit 1 (jelentése: másolható jelfolyam), akkor az L-bit jelentése:

1- eredeti forrás

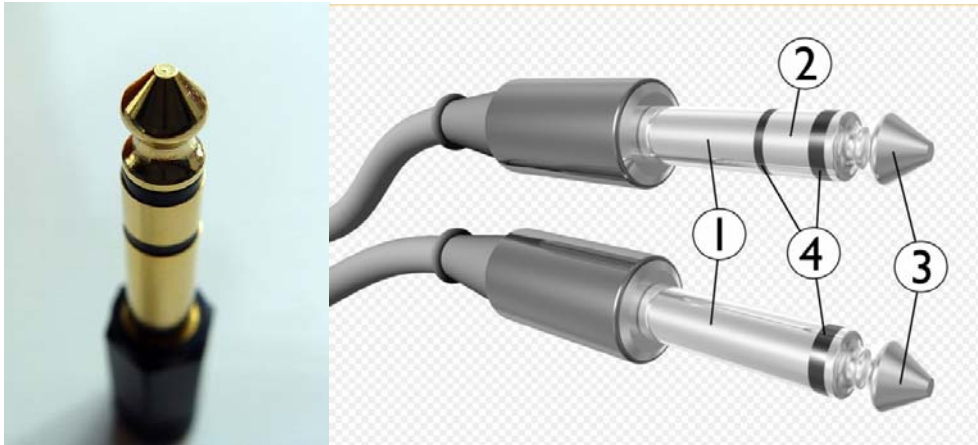
0- másolt forrás

A 192 bites blokk maradék 176 bitje adat.

## **12. Csatlakozók**

### ***12.1. Jack csatlakozó<sup>49</sup>***

Aszimmetrikus csatlakozó (male-female). Lehetséges méretei: 6,35 mm, 3,5 mm, 2,5 mm átmérő. Lehet sztereo vagy mono. Ilyen csatlakozóval gyakran találkozhatunk fejhallgatókon, számítógép hangkártyák kimenetén, HIFI tornyok fejhallgató csatlakozóján és sok más egyéb helyen. TRS rövidítés a Tip-Ring-Sleeve kezdőbetűiből származik, és a csatlakozó felépítésre utal.



23. ábra: TRS (jack) csatlakozó<sup>50</sup>

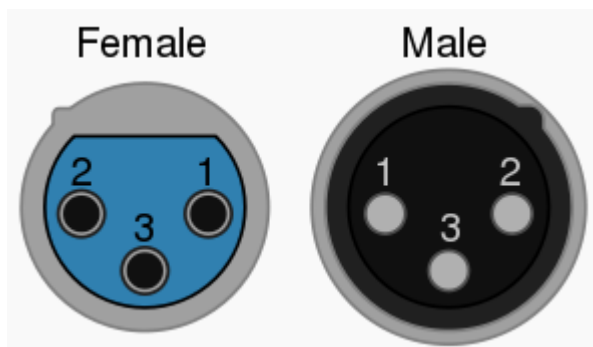
A 22. ábrán látható a TRS csatlakozó felépítése:

1. Sleeve: általában föld
2. Ring: jobb oldali csatorna sztereo jelek esetén, tápfeszültség lehet mono jelek esetén
3. Tip: bal oldali csatorna sztereo jelek esetén, 1 csatorna esetén ide kerül a mono jel
4. szigetelő gyűrű(k)

### **12.2. XLR csatlakozó<sup>51</sup>**

Aszimmetrikus csatlakozó típus, leggyakrabban mikrofonok csatlakozójaként találkozhatunk vele. A Cannon Electric, Los Angeles, californiai cég tört be a piacra ezzel a típussal, ezért gyakran nevezik cannon csatlakozónak is. Az XLR elnevezés a Cannon X (eredeti neve volt) névből, a biztonsági zár angol kifejezéséből (Latch) és a gumi törésvédelem angol jelzőjéből (Rubber) származik. A tűskék száma lehet 3, 4, 5, 6, amit a csatlakozó nevében jelölni szokás (pl. XLR5, 5 tűskés XLR csatlakozó).

Az XLR3 csatlakozó felépítése:



24. ábra: XLR csatlakozó<sup>52</sup>

1. földelés
2. pozitív polaritás (meleg ér)
3. negatív polaritás (hideg ér)

### **12.3. RCA csatlakozó<sup>53</sup>**

Aszimmetrikus csatlakozótípus. Neve a Radio Corporation of America rövidítéséből származik.



25. ábra: RCA csatlakozó<sup>54</sup>

Általában hangszórók kábeleinek csatlakoztatásához, HIFI rendszerek alkotóelemeinek összekötéséhez használják (például autóban a fejegység és az erősítő összekötésére). Használatos még kompozit és komponens videojelek

továbbítására is. S/PDIF jelek továbbítására is alkalmas, alkalmazott. Legnagyobb hátránya, hogy egy RCA csatlakozón keresztül egyetlen csatorna haladhat, ezáltal sokcsatornás eszközöknél nagymennyiségű kábelre és csatlakozóra van szükség.

#### **12.4. BNC csatlakozó<sup>55</sup>**

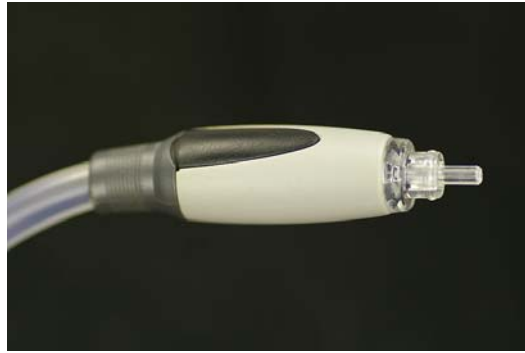
Neve a Bayonet Neill-Concelman rövidítéséből származik. Aszimmetrikus csatlakozótípus. Koaxiális kábelek kedvelt csatlakozója. Hangfrekvenciás tartományban kitűnően használható, alkalmazzák még rádiófrekvenciás hálózatokban 4 GHz-ig, de ethernet csatlakozóként is megállja a helyét.



26. ábra: BNC csatlakozó<sup>56</sup>

#### **12.5. TOSLINK csatlakozó<sup>57</sup>**

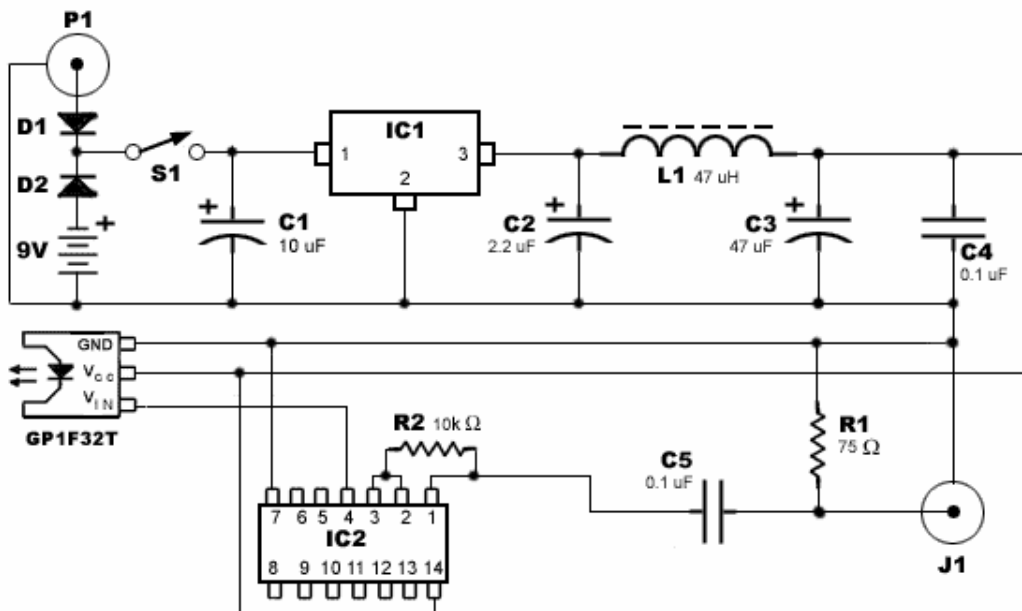
Optikai kábelek csatlakozója, a TOSHIBA fejlesztése. Digitális audio jelek továbbítására szolgál optikai kábel segítségével.



27. ábra: TOSLINK csatlakozó<sup>58</sup>

### 13. Koaxiális-optikai átalakítás<sup>59</sup>

Azért tartom fontosnak a téma érintését, mert az L1-120-ban is szükség volt koaxiális-optikai átalakításra. A dobfelszerelés rendelkezik S/PDIF kimenettel, de az koaxiális, míg a keverő S/PDIF bemenete optikai. Ezért szükséges a konverzió. Egy koaxiális-optikai átalakító kapcsolási rajza, és működésének rövid leírása:



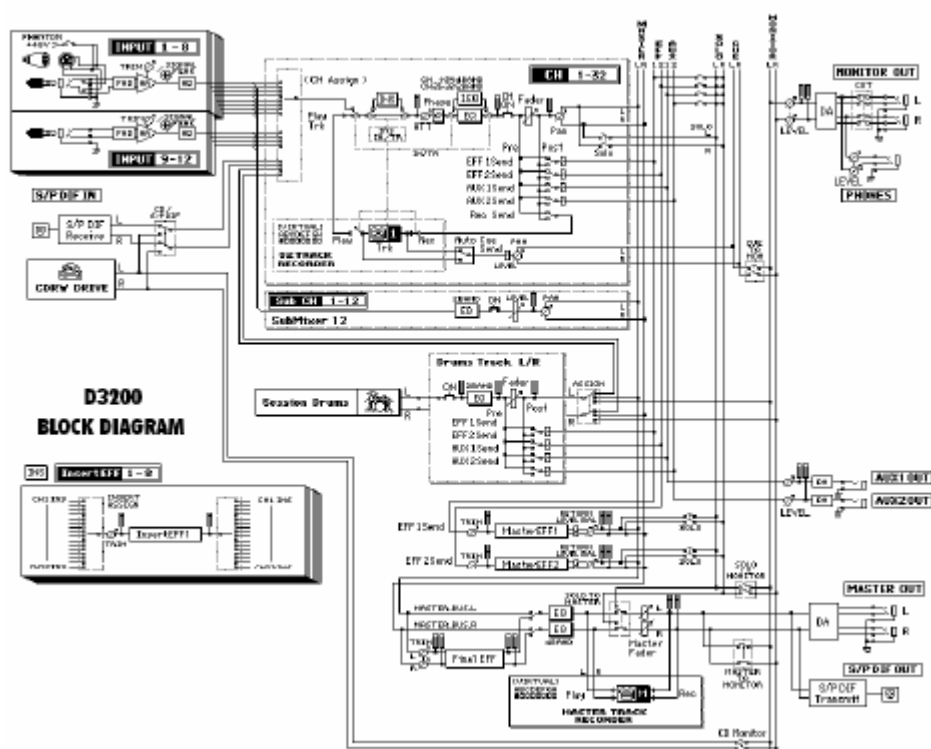
28. ábra: Egyszerű koaxiális/optikai átalakító<sup>60</sup>

A kapcsolási rajz (24. ábra) bal oldalán fent a P1-es csatlakozón van lehetőség 9VDC táppal történő táplálásra, vagy egy 9V-os elemmel is helyettesíthetjük azt a D2-es dióda alatt. A kapcsolat felső része (D1, D2, S1, C1-2-3-4, L1, IC1- 7805) stabil 5 V-os feszültséget állít elő, mely az IC2 (74HCU04) működéséhez szükséges. J1-es bemeneten koaxiális csatlakozó (pl.: N vagy BNC) található, ide érkezik a bemeneti jel, ami +/- 0,5V. Ebből az IC2 0 és 5V közötti arányos feszültséget állít elő. Ez a feszültség vezérli a GP1F32T optikai átalakítót, és létrejön az optikai jel.

## 14. Az L1-120 labor hangstúdiójának fontosabb egységei

Az eddig ismertetett berendezések többsége minden stúdióban előfordul, a továbbiakban az L1-120 laborhelyiségben megtalálható berendezéseket mutatom be.

### 14.1. Korg D3200 keverőasztal<sup>61</sup>



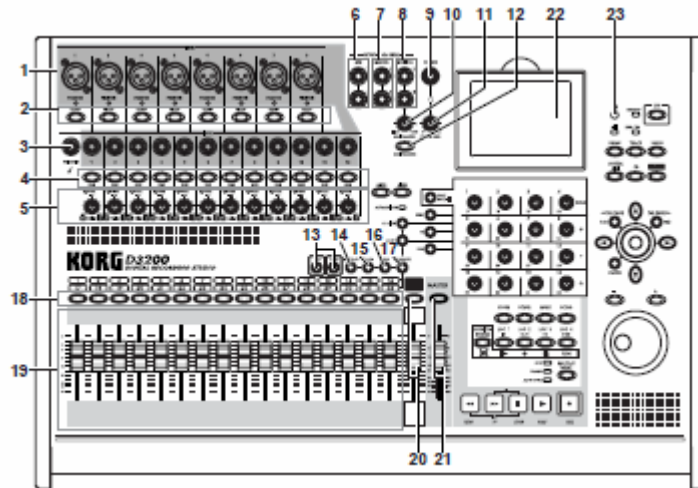
29. ábra: Korg D3200 blokkábra<sup>62</sup>

Specifikációk:

- mintavételezési frekvenciák: 44,1kHz vagy 48kHz
- kvantálási lépcsők: 16bit vagy 24bit



- 32 csatorna
- 12 mono 6,3" jack (26. ábra/1,2), 8 XLR, 1 sztereo digitális bemenet, GUITAR IN (26. ábra/3) bemenet
- egyidejűleg felvehető csatornák száma:
  - o 16 bit kvantálás esetén 16 (12 mono + 2 digitális + 2 beépített dob)
  - o 24 bit kvantálás esetén 12 (a bemenetek és a beépített dob bármilyen kombinációi)
- beépített dob szimuláció
- 6 XLR csatlakozó +48V fantom táppal (26. ábra/1,2)
- beépített, 4 sávós, parametrikus hangszínszabályzó
- beépített merevlemez, CD-RW meghajtó és USB csatlakozó
- kimenetek (26. ábra 6,7,8,9): 2 AUX, MASTER OUT L/R, PHONES, MONITOR L/R
- nagy méretű LCD kijelző (26. ábra/22)



30. ábra: Keverőasztal kezelőfelület<sup>63</sup>

## 14.2. Roland TD-20 dobfelszerelés<sup>64</sup>

Specifikációk:

- Elektronikus dobkészlet
- hanggenerátora 50 dobfelszerelést tud modellezni
- 560 féle dob és 262 féle háttér hangszer modellezésére képes
- Beállításaiban megadható a szoba típusa, méretei, falak típusa, mikrofonok pozíciója, szoba alakja, és e paraméterek segítségével tökéletesen modellezhető a lehallgató terem.
- Trigger input Jack 15 db
- Hi-Hat Control Jack
- Master Output Jack 2db (L/mono és Right), Direct Output 8db, Digital Output (koaxiális), Phono Out
- Mix In Jack
- MIDI csatlakozók

- Foot switch Jack
- CF kártya fogadó hely.

A trigger input csatlakozókra vannak bekötve a dobfelszerelés érzékelői, a master output kimeneten sztereo analóg jelt ad ki a felszerelés. A direct out kimeneteken többcsatornás analóg jel távozik, a digital out kimeneten pedig digitális, sztereo jel. A phono out kimenetre sztereo fejhallgatót köthetünk, ezáltal azonnal visszahallgatható a zene. Mix in bemenetre külső jelforrást köthetünk, melynek jele a phono illetve a master out kimeneteken jelenik meg, ezáltal lehet például egy kész zeneszámra rádobolni.

### ***14.3. KR-103-as digitális zongora<sup>65</sup>***

Intelligens digitális zongora, mely több mint 160 stílust tartalmaz különböző variációkkal az egyes dalrészekre. Lehetőségünk van, hogy gyorsan megváltoztassuk a kiválasztott stílus hangszerelését, valamint új stílusokat is tudunk lemezről betölteni. 400 különféle hangszínnel rendelkezik (beleértve a dob szetteket). A „Music Assistant” segítségével saját hangszínt készíthetünk. A zongorán található USB port, mely lehetővé teszi a MIDI kommunikációt is.

Specifikációk:

- 88 billentyű, billentés érzékeny
- 400 panel hangszín, 542 XG-kompatibilis hangszín, 256 GM2-kompatibilis hangszín
- 10 panel dob szett, 11 XG kompatibilis, 9 GM2 kompatibilis
- 170 stílus
- 16 sávós rögzítő, valós idejű SMF lejátszó
- több mint 50 belső dal
- 34 lehetséges felhasználó program

- effektek: 8 reverb, 8 chorus, 47 multi-effekt
- 3,5" floppy meghajtó
- metronóm
- USB, MIDI csatlakozók
- Sztereo audio ki és bemenetek
- 2 fejhallgató aljzat
- pedálok

#### ***14.4. ALTO HPA4 fejhallgató erősítő<sup>66</sup>***

Ahhoz, hogy a keverőasztal kimeneti jele az akusztikai felvevőszobában is több fejhallgatón hallható legyen, szükség van egy fejhallgató erősítőre, ami a keverő MASTER OUT kimenetén lévő jelet a megfelelő szintre erősíti a fejhallgató számára.

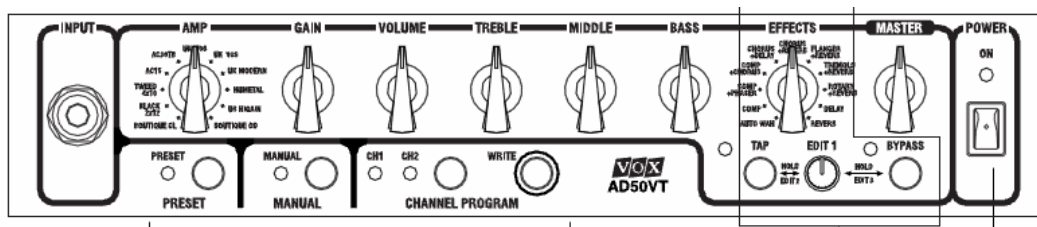
A feladatot egy ALTO HPA4 fejhallgató erősítő valósítja meg.

Specifikációk:

- csatornaszám: 4
- bemenet (main input): XLR/6,3" jack, impedancia 40/20 k $\Omega$
- bemenet (direct in és AUX in): 1/4" TRS, impedancia: >15k $\Omega$
- kimenet: XLR/6,3" jack, impedancia a bemeneti impedanciától függ
- 10Hz-50kHz lineáris átvitel
- SNR>90dB (+4dBu kimeneti jelszint esetén)
- THD=0,005% (+4dBu kimeneti jelszint esetén)

- max. kimeneti szint: 21dBm
- bemeneti szint: állítható, keverhető az AUX és a main jel
- kimeneti szint: állítható
- magas/mély szabályozás: +/- 15dB

### 14.5. VOX Valvetronix AD30VT elektromosgitar-erősítő<sup>67</sup>



31. ábra: VOX Valvetronix AD30VT felső panel<sup>68</sup>

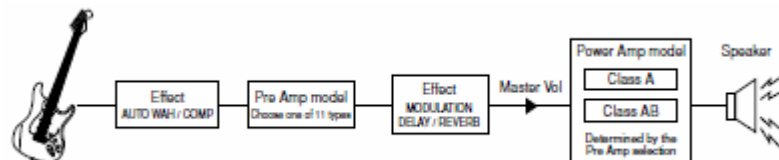


32. ábra: VOX Valvetronix AD30VT hátsó panel<sup>69</sup>

#### Specifikációk:

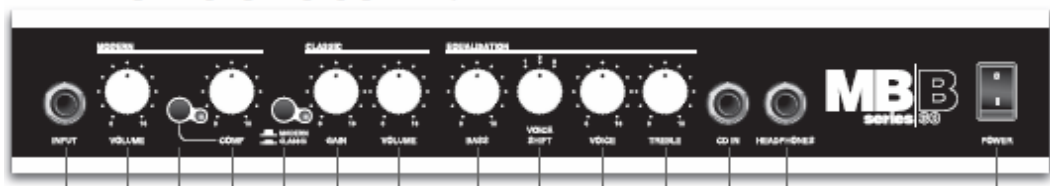
- Erősítő típusok száma: 11
- Effektek száma: 11 + zajszűrő
- Programok száma: 11 preset, 2 csatornán
- Csatlakozás IN/OUT:

- felső panel:
  - 1 gitár (HI) bemenet
- hátsó panel:
  - 1 lábkapcsoló bemenet
  - 1 vonal/fejhallgató kimenet
- Kimenő teljesítmény: max. 30 W RMS 8 ohm-on
- Hangszóró: 1x VOX original (10 inch, 8 ohm)
- A/D és D/A konverzió: 24-bit, 44,1 kHz-en
- Áramfogyasztás: 45 W
- Méretek: 43 x 45,6 x 22,4 cm
- Súly: 12 kg



33. ábra: VOX Valvetronix AD30VT blokkábrája<sup>70</sup>

#### **14.6. Marshall MB30 basszusgitár-erősítő<sup>71</sup>**



34. ábra: Marshall MB30 első panel<sup>72</sup>



35. ábra: Marshall MB30 hátsó panel<sup>73</sup>

#### Specifikációk:

- Két csatornás, emulált vonal kimenet
- Limiter
- Kompresszor
- CD bemenet és fejhallgató csatlakozás
- Effekt Loop
- 3 középhangszín szabályzó
- Csatlakozás IN/OUT:
  - első panel:
    - 1 gitár bemenet
    - CD bemenet
    - fejhallgató kimenet
  - hátsó panel:
    - 1 lábkapcsoló bemenet

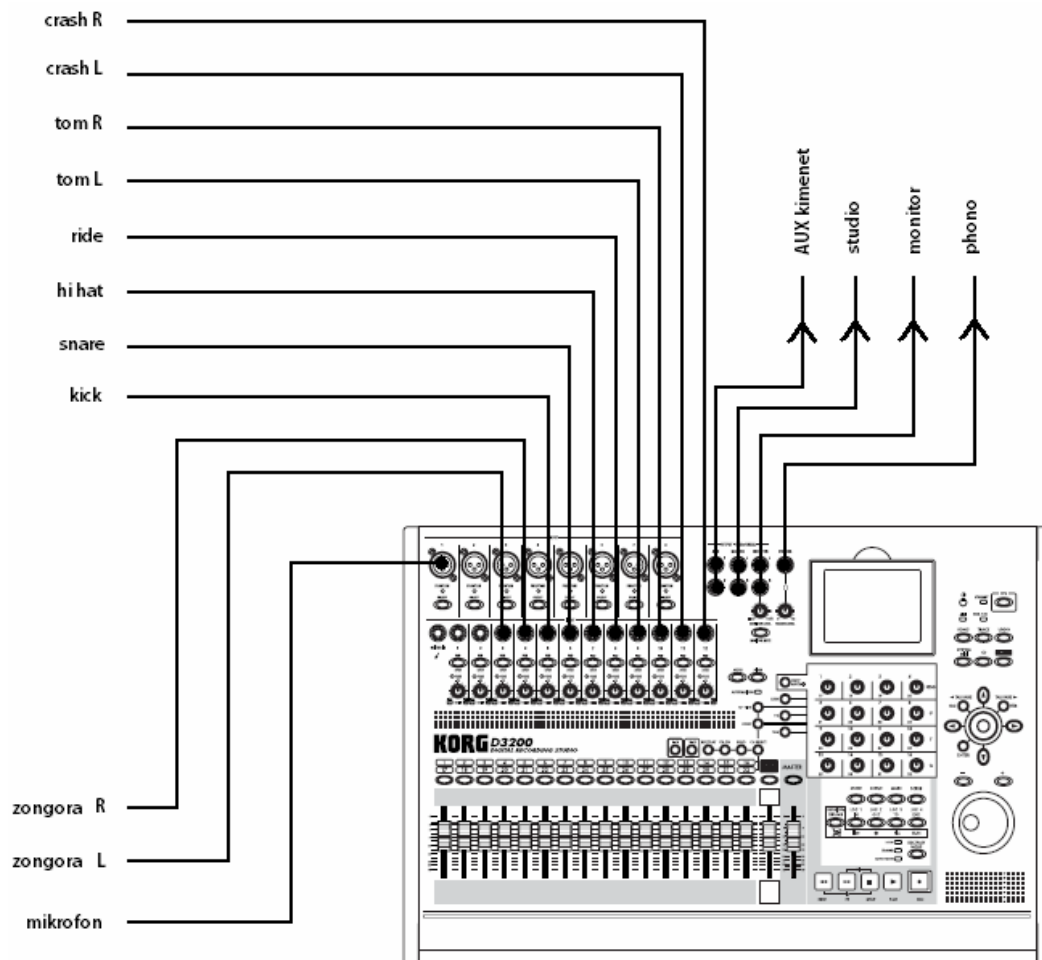
- 1 külső eszköz csatlakoztatására szolgáló kimenet
  - 1 külső eszköz csatlakoztatására szolgáló bemenet
  - 1 vonal kimenet
- Kimenő teljesítmény: max. 30 W RMS, 4 ohm
  - Hangszóró: 1x 10 inch
  - Méretek: 44 x 41 x 26 cm
  - Súly: 14.8 kg

#### ***14.7. Az összeállított rendszer***

A keverőasztal 1. XLR bemenetére egy kondenzátor mikrofon van kötve, a 3. és 4. 6,3" jack bemenetekre csatlakozik a zongora sztereo kimenete. Az 5.-12. 6,3" jack bemenetekre a dobfelszerelés 8 analóg kimenete kapcsolódik. A keverőasztal digitális bemenetére a dobfelszerelés digitális kimenete csatlakozik.

A keverőasztal MASTER OUT kimenete a fejhallgató erősítőn keresztül vissza vannak vezetve az akusztikai felvevőszobába, ezáltal a zenész a kész felvételt visszahallgathatja, illetve rá is játszhat (overdubbing). A MONITOR OUT kimenetek egy erősítőn keresztül hangfalakra kapcsolódnak. A PHONES kimenetre egy fejhallgató köthető.





36. ábra: Keverőpult csatlakozásai

## 15. A rendszer elemzése, tapasztalatok, felmerülő problémák

Miután a rendszer összeállt, valamint megismerkedtem az eszközök alapvető funkcióival és kezelésével, hozzákezdhettem a teszteléshez.

### 15.1. Probléma: Torzítás

A próbafelvételek során feltűnt, hogy a dobfelszerelés nem ugyanolyan hanggal szólal meg a keverő kimenetén, mint a saját PHONO kimenetén (mintha torzított lenne a jel a keverő kimenetén). Első gondolatom az volt, hogy valószínűleg a dob kimenete túlvezérli a keverő bemenetét. Meglátásom helyes volt és a

csatornabemenetekre átlagosan 30-40dB csillapítást kellett beiktatni, melyet a keverőn be is tudtam állítani.

#### 15.2. Probléma: Nem lineáris az átvitel

A megfelelő bemeneti szint beállítása után a hangzás jobb lett ugyan, de még mindig eltért a dob PHONO kimenethez képest. Most már magas frekvenciás csillapítás volt hallható, mely a leginkább a KICK-nél (lábdoznál) volt érzékelhető. A dobkészlet tompán, élettelenül szólt.

Az dobkészletet többféle kábellel, a keverő különböző bemeneteire, ill. közvetlenül erősítőre kötve konzulensemmel megállapítottuk, hogy a csoportkábel okozhatja a jelenséget. Kis utánajárásának köszönhetően kiderült, hogy ez egy ismert probléma az ilyen és hasonló rendszerek összeállításánál.

Amennyiben nincs szükség a dobkészlet többcsatornás felvételére, a digitális kimenetén sztereóban megkaphatjuk a jelet. Ebben az esetben a hangzás azonos a PHONO kimeneti hangzással. A többcsatornás felvételekhez azonban szükséges valamiféle kompenzáció végrehajtása. Erre ad lehetőséget a hangszínszabályzó (EQ), mely megtalálható a dobfelszerelés hangmoduljában, a keverőben, de alkalmazhatjuk a felvétel után számítógépen is. A kompenzálás az én esetemben a keverő EQ-jával oldható meg a legegyszerűbben, ezért ezt a módszert választottam.

Ahhoz azonban, hogy a kompenzáció ne a szubjektív hallásom alapján történjen, pontos, mért eredményekre volt szükségem a csillapítás mértékéről a frekvencia függvényében.

Első próbálkozásként a kábel beiktatási csillapítását próbáltam megmérni a frekvencia függvényében. A méréshez tartozó jegyzőkönyv:

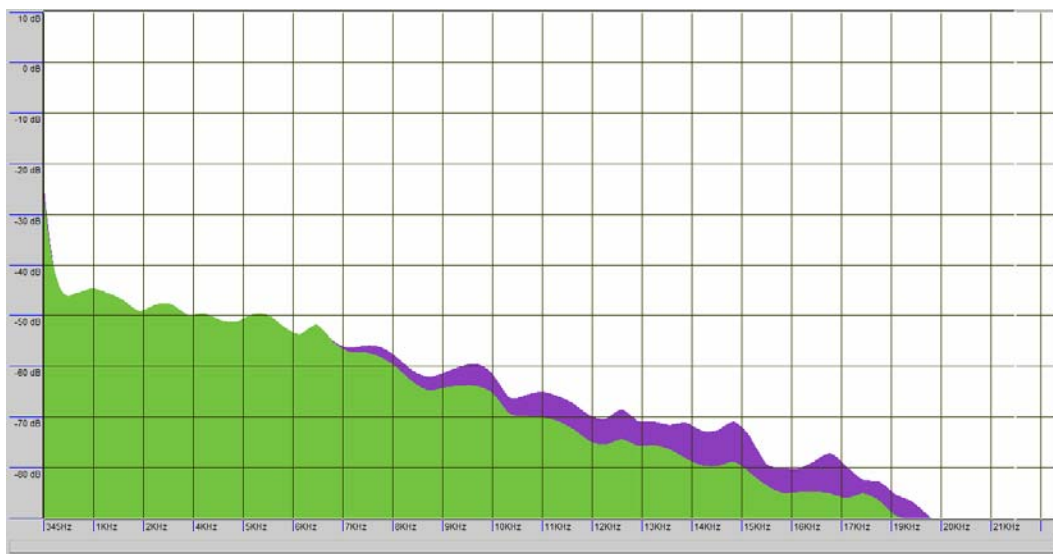
*Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 1. sz. mérés*

A mérés nem hozott eredményt, hiszen némelyik frekvencián volt ugyan mérhető csillapítás, de ezek néhány tized decibel mértékűek. Egyrészt a csillapítás hallásra jóval jelentősebben tűnt, és mivel a keverőasztal EQ-ján a legkisebb beállítható szintkülönbség 0,5dB, ezért a kapott eredménynek nem vettem hasznát. Valószínűsítettem, hogy a kábel átvitele jó, a csillapítást valószínűleg impedancia eltérés, illetve az egyes vezetékek közötti áthallás okozhatja.

Mivel a kábel csillapításának mérése a szokásos mérési módszer segítségével nem hozott eredményt, ezért új mérési módszerre volt szükségem. Első próbálkozásra a dobfelszerelés analóg kimeneteire próbáltam fehérzajt adni, de sajnos nem jártam sikerrel, mivel a dobfelszerelés MIX IN bemenetére adott jel csak a PHONO és a MASTER OUT kimeneteken jelenik meg. Az egyes dobok érzékelőinek helyére beadott fehérzajt pedig a vezérlő egység úgy dolgozta fel, mintha a dobot ütném, és nem a beadott jelet, hanem egy saját maga által készített hangot adott ki az analóg kimenetére. Nem maradt más megoldás, több csatornára megnéztem a spektrális különbséget az analóg és a digitális úton érkező jelek között:

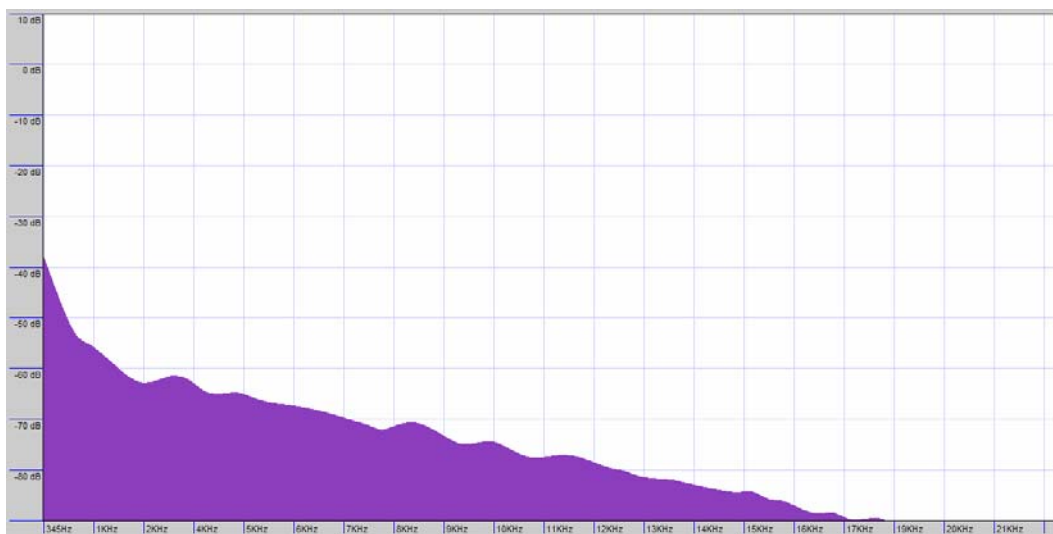
*Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 2. sz. mérés*

Néhány kép a mért spektrumokról:

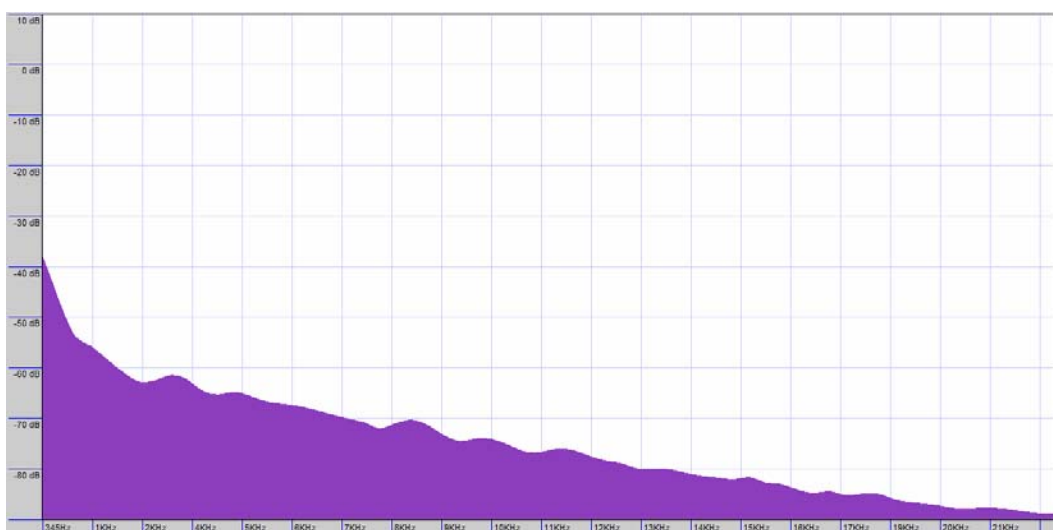


37. ábra: CH5 (Kick) analóg és digitális csatornán érkező jelek közötti különbség

Az 37. ábrán látható a Kick dob analóg módon érkező jelének eltérése a digitális módon érkező jeltől. Az ábrán a függőleges skálán 10 dB-es osztások vannak, vízszintesen a skála lineáris. Az ábra elkészítése során 128 pontos Hanning módszert használt a program. Nagyobb felbontás nem szükséges, mert az EQ hangolásának frekvencia lépésköze meglehetősen nagy a magas frekvenciás tartományban (~1kHz). A többi csatornán is hasonló módszerrel határoztam meg az eltéréseket.



38. ábra: CH6 (Snare) analóg úton érkező jel spektruma



39. ábra: CH6 (Snare) digitális úton érkező jel spektruma

Miután beállítottam mért értékeknek megfelelő kompenzációt a hangzással elégedett voltam.

A feladatom része volt, hogy egyszerű, magyar nyelvű kezelési útmutatót készítsék a felszerelésekhez. A keverőpulttal történő felvételkészítéshez a „Többcsatornás felvétel készítése” c. dokumentum nyújt segítséget. Ezt a leírást

volt alkalmam többször is letesztelni laikus felhasználók segítségével, mely próbálkozások során több hiányosság is feltűnt.

### 15.3. Probléma: Metronóm

Elsősorban néhányan igényeltek metronómot a felvételkedzés során, mely lássuk be tényleg elengedhetetlen egy jó minőségű felvételhez. Első próbálkozásra próbáltam a néhány hónapos kezelési rutinommal megoldani a problémát, mely nem volt sikeres. Ez után a User's Guide segítségével, körülbelül egy óra alatt sikerült kiismerni a beépített Session Drums működését, és meg is oldódott a probléma. A Session Drums használatára vonatkozó leírással bővítettem a kezelési útmutatót.

### 15.4. Probléma: Csatornák kikapcsolása, némítása

Ugyancsak a tesztek során felmerülő kérdés volt, hogy hogyan lehet azt megoldani, hogy rájátszás során a zenész kiválaszthassa azokat a már rögzített csatornákat, amit hallani szeretne. Például már felvettük a zongora jobb és bal csatornáját és a nyolc dobcsatornát, viszont miközben énekel csak a metronóm és a zongora csatornáit szeretné hallani, viszont a dobcsatornákat nem. A problémának többféle megoldása lehet, az egyik, hogy dobcsatornák a hangerejét minimumra húzzuk. Ezzel tökéletesen teljesítjük a zenész elvárását. Még egy lehetséges, az előzővel egyenértékű megoldás, hogy a CH on választógomb megnyomása után a dobcsatornákat kikapcsoljuk.

### 15.5. Tapasztalat: Potméterek

Érdekes jelenség, mely a keverőpult kezelőegységeinek többféle funkciójából fakad, hogy egyes potméterek fizikai állása nem egyezik meg a memóriabeli értékkel. A rendszer beállításainál beállítható, hogy a potméterek hogyan viselkedjenek ebben a helyzetben. Az egyik lehetőség, hogy addig nem változik a memóriabeli érték, amíg a fizikai beállítás meg nem egyezik a memóriabelivel, majd onnantól együtt mozognak. A másik lehetőség, hogy a potméterek bármilyen kicsi mozdítása esetén a memóriabeli érték a fizikaihoz igazodik, és

onnantól együtt mozognak. Személy szerint az első változatot preferálom, mivel ha egy menüben csak ez egyik potméteren szeretnék változtatni, de véletlenül egy másikat is elmozdítok, akkor ebben az esetben nagy valószínűséggel a véletlen mozdításnak nem lesz hatása.

#### 15.6. Tapasztalat: Egér

Megjegyezném még, hogy a keverőpult rendelkezik a számítógépeken megismert egérrel. Működése, funkciója ugyanaz, de a kezelőfelülete más. Személyes véleményem az, hogy ennél jobb megoldást is alkalmazhatott volna a gyártó. Az egeret egy joystick-kal kell mozgatni, és ugyanezzel a joystick-kal kell kattintani. Ez még egészen elviselhető, viszont amikor egyszerre kell nyomva tartani és mozgatni, akkor például egy wave fájl részlet kijelölésnél (ami meglehetősen lassan görög a kijelzőn) szinte fáj a kezelése.

#### 15.7. Probléma: Számítógép-Keverőpult USB kapcsolata

Feladatomban volt még továbbá a keverőpult-PC kapcsolat megvalósítása. A User's Guide leírása alapján egyszerű feladatnak tűnik a megvalósítása, de a megvalósítás során egy nem várt problémába futottam. Az összeköttetés során követtem az utasításokat, azonban a számítógép csak, mint „Ismeretlen eszköz” ismerte fel a keverőasztalt. Gondoltam, biztos elrontottam valamit, kihagytam egy lépést, ezért többször megismételtem a folyamatot, eredménytelenül. Megpróbáltam formázni a keverőasztal merevlemezét, hátha az okozza a problémát. A KORG D3200 beépített formázását hajtottam végre, mely egy egész éjszakán át tartott, és ugyancsak nem oldotta meg a problémát. Próbálkoztam még a meghajtó PC partíciójának (tulajdonképpen ezt kellene látnia a Windowsnak) méretváltoztatásával. Kipróbáltam minden lehetséges méretet (2, 4, 8 GB), és továbbra sem ismerte fel a Windows. Gondoltam, hátha a PC-vel van probléma, ezért összekötöttem három másik, Windows XP operációs rendszerű számítógéppel, majd egy Windows Vista rendszerűvel is, de semmi változás nem történt. Próbálkoztam még magam megadni, telepíteni az illesztő programot, szintén sikertelenül. Több alkalommal írtam a KORG-nak a problémáról,

magyarnak és amerikaiak egyaránt, még csak válaszra sem méltattak. Konzulensem közbenjárásának köszönhetően sikerült kapcsolatba lépnem Hajma Péterrel, aki már munkája során többször találkozott ilyen keverőpulttal. Személyes találkozásonk alkalmával még egyszer végigjátszottunk mindent, amit korábban már magam is megtettem, hátha átsiklottam valamin. Felmerült bennem a gondolat: lehet, hogy túl hosszú az USB kábel? A használt 4,5m-es kábelt, kicseréltük egy 1m-esre, majd ezután kipróbáltuk a rendszert, hátha ezúttal sikerrel járunk. Rendkívüli öröm volt olvasni a megjelenő feliratot a számítógép monitorján, miszerint a Windows felismerte az eszközt. A történet tanulsága: mindig a lehető legrövidebb kábelezést használjuk!

Keverőpult-PC USB kapcsolata sajnos azonban csak adatátvitelre szolgál, valós idejű felvételt PC programmal nem tudunk így készíteni. Ehhez a készülék MIDI (Musical Instrument Digital Interface) csatlakozóján keresztül kell csatlakoztatnunk a számítógépet. Ezt a funkciót sajnos nem volt alkalmam kipróbálni és letesztelni, de remélhetőleg a közeljövőben tudom ezt pótolni.

#### 15.8. Probléma: Hangerő

Előforduló probléma, hogy zenész játék során hangosabban vagy halkabban szeretné hallani saját játékát, ezért aztán eltekerte az eszközök hangerejét. Felvételnél fontos arra figyelni, hogy a dobfelszerelés és a zongora hangerejének állítása hatással van a kimenetekre, azért az előre beállított, és a keverőpulttal összehangolt értékeken később ne módosítson senki! A hangerő problémájának megoldására más lehetőségek is vannak (pl.: fejhallgató használata).

#### 15.9. Probléma: Metronóm

A zongora és a dob saját metronómja a kimenetükön is megjelenik, ezért felvétel esetén mindig a keverőpult metronómját használjuk!

#### 15.10. Probléma: Lábdob



A lábdob (Kick) szabályos használata során az ütőt ütés után a membránon kell tartani. Alapbeállítás esetén viszont ebben az esetben egy ütés helyett többet érzékel a hangmodul, mivel az ütő egy kicsit még pattog a membránon (a mi esetünkben a lábdob egy zárt egység, a hagyományos doboknál viszont hátul nyitott, ott ezért nem fordul elő a probléma). A megoldást a hangmodul beállításában találjuk meg, ahol az egyes egységek érzékenységét kell változtatni, hiszen az ütés maga nagy szintű, míg a pattogások alacsony szintűek, tehát ha érzéketlenebbé tesszük a lábdobot, a problémát megoldottuk.

#### 15.11. Tapasztalat: Dob

A tesztelések, felvételkedzítések során kapcsolatba kerültem Balázs Andrással, aki több éve dobol, jelenleg két zenekar dobosa. Többször említette, hogy teljesen más egy elektromos dobfelszerelésen játszani, mint egy klasszikus készleten. Panaszkodott a Hi-Hat érzékelőjének lassúságára, amikor kinyitja és ráüt, sokszor még úgy érezte, mintha még csukva lenne a két tányér. Valamint a cintányérok kúpját se sikerült minden esetben eltalálnia (jól megütötte ugyan, de az érzékelő nem érzékelt megfelelően). Továbbá panaszkodott a membránok feszességére (ennek állítására azonban van lehetőség, tehát orvosolható a panasz).

## 16. Zárszó

Dolgozatom elkészítése során bemutattam napjaink hangstúdiójának berendezéseit, nagyobb hangsúlyt fektetve azokra az elemekre, amelyek az L1-120 laborhelységben is megtalálhatók. Bemutattam továbbá néhány digitális hangformátumot és tömörítési eljárást, majd kitértem a manapság előforduló adathordozókra. Említést tettem még az analóg és digitális jeltovábbításról, valamint a kábelek csatlakozóiról.

Ez után következett az L1-120 labor berendezésének bemutatása, az összeállítás, tesztelés, laboratóriumi gyakorlatok során felmerülő problémák bemutatása. Az

eszközök használata során nyert tapasztalatok leírása. Majd miután megszereztem a megfelelő kezelési tapasztalatot és tudást, megkíséreltem egy stúdiófelvételt készíteni. Mivel az ilyen téren szerzett tapasztalataim enyhén szólva csekélyek, valamint az idő is szűkös volt (mindössze 2-3 nap), sajnos nem tudtam maradéktalan munkát végezni, ennek ellenére úgy érzem, hogy a lehetőségek szerint remek munkát végeztem. Az elkészült anyagot a mellékelt CD-n találja az olvasó.

## 17. Mellékletek

1. számú melléklet

### **Mérési jegyzőkönyv**

#### *Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 1. sz. mérés*

##### **Mérés célja:**

A kábel egy Roland TD-20-as dobfelszerelés, egy KR-103 elektromos zongora, valamint egy kondenzátormikrofon és egy Korg D3200-as keverőasztal kapcsolatát valósítja meg az L1-120-as laborhelyiségben. A mérést azért kellett elvégezni, mert az összekötés során magas frekvenciás csillapítást tapasztaltam, mely a konzulensem véleménye szerint normális jelenség egy csoportkábel esetén (mivel több kábel van összesodorva, előfordulhat a probléma). A megoldás, hogy a keverőasztal EQ-jával ki kell kompenzálni. Ahhoz azonban, hogy objektív módon tudjam megvalósítani a kompenzálást, pontos csillapítás értékekre van szükségem a frekvencia függvényében.

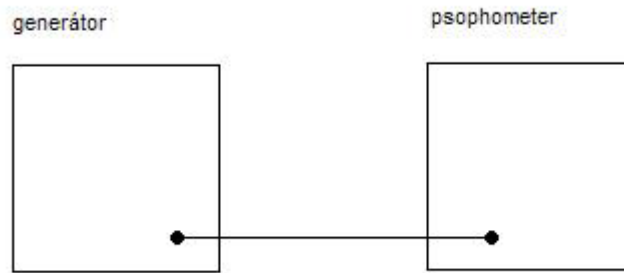
##### **A mérés során használt mérő és segédeszközök:**

- psophometer (laboratóriumi azonosító: 000751)
- hangfrekvenciás jelgenerátor (laboratóriumi azonosító: 005111)
- csatlakozók, átalakítók
- mérendő kábel (DUT)

##### **Mérési eredmények:**

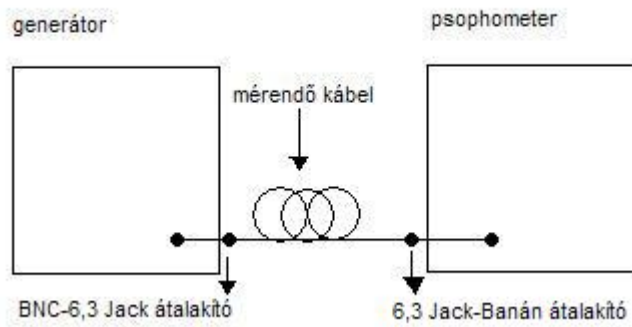
A generátoron az alábbi kimeneti jelszintet állítottam be:

$U_{ki} = 200 \text{ mV}$ ; a generátor  $600\Omega$ -os kimenetét használtam, és mivel a psophometer bemenete is  $600\Omega$ -os, ezért a generátor jelszintje az 40. ábra szerinti összeállításban  $100 \text{ mV}$ .



40. ábra

Miután megbizonyosodtam a beállítások pontosságáról, a generátor és a psophométert a mérendő kábel egyik érével összekötöttem. 41. ábra



41. ábra

**Eredmény:**

$U_{ki}$ /mV/	frekvencia /kHz/	$U_{mért}$ /mV/
100	0,5	99,5
100	1	100
100	2	100
100	4	99,5
100	6	100
100	8	99,5
100	10	99
100	12	98,5
100	14	100
100	16	99
100	18	98,5
100	20	99

**Értékelés:**

A mérést több éren, különböző jelszintekkel is elvégeztem, de az eredmények a fentiekől jelentős mértékben nem tértek el. A mérés alapján megállapítható, hogy a kábel átvitele a hangfrekvenciás tartományban közel lineáris, tehát a magas frekvenciás csillapítás oka máshol keresendő. A csillapítást impedancia különbség okozhatja.

**A mérést végezte:**

Skripek Péter (P05RXX)

2009. április 20.

## 2. számú melléklet

# Mérési jegyzőkönyv

### Hangfrekvenciás kábel átvitelének mérése a hangfrekvenciás tartományban 2. sz. mérés

#### **Mérés célja:**

A kábel egy Roland TD-20-as dobfelszerelés, egy KR-103 elektromos zongora, valamint egy kondenzátormikrofon és egy Korg D3200-as keverőasztal kapcsolatát valósítja meg az L1-120-as laborhelyiségben. A mérést azért kellett elvégezni, mert az összekötés során magas frekvenciás csillapítást tapasztaltam, mely a konzulensem véleménye szerint normális jelenség egy csoportkábel esetén (mivel több kábel van összesodorva, előfordulhat a probléma). A megoldás, hogy a keverőasztal EQ-jával ki kell kompenzálni. Ahhoz azonban, hogy objektív módon tudjam megvalósítani a kompenzálást, pontos csillapítás értékekre van szükségem a frekvencia függvényében.

#### **A mérés leírása:**

A dobkészlet egyes alkotóelemeit többször megütve 20-30 másodperces felvételeket készítettem (ügyelve az azonos jelszintekre), és csatornánként megnéztem a spektrumkülönbségeket a dob analóg és digitális kimenete között. Ezt a mérést 4 különböző csatornán végeztem el, és egy köztes állapot beállításával oldottam meg a problémát (finomhangolás már hallás után, szubjektív módon történt).

#### **A mérés során használt mérő és segédeszközök:**

- Roland TD-20 dobfelszerelés
- Korg D3200 keverőasztal
- PC
- Audacity 1.2.6 és Cool Edit Pro 1.2a hangszerkesztő programok
- mérendő kábel (DUT)

### **Mérési eredmények:**

Kick (keverőasztal CH5 bemenete):

Eltérések a digitális csatornán történt felvételhez képest:

20Hz-7kHz 0dB

8kHz -3dB

12kHz -4dB

16kHz -5dB

18kHz -6dB

20kHz -5dB

Snare (keverőasztal CH6 bemenete):

20Hz-15kHz 0dB

16kHz -3dB

18kHz -4dB

20kHz -5dB

Tom L-R (keverőasztal CH9-10 bemenete):

20Hz-15kHz 0dB

16kHz -2dB

18kHz -2,5dB

20kHz -3dB

Crash L-R (keverőasztal CH11-12 bemenete):

20Hz-15kHz 0dB

16kHz -3,5dB

18kHz -5dB

20kHz -6dB

Beállított EQ (kompenzáció):

16kHz +3,5dB

18kHz +4,5dB

20kHz +5dB

### **A mérés értékelése, eredmények:**

A kompenzáció után a hangzással elégedett voltam, természetesen a későbbiekben, felvételek készítésekor az EQ beállításai kis mértékben, a zenész szájíze szerint módosíthatók. A CH5 csatorna beállításánál egyedi, a mért értékek alapján elkészített EQ kompenzálást alkalmaztam, mert ennél a csatornánál csak ebben az esetben értem el a kívánt hatást.

### **A mérést végezte:**

Skripek Péter (P05RXX)

2009. május 5.



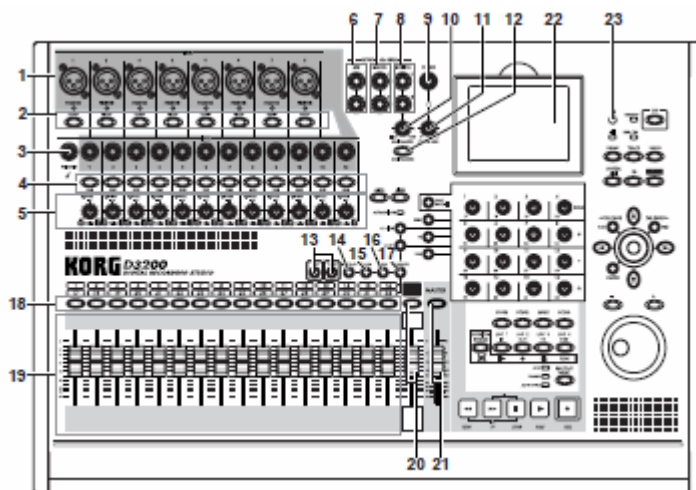
### 3. számú melléklet

## Többcsatornás felvétel készítése

Kapcsolja be a készülékhez csatlakoztatott külső eszközöket, majd a készülék összes hangerőszabályzó csúszópotméterét húzza minimum szintre, valamint a MONITOR LEVEL és TRIM potmétereket is tekerje minimumállásra!

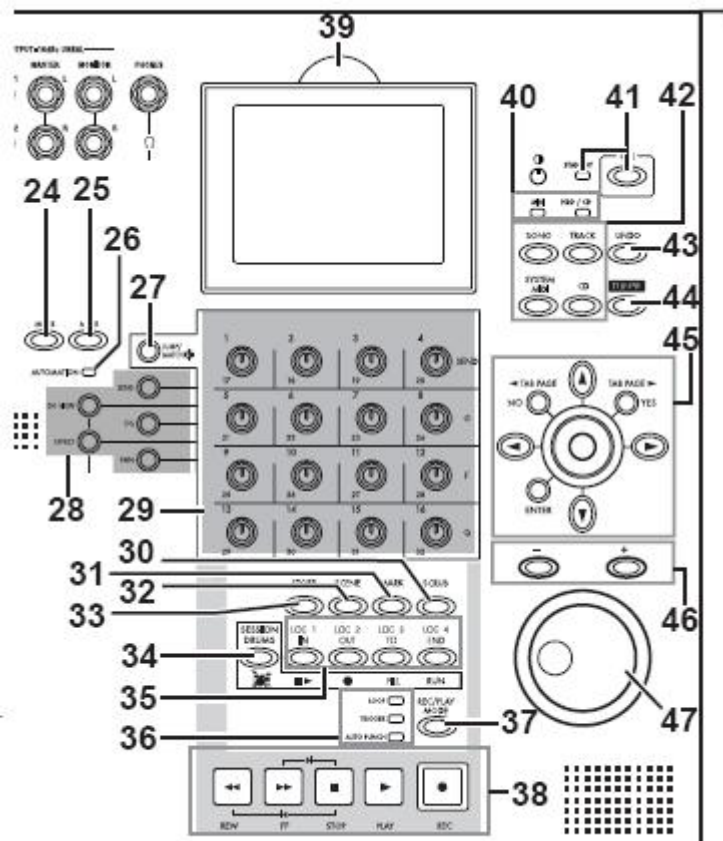
Kapcsolja be a készüléket a kezelőfelületen található ON gombbal. (ha a készülék nem kapcsolt be, ellenőrizze, hogy a tápkábel nincs-e kihúzva, illetve a kábel csatlakozása melletti gomb bekapcsolt állásában van-e!)

A keverő csatlakozásai, kezelőfelülete:



1. XLR csatlakozók
2. Fantomtáp kapcsoló (+48V)
3. Guitar IN csatlakozó, mellette jack bemenetek
4. Csillapítás kapcsoló, -26dB
5. Csillapító potméterek (ha a csatorna nincs használva, legyen minimumálláson!)
6. AUX kimenet
7. MASTER kimenet
8. Monitor kimenet
9. Fejhallgató kimenet
10. Monitor hangerőszabályzó
11. Fejhallgató hangerőszabályzó

12. Monitornémítés
13. 1-16 vagy 17-32 csatornák közötti váltás
14. REC/PLAY (amennyiben világít, ki lehet választani, hogy melyik csatornán legyen felvétel és melyiken legyen visszajátszás)
15. Csatorna be/kikapcsoló választó gomb
16. SOLO mód kiválasztása (belehallgatás a csatornába)
17. Csatornaválasztó gomb (főleg EQ-nál használatos)
18. Az egyes csatornákhöz tartozó többfunkciós gombok
19. Csatornahangerő-szabályzó csúszópotméterek
20. Session Drums („metronóm”) kezelőfelület
21. Master kezelőfelület
22. LCD kijelző
23. LCD kontrasztállító



- 24. jelszintek gyorsindító
- 25. mixer gyorsindító
- 28. gyorsindítók
- 29. potméter mátrix
- 41. ON
- 42. Oldalválasztás
- 43. visszavonás
- 45. szerkesztő felület
- 46. +/- gombok, érték beállítás
- 47. érték beállítás

A kezelőfelület gombjainak funkciójáról bővebb leírást a kezelési útmutatóban találhat az olvasó. Mivel itt csak az alapvető kezeléshez készítettem leírást, nem tartottam szükségesnek az összes gomb funkciójának részletes tárgyalását.

#### Hallgassa meg a már rögzített demó számot!

Nyomja meg a SONG gombot! Kiklikeljen a kijelzőn a szám neve mellett lévő *play* ikonra és válassza ki az „Metallica” számot! Állítsa az összes csatornát *play* üzemmódba (indikátorok zölden világítanak)! Nyomja meg a PLAY-t! Ha vége a számnak nyomja meg a STOP gombot, majd térjen vissza a szám elejére a STOP és a REW gomb együttes megnyomásával!

#### Készítsen felvételt!

Nyomja meg a SONG gombot, válassza a *new* opciót, majd állítsa be a rögzítés módját! Jelen esetben legyen 44100 Hz és 16 bit! Kiklikeljen az *ok*-ra, majd nevezze el a számot! Nyomja meg a SONG gombot, majd klikkeljen a *rename* parancsra! Írja át a nevet, majd klikkeljen az *ok* parancsra!

Metronóm (amennyiben szükséges)

Nyomja meg a Session Drums gombot, majd kattintson a *DrmsMixer* földre! Az *Assign* ablakban válassza ki a *Master* opciót, majd térjen vissza a *SessionDr.* oldalra. Nyomja le a RUN gombot, majd állítsa be a hangerőt a DRUMS tolópotméter segítségével. A potmétermátrix 1-4 potmétereivel tudja a Session Drums beállításait módosítani:

- 1- Group (válassza ki a Metronome-ot)

- 2- Session (válassza ki az Önnek tetsző hangot, és a szükséges tempót, pl.: Metro 4)
- 3- Beat (válassza ki az ütemek számát, pl.:3/4)
- 4- Tempo (állítsa be a sebességet>>> bpm= Beats Per Minute=percenkénti ütemek száma)

Amennyiben nincs szüksége a metronómra, a kikapcsoláshoz nyomja meg újra a RUN gombot!

A Session Drums csatornára is rögzíthető. Kimeneti jele sztereó, tehát 2 csatornát foglal el. A rögzíteni a következőképpen tudja: Nyomja meg a Session Drums gombot, majd kattintson a *DrmsMixer* fülre! Az *Assign* ablakban válassza ki a *Ch input* opciót, majd térjen vissza a *SessionDr.* oldalra. Nyomja le a MIXER gombot, majd válassza a *CH input/ SubMixer* menüpontot, és állítsa be 2 tetszőleges csatornára a Session Drums-ot (kicsi dob ikon jelenik meg, L és R). Térjen vissza a Session Drums menübe és kattintson a *Pattern Map* fülre. Kattintson az EDIT ikonra és végezze el a Session Drums beállításait (tempo, beat, length=hossz ütemek számában kifejezve, stb.). Ha végzett kattintson az OK-ra. Nyomja meg a REC gombot, ami villogni kezd, majd nyomja meg a PLAY gombot a felvétel kezdéséhez! A felvétel végeztével nyomja meg a STOP gombot, majd térjen vissza a szám elejére!

Miért fontos rögzíteni a Session Drums-t? Mert ha több csatornát szeretne egymás után, külön-külön rögzíteni, fontos, hogy minden rögzítésnél a metronóm ugyanakkor adja az ütemet, és ne legyen időben csúszás.

Állítsa be a rögzíteni kívánt csatornákat! Nyomja meg a PLAY/REC gombot és azon csatornáknak kell pirosan világítani, ahol rögzíteni szeretne (ahova a metronómot rögzítette, az legyen zöld)! A nem használt csatornák hangerejét és csillapítóját állítsa minimális pozícióba, a MASTER csatorna és a rögzítendő csatornák csúszópotmétereit állítsa a „0”-hoz! Amennyiben kondenzátor mikrofont használ, nyomja meg a PHANTOM gombot, mellyel +48V tápfeszültséget biztosít a mikrofon működéséhez!

Csillapítók beállítása. Nyomja meg a METER gombot, és miközben társa zenél/énekel, állítsa be a csillapítókat úgy, hogy a legnagyobb jelszint esetén se legyen maximumon az indikátor, de minél jobban közelítse meg azt (körülbelül 6dB tartalék megfelelő)!

Állítsa be az EQ-t! Nyomja meg az EQ gombot, majd kattintson a CH mellett lévő ablakba, és a +/- segítségével válassza ki a csatornát! Állítsa be a kívánt kiemeléseket, csillapításokat a potmétermátrix segítségével! A keverő tartalmaz

előre beállított EQ beállításokat, melyeket a következőképpen tudja beállítani: kattintson az *EQ library* fülre, válassza ki a csatornát! Válassza ki a kívánt beállítást és nyomja meg a *recall* gombot, majd kattintson a *yesre*!

Indulhat a felvétel! Nyomja meg a METER gombot, hogy felvétel során is tudja ellenőrizni a jelszinteket! Nyomja meg a REC gombot, ami villogni kezd, majd nyomja meg a PLAY gombot a felvétel kezdéséhez! A felvétel végeztével nyomja meg a STOP gombot, majd térjen vissza a szám elejére!

Játsza vissza a számot! Az PLAY/REC gomb megnyomása után az összes csatornát állítsa *play* üzemmódra (zöld), majd állítsa be a hangerőt! Nyomja meg a PLAY-t, majd a szám végén a STOP-ot! Térjen vissza a szám elejére!

### Rájátszás

Állítsa be a rögzített csatornákat *play* állásra (zöld), és a rögzítendő csatornákat *rec* állásra (piros), ezáltal a már elkészített sávok érintetlenül maradnak, és az újakat erre az alapra rögzítheti (ne felejtse el beállítani a bemeneti szinteket, és a hangerőt)! A felvétel indítása ugyanúgy történik, mint a korábbiakban. Amennyiben néhány, már rögzített csatornát nem szeretne hallani, akkor annak hangerejét a tolópotméterek segítségével húzza minimálisra, vagy a CH ON gomb megnyomása után kapcsolja ki azokat (a LED nem világít).

### Mastering

Nyomja le a MASTER gombot (piros), majd nyomja meg a REC majd a PLAY gombot, majd állítsa le a felvételt a STOP gombbal! Ezáltal elkészül a master felvétel, melyet már CD-re is írhat.

### CD-re írás

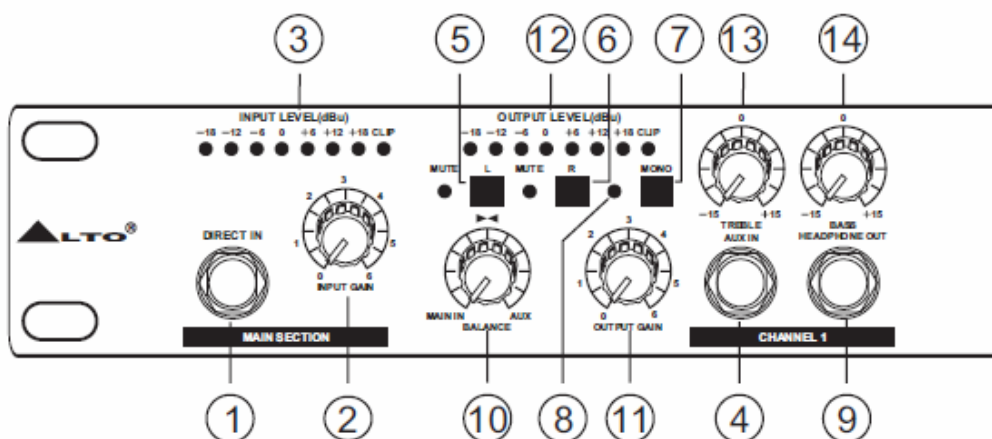
Nyomja meg a CD gombot, majd törölje a lemezt az *erase CD-rw* paranccsal! Törlés végeztével a lemezt a készülék kiadja, tegye vissza! Válassza a *track at once*, majd a *write to cd* opciót! Kattintson a *yesre*, a cd írás végeztével a *nora*! Vegye ki a CD-t és hallgassa meg az eredményt!

### A készülék kikapcsolása

Nyomja hosszan az ON gombot. Majd válassza a yes opciót. Kapcsolja ki a többi eszközt is!

#### 4. számú melléklet

### Kezelési útmutató ALTO HPA4 fejhallgató erősítő használatához

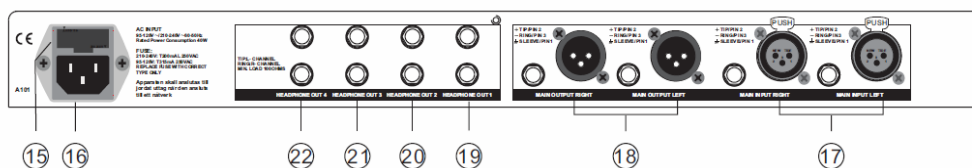


42. ábra: CH1 kezelőfelület

Az 42. ábrán látható a fejhallgató erősítő előlapjának egy része. Az ábrán látható kezelőegységek az 1. csatornához tartozó beállításokat kezelik, ugyanilyen kezelő egységek találhatóak a maradék 3 csatornához is.

1. ezen a bemeneten lehet csatlakoztatni második bemeneti forrást, a MAIN IN csatlakozó az erősítő hátulján alátható. A direct in csatlakozó a MAIN jelútra van csatlakoztatva, és prioritással bír a MAIN IN bemenettel szemben. Tehát, **ha ide bármit csatlakoztatunk, az adott csatornán a MAIN IN bemeneten lévő jellel az erősítő nem foglalkozik.**
2. a potméter segítségével állítható be a MAIN IN bemenet bementi csillapítója
3. a MAIN IN vagy a direct in bemenetek jelszintjéről ad tájékoztatást
4. Aux in: az ide csatlakoztatott jel keverhető a MAIN IN vagy a direct in bemenetre csatlakoztatott jellel, tehát az ide csatlakoztatott jel megjelenik a MAIN jelúton, de a bemenet azonos prioritású a MAIN IN vagy a direct in bemenettel.
5. a bal oldal némítása
6. a jobb oldal némítása
7. MONO/STEREO választó gomb

8. MONO/STEREO választó gombbal kiválasztott funkció szerint világít/nem világít. Amennyiben világít, a kiválasztott funkció: MONO.
9. Fejhallgató kimenet
10. Az Aux in és a MAIN IN vagy a direct in bemenetek közötti balansz állító
11. Kimeneti jelszint beállítás (hangerő)
12. Kimeneti jelszint indikátor
13. mély szabályzó
14. magas szabályzó



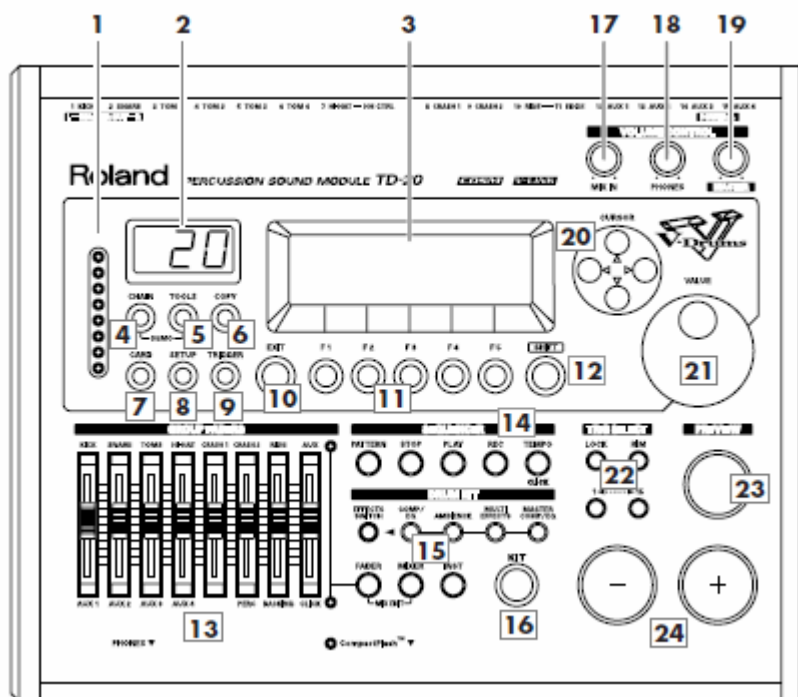
43. ábra: ALTO HPA4 hátlap

15. tápfeszültség választó 110-120V/220-240V
16. tápfeszültség csatlakozó
17. MAIN IN bemenet
18. MAIN OUT kimenet
19. fejhallgató kimenet 1
20. fejhallgató kimenet 2
21. fejhallgató kimenet 3
22. fejhallgató kimenet 4



## 5. számú melléklet

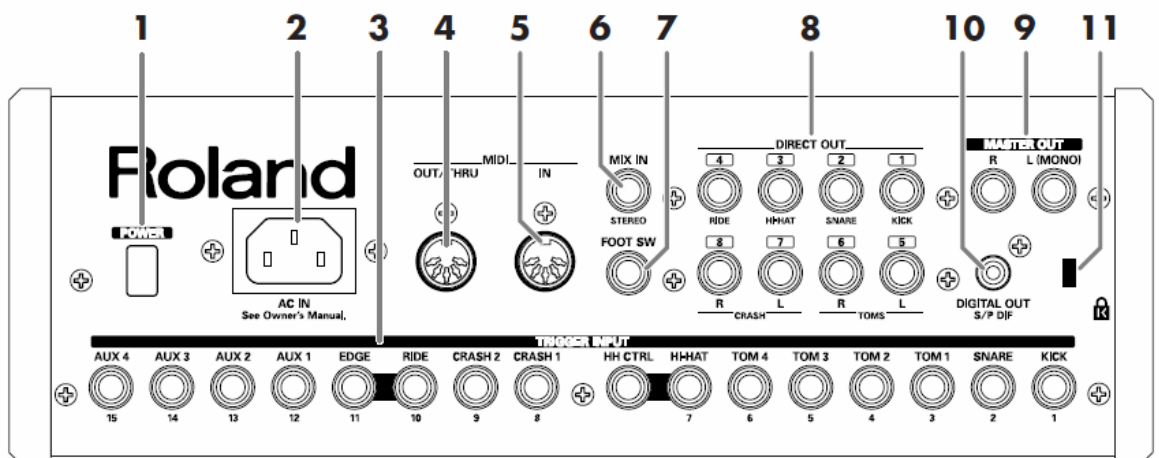
### Roland TD-20 kezelési segédlet



44. ábra: Roland TD-20 kezelőfelület

1. Indikálja az egyes dobelemekről érkező jelszintet.
2. Az éppen aktuális dobfelszerelés (KIT) számát jelzi.
3. Grafikus kijelző
4. Beállíthatjuk, hogy a KIT-ek milyen sorrendben kövessék egymást.
5. Eszközök menü: szint kijelzés beállítás, memória állapot, egyebek.
6. Másolás, hasonlóképpen, mint egy számítógépen, vágólapra helyezi az adatokat, majd azokat máshova beilleszthetjük.
7. CF kártya funkcióinak megjelenítése, pl.: mentés, betöltés, stb.
8. Készülék beállítások
9. Az egyes dobelemek beállításai, mint például érzékenység, minimális jelszint, stb.
10. visszalépés egy menüponttal
11. Az éppen aktuális menütől függő funkciók. A gombok funkciói megegyeznek a közvetlenül fölöttük megjelenő szöveggel.

12. A gombok második funkcióját lehet aktiválni ezzel a gombbal.
13. Az egyes dobelemek hangerejének beállítása. Figyelem! A kimeneti jelszinteket is befolyásolja, nem csak a fejhallgatóban megjelenő hangerőt.
14. Itt van lehetőség a már rögzített ritmusok visszajátszására, felvételkészítésre, szerkesztésre, stb.
15. KIT szerkesztő/készítő gombok
16. Visszatérés a főmenübe.
17. MIX IN bemeneti szintállító potméter
18. Fejhallgató hangerő
19. MASTER OUT hangerő
20. Kurzormozgató gombok
21. Értékbeállítás
22. Dobelem kiválasztás
23. Előnézeti gomb, úgy működik, mintha a kiválasztott dobelemet ütnék, tehát erőteljesebb gombnyomás nagyobb hangerővel jár.
24. Értékbeállításra illetve felszerelésváltásra használható gombok



45. ábra: Roland TD-20 hátsó panel

1. Be/kikapcsoló
2. AC csatlakozó
3. Az egyes dobelemek kimeneteinek csatlakoztatására szolgáló bemenet
4. Külső MIDI eszköz csatlakoztatására szolgáló kimenet
5. Külső MIDI eszköz csatlakoztatására szolgáló bemenet
6. MIX IN bemenet, külső zeneforrás csatlakoztatható

7. lábkapcsoló bemenet
8. Analóg sokcsatornás kimenet
9. Analóg sztereó kimenet
10. digitális sztereó kimenet
11. biztonsági zár

## **Röviden a TD-20 működéséről, kezeléséről**

### Mentések

A felszerelés a beállításokat szinte minden esetben (egyetlen kivétel a memóriakártyára történő mentés) azonnal menti.

### Kurzor

A kurzor mindig a kijelzőn a kiemelt feliraton áll. Mozgatása a kurzormozgató gombokkal történik.

### Group faders

Hangerő beállítások. Majdnem az összes tolópotméterhez több funkció is tartozik, a választás a FADER segítségével történik.

### Előre rögzített ritmusok, számok

A PATTERN gomb lenyomásával elérhetjük a menüt, melyből ezután az értékválasztó gombokkal kiválaszthatjuk a lejátszani kívánt „számot”. Ugyanígy egy üres memóriahelyre állva (alapesetben U101-200), REC majd a PLAY gomb lenyomása után rögzíthetjük saját játékunkat. Ebben az esetben a metronóm automatikusan elindul.

A metronóm beállításait a TEMPO gomb lenyomásával jeleníthetjük meg, és felvétel nélkül is elindíthatjuk a SHIFT+TEMPO gombok lenyomásával, vagy a metronóm menüben az F5 megnyomásával.

### Kijelző kontraszt beállítás

Nyomja folyamatosan a KIT gombot és az értékválasztó szabályzóval (VALUE) állítsa be a kontrasztot.

### Gyári beállítások

A SETUP > F5 > F5 > F5 gombok lenyomásával a felszerelés teljesen alaphelyzetbe áll.

### Dobfelszerelés választás, szerkesztés

Nyomja le a KIT gombot, majd a +/- értékválasztókkal válassza ki a felszerelést. Megteheti, hogy a KIT > F1 gombok lenyomása után menüből választja ki a felszerelést.

Szerkesztéshez nyomja le a KIT > INST gombokat, majd az 1<>15 gombokkal válassza ki a dobelemet, amit szerkeszteni akar, majd a menü segítségével válassza ki a kívánt beállításokat.

### Hangbeállítások

A MIX gomb megnyomásával érhető el a hangbeállítások menü, melyben dobelemenként állítható a hangerő, minimum szint, egyéb funkciók.

### Effektek

Az EFFECTS SWITCH gomb lenyomása után az effekt almenübe ugorhatunk, ahol lehetőségünk nyílik különböző beállításokat létrehozni, alkalmazni.

A COMP/EQ menüben állítható be a kompresszor illetve a hangszínszabályzó csatornánként.

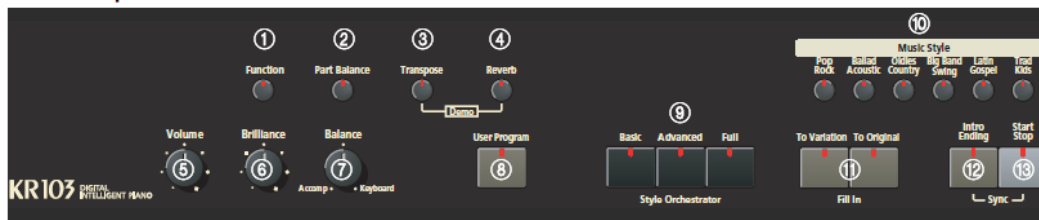
Az AMBIENCE menüben a lehallgató helyiséget választhatjuk ki.

A MULTI EFFECTS menüben egyéb effektezésre nyílik lehetőség (pl.: visszhang).

A MASTER COMP/EQ menüben állítható be a kompresszor illetve a hangszínszabályzó a master csatornára.

## 6. számú melléklet

### Roland KR-103 kezelési segédlet



46. ábra: KR-103 kezelőfelület I.



47. ábra: KR-103 kezelőfelület II.



48. ábra: KR-103 kezelőfelület III.

5. Hangerő
6. Hangszín
7. Balansz
10. Zenei stílus választógomb
16. Metronóm
17. +/- értékválasztó
20. Opciók kiválasztására szolgáló gombok

21. Jóváhagyás (enter) és kilépés (exit) gombok

22. Hangszerválasztó felület



49. ábra: KR-103 hátsó panel

1. USB csatlakozó
2. EV-5 vagy EV-7 típusú pedál csatlakozója
3. Pedál csatlakozó
4. MIDI csatlakozó
5. Külső hangforrás csatlakoztatása
6. Kimenet külső erősítőhöz, keverőhöz

A kezelőfelület gombjainak funkciójáról bővebb leírást a kezelési útmutatóban találhat az olvasó. Mivel itt csak az alapvető kezeléshez készítettem leírást, nem tartottam szükségesnek az összes gomb funkciójának részletes tárgyalását, mint ahogy azt a korábbiakban tettem.

Használat előtt:

A kezelőfelületet védő elem mozdítása során először emelje meg, majd csúsztassa az elemet a zongora testébe.

Amennyiben fejhallgatót kíván csatlakoztatni, a csatlakozót a klaviatúra bal oldalán, a klaviatúra alján találja.

A készülék bekapcsolása a klaviatúra mellett, balra található POWER gomb segítségével történik. Ugyanez a gomb felelős a kikapcsolásért is.

Gombok:

A hangerő, hangszín, balansz gombok funkciója egyértelmű.

A zenei stílus választógombok segítségével az alábbiak közül választhatunk: pop/rock, akusztikus, country, swing, latin, gyermek.

A 16-17 gombok a metronómot kezelik, a 20-21 gombok pedig a kijelzőn megjelenő menük kezelésénél használatosak.

A 22. gomb ad lehetőséget a hangszer kiválasztására, mely lehet: zongora, orgona, gitár, vonós, szaxofon, egyéni.

Felvétel készítése:

A kívánt beállítások elvégzése után nyomja le a REC gombot a kezelőfelületen, majd a PLAY/STOP gombot, ha szükséges kapcsolja be a metronómot. A felvétel végén nyomja le ismét a PLAY/STOP gombot. A felvétel elejére a RESET gombbal térhet, majd a PLAY/STOP ismételt megnyomásával meghallgathatja a felvételt.

## 7. számú melléklet

CD

## Forráslista

- <sup>1</sup> <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangst%C3%BAdi%C3%B3> (2009.09.05)
- <sup>2</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/9/96/Korszaru\\_hangstudio.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/9/96/Korszaru_hangstudio.jpg) (2009.09.05.)
- <sup>3</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>4</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008),  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Microphone> (2009.09.05.)
- <sup>5</sup> Dr. Ständeisky István: Elektrodinamika (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006)
- <sup>6</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>7</sup> [http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com\\_content&task=view&id=94&Itemid=25](http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=25) (2009.10.01.)
- <sup>8</sup> [http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com\\_content&task=view&id=94&Itemid=25](http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=25) (2009.10.01.)
- <sup>9</sup> [http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com\\_content&task=view&id=94&Itemid=25](http://www.hangaruhaz.hu/hangtechnika/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=25) (2009.10.01.)
- <sup>10</sup> Ballou, Glen; Gene Patronis, Mahlon Burkhard - Handbook for Sound Engineers: The New Audio Cyclopedia. (Indianapolis, Howard W. Sams & Co., 1987)
- <sup>11</sup> <http://bsselektronika.hu> (2009.10.01.)
- <sup>12</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Studio\\_monitor](http://en.wikipedia.org/wiki/Studio_monitor) (2009.10.03.)
- <sup>13</sup> <http://www.behringer.com> (2009.10.03.)
- <sup>14</sup> <http://www.genelec.com> (2009.10.03.)
- <sup>15</sup> <http://www.mackie.com> (2009.10.03.)
- <sup>16</sup> [www.yamaha.com](http://www.yamaha.com) (2009.10.03.)
- <sup>17</sup> <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kevert%C5%91pult> (2009.10.08.),  
Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>18</sup> <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kevert%C5%91pult> (2009.10.08.)
- <sup>19</sup> Dr. Borbély Gábor – Elektronika II.: Műveleti erősítő és kapcsolástechnikája (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006)
- <sup>20</sup> Dr. Borbély Gábor – Elektronika II.: Műveleti erősítő és kapcsolástechnikája (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006)



---

<sup>21</sup> Dr. Borbély Gábor – Elektronika II.: Műveleti erősítő és kapcsolástechnikája (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006)

<sup>22</sup> Dr. Borbély Gábor – Elektronika II.: Műveleti erősítő és kapcsolástechnikája (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006)

<sup>23</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)

<sup>24</sup> Dr. Borbély Gábor – Elektronika I.: Elektronikai alapkötések félvezető eszközök alkalmazásával (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2006),

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Er%C5%91s%C3%ADt%C5%91> (2009.10.05.)

<sup>25</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Headphone\\_amplifier](http://en.wikipedia.org/wiki/Headphone_amplifier) (2009.09.10.)

<sup>26</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Headphone\\_amplifier](http://en.wikipedia.org/wiki/Headphone_amplifier) (2009.09.10.)

<sup>27</sup> Tóth László Micro-driver-es fülhallgatók vizsgálata (szakdolgozat, SZE-MTK, 2008),

<http://en.wikipedia.org/wiki/Headphones> (2009.09.10.)

<sup>28</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Headphones> (2009.09.10.)

<sup>29</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)

<sup>30</sup> <http://prog.hu/site/text/articles/network/net7-3.jpg> (2009.09.03.)

<sup>31</sup> <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/gyimesi/Image74.gif> (2009.09.03.)

<sup>32</sup> <http://prog.hu/site/text/articles/network/net7-4.jpg> (2009.09.03.)

<sup>33</sup> [http://www.hometheaterhifi.com/volume\\_8\\_4/dvd-benchmark-part-6-dvd-audio-11-2001.html#Meridian%20Lossless%20Packing%20%28MLP%29%20in%20a%20Nutshell](http://www.hometheaterhifi.com/volume_8_4/dvd-benchmark-part-6-dvd-audio-11-2001.html#Meridian%20Lossless%20Packing%20%28MLP%29%20in%20a%20Nutshell) (2009.09.20.),

JR STUART, PG CRAVEN, MA GERZON, MJ LAW, RJ WILSON: MLP LOSSLESS COMPRESSION (2009.09.20.)

<sup>34</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby\\_TrueHD](http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_TrueHD) (2009-09.20.)

<sup>35</sup> DTS-HD Audio Consumer White Paper for Blu-ray Disc and HD DVD Applications (2006 november),

[http://en.wikipedia.org/wiki/DTS-HD\\_Master\\_Audio](http://en.wikipedia.org/wiki/DTS-HD_Master_Audio) (2009.09.20.)

<sup>36</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008),

<http://www.hifipiac.hu/external/sa-cd-gyik-html.html#audio3> (2009.09.21.),

Dr. Simonyi Ernő – Digitális szűrők: A digitális jelfeldolgozás alapjai (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.)

<sup>37</sup> <http://www.superaudiocenter.com/Computer.htm> (2009.09.21.)

- 
- <sup>38</sup> <http://adsr.hu/2008/10/07/korg-mr-2000s-1bites-felvevo/> (2009.09.21.)
- <sup>39</sup> <http://www.dsprelated.com/> (2009.09.21.)
- <sup>40</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>41</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>42</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>43</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Compact\\_Disc](http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_Disc) (2009.10.20.)
- <sup>44</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/DVD> (2009.10.20.),  
Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>45</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008),  
<http://us.blu-raydisc.com/> (2009.10.20.)
- <sup>46</sup> Dr. Wersényi György – Bevezetés a stúdiótechnikába (egyetemi jegyzet, SZE-MTK, 2008)
- <sup>47</sup> <http://www.epanorama.net/documents/audio/spdif.html> (2009.10.20.)
- <sup>48</sup> <http://www.epanorama.net/documents/audio/spdif.html> (2009.10.20.)
- <sup>49</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/TRS\\_connector](http://en.wikipedia.org/wiki/TRS_connector) (2009.10.07.)
- <sup>50</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/TRS\\_connector](http://en.wikipedia.org/wiki/TRS_connector) (2009.10.07.)
- <sup>51</sup> <http://www.rane.com/par-c.html#XLR> (2009.10.07.)
- <sup>52</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/XLR\\_pinouts.svg/300px-XLR\\_pinouts.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/XLR_pinouts.svg/300px-XLR_pinouts.svg.png) (2009.10.07.)
- <sup>53</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/RCA\\_connector](http://en.wikipedia.org/wiki/RCA_connector) (2009.10.07.)
- <sup>54</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/RCA\\_connector](http://en.wikipedia.org/wiki/RCA_connector) (2009.10.07.)
- <sup>55</sup> <http://www.amphenolconnex.com/products/bnc.asp> (2009.10.07.)
- <sup>56</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a0/BNC\\_connector.jpg/180px-BNC\\_connector.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a0/BNC_connector.jpg/180px-BNC_connector.jpg) (2009.10.07.)
- <sup>57</sup> <http://www.epanorama.net/documents/audio/spdif.html> (2009.10.20.)
- <sup>58</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4d/TOS\\_LINK\\_clear\\_cable.jpg/800px-TOS\\_LINK\\_clear\\_cable.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4d/TOS_LINK_clear_cable.jpg/800px-TOS_LINK_clear_cable.jpg) (2009.10.20.)
- <sup>59</sup> <http://www.taligentx.com/projects/opticalconverter/> (2009.10.21.)
- <sup>60</sup> <http://www.taligentx.com/projects/opticalconverter/> (2009.10.21.)
- <sup>61</sup> Korg D3200 Owner's Manual (Korg INC., 2005)

- 
- <sup>62</sup> Korg D3200 Owner's Manual (Korg INC., 2005)
- <sup>63</sup> Korg D3200 Owner's Manual (Korg INC., 2005)
- <sup>64</sup> Roland TD-20 Owner's Manual (Roland Corp., 2004)
- <sup>65</sup> Roland KR-103 Owner's Manual (Roland Corp., 2005)
- <sup>66</sup> Alto HPA4 User's Manual (ALTO, 2003)
- <sup>67</sup> [http://www.voxamps.hu/index.php?id=termek\\_ad15-30-50-100](http://www.voxamps.hu/index.php?id=termek_ad15-30-50-100) (2009.11.03.)
- <sup>68</sup> VOX Valvetronix Owner's Manual (VOX Amplification Ltd., 2004)
- <sup>69</sup> VOX Valvetronix Owner's Manual (VOX Amplification Ltd., 2004)
- <sup>70</sup> VOX Valvetronix Owner's Manual (VOX Amplification Ltd., 2004)
- <sup>71</sup> Marshall MB15&MB30 Owners Manual (BOOK-90017-01 / 7 / 06)
- <sup>72</sup> Marshall MB15&MB30 Owners Manual (BOOK-90017-01 / 7 / 06)
- <sup>73</sup> Marshall MB15&MB30 Owners Manual (BOOK-90017-01 / 7 / 06)