

Tartalomjegyzék

1. A hang előállítása keletkezése és érzékelése

- [1. 1. A hang, mint akusztikus jel](#)
- [1. 2. A természetes és a mesterséges hang](#)
- [1. 3. Monofónia és térhatás](#)
- [1. 4. Ellenőrző kérdések az első fejezethez](#)

2. Analóg hangtechnikai eszközök, eszközrendszerek

- [2. 1. Mikrofonok fajtái és alkalmazási területeik](#)
- [2. 2. Hangfrekvenciás erősítők feladata, jellemzői és csoportosítása](#)
- [2. 3. A hangsugárzók, mint elektromechanikai átalakítók](#)
- [2. 4. A Hi-Fi lemezjátszó főbb szerkezeti egységei és működése](#)
- [2. 5. Mágneses hangrögzítés és lejátszás elve](#)
- [2. 6. A film hangja](#)
- [2. 7. Ellenőrző kérdések a második fejezethez](#)

3. A digitális hangrögzítés és visszaalakítás alapjai és eszközei

- [3. 1. A hangjelek digitalizálásának folyamata](#)
- [3. 2. A PCM jeltől az analóg jelig](#)
- [3. 3. A CD rendszer adatformátuma és felvételi eljárása](#)
- [3. 4. CD lejátszók felépítése](#)
- [3. 5. Digitális magnetofon](#)
- [3. 6. Ellenőrző kérdések a harmadik fejezethez](#)

4. Hangfelvételek Készítése

- [4. 1. Az auditív információk műfaji sajátosságai és formanyelve](#)
- [4. 2. A forgatókönyv készítés szempontjai](#)
- [4. 3. Felvételkészítés különböző műsorforrásokból](#)

4. 4. Hangkeverés

4. 5. Ellenőrző kérdések a negyedik fejezethez

5. Hangfeldolgozás számítógéppel

5. 1. Hardverfeltételek, hangkártya

5. 2. Hangállományok formátumai

5. 3. Hangdigitalizálás célszoftverrel

5. 4. A hang szerkesztése számítógép segítségével

5. 5. A számítógép és a MIDI

5. 6. Ellenőrző kérdések az ötödik fejezethez

Bevezetés

Gyorsan és egyszerűen csak a jól szerkesztett, áttekinthető tananyagot képes a hallgató feldolgozni. ezért kell a távoktatási tananyag fejlesztőjének ügyelnie arra, hogy a távoktatási tananyagot áttekinthető, érthető módon szerkessze meg.

Az ábrák, illusztrációk használata megkönnyíti a tanuló számára az új tananyag feldolgozását, elsajátítását. Az áttekinthetőség növelése és a figyelemfelkeltés érdekében a tananyag kiemelkedően fontos részei mellé képeket helyeztem el - az elektronikus példatár alkalmazására is képpel hivatkoztam, - a következő módon:



Az anyag részeiben azokat a szakaszokat, amelyek elengedhetetlen fontossággal bírnak ezzel a kézzel jelöltem meg. A jel melletti halványszürkén satírozott rész jelenti a megtanulandó elméleti anyagot.



Az anyag feldolgozása során elvégzendő gyakorlati feladatok megjelölésére alkalmaztam ezt a képet. Az ilyen jellel ellátott és bekeretezett szöveg utasításai szerint kell megoldani a gyakorlati feladatot.



Az anyagrészhez kapcsolódó elméleti példákat, példaértékű kiegészítő információkat, illusztrációkat jelzi ez a jel. A szöveg az ilyen jel mellett a könnyebb felismerés szempontjából be van keretezve.



Itt találhatóak a gyakorlati feladatok megvalósításához ajánlott "tippek" és esetleges figyelmeztető információk.



A tankönyvben a gyakorlati feladatok egyszerűbb ellenőrzése céljából meghallgatható megoldások mellé került ez a jel.

1. A hang előállítása keletkezése és érzékelése

1. 1. A hang, mint akusztikus jel

Fizikai értelemben a hang mechanikai rezgés, tehát csak anyagi közegben terjedhet. A mindennapi életben hallott hang a levegő molekuláinak a hangforrástól kiinduló, egyre csillapodva tovaterjedő mechanikai rezgése. Mechanikai rezgés azonban nemcsak levegőben jöhet létre, hanem egyéb, rezgésre hajlamos rugalmas közegben is.



Általánosan megfogalmazva tehát: a hang valamilyen rugalmas közegben terjedő mechanikai rezgéshullám, amely az élőlényekben hangérzetet kelt.

A hangrezgés időbeli lefolyása szerint lehet zenei hang (ha a rezgés periodikus), zörej (ha a rezgés nem periodikus, de hosszabb ideig tart) és dőrej (ha a rezgés pillanatszerű lökéshullám).



A zenei hangrezgés periodikus voltáról igen egyszerű kísérlet útján győződhetünk meg. Ha egy hangvillához ceruzát erősítünk, s azt erősen megütjük, egy papírlapon végighúzva a ceruza hegyét, az egyenletesen csillapodó, periodikusan ismétlődő vonalat ír le.

Ahhoz, hogy egy közegben rezgés keletkezzék, szükség van egy adott nagyságú felületre, amely a körülötte levő közeg részecskéit valamilyen mértékben megmozgatja. A rezgés erőssége a vivőközeggel közölt erő nagyságától és a felület terjedelmétől függ.

A hang terjedése és sebessége

A hanghullám valamilyen rugalmas közegben terjedő rezgés. A hullámterjedés folyamán a közegben valamilyen fizikai mennyiség (kitérés, nyomás, sűrűség) változik. A hangrezgést közvetítő rugalmas közeg lehet szilárd, cseppfolyós vagy légnemű halmazállapotú. A hangtovábbító közeg leggyakrabban a levegő. A hangforrás közelében a rezgést továbbító levegő részecskéinek elmozdulása miatt nyomásingadozás keletkezik, amely átkerül a szomszédos részecskékre, s a levegőben tovaterjedő hanghullámok jönnek létre.

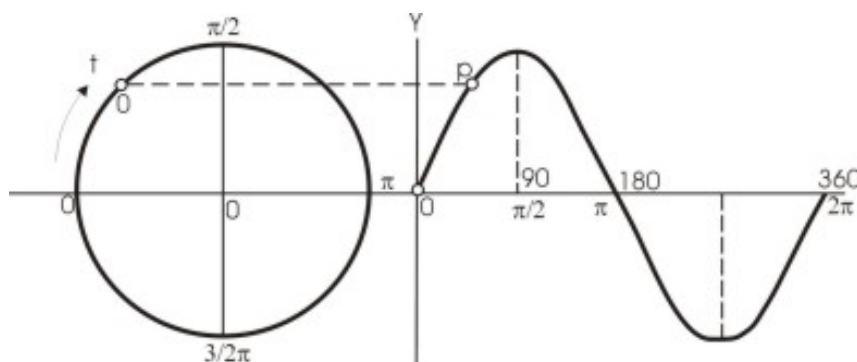


Hangsebességen a hangrezgések vivőközegben való terjedési sebességét értjük. A hangsebesség a vivőközegre jellemző számérték, amely általában csak a közeg sűrűségétől és rugalmasságától függ. A hangsebesség fizikai jele: c . Egysége: méter/másodperc (m/s).

A hang terjedési sebessége normál páratartalmú, $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű levegőben 340 m/s . Szilárd anyagokban és folyadékokban ennél is nagyobb.

A hangrezgés frekvenciája és amplitúdója

A tiszta szinuszos hangrezgés egyik fő jellemzője a másodpercenkénti rezgésszám vagy frekvencia. Ezt a fajta hangrezgést tisztahangnak nevezik. A gyakorlatban azonban szinte kizárólag összetett hangok fordulnak elő.



1. ábra Harmonikus rezgőmozgás

A frekvencia egysége a hertz, jele Hz. 1 Hz frekvenciájú az a rezgés, amelynek 1 másodperc alatt egy teljes periódusa (ciklusa) játszódik le. A Hz jelölés helyett így néha (főleg az angolszász szakirodalomban) a vele egyenértékű ciklus/szekundum (c/s, cps) jelölést használják.

Az amplitúdóval a szinuszos hangrezgés erősségét, azaz intenzitását jellemezhetjük. Egyetlen félperiódust vizsgálva az amplitúdó a rezgő részecske alaphelyzettől mért legnagyobb kitérését jelenti. Minél nagyobb egy hangrezgés amplitúdója, annál nagyobb rezgési energiát képes közölni a vivőközeggel.

A gyakorlatban előforduló hangrezgések amplitúdója az idő és távolság függvényében soha nem állandó, hanem csökkenő jellegű.

A tiszta hang és összetett hang



Tiszta hangnak nevezzük a tiszta szinuszos hangrezgést, azaz azt a hangot, amelynek spektrumában egyetlen vonal van. A tiszta hangot tehát egyetlen frekvencia jellemzi. A gyakorlatban azonban - mint már említettük leggyakrabban (szinte kizárólag) összetett hangokkal van dolgunk. Tiszta hangot keltő mechanikai eszköz a

hangvilla.



Azokat a hangrezgéseket, amelyeknek frekvenciaspektrumában nemcsak egy, hanem több, egymástól különböző frekvenciájú komponensek is találhatóak, összetett hangoknak nevezzük. Az összetett hangok két nagy csoportra oszthatók: periodikusak és nemperiodikusak.

A hangmagasság



Egy közismert fizikai kísérlet szerint, ha különböző hosszúságú, de azonos vastagságú húrokat feszítünk ki azonos erővel, és egymás után megpendítjük őket, azt tapasztaljuk, hogy mindegyik hangja más és más magasságú. Figyeljük meg a húrok rezgéseit is: látható, hogy a hosszabb feszítávolságú húr lassúbb, nagyobb rezgéseket végez, míg a rövidebb feszítávolságú húr kisebb, szaporább rezgéseket produkál. Ennek megfelelően a hosszabb feszítávolságú húr mélyebb hangot kelt, mint a rövidebb.

Az ily módon keltett hangrezgések másodpercenkénti rezgésszáma tehát különböző, s így hangmagasságuk is eltérő.



Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy a keltett hang magasságát mindig a frekvenciája (periódusa) határozza meg.

A hangszínezet

Ha a természetben csak tiszta hangok fordulnának elő, a különböző hangforrások hangját nem lehetne megkülönböztetni azonos magasságú hang keltése esetén.

Nézzük meg példaként a hangszerek által keltett zenei hangot. Nagyon sokféle hangszerrel lehet azonos frekvenciájú alaphangot előállítani, mégis meg lehet különböztetni egy hegedű hangját egy fuvola azonos magasságú hangjától. Attól függően ugyanis, hogy melyik hangszer bocsátotta ki a kérdéses alaphangot, egy jellegzetes hangszínezet érzetét is keltette a hallgatóban, amely csak arra a hangszerre jellemző. Ezt a jellegzetes hangszínt az alaphanggal együtt előforduló felhangok száma és szintbeli aránya határozza meg.



Tehát a hangforrás hangszínezetét a felhangok adják.

A hangerősség és hangintenzitás



A hangforrás rezgő felülete mozgásba hozza a környezetében levő levegő molekuláit, amelyek a mozgás hatására sűrűsödnek, ill. ritkulnak –vagyis nyomásingadozás lép fel a levegőben. A rezgésbe hozott részecskék kitérése és a fellépő nyomásingadozás között meghatározott fizikai kapcsolat van. E nyomásváltozás jelenti a hangingert, aminek erősségét (intenzitását) hangerősségnek nevezzük. A hangerősség objektíven mérhető fizikai mennyiség, amely az élőlényekben szubjektív hangerősségérzetet kelt. (Ez utóbbi a hangosság.)

A hangerősséget vagy hangnyomásban fejezik ki, vagy intenzitásként, az egységnyi felületre jutó hangteljesítményben adják meg. A kisugárzott akusztikai hangteljesítmény fizikai jele: P . A hangforrástól bármely irányba távolodva arányosan csökken. Ha egy gömbsugárzótól távolodva bármely helyen kijelölünk egy egységnyi felületet, a rajta keresztül haladó hangteljesítmény ugyanannyi lesz, mint a tér bármely más helyén, a hangforrástól azonos távolságra eső egységnyi felületen.

Az intenzitást nehéz közvetlenül mérni, emiatt általában a keletkező hangnyomás értékét mérik. Az intenzitás és a hangnyomás között a következő az összefüggés:

$$I = kD p^2$$

amelyben I az intenzitás, W/m^2 ; k egy dimenziós konstans, és $D p$ a közeg nyomásingadozása (a hangnyomás effektív értéke), N/m^2 .

A gyakorlatban előforduló hangforrások által létrehozott hangintenzitás rendkívül széles tartományban mozog. Jó példa erre két szélső érték:



Suttogó hang: $10^{-9} W/m^2$.

Lökhajtásos repülőgép közvetlen közlől: $10^5 W/m^2$.

Ez a nagy hangintenzitás-tartomány, a könnyebb számolás iránti igény, valamint a fül logaritmikus érzékenysége teszik indokoltá, hogy a hangteljesítmény, a hangintenzitás, a hangnyomás és a hangosság értékét egyaránt logaritmikus egységben fejezik ki. Ez az egység a decibel, amely lényegében két teljesítmény- vagy intenzitásérték hányadosának logaritmusát jelenti. Pl.:

I_1/I_2 intenzitásviszonynak a dB értéke $10 \lg (I_1/I_2)$

Ha hangnyomást kívánunk dB-ben megadni, figyelembe kell venni az intenzitás és a

hangnyomás közötti

$I = kp^2$ összefüggést, tehát az ide vonatkozó dB érték így alakul:

$$10 \lg (I_1/I_2) = 10 \lg (kp^2 / kp_2^2) = 20 \lg (P_1/P_2) \text{ dB}$$

A dB-ben meghatározott hangerősséget vagy hangnyomást stb. az elektroakusztikában szintnek nevezik. A szint relatív érték, amely két, teljesítményjellegű mennyiség viszonyát adja meg. Az intenzitásszint-skála 0

dB-es alapszintjéül nemzetközi megállapodás alapján az 1000 Hz-es hanghoz tartozó hallásküszöb értékét választották.

A hallás

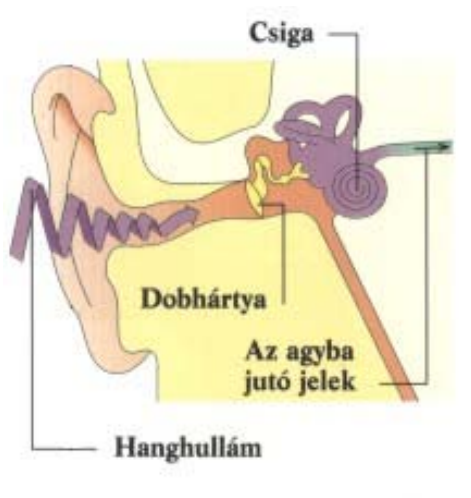
A hallás élőlényekre jellemző élettani folyamat, melynek során valamilyen vivőközegben terjedő hanghullámok hatására, az élőlényben szubjektív hangérzet jön létre. A hangérzékelés részben fizikai, részben fiziológiai folyamat.

A hallás nem kizárólag emberi tulajdonság. Minden olyan élőlénynél megnyilvánulhat, amely az őt körülvevő közegben (levegőben, vízben) fellépő nyomásingadozások érzékelésére alkalmas szervvel rendelkezik és fejlett idegtevékenységgel reagál az érzékelt nyomásingadozásra.

Az emberi hallószerv

Az emberi hallószerv ingerfelvevő része a fül, amelyben a beérkező nyomásingadozás idegimpulzusokká alakul át. A fülre ható inger a vivőközeg nyomásingadozása.

A fül felépítése: a külső hallójárat nyílását a fülkagyló veszi körül, amely mint hanggyűjtő, felfogja a külvilág hangjelenségeit és azokat a hallójáratba vezeti.



2. ábra A fül felépítése

A fülkagylónak azonban nincs túl nagy jelentősége a hallás folyamatában, ha eltávolítják, csupán néhány dB-lel gyengül a hallás. A fülkagylóból a hallójáratba

érkező hanghullámok rezgésbe hozzák a hallójáratot lezáró dobhártyát, amelynek a középfül felőli oldalán levő hallócsontok átveszik a rezgéseket. A hallócsontok rezgését a középső és belső fül közti ovális ablak veszi át. A belső fülben van a folyadékkal telt csiga, amely hangérzékelés szempontjából a fül legfontosabb része. A hallócsontok rezgése a csiga folyadékában nyomás-ingadozást vált ki. A csiga egy-két és félszeresen megcsavart cső, amelyet csaknem egész hosszában két részre oszt az alaphártya. Ezen van a Corti-féle szerv, amelynek szőrsejtjeiben váltja ki a csigafolyadékának nyomásingadozása az ingerületet (Mindegyik szőrsejt csak a saját rezonanciafrekvenciájával megegyező frekvencia hatására kezd rezegni). A keletkezett ingerület a szőrsejtek idegvégződésein, az idegrostokon, majd a hallóidegen halad az agy hallóközpontjába. Itt keletkezik a hangérzet.

Az emberi hallószerv működésére jellemző, hogy az összetett hangokat, mint egyszerű szinuszos rezgésű hangok összességét érzékeli, mivel képes bármilyen összetett hangot összetevőire felbontani.

A hangmagasság és a hangosság érzete



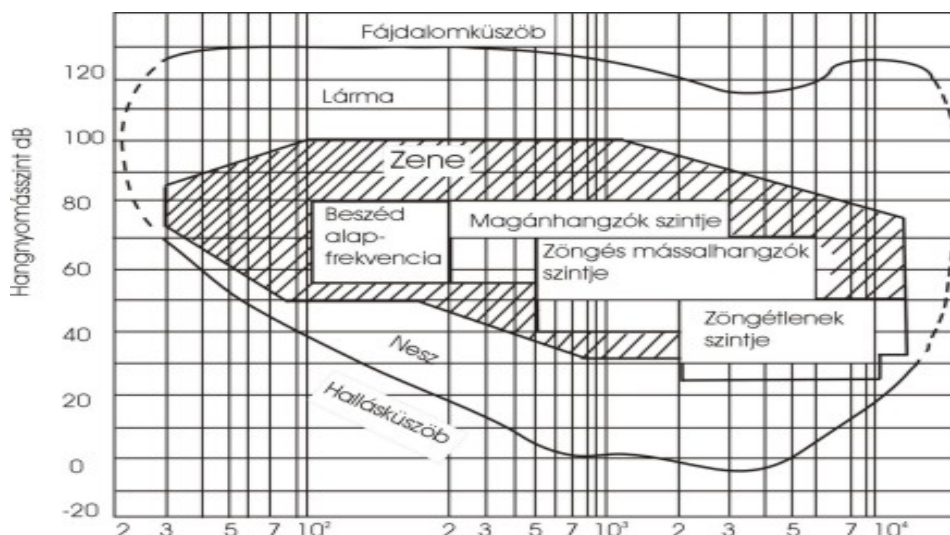
Az ember által érzékelt hangmagasságra a Weber-Fechner-féle törvény vonatkozik, amely szerint a hangmagasságérzet és a frekvencia között logaritmikus az összefüggés.

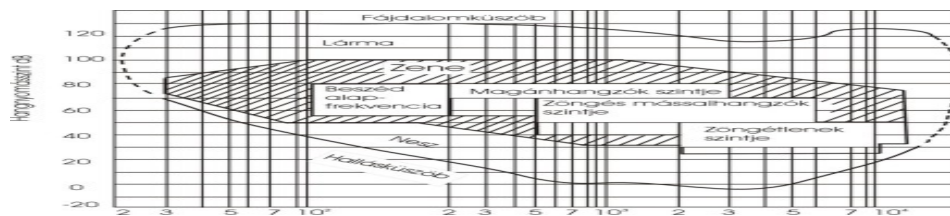
Ezzel magyarázható, hogy a 100 Hz-es és a 200 Hz-es hang között ugyanakkora hangmagasságbeli lépcsőt érzünk, mint a 3000 Hz-es és a 6000 Hz-es hang között. Tehát megállapítható, hogy két-két hang között akkor egyforma nagy a magasságkülönbség, ha a két hang között ugyanakkora a rezgésszámok viszonya.

Ha egy adott frekvenciát megkétszerezünk, mindig egy meghatározott hangközzel halljuk magasabbnak a hangot. A legtöbb ember csak a relatív hangmagasságot képes felismerni, vagyis a hangköz nagyságát egy adott magasságú hanghoz viszonyítva.



Az említett 2: 1-es frekvenciaviszonynak megfelelő hangközt oktávnak nevezik, amely a zenei skála alapját képezi.





3. ábra Az emberi fül frekvencia változásai

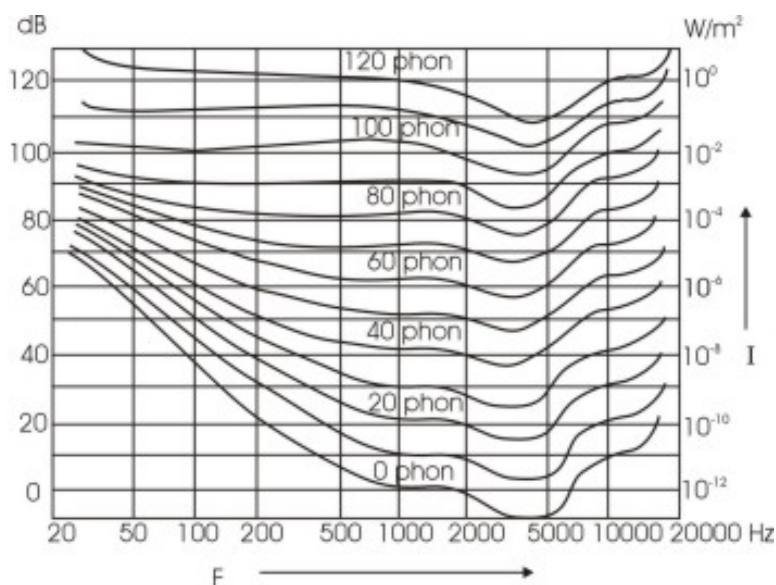
Hallószervünk nem egyformán érzékeli a különböző frekvenciájú hangrezgéseket. Adott frekvenciájú hang szubjektív hangosságérzete meghatározott hangnyomáson egészen más, mint egy másik frekvenciájú hang által keltett hangosságérzet ugyanazon a hangnyomáson.

A fizikai hang intenzitása és a fiziológiai hangosságérzet közötti összefüggés bonyolult, de a tiszta hangokra vonatkoztatva viszonylag könnyen meghatározható.

A hangosságérzet számszerűleg is kifejezhető. Mivel az emberi hallószerv összehasonlító képessége igen jó, ki kell választani egy alapfrekvenciát, amely az összehasonlítás alapjául szolgál. Kísérleti úton csupán azt kell megállapítani, hogy egyéb frekvenciájú hangoknál mekkora intenzitás szükséges ahhoz, hogy a hallószervben ugyanolyan hangosságérzet keletkezzék, mint a kiválasztott alapfrekvencián. Nemzetközileg az 1000 Hz-es tiszta hangot alkalmazzák az összehasonlítás alapjaként.



Az előbbieken leírt fiziológiai mérésorozatot először Fletcher és Munson végezték el. Méréseik eredményét egy egyesített hangosságérzet-diagramban ábrázolták, amely az azonos hangossághoz tartozó hangintenzitások görbéit tartalmazza. Ezek az ún. phon-görbék a szubjektív hangosság és a fizikai hangnyomás között adnak összefüggést a frekvencia függvényében.



4. ábra Fletcher -Munson görbék

A Fletcher-Munson-diagram megértéséhez a következőket kell tudni: A koordináta-rendszer vízszintes tengelyén a hallható hangok frekvenciatartományát, a függőleges tengelyén pedig a kisugárzott hang intenzitását tüntették fel.

Ebben a koordináta-rendszerben mindegyik görbe egy adott hangerősség-érzethez tartozik. A legalsó görbe jelenti a hallásküszöböt a frekvencia függvényében. 1000 Hz-en ehhez 10^{-12} N/ms hangintenzitás, vagyis 0 dB hangnyomás tartozik.



A görbék-ből látható, hogy az 1000 Hz-hez képest az azonos hangerősség keltéséhez jóval nagyobb intenzitás szükséges mind a mély hangok, mind a magas hangok tartományában.

A görbék menetéből az is leolvasható, hogy kisebb hangosságnál a fül sokkal érzéketlenebb a mély hangokra, mint nagyobb hangosságnál, valamint az, hogy a fül érzékenysége 3000... 4000 Hz között a legnagyobb.

Készítsenek a SoundForge programban különböző frekvenciájú hangokat a következőképpen, és ellenőrizték a phon-görbék helyességét változó hangerősségnél:



1. A SoundForge program elindítása után hozzanak létre egy új szerkesztőablakot a File menü New parancsával.
2. Ezután kiválasztva a Tools menü Simple synthesis menüpontját a frekvencia mezőbe állítsanak be 50 Hz-et és válasszák a Middle C Reference előbeállítást a "Name" választómezőből .
3. Az 1. és 2. pontok újbóli végrehajtása mellett készítsünk 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000 Hz-es hangmintákat.

Hallásküszöb, fájdalomküszöb, egyéni hangérzet

A szubjektív hangerősségérzet mértékegysége a phon. A decibelhez hasonlóan a phon is logaritmikus mértékegység. A hallható frekvenciákon kísérleti úton megállapították, hogy mekkora az a legkisebb hangintenzitás, amely még hangérzetet kelt a normális hallású emberben, ill. mekkora nagyságú hangintenzitás hatására keletkezik fájdalomérzet. A két határértéket hallásküszöbnek, ill. fájdalomküszöbnek nevezték el, és phonban adják meg.



A hallásküszöb valamely adott frekvenciájú tiszta hang ama legkisebb hangnyomásértéke, amely süketszobában egy normális hallású személy hallószervében még hangérzetet kelt. A hallásküszöb fogalmán belül még egyfülű, kétfülű, légvezetési és

csontvezetési hallásküszöb különböztethető meg.

A normális hallású emberre jellemző hallásküszöb értéke 0 phon. A hallásküszöb egyénekenként, nemekenként, életkoronként változik, és függvénye a pillanatnyi kondíciónak és a környezet zajszintjének is.

A gyakorlatban előforduló hangosságértékek rendkívül széles skálán mozognak:



- A halk beszéd hangossága kb. 20 phon,
- a hangos beszédé kb. 40 phon,
- a zenekaroké pedig elérheti a 100 phon-t is.

Kb. 120...130 phon a hallás felső határa. Ilyen hangerősség azonban már fájdalomérzetet kelt a hallószervben, nagyobb hangerősség pedig kóros elváltozásokat okozhat.



A fájdalomküszöb tehát egy adott frekvenciájú tisztahang ama legnagyobb hangnyomásértéke, amelyet süketszobában a vizsgált személy még éppen fájdalom nélkül képes elviselni. A fájdalomküszöb határához közelítő hangerősség tartós hallgatása nagyothallást okozhat.

A szubjektív hangelfedés érzet szintén jellemző az emberi hallásra. Ez bármikor tapasztalható a mindennapi életben: egy erősebb hang elfed egy gyengébbet. Az azonos intenzitással megszólaló mély hangok jobban elfedik az azonos intenzitású magas hangokat.

1. 2. A természetes és a mesterséges hang

A hallható hangokat két nagy csoportba sorolják: a természetes és a mesterséges hangok csoportjába. Ennek megfelelően ismeretesek természetes és mesterséges hangforrások, amelyek az említett két csoportba tartozó hangokat keltik.



Természetes hangnak azt a hangot nevezzük, amelynek forrása valamilyen természeti jelenség, anyagi mozgás vagy élőlény, és megszólalását nem mesterséges beavatkozás váltja ki. Pl. természetes hang a szél, a patakcsobogás, a madárcsicsergés, az állatok hangja, a mennydörgés, az emberi beszéd stb.



Mesterséges hangnak azt a hangot nevezzük, amely valamilyen ember alkotta készülék vagy berendezés működése közben keletkezik, vagy ezek működtetésével, megszólaltatásával kelthető. Pl. a gépek zaja, a munkavégzés zaja, a hangszóró hangja, s nem

utolsósorban a hangszerek hangja, a zene is mesterséges hang.

Ezek után megállapíthatjuk, hogy a hangtechnika fő feladata a természetes és mesterséges hangok elektromos jellé alakítása és közvetítése vagy rögzítése térben és időben.

Az ember által alkotott és emberi beavatkozás hatására valamilyen hangjelenséget keltő eszközöket mesterséges hangforrásoknak nevezzük, függetlenül attól, hogy azok működésének elsődleges célja-e a hangkeltés vagy sem.

A tiszta szinuszos hangok előállítására alkalmas mesterséges hangforrás a hanggenerátor. A hanggenerátorok elektronikus egységekből állnak, és működésükhöz elektromos áramra van szükség. Az egyetlen, nem elektromos, tiszta hangot keltő mesterséges hangforrás a hangvilla. Bizonyos tekintetben az elektroakusztikai hangátviteli lánc egyes elemei, készülékei is mesterséges hangforrásnak tekinthetők (pl. a hangszóró, a lemezjátszó, a rádió, a magnó stb.).

A beszéd

Az emberi hang előállításában három szerv vesz részt. A tüdő és izomzata szolgáltatja a szükséges légáramot, amelyet a gégefő és hangszalagok periodikusan modulálnak (harmonikusokban gazdag fűrészfűrészes jön létre). A hang alapharmonikusának frekvenciája a hangszalagok rezgésszámától, azaz megfeszítésétől függ. A hangképzésben részt vevő harmadik szerv a szájüreg, orrüreg, nyelv és fogak. A szájból kilépő hang itt nyeri el végleges jellegét. A száj- és orrüreg különböző részei akusztikus sávszűrőknek tekinthetők, s ezek határozzák meg az egyén hangjára jellemző harmonikustartalmat. A fogaknak főleg a mássalhangzók képzésében van nagy szerepük.



A beszéd periodikus és nemperiodikus hangok - zenei hangok és zörejek - egymás utáni impulzusaiból áll. A folyamatos emberi beszéd hangzóimpulzusai olyan gyorsan követik egymást, hogy az egyes impulzusok berezgési és lecsengési állapota egymásbaolvad.

Az emberi beszéd összetevői - hangzóimpulzusai –a magán-és mássalhangzók. Megszólalási időtartamuk a folyamatos beszédben 30...150 ms. A berezgési és a lecsengési idő értékét elsősorban a hangadó szerv jellemzői befolyásolják.

A mássalhangzók általában nemperiodikus rezgések. A zöngés hangzóknál a hang keletkezésében kis mértékben részt vesznek ugyan a hangszalagok, de a túlnyomó szerep a száj- és orrüregé. A zöngétlen mássalhangzóknál a hangszalagoknak semmi szerepük nincs, nem rezegnek, a hang főleg ütközés és súrlódás útján keletkezik. A mássalhangzók tehát zörejek jellegűek, a sziszegő hangok spektruma egészen 10 kHz-ig terjed.

Az egyes személyek beszédhangját a formánsokban és a berezgési folyamatokban fellépő apró különbségek alapján ismerjük fel.

A zenei és az énekhang



A periodikus, összetett hangot zenei hangnak nevezzük. Bár elméletileg számos más eszközzel is kelthetők zenei hangok, a hangtechnika szempontjából megállapíthatjuk, hogy a zenei hangok keltésére a hangszerek és az emberi hangképző szervek alkalmasak. E zenei hangok meghatározott sorrendjét, ill. folyamatát zenének nevezzük. A zenében is előfordulhatnak zörejek, de a zenei hangok vannak túlnyomó többségben.

Az emberiség által használatos hangszerek száma kb. 1500...2000. Megjegyzendő azonban, hogy ezek között igen sok a rokon jellegű hangszer, amelyeknek felépítése és működése egymáshoz hasonló.

A hangkeltés jellegétől és a keltett hang jellemzőitől függően a hangszerek két nagy csoportra oszthatók: zenei hangot adó és zörejkeltő hangszerek.

A hangszerek megszólaltatásakor az alaphangokon kívül jelentős számú felhang vagy felharmonikus is keletkezik, amely tulajdonképpen meghatározza egy-egy hangszer jellegzetes hangszínét is. A zenei hangot adó hangszerek által keltett felharmonikusok - amelyek a hangszínezetet alapvetően meghatározzák - 6000...8000 Hz-ig terjednek. A zörejkeltő hangszerek felhangjai (nem harmonikus felhangok!) 10 000...12 000 Hz fölött is nagy energiával szólalnak meg. A húros hangszerek hangja gazdagabb harmonikusokban, mint pl. a fúvós hangszereké.

A zenei hang minősége a hangszerek jellegzetes hangszínének felismerhetőségével vizsgálható.

Az énekhang az emberi hangkeltő szervek által megszólaltatott zenei hang. Frekvenciaterjedelme viszonylag nagy.

Zörejek és zajok



A fizikában és az elektroakusztikában zörejnek nevezik a nem harmonikus felhangokból összetevődő, folytonos színeképű (spektrumú) hangjelenségeket, függetlenül attól, hogy azokat természetes vagy mesterséges hangforrás bocsátja ki. Pszichológiailag zajnak neveznek minden olyan hangot, amely színeképétől függetlenül az emberre zavarólag hat, a figyelmet elvonja vagy élettanilag károsan hat. Így pl. a zene is lehet zaj, ami a figyelmet elvonja valamely munka végzésekor.

A gyakorlatban hallható zajok és zörejek fogalmilag legtöbbször egybeesnek, mert a zajok legnagyobb hányada zörejszerű hangjelenség. Ezért e két fogalmat gyakran összecserélik, s a zörej helyett is a zaj kifejezést használják. Ez utóbbi már annyira elterjedt, hogy furcsán hangzana, pl. azt mondani, hogy az erősítő zöreje. A különféle jellegű zajok hallgatása többé-kevésbé káros élettani jelenségeket vált ki az élőlényeknél.

A zaj két jellegzetes élettani hatása az elfedés és a halláscsökkenés.



Elfedésnek azt a jelenséget nevezzük, amikor a "hasznos" hangot egy vele egyidejű, zavaró, idegen hangjelenség hatására kisebb hangosságúnak érezzük. Az elfedő hang tehát megemeli a hallásküszöböt. Az elfedés mértéke az eredeti hang erősségétől, frekvenciájától, az elfedő hang összetételétől és az összetevők intenzitásától függ.

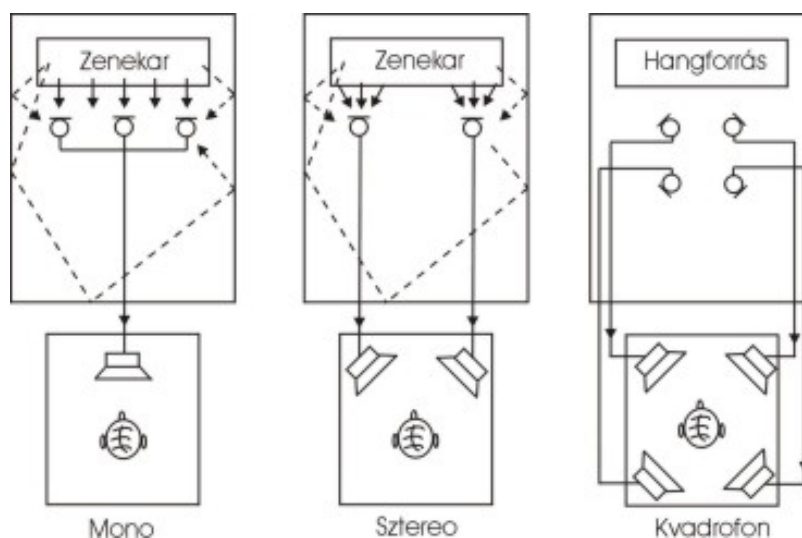
Különösen a nagy intenzitású mély hangok fejtenek ki nagy elfedő hatást a magasabb hangokra. A zörejek viszont mindenféle magasságú és összetételű hangot jól elfednek.

1. 3. Monofónia és térhatás



Ha a hangtér leképzéséhez csak egy mikrofonnal vesszük a jelet, vagy több mikrofont használunk ugyan, de ezek jeleit összegezzük, akkor egycsatornás, másnéven *mono* összeköttetést valósítunk meg.

Természetesen az egy jelből reprodukált hangtérben semmiféle irányfelismerésre nincs lehetőség. A meghallgatott műsorban megszólaló összes hangforrás csak az egy hangszóró irányából lesz hallható.



5. ábra Mono Stereo és Kvadro rendszerek

A térérzet kialakításához a hangtérből legalább két független, jól megválasztott jelet kell venni, és azokat külön csatornákon továbbítani. Ez a 60-as években bevezetett, és azóta széleskörben elterjedt *sztereo* rendszer, amelyet kidolgoztak az URH rádiózásra, valamint a különféle hangrögzítő megoldásokra is. A legjobb térérzet úgy alakul ki, ha a műsor lejátszásakor, illetve meghallgatásakor a két hangszóró és a hallgató egy egyenlőoldalú háromszög csúcsait alkotják.

Ugyanakkor létezik egy további eljárás amely négycsatornás, úgynevezett *kvadrofon* elrendezésnek hívunk. Itt a hallgatóság a négyzet sarkaiban elhelyezett hangszórók

által keltett tér belsejében foglal helyet. A legjobb térhatás a négyzet középpontjában jelentkezik. Ezt a rendszert a 70-es években dolgozták ki, de pénzügyi okok miatt széles körben nem terjedt el.



Készíts mikrofonnal mono ill. (mikrofonokkal) sztereo hangfelvételeket, és azokat az ábrán látható elrendezés szerinti hangszóróbeállításokkal játszd is le. Próbáld meg a legjobb térérzetet kialakítani! (Segítségül nézd meg a 4.3-as fejezetet)

1. 4. Ellenőrző kérdések az első fejezethez

1. Mondja ki a hang definícióját!
2. Mit értünk harmonikus rezgőmozgás alatt?
3. Osztályozza a hangjelenségeket időbeni lefolyásuk szerint! Röviden jellemezze őket!
4. Mi az a hangtartomány amelyen belül az emberi fül még érzékeny?
5. Mi a hangszín?
6. Mutassa be az emberi hallás folyamatát!
7. Mit nevezünk hallásküszöbnek, fájdalomküszöbnek?
8. Hogyan történik a hangmagasság érzékelése?
9. Mit nevezünk mono és sztereo hangközlésnek
10. Mikor érthető a beszéd, mi az elfedés?
11. Mit nevezünk természetes hangnak?
12. Hogyan definiálhatjuk a mesterséges hangot?
13. Jellemezze az emberi beszédet!
14. Mit nevezünk zöreinek, zenei hangnak? Röviden jellemezze őket!



Az itt található kérdéseken kívül használja az elektronikus példatárat az elméleti anyag megerősítéséhez!

2. Analóg hangtechnikai eszközök, eszközrendszerek

2. 1. Mikrofonok fajtái és alkalmazási területeik

Felosztás akusztikai szempontból



- a. Nyomásmikrofon. A membrán mozgása gyenge, csak a

membránra ható nyomás határozza meg a működést. Zárt üreg és rugalmas lemez.

- b. Nyomás-gradiens – sebességi – mikrofon. Mindkét oldala szabad a membránnak. A kimozdulás a levegőmolekulák sebességével arányos.
- c. Kombinált mikrofon. Az előző mindkét tulajdonsággal rendelkezik.

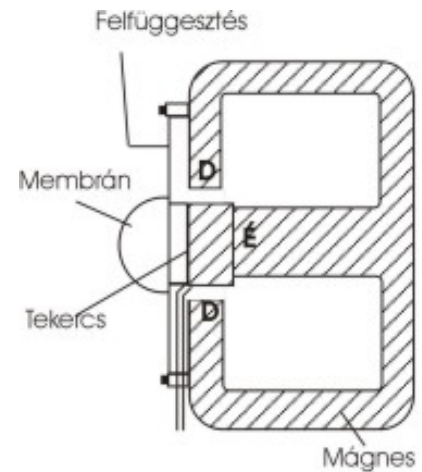
Az akusztikai működésmód meghatározza a mikrofon irányjellegét.

Elektromos működésmód

1. Elektrodinamikus elv.

Erős mágneses térben a hanghullámok hatására elmozduló vezetőben feszültség indukálódik.

Kiviteli alakok: szalagmikrofon és lengőtekercs mikrofon. A szalagmikrofon egy erős mágnesből és a mágnes résében egy 2-5 mikron vastagságú, 3-4 mm széles és különböző hosszúságú alumínium-szalag mozoghat. Rendkívül érzéketlen mikrofon, még ma is használatos főleg olyan sportesemények közvetítésénél, ahol igen nagy a külső zaj. A lengőtekercses mikrofon az, amit általában dinamikus mikrofonként emlegetünk. Ennél egy rugalmas membránra erősített tekercs mozog a mágnes résében. Érzékenysége kicsi.



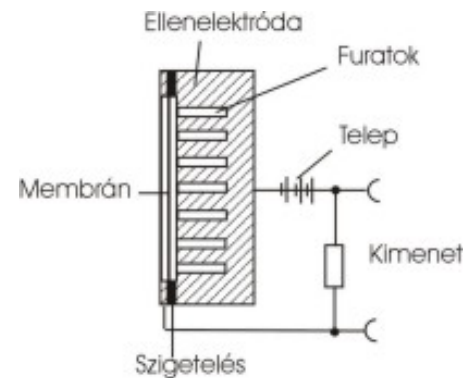
A dinamikus mikrofon felépítése

6. ábra

2. Elektrosztatikus elv

Gyakorlatilag egy kondenzátor, amely a hanghullámok hatására változtatja kapacitását

. A kondenzátor egyik fegyverzete szilárd fémlap, a másik fegyverzet pedig egy arany, réz vagy alumínium bevonatú műanyag fólia, a tulajdonképpeni membrán. A kondenzátor fegyverzeteire kapcsolt polarizáló feszültség és a hanghullámok hatására mozgó egyik fegyverzet következtében változik a kapacitás nagysága ezzel a rajta levő elektromos töltés.



A kondenzátormikrofon felépítése

7. ábra

3. Piezoelekromos elv.

Vannak olyan kristályok, amelyek felületén külső mechanikai hatásra elektromos töltés keletkezik (kvarc, turmalin, seignette-só, stb.). Kristállymikrofon néven ismertek. A két egymáson levő kristályréteg hajlításakor az egyik megrövidül, a másik pedig megnyúlik, a kialakult potenciálok pedig összeadódnak. Ma már alig használják ezeket, stúdiótechnikában pedig egyáltalán nem.

4. Elektromágneses elv.

Húros hangszereknel alkalmaznak ilyen elven működő felvevőket, ahol egy mágnes köré tekercselt vezetőben a húrok mozgása által indukált feszültség áramot hoz létre.

5. Kontakt mikrofon (szénmikrofon)

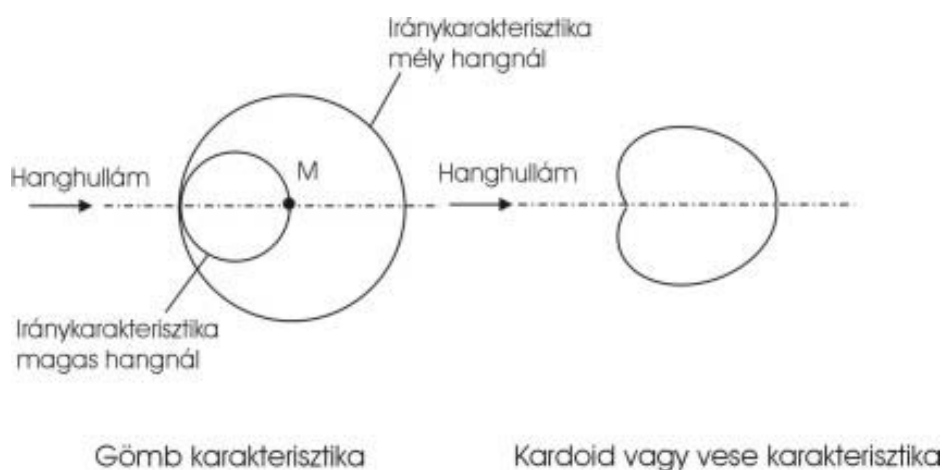
A membrán mozgása ellenállás változást hoz létre.

Mikrofonkarakterisztikák



A hangtérből a hangforrásnak a mikrofonhoz viszonyított helyzetétől függően kisebb vagy nagyobb feszültség jelenik meg a mikrofon kimenetén. Ez attól is függ, hogy milyen a mikrofon karakterisztikája, azaz az irányérzékenysége.

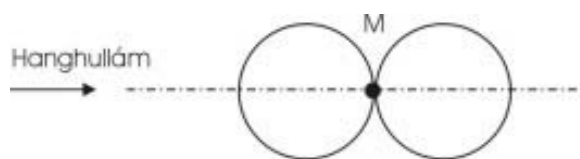
Egy karakterisztika lehet gömb, vese, nyolcas, vagy ezek bizonyos kombinációja. A mikrofon karakterisztikáját a mechanikai felépítése határozza meg.



8. ábra



Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogyha a membrán egyik oldala zárt (nyomás mikrofon) akkor gömb vagy vese karakterisztikájú a mikrofon. Ha a membrán mindkét oldala szabad, akkor gömb vagy nyolcas a mikrofon irányjelleggörbéje.



Nyolcas vagy kettősgömb karakterisztika

9. ábra

Bármely elven működő mikrofon kialakítható bármilyen karakterisztikájúnak akár a membrán kialakításával, akár több mikrofonrendszer kombinációjával.

A nagyon éles nyalábolású mikrofonokat puskamikrofonoknak is nevezik, mert általában nagyobb távolságból a hangforrást "megcélozva" történik a felvétel. Ezeknek a mikrofonoknak hosszabb házuk van, és a ház (cső) belseje speciális csillapító anyaggal van beborítva, hogy az oldalról beeső hanghullámokból minél kevesebb jusson el a membránig.

Néhány mikrofon karakterisztikája térben ábrázolva:



Jellegzetes nyolcas karakterisztika



Puskamikrofon éles nyalábolású vese karakterisztikával



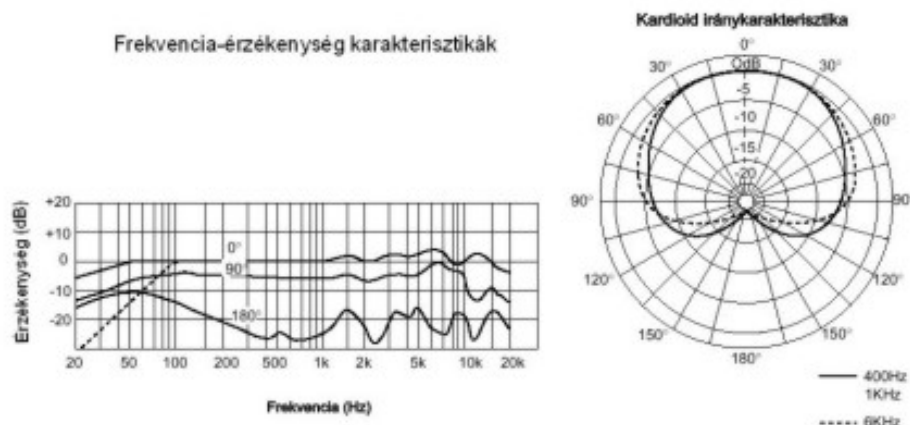
Jellegzetes vese karakterisztika

10. ábra



A mikrofonok karakterisztikája frekvenciafüggő, ugyanúgy, mint a hangforrás sugárzási karakterisztikája.

A karakterisztika nyalábolási szöge (a mikrofon tengelyétől mért szöge), amelyen belül a mikrofon érzékenysége, vagyis a leadott feszültség megfelelő nagyságú. Ezt természetesen térben kell érteni, ez egy olyan kúp, amelynek forgástengelye a mikrofon tengelye, forgásszöge pedig a nyalábolási szög. Növekvő frekvenciával ez a nyalábolási szög csökken. Ezért a mikrofonoknál több más-más frekvencián mért karakterisztikát adnak meg.



11. ábra

Mikrofonok gyakorlati alkalmazása

A hang felvételének minőségi megvalósításához szükséges, de nem elegendő feltétel a jó mikrofon. A megfelelő mikrofon csak lehetővé teszi a hang élethű továbbítását, de a mikrofonokat jól kell tudni használni. A mikrofonok megismerése, viselkedése különböző beállításokban, a legelső dolog, ami a mikrofonozásnál feltétlenül szükséges.

A természetben előforduló, közvetítendő hangjelenségeket a gyakorlatban három csoportra oszthatjuk:

- Dialógus
- Zajok és zörejek
- Zene

Dialógusnak az emberi beszédet nevezzük. Az emberi beszéd, mint közvetítendő hangjelenség szinte minden hangfelvételi műfajban előfordul. A riportfelvételekhez, hangjátékokhoz, filmhangosítási célra több mikrofonfajta is alkalmazható. Egyrészt felhasználhatók a magasabb minőségi követelményeket kielégítő mozgótekerces mikrofonok, a Hi-Fi célra gyártott szalagmikrofonok és az elektretmikrofonok.

A *zörejfelvevételekhez* alkalmazott mikrofonoknál elsődleges követelmény a nagy érzékenység és a széles frekvenciasáv-átvitel. A zörejfelvevételekre az eddig említett mikrofonok bármelyike alkalmas, ha az előző kritériának eleget tesz.

A *zenei produkciók* felvételéhez és közvetítéséhez mozgótekerces és kondenzátormikrofont alkalmaznak. A mikrofonfajta kiválasztását az befolyásolja, hogy milyen rendszerű a közvetített zenei anyag, milyen hangszerek szólalnak meg, továbbá, hogy milyen rezonáns rendszerű hangszerek vannak többségben.

Ezenkívül ismerni kell a hangforrások elhelyezkedését, esetleges mozgását. Pontos receptet a mikrofonok elhelyezésére nem lehet adni, de vannak bizonyos megfontolások, amikre támaszkodva kialakul az optimális megoldás. Az egyik ilyen dolog a hangforrás és a mikrofon távolsága, amit teljes mértékben a hangtér akusztikája befolyásol. Ez azt jelenti, hogy milyen a direkt és a zengő energia viszonya. A mikrofon maximálisan olyan távolságra helyezhető el a hangforrástól, ahol még a direkt energia dominál a zengő energiával szemben. Így határozzák ezt meg a fizikusok, akik a műszereikkel és számításaikkal észlelik a környezetet. Mi egyszerűen csak azt mondhatjuk, hogy a mikrofon olyan távol lehet, ahol még nem "levegős" a hang. A másik megfontolás az, hogy a mikrofon irányának megállapításánál figyelembe kell venni a hangforrás frekvenciafüggő sugárzási jelleggörbáját.

Olyan esetekben amikor csak hangfelvétel történik, mindig a hangforráshoz lehető legközelebb helyezendő el. A miniatűr elektret mikrofonok megjelenése nagy mértékben egyszerűsítette a mikrofonozást, a szereplő személyek ruházatán alig észrevehetően helyezhetők el. Ilyen miniatűr mikrofonok mikroportokkal együtt is alkalmazhatók mozgó hangforrások jó felvételére.



Készítsen Dialógus, Zörej és Zenei felvételeket a mikrofontípusok helyes megválasztása mellett, majd pedig a célra nem alkalmas típusokkal! Hallgassa meg az eredményt mindkét esetben! Értékelje a felvételeket minőségük szerint!

2. 2. Hangfrekvenciás erősítők feladata, jellemzői és csoportosítása



Míg a természetes hangforrás közvetlenül szolgáltatja a hangesemény információját a közvetítő közeg számára, a hangfrekvenciás elektromos jel közvetlenül nem alkalmas arra, hogy megszólaltassa a hangsugárzót. Az általában előforduló kis jelszintet ezért erősíteni kell, s eközben arra is lehetőség nyílik, hogy a szükséges vagy célszerű korrekciókat vagy szabályozásokat elvégezzük az eredeti műsoranyagon.

Az erősítőrendszer rendeltetése kétirányú: egyrészt bemeneti jellemzőivel illeszkedik a jelforráshoz, lehetőséget nyújt a szükséges módosítások megoldására, másrészt kimeneti jellemzőivel az akusztikai hangátalakító eszközhöz illeszkedik. A hangtechnikában használt különféle erősítők és erősítőrendszerek különféle szempontok szerint csoportosíthatók, ill. osztályozhatók:

1. Rendeltetés szerint
2. Az alkalmazott erősítőelemek szerint.
3. Munkapont-beállítás szerint

Rendeltetés szerint az alábbi hangerősítő-fajtákat különböztetjük meg:

- a. Mikrofon-előerősítők
- b. Hangszedő-előerősítők
- c. Végerősítők

Ezeket az erősítőfajtákat ismét különböző csoportokba sorolhatjuk, az áramköreikben működő erősítőelemek alapján. Az alkalmazott erősítőelemek szerint megkülönböztethetünk elektroncsöves, tranzisztoros és integrált áramkörös erősítőket.

Munkapont-beállítás szerint elsősorban a végerősítőket osztályozzuk, a következő csoportokban:

- a. A-osztályú végerősítők
- b. B-osztályú végerősítők
- c. AB-osztályú végerősítők

Általános minőségi jellemzők

A különféle rendeltetésű és felépítésű hangerősítők minőségének a megítéléséhez a

működési jellemzők ismerete szükséges. A legfontosabbak: frekvencia-átviteli sávszélesség, jel-zaj viszony, teljes harmonikus torzítás, zajszint, kimeneti teljesítmény, teljesítmény-sávszélesség, fázismenet, futási idő, hangszóró-kimeneti illesztés, bemeneti érzékenység.

Természetesen nem mindegyik erősítőfajtára vonatkoztatható minden minőségi jellemző; a kimeneti teljesítmény, a teljesítmény-sávszélesség és a hangszóró-kimeneti illesztés csak a végerősítőkre érvényes jellemző.

Frekvenciaátviteli sávszélesség

A frekvencia-átviteli sávszélesség mindig a ± 3 dB-es erősítőcsökkenési pontokhoz tartozó határfrekvenciák Hz-ben megadott értéke és az átviteli karakterisztika e sávon belüli ingadozásának a tűréshatára $\pm$ dB-ben kifejezve.

Jel-zaj viszony

A hangerősítőkre vonatkoztatva kétféle módon adható meg.

- a. A legnagyobb szinuszos teljesítményre vonatkoztatva (végerősítőknél). Ilyen esetben a jel-zaj viszony a megadott legnagyobb szinuszos kimeneti teljesítményhez tartozó kimeneti feszültség és az erősítőben keletkező zajfeszültség dB-ben kifejezett viszonya.
- b. Az erősítőben keletkező zajfeszültség és egy adott szabványban előírt szinuszos kimeneti teljesítményhez (vagy szinuszos kimeneti jelszinthez) tartozó feszültség dB-ben kifejezett viszonya.

Teljes harmonikus torzítás

A hangerősítő nemlineáris átviteli tulajdonságát jellemző adat. Az angolul Total Harmonic Distortion-nak (THD) nevezett jellemző azt mutatja, hogy az erősítő bemenetére adott tiszta szinuszos hangfrekvenciás jelből - az erősítőn keresztül haladva - annak áramköreinek a hatására milyen arányban keletkeznek olyan felharmonikusok, amik a bemeneten még nem voltak jelen. A teljes harmonikus torzítás az összes felharmonikusra vonatkozó adat, s értékét %-ban adják meg, az alapharmonikushoz viszonyítva.

Zajszint

A zajszintet az erősítő legnagyobb szinuszos kimeneti teljesítménye (végerősítőknél) vagy maximális erősítése (előerősítőknél) esetén, a kimenetén –bemeneti vezérlés nélkül –megjelenő zaj dB-ben meghatározott értékével jellemzik.

Kimeneti teljesítmény

A hangfrekvenciás teljesítményerősítőkre jellemző az a szinuszos teljesítmény, amit az erősítő az adott frekvencián - vagy frekvenciasávban - meghatározott torzítási tényező mellett tetszőleges ideig képes szolgáltatni a névleges szinuszos bemeneti vezérlőfeszültség erősítésekor, teljes kivezérlés esetén.

Teljesítmény-sávszélesség

A hangfrekvenciás végerősítőket jellemző átviteli frekvenciasáv, amelyen belül az erősítő előírt állandó harmonikus torzítás mellett leadott kimeneti teljesítménye legfeljebb 3 dB-lel kisebb a vonatkoztatási frekvenciára megadott értéknél.

Fázismenet, futási idő

A Hi-Fi erősítőkre vonatkozóan szabványos előírás a lineáris fázismenet - az állandó futási idő. Mivel abszolút lineáris fázismenetű erősítő nincs, a jelenleg gyártott Hi-Fi erősítőkkel szemben az a követelmény, hogy a közvetített hangfrekvenciás sávban minden frekvencián azonos legyen a fázistolás mértéke (pl. 10...18 000 Hz között 90°).

Hangszórókimeneti illesztés

Hangfrekvenciás végerősítőknél az a terhelőimpedancia, aminél az erősítő a legnagyobb szinuszos kimeneti teljesítményt szolgáltatja, a névleges torzítási tényező megnövekedése nélkül.

Bemeneti érzékenység

A hangfrekvenciás végerősítőkre vonatkoztatva az a névleges legkisebb bemeneti feszültség, ami ahhoz szükséges, hogy az erősítő kimenetén a névleges szinuszos kimeneti teljesítmény jelenjen meg, az előírt terhelőimpedancián.

A bemeneti érzékenység névleges értékét mV-ban, az illesztőimpedanciát W -ban vagy kW -ban adják meg.

Mikrofon-előerősítők



A különféle jelforrások kis szintű jelfeszültségének kívánt mértékű felerősítésére feszültség-előerősítőt használunk. A legegyszerűbb felépítésű előerősítőnek a mikrofon-előerősítőt tekintjük.

A jelenleg használt mikrofonok mindegyike igen kis jelfeszültséget szolgáltat. Ahhoz, hogy ezt a kis jelfeszültséget kellő mértékben felerősítsük, igen nagy bemeneti érzékenységű előerősítőre van szükség. A hangtechnika jelenlegi gyakorlatában, a korszerű félvezetős erősítőelemek mellett a hagyományos, elektroncsöves erősítők is megtalálhatók.

A mikrofon-előerősítőket az alkalmazott erősítőelemek fajtája és a bemeneti impedancia szerint különböztetjük meg. A bemeneti impedancia nagyságát minden esetben az előerősítőhöz kapcsolt mikrofonimpedancia határozza meg.



Legfontosabb minőségi követelmények: széles átviteli frekvenciasáv, kis torzítás, minimális zajszint és nagy túlvezérelhetőség az adott torzítási érték túllépése nélkül.

A nagy bemeneti impedanciájú mikrofon-előerősítők 0,1...1 MW -os bemenettel rendelkeznek. Ezeket elsősorbankondenzátormikrofonokhoz használják. A

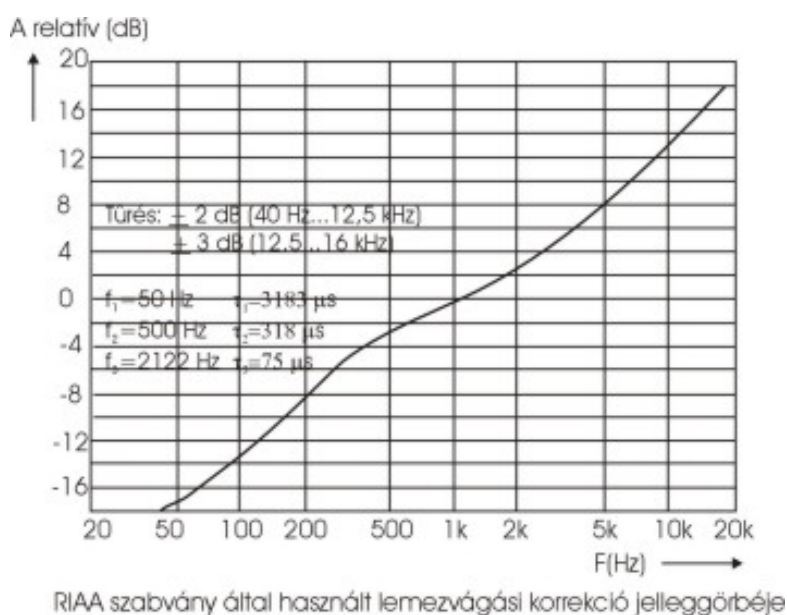
kondenzátormikrofonok előerősítőit a nagy bemeneti impedancia mellett, kis kimeneti impedanciával készítik (200 W ...2 kW). Ugyanis így illeszthetők leginkább a következő erősítőfokozathoz.

A kis bemeneti impedanciájú előerősítők 200 W ...1 KW -os bemenettel rendelkeznek, kimeneti impedanciájuk szintén ilyen értékű. A mikrofon-előerősítőknél nagyon fontos szempont - és megkülönböztetési alap - az, hogy önálló erősítőegységről van-e szó, vagy egy komplett erősítőrendszerben alkalmazott fokozatról. Az önálló előerősítőket ugyanis egységesen 200 W kimeneti impedanciával készítik. A teljes erősítőrendszerbe beépített előerősítő fokozatot pedig minden esetben az adott erősítő következő fokozatához illesztve méretezik.

A korszerű mikrofonerősítők frekvenciaátvittele 20...20 000 Hz között ± 1 dB-en belül lineáris. A közepes minőségűek 35...65 dB-t, a kimagaslóan jó minőségűek 50...70 dB-t erősítenek. Kimeneti jelfeszültségük 100...1500 mV nagyságrendű.

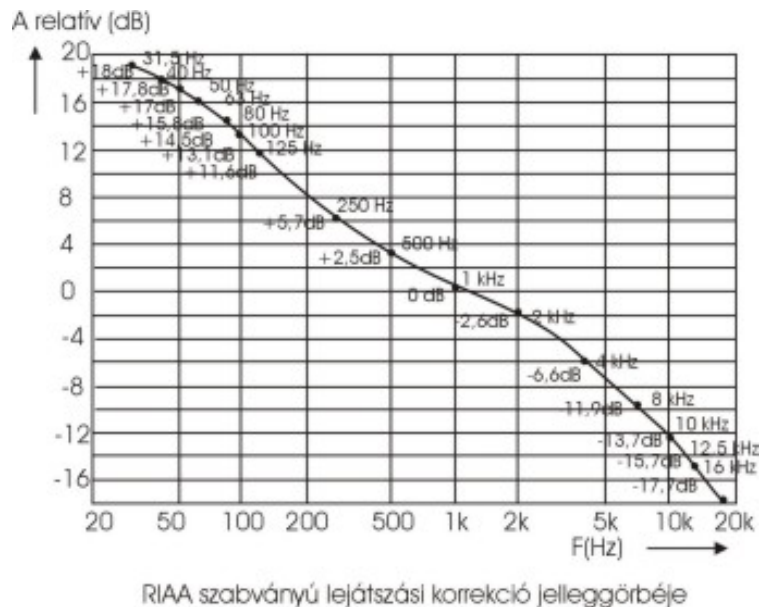
Hangszedő-előerősítők

Az általánosan használt hangszedőfajták közül a mágneses és dinamikus hangszedők kerülnek úgy forgalomba, hogy használatukhoz előerősítő közbeiktatása szükséges. E hangszedők hangfrekvenciás jelének erősítését kis zajú, nagy érzékenységű, nagy kivezérlési tartalékú és kis torzítású áramkörrel kell megoldani, hogy a további nagyszintű feszültség- és teljesítményerősítés során se növekedjék a torzítás a kívánnál nagyobbra.



12. ábra

A hanglemezek vágása különféle szabványok és normák által meghatározott frekvenciamenet szerint megy végbe. A hanglemez lejátszása során tehát az a cél, hogy a vágással ellentétes korrekció beiktatásával, helyreállítsuk az eredeti hangképet. Mivel a mágneses és dinamikus hangszedők közelítően lineáris frekvenciamenetet biztosítanak, a lejátszott és felerősítendő hangfrekvenciás jelet az előerősítőben kell korrigálni. Viszonyítási alapként legcélszerűbb a RIAA lejátszási karakterisztikát használni, amelyet egyre szélesebb körben használnak világszerte.



13. ábra



A RIAA korrekció jellemzője a három törésponti frekvencia: 50 Hz (3183 mikros), 500 Hz (318 mikros) és 2122 Hz (75 mikros).

A lejátszási korrekciót is megvalósító előerősítőnek igen nagy feszültségerősítéssel kell rendelkeznie ahhoz, hogy 1...10 mV bemenő jel esetén a mélyhang-tartományban is megfelelő szintű kimenő jelet szolgáltatson, de ugyanakkor a magashang-tartományú, nagy amplitúdójú jeleket is minimális torzítási határon belül vigye át. Ez azt jelenti, hogy egy nagy előtolással felvett (nagy kivezérlési szintű) hanglezem 16 000 Hz-en 7...8-szor nagyobb jelfeszültséget szolgáltat, mint 1000 Hz-en. A gyakorlatban ez általában nem fordul elő, mert sem a zene, sem a beszéd spektrumában nem találhatók ilyen nagy amplitúdójú nagyfrekvenciás összetevők.



A jelenleg használt mágneses és dinamikus hangszedőkhöz egyaránt alkalmaznak elektroncsöves, tranzistoros és integrált áramkörös előerősítőket. Legfontosabb követelmény: a minimális zajszint, szélessávú frekvencia-átvitel, megfelelő korrekció, kis harmonikus torzítás.

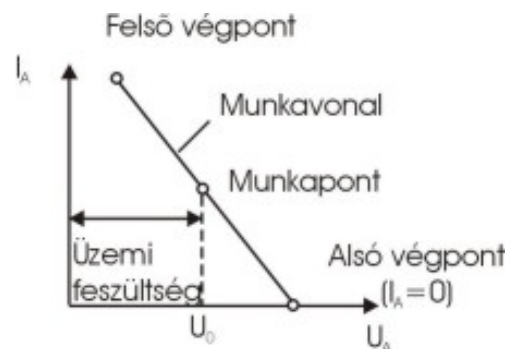
Végerősítők

Az elő- és feszültségerősítők által szolgáltatott, kellő szintre felerősített hangfrekvenciás jelfeszültség teljesítményerősítésére általánosan háromféle üzemmódban működő végerősítőt használunk, függetlenül attól, hogy az abban működő erősítőelemek milyen fajtájúak.

- A-osztályú végerősítő

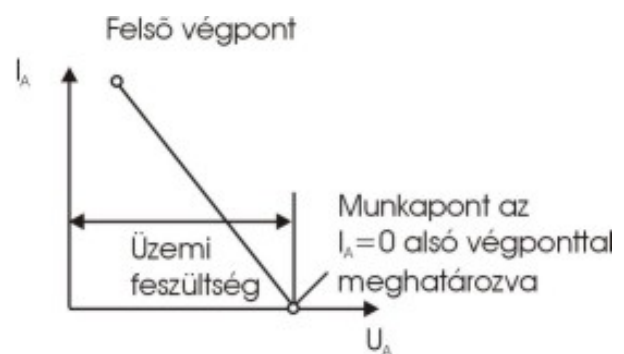
- B-osztályú végerősítő
- AB-osztályú végerősítő

Az A-osztályú végerősítő olyan együtemű teljesítményerősítő, amellyel az erősítőelem munkapontja a munkaegyenes kivezérelhető (lineáris) szakaszának a közepén helyezkedik el. Harmonikus torzitása viszonylag kicsi, a teljes erősítő azonban igen rossz (kb. 50%-os) hatásfokkal működik. Ez nagyobb teljesítményű végfokozatoknál jelentős energiavesztést okoz.



14. ábra A osztályú végerősítő munkapontja

A B-osztályú végerősítő olyan együtemű vagy ellenütemű beállításban működő teljesítményerősítő, amelynél az erősítőelem munkapontja éppen a lezárási pontban van, tehát csak a vezérlőfeszültség pozitív félperiódusainak idején folyik anód-, ill. emitteráram. Kis torzitású erősítés csak úgy valósítható meg, ha az erősítőelemek ellenütemű beállításban működnek. A B-osztályú beállításban működő teljesítményerősítőknél kiküszöbölhető az A-osztályú erősítők legfőbb hátránya, az állandó nyugalmi áram. Itt ugyanis az áramfelvétel minden pillanatban a kivezérlés mértékétől függ, tehát a felvett teljesítmény a hangfrekvenciás kimeneti teljesítménnyel arányosan változik. Ezáltal a B-osztályú végerősítők hatásfoka 70... 75%-os, de egyes jó minőségű erősítőknél 80%-os hatásfok is elérhető.



15. ábra B osztályú végerősítő munkapontja

Az AB-osztályú végerősítő ellenütemű beállításban működő teljesítmény-erősítő, amelyben egyesítik az A-osztályú és a B-osztályú végerősítők működési előnyeit. Az erősítő munkapontja az erősítési karakterisztika alsó könyökpontja felett van. Kis vezérlőfeszültség esetén A-osztályú, nagy vezérlőfeszültség esetén pedig B-osztályú erősítőként működik. Hatásfoka 60. ..65%-os.



16. ábra AB osztályú végerősítő munkapontja

A teljesítményerősítő rendeltetése az, hogy a bemenetére adott hangfrekvenciás vezérlőfeszültséget megfelelő hangfrekvenciás teljesítménnyé erősítse fel, s ezt a

kimenetére kapcsolt hangszóró vagy hangsugárzó rendszer meghajtásával hallható hanggá alakítsa. Attól függően, hogy milyen erősítőelemek működnek a végfokozatban:

- elektroncsöves végfokozatot,
- tranzistoros végfokozatot,
- integrált áramkörös

végfokozatot különböztetünk meg.

2. 3. A hangsugárzók, mint elektromechanikai átalakítók



A jelforrásokból eredő és megfelelően felerősített hangfrekvenciás feszültség teljesítménnyé erősítve akkor tehető hallhatóvá, ha a teljesítményerősítő kimenetére megfelelő elektromechanikus átalakítót - hangszórót, ill. hangsugárzórendszert kapcsolunk.

A korszerű hangtechnika alapproblémája ugyanaz, mint régebben: a különféle hangátviteli láncok részegységei közül ma is a hangsugárzó vagy hangszóró a leggyengébb láncszem.

A hangsugárzórendszerrel szemben ugyanolyan minőségi követelményeket támasztunk, mint a hangátviteli lánc bármely más tagjával szemben:

- Egyenletes frekvencia-átvitel
- Minimális torzítás
- Jó tranziens átvitel
- Megfelelő irányjelleggörbe
- Jó hatásfok

A jelenleg használt hangsugárzórendszereknek két fajtáját ismerjük, a hangszórókat és a fejhallgatókat. Míg a hangszórókat önmagukban, segédberendezés nélkül nem üzemeltetjük, a fejhallgatók önálló hangsugárzórendszert alkotnak.

Ugyanilyen önálló hangsugárzórendszer a különféle hangszórókkal csak sugárzást javító segédberendezésekkel alakítható ki. Ezek a következők:

- hangfalak,
- hangdobozok,

A hangszórók és a sugárzást javító segédberendezések együttesével szemben

módosulnak a minőségi követelmények is:

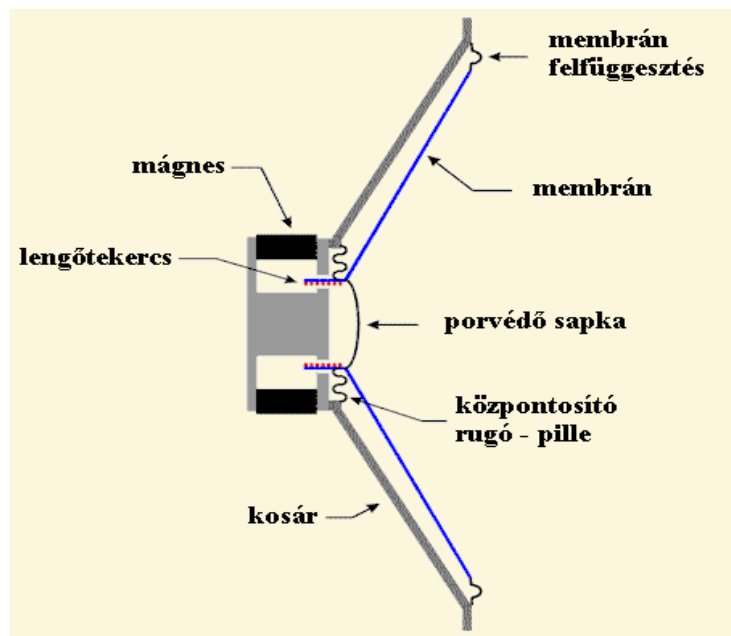
- elérhető legyen a szélessávú frekvencia-átvitel,
- a hangsugárzórendszer kedvező sugárzási tulajdonságokkal rendelkezzen,
- rövid berezgési és lecsengési idővel rendelkezzen,
- hangsugárzórendszer együttes önrezonanciája minél kisebb legyen,
- nagy hatásfokkal működjön.

Ezeket a követelményeket egyetlen hangszóró önmagában, fizikai működési adottságaiból eredően nem képes maradéktalanul teljesíteni. Éppen ezért, a szélessávú sugárzórendszereket több különféle jellegű hangszórót magában foglaló hangszórórendszerből - ún. többutas hangsugárzóként építik fel.

Hangszórók

A korszerű hangtechnikában alkalmazott hangsugárzóknak - legyenek azok fejhallgatók vagy hangszórók - kizárólag dinamikus elven működő típusokat használnak.

Mély-, közép- és magashang-sugárzásra egyaránt, permanens mágneses dinamikus hangszórókat alkalmaznak. Ezek felépítési elve hasonló egymáshoz. Az erős fazék vagy gyűrű alakú permanens mágnes mágneses teret kelt a gyűrű alakú légrésben, amelyben a lengőtekercs szabadon mozoghat. Ez a tekercs a széle mentén rugalmasan befogadott, tölcsér alakú és dugattyúszerűen mozgó membránhoz van erősítve. Az alkalmazott membrán általában papírtölcsér. Ha a lengőtekercsen hangfrekvenciás áramot vezetünk keresztül, az áram hatására keletkező mágneses erőter kölcsönhatásba kerül a permanens (állandó) mágnes erőterével. Ennek hatására a hangfrekvenciás feszültség pillanatról pillanatra változó polaritásától függően, a mágnes vagy befelé húzza, vagy kifelé löki magából a tekercset. A tekercssel együtt a hozzárögzített papírmembrán is követi az áram változásait. A membrán dugattyú



17. ábra Dinamikus hangszóró felépítése

módjára hat a környező levegőre:
nyomáshullámokat kelt maga előtt és
mögött. Ezek a nyomáshullámok a
mikrofon membránjára ható, eredeti
hangrezgések
nyomásingadozásának felelnek meg.
Így tehát a hangfrekvenciás
áramváltozások mechanikai
hangrezgésekké alakulnak.

Attól függően, hogy a papírból készült membrántölcsér milyen átmérőjű és mekkora alapterületű a hangszóró, különböző hangfrekvenciás sáv lesugárzására alkalmas. Általánosan meghatározva, a nagy membránátmérőjű és felületű hangszórók mélyhang-sugárzásra, a közepes membránátmérőjű és felületű hangszórók középhang-sugárzásra, a kis membránátmérőjű és felületű hangszórók pedig magashang-sugárzásra alkalmasak.

Mélyhang-sugárzók

Mély hang visszaadására általában 20...25 Hz-től 1500...2000 Hz között egyenletesen sugárzó hangszórót használnak. A mély hang visszaadásakor a következőket kell teljesítenie egy hangszórónak, ha hangfalba, rezonáns dobozba vagy zárt dobozba építik be



18. ábra Mélyhang sugárzó

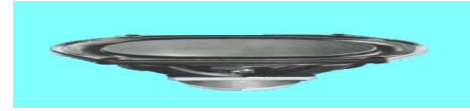
1. A mélyhang-sugárzó membránja lehetőleg nagy átmérőjű és nagy felületű legyen, hogy jó hatás-fokkal, nagy teljesítmény lesugárzására legyen alkalmas.
2. Rezonanciafrekvenciája 20 Hz-nél kisebb legyen.
3. A lehető legkedvezőbb hatásfok és a jó impulzusüzem érdekében, könnyű legyen a membrán. Felerősítésének igen lágynak kell lennie
4. A légrésben minél nagyobb legyen a mágneses térerő, mert ettől függ a hatásfok és a csillapítás.

Középhang-sugárzók

A középhang-sugárzó hangszórónak a 300...5000 Hz-es frekvenciatartományt lineárisan kell lesugároznia, a lehető legkisebb nemlineáris torzítás mellett. E hangfrekvenciás sáv közvetítéséhez a következő követelmények a legfontosabbak:



1. A hangszóró membránátmérője legalább 100...120 mm, vagy ennél nagyobb legyen. (Legalkalmasabbak a 150...200 mm membránátmérőjű típusok.)



19. ábra Középhang sugárzó

2. Rezonanciafrekvenciája a lineáris sugárzási tartomány alsó határfrekvenciájánál kisebb legyen.

Mivel az átviteli sáv felső határfrekvenciája közelében már bizonyos mértékű hangnyalábolás tapasztalható, ez egy hangszórórendszeren belül különböző irányba sugárzó hangszórókkal egyenlíthető ki.

Szélesebb hangsugárzási szög érhető el ovál hangszóró alkalmazásával, amit egy hangszórórendszerbe (hangfalba, hangdobozba) célszerű függőleges nagytengellyel beépíteni.

Magashang-sugárzók

A magashang-sugárzók a legnagyobb kisugárzott frekvencia hullámhosszához képest mindig nagyobb méretű membránnal rendelkeznek. Ez erős hangnyaláboláshoz vezet, ami kedvezőtlen a besugárzott hangtérben. Többutas hangszóró-rendszerekben ezért mindig több magashang-sugárzót használnak, amelyek egymáshoz képest különböző irányba sugároznak.



20. ábra Magashang sugárzó

Legfőbb jellegzetességeik:

- a. Merev, könnyű membrán, impregnált papírból, műanyagból, esetleg alumíniumból préselve.
- b. Viszonylag nagy rezonanciafrekvencia, ami legalább egy oktávval kisebb a kisugárzott frekvenciasáv alsó határfrekvenciájánál.

A magashang-sugárzó hangszórókat többféle elv szerint és kivitelben készítenek. Ezek közül a legáltalánosabban elterjedtek a következők:

- Papírtölcsér membrános magashang-sugárzók
- Műanyag tölcsér membrános magashang-sugárzók
- Magashang-sugárzó fémmembrános tölcsérek

Terhelhetőségük típustól függően 1... 5 W.

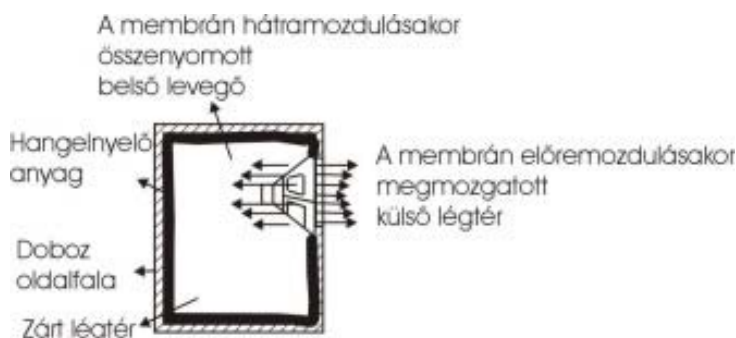
Hangdobozok

A hangdobozok kialakításában háromféle elvet követnek. Ennek alapján készítenek zárt dobozokat, reflexnyílásos dobozokat és akusztikai labirintusokat. Jelenleg legszélesebb körben a teljesen zárt, belül csillapítóanyaggal töltött hangdobozokat használják, amelyekbe vagy szélessávú hangszórókat egyutas rendszerben, vagy különféle mély-, közép- és magashang-sugárzó hangszórókat, többutas rendszerben építenek be. A zárt doboz elvileg egyenértékűnek tekinthető a végtelen nagy hangfallal, ami a hangközlés szempontjából ideális lenne. Gyakorlatilag azonban nem így van, mert egy lényeges zavaró hatás keletkezik: a zárt dobozba épített hangszóró önrezonanciája a dobozba zárt levegő rugalmassága miatt megnő, aminek hatására csökken a mélyhang-átvitel. Ennek az a magyarázata, hogy a hangszóró rezonanciafrekvenciája alatti frekvenciákon meredeken esik a hangszóró hangnyomás-intenzitása.

Zárt dobozok



A hangdoboz hátoldalának a lezárása elvileg teljesen megszünteti az akusztikai rövidzárat, viszont a dobozba zárt levegő rugalmas közegként hatást gyakorol a hangszóró membránjára.



21. ábra Zárt doboz felépítése működése

A rugalmas visszahatás idézi elő az eredő rezonanciafrekvencia emelkedését. A zárt doboz űrtartalmanak a növelésével elvileg elérhető egy olyan határeset, amikor a hangszórómembránra ható visszatérítő erőt már nem befolyásolja lényegesen a dobozba zárt légtömeg, s így nem emelkedik jelentős mértékben az önrezonancia-pont sem. Az ehhez szükséges doboz-méretek megállapításához azonban a membránfelfüggesztés rugalmas visszatérítő erejének a nagyságát kellene ismerni, aminek mérése egyszerű módon nem végezhető.



Azokon a frekvenciákon, ahol a doboz párhuzamos oldalainak a távolsága azonos méretű a hullámhossz felének egész számú többszörösével, állóhullámok keletkezhetnek, amelyek az átviteli egyenletességet csúcsokkal és völgyekkel törik meg. Ez a jelenség úgy akadályozható meg, hogy a hangdobozt akusztikailag csillapítjuk. E célból a belső teret 40...50 mm vastag vatta-, vagy habszivacs réteggel kell kibélelni. Fontos követelmény, hogy a doboz oldalfalának megfelelően vastagnak és merevnek kell lennie,

mert ellenkező esetben a hangnyomás hatására rezgésbe jöhetnek és káros rezonanciák keletkezhetnek.

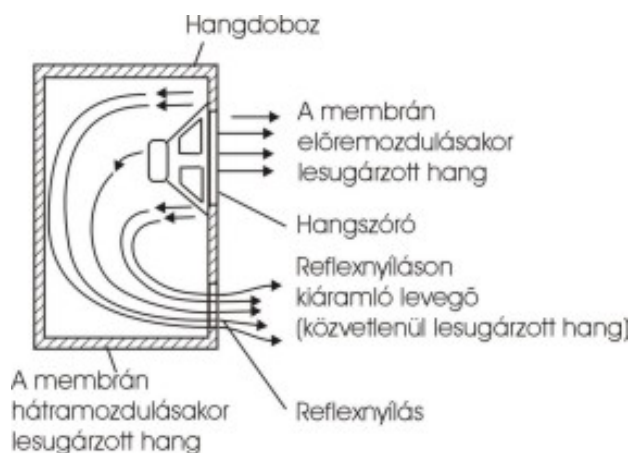
Mivel a zárt doboz nem kívánatos rezonanciáit csak úgy lehet csökkenteni, hogy a belső teret megfelelően csillapítjuk, ezzel a membrán által hátrafelé (befelé) sugárzott hangenergiát tulajdonképpen elnyeletjük a hangdobozzal. Emiatt a hatásfoka a felére csökken, s vele együtt a kisugárzott hangteljesítmény is. Az, hogy ma mégis elterjedten használják a különféle zárt dobozokat, azzal magyarázható, hogy a legegyszerűbben gyárthatók nagy mennyiségben, s összeszerelésük nem igényel különleges eljárásokat, módszereket. Mint látni fogjuk a következőkben, a különféle reflexdobozok előállításának egyik legkomplikáltabb művelete a doboz hangolása, ami nagyüzemi módszerekkel nem valósítható meg gazdaságosan.

Reflexnyílásos dobozok



Ha a zárt hangdoboz arra alkalmas helyén nyílást vágunk, megváltozik az akusztikai jellege. A dobozban levő és a nyíláson át a külső légtérrel érintkező levegő önálló mechanikai rezgőrendszert képez, aminek a rezonanciafrekvenciája csak a doboz méreteitől - űrtartalmától - függ, a benne működő hangszórótól azonban nem.

Általában a hangdoboz előlapján alakítanak ki nyílást, ott, ahol a hangszóró is elhelyezkedik. Ezt reflexnyílásnak nevezik. A nyílással ellátott hangdoboz rezonanciafrekvenciáját a nyílásban levő levegő tömege és a bezárt levegő rugóállandója határozza meg. A rezonanciafrekvencia annál kisebb, minél nagyobb a doboz térfogata és minél nagyobb a reflexnyílásban levő légtömeg.



22. ábra Reflexdoboz felépítése működése

A reflex-nyílásos hangdobozok között is legszélesebb körben az ún. "mélyreflex" dobozok terjedtek el. A reflexnyíláson át a dobozban összenyomott levegő a membrán hátrafelé mozgásakor kiegyenlítődhöz. Ezáltal a doboz jelentősége is megváltozik a zárt dobozhoz képest, mert rezonátor-ként is működik: a belső térben keletkező rezgéseket a reflexnyíláson keresztül átadhatja a külső légtérnek.



A hangdoboznak is és a beépített hangszórónak is saját rezonanciafrekvenciája van ebben a rendszerben.

A két rezgőrendszer szoros csatolásba kerül egymással, s működési elve a rádiótechnikában használt sávszűrőkhöz - csatoltrezgőkörökhöz - hasonlítható. Ebből következik, hogy a mélyreflex-dobozt úgy kell méretezni, hogy rezonanciafrekvenciája azonos legyen a hangszóróéval. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a hangdoboz csak akkor működik kielégítően, ha a hangszórót és a dobozt pontosan egymásra "hangoltuk".



Optimális impulzusátvitel és frekvenciamenet akkor érhető el, ha a mélyreflex-doboz a következő követelményeket kielégíti:

1. A dobozba zárt levegő rugóállandója egyenlő legyen a hangszóró membránfelfüggesztésének a rugóállandójával.
2. A hangszóró és a doboz önrezonancia-pontja azonos legyen.

Ha e követelmények teljesülnek, akkor a reflexnyílásban levő levegőtömeg egyenlő a membrán tömegével. Ebben az esetben a mélyreflex-doboz rezonanciafrekvenciája lezárt nyílásnál a hangszóró rezonanciafrekvenciájának gyök 2-szerese.

Hangszórórendszerek

A hangszórórendszerek több önálló hangszóróból állnak, amelyeket egy hangfal vagy hangdoboz foglal egységbe. Több hangszóró használatára akkor van szükség, ha igen széles hangfrekvenciás sávban akarunk egyenletes sugárzási intenzitást biztosítani. A Hi-Fi hangszórórendszereknél pl. alapvető követelmény, hogy a 20...20 000 Hz közötti frekvenciákat ± 6 dB tűréssel belül egyenletesen közvetítsék. Ekkora sáv átfogására egyetlen szélessávú hangszóró sem alkalmas önmagában. Ha lenne is ilyen, akkor sem célszerű használni, hiszen az egyes frekvenciaszakaszok kisugárzásánál a torzítás minimális szinten tartása egy hangszóróval nem valósítható meg.

A hangszórórendszerekben alkalmazott hangszórókombinációk többféle módon valósíthatók meg. A leggyakoribb az a mód, amikor a lesugárzási sávot két vagy három szakaszra osztva, két- vagy háromféle hangszóróval sugározzák ki egy hangdobozból.



Attól függően, hogy egy hangsugárzórendszerbe hányféle szakaszra bontva sugározzák ki az átviteli sávot, megkülönböztetünk egyutas, kétutas és többutas hangszórórendszereket.



Egy hangsugárzórendszeren belül a különböző (mély-, közép- és magashang-sugárzó) hangszórókat frekvenciaváltók beiktatásával kapcsolják össze. A frekvenciaváltók biztosítják, hogy az adott frekvenciaszakaszban sugárzó hangszóróra főként csak az ide tartozó hangfrekvenciák jussanak.

A felhasznált hangszórók tulajdonságaitól és a hangvezetés fajtájától függően 6, 12, vagy 18 dB/oktáv meredekségű frekvenciaváltókat kell alkalmazni. A keresztezési frekvencia helye is függ a hangszóróktól, ill. a hangvezetéstől. Ha bizonyos határok között ezek szabadon választhatók meg, akkor a fül számára legkedvezőbb frekvenciákat kell felvenni keresztezési frekvenciaként.

Egyutas hangszórórendszer

A gyakorlatban minden olyan hangsugárzó-rendszer egyutasnak tekinthető, amelyben csupán egyetlen hangszóró helyezkedik el. Ennek alapján egyutasnak tekinthető az egy hangszóróval felszerelt hangfal, a zárt doboz, a reflexnyílásos doboz. A különféle tölcsérek azonban egy hangszóróval is kétutas hangsugárzónak számítanak.

Az egyutas hangszórórendszer úgy alakul hangsugárzórendszerre, hogy a felhasznált hangszórót egy akusztikai rezonátorral (hangfal, hangdoboz) kombináljuk, s így működtetjük. Összehangolt működésük alapján nevezzük rendszernek.

Kétutas hangszórórendszer

A kétutas hangszórórendszerekben alapvetően kétféle hangszóró-kombinációt lehet alkalmazni:

1. A hangdobozba beépítenek egy mély- és középhang-sugárzásra alkalmas hangszórót és egy magashang-sugárzó hangszórót.
2. A hangdobozba egy mélyhang-sugárzó és egy széles-sávú hangsugárzó hangszórót építenek be.

Mindkét esetben a két hangszórót frekvenciaváltón keresztül kapcsolják össze, és kimenetük együttes eredője képezi az erősítővel szembeni terhelőimpedanciát. Egyszerű kétutas rendszereknél bizonyos esetekben előnyös, ha a mély és magas hangú tartomány keresztezési frekvenciáját egymástól függetlenül választják ki.

Többutas hangszórórendszer

A jelenleg használt zárt hangdobozok többségében háromutas hangszórórendszer működik, egyes ritkább esetekben négyutas hangszórórendszer. E megoldás szerint három, ill. négy szakaszra osztják fel a közvetítendő hangfrekvenciás sávot, s a szükséges hangszórókat is ennek megfelelően válogatják össze.

Egy háromutas rendszernél, pl. a 30...500 Hz-ig terjedő sávra mélyhang-sugárzót, az 500...6000 Hz-ig terjedő sávra középhang-sugárzót, a 6000...20 000 Hz-ig terjedő sávra magashang-sugárzót építenek be.

Fejhallgatók

A hangtechnikában használt fejhallgatók többsége Hi-Fi minőségű hangközlésre alkalmas, sztereo vagy kvadro rendszerű. A fejhallgató használatára ugyanúgy vonatkozik az a megállapítás, mint a hangszóróra: hogy minőségi jellemzőik alapvetően befolyásolják a teljes hangátviteli lánc minőségét. A fejhallgatók műsorhallgatás teljesen más akusztikai élményt ad, mint a hangszórós. A kettő közötti különbség abból adódik, hogy a hangszóróból megszólaló műsor hangzását jelentősen befolyásolja a lehallgatótér akusztikája: saját rezonanciákkal, káros utószóval, esetleg kedvező hatással módosítja.



A fejhallgató használatkor megszűnik a két fülbe jutó hanginformáció közötti akusztikai csatolás, elmaradnak a tökéletes akusztikai tér káros hatásai, viszont a fej mozgásával együtt mozog a hangkép is.

A különféle célra használt fejhallgatókat az alábbi felosztás szerint csoportosíthatjuk, felépítésük alapján:

- Papírmembrános, dinamikus fejhallgatók
- Műanyag membrános, dinamikus fejhallgatók
- Elektrosztatikus fejhallgatók
- Fémmembrános, dinamikus fejhallgatók

A papírmembrános dinamikus fejhallgatók tulajdonképpen kis méretű dinamikus hangszórók, amelyek megfelelő zárt és rugalmas légterű üregben szélessávú hangátvitelre alkalmasak.



A dinamikus fejhallgató működési jellemzői hasonlóak a hangdobozokba épített hangszórókéhoz. A hangzásbeli különbség főként a méretekből adódik és abban nyilvánul meg, hogy míg a hangdobozokba épített egy-, két- vagy többutas hangszórórendszerek között külön mély- és magashang-sugárzó hangszóró működik, addig a fejhallgatóban egy-egy miniatűr hangszóró sugározza a teljes hangfrekvenciás sávban megszólaló hangokat.

Mivel ezeknél még kisebb a membránfelület, mint a hangszórónál és még inkább érvényesül a belső térbe zárt levegő hatása, mélyhang-visszaadás különösen gyenge. A mélyhang-átvitel javítására főként a következő két módszert alkalmazzák.

Az egyik közismert módszer: a külső légpárna kialakítása. Ezt a hallgatómembrán köré vont habszivacs kerettel érik el, ami a membrán és a fül között lezárja a levegő mozgását. Rugalmas, légelzáró hatása következtében a fül és a membrán között egy, a külső hangtértől elszigetelt, ún. akusztikai üreg keletkezik. A habszivacs körgyűrűt műbőr huzattal védik a szennyeződéstől, ugyanakkor ez borítja le légmentesen a

hallgató műanyag háza köré. A másik módszer főként az 500 Hz alatti mély hangok jobb hatásfokú visszaadását segíti elő. A fejhallgató műanyag házának belső, zárt üregét a membrán hátsó oldala felől légnyílásokkal látják el. Ekkor a membrán befelé történő mozgásakor az összenyomott levegő egy hátsó nyíláson át kifelé áramlik, míg a membrán elé mozgásakor visszaszívódik az üregbe. Ezt a fejhallgatófajtát nevezik "lélegzőmembrános hallgatónak".

Általános megállapításként leírható, hogy a jelenleg használt Hifi fejhallgatók alkalmasak a 40...20 000 Hz-es frekvenciasáv ± 8 dB-en belüli közvetítésére. Annak ellenére, hogy a fejhallgatók kis méretű dinamikus hangszórói viszonylag nagy Doppler-torzítást is keltenek, használatukkal sok esetben kedvezőbb hanghatás érhető el, mint bármilyen jó minőségű hangdobozokkal. Ennek a már említett lehallgatási környezet akusztikai tökéletlensége a legfőbb oka.

2. 4. A Hi-Fi lemezjátszó főbb szerkezeti egységei és működése

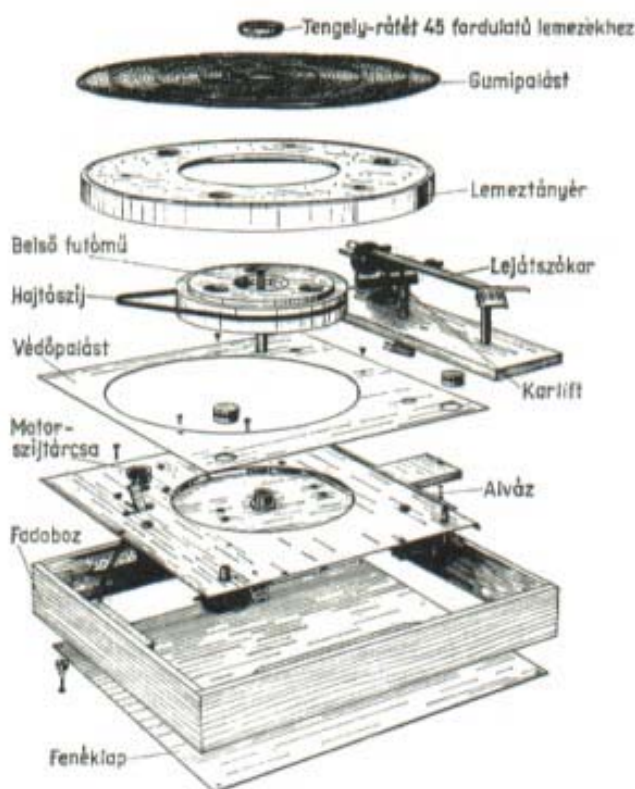
A műszakilag elavult Fonográf után az emberiség második hangközvetítő készüléke, amely a hanglemezen rögzített műsorok lejátszására használható. Mivel a hanglemezre rögzített műsor elvileg stúdióminőségűnek és zavarmentesnek tekinthető, az is feltételezhető, hogy ezt ugyanilyen minőségben le is tudjuk játszani, megfelelő lejátszószervezet használatával.

A lemezjátszó felépítése

A lemezjátszó mechanikai és elektro-mos szerkezetek kombinációjából kialakított készülék, amelyeknek összehangolt működése teszi lehetővé a hanglemezre rögzített hang lejátszását és megszólaltatását.



A fő mechanikai alkotóelemek a következők:
 lemeztányér,
 hajtómotor,
 lejátszókar és alváz.
 Az elektronikai alkotóelemek:
 hangszedő,
 motoráramkör,
 vezérlő- és kapcsoló elektronika.



Kiegészítő mechanikai elemek:
karlift, be- és kikapcsoló
automatika,
antiskating-szerkezet.

23. ábra Hi-Fi lemezjátszó felépítése

A futómű



A lemezjátszónak azt a mechanikai egységét, amely lehetővé teszi a hanglemez egyenletes, ingadozás nélküli és adott fordulatszámú folyamatos forgatását, futóműnek nevezzük. A futómű egysége három fő alkotóelemből áll: lemeztányér, hajtómotor és a forgatónyomatékot közvetítő elem.

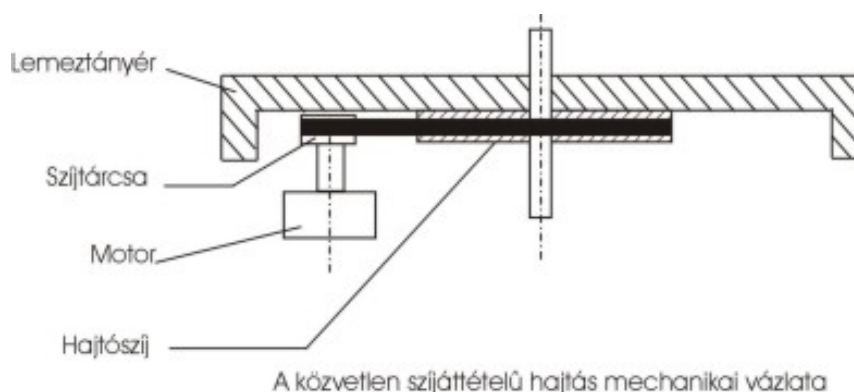
A futóműveket a forgatónyomaték átviteli rendszere - a lemeztányér hajtási módja - alapján csoportosíthatjuk. Ennek alapján ismeretes:

- közvetlen dörzsáttétellel hajtott,
- közvetlen szíjáttétellel hajtott,
- közvetett szíjáttétellel hajtott és
- közvetlen, motor-forgórészes tányérú futómű.

Közvetlen szíjáttételű hajtás

A Hi-Fi lemezjátszók futóműveinél alkalmazott megoldás. A motor tengelycsonkjára szerelt szíjtárcsa és a lemeztányér között hajtószíj közvetíti a forgatónyomatékot. E futóműben a lemeztányér két részből áll: egy kisebb fém- vagy műanyag tányérból, amelynek peremén fut a hajtószíj, és egy nagy fémtányérból (ez maga a lemeztányér) amely a kis tányérra fekszik fel. Legfőbb követelmény a nagy lemeztányér-tömeg, amely a lendítőerőt biztosítja a tehetetlenségénél fogva.

A lemeztányér könnyű futásának alapvető feltétele a jó csapágyazás. Ezt biztosítja az alsó csőcsapágy, amelynek alján acélgolyó tartja a tengelyt.



24. ábra

A közvetlen szíjártételű hajtás csak kis fordulatszámú elektromotorokkal valósítható meg. Hajtási célra főként egyenáramú, tranzisztoros áramkörrel vezérelt fordulatszámú motorokat használnak. Ezeknek külön az az előnyük, hogy az áramköri vezérléssel változtatható a fordulatszámuk.



A fordulatszám-változtatás lehetővé teszi a lemeztányér mindenkor terhelése szerinti lassuló fordulatszám utólagos - lejátszás közbeni - korrigálását, ködfénylámpás stroboszkóp ellenőrzése mellett. A felhasznált hajtószíj leginkább körkörös vagy szögletes keresztmetszetű, de igen gyakran alkalmaznak lapszíjat is.

A motor

A futómű hajtására használt elektromotorokat táplálás és működési jelleg szempontjából a következő csoportokba sorolhatjuk:

- váltakozóáramú aszinkron motor,
- váltakozóáramú szinkronmotor,
- egyenáramú, nagy fordulatszámú motor,
- egyenáramú, kis fordulatszámú motor.

Hangszedők

A hangtechnikában alkalmazott jelforrások között jelentős szerepet töltenek be. A jelenleg használt hangszedők 99,9%-a érintéses letapogatási elven működik. Felépítés szerint az alábbi hangszedőfajták ismeretesek:

- a. Piezoelektromos
 - Kristályhangszedők
 - Kerámia hangszedők
- a. Induktív jellegű
 - Mágneses hangszedők
 - Dinamikus hangszedők
- a. Kapacitív jellegű
 - Kondenzátorhangszedők
- a. Elektronikus

- Fotoelektromos hangszedők
- Félvezetős hangszedők

Ezek közül a mágneses hangszedők terjedtek el legjobban a Hi-Fi technikában. Felépítésük szerint háromféle különböztethető meg:

- Mozgó mágneses (magnetodinamikus)
- Mozgó lágyvasas (indukált mágnesű)
- Változó mágneses ellenállású



A *mozgó mágneses hangszedő* a hangbarázdában mozgó lejátszótű mechanikai rezgésének megfelelő hangfrekvenciás kimenő jelet a mágneses indukció elve alapján állítja elő.



A *mozgó lágyvasas hangszedő* felépítése és működési elve hasonló a mozgó mágneses hangszedőéhez. Ennél azonban a hangszedő mozgó eleme nem mágnes, hanem lágyvas (ami a tűtartó szárához van rögzítve). E lágyvas azonban a hangszedő belsejében állandó szórt mágneses térben van, s ezáltal másodlagos mágnesként viselkedik.



A *változó mágneses ellenállású hangszedő* szerkezeti felépítése lényegesen különbözik az előbbi kettőtől. A változó mágneses sönt elven működő – vagy más néven polarizált fegyverzetű – hangszedő felépítésében az a lényeges különbség az eddigiekhez képest, hogy a mágneses erővonalak forrása és a tekercsek azonos mágneses körben helyezkednek el.

Általánosan alkalmazott tűfajta ezeknél a hangszedőknél gyémánttű, amely hosszú élettartamú és kisebb nyomóerejű lejátszást tesz lehetővé. Az előzőekben tárgyalt mágneses hangszedők felépítés a következő ábrákon láthatók:

A lejátszókar

A hangszedőt a forgó hanglemez barázdáiban a lejátszókar vezeti végig, geometriailag meghatározott helyzetben. A lejátszókarok hossza jelentős mértékben befolyásolja a lejátszott hangbarázdából kapott hangminőséget is. Általánosan háromféle karhosszúságot alkalmaznak a jó minőségű, közhasználatú és Hi-Fi lemezjátszóknál:

- 10"=254 mm
- 12"=304,8 mm
- 16" = 406,4 mm

Ahhoz, hogy egy lejátszókar maradéktalanul megfeleljen a hanglemez barázdáinak a letapogatására, a következő követelményeknek keli megfelelnie:



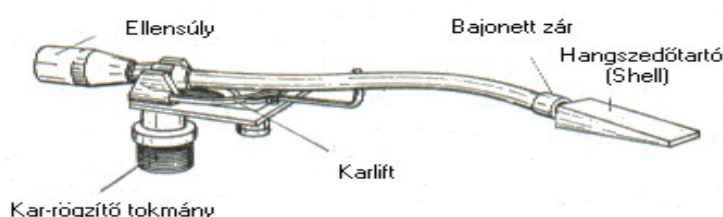
- a. A hangszedő hossz tengelye minden pillanatban érintőleges legyen a körbenfutó barázdával. Ez azt jelenti, hogy a hangszedő hossz tengelye és a lemezek a lejátszótű pontján átfutó sugara derékszöget zárjon be egymással.
- b. A tűhegyre és a barázdafalra csak olyan erő hasson, ami a moduláció lekövetéséhez elengedhetetlenül szükséges. Tehát a lejátszókar effektív tömege minél kisebb legyen, tehetetlenségi nyomatéka pedig elhanyagolhatóan csekély.
- c. A lejátszókar sem mechanikus, sem elektromos hatással ne befolyásolja a lejátszási frekvenciamenetet. E követelményt úgy fogalmazzák még meg, hogy a lejátszókar semleges legyen a lejátszás elektromechanikai folyamatában.
- d. A lejátszókarnek biztosítania kell, hogy a hozzá rögzített hangszedő tűjének a hegye a lejátszás folyamán állandóan érintse a barázda két oldalfalát, s ez a kontaktus még pillanatnyi időre sem szűnhessen meg.

A Hi-Fi lemezjátszókarban legalább 10"-os szintén könnyű fémből készített lejátszókarokat használnak, amelyeket háromféle alak szerint préselnek:

- egyenes szárú,
- egyirányba tört szárú,
- kétirányba tört szárú (ún. "S" kar).

Az egyenes szárú lejátszókarok a Hi-Fi lemezjátszókarban is hasonlóak a rövidebb, olcsóbb lejátszókarokhoz. Csupán a hosszuk nagyobb és a csapágyazásuk jobb. A kar végén a hangszedőtartó kagylót nem bontható rögzítéssel erősítik fel, s ebben csavarral rögzítik a hangszedőt.

Az egyirányba tört szárú karoknál nem a hangszedőtartó kagyló van bizonyos szögben illesztve az egyenes kar végéhez, hanem a kar szárát törik meg, kb. a csapágyazástól számított 2/3-ad hosszánál, 15...25-os szögben, a csapágyazás felől nézve, jobb felé hajlítva.

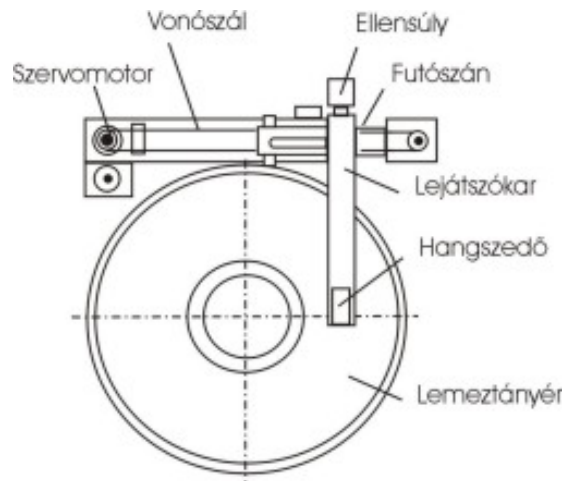


Kétirányba tört szárú lejátszókar



25. ábra

A kétirányba tört szárú lejátszókarokat köznap szöhasználatnál S-karnak nevezik. Ezek a lehető legkisebb barázdakövetési szöghiba mellett vezetnek a hangszedőt a barázdában, a tengely körül elforduló lejátszókarok közül.



26. ábra Tangenciális lejátszókar

A szabványos méretű hangszedőket nemzetközileg egységesített bajonettzáras kagylóba szerelik be. Ez a kagyló a bajonettzár oldásával kiemelhető a karból és dugaszolással bármely más - hasonló szabványú karba behelyezhető és ott rögzíthető.

Az egy pont körül elforduló hagyományos felépítésű lejátszókarok mellett, készítenek ún. "tangenciális lejátszókart" is, amely működésében a vágófejhez hasonló vezetést biztosít a hangszedőnek és a tűnek. Működése röviden a következő: a tangenciális lejátszókar hátsó pontja párhuzamosan halad a lemez sugarával, a külső átmérőtől a belső felé. Ezáltal a karon levő hangszedő minden barázdát derékszög alatt érint. A kar előtolását elektronikai áramkör végzi, azonban a változó barázdaemelkedés miatt nem folyamatos egyenletességgel, hanem pillanatról pillanatra változóan, szakaszosan. Amint a tű néhány tízed mm-t halad befelé a barázdában, a karon levő elektromos érintkezők záródnak és az előtolást végző szervomotor ismét merőleges helyzetbe húzza a lejátszókart. Ezzel a módszerrel érhető el a legkisebb vízszintes lekövetési szöghiba. A bonyolult mechanika és a költséges vezérlő elektronika miatt azonban ez a megoldás nem terjedt el szélesebb körben.

Kezelési szempontból egyetlen hátránya, hogy a hanglemezen kiválasztott egyes szakaszok gyors lejátszása - az egy pont körül elforduló karokkal ellentétben - nehezekebb és lassúbb.

A lejátszókarok kapcsán szükséges még kitérni ezek egyik kiegészítő tartozékára, a karlifton. A lejátszókart nem célszerű kézzel helyezni a hanglemez fölé. A vékony

lejátszótű könnyen megreped, vagy eltörik, ha egy rossz kézmozdutattal ráejtjük a kart a lemezre. Ennek kiküszöbölésére készítik a karleengedő liftet.

A vezérlő elektronika

A nagyobb teljesítményű Hi-Fi lemezjátszóknak olyan hajtómotorokat alkalmaznak, amelyeknek a fordulatszámát feszültségstabilizáló elektronikus áramkör vezérli. Ez a névleges fordulatszám stabilizálása mellett lehetővé teszi, hogy széles tűréshatárok között folyamatosan is szabályozhassuk a lejátszási sebességet, s változtassuk a névleges fordulatszámot.

A motor vezérlésére beépített áramkörök rendeltetésüktől függetlenül lehetnek diszkrét áramkörös, tranzistoros felépítésűek és integrált áramkörösek. A lejátszási fordulatszám szabályozását az áramkörbe iktatott és szabályozókaral kivezetett potenciométerrel végezhetjük. A mindenkor fennálló fordulatszámot a legtöbb lemezjátszóban nincs lehetőségünk ellenőrizni.



Az egyszerűbb kivitelű - és még az igényesebb - Hi-Fi készülékek esetében is csupán stroboszkóptárcsa áll rendelkezésre, amelyet egy ködfénylámpával megvilágítva, csupán a beállítandó szinkron-fordulatszám pontosságát olvashatjuk le. A névlegestől nagyobb fordulatszámnál a szinkronvonások a tányérral azonos irányba haladnak, kisebb fordulatszámnál pedig azzal ellentétesen. Ha a névleges sebességgel forog a lemeztányér, a vonások egy helyben állnak, s nem vándorolnak sem előre, sem hátra.

A korszerű digitális áramkörrel kiegészített lemezjátszóknak a mindenkori fordulatszámot nem stroboszkóptárcsán, hanem LED számjegyes kijelzőn olvashatjuk le. Itt a pontos eltérést is számjegy mutatja.

Az elektronikus fordulatszám-vezérlő áramkörök korszerűbb formája az integrált áramkörös elektronika alkalmazása.

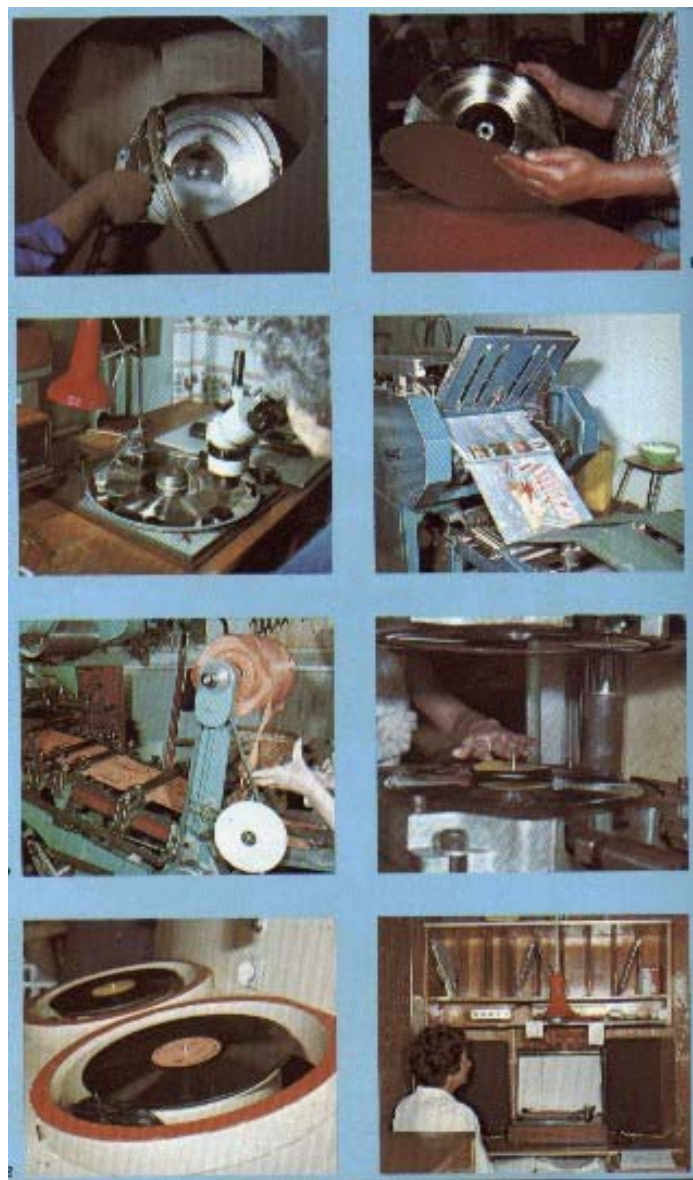


Ellenőrizzük a Hi-Fi lemezjátszó névleges fordulatszámát stroboszkóptárcsa segítségével. Ha nem a névleges értéket mérjük, változtassuk addig a fordulatszám szabályzóval az értékét, míg a helyes értéket nem kapjuk.

A hanglemez

A hanglemezre rögzítendő műsort a stúdiókban sokcsatornás magnetofonra veszik fel és a szükséges - műszaki és művészi - szempontok alapján végzett keverés után kétcsatornás sztereo magnóval rögzítik. Erről a sztereo mesterszalagról játsszák át a hanglemezvágóra a rögzített műsort. A hanglemezvágó fűtött tűvel lakklemezbe (esetleg néha még viaszlemezbe) vágja a magnóról lejátszott információt. Az így elkészített - viszonylag képlékeny felületű lemez, a gyártási és sokszorosítási folyamatban az első mechanikai jeleket tartalmazó információtároló.

A vágott lemez felületét ezüstözik, majd az ezüstözött felületre galvanikus úton, kb. 1 mm vastagságú nikkel-réteget visznek fel. Ezt leválasztják a lakklemezről, s erről az alaplemezről további galvanikus másolatot, ún. anyalemezt készítenek. Az anyalemezből – szintén galvanoplasztikával – a sokszorosítandó mennyiség figyelembevételével több tucat "fiúlemezt" készítenek. Egy-egy fiúlemezből 300...400 műanyag másolatú lemez préselhető. E fiú-lemezeket nevezik prés-matricáknak, amelyeket egymással szembefordítva (A és B oldal) szerelik be a présgépbe. A sokszorosított hanglemezt hőre lágyuló PVC alapanyagú vinilből préselik.



27. ábra Hanglemezgyártás

A hanglemez műszaki jellemzői



A hanglemezek kétféle méretben készülnek. A hosszanjátszó, ún. "longplay" lemezek 300 mm névleges átmérővel, a kislemezek 170 mm névleges átmérővel. A 300 mm-es lemezek lejátszási

fordulatszáma $33 \frac{1}{3}$, a 170 mm-es lemezek lejátszási fordulatszáma 45 fordulat percenként. A hanglemez vastagsága kb. 1,5...2 mm. A 300 mm-es lemez középpontjában $7,24 +0,09/-0$ mm átmérőjű furat van, a 170 mm-es lemez nagyméretű középponti furata 38 mm átmérőjű.

A sztereo hanglemez barázdáit egymással 90° -os, a lemez síkjával $\pm 45^\circ$ -os szögben vágják. Így a két barázdaoldalba rögzített sztereo információ "monokompatibilis". Ez azt jelenti, hogy mono hangszedővel is lejátszható. A középpont felé eső belső barázdafal hordozza a bal csatorna információit, a hanglemez külső kerülete felé eső külső barázdafal hordozza a jobb csatorna információit.

Egy 300 mm-es nagylemez-oldalra rögzíthető műsoridőt az szabja meg, hogy milyen barázdaszélességei és milyen barázdatávolsággal vették fel a rögzített műsort. A sztereo barázdaszélesség a lemez felületén 40 mm, a barázdamozgás maximális sebessége pedig 80 mm/s.

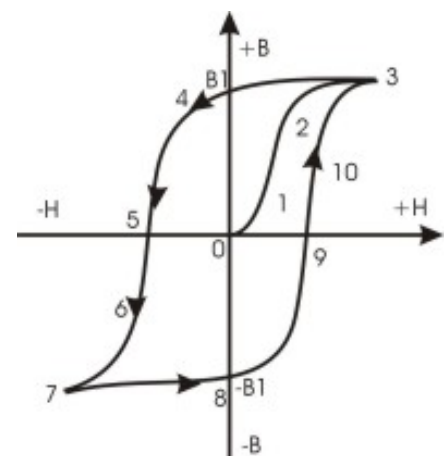
A DIN szabvány normája szerint, 500 Hz alatt 40 dB/dekád meredekséggel vágó felüláteresztő szűrővel -40...-50 dB zajszint mérhető, a lemez anyagától és a préselés jószágától függően.

A kétcsatornás sztereo információt hordozó hanglemezek átlagos frekvenciatartománya 40...15 000 Hz a-3 dB-es pontokhoz képest.

2. 5. Mágneses hangrögzítés és lejátszás elve

Alapfogalmak

A mágneses hangrögzítés elve azon alapszik, hogy a mágnesezhető anyagok (pl. vas) mágneses állapota külső mágneses tér hatására megváltozik. Ezért néhány szót kell ejteni a mágnesezés lefolyásáról. A vízszintes tengelyen a vasanyagra ható mágneses térerősség, a függőleges tengelyen a vasban fellépő indukció van feltüntetve. Nem mágneses állapotból kiindulva, a mágneses tér növelésével fellépő vasindukciót az 1-2-3 vonal mutatja. Ezt a vonalat nevezik szűzgörbének, mivel az anyag felmágneseződése ezen a görbén kezdődik el a mágnesesen semleges anyagban. A 3 pontot telítési pontnak nevezik, mivel a térerősség további növelésével a vasindukció gyakorlatilag már nem növekszik. Csökkentve a térerősséget, az indukció nem a 3-2-1 görbe mentén, hanem a 3-4-5 görbe mentén, 0 térerőnél csak B_1 értékig csökken. Tovább csökkentve a térerőt a negatív értékek felé, az indukció nullára csökken, majd ellenkező előjelűvé válik (megcserélődnek a mágneses pólusok), és az 5-6-7 vonal mentén változik. A 7 pont ismét a telítési pont. Innen ismét változtatva pozitív irány felé a térerőt, a



28. ábra Hiszterézis görbe

7-8-9 görbe szerint alakul az indukció. Így alakul ki a mágneses hurok, amit az anyagra jellemző hiszterézisgörbének is neveznek. A B_1 érték az anyag remanenciája, ahol az indukció értéke nulla, a hozzá tartozó térerőt pedig koercitív erőnek nevezik. Minél nagyobb a remanencia, és kisebb a koercitív erő értéke, annál jobb mágneses tulajdonságokkal rendelkezik az illető anyag. Gyakorlatilag ez a folyamat játszódik le a mágneses hangrögzítés közben is.



Alapjában véve három típusú magnófej különböztethető meg: a törlő-, a felvevő- és a lejátszó fej. Mindhárom fajta fejnek valamilyen nagyságú légrése van, amin keresztül a mágneses erővonalak kilépnek és az előttük elhaladó szalagon záródnak.

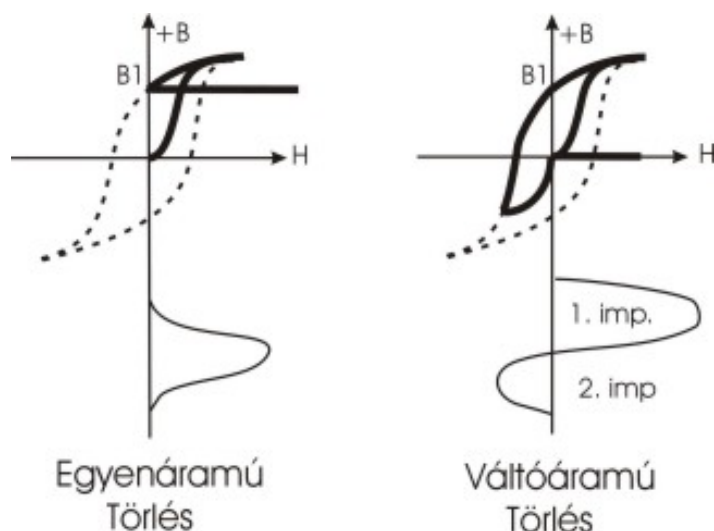


A törlő fej mágnesesen semleges állapotba hozza az előtte elhaladó szalagot, a felvevő fej a modulációnak megfelelően felmágnesezi azt, a lejátszó fej pedig reprodukálja a mágneses jelekből az eredeti modulációt. Létezik ezen három fejtípuson kívül még egy negyedik is az ún. kombináltfej, amely általában a közhasználatú készülékekben használatos. Ez a magnófej egyaránt alkalmas felvételre és lejátszásra. Átkapcsolható rendszerben, hang-frekvenciás árammal gerjesztve felvevőként, a magnószalag mágneses mezeje által vezérelve lejátszófejként működik.

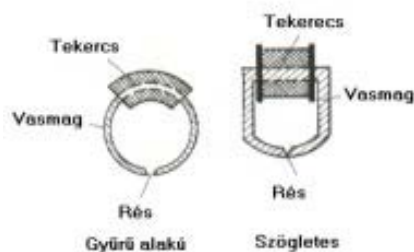
Törlő fej

Hogy a szalagra ne csak a moduláció kerüljön, felvétel készítésekor a legelső lépés mindig a szalag törlése.

Az előző mágneses állapot törlése történhet állandó mágnessel ill. egyenárammal meghajtott törlőfejjel. Ezt nevezik egyenáramú törlésnek, ami nyilván a nullától különböző mágnesességet hoz létre a szalagon. Ez a szalag mágneses anyagának inhomogénitása miatt a hasznos jelben szintin-gadozást hoz létre, valamint igen nagy alapzajt eredményez. Ennek kiküszöbölésére vezették be a váltóáramú, nagyfrekvenciás törlést, ami olyan állapotba hozza a szalagot, hogy az indukció értéke 0 lesz.



29. ábra Törlési eljárások



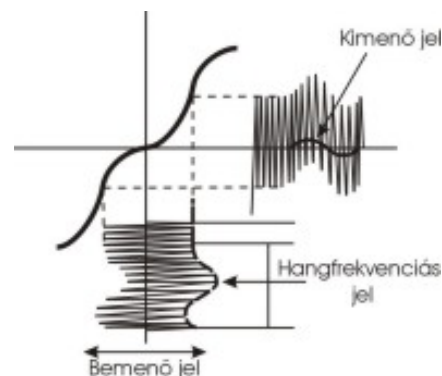
30. ábra Törlő fejek felépítése

A törlő fej részszélessége viszonylag nagy, hogy hatásos legyen a törlés, sokszávos magnóknál a törlő fej a sávok számának megfelelő számú egybeépített fejből áll, és csak a szalag megfelelő sávját törli, de az ilyen magnóknál van egy, a teljes szalagot törlő fej is.

Felvevő fej

Ha a mágnesen semleges szalagra simán rávisszük a felvevő fejjel a modulációnak megfelelő mágneses jelet, akkor az meglehetősen kis értékű jelet hagy a szalagon, amit lejátszva még nagy torzítások jellemeznek. Ez a szűzgörbe lapos és nagy görbületű kezdeti szakaszának a következménye. Ezért a felvételkor a szalagot mágnesesen "előfeszítik", hogy a változó mágnes tér egy megadott indukció-óra külön üljön (szuperponálódjon) rá.

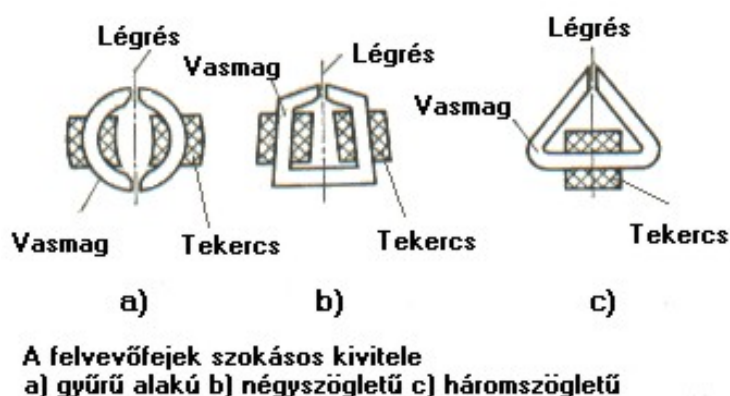
Ezt nevezik előmágnesezésnek, ami a törlő



frekvenciával azonos frekvenciájú, a szalag mágneses tulajdonságainak megfelelő nagyságú előmágnesező árammal hoznak létre. Ez azt jelenti, hogy a szalagon ún. munkapontot a szűzgörbe viszonylag lineáris szakaszának a közepére állítják be, hogy a lehető legnagyobb még torzítást nem okozó mágnesezést lehessen létrehozni a szalagon.

31. ábra Előmágnesezés

A nagyfrekvenciás előmágnesezés előnye még a zaj csökkentése is. Az előmágnesezés értékét a szalaggyártó cégek megadják, de azt mindenkor mérésrel kell beállítani az adott szalagtípusra, mert a torzítás és az érzékenység (a leadott hullám-frekvenciás jel nagysága) között kompromisszumot kell kötni.



32. ábra

A felvevő fej sokkal kényesebb felépítés szempontjából, mert két légréssel rendelkezik, az egyik résznek, ami a szalaggal érintkezik, keskenynek kell lennie, hogy a legmagasabb átvitendő frekvenciánál is lehetőleg csak egy, a modulációnak megfelelő értékre mágnesezze fel a szalagot.

A felvevő fej hátoldalán is van egy rés, ami az elől lévőnél nagyobb, ez hivatott biztosítani, hogy a moduláció nagyságától függő, de a frekvenciájától független állandó áramerősség folyjék, és a mágneses térerősség arányos legyen a fejben folyó áramerősséggel.

Lejátszó fej

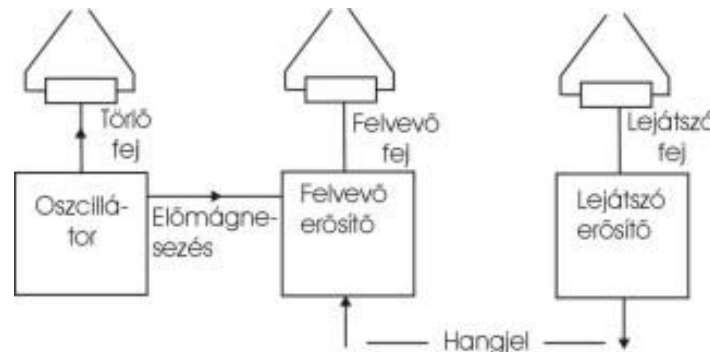


A hang minőségét leginkább a lejátszó fej befolyásolja, s főleg a magas hangoknál fontos, hogy a rés feje kicsi legyen, mivel ha adott sebességnél a jel hullámhossza közelít a rés méretéhez, a letapogatott feszültség fokozatosan csökken.

Mivel a szalagról nyert feszültség igen kicsi, a külső zavarok ellen a fejet megfelelően árnyékolni kell, s ezt a kis jelet feldolgozó erősítőt sokszor a lejátszó fej közvetlen közelében helyezik el.

A magnó elektromos felépítése

Az eddig elmondottak alapján egy hangfelvevő magnó általános blokksémája a következő:



33. ábra A magnó elektromos felépítése

Oscillátor

Ez szolgáltatja a törölő- és előmágnesezési áramot. Frekvenciája 50-100 kHz között van, és kimenő fokozatának olyan áramerősséget kell produkálnia, hogy különféle veszteségek ellenére a törlés hatékony legyen. Ez azt jelenti, hogy a szalagra előzőleg felvitt jelet olyan mértékben kell letörölnie, hogy az legalább 60 dB-lel (1000 szer) kisebb legyen a törlés után.

Ugyanezen oszcillátor szolgáltatja az előmágnesezéshez szükséges áramot is a felvevő fejhez. Értékét változtatni kell tudni, hogy az adott szalaghoz optimálisra beállítható legyen.

Felvevő erősítő

Ez biztosítja, hogy a felvevő fej frekvenciájától független, a moduláció nagyságának megfelelő áramot kapjon, és bizonyos, főleg a magasabb frekvenciákon jelentkező veszteségeket korigálja különféle frekvenciakorrekciókkal. Felfogható úgy is a felvevő erősítő, mint egy áramgenerátor. A stúdiómagnóknál a felvevő erősítő bemenete szimmetrikus, a bemenő szintje általában +6 dBm.

Ezen erősítőn keresztül jut az előmágnesező áram is a felvevő fejhez.

Lejátszó erősítő

A szalagon levő mágneses jelet a lejátszó fej letapogatja, és elektromos feszültségként adja tovább az erősítőnek. Itt a jel az összes frekvenciafüggő veszteséggel jelenik meg, a lineáris átvitel biztosításához a lejátszó erősítőt látják el a megfelelő frekvenciakorrekciókkal. A nagyfrekvenciás előmágnesezésből a lejátszó erősítőre jutó nagyfrekvenciát megfelelő szűrővel távolítják el. A jel megfelelő feldolgozás után stúdiómagnóknál a szimmetrikus kimeneten +6dBm.

Mechanikai Felépítés

A felvétel minőségét nemcsak az elektronika, hanem a mechanikai felépítés is befolyásolja.

Biztosítani kell a szalag egyenletes, pontos futását. Ezért a szalag továbbítását az ún. főmotor végzi, ami a gumigörgővel a motor főtengelyé-hez nyomott szalagot a megfelelő sebességgel egyenletesen tovább-bítja. A szalag egyenletes futását, a lecsévélt és a felcsévélt a mechanikus szűrőkkel ellátott szalagút biztosítja. Ezeket szalagfeszítő karoknak nevezik, és a lecsévélt motor, ill. a felcsévélt motor és a főtengely között helyezkednek el, és ezek gondoskodnak felvétel és lejátszás közben a szalag megfelelő feszítéséről. Ez is elektronikusan szabályozható. Ennek jóságát a hangmagasság ingadozással mérik, s a mai gépeknél már igen jól mérhetők, mivel a főmotor fordulatszámát elektronikusan szabályozzák.



Szalagpálya orsós magnóban



Szalagpálya kazettás magnóban

34. ábra Az orós és a Copmpact Casette rendszerű magnók szalagpályája

A másik lényeges tulajdonság a felfutási idő, ami az álló gép elindítása után a névleges sebesség eléréséig eltelt idő. Ennek minimális értékén tartásához a főtengely a gép bekapcsolása után állandóan forgásban van, és a gumigörgővel hozzányomott szalagot igen kis idő elteltével már a névleges sebességgel továbbítja.

A futómű másik feladata a szalag csévéltése előre ill. hátra. Ezt a lecsévélt ill. a felcsévélt motorok végzik a szükséges mechanikai részekkel (szalagvezető orsók, kiegyenlítő karok, szalagvezető babák) együtt. A gép egyik mechanikai jellemzője a tekercselési idő, ami azt jelenti, hogy egy adott hosszúságú szalagot (pl. 1000 m) mennyi idő alatt csévélt át egyik orsóról a másikra. Tekercselés közben a szalag emelkedik a fejegységről, hogy ne koptassa feleslegesen a fejeket és a szalag mágneses rétegét.

Zajcsökkentő áramkörök



Nagyon nagy gondot okozott és okoz ma is a szalagok zaja. Mivel a szalag saját zaja a technológiai fejlettségétől és elvi tényezőktől függően túlzottan nem csökkenthető ezért szükséges a zajcsökkentő automatikák alkalmazása.

Az egyszerűbbek – pl. Philips DNL – csak lejátszáskor működnek. Ha a szalagon kevés a magas hang, az automatikák levágják azt, mert “azt hiszik”, hogy csak a szalagzajból származhatnak. Ezek az automatikák csak egészen gyenge felvételeken tudnak javítani. A bonyolultabb automatikák (Dolby laboratórium: Dolby A,B,C Dolby HX, JVC ANRS és Super ARNS) felvételekor és lejátszáskor is beavatkoznak.



A legelterjedtebb zajcsökkentő áramkör a Dolby B. A Dolby A-tól főként abban különbözik, hogy a zajcsökkentés csak a magas hangokra hatásos. A bemenő jelet ugyanis nem bontja 4 sávra, csupán a nagyobb frekvenciájú jeleket szűri ki. Ha felvételekor kevés a magas hangok szintje, akkor a Dolby B megnöveli ezek szintjét. Lejátszáskor csökkenti a megemelt magas hangok szintjét, s ezzel elnyomja a szalagzajt is. Ha a Dolby B-vel készítünk felvételt, akkor azt csak Dolby B-vel játszhatjuk le, mert az automatika nélkül bántóan sok lesz a magas hang és kicsi a dinamika. Ha a zajcsökkentő áramkörök nincsenek pontosan beállítva akkor elég erőteljesen torzítanak.

Természetesen zajcsökkentőkkel felvett felvételek sem tökéletesek, és ráadásul a zajcsökkentő áramkörök működése zajlélegzésként mindig hallható, a dinamika csökken, a sztereó kép beszűkül.



Rögzítsünk mágneses hangszalagra Dolby B típusú zajcsökkentővel és zajcsökkentő nélkül magas hangokban gazdag felvételt. Ezután játsszuk le Dolby –val felszerelt és Dolby-t nem tartalmazó magnókkal. Értelmezzük a két felvétel lejátszása közti különbségeket!

A magnetofonszalag mint információhordozó

A hangtechnikában ma már csak korszerű alapanyagú magnószalagokat használnak. A korszerű magnószalagokkal szemben támasztott alapvető követelmények a következők:

1. A hordozófólia poliészter vagy nyújtott poliészter, esetleg mylar legyen.
2. A mágnesezhető réteg fekete vasoxid, kobaltoxiddal dúsított vasoxid vagy krómdioxid legyen. E Jelhordozó anyagok igen jó mágnesezhetőségi tulajdonságokkal rendelkeznek, finom szemcsézetűek, jól polírozhatók és ezáltal jól tömöríthetők a diszperzió belül. Kedvező jel-zaj viszony és kis torzítás érhető el használatukkal.
3. Az orsón vagy kazettában elhelyezett és felmágnesezett szalag ne veszítsen az idők során koercitivitásából, ne mágneseződjön át és ne váljék le a fóliáról a

mágnesezhető réteg.

A jelenleg használt korszerű szalagok mindegyike kielégíti ezt a követelményt.

Magnószalagfajták

A hangtechnikában használt magnószalagokat megkülönböztethetjük a jelhordozó minősége és anyaga alapján, a teljes vastagság alapján és a szalagtárolási rendszer szerint. A jelhordozó minősége és anyaga alapján megkülönböztetünk:

- feketevasoxidos vagy vörösvasoxidos,
- krómdioxidos és
- vasoxidos-krómdioxidos keverékű, ún. ferrokróm jelhordozót.

A teljes vastagság alapján csak az orsós szalagokat különböztetik meg.

- Standard play (47...42 m ,m)
- Long play (36...34 m m)
- Double play (28...25 m m)
- Triple play (20...16 m m)

A szalagtárolási rendszer szerint a következő szalagfajtákat ismerjük:

- Orsós szalagok
- Compact Cassette rendszerű szalagok
- Micro Cassette rendszerű szalagok.



A hazai gyakorlatban az imént felsoroltak közül az orsós és a Compact Cassette rendszerű szalagok terjedtek el.

Orsós magnószalagok

A DIN szabvány szerint szabványosított 6,25 mm-es szalagtárolásra alkalmas orsók, 100 mm, 127 mm, 150 mm és 180 mm átmérőjűek lehetnek. Az orsós magnókhoz alkalmas szalagokat ilyen orsókön hozzák forgalomba. Míg korábban szigorúan betartották a magnószalaggyárak azt a normát, hogy 26 m m-nél vékonyabb szalagot nem hoznak forgalomba 127 mm-nél nagyobb átmérőjű orsón, ma már mindenfajta vastagságú szalagot mindenfajta szalagorsón forgalomba hoznak.

Az orsós magnószalagok többségét vörösvasoxidos jelhordozóval hozzák forgalomba. Ritkábban fordul elő a feketevasoxidos jelhordozó, s ma még csak néhány cég gyárt ferrokróm jelhordozójú orsós magnószalagot.

A leggyakrabban alkalmazott szalagvastagság a 35 és a 26 m m. Ezeknél vastagabb fóliájú szalagot csak stúdiómagnókhoz, nagy szalagsebességű üzemre készítenek.

Kazettás magnószalagok

Mivel a hazai hangtechnikában szinte egyeduralkodó a Compact Cassette rendszer, a következőkben csak az ilyen kazettákban használt szalagokról írunk.

A kazettában levő magnószalag háromféle vastagságú lehet: 18 m m, 12 m m és 9 m m. A kazettás magnókba szükséges 3,81 mm szélességű vékony szalagok jelhordozóinak gyártására új, korszerű technológiai eljárások születtek. Ezek során számos új jelhordozó réteg gyártását dolgozták ki, amelyek röviden összefoglalva a következők.

Vörösvasoxidos vagy feketevasoxidos jelhordozó kobaltoxiddal dúsítva

E jelhordozó gyártásakor a diszperzió készítése során kobaltoxid adalékot kevernek a vörösvasoxidhoz, feketevasoxidhoz, s ezt a keveréket lakkal elegyítve, öntik fel a jelhordozó réteget.



A jobb jelhordozó tulajdonságok nemcsak a kisebb zajban és a jobb magashangátvitelben nyilvánulnak meg, hanem nagyobb jelszint is vehető le a szalagról. Ez a diszperzió vékony rétegben felöntve is hangátvitelt tesz lehetővé

Krómdioxidos jelhordozó

A korszerű jelhordozók között ezzel valósítható meg a legjobb és legegyszerűsebb minőségű jelrögzítés. A jelrögzítő bázis optimális telítési szintű (90...95%), jóval nagyobb remanenciaértéket eredményez, mint a vasoxidos jelhordozók 70...75%-os telítési szintje. Legfőbb előnye, hogy a rögzített és visszajátszott mágneses jel között nincs szintkülönbség még a magasabb hangokhoz tartozó nagyobb frekvenciákon sem.



A Compact Cassette rendszerű magnókhoz használt szalagfajták között ez nyújtja a legjobb minőségű hangátvitelt.

Vasoxidos-krómdioxidos (ferrokróm, metal) jelhordozó

Ez a legújabb magnószalaggyártási eljárás, aminél nem elegyítik a vasoxidot a krómdioxidhoz a diszperzió készítésekor, hanem kétféle diszperziót készítenek. Egyrészt vasoxid és kötőlakk keverékéből, másrészt krómdioxid és kötőlakk keverékéből.

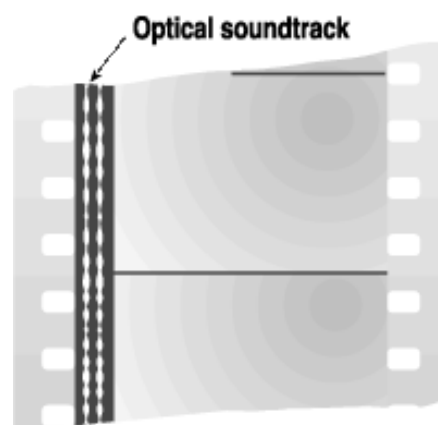


Az ezzel az eljárással készített szalagnál jelentősen nő a frekvenciaátvitel sávszélesség-linearitása, csökken a torzítás és a zajszint, s javul az elérhető jel-zaj viszony.

2. 6. A film hangja

Fotooptikai hangrögzítés

A fotooptikai vagy "optikai" hangrögzítés volt az első eljárás, amely hangot helyezett el a filmen, és manapság is ez maradt az egyik legnépszerűbb eljárás. A film fényérzékeny felületére a hangsávok változó erősségű feketedés vagy azonos feketedésű, de változó szélességű hangcsík formájában kerülnek rögzítésre. Lejátszáskor a felvételi sebességgel azonosan egyenletes sebességgel továbbított filmszalag hangcsíkját egy keskeny fénysugár világítja át. A hangcsíkon keresztüljutó fénysugár egy fotocellára vetődik. A fotocellára jutó fény erőssége a hangcsík feketedésének vagy szélesség ingadozásának megfelelően változik a fotocellában a változások ritmusának megfelelő változó hangfrekvenciás feszültséget kelt. A fotocellában keletkező hangfrekvenciás feszültség felerősíthető és ismét hallhatóvá tehető.



35. ábra Fotooptikai hangrögzítés

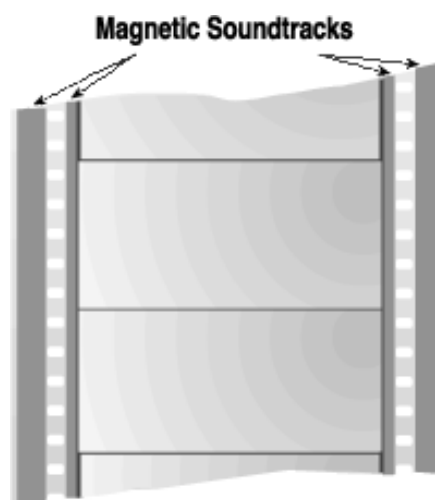
A hangfrekvenciás rezgések felvétele és lejátszása optikai, kémiai eljárás kombinációjával történik. A rögzítendő hangot mikrofonból vagy egyéb hangfrekvenciás feszültségforrásból egy erősítő bemenetére kapcsolják, amely megfelelő nagyságú hangfrekvenciás váltakozó árammá alakítja át. Ezt a hangfrekvenciás váltakozó áramot egy hangfényképező készülékbe vezetik, amelyet fénykamerának neveznek. A film szabadon futó része fényérzékeny oldalával felfelé egy fényrekesznyílás előtt halad el, amely a perforáción belüli sávra egy fénycsíkot vetít. A fotooptikai eljárás széleskörű elterjedéséhez számos előny járult hozzá. Először is a hangcsíkot a filmmel egy időben helyezik a filmszalagra. Vagy egy másik fontos előnye, hogy a hangcsík ugyanolyan hosszúságú, mint a filmszalag. Ezenkívül előnyt jelent, hogy a vetítéshez használatos projektorban elhelyezett optikai fej gazdaságos és könnyen karbantartható.

Mágneses hangrögzítés

Az 1950-es években egy új eljárás mutatkozott be, amely a filmre a hangot produkált és amely különbözött az optikai hangrögzítéstől. Az eljárás egyszerű, ám rendkívül ötletes volt: a filmszalag szélére mágneses csíkokat ragasztottak, és a projektor több leolvasófeje tapogatta le a sokcsatornás hangot, és küldte ki a vászon mögötti

valamint a teremben körben elhelyezett hangszórókra.

A hangcsíkok csak a film felvétele után kerültek a szalagra. A projektorokban használatos mágneses lejátszó-fejek nagyon hasonlítottak a magnetofonok fejeire. A mágneses hangrögzítés hatalmas előrelépést jelentett az optikai technológiával szemben. Képes volt többsávú hangrögzítésre sztereóhangzással. Most már ténylegesen azt, és ott hallhattuk, amit valójában láttunk. Ha például egy színész a vászon jobb, bal vagy netán középen jelent meg és ott szót is mondott, akkor azt a hallgató is abból az irányból hallotta. A zene hallgatásnak új dimenziója jött létre ezzel az eljárással. Elérhetővé tette a valóságos hangzást és képes volt speciális effektek megszólaltatására a mozi jobb, bal és középső részén. Alapjában véve két fajtája létezett: a 35 mm-es CinemaScope szalagokra négy, a 70 mm-es Todd-AO szalagokra pedig 6 csatornás analóg hangot vittek fel.



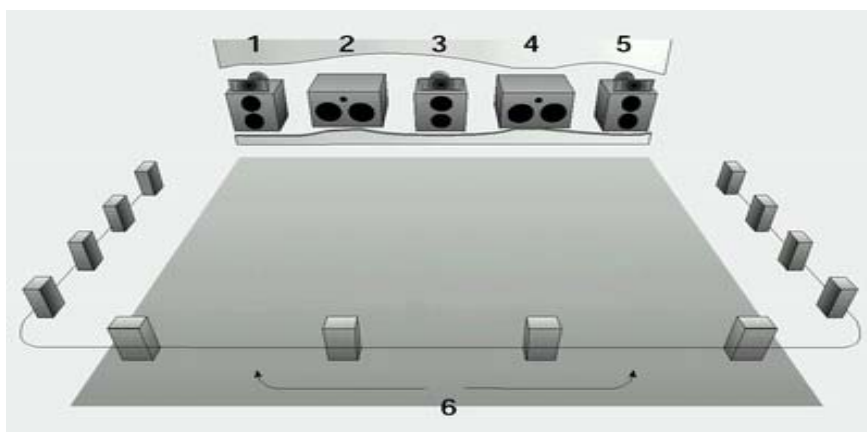
36. ábra Mágneses hangrögzítés

Surround hangrendszerek

Az '50-es években, a televízió térhódításával egyidőben jelentek meg a mozi ma már természetes velejárói: a széles vászon és a surround hangzás. Ezen persze most sokan felhőrdülhetnek: 'Ugyan már, hol volt 50 évvel ezelőtt surround??'

Nos, kis hazánkba csak néhány évvel ezelőtt tört be a nyugaton már régen megszokott térhangzás. Sok magyar moziban még a '90-es évek végén is egyetlen hangszóró dolgozott...

A mozi már a kezdetektől fogva sok csatornával dolgozott. Az előbb említett CinemaScope és Todd-AO filmszalagok szélére mágneses csíkokat ragasztottak, és a projektorban használt leolvasófej kapdosta le a sokcsatornás hangot, és küldte ki a vászon mögötti, valamint a teremben körben elhelyezett hangszórókra.





37. ábra Kezdeti hangszóróelrendezés

A képen jól látható, hogy kezdetben a terem hátulján és két oldalán lévő hangszórókon ugyanazt lehetett hallani, ráadásul az ilyen rendszerekben a filmben csak néhány jele-netben szólalt meg a hátsó, ún. surround csatorna. Főleg visz-szhangok, nagy terek szimulálására használták a surround technikát, mivel még nem lehetett irányt adni a hátulról jövő hangoknak.

A hangsávok sokasága miatt a szalagon lévő mágneses csíkok rendkívül keskenyek, s emiatt meglehetősen rossz minőségűek voltak. Ez főként a surround csatornán okozott gondot, mivel azon a film folyamán általában nem szólt semmi, és a sok hangszóró sistergése alapzajt kölcsönzött a filmnek. Ezt később ötletes megoldással küszöbölték ki: a hangsávok (vagyis a zaj) ki-be kapcsolását a szalagon lévő jelzőhangok automatikusan végezték.

Ezután a sztereó kibővítését, a quadot (quadrophonic) okoskodták ki. A fizikai elrendezés kidolgozása nem igényelt nagy képzelőerőt: az elülső sztereó hangfalpár mellé hátra is került kettő. Az extra csatornák tárolását ugyan speciális matematikai algoritmusok segítségével meg tudták oldani, azonban az előadók és a médiagyártók képtelenek voltak megegyezni abban, hogy pontosan mire is használják a hirtelen megszaporodott csatornákat. A quad vége egy hatalmas káosz lett, amit már a technológia kézben tartói sem tudtak átlátni (az összezavart vásárlókról ne is beszéljünk).

Dolby Stereo

A '70-es évek közepén a Dolby Laboratories cég a mozi hangminőségének javítását célzó kísérletekbe fogott. Az eddigi, mágneses technológiák helyett az új Dolby Stereo hang az eredeti szalagon található monó sáv helyét foglalta el. A tesztek bebizonyították, hogy az ilyen technikával rögzített, Dolby A típusú zajscsökkentéssel megspékelt sztereó hang sokkal szebben, tisztábban szól, mint az eddigi, mágneses úton rögzített sokcsatornás hangsáv.

A Dolby Stereóval csak az volt a probléma, hogy mozira a sztereó édeskevésnek bizonyult: a széles mozivászon miatt szükség volt a bal és jobb hangszórók között is legalább egy hangszóróra (center). Másrészt pedig a sztereó és surround fogalmak közötti határ a moziban erősen elmosódott, így a surround csatorna is már-már nélkülözhetetlenné vált. A szalagra vitt hangcsatornák számának növelése azonban rendkívül zajossá tette volna a Dolby Stereo rendszert.

A megoldást végül a quadnál már kipróbált mátrixos technika hozta meg: speciális matematikai algoritmusok segítségével lehetőség nyílik több hangcsatorna tárolására a sztereó hangsávon. Így született meg a Dolby Stereo professzionális.

A Dolby Stereo négy csatornát:



- bal
- közép
- jobb
- surround

kevert rá a sztereó hangsávra. A kódolás, majd a dekódolás speciális Dolby Cinema Processor-ok segítségével történt, melynek során opcionális subwoofer (LFE - Low Frequency Effects) csatorna előállítás is lehetővé vált a 4 csatorna mély komponenseinek lekeverésével.

A digitális audio elterjedésével is még jó ideig megmarad a filmszalagokon a jól bevált analóg Dolby Stereo hangsáv.

Dolby Surround

Az 1982-ben bevezetett Dolby Surround (DS) szabvány nem más, mint a Dolby Stereo hangsáv dekódolása oly módon, hogy csak a bal, jobb és surround sávokat állítjuk vissza. Jogos a kérdés: 'Azonos technológiáknak miért kell különböző nevet viselniük?'. Nos, a moziban a sztereó a sokcsatornás hangzást jelentette, míg a háztartásokban a sztereó pontosan 2 hangcsatornát jelentett (és jelent ma is).

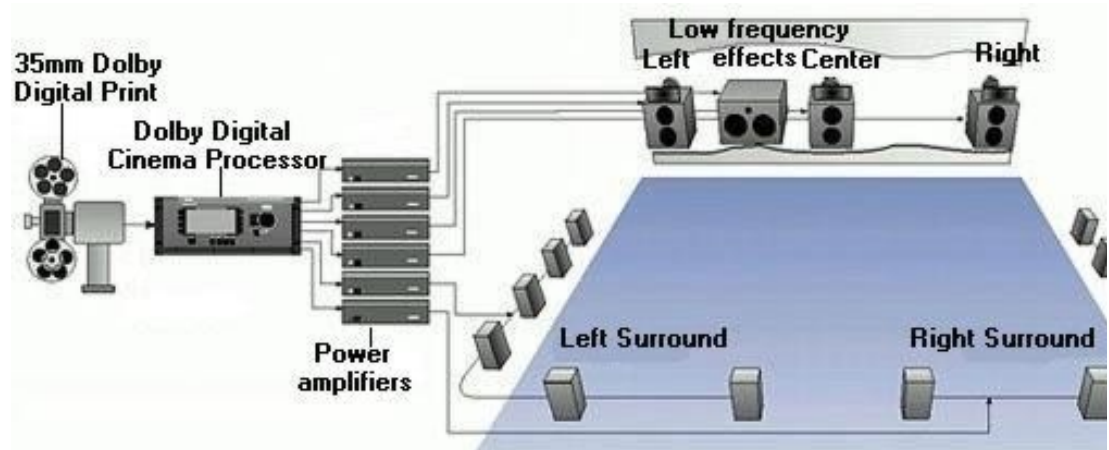
A Dolby Surround jelzésű hangsávok mindegyike tartalmazta a Dolby Stereo 4 csatornáját, kezdetben azonban a center csatorna dekódolására nem volt lehetőség: erre 5 évet kellett várnunk.

Dolby Digital

A '80-as években, még a Dolby Surround igazi térhódítása előtt elkezdődtek a Dolby Laboratories digitális audio irányában végzett kutatásai. A filmipar által elismerten legmegfelelőbbnek tartott 5.1-es konfiguráció mellett döntöttek, viszont szükség volt az analóg hangsávok megtartására, hiszen képtelenség lett volna egy csapásra az összes mozi digitális eszközökkel felszerelni. Talán elsőre hihetetlennek tűnhet, de a digitális hangsáv végül a filmszalag legszélére, a továbbító mechanikához elengedhetetlen 'fogak' közé (!) került.

Az 5.1-es kialakításban a '.1' a csökkentett sávszélességű subwoofert jelképezi. Az többi 5 hangszóró:

- bal
- közép
- jobb
- bal surround
- jobb surround



38. ábra A Dolby Digital 5.1-es konfigurációja

Ez utóbbi öt csatorna mindegyike teljes sávszélességgel (50 - 20000 Hz) rendelkezik.

A Dolby Digital 1992-ben költözött be a mozikba, és azóta a legnépszerűbb hangszabvánnyá nőtte ki magát: minőségét csak a DTS képes túlszárnyalni.

DTS

A DTS, vagyis Digital Theatre System ugyanazt az 5.1-es hangszóró konfigurációt használja, mint a Dolby Digital, viszont háromszor nagyobb területet igényel a tárolása, ezáltal a minősége is sokkal jobb. Sajnos azonban a filmiparban egyelőre langyos fogadtatásra talált a DTS, ugyanis a legtöbb filmben felesleges az alkalmazása: minőségi fölénye minimális (alig észrevehető) a mozikban. Nem szabad azonban eltemetni a DTS-t, hiszen profi többcsatornás hangrögzítésre (pl. koncertfelvétel) a Dolby Digital általában alkalmatlan, ilyenkor a DTS fölénye erőteljesen jelentkezik.

2. 7. Ellenőrző kérdések a második fejezethez

1. Akusztikai és elektromos működésmód szempontjából milyen mikrofon-fajtákat ismer? Röviden jellemezze őket!
2. Mit nevezünk a mikrofon karakterisztikájának? Sorolja fel, rajzolja le, és röviden jellemezze az egyes mikrofonkarakterisztikákat!
3. Mutassa be az egyes mikrofontípusok alkalmazási területeit!
4. Milyen minőségi követelmények támaszthatók a hangszórókkal és a hangsugárzó rendszerekkel szemben?
5. Mutassa be a dinamikus hangszóró működési elvét, rajzolja fel felépítését!

6. Milyen hangszórótípusokat és hangszórórendszereket ismer? Röviden jellemezze őket!
7. Milyen fejhallgató típusokat ismer? Mutassa be működésüket!
8. Mi a hangfrekvenciás erősítők feladata, és milyen szempontok szerint csoportosíthatók?
9. Milyen általános jellemzőknek kell megfelelniük a hangfrekvenciás erősítőknek?
10. Röviden mutassa be a Mikrofon előerősítő, a RIAA, és a végerősítők jellemző működését!
11. Melyek a lemezjátszó fő alkotóelemei? Röviden mutassa be fajtáikat, működésüket!
12. Melyek a hanglemezgyártás folyamatának főbb lépései? Mutassa be a hanglemez főbb műszaki jellemzőit!
13. Mutassa be a mágneses hangrögzítés alapelvét, folyamatát!
14. Milyen magnófej típusokat ismer? Röviden jellemezze őket!
15. Hogyan történik a mágneses felvétel és törlés folyamata?
16. Milyen zajcsökkentési eljárásokat ismer?
17. Jellemezze a magnószalagokat fajtájuk és minőségük szerint!
18. Milyen filmtechnikai hangrögzítési fajtákat ismer? Röviden jellemezze őket!
19. Melyek a filmiparban használatos "Surround" rendszerek?



Az itt található kérdéseken kívül használja az elektronikus példatárat az elméleti anyag megerősítéséhez!

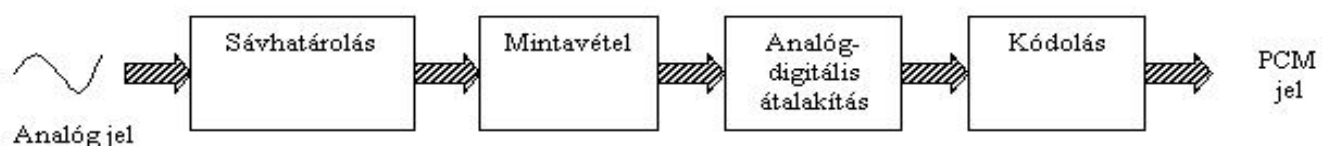
3. A digitális hangrögzítés és visszaalakítás alapjai és eszközei

3. 1. A hangjelek digitalizálásának folyamata

Áttérés az analógról a digitális jelre

A hangfrekvenciás jelek digitális feldolgozása a PCM technika alkalmazásán alapul (PulseCode-Modulation; impulzuskód-moduláció). PCM rendszerben az analóg jelet diszkrét impulzusok sorozatára bontják. Az egyes impulzusok amplitúdóértékeinek információtartalmát binárisan kódolt kódszó sorozatok hordozzák.

A PCM jel előállításának folyamatábráját a következő ábra mutatja.



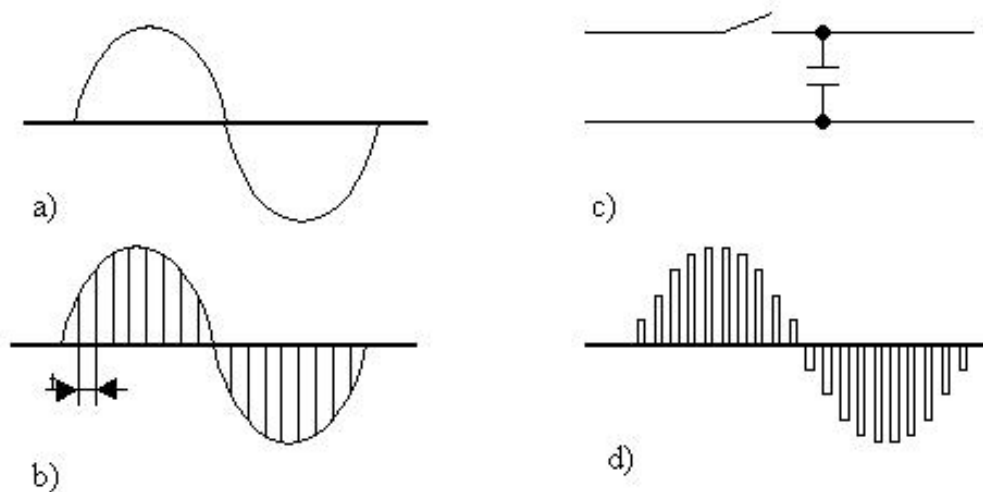
39. ábra PCM jel előállításának folyamata

Impulzusamplitúdó-moduláció



Az impulzuskód-modulációt meg kell hogy előzze egy impulzusamplitúdó-modulációs (Pulse Amplitude Modulation) eljárás, amelynek során az időben és értékben folyamatos analóg hangfrekvenciás jelet időben diszkrét impulzusok (minták) sorozatává alakítjuk át.

Az egyes PAM impulzusok amplitúdója a hangfrekvenciás jel pillanatértékének megfelelően természetesen más és más. Az időben folytonos analóg hangfrekvenciás jelet azért szükséges időben diszkrét minták sorozatává átalakítani, mert az analóg-digitális átalakító egyszerre csak egy amplitúdóértéket tud átalakítani. A soron következő amplitúdóérték feldolgozása mindig csak azután kezdődhet el, amikor az aktuális amplitúdóérték átalakítása már befejeződött. Az analóg bemenőjelből képzett PAM impulzusok előállításának folyamatát a következő ábrán láthatjuk:



40. ábra PAM Impulzusok előállításának folyamata

Az egyes PAM impulzusokat mintavevő és –tartó (sample-and-hold) áramkörrel állítjuk elő. Az analóg bemenőjelből gyorskapcsoló segítségével periodikusan mintákat veszünk. A mintavétel során kapott amplitúdóértéket a következő mintavételig tartókapacitátor (holdkapacitátor) segítségével tároljuk. A tartókapacitátorban tárolt töltés által képviselt feszültség nagysága megegyezik a PAM impulzus amplitúdójával. A periodikusan ismétlődő mintavétel folyamatát nevezzük letapogatásnak.

Könnyen belátható, hogy a d ábrán bemutatott PAM impulzussorozatból az eredeti, időben és értékben folytonos analóg jelintegrálás útján rekonstruálható.

A mintavételi tétel

Az időben és értékben folytonos analóg jelek diszkrét minták sorozatává történő átalakításának elméleti alapjai már régóta ismeretesek. Több tudós, így H. Nyquist és C. E. Shannon is foglalkozott ezzel a problémával. C. E. Shannon matematikus már 1948-ban publikálta ezzel kapcsolatos információelméleti munkáit. Ebben a munkában matematikailag bebizonyította, hogy a mintavétellel nyert diszkrét mintákból álló impulzussorozat információtartalma megegyezik az eredeti, időben folytonos analóg jel információtartalmával. Ez a megállapítás azonban csak meghatározott feltételek teljesülése esetén érvényes. Ezek a feltételek az ún. Shannon-féle mintavételi tételben vannak összefoglalva.

A mintavételi tétel lényegét kissé leegyszerűsítve az alábbiakban foglalhatjuk össze:



A mintavétel útján nyert jelből akkor lehet az eredeti jelet információvesztés nélkül visszaállítani, ha az f_m , mintavételi frekvencia értéke legalább kétszerese az eredeti analóg jelben előforduló legnagyobb (f_{max}) frekvenciának. A mintavételi frekvencia értékének állandónak kell lennie. Képletbe foglalva az elhangzottakat: f_m nagyobb vagy egyenlő mint $2f_{max}$.

A mintavételi frekvencia



A mintavételi frekvencia a digitális hangtechnika legfontosabb paramétere. Ennek a frekvenciának az értéke határozza meg az átvinni kívánt hangfrekvenciás jel frekvenciatartományát és az átviteli csatorna sávszélességét. A digitális hangfeldolgozó rendszerben egységes mintavételi frekvenciára van szükség. A digitális interfészek ezen túlmenően még szabványos értékű mintavételi frekvenciát is igényelnek.

Amennyiben Hi-Fi hangminőség elérésére törekszünk, és a hangfrekvenciás jel felső határfrekvenciáját ennek megfelelően 20 kHz-re választjuk, akkor a mintavételi tétel értelmében a mintavételi frekvencia minimális értéke 40 kHz. A gyakorlatban biztonsági okokból ennél az értéknél valamivel nagyobbra választották a mintavételi frekvenciát.

A mintavételi frekvencia megválasztása a digitális hangtechnika műszaki fejlettségétől és a függ.



A digitális hangfeldolgozásban jelenleg az alábbi mintavételi frekvenciákat alkalmazzák:

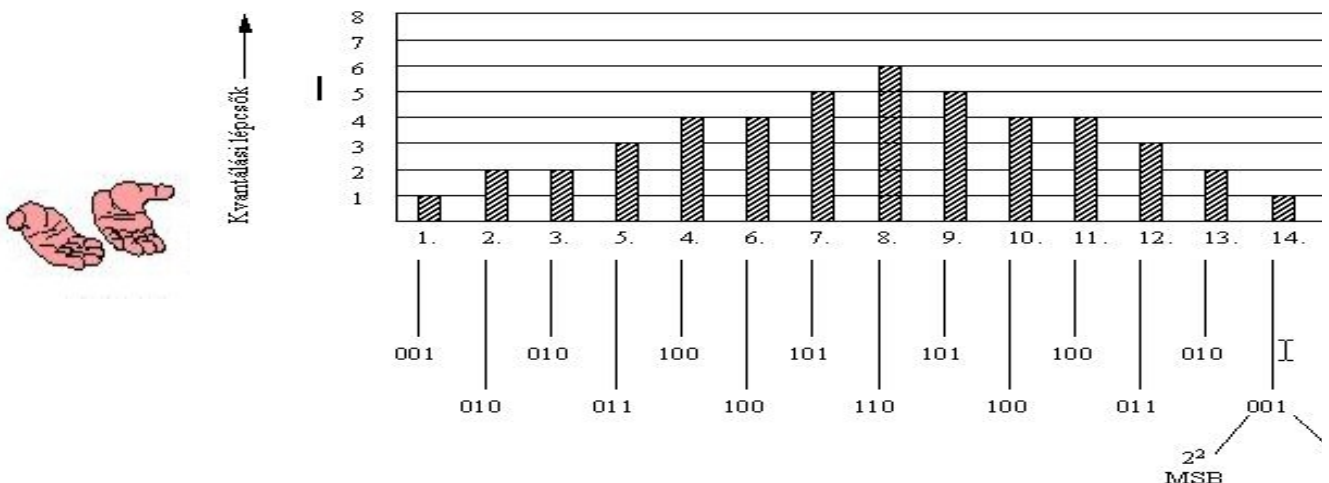
- 44,1 kHz a kompaktlemezes rendszerben;
- 48 kHz az R-DAT kazettás magnetofonos rendszerben és a professzionális technikában;
- 32 kHz a tervezett digitális rádióadásoknál;
- 44,1 kHz (PAL), ill. 44,05 kHz (NTSC) a képmagnókon való PCM rendszerű jel rögzítéshez.

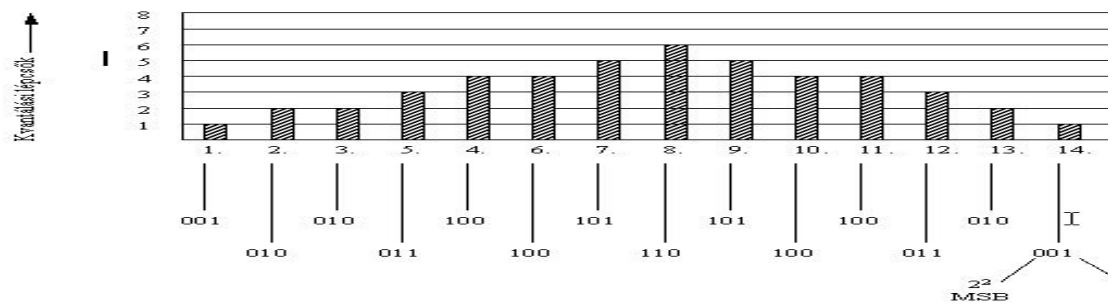
A mintavételi frekvencia nagysága meghatározza az átviteli csatorna sávszélességét. Ilyen megfontolásból választották a digitális, műholdas rádió- és tv-adások mintavételi frekvenciáját 32 kHz-re ($f_{\max} 15 \text{ kHz}$).

Az A/D átalakítás

A mintavevő és –tartó áramkörrel előállított, időben diszkrét amplitúdóminták még végtelen sok értéket vehetnek fel, tehát végeredményben még analóg jelek. Az amplitúdóminták bináris digitális jellé való átalakítását az analóg-digitális (A/D) átalakító végzi. Az A/D átalakító bemenetére vezetett amplitúdóminták bináris adatszavakká átalakítva jelennek meg a kimenetén.

Míg az A/D átalakító bemenetére érkező amplitúdóminták elméletileg végtelen sok különböző amplitúdóértéket vehetnek fel, addig az átalakítónak csak meghatározott számú bináris adatszó áll a rendelkezésére a kimenőjel előállításához. Az analóg bemenőjel digitális ábrázolásához rendelkezésre álló adatszavak száma a képzett adatszavak szóhosszúságától, azaz a szavakat alkotó bitek számától függ. Egy 3 bit szóhosszúságú kimenőjel előállítására képes A/D átalakító pl. $2^3 = 8$ különböző adatszó (és ezáltal 8 különböző állapotú kimenőjel) ábrázolására képes. A következő ábrán arra mutatunk be példát, hogyan lehet ezzel a 8 különböző 3 bites adatszóval (kódszóval) az analóg bemenőjelből vett amplitúdómintákat leképezni.





41. ábra Kvantálás

A teljes amplitúdótartomány 8 tartományra (kvantumra) van felosztva. A választott példában az első amplitúdóminta éppen 1 kvantum nagyságú. Ezt binárisan a 001-es kódszóval ábrázoljuk. A lehetséges legnagyobb amplitúdóértékhez a 8-as kvantumszám tartozik, amihez a 111-es bináris kódszó van rendelve. Mivel a bináris kódszavak hozzárendelésénél az átalakító dönti el, hogy az adott amplitúdóminta eléri-e a következő, egyel nagyobb kvantum küszöbértékét, vagy nem, $\pm 1/2$ lépésnyi (kvantumnyi) hozzárendelési hiba léphet fel. Az amplitúdómintáknak a bináris kódszavakhoz való hozzárendelését kvantálásnak nevezzük.



A bináris kódszavak ábrázolásánál megállapodásszerűen (ill. a 10-es számrendszerben megszokott rendszert követve) a jobb oldali legelső bit a legkisebb helyi értékű (2^0), míg a bal oldali legelső bit a legnagyobb helyi értékű (2^{n-1}). A legkisebb helyi értékű bitet LSB-vel (Least Significant Bit), a legnagyobb helyi értékűt pedig MSB-vel (Most Significant Bit) szokás jelölni.

A kódolás folyamata

Az A/D átalakító kimenetén megjelenő bináris kódszavak a bemenőjel amplitúdójának számértékét adják meg. Nem tartalmaznak azonban semmilyen információt arról, hogy a bemenőjel előjele pozitív vagy negatív volt-e. A digitális hangfeldolgozási technikában rendszerint kettes komplement kódot alkalmaznak az előjel figyelembevételére. Kettes komplement kódban a pozitív számok ábrázolása normál bináris kóddal történik (LSB jobb oldalt), a negatív számoké pedig az adott számérték kettes komplementjével. Egy szám (n) kettes komplementje a szám bitenkénti invertálásával és +1 hozzáadásával képezhető:

$$\overline{x} = \overline{x} + 1.$$

(Az invertálás jelölésére a logikai algebrában a felülvonást alkalmazzák.)

A következő példában bemutatjuk a +5 és a -5 számértékek előbbiek szerinti kódolását:



A +5 bináris számábrázolásban: $+5_{(10)} = 0101_{(2)}$.

A -5 ábrázolása kettes komplementes kóddal:

$-5_{(10)} = \overline{0101}_{(2)} + 1 = 1010_{(2)} + 1 = 1011_{(2)}$. A -5 kettes komplementes bináris kódja tehát 1011.

Kettes komplementes kódban az előjelbit mindig az MSB pozíciójában helyezkedik el. Pozitív számoknál az MSB értéke mindig 0, negatív számoknál pedig mindig 1.

3. 2. A PCM jeltől az analóg jelig



A digitalizált hangjel újra hallhatóvá tételéhez a PCM jelet újra időben és értékben folytonos jellé kell alakítani. Általánosságban a teljes visszaalakítási folyamat 3 szakaszra bontható.



42. ábra PCM jel analóggá alakításának folyamata

A visszaalakítási folyamat tulajdonképpen az analóg-digitális átalakítás megfordítása. Először a PCM jelből D/A átalakító segítségével ismét impulzusamplitúdó-modulált (PAM) jelet kell előállítani. Ezután a PAM impulzusok szélességét mintavevő és -tartó áramkörrel megnövelik, kiküszöbölve egyúttal a D/A átalakítás miatt keletkező

zavarokat is. Végül pedig a PAM impulzusokból integrálással állítják vissza az eredeti analóg hangfrekvenciás jelet. Az integrálás aluláteresztő szűrővel történik.

A D/A átalakító

A bináris számsorokból álló PCM jelet digitális-analóg átalakító segítségével lehet ismét feszültségimpulzusokká alakítani. A kapott feszültségimpulzusok amplitúdója arányos lesz a PCM jel egyes kódszavainak információtartalmával. A PCM jelben a legkisebb amplitúdóértéket reprezentáló kódszóhossz a D/A átalakító a legkisebb feszültségértékét (U_{LSB}) rendeli hozzá. Az U_{LSB} értékét az adott D/A átalakító áramköri kialakítása határozza meg.

Hibafelismerés és hibajavítás

A hibajavítás a digitális hangjelfeldolgozáson belül olyan speciális területet képvisel, ami széles körű kódelméleti és matematikai ismeretek nélkül csak nehezen érthető meg. A könyv kitűzött célját továbbra is szem előtt tartva csak olyan mélységben foglalkozunk a hibajavítással, amilyen mértékben arra a rendszertechnikai összefüggések megértéséhez szükség van.

A hibajavítás szükségessége

A digitális jelek ugyanúgy ki vannak téve az átviteli csatornában a különféle zavaroknak, mint az analóg jelek. A digitális jelek esetében a zavarójelek sokkal nagyobb mértékben képesek meghamisítani az eredeti jelet, mint az analóg jelek esetén. Ha pl. egy kettes komplementes kódban kódolt adatszóban éppen az MSB pozícióban változik meg az információtartalom valamilyen zavar következtében (0-ról 1-re vagy megfordítva), akkor az adott amplitúdóérték előjele változik meg, és ezáltal egy teljesen más jel keletkezik.



Az egyedi bithibák mellett azonban külső zavar hatására egész adatszavak kitörlődhetnek vagy meghamisíthatnak. Az ilyen egész adatszavakra kiterjedő hibákat hibacsomónak (burst error-nak) nevezik.



Az adatkimaradásoknak különböző okai lehetnek. A zavar okától függően megkülönböztetünk ún. soft error-t és hard error-t. A soft error alatt olyan véletlen hibát értünk, aminek az oka többnyire környezeti zavarokban keresendő (pl. a kompakt félvezető alkatrészt alfa-sugárzás éri). Hard error ezzel szemben a tárolóközegben (mágnesszalag, kompaktlemez stb.) kialakuló hibahelyek, karcolások vagy ujjlenyomatok hatására keletkezik.

Annak érdekében, hogy az átvitel során keletkező hibák kiküszöbölhetőek legyenek, az átvitel előtt különböző - a hibajavítást lehetővé tevő - eljárásoknak vetik alá a digitalizált hangjelet. Ennek az a célja, hogy a zavart tartalmazó digitális jel az átviteli csatorna végén zavarmentes formában jelenjen meg.

Hibafelismerés

Mielőtt egy adatjelben a keletkezett hibát kijavítanánk, először még fel is kell ismerni. Megfelelő előkészítés nélkül azonban a kódszóban keletkezett hiba nem ismerhető fel. Ha pl. egy 4 bites bináris kódszóban a 0010 kódszó valamilyen hiba folytán 0011-re változik, semmilyen eszközzel nem állapítható meg, hogy ez a kódszó hibás, mert a kódszó mindegyik bite információt hordoz, és a 0011 éppúgy megfelel a 16 kódkombináció egyikének, mint a 0010. Az ilyen kódokat redundanciamentes kódoknak nevezik.

A redundanciamentes kódoknál tehát nincs lehetőség arra, hogy egybitnyi hiba folytán érvénytelenné váló kódszót felismerjünk. Következésképpen ahhoz, hogy a hiba felismerhető legyen, előzőleg a redundanciamentes kódot át kell alakítani olyan kóddá, amelyben a hibafelismerés megvalósítható. Ennek érdekében az m számú információs bithez védőbiteket vagy paritásbiteket rendelünk. Mivel ezzel a módszerrel a kódszavak bitjeinek száma és ezáltal a kódszó információtartalma nagyobb lesz annál, mint amennyi a hibamentes átvitelhez szükséges, redundanciát építettünk az adatszóba. A korrekciós biteket védőbiteknek vagy redundanciabiteknek, magát a kódot pedig redundáns kódnak is nevezik.

Paritásvizsgálat



A hibafelismerés legegyszerűbb módja a paritásvizsgálat. Ennek során az információs biteket egy paritásbittel ($k = 1$) egészítjük ki. A korrekciós bit értéke egyrészt attól függ, hogy hány bináris 1 van az eredeti kódszóban, másrészt pedig attól, hogy milyen megállapodás szerint végezzük a paritásvizsgálatot. Megkülönböztetünk ugyanis páros és páratlan paritást. Páros paritás esetén a paritásbit értéke akkor lesz 1, ha az eredeti kódszóban levő 1-ek összege páratlan. Páratlan paritás esetén a helyzet fordított.

A paritásbitet az átvitel előtt kell a védeni kívánt kódszóhoz hozzáfűzni, és azzal együtt kell továbbítani. Hogy az átvitel során keletkezett-e hiba, az az adatszó dekódolásánál vizsgálendő. Amennyiben a paritásbit képzésének szabálya (tehát az, hogy páros vagy páratlan paritásról van-e szó) ismert, az információs bitek és a paritásbit egyszerű összehasonlításával megállapítható, hogy az átvitel hibás volt vagy hibátlan.

Annak érdekében, hogy valamely adatátviteli folyamatban a hibafelismerés valószínűségét megnöveljük, az egyes adatszavakból blokkokat képezünk. A blokkon belül m -számú adatszóhoz a Hamming-kódnak megfelelően k -számú redundanciakód-szót rendelünk.

Az információs és a redundanciakód-szavak együttesen képezik az n adatszóból álló

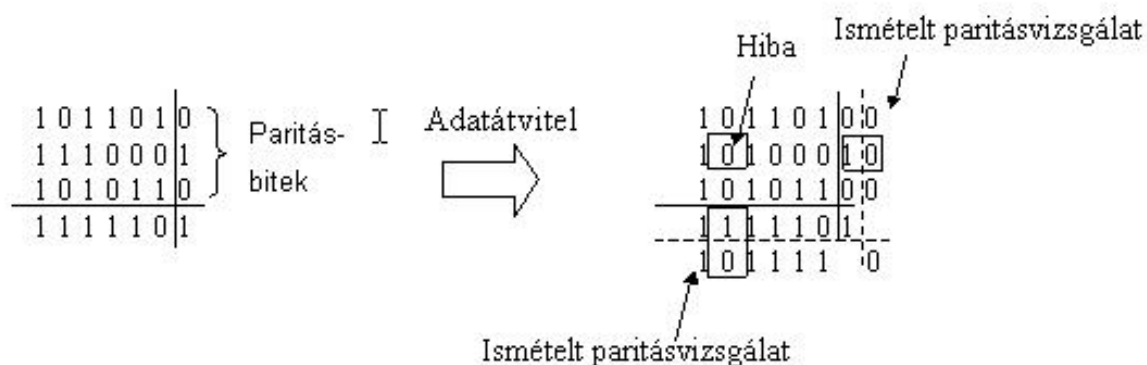
blokkot. Az adatátviteli folyamaton belül továbbá minden blokk saját kóddal is rendelkezik. Az ilyen blokkokból képzett kódot blokk-kódnak nevezik.

Hibajavítás

Annak érdekében, hogy az adatszóban esetlegesen előforduló hiba ne csak felismerhető, hanem javítható is legyen, további megfontolásokra van szükség.

A legegyszerűbb hibajavítási lehetőség a keresztparitás-vizsgálat. Ennek során az egyes kódszavakat mátrix alakba kell rendezni, és ezt követően vízszintes és függőleges paritásokat kell előállítani.

A vevőoldali dekódolás során az adatszavak vízszintes és függőleges paritását ismételt mátrix alakba rendezéssel újra meg kell vizsgálni. A sor és oszlopparitás ismételt megvizsgálásakor a keresztezési pontban megjelenik a hibás bit. A korrekció egyszerű invertálással elvégezhető.



43. ábra Ismételt paritásvizsgálat dekódolás során

A gyakorlatban a paritást nem egyes bitekből, hanem komplex kódstruktúrákból álló redundanciaszavakból képezik. Ezeknek a kódoknak képzési stratégiája az adott adathordozóra (mágnesszalag, kompakt lemez stb.) leginkább jellemző hibák fajtájához igazodik.

Hibaelfedés

Minden hibajavítási módszer csak bizonyos hibagyakoriság vagy bithibaarány alatt képes a felismert hibákat kijavítani. Gyakori hiba esetén a reprodukált hangjelben a hibák és a torzítások megengedhetetlen mértékben megnőnek.

Ilyen esetben kerül előtérbe a hibaelfedés. A hibaelfedés során hallásfiziológiai effektusokra támaszkodnak, amelynek során a hiányzó adatokat utólag képzett információkkal (maszkolásszerűen) pótolják. A hiányzó adatok a hibás kódszót megelőző és követő kódszavak felhasználásával végzett magasabb rendű interpoláció alapján pótolhatók. Az eljárás végén a rekonstruált bitek visszakerülnek az eredeti kódszóba.

Interleaving (bit- vagy mintaátszövés)

Nagyobb hibacsomók keletkezése esetén több egymás után következő adatszó is kioltódhat, aminek következtében semmilyen korrekció vagy hibaelfedés nem lehetséges. A teljes adatvesztés valószínűségének csökkentése érdekében ilyen esetben alkalmazzák az interleaving eljárást. Ennek során az egyes adatszavak továbbítása nem a keletkezésük sorrendjében, hanem térben és időben jön létre. Az összekeverés úgy történik, hogy az egyes adatszavak közbenső tárolófokozatokon haladnak keresztül. Azt az időt, amit egy adatszó ebben a közbenső tárolóban eltölt, és az alkalmazott tárolóelemek számát az adott blokk-kód és egyéb tényezők határozzák meg.

3. 3. A CD rendszer adatformátuma és felvételi eljárása

A CD-n tárolt információ a digitalizált hangjelbiteken kívül a hibajavítás és az időkódolás adatait, valamint a vezérlő- és jelzőadatokat is tartalmazza. További bitek keletkeznek a forráskódolású jel csatornakódolásúvá való átalakítása során. A felvételi folyamatban valamennyi adatot egyetlen adatfolyamba foglalják és így vezetik a "vágólézerre". Az egységes adatfolyamot pontosan meghatározott formátum szerint kell kialakítani. A felvételi folyamat egyes lépéseit és a hozzájuk tartozó adatformátumokat a következőkben ismertetjük.

Az analóg hangjelek átalakítása

Az analóg hangjelek digitalizálása a sztereó rendszer jobb és bal csatornáira nézve külön-külön történik.

Hasonlóan a normál magnetofonokhoz, a CD rendszerben is előkiemelés alkalmaznak a hangfrekvenciás spektrum felső tartományában a jel-zaj viszony növelésére. Az előkiemelés után a hangjel frekvenciatartományát az anti-aliasing aluláteresztő szűrővel 20 kHz-re korlátozzák. Ezután az analóg jel mintavételező és -tartó áramkörre kerül a mintavételezéshez (44,1 kHz-es mintavételi frekvenciával). Ezt követően a mintavett jelet egy 16 bites A/D átalakító lineárisan kvantálja.

Az A/D átalakító kimenetén minden mintavételi érték egy 16 bites kódszó formájában jelenik meg. A kódszósorozatból soros NRZ jelet képeznek. A jobb és bal hangcsatorna digitalizált hangjeleit egy multiplexer áramkör egyesíti oly módon, hogy a két hangcsatorna jelei felváltva kapnak helyet a jelfolyamban.

A CIRC kódolás



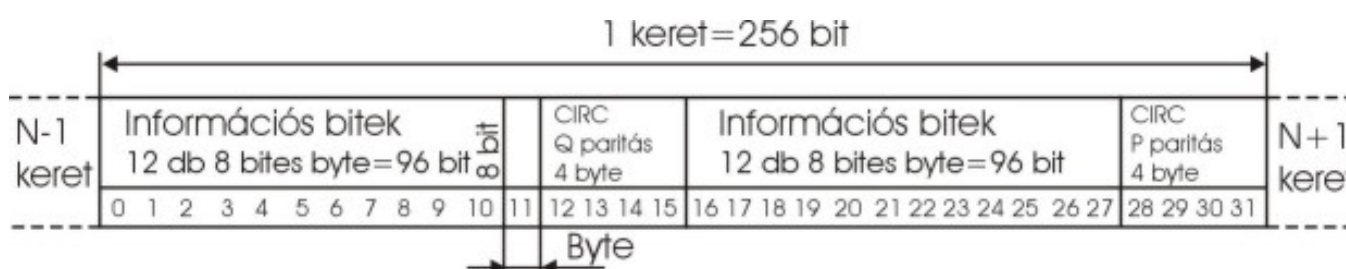
A digitalizált hangjelek feldolgozásának következő lépése a hibaelfedés, ill. a hibajavítás biztosítása. Ennek érdekében a forráskódolású adatszavakhoz további biteket fűznek hozzá, összekeverik a kódszavak eredeti sorrendjét, és az egész adatstruktúrát meghatározott kód szerint kódolják. Hibajavító kódként kettős blokk-kódot alkalmaznak.

A hibajavítás előtt azonban még bizonyos adatszervezési feladatokat is el kell

végezni, aminek eredményeképpen az adatfolyam egyes adatblokkok sorozatává alakul át.

Egyetlen adatblokk a jobb és a bal hangcsatorna 6-6 mintavételi értékéből képzett 12 db 16 bites adatszót tartalmaz. A 12 db 16 bites kódszót ezután 24 db 8 bites kódszóvá alakítják át. A 8 bites kódszavakat szimbólumnak nevezik. Az ily módon átszervezett adatfolyam képezi az ún. C2 kódoló bemenőjelét. A C2 kódolónak az a feladata, hogy minden egyes 24 szimbólumból álló blokkot négy ún. Q szimbólumnak nevezett paritáskódszóval egészítsen ki. A C2 kódoló kimenetén ennek megfelelően 28 szimbólumból álló kódszavak jelennek meg.

A C2 kódolóval előállított 28 szimbólum sorrendjét ezután összekeverik (interleaving). Ennek az az értelme, hogy az adatok ne a keletkezésük sorrendjében kerüljenek az átviteli csatornára, hanem időben is és térben is összekeverve. Ily módon az átvitel során fellépő zavarok következtében meghibásodó adatblokkok rekonstruálhatók.



A CIRC hibajavító kódolás folyamatának blokkvázlata

44. ábra

Az interleaving eljárásnak alávetett 28 szimbólumból álló blokkok ezután a C1 kódolóra kerülnek. Itt az egyes adatblokkokat további 4 paritásszimbólummal, az ún. P szimbólumokkal egészítik ki. A C1 kódoló kimenetén tehát már 32 szimbólumból álló adatblokkok jelennek meg.



A P és a Q kódszavakat - az információs szimbólumok alapján - meghatározott matematikai eljárás szerint képezik. A teljes, 24-ről 32 szimbólumra való átalakítást, beleértve a kódszavak összekeverését is, CIRC kódolásnak nevezik. (A CIRC a Cross Interleave Reed Solomon Code elnevezésből származik, és az adatok kódolási módjára utal). A P és Q szimbólumokkal kiegészített komplett adatblokkot keretnek (frame) nevezik.

Ellenőrző jel és vezérlőblokk



Mint azt már az előzőekben említettük, a CD-n a tárolt információ tartalmára vonatkozó kiegészítő adatok is helyet kapnak. Ezeket a kiegészítő adatokat nevezik ellenőrző jeleknek (kontrolljeleknek). Az ellenőrző jel olyan 8 bites szimbólum, amit a bal és a jobb csatornából vett minden 6. mintavételi érték információs bitjei után iktatnak be a keretstruktúrába



45. ábra

Az ellenőrző jel 8 bitjét ábécésorrendben P-től W-ig betűjelzéssel látják el. Az ellenőrző jel elnevezésére a szakirodalomban a "C&D bitek" (Control-and-Display bits) megjelölés is használatos. Megjegyezzük, hogy a P és Q ellenőrző biteket nem szabad összetéveszteni a CIRC kódolásnál említett paritászimbólumokkal.



A keretstruktúrához rendelt 8 bites ellenőrző jel azonban nem elegendő valamennyi kiegészítő információ átviteléhez. Ezért 98 egymás után következő keret ellenőrzőjel-szimbólumaiból külön adatblokkot képeznek. Kissé leegyszerűsítve ezt úgy lehet elképzelni, hogy minden kerettel egy 8 bites ellenőrző szimbólum is átvitelre kerül. Az átviteli csatorna végén pedig (a CD lemezejátszóban) 98 ellenőrző szimbólumból külön adatblokkot hoznak létre. Ezt az adatblokkot vezérlőjelblokknak, a benne tárolt információt pedig alkódnak nevezik.

A P csatorna

A P csatorna adatai jelzik a zeneszámok kezdetét. A P csatorna bitjeit ezért jelzőbiteknek vagy flagbiteknek nevezik.

A Q csatorna

A Q csatorna mindazokat az információkat tartalmazza, amelyekre a CD lemezejátszó mikroprocesszorának a lemez lejátszása során szüksége van.

Az EFM kódolás

Az ellenőrző jeleknek a CIRC blokkhoz való hozzákapcsolásával egy 33 szimbólumból álló keret jön létre. Az így létrejövő keretstruktúra azonban még nem bocsátható át a felvevő lézer-CD-lejátszólézer átviteli szakaszon.

Az adatstruktúra tulajdonságainak az átviteli csatorna csatornajellemzőihez való illesztése érdekében még csatornakódolásra is szükség van.

A CD rendszer csatornakódolásával szemben speciális követelmények vannak, ezek következők:



1. Az adatok kiolvasása igen nagy információsűrűségű területről történik. A CD esetében az információhordozó elemek a pitek. A pitek nagysága és egymáshoz képesti távolsága igen kicsi. A lézersugár helytelen fókuszálása az információs síkon, vagy a letapogat rendszernek az optikai tengelyhez képesti elmozdulása fázishibát (fázisjittet) okozhat a reprodukált jelben. Ennek következtében a csatornakódolás modulációs rendszerét úgy kell megválasztani, hogy a rögzített jelet az esetleges letapogatási hiba ellenére is kifogástalan reprodukálni lehessen.
2. A CD lemezjátszóknak az adatjelből a rendszerórajelet (bitclock) is regenerálni kell. Az átvitt adatjel soros, külön órajelet nem tartalmaz. Az adatoknak a dekódoló áramkörbe való beolvasásához azonban szükség van órajelre.
3. A kódolási rendszert úgy kell kialakítani, hogy a hibák továbbterjedése elkerülhető legyen. Bármely adatblokkban esetlegesen fellépő hibáknak nem szabad a többi blokkra áttérjedniük. Emiatt a csatornakódolás szintén blokk-szervezésű kell hogy legyen.
4. A csatornaadatoknak a megfelelő pitformába átalakíthatónak kell lenniük.

A CD rendszer csatornakódolásához az EFM kódolást választották (Eight to Fourteen Modulation). Az EFM kód az MNRZ-I csatornakódból származik, Ezzel az eljárással minden 8 bites forráskódolású adatszóból 14 bites adat keletkezik.

Hogy miért van szükség az első látásra meglehetősen ráfordításigényes 8-ról 14 bitesre való átkódolásra? A vizsgálatok azt mutatták, hogy a CD rendszer által képviselt átviteli csatornához akkor a legkedvezőbb az adatszavak kódolásának illesztése, ha az átvitt adatszavakban olyan feltételt írunk elő a 0-1 állapotok sorrendjére, ami szerint két bináris 1 érték közé legalább két bináris 0 értéknek kell esnie. Maximálisan azonban 10 bináris 0 érték következhet egymás után.

A merginbitek

A 14 bites kódszavak szerinti átkódolás még nem biztosítja az optimális csatornaillesztést. Az egyes 14 bites adatszavak egymás mellé illesztése további járulékos bitek beiktatását teszi szükségessé. Az egyes adatszavak közé ezért 3 csatolóbitet (ún. merginbitet) iktatnak be.



.A marginbiteknek nincs információtartalmuk. Állapotukat kizárólag a csatornakód minimális és maximális futási hossza határozza meg. Túl rövid futási hossz esetén a marginbitek értéke 0, túl nagy futási hossz esetén pedig 1 lesz.

A végleges keretstruktúra

A csatornakódolás és a marginbitek beiktatása következtében az eddigi keretstruktúra jelentősen megváltozik. Az eddigi 264 bitből 561 lesz.

Annak érdekében, hogy a lejátszás során a CD lemezjátszók az egyes kereteket ki tudják választani az adatfolyamból, és hogy a CD fordulatszámát szinkronizálni lehessen, a keretek elé további 24 szinkronizáló bitet iktatnak be. A szinkronizáló bitsorozatot mindig ugyanaz a kódkombináció valósítja meg (100000000001000000000010). A szinkronizáló bitek és az eddigi keretstruktúra közé háromnál több marginbitet is beiktatnak.

Az EFM kódolás, ill. a margin- és szinkronizáló bitek beiktatása után alakul ki az a végleges keretstruktúra, ami a CD-re is rákerül.

A végleges keretstruktúra tehát:



24 szinkronizáló bitből

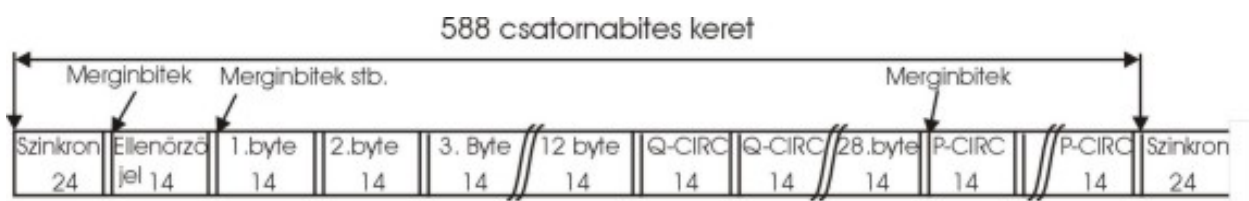
14 ellenőrző bitből (alkódképzés)

112 paritásbitből (CIRC hibajavítás)

102 marginbitből

336 információs bitből (hanginformáció)

összesen: 588 csatornabitből áll.



A CD végleges keretstruktúrája

46. ábra

A minimális és a maximális pithossz

A CD-re készülő felvétel során a bináris 1 értékek (élváltozások) felváltva be-, ill. kikapcsolják a vágólézer. Következésképpen a pitek hossza és a pitek közötti szünetek visszatükrözik az EFM kódolású adatformátumot. Eszerint a bináris 0 értéknek vagy pit, vagy pedig két pit közötti szünet felel meg, a bináris 1 értéket ezzel szemben (a tükörfelülethez képest) felfelé vagy lefelé futó pitél reprezentálja.



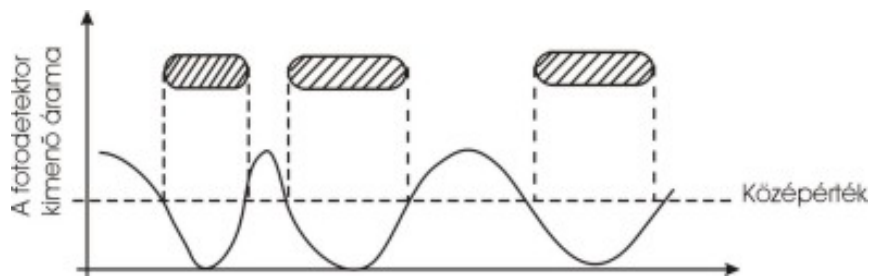
Programozzuk be előre meghatározott számokat (5-10 zeneszámot) a CD lejátszó memóriájába. Hallgassuk meg a műsorfolyamot

3. 4. CD lejátszók felépítése

Négy fő funkcionális részre osztható a lejátszó elektronikája:

1. A letapogató rendszer elő-erősítővel. A visszavert lézersugarat a fotodetektor fogja fel és alakítja át áramváltozássá.
2. Szervórendszerek, amik letapogató sugár fókuszát, a sávkövetést, a CD fölött mozgó szán mozgását és fordulatszámát szabályozzák.
3. Digitális jelfeldolgozó egység

Az előerősítőről jövő jel ebben a fokozatban alakul vissza az eredetileg



47. ábra A pitmintákból előidézett áramváltozások a fotodetektor kimenetén

bináris jelsorozattá, itt történik a különböző, a felvétel során alkalmazott kódolások visszaalakítása és a hibajavítás, majd a digitális jelek hanggá alakítása.

4. Folyamatvezérlő egység

Ez gondoskodik az egyes áramkörök együttműködéséről és értékeli ki a kezelőszervektől kapott utasításokat.

Mind a négy funkcionális rész nagyon igényes finommechanikai technológiát és bonyolult áramköröket igényel. Az áramköröket speciális IC-k formájában használják fel, amiket kifejezetten erre a célra terveztek.

3. 5. Digitális magnetofon

Mi is a DAT valójában?

Általában a DAT-formátumra (Digital Audio Tape) hivatkozunk, mivel ez a fogalom mindenki számára közismert. A formátumot pontosan R-DAT-nak nevezik, hogy különbséget tegyenek a forgófejes DAT (R-Dat – Rotary head DAT) és az állófejes DAT (S-DAT – Stationary head DAT) között. Persze a piacon kaphatók S-DAT gépek is, a Philips a DCC-t (Digital Compact Casette) állófejes kommersz gépként hozta ki, ami kompatibilis az analóg kompakt kazettával, professzionális soksávú formátum a DASH, a Sony pedig a magneto-optikai lemezen alapuló Mini Disk-et kínálja, mint alternatívát.

Általános jellemzés

A digitális hangfrekvenciás jelek mágnesszalagos rögzítéskor ugyanazok a fizikai törvényszerűségek állanak fent a fej szélessége és a szalaghullámhossz között, mint az analóg jelrögzítéskor. Az analóg jel sáv szélesség igényével szemben a PCM (Pulsus Code Modulation) jel csatorna-sáv szélesség igénye 40-100 szoros az előbbinek. Következésképpen a PCM jel mágnesszalagra rögzítése esetén lényegesen megnövelt szalagsebesség vált szükségessé.

A nagy csatorna-sáv szélesség elérését a videotechnikából jól ismert forgófejdobos, ferde sávós hangrögzítési technika teszi lehetővé.

Amellett, hogy az R-DAT rendszer a hagyományosnál lényegesen jobb minőségű jelrögzítést tesz lehetővé, a kezelési komfort tekintetében is megközelíti a CD-rendszert (programfunkció, idő kódok, stb.).

Az R-DAT rendszer további sajátosságai közül fontos kihangsúlyozni a következőket:

- A hagyományos kompakt kazettánál kisebb kazettaméret mellett is hosszabb (2-3 órás) műsoridő
- Alacsony üzemeltetési költségek (a csekélyebb szalagfogyasztás miatt)
- Számos különleges funkció (sok lehetőséget biztosító alkód alkalmazásával)

Az R-DAT magnó a digitális hangtechnika valamennyi PCM formátumával képes felvételt készíteni, és felvételt lejátszani.

A leghasználatosabb formátumok:

- 48 kHz-es mintavételi frekvencia, 16 bites rendszer
- 44 kHz-es mintavételi frekvencia, 16 bites rendszer
- 32 kHz-es mintavételi frekvencia, 16 bites rendszer.



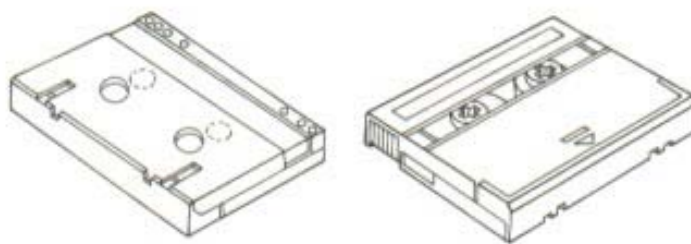
Annak érdekében, hogy a CD-kről ne lehessen digitális másolatot készíteni az R-DAT-ta, a 44.1 kHz-es 16 bites formátumot a felvételi módból kirekesztették, csak speciális készülékeken van rá lehetőség. Az R-DAT-nak a hagyományos analóg jelfemenetek mellett természetesen digitális bemenete is van.

Az R-DAT a digitális jelfeldolgozás áramkörei mellett szervórendszereket is tartalmaz a fejdob és a szalagtovábbítás vezérléséhez. A pontos sávközépi letapogatást az automatikus sávkövetés teszi lehetővé.

Az R-DAT kazetta

A ferde sávós hangrögzítési technika következtében az R-DAT rendszerben a hagyományos kompakt kazetta nem használható. A kazetta kialakítási szempontjainak összeállításakor azt is figyelembe kell venni, hogy a szalagot védeni

kell az emberi kéz érintésétől. Az új konstrukciójú R-DAT kazetta kialakítása a következő ábrán látható:



48. ábra R-DAT kazetta

Ránézésre erősen emlékeztet egy 8 mm-es videokazettára. A73X54X10,5 mm (szélesség X mélység X magasság) méretű kazetta kb. feleakkora, mint a hagyományos kompaktkazetta. A kazetta alsó oldalán három azonosítási furat található a szalagfajta megjelölésére és a felvétel védelmére.

A szalagot a kazetta elülső oldalán elhelyezett fedél védi a portól és az érintéstől, amikor nincs a magnetofon-futóműbe helyezve.

A szalag kezdetét és végét –a VHS rendszerhez hasonlóan – a fototranzisztorból és LED-ből álló áramkör figyeli. Ennek elősegítésére a kazettában két plexprizmát helyeztek el, amik a szalagkezdet, ill. szalagvég esetén a LED fényét reflektálják és a fototranzisztorhoz vezetik.

Az R-DAT kazetta szalaganyaga

A mágnesszalagra rögzített jel információsűrűsége (bit / sávmiliméter) R-DAT rendszerben kb. 94 kbit / mm. Ekkora információsűrűség természetesen csak megfelelő minőségű szalaggal érhető el.

Az R-DAT kazetta szalaganyaga igen jó minőségű, egyenletes mágnesréteggel van ellátva. A szalag szélessége 3.8 mm, vastagsága 13 m m, remanenciája 260 mTesla, koercitív ereje 120 KA/m. A gyors tekercselés üzemmódban 200-szoros sebességgel halad el a szalag a fejdob előtt, nagy a szalag igénybevétele.

Négy különböző felvétel-készítési üzemmód létezik:



1. Normál üzemmód. Ekkor a felvétel 48 kHz-es mintavételi frekvenciával 16 bites rendszerben történik.
2. Mintavételi frekvencia 32 kHz 16 bites rendszerben.
3. Mintavételi frekvencia 32 kHz, 12 bites, ezt használják a longplay (felezett szalagsebesség) üzemmódhoz
4. Mintavételi frekvencia 32 kHz, 12 bites rendszer, 4 csatornás felvétel készítése lehetséges.

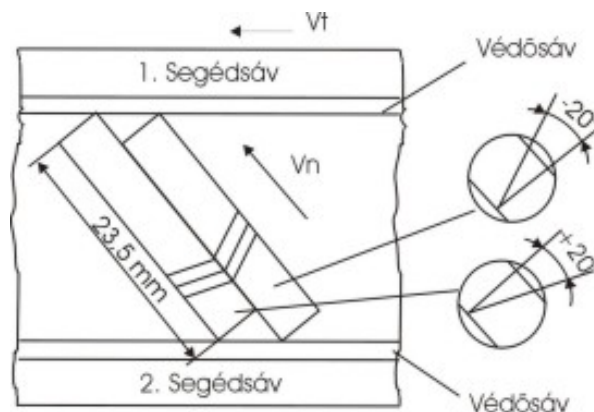
Lehetőség van egy további lejátszás üzemmód 44.1 kHz-es mintavételű 16 bites rendszerben készült felvételek lejátszására.

Látható, hogy a DAT-felvételek már közel sem olyan egységes szabvány szerint készülnek, erre egy ismeretlen szalag lejátszásakor gondolni kell.

A maximális felvételi idő 120 perc.

A sávok és a felvételi formátum

A ferde sávos technikában a szalag futási irányához képest ferdén elhelyezett fejdobbal hozzák létre a ferde hangsávokat. A fejek egymáshoz képest 180° -ra vannak a fejdobon. A fejdob átmérője 30 mm és 2000/perc fordulatszámmal forog. A 8.15 mm/s-os szalagsebesség esetén a szalag és a fej között 3.133 m/s-os relatív sebesség jön létre. A ferde sáv haladási irányközti szög 6° . A ferde sáv helyzete látható az ábrán. A ferde sáv kialakításához nem veszik igénybe a teljes sáv szélességet, sávok hossza csak 2.35 mm. A ferde sávot két segédsáv határolja, amit egyéb célokra vesznek igénybe. A sávokat közvetlenül egymás mellé veszik fel, védősávok nélkül. Az áthallás megakadályozására a fejek között $\pm 20^\circ$ -os azimuteltolás van.



49. ábra A DAT ferdesávós szalagtárolása

3. 6. Ellenőrző kérdések a harmadik fejezethez

1. Mutassa be röviden a hangjelek digitalizálásának folyamatát!
2. Mit nevezünk impulzusamplitudó-modulációnak?
3. Mondja ki a Shannon féle mintavételi tételt, és magyarázza is meg!
4. Mi a mintavételi frekvencia, milyen jellemző értékek használatosak?
5. Mutassa be az A/D átalakítás folyamatát! Mit nevezünk a kvantálásnak?
6. Mutassa be a kódolás folyamatát!
7. Hogyan történik a digitális jel analóggá való alakítása? Jellemezze az egyes szakaszokat!
8. Milyen hibafelismerési, hibajavítási eljárásokat alkalmaznak a digitális technikában?
9. Mit nevezünk CIRC kódolásnak?
10. Hogyan történik az ellenőrzőjelek és vezérlőblokkok elhelyezése a CD keretstruktúrájába?
11. Mit nevezünk EFM kódolásnak, mi a szerepe?
12. Mik a merginbitek?
13. Mutassa be a CD lemez végleges keretstruktúráját! Röviden jellemezze az egyes részeket!
14. Mutassa be a DAT magnó általános jellemzőit!
15. Milyen felvételi és lejátszási formátumokat ismer a DAT magnó esetében?
16. Mutassa be a R-DAT kazettát és szalaganyagát!
17. Milyen felvételi formátumokat ismer a DAT?



Az itt található kérdéseken kívül használja az elektronikus példatárat az elméleti anyag megerősítéséhez!

4. Hangfelvételek Készítése

4. 1. Az auditív információk műfaji sajátosságai és formanyelve

A műfajok hierarchiája

A rádióban az információs műsorokban egy, két vagy több ember beszél. Néha hallgat. Valamiféle zaj, atmoszféra esetleg beszűrődik. A köznapis információs áradatából hihetetlenül nehéz kiválasztani a rádióműsorba kívánczokat, s azokat

megszerkeszteni. A szerkesztés szempontjainak megértését jól szolgálja, ha fölteszük a kérdést: melyik műfaj elsődleges? A hír? Hiszen hír alapján készülhet riport, jegyzet, tudósítás vagy glossza. A riport? Hiszen a riporter bármikor beállíthat a szerkesztőségbe, azzal, hogy magnóra rögzített egy érdekes és közérdekű ügyet. Az interjú? Hiszen a köz- és magánügyek titkainak tudóit ki kell faggatnunk ahhoz, hogy az információt közölni tudjuk. Mielőtt válaszolnánk, képzeljük el a következő esetet.



Valaki betelefonál a szerkesztőségbe, hogy Budapesten az Ó utca 24. számú ház összeomlott. Ezt nem különösebben nehéz elképzelni, hiszen valóban megtörtént... A hírszerkesztő azonnal telefonál a helyi önkormányzathoz, megkérdezi, igaz-e a hír? Igaz, mondják. Nyolc lakás összeomlott, egy 43 éves asszony meghalt, sok a sérült. Mi van a sebesültekkel? Kórházba szállították őket. És a többi lakóval? Őket a Polgári Védelem kerületi pincehelyiségében helyezték el ideiglenesen, de később valószínűleg elszállítják őket a Polgári Védelem XVIII. kerületi székhelyére, esetleg egy békásmegyeri üdülőbe. Mi miatt omlott össze a ház? - faggatódzunk tovább. A lakók szerint az Ó utca 24 pincéjében egy káefté "lakik", az utóbbi napokban ez a cég több köbméter földet ásott és lapátolt ki, ezzel "járószintsüllyedést" okozott.

Az auditív újságírás legfontosabb mozzanata is tehát az informálódás azaz megannyi "információszerző alapinterjú" elkészítése. Az alpinformációból születik meg az alaphír, amely azt tartalmazza, hogy valakivel valahol valamikor valami történt. Az alaphír aztán újabb információkkal egészül ki, ez a fejleményhír. Példánknál maradva:



Egy negyvenhárom éves asszony meghalt, amikor ma délelőtt összeomlott az Ó utca 24. számú lakóház. Többen könnyebb sérülést szenvedtek. A fedél nélkül maradt lakókat kiszállították a Polgári Védelem Ferihegyi úti telephelyére. A kerületi önkormányzat szakértői szerint a százéves bérház összeomlását az okozta, hogy a pincét bérlő káefté a helyiségben szabálytalan munkálatokat végzett. Az omlásveszélyt a lakók az előző nap jelezték, de intézkedésre idejében nem került sor.



Az alap tehát a hír, a rádióban is. Erre épül föl minden további műfaj.

- a. **A tudósítás:** hír, információ, az esemény helyszínéről; esetleg a helyszínről visszaérkezett tudósító utólagos tárgyilagos, hírszerű beszámolója a stúdióból. Tartalmazhat hangbejátszást, beszédrészletet, de alapvetően arra épül, hogy a tudósító mondja el, mit tapasztalt.
- b. **A hírmagyarázat:** a hírrel kapcsolatos információk értelmezése, az összefüggések tárgyilagos közlése. A hír, a tudósítás, a hírmagyarázat a tényeket és csakis a tényeket közli, ezekben a tudósítói-szerkesztői véleménynek helye nincs.
- c. **A kommentár:** a hír szakszerű értékelése, a háttér rövid megvilágítása és a fontosabb összefüggéseknek; a hír előzményeinek esetleges visszaidézése, az esemény következményeinek taglalása. Ez esetben a szakértő kommentátor megengedhet már személyes véleményt is.
- d. **A nyilatkozat:** hivatalos vélemény, állásfoglalás közzététele.
- e. **A riport:** helyszíni beszámoló, amely általában az egyidejűség élményét nyújtja. A riporter jóvoltából a hallgató úgyszólván jelen van ott, ahol valami éppen történik. De míg a tudósítás általában abból áll, hogy a tudósító hírszerűen szerkesztett formában - mondhatni, "monológban" - elmondja, mi történt-történik, addig a riport ennél jóval összetettebb.
- f. Gyakran alkalmazott rádiós műfaj a **montázs**, amelynek klasszikus alapképlete: $1 + 1 = 3$. Azaz két - vagy több - ellentétes, egymás után vágott mondat, jelenet összegzéséből többlet-információt nyer a hallgató.
- g. **Az interjú:** Két egyenrangú fél - a riporter és a megkérdezett személy beszélgetése adott témáról. Az különbözteti meg a nyilatkozattól, hogy míg nyilatkozat rögzítésekor a riporter személye úgyszólván mellékes, addig az interjú témakörét, terjedelmét az interjú készítője adja meg, a kérdéseket ő állítja össze, és egyenrangú félként, felkészült partnerként faggatja az interjúalanyt.
- h. Külön műfaj a rádióban is a **portré-interjú**, egy személyiség - esetleg kisközösség, csoport - bemutatása.
- i. A szakirodalom általában külön műfajként tartja számon a **dokumentumműsorokat**, a dokumentum-riportokat vagy ezek leleplező, célirányosan felépített változatát, az oknyomozó riportokat. Ezen műfajok már az alpműfajokra épülnek, azokból építkeznek; a dokumentumműsor vagy az oknyomozó riport egyes elemei lehetnek tudósítások, interjúk, riportok –logikusan láncra fűzve. Az írott sajtóban általában csak ez a műfaj érdemli ki a riport, irodalmi riport titulust.

Nézzük most meg közelebbről az egyes műfajokat.

A rádiós hírek és hírműsorok



Általában a rádiós híreknek rövidnek, tömörnek, jól követhetőnek, pontosnak kell lenniük. Mind a közszolgálati, mind a kereskedelmi rádiók hírei általában objektívek, pártatlanok, a hírműsorok magánvéleményt, szerkesztői vagy szerkesztőségi állásfoglalást nem közölnek. A hosszabb hírműsorokba bekerülhet kommentár, hírmagyarázat is - a hírtől elkülönítve.

A terjedelmi, stiláris korlátokat, valamint a rádiózás közszolgálati jellegét figyelembe véve a rádiós hírszerkesztés szabályai rendkívül szigorúak.



A hír felépítése nem tetszőleges: a LEAD + BODY belső szerkezetet úgyszólván kötelező betartani. (A LEAD tehát a hír címe, lényege, a BODY pedig a hír teste, rendszerezett, minden szükséges részletet közlő információ-tartomány.)

A rövid, egy-két perces híradások legfeljebb szalaghíreket közölnek, minden hírt egy-két mondatban - jobbra tehát csak lead-eket. A hírműsor headline-ja előzetes tartalomjegyzék - a legfontosabb hírek lead-jeit emeli ki, a headlinehíradás pedig néhány esemény rövid, a szalaghíreknél alig bővebb közzététele.

Hogyan címezzük meg a híreket, mi a jó, a lényegi lead? Hogyan tudunk eligazodni az információ-özönben?

Hadd hozzak erre egy szemléletes példát: sportriporterek kezdték régebben előszeretettel a tudósításaikat a következőképpen:



Szombaton délután négy órakor zsúfolt lelátók előtt futott ki a pályára a két csapat. "A Ferencváros a szokásos zöld-fehér mezben játszik, a vendég Vasas fehérben, piros-kék csíkkal átszőtt trikóban. A játékvezető, Palotai sárga színűre indította el a labdát kétszer negyvenöt perces útjára..."

Ma már abszurditás egy ilyen sporttudósítás. Nemcsak amiatt, mert már nem teltház előtt mérkőznek meg a csapatok, hanem, mert minden valamirevaló sportriporter az eredménnyel kezdi a tudósítást. A sporteredmények kötelező lead-je ugyanis az eredmény, vagy ha még tart a mérkőzés, akkor annak állása.

Bírósági tudósítás kötelező lead-je az ítélet. Miniszteri-államfői beszédek kötelező lead-je pedig a legfontosabb új bejelentés - hacsak rendkívüli esemény meg nem zavarta az összejevetelt, pl. leszakadt a csillár, vagy a köztársasági elnök nem tudta elmondani az ünnepi beszédét, mert beléfojtották a szót...

A helyes lead önmagában is megáll, ha tetszik, önálló hír. A megfelelő mondat megírásához ismerni kell az adott hír előzményeit, hátterét, fontosabb összetevőit. Mindegyik híradás lead-je kötelezően a legújabb, fontos hír, azaz a fejlemény.

A hírek felépítését követik a tudósítások, sőt, bizonyos értelemben a hírműsorokba kerülő rövid riportok, interjúk is.

A hír sémája:

LEAD
BODY

A tudósítás sémája:

LEAD
HÍR
Többi Információ



Fontos azt is megvizsgálni, hogy mennyire lehet szubjektív a tudósítás. Nem lehet. A tudósító nem minősíthet, nem mondhat véleményt. Nem szelektálhat önkényesen.

A hír- és krónika-műsorok szerkesztése

Egy hír megírásánál az-az alapkérdés: kivel-mivel, mikor, hol, mi történt, és ez miért érdekes, miért közhasznú információ. A hírműsorok élén a headline áll: a nap legfontosabb hírei egy mondatban. A hírek sorolásánál feltétlenül vigyázni kell arra, hogy az egyes hírek önmagukban ne sérüljenek. Ha a montázs alapképlete kötelezően $1 + 1 = 3$, akkor a híreké: $1 + 1 = 2$. Egymásra rímelő, vitatott közügyekről szóló hírösszeállítás egyik eleme sem semmisítheti meg a többit.

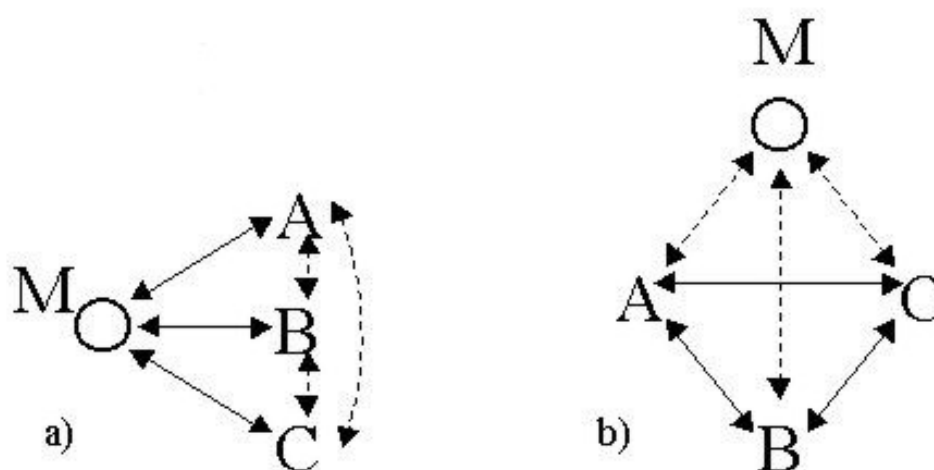
A hírösszefoglalót kötelezően az utó-headline zárja. Ez a nap legfontosabb híreit ismétli meg egy-egy mondatban.

Rádiós műsorfolyam

A rádió teljes információs műsorkínálata az alapműfajokra épül: hírekre, tudósításokra, kommentárookra, interjúkra, riportokra, még akkor is, ha azok merevszakmai-szerkesztési szabályai az összetett műsorokban, magazinokban

feloldódnak. Az alpműfajok követelményei köszönnek vissza más műsortípusokban is.

- a. **Rádiós jegyzet, publicisztika:** az irodalmi publicisztikánál egyszerűbb, a követhetőség, érthetőség miatt terjengősebb, redundánsabb írás - általában a szerző "előadásában". Alapelv, hogy jól mondható legyen a szöveg, mondatai rövidebbek, szóhasználata köznapibb.. A glossza kötelező kelléke a csattanó, ám az legalábbis többesélyes, hogy százezres, netán milliós hallgatóság mit tart annak.
- b. **Körinterjúk, vitaműsorok:** egy-egy vitatott közéleti esemény feldolgozásánál illendő az összes, a közéletben azonos súlyt betöltő csoportosulásának azonos műsoridőt, terjedelmet felkínálni. Ennek egyik módja a körinterjú: azonos kérdésre, kérdéskörre reagálnak az érintettek. A leggyakoribb esetben ez "mindössze" nyilatkozatfüzér, a műfaj általában csak azt viseli el, hogy egyetlen kérdésre válaszoljanak többen. A körinterjú kérdés-állománya interjúként közel azonos, az egyes beszélgetések gondolatmenete párhuzamosan halad. A vitaműsor vezetőjének feladatköre szintén kötött: a headline-ben megjelöli a témát, bemutatja a vendégeket, első kérdésével tisztázza, hogy adott ügyben ki milyen álláspontot képvisel. Az eltérő vélemények pontos ismeretében igyekszik megadni a beszélgetés szerkezetét, ha lehet, minden nagyobb egységet új headline-nal vagy lead-del választ el. Ügyel arra, hogy minden résztvevő kifejthesse az álláspontját, visszakérdezései legyenek azonos súlyúak, ha ő maga is kritikus, akkor mindenkivel szemben az. Egy vitaműsor valódi jellemzője az, hogy adás közben hányszor beszélnek egymásnak a vita résztvevői - és hányszor a műsorvezetőnek. Ennek képlete:



50. ábra Vitaműsorok lehetséges képletei

- c. **Portréműsorok:** egy-egy érdekes személyiség bemutatása történhet riport, interjú formájában; esetleg úgy hogy beszélnek róla, dokumentumokból, írásokból idéznek. Egy portréműsor állhat mindezen elemek kombinációból is. Ha a portréműsor élő adás, akkor a beszélgetésbe bekapcsolódhat a hallgatóság is. A műsor alapos előtervezést, - szerkesztést igényel, a

dramaturgiai szabályok pontos betartását. A műsorvezető feladata kötetlenebb, mint az informatív interjúk esetében, megengedhet magának személyes megjegyzéseket, közös élmények felelevenítését stb.

- d. **Magazinműsorok, zenével, vagy anélkül.** A rádiós műsorok többsége magazin. Ezek közös jellemzője bizonyos arányosság az egyes interjúk-riportok, zene, műsorvezetői szöveg, stúdióbeszélgetések között, valamint az a kötelező kritérium, hogy adott magazin sohasem csak és kizárólag a célközönségnek nyújtson valamit, ne legyen kirekesztve belőle egyetlen hallgató sem.

4. 2. A forgatókönyv készítés szempontjai

a.) Irodalmi forgatókönyv

Az irodalmi forgatókönyv részletes leírást ad a hangfelvétel vonatkozásában, de még nem a technikai kivitelezés szintjén. A pedagógusképzésben alkalmazott felvételek között sok olyan van, amely tanítási órák anyagát tartalmazza. Ilyen esetekben a forgatókönyv nem tartalmazhatja a felvétel teljes szövegét, azt előre nem lehetne megírni. Hasonló a helyzet a riport jellegű felvételek esetében is. A teljes szöveg leírása helyett elegendő a fő kérdéscsoport vagy gondolatmenet rögzítése.

A forgatókönyvnek a következőket kell tartalmaznia:

Formailag:

- féltükörben a felvétel mondanivalóját (bal oldalon),
- féltükörben a felvételre kerülő szöveget, zenei betétek leírását és egyéb hanghatások megjelölését (jobb oldalon).

A forgatókönyv bal oldala tartalmazza:

- a felvétel címét, alcímét,
- az inzerteket, azok pontos helyét
- a hang megoldások leírását

A forgatókönyv jobb oldala tartalmazza:

- a felvételre kerülő pontos szöveget,
- a betétek kezdetének és végének meghatározott helyét ,
- a zenei betétek pontos címét, terjedelmét, kezdetének és végének pontos meghatározott helyét ,
- egyéb hanghatások pontos leírását.

b.) Technikai forgatókönyv

Technikai forgatókönyvet bonyolultabb, felvételek esetében készítünk. Minden esetben a felvétel rendezője írja. A technikai forgatókönyvnek a következőket kell tartalmaznia:

- a felvételben résztvevő mikrofonok számát, helyét,
- sorszámozott beállításokat, dialógusban történő vágások pontos helyét,
- a beállításokban használt trükktechnika fajtáit,
- az egyes beállításokat, hangkompozíciókat,
- a betétek darabszámát, terjedelmét, a betét kezdetének és végének pontos meghatározott helyét,
- a szereplő cselekvéséhez kapcsolódó valamennyi hanghatást, szöveget, zenét, zörejeket, stb.
- az utómunkálatokra vonatkozó kéréseket · az annak megjelölését, hogy az anyag hány részletben kerül felvételre,
- a felvétel tervezett idejét.

A felvételben alkalmazott betétek leírását sorszámmal ellátott mellékletek formájában célszerű elkészíteni, és csatolni a technikai forgatókönyvhöz.



Készítsünk forgatókönyvet egy rádiós kívánságműsorhoz, (kb. 5-10 zeneszám) és egy rádiós vitaműsorhoz (a kiadott témának megfelelően kb. 10-15 perc).

4. 3. Felvételkészítés különböző műsorforrásokból

Mikrofon



Legegyszerűbb mikrofonfelvételnek nevezhető a semleges hangsúlyozással elmondott vagy felolvasott szöveg. Ilyen felvételnél egyetlen dinamikus mikrofont használjunk, amely 20...30 cm-nyire legyen rögzítve a beszélő szájától. Ha megfelelően csillapított teremakusztikai viszonyok között készítjük a felvételt, a legelőnyösebb kardiod karakterisztikájú mikrofont használni.



Ha a mikrofont asztal fölé függesztjük vagy rövid állványra az asztalra helyezzük, az asztalt előzetesen fedjük le vastag kárpitterítővel, mert fedetlenül ez is visszaverődéseket okoz.

Ha a mikrofon 30 cm-nél nagyobb távolságra van a beszélő szájától, akkor felvételi hangerősség erősen ingadozik, amikor a beszélő elfordítja a fejét, ugyanakkor a környezetből beszűrődő zajok jobban érvényesülnek, romlik az érthetőség.



Zajos környezetben közelebből kell rábeszélni a mikrofonra, nehogy a háttérzaj elnyomja a beszélő hangját. Ennek figyelembevételével tartani kell a beszédirányt és a megfelelő távolságot is. Kardioid karakterisztikájú mikrofon használatakor a sziszegő mássalhangzók és a lélegzetvétel hangjának elkerülése érdekében oldalról beszéljünk a mikrofonba.



A párbeszéd felvételéhez kb. 50 cm távolságra legyen a mikrofon mindkét beszélőt. Ilyen esetben a membránra jutó hangenergia gyengébb jelet kelt a mikrofonban, tehát nagyobb erősítéssel kell felvenni a beszélgetést.

Riportfelvételek

A riportkészítés mindig spontán, alkalomszerű felvételi körülményeket is feltételez. Jellegétől függően készülhet telepes vagy hálózati üzemi magnóval; utcán, gyárban, üzletekben, stúdióban, közintézményekben vagy lakásban. A felvétel helyét kellő körültekintéssel kell kiválasztani. Egyes esetekben persze megengedhető, hogy környezeti zaj is "vegyüljön" a beszélgetésbe. A környezeti hanghatások bizonyos mértékig az interjú vagy a riport élethűségét szolgálják.



Túl zajos környezetben arra törekedjünk, hogy beszélgető partnerünk közel álljon a mikrofonhoz. Közepes zajszint esetén 20...30 cm legyen a mikrofontávolság, túl zajos környezetben azonban csak 5...10 cm.



Ha szabadban, szeles időben készítünk riportot, vigyázzunk arra, hogy mikrofonunkat ne széllel szemben tartsuk, mert az erős suhogást, olykor recsegést és robajlást eredményez a felvételen.

Igen sokszor nemcsak egyéni beszélgetéseket kell mikrofonnal magnóra felvenni. A munkahelyi értekezletek, kisebb létszámú röpgyűlések, kultúrházi, szakköri összejövetelek, egyéb társasági beszélgetések, mind megannyi feladatot jelentenek a jó hangfelvétel szempontjából. A felvételi lehetőségeket minden esetben a helyiség nagysága, és az szabja meg, hogy hány személy van jelen. Ettől függően kell meghatározni a mikrofonok számát és helyét, valamint a beszélők elhelyezkedését.



Lehetőség szerint minden esetben érjük el, hogy a jelenlevők mindvégig ülve maradjanak, ne változtassák helyüket, ne járkáljanak. A legjobb módszer az, ha a felvétel előtt tájékoztatjuk a jelenlevőket a helyes viselkedésről a felvétel ideje alatt. Itt felhívjuk a figyelmüket, hogy mono felvétel esetén egyszerre csak egy személy beszéljen, mert több személy együttes beszéde bábeli hangzavart idéz elő, amely érthetlenné teszi a beszédet.

Több mikrofon használata esetén kardioid-karakterisztikájú mikrofonokat célszerű használni.

A felvételi körülményeket jól átgondoltan válasszuk meg jó előre, még mielőtt elkezdenénk a felvételt. A felvevő magnót soha ne helyezzük arra az asztalra, amelyik körül a résztvevők ülnek, akkor sem, ha a mikrofonokat belógatva szereljük fel. A magnó jelenléte nemcsak beszűrődő zajokat okoz, ha közel tesszük a mikrofonhoz, hanem gátlásokat is előidézhet a jelenlevőkben. Ha hangkeverővel dolgozzunk, és több mikrofont keverünk felváltva, úgy helyezkedjünk el, hogy mindig lássuk, ki kezd beszélni és aszerint keverjük be a szükséges mikrofonvonalat. Másik helyiségben csak akkor helyezkedjünk el és állítsuk be magnónkat felvételre, ha egy mikrofonnal veszünk fel és számunkra érdektelen, hogy nézzük a beszélőket.



A lehetőség szerint előre becsüljük fel, hogy milyen hosszú magnószalagra lesz szükségünk a felvételhez. Az adott követelményeknek megfelelően kiválasztott szalagsebességhez képest számítsuk ki a szalagra felvehető műsoridőt, és aszerint szerezzük be a szalagot. Sztereo felvételekhez mikrofonpárt, vagy sztereo mikront használjunk.

Átjátszások



Az előző fejezetekben bemutatott berendezésekre rögzített



felvételekről sokszor készítenek másolatot egy másikra. Ezt a két eszköz valamilyen kábellel történő összekapcsolásukkal lehet elérni. A hangjelek feldolgozása szempontjából kétféle átjátszást különböztethetünk meg:

- Analóg átjátszás
- Digitális átjátszás

Egy másolási folyamat akkor lesz tisztán digitális, ha az átjátszásban szereplő összes eszköz digitális, és a közvetítés is csak kizárólag fénykábelen keresztül valósul meg.



Ennek a legegyszerűbb, és talán legkézenfekvőbb példája a "grabbelés". Ez az a folyamat, amikor a számítógép CD lemezmeghajtójában található audio lemezt a hangkártya és egy erre alkalmas szoftver segítségével valamilyen fájl (legtöbbször wav vagy mp3) formátumba konvertálunk. Vagy vegyünk, pl. egy CD-re rögzített felvételt, amit mondjuk DAT magnóra szeretnénk átjátszani. Ha itt is optikai kábelt alkalmazunk, mondjuk egy digitális keverőpulton keresztül, akkor a felvétel szintén digitális lesz.

Ha viszont az átjátszás csak egyetlen szakaszában is használunk például egy egyszerű árnyékolt RCA kábelt, akkor a felvétel az analóg kábelen való áthaladása miatt nem fogja azt a minőséget nyújtani, mint a tisztán digitális felvétel.

Bár a különféle berendezéseknél eltérő bemeneti és kimeneti csatlakozókkal rendelkezhetnek, azért nézzük meg, hogy az egyes típusokra mi a jellemző:

1. Táblázat

Készülékek	Bemenetek		Kimenetek	
	Analóg	Digitális	Analóg	Digitális
DAT magnók	XLR	XLR	XLR	XLR
CD lejátszók	-	-	XLR vagy RCA	XLR
MiniDisk recorder/player	Jack	Jack vagy XLR	Jack	RCA

Compact Casette típusú kazettás magnó	RCA	-	RCA vagy Jack	-
Hi-Fi lemezjátszó	-	-	RCA	-

Az itt felsoroltak természetesen csak tájékoztató jellegűek. A táblázatban szereplő csatlakozótípusok a következők:



XLR típusú fiú



XLR típusú lány



3,5 mm-es csatlakozó



6,3 mm-es jackdugó
(zenei készülékekhez)

51. ábra A leggyakrabban használt csatlakozótípusok (balról-jobbra): XLR, RCA, JACK

A megfelelő kábeltípus kiválasztása után, amely természetesen a két végén a kiválasztott csatlakozókat tartalmazza, összekötjük a két berendezést. Fontos, hogy amelyikről szeretnénk átjátszani a felvételt, annak a kimenetére (Out), amelyikre pedig a felvételt készítjük a bemenetére (In) kössük az átjátszó kábelt.



A digitális bemenetre/kimenetre semmiképp sem kössünk analóg eszköz bemenetét/kimenetét, mert az analóg eszköz károsodhat!

Ha ez megtörtént, akkor már csak lejátszás és a felvétel együttes elindítása van hátra.



Készítsünk másolatot egy CD lemezjátszó előre beprogramozott 8-10 zeneszámából DAT magnóra, Compact Cassette típusú magnóra, MiniDisc recorder/player-re, és számítógépre.

4. 4. Hangkeverés



Több műsorjel művészileg meghatározandó (tetszőleges) erősségű és hangszínű együttes felvétele csak hangkeverő használatával lehetséges. A hangkeverési eljárás nem más, mint a különböző műsorforrások - a magnó, rádió, lemezjátszó, mikrofon stb. - együttes összekapcsolása a felvevő magnóval abból a célból, hogy ezekről egyszerre különböző műsorokat játsszunk le, és a felvevőmagnóra mindezt előzetesen beállított hangszínnel és hangerősség-arányban vegyük fel.

legegyszerűbb hangkeverő kétcsatornás. Ez azt jelenti, hogy két bemenete van, amelyre két műsorforrás csatlakoztatható, és két hangerőszabályozóval van felszerelve, amelyekkel a két műsorjel kimeneti szintje tetszés szerint külön-külön szabályozható. A bonyolultabb felépítésű hangkeverők 6...8...12, vagy több csatornával rendelkeznek, vagyis ennyi műsorforrás kapcsolható rájuk. Ezek kimeneti szintje külön-külön szabályozható egy-egy potencióméterrel. A komolyabb hangkeverőkben ezen kívül lehetőség van a csatornánkénti hangszínszabályozásra is. Ezt legtöbbször mély és magas hangszínszabályzóban valósítják meg.

A hangkeverők egyik legfontosabb automatikája a beszéd-zene átkeverő. Ha mondjuk egy bemondó zene közben megszólal, akkor a zenének le kell halkulnia, utána pedig fel kell erősödnie.

A hangkeverőkhöz csatlakoztatható műsorforrások száma és jellege attól függ, hogy a keverőnek

- hány bemeneti csatlakozása van;
- milyen impedanciájú bemenetei vannak;
- milyen érzékenységgű bemenetei vannak.

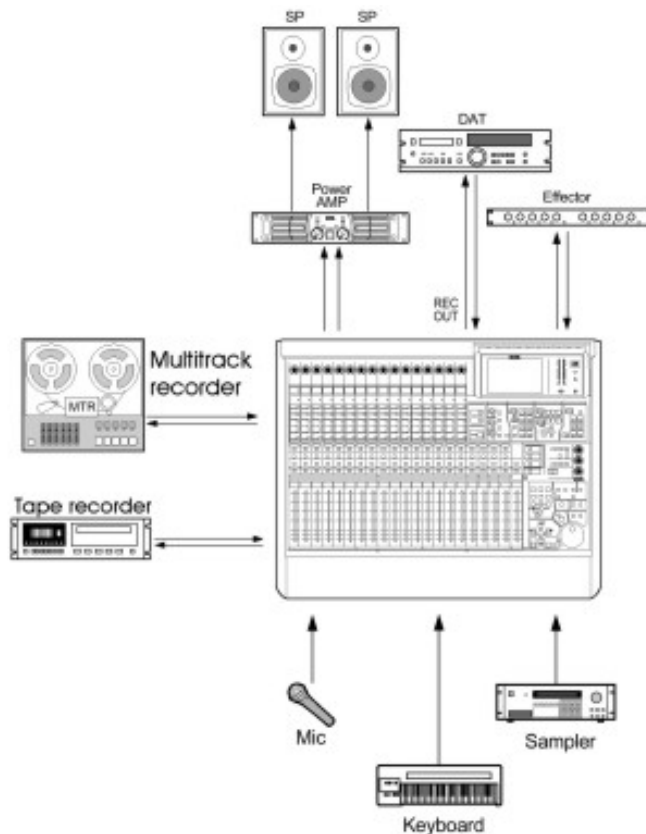
Egy egyszerű amatőr-célú négycsatornás hangkeverő az alábbi bemenetekkel rendelkezhet:

- mikrofonbemenet
- lemezjátszó-bemenet
- magnóbemenet

- MIDI bemenet

A bemeneti feszültség szint tűrésértékei a megengedhető legkisebb és legnagyobb feszültségértéket jelentik, amelynél még nem csökken a jelzaj viszony, ill. nem nő meg a torzítás a bemenet túlvezérlésével.

Az általános amatőr célú keverőkön kívül gyártanak speciális többcsatornás mikrofonkeverőket, amelyekhez csak mikrofonok csatlakoztathatók, vagy többcsatornás univerzális keverőket, amelyekhez mikrofonok és más stúdióberendezések egyaránt csatlakoztathatók. Ezen berendezések száma és csatlakoztatási módja is igen változatos: az egyszerű mikrofonoktól a különféle magnókon keresztül a különböző effekteszközökig. A következő ábrán a keverőhöz csatlakoztatható eszközökből láthatjuk a leggyakrabban használtakat:

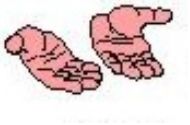


52. ábra A keverőpultokhoz leggyakrabban csatlakoztatott berendezések



A hangkeverés művelete nem kizárólag műszaki, hanem sokkal inkább művészi feladatot jelent, mind a hivatásos, mind az amatőr stúdiótechnikában. A kevert műsorok szerkesztése nagymértékben az alkalmazott eszközöktől és a műsor fajtájától függ.

Ha egy zenés-szöveges műsort veszünk alapul, például egy kívánságműsort, akkor általában a műsorszerkezetet a következő:



- A műsor elején a bemondó beköszönése
- Zeneszám
- “Felkonf” (a következő műsorszám felkonferálása)
- Zeneszám
- “Felkonf”...
- A műsor végén egy elköszönés, lezárás

Ez a műsorszerkezet egyébként nem csak a kívánságműsorokra érvényes, hanem legyen szponzorált műsorra, egy kitalált öregek otthoni műsorra is teljesen igaz. A hangkeverők szerepe itt a beszéd-zene átmenetek kezelésénél fontos. Az előbbiekben említett átkeverő automatikával a “Felkonf”-ok alkalmával a zenét le kell halkítani (akár teljesen is), míg a szöveg végén a zenét újra fel kell hangosítani. Az egyes adásrészek között általában effekteket is alkalmaznak. Ezt a keverőkhöz csatlakoztatott effektprocesszorokkal lehet megvalósítani.

Lényeges dolog az is, hogy az egyes csatornához előzőleg ezközölt beállításokat tárolni tudjuk, és azt később a felvételek alkalmával elő tudjuk hívni. Itt elsősorban a potenciométerek, hangerőszabályzók és hangszínszabályzók állásainak eltárolására kell gondolni.

Összegezve egy hangkeverő fő feladatai a következők:



- A különböző közvetlen ill. direkt forrásokból jövő hangjelenségek felvétele
- A beérkező hangjelenségek azonos ill. hasonló szintre hozása
- Az azonos szintre hozott hangjelenségek felerősítése
- Különféle korrekciók elvégzése
- A megfelelő szintre való szabályozás
- A hangjelenségek egységes hangképpé való összekeverése

4. 5. Ellenőrző kérdések a negyedik fejezethez

1. Mutassa be az auditív információk jellemző hierarchiáját!
2. Mi a tudósítás, a kommentár, a nyilatkozat, a riport, a montázs az interjú és dokumentumműsor? Röviden jellemezze őket!
3. Mutassa be a rádiós hírek, hírműsorok jellemző szerkezeti felépítését!
4. Hogyan történik a hír és krónika műsorok szerkesztése
5. Mutassa be a rádiós műsorfolyam jellemző alpműfajait
6. Melyek a forgatókönyvírás irodalmi és Technikai szempontjai
7. Mit kell tartalmaznia egy forgatókönyvnek, és azt milyen formátumban?
8. Milyen szempontokra kell ügyelni a mikrofonnal történő dialógus felvételekor?
9. Mutassa be a riportfelvétel készítésének főbb szabályait!
10. Milyen átjátszásokat ismer?
11. Milyen csatlakozók használatosak a felvételek átjátszásakor?
12. Mit nevezünk hangkeverésnek?
13. Mutassa be a hangkeverők főbb jellemzőit!
14. Mutasson be egy jellemző szerkesztési folyamatot a kever műsorokra!

5. Hangfeldolgozás számítógéppel

5. 1. Hardverfeltételek, hangkártya

A számítógépek megjelenésével nagyon gyorsan megszületett az ötlet, hogy azokra digitalizált hangjeleket vegyenek fel. A fejlesztéseknek több iránya volt:

- Felvevő/lejátszó készülékek, pl. hirdetésekben, szünetjelek,
- Többsávós technológia a hangstúdiókban
- Digitális zenerendszerekben hangtárolás
- Digitális vágó és editáló rendszerek.

Milyen előnyökkel rendelkeznek ezek a rendszerek?



Mivel a felvételi sávokat tetszőleges szegmensre lehet felosztani, további távlatok nyílnak a felvett hanganyag utómunkálatainál. Ha pl. az éneket felvették, és az intonáció nem mindenütt kifogástalan, akkor a hibás részek helyére egy másik szegmensből, ahol jó az intonáció, átmásolhatók a megfelelő részek. A felvett anyag közvetlenül feldolgozható digitálisan, pl. digitális equalizerrel, a burkológörbe-értékek változtatásával, digitális lekeveréssel (több sáv másolása két sztereo sávra), időkorrigált transzponálásokkal, stb. kialakítható a végleges hangkép. Az előzőekben felsoroltak közül mi a számítógépes szerkesztőrendszerekkel foglalkozunk.

Egy ilyen rendszer a következő főbb részekből áll:

- Nagy sebességű számítógép, amelynek tartalmaznia kell:
 - A célnak megfelelő hangkártyát
 - A hangkártyához illeszthető hangszórókat.
 - A számítógépre feltöltött virtuális editáló rendszert (esetünkben a SoundForge).

A konfiguráció talán legfontosabb eleme a hangkártya, ezért érdemes megnézni, hogy a szerkesztéshez melyet használjunk és az milyen funkciókkal rendelkezzen.

Ma már egy átlagos hangkártyától is elvárható, hogy támogassa a MIDI-t (Music Instrument Device Interface). Bár ma már kaphatók stúdióhangkártyák is, amelyek rendkívül jó minőséget biztosítanak, de a legtöbb kártyától nem várható el a Hi-Fi hangminőség. Fontos szerepet tölt be az is, hogy milyen külső egységeket lehet a hangkártyához kapcsolni. A skála igen széles a walkmantól a magnódeckig, a PC hangszórójától a Dolby Digital hangfalakig, nem beszélve az optikai kábelen csatlakozó digitális egységekről. Ezek magyarázatát találhatjuk az alábbiakban:

Line: minden hangkártyán megtalálható, jelerőssége 0 dB körüli. Kimenatként önmagában nem elég hangszórókhoz, mindenképpen szükség van valamilyen erősítésre. Bemenatként használva illeszthető rá bármilyen Hi-Fi berendezés hasonló kimenete.

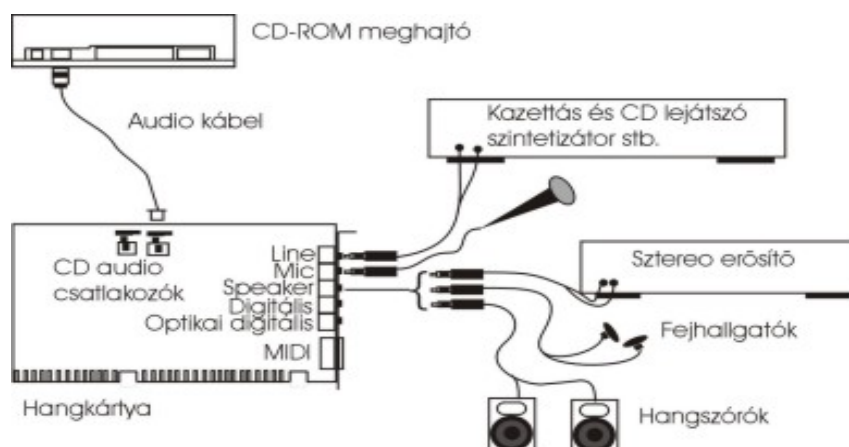
Speaker: kis hangszórók meghajtásához használható, kicsit erősített kimenet. Hangminősége ennél fogva rosszabb a Line-énál.

Aux, CD, TAD, Video: a Line-éhoz hasonló jelerősséget fogadó bemenet más külső egységek, illetve CD-meghajtó, telefon üzenetrögzítő vagy tévékártya illesztésére.

Mic: erősített mikrofonbemenet

Digitális: digitális be- és kimenet az ilyen jelet fogadó egységek illesztésére. (Erre a csatlakozóra még véletlenül sem szabad analóg eszközt csatlakoztatni.

Optikai digitális: optikai digitális be- és kimenet az ilyen jelet fogadó egységek illesztésére.





53. ábra A hangkártyához csatlakoztatható eszközök

A hangfrekvenciás jelalak több összetevőből alakul ki, sajnos ezek többsége nemkívánatos a tiszta hangzás szempontjából. Fontos jellemző a hangkártya jel/zaj viszonya, amely a hangfrekvenciás jelalak azon mutatója, amely a hang "tisztaságát" jelzi. A hasznos jel csúcsértékének és a zaj átlagos erősségének a hányadosa, mértékegysége decibel (dB).

5. 2. Hangállományok formátumai

Hangformátumok

Természetesen a hangok számítógépes tárolásánál is sok különböző formátum alakult ki.

A lényegesebbek:

Egyszerű hangformátumok:

RAW: a legalapvetőbb formátum, ami tulajdonképpen nem is formátum, hiszen nem tartalmaz információkat a file tartalmával kapcsolatban (nem mondja meg, hogy hány bites, stb.). Csakis és kizárólag a digitalizált hangot tartalmazza. Ha egy RAW filet le akarunk játszani, akkor meg kell tudnunk mondani a lejátszóprogramnak, hogy a hang vagy zene milyen minőségben lett bedigitalizálva, mert egyébként nem azt kapjuk majd, amire számítottunk:

- rossz bitmélységben való lejátszáskor hangos éles zajt,
- rossz mintavételezési frekvencia felhasználásánál pedig az eredeti hangot vagy zenét, de más sebességgel (pl. egy 32000Hz-es mintavételi frekvenciájú hangminta 22100Hz-en lejátszva lassabb, 44100Hz-en lejátszva gyorsabb lesz).

WAV: a Microsoft által elterjesztett formátum, a Windows-zal együtt lett egyre népszerűbb. A WAV-nak több fajtája is van, tömörített WAV is létezik, mégis elsősorban rugalmas felépítése miatt lett népszerű (például rögzíthetjük a WAV fileban az adott zene vagy hangminta készítőjének vagy az összes közreműködőnek a nevét, és még rengeteg más, esetenként nagyon fontos adatot is). Kivétel nélkül minden program támogatja.



Mono WAV file-ok összehasonlítása:

- [8 bit, 11khz](#) (22k);

- [16 bit, 11khz](#) (44k);
- [8 bit, 44khz](#) (89k);
- [16 bit, 44khz](#) (176k)

minőségben.

Modul formátumok:

MOD, S3M, XM, IT: számítógép segítségével készíthetünk zenéket is. Ez azon alapul, hogy egy hangmintát nem csak eredeti hangmagasságában, hanem magasabban vagy mélyebben is megszólaltathatunk, ami persze dallamot eredményez. A modulok lényegében egy vagy több hangmintát és egy speciális "kottát" tartalmaznak.

MIDI: a MIDI formátum a modulokhoz hasonlóan egy speciális kottát ír le, de itt más nincs is letárolva, mert a MIDI egy szabványosított hangszerkészletből építkezik. Ez a készlet minden számítógépen közel ugyanúgy kell, hogy megszólaljon - a hangkártyától függ, hogy ez teljesül-e, vagy a végeredmény csak nyomokban hasonlít a kívánt zenére. Ezt a formátumot használják a szintetizátorok is.

[Itt](#) egy minta a MIDI fileokra, a Beatles *"Real Love"* című száma.

Tömörített formátumok:

Mivel egy CD minőségű, 4-5 perces hangfájl legalább 50MB-ot foglal el, ezért széles körben elterjedt a tömörített formátumok alkalmazása.

A mai legelterjedtebb tömörített formátum az **MP3**, amely választható minőségben képes a hanganyagot tárolni, és átlagosan tizedére csökkenti a hangminta helyigényét. Hasonlóan a képeknél említett JPG formátumhoz, ez a formátum is adatvesztéssel dolgozik, de az emberi fül számára legtöbbször nem, vagy csak alig hallható minőségromlást idéz elő (ha túlzottan feltűnő lenne a minőségromlás, akkor némi helyveszteség árán jobb minőséget is elérhetünk). Az MP3 file-ok minőségét a kbit/s, vagyis kilobit/másodperc érték megadásával szabályozhatjuk.

Mono MP3 file-ok összehasonlítása:

Az eredeti WAV file - James Brown: *"I feel good"* című számából vett hangminta - mérete 345kb volt, 16 bit 44 kHz formátumban.



- [32 kbit/s](#) (15k); észrevehetően nem alkalmas zenei anyagok tárolására, ám a szövegekre egyébként még használható (például szöveges anyagok archiválásához).
- [128 kbit/s](#) (63k); az átlagos optimum kevés problémával.

- 256 kbit/s (126k); 256 kbit/s-nél már semmilyen hallható különbség nincs az eredetihez képest.
- [320 kbit/s](#) (154k) az elérhető leggyengébb tömörítési fokozat:
- vagyis az MP3 "leggazdaságtalanabb" tömörítésével is 45%-ára sikerült a hangmintát összetömöríteni.

5. 3. Hangdigitalizálás célszoftverrel



Minden hang, hangeffekt vagy zene analóg, vagyis folyamatos adatnak számít, amit nem tudunk számítógépen ábrázolni, mivel az csak digitális adatábrázolásra képes.

Ha hasonlítani akarnánk, akkor például egy négyzetre emelés függvényt vehetnénk elő. Már ezt az igen egyszerű függvényt sem tudnánk számítógépen "dokumentálni", hiszen akármilyen tizedestörtet vizsgálnánk, azután még mindig írhatunk egy újabb tizedest (pl. 4.03 négyzetét tudjuk, de ott jön még 4.031 aztán 4.032, később 4.0311, és így tovább).



Az egyetlen mód, ahogyan számítógépen hangot rögzíthetünk, az ún. **mintavételezés** vagy angol nevén **sampling**. Ennek során a számítógép a kapott analóg jelből egy ún. ADC (analog - digital converter) segítségével digitális adatot gyárt (az ADC a hangkártyán helyezkedik el). Ennek a digitális hangadatnak a megszólaltatása a DAC (digital - analog converter, szintén a hangkártyán) feladata lesz, ami valamivel egyszerűbb művelet.

A hangoknál is megjelenik a minőség kérdése - hiszen minél jobb minőségre van szükségünk, ez annál több helyet fog foglalni.



Az első minőségi paraméter a **mintavételezési frekvencia** vagy **mintavételezési gyakoriság** (sampling frequency). Ez adja meg azt, hogy az ADC-nk másodpercenként hány mintát vegyen a hangból. Ha a mintavételezési frekvencia pl. 22100Hz, akkor másodpercenként 22100 alkalommal vesz mintát az ADC. Viszonyításképpen a telefonvonalak 8kHz-nek, a CD minőség

pedig 44100kHz-nek felel meg.



A másik tulajdonság, ami meghatározza a minőséget, a **bitmélység** (bit depth), vagy **hangfelbontás**. A bitmélységtől függ az, hogy a hallható tartományból (kb. 20hz-től kb. 18000 - 20000hz - ig) milyen széles tartományt tudunk rögzíteni a számítógéppel. Speciális eseteket leszámítva a hangfelbontás minimum 8 bites lehet; 16 biten már kiváló minőséget lehet produkálni, míg a 24 bit pedig csak a stúdiókban használatos, profi szint.

(A 24 bitet azért alkalmazzák, hogy a nem hallható tartományt is rögzíthessék 20000Hz-től nagyjából 60-70000Hz-ig. Ennek célja, hogy az itt levő ún. hang felharmonikusok se vesszenek kárba, amely a hang telítettségét és spektrumát befolyásolja).

A különbség 8 és 16 bites hangzás között körülbelül ugyanolyan, mint 8 illetve 16 bit különbsége egy képen: a képen 256 színnel épphogy csak ábrázolható egy fotó, 65535 szín felhasználásakor viszont már majdnem teljesen élethű (24 bit a képfeldolgozásban is a teljes élethűséget jelenti, "truecolor" - ez igaz a hangokra is).



Vigyázat! Ne keverjük össze a mintavételezési gyakoriságot és a hangfrekvenciát az azonos mértékegység miatt.

Ennyi elméleti bevezető után most nézzük meg, hogy a gyakorlatban hogyan történik a handigitalizálás. Erre (és később a szerkesztésre is) mi a **Sonic Foundry Inc. SoundForge** nevű programját fogjuk használni.

Amikor először indítjuk el a programot, a főképernyőt látjuk meg először amely egyben a munkaterület is. Ekkor még nem található a munkaterületen megnyitott hangfile ezért meg kell nyitnunk egy már létezőt, vagy létre kell hoznunk egy újat. A következő listában röviden bemutatjuk a képernyő egyes fő részeit:

Program címsávja: A "Sound Forge" felirat mellett láthatjuk a megnyitott hangfájlok közül az éppen aktív nevét.

Szerkesztő ablak: ez tartalmazza a megnyitott hangfájlt, hangfájlokat. Minden megnyitott hangminta külön szerkesztőablakban jelenik meg.

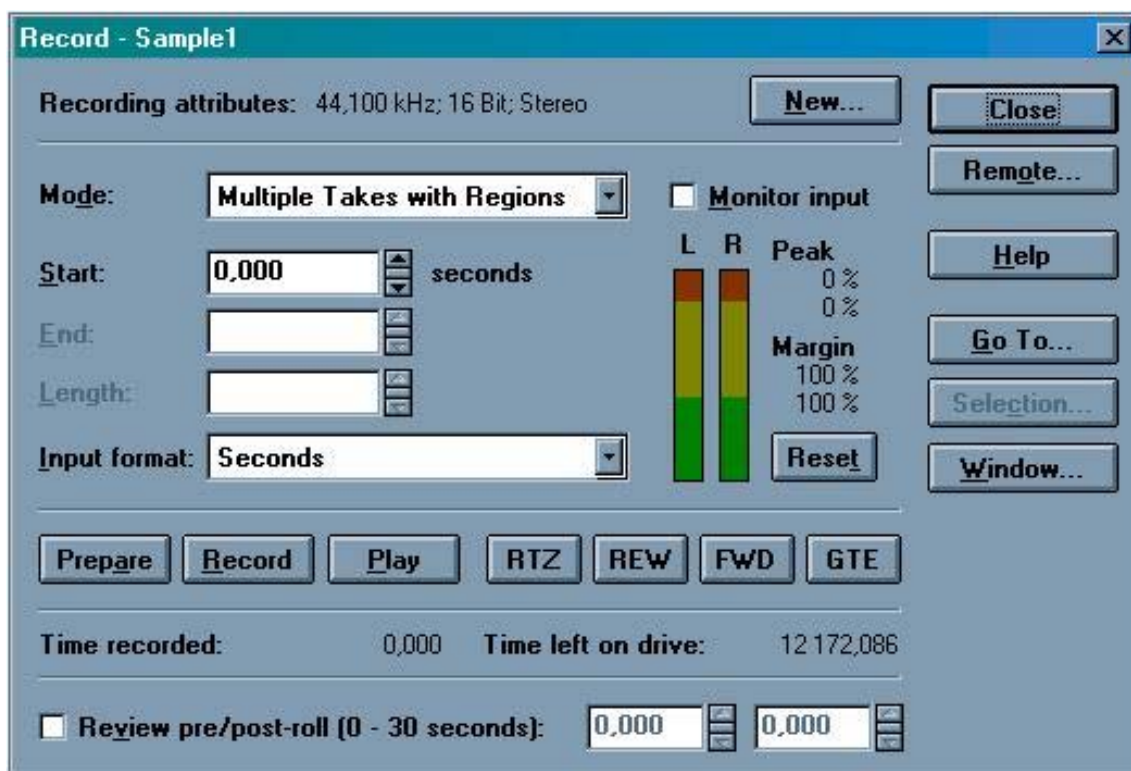
Menüsor: A menüben elérhető funkciókat tartalmazza. Ha nincs szerkesztő ablak megnyitva, akkor a Process, Effects, és Tools menüpontok nem elérhetők.

Eszközsor: Az eszközsor felső részén található a szerkesztési és mentési funkciók,

míg az alsó részen az aktív szerkesztőablakhoz tartozó lejátszási és felvételi műveletek végezhetők el.

Állapotsor: A baloldalon a feldolgozással kapcsolatos információk találhatók, míg jobb oldalon az aktív adatablakban elhelyezkedő hangminta információi (mintavételezési frekvencia, hangfelbontást, mono/stereo, teljes hossz).

Ha új felvételt szeretnénk készíteni, akkor válasszuk vagy a menü *Special/Transport/Record* menüpontját vagy az eszközsor alsó részén található felvétel (*record*) gombot. Ezután egy Record párbeszédablak jelenik meg.



54. ábra Record párbeszédablak

Itt állíthatjuk be a felvétel bizonyos paramétereit. Ha új szerkesztőablakba szeretnénk rögzíteni a felvételt, akkor a **“New”** feliratú gombra kattintva beállíthatjuk az új felvétel mintavételezési frekvenciáját, hangfelbontását és hogy a mono vagy sztereo legyen a digitalizált felvétel. Arra is lehetőség van, hogy az éppen aktív szerkesztőablakról átváltsunk egy másikra és oda rögzítsük a felvételt. Ezt a **Window... gomb** megnyomása után tehetjük meg. A párbeszédablak utolsó előtti sorában láthatjuk a már **felvett hanganyag (Time recorded)** és a felvételre **még rendelkezésre álló (Time left on drive)** időtaratmát. Figyelemmel kísérhetjük a felvétel hangerősségét a párbeszédablakon elhelyezett monitor kimenettel (**Monitor Input**). Ha checkbox bekapcsolt állapotban van csak akkor működik! Az hangerősség akkor optimális, ha a monitor bal és jobb oldalán is valahol a sárga területen vannak és néha átmennek a pirosba. A **felvétel** tényleges **elindításához** a **“Record”** gombot kell megnyomni a **megállítására** pedig a **“Stop”** feliratú gomb szolgál. Miután megtörtént a digitalizálás, legtöbb esetben egyből meg is szeretnénk azt hallgatni. Ezt a **“Play”** gomb segítségével tehetjük meg. A **“Record”** gomb megnyomásakor nem azonnal indul hanem kis késéssel a felvétel készítése. Ennek kiküszöbölésre szolgál a **“Prepare”** feliratú gomb, melynek megnyomása után a **“Record”** gombbal már

ténylegesen a gomb megnyomása után tudjuk elindítani a felvételt.

Arra is lehetőség van, hogy felvételkor a többi “zavaró ablakot” eltüntethessük a “Remote” gombbal. Ilyenkor csak egy a felvétel fontosabb információt tartalmazó képernyőt fogunk látni a képernyőn. A “**mode**” feliratú választómezőben állíthatjuk be, hogy milyen felvételi módszert szeretnénk használni. Itt négy különböző módszer áll a rendelkezésünkre:

Automatic Retake: Ez a legegyszerűbb felvételi eljárás. A felvétel a “Start” szerkesztőmezőben megadott pozíciótól indul a “Record” gomb megnyomásával, és egészen a “Stop” gomb lenyomásáig tart. Minden adat ami ebbe az időtartamba esik felülíródik. A felvétel befejezése után a kezdő pozíció a fájl legeleje lesz.

Multiple Takes with region: Ez az üzemmód alkalmas arra, hogy összetett felvételeket készíthessünk, és azt régiókra oszthassuk fel. A felvétel a “Start” szerkesztőmezőben megadott pozíciótól indul a “Record” gomb megnyomásával, és egészen a “Stop” gomb lenyomásáig tart. Minden adat ami ebbe az időtartamba esik felülíródik. A felvétel befejezése után a kezdőpozíció a felvétel végéhez legközelebb eső régió vége lesz.

Multiple Takes (no region): Az előzőhöz hasonló felvételi eljárás avval a különbséggel, hogy a felvétel itt nem tagolódik régiókra és a kezdő pozíció a fájl vége lesz.

Punch in: Ez a felvételi eljárás akkor használatos, ha egy hangminta egy régióját szeretnénk felülírni. A felvétel a “Start” szerkesztőmezőben megadott pozíciótól kezdődik, és a “Stop” gomb lenyomásáig, vagy addig tart amíg a felvett időtartam egyenlő nem lesz a “Length” szerkesztőmezőben megadott értékkel. Ez az eljárás nagy mértékben megkönnyíti a fájl egy régiójának felülírását anélkül, hogy valamilyen effektust kellene használnunk.

Az “Input format” választómezőnél állíthatjuk be, hogy milyen mértékegységben jelenjenek meg a hangfelvétel egyes paraméterei (Start, End, Length, Time left stb.).



*Digitalizáljunk be egy **TUTOR1.WAV** egy **TUTOR2.WAV** és egy **TUTMUSIC.WAV** nevű állomány. Az első a “Wov Sound editing is easy” dialógust, a második egy “cintányér” hangját, míg a harmadik egy rövid 6 másodperces zenét tartalmazzon. Mindegyik 22 KH-es 16 bites mono felvétel legyen.*

5. 4. A hang szerkesztése számítógép segítségével

A már számítógépre digitalizált hanganyagot legtöbbször nem hagyjuk meg eredeti alakjában, hanem valamilyen szerkesztési műveletek elvégzése után nyeri el végleges formáját. A leggyakrabban használt és legegyszerűbb szerkesztési műveletek a következők:

Kivágás (Cut): Törli a hanganyag kijelölt részét és a vágólapra helyezi későbbi feldolgozás céljából

Másolás (Copy): A vágólapra másolja a hanganyag kijelölt részét.

Törlés (Clear): Törli a kijelölt részt a felvételtől.

Vágás (Trim/Crop): Töröl minden adatot a szerkesztőmezőben kivéve a kijelölt részt.

Beillesztés (Paste): A vágólapra helyezett hangmintát beszúrja a szerkesztőablakba az aktuális pozícióba.

Mixelés (Mix): Összekeveri hanganyagot a vágólap tartalmával a szerkesztőablak aktuális pozíciójától kezdve.

Felvétel részeinek és régióinak kijelölési műveletei

Mint láthatjuk ahhoz hogy műveleteket tudjunk végezni az egyes felvételeken legtöbbször ki kell jelölni a módosítani kívánt szakaszt a szerkesztőablakban. Ezt akkor tudjuk megtenni, ha "Edit módban" vagyunk. A kijelölés történhet a szerkesztőablakban az egér segítségével, vagy a "Set Selection" dialógusablakban. Ha az utóbbit választjuk (Edit menü / Selection menüpont), akkor lehetőségünk van a felvétel egy meghatározott pontjától kezdve (Start) a végéig (End) megadni az adott intervallumot, vagy meghatározni a kijelölés hosszát (Length). Ha a felvételen vannak meghatározott régiók, akkor azokat a "Selection" választómezőből választhatjuk ki. Sztereó felvétel esetén a bal ill. jobb csatornát külön-külön és együtt is használhatjuk. Ha egérrel szeretnénk kiválasztani az egész felvételt, akkor a szerkesztőablak hangformát mutató részére duplát kattintva megtehetjük azt.

Ha a már kijelölt területet ki szeretnénk terjeszteni, a bal egérgomb lenyomása mellett a "SHIFT" billentyűt tartjuk nyomva. Evvel meghosszabbíthatjuk, vagy lerövidíthetjük a kijelölt területet.

Mozgás a felvételen belül

Ha az elvégzendő feladat nem követeli meg a pontos mozgást a felvételen, akkor célszerű az egeret használni erre a célra. Viszont, ha mind a gyorsaság, mind a pontosság fontos szempont, akkor a "Go to" dialógusablakot (Edit menü / Go to menüpont) kell használnunk. Nagyon hasonlít az előzőekben tárgyalt "Selection" dialógushoz. Ugyanúgy meg lehet adni a pozíciót ahova a kurzort szeretnénk állítani, használni, továbbá a Go To választómezőben a felvétel elejére végére és egyes meghatározott régióra ugorhatunk könnyedén.

Nézetek használata

Ha el szeretnénk menteni a szerkesztőablak egyes beállításait, kijelölést, nagyítás mértékét, vagy a hullámforma megjelenítését, akkor érdemes a nézetek (Views) használata. Lehetőség van arra, hogy minden egyes szerkesztőablakhoz 8 nézetet generáljunk. Minden nézet tárolja a kiválasztott kurzor pozíciókat, a nagyobbitás

mértékét és a görgetősáv pozícióját is. Az elmentett részletek később azonnal visszatölthetők. Nézzünk most erre egy példát. Kövessük a következő lépéseket:

1. Nyissa meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válassza ki a **“Wow”** régiót.
2. A nézet eltárolásához használja a **“CTRL+1”** billentyűkombinációt.
3. Most közelítsünk rá a hullámformára (Zoom) és mentjük el a nézetet a **“CTRL+2”** billentyűvel.
4. Ahhoz, hogy az első tárolt nézetet kapjuk, nyomjuk meg az **“1”**-es billentyűt.
5. Most pedig válasszuk ki a másodszor elmentett nézetet a **“2”**-es billentyűvel.



Drag and Drop műveletek

Lehetőség van az egyszerű műveleteket mint a beillesztés (Paste), keverés (Mix), vagy az új ablak létrehozása az ún. Drag and drop műveletekkel elvégezni. Ha az első két műveletet szeretnénk végrehajtani ezzel a módszerrel a következőket kell tennünk:

Beillesztés: tartsa lenyomva az **“Alt”** billentyűt, amíg át nem húzza a kijelölt szakaszt.

Keverés: A *bal oldali egérgomb lenyomása mellett* húzza át a megfelelő pozícióba a mixelni kívánt részt.

Nézzük meg példákon keresztül, hogyan is történik ez a gyakorlatban:

Keverés:

1. Nyissuk meg a TUTOR1.WAV és TUTOR2.WAV fájlokat. Ebben az esetben a TUTOR1.WAV a célfájl míg a TUTOR2.WAV a forrásfájl
2. Tegyük a TUTOR1 fájlt aktívvá és nyomjuk le a **“Go To Start”** gombot a szerkesztőablak eszközsorán. Jelöljük ki az összes adatot egy dupla kattintással, majd fogjuk meg és húzzuk át az egér bal gombjának nyomvatartása mellett a TUTOR1 fájl fölé.
3. Itt elengedve az egérgombot egy MIX párbeszédablak jelenik meg, amelyen láthatjuk, hogy a TUTOR2 a forrásfájl, míg a



TUTOR1 a célfájl. Hagyjuk a célfájl hangerejét 100%-on a forrásfájl hangerejét pedig állítsuk 60%-ra. Nyomjunk Ok-t.

4. Ekkor a két fájl mixelve lett. Hallgassuk meg az eredményt!



Beillesztés:

1. Nyissuk meg újra a TUTOR1 és TUTOR2 fájlokat.
2. Állítsuk a kurzor pozícióját a TUTOR1 fájl vége felé és húzzuk át a TUTOR2 fájl teljes tartalmát a TUTOR1-be az "Alt" billentyű lenyomása mellett. Hallgassuk meg a végeredményt!



Ha minden problémamentesen ment, akkor a TUTOR2 fájl beillesztésre került a TUTOR1 fájlba a kurzor aktuális pozíciójától kezdve Hallgassuk meg a végeredményt.

Új szerkesztőablak létrehozása:



Hozzunk létre egy kiválasztott részt a TUTOR1 fájlban és húzzuk azt a munkaterület (WorkSpace) fölé. Az új szerkesztőablak automatikusan létrejön és tartalma a kijelölt rész lesz.

Haladó keverés

Ha nem csak egyszerűen szeretnénk összekeverni két felvételt, akkor lehetőség van erre a Mix dialógusablakon keresztül. Itt számos beállítás található, melyet változtathatunk a keverés folyamán. Példaként vegyük azt az esetet amikor zenét szeretnénk összekeverni szöveggel. Ilyenkor a zenét le kell halkítani amíg a szöveg szól, majd a szöveg befejezése után ismét felerősíteni. Készítsünk most egy ilyen mixet:

1. Nyissuk meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válasszuk ki a **“Wow”** régiót.
2. **Készítsünk** drag and drop művelettel egy új **szerkesztőablakot** ebből a régióból.
3. A Summary Information menüpontban (File menü) nevezzük el ezt a szerkesztőablakot Wow-nak a Title mezőben, majd nyomjunk OK-t.
4. Nyissuk meg a **TUTMUSIC.WAV** állományt. Ez egy rövid zenét tartalmaz, amit össze fogunk keverni a “Wow” szöveggel.
5. **Állítsuk a kurzort** a TUTMUSIC fájlban körülbelül **az elejétől számítva kb. 2 másodpercre**.
6. Jelöljük ki a **“Wow”** szerkesztőablakban található összes adatot és húzzuk át a TUTMUSIC fájlba.
7. A megjelenő MIX dialógusablakban **válasszuk ki a “SLOW DUCK” beállítást a választómezőből**. Ellenőrizzük le, hogy a **hangerő 50%-on** van-e a célfájlnál (Destination volume) és a **gyengítési idő** (Pre/post Fade) **0,5 másodpercre** van e állítva. Nyomjunk OK-t. Hallgassuk meg a végeredményt.
8. Vonjuk vissza a művelete és mégegyszer húzzuk át a “Wow” szöveget a TUTMUSIC fájlba. Ugyanazokat a beállításokat eszközöljük mint az előbb avval a különbséggel, hogy most a hangerő legyen **10%-os**. Most a zene jobban le lett gyengítve, a szöveg jobban előtérbe került.



Sztereoó fájlok szerkesztése

Amikor sztereó fájlokkal dolgozunk két csatorna áll rendelkezésünkre. A felső csatorna a bal míg az alsó csatorna a jobboldalt reprezentálja a szerkesztőablakban.

Amikor adatokat választunk ki sztereó fájlokban a program lehetővé teszi a bal és jobb oldali csatorna külön-külön való és az együttes használatukat, szerkesztésüket is. Amikor sztereó felvételeket szerkesztünk a szerkesztőablak alapjában véve két, az egér “tüzelési területe” szempontjából pedig három részre bontható. A felső négy rész a baloldali csatorna, az alsó négy rész a jobboldali csatorna, míg a szerkesztőablak középső része a két csatorna együttes használatát jelenti. A különböző régiókban az egérmutató megváltozása is mutatja a az éppen szerkesztendő területet.

1. Nyissuk meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és **konvertáljuk át sztereó felvétellé** az "Edit" menü "Data Format" menüpontjában.
2. Állítsuk be **Channels** paramétert "**Stereo**"-ra és nyomjunk OK-t. A megjelenő **párbeszédablakban** válasszuk a "**Both**" értéket.
3. Mozgassuk az egérkurzort a baloldali (felső) csatorna tetejére. A kurzor a következőre változik.
4. Most mozgassuk a jobboldali (alsó) csatorna aljára az egérkurzort ekkor a kurzor lesz.
5. Ha pedig a szerkesztőablak közepére visszük az egeret akkor a egérkurzor látható.



Az egyes csatornák között a billenőzet TAB gombjával is tudunk mozogni.

Lehetőség van a csatornákat külön-külön és együtt is meghallgatnunk.



Hallgassuk meg a sztereóvá konvertált TUTOR1 fájlt a jobboldali csatornáját, majd a baloldali külön-külön, végül pedig egyszerre a mindkettőt.

A sztereó adatok, csatornák egymással szorosan összefüggnek. Más szóval a természetben is mindig együtt halljuk a két csatornát. A szerkesztésnél is ehhez a gondolatmenethez kell alkalmazkodnunk. Ez azt jelenti, hogy néhány művelet, mint pl. a kivágás (cut) vagy a beillesztés (Paste) csak egyszerre használhatók a két csatornára.

Hangfeldolgozási eljárások

Ebben a részben a felvételek módosítására szolgáló eljárásokat vesszük sorra és példákon keresztül mutatjuk be működésüket. Vegyük akkor sorra a fontosabb eljárásokat:

Delay / Echo: Ez az eljárás egy másolatot készít az eredeti felvételtől, amelyet egy egyszerű *visszhanggal vagy térrel egészít ki*.



1. Nyissuk meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válasszuk ki az **“Effect”** menü **“Delay/Echo...”** menüpontját.
2. Itt válasszuk ki a **“Slap-back echo”** alapbeállítást és **“Preview”** gombbal hallgassuk meg a változást.
3. Próbáljuk ki az eljárást a többi beállítással is.

Reverb: Ennek az effektnek az eredménye egy olyan hangzás, amely egy *terem akusztikáját, visszhangzását* próbálja utánozni.



1. Nyissa meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válassza ki az **“Effects”** menü **“Reverb”** menüpontját.
2. Válassza ki választómezőből a **“Large Hall 1”** effektet. Hallgassa meg az eredményt a **“Preview”** gombbal.
3. Próbáljon ki további előre tárolt beállítást is.

Chorus: Ez az eljárás arra használatos, hogy egy **összetett hangforrást** szimuláljon egy egyszerű felvételből.



1. Nyissa meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válassza ki az **“Effects”** menü **“Chorus”** menüpontját.
2. Itt válassza ki a **“Chorus 2”** beállítást és növelje meg a hangfelbontás mértékét **(Mod. Depth) 50%-ra**.

A megjelenő párbeszédablakon több paramétert is beállíthatunk. Ezek közül a **“Mod rate”** azt szabályozza, hogy milyen gyorsan történjen művelet végrehajtása. A **“Delay”** érték pedig azt szabályozza, hogy milyen sűrűn halljuk a megváltozott hangokat. A nagyon kis értékeknél általában érdekes vibráló hangot tudunk elérni, míg a nagyobb értékekkel összetett visszhangokat kreálhatunk.



1. Változtassuk a **“Delay** értékét addig, amíg a **TUTOR1** fájlban vibráló hangokat nem hallunk.

2. Próbáljuk ki az ellenkezőjét is és addig növeljük a Delay értékét míg összetett visszhangokat nem keletkeznek.

A "Feedback" és a "Size" paraméterek az összetett hangzás erősségét szabályozzák.

Flange: Egy "elhajlított" hangzást létrehozó eljárás, mely oly sokszor volt hallható a 60'-as évek gitárszólóiban és manapság is gyakran alkalmazzák a techno számokban.



1. Nyissa meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és válassza ki az **"Effects"** menü **"Flange"** menüpontját.
2. Itt válasszuk ki **"Slow-flange 2" effektet**. Az itt beállítható paraméterek megegyeznek a Chorus-nál tárgyaltakkal.
3. Hallgassuk meg a végeredményt



Noise Gate: Amikor felvételt készítünk gyakran felvesszünk valamilyen háttérzajt amely főleg a halk részeken mutatkozik meg. A zajt rengeteg különböző dolog okozhatja: valamilyen elektronikus berendezés vagy gépezet vagy például az ablakon beszűrődő beszűrődő forgalom hangja ha otthon készítjük a felvételt. Amikor a hangforrás sokkal hangosabb, mint a háttérzaj, akkor egyszerű eltávolítani a halk részekről a zavaró háttérzajt.

Nézzünk most erre egy példát:



1. Nyissuk meg a **TUTOR1.WAV** fájlt. Mozgassuk az egérkurzort a **"Wow"** rész és a **"Sound"** rész fölé és válasszuk a **"Process"** menü **"Insert Silence"** menüpontját. Adjunk meg 1 másodpercnyi szünetet és illesszük be a kurzor pozíciójától.
2. Ezután készítsünk egy új fájlt. Az új fájlban hívjuk meg a **"Tools"** menü **"Simple Synthesis"** menüpontját, és generáljuk 4 másodpercnyi zajt 1%-os amplitúdóval (hagyjuk a frekvenciát 2,000 Hz környékén).
3. Ezután másoljuk az egész zajt a vágólapra és keverjük össze a **TUTOR1 elejétől kezdve**. Használjunk **50%-os hangerőt a zajra** (Source) és **100%-os hangerőt a felvételre** (Destination). Most már van egy felvételünk háttérzajjal



ellátva. Hallgassuk meg!



4. Hogy eltüntessük a zajt a halk részeken, először meg kell vizsgálnunk a zaj amplitúdóját. **Válasszuk ki** a TUTOR1 fájlban **egy olyan részt, ahol csak zaj van** és futtassuk a **“Tools”** menü **“Statistic”** menüpontját. Jegyezzük fel a maximum minta értékét (Maximum Sample Volume) százalékban. Ha az előző lépéseket jól csináltuk, akkor körülbelül **0,5%-nak** kell lennie.
5. Ezután válasszuk a az **“Effekt”** menü **“Noise Gate”** menüpontját. Az ekkor megjelenő dialógusablakban válasszuk ki **“Noise Gate 1” beállítást**. Húzzuk a **küszöbszint** (threshold level) értékét egy kissé az előbb feljegyzett **0,5% fölé**. Az 1%-os érték (-20 dB) bőven elegendő, hogy elkülönítsük a háttérzajt a valódi felvételtől.
6. Nyomjunk Ok-t és hallgassuk meg az eredményt.

A zaj a halk részeken majdnem teljesen eltűnt. Ha mégsem, akkor próbáljuk meg a küszöbszint változtatásával eszközölni a problémát.

Compressing an Limiting: Ezek az eljárások használatosak a *felvétel alsó és felső frekvenciáinak változtatására*. Amikor tömörítünk (Compression) egy felvételt, akkor csökkentjük a hangos részek mértékét és növeljük a halk részek intenzitását. Ezt azért tesszük, hogy a hangerőt bizonyos szintek közé hozzuk, és ne vibráljon annyira a felvétel. A “Limiting” ugyanúgy működik, mint a tömörítés csak a magas tartományban dolgozik.



1. Nyissuk meg a **TUTOR1.WAV** fájlt és **készítsünk** róla egy **másolatot** a már bemutatott drag and drop technikával.
2. Válasszuk az **Effect** menü **Dynamic** menüpontját. Majd állítsuk be a választómezőben a **“2:1 Compression with Low level gain”** értéket aktívnak, majd nyomjunk OK-t.
3. Hallgassuk meg mindkét fájlt.

Ha nagyítva megnézzük mindkét fájl hullámformáját akkor könnyen észrevehető, hogy az új fájlban az értékek szintje sokkal állandóbb értéket vesznek fel, mint az eredetiben. A tömörítési folyamat gyakran használatos arra, hogy telítettséget adjunk egy egyébként alacsony frekvenciájú felvételnek.

Expansion: A telítés pont ellenkezője a tömörítésnek (Comression). A hangokat a középfrekvencia felett növeli, míg alatta gyengíti. A leggyakoribb alkalmazása az

alacsony frekvenciájú zajok csökkentése, hasonlóan a Noise Gate eljáráshoz.



1. Nyissuk meg **TUTOR1.WAV** fájlt, és válasszuk ki az **“Effects”** menü **“Dynamics”** menüpontját.
2. Válasszuk ki az **“Expander/ Noise gate1”** beállítást és nyomjunk OK-t.
3. Ellenőrizzük, hogy a nagyon alacsonyszintű hangok gyengültek-e.

Hangmagasság és lejátszási időtartam változtatása: Valószínűleg, már mindenki ismeri, hogy hogyan lehet a hangmagasságot változtatni a lejátszási időtartam megváltoztatásával. Ha például egy 33 1/3 RPM (másodpercenkénti fordulatszám) magnószalagon 78 RPM-el játszunk le egy Beatles számot, akkor az úgy fog szólni mintha mókuskok énekelnék. Hasonlóképpen, ha egy 78 RPM-es trombitával játszott számot 33 1/3 RPM-el játszunk le, akkor úgy szól mintha tubán játszanák. Ezt az elképzelést sok mintavételezőn alkalmazzák egyszerű hangmagasság változtatásra.



1. Nyissuk meg a **TUTOR2.WAV** fájlt. Válasszuk ki az **“Effects”** menüből a **“Pitch Change”** menüpontot.
2. Ezután a választómezőben állítsuk be az **“Octave up”** értéket és nyomjunk OK-t.
3. Hallgassuk meg a végeredményt.

A fájl mérete pontosan a felére csökkent és egy oktávval feljebb szól.

Graphic EQ: A grafikus equalizer az elérhető frekvenciatartományt 10 sávra osztja, amiket erősíteni vagy gyengíteni lehet. Minden sáv középfrekvenciaként van definiálva. Például a 125 Hz-es sáv 90-től 190 Hz-ig állítható. Ha sáv értékét 0-ra állítjuk, akkor az azt jelenti, hogy a frekvenciákat ebben a sávban nem kívánjuk a felvételben változtatni. A pozitív növelés erősítést, míg a negatív növelés gyengítést eredményez.



1. Nyissuk meg a **TUTMUSIC.WAV** fájlt és válasszuk a **“Tools”** menü **“Graphic EQ”** menüpontját.
2. Itt válasszuk ki a **“Cut high frequencies (fast)”** beállítást a választómezőből és nyomjunk OK-t.
3. Hallgassuk meg az eredményt.



Ez eltünteti a magas frekvenciákat a felvételtől. Könnyen észrevehető, hogy a felvétel morajlóbb lett, mint előzőleg.

5. 5. A számítógép és a MIDI

A számítógéppel összefüggésben a beszéd mellett a zene játssza a legfontosabb szerepet. Különösen a MIDI (Music Instrument Digital Interface) kifejlesztését kell figyelembe venni, melyet a zenei ipar 1983 óta alkalmaz. Ez az interfész definíció két elektronikus zenei eszköz között (és két számítógép között) kódolt zenei jelek átvitelét teszi lehetővé.

Itt a tényleges mintavételi értékek helyett eszközfüggő jelmegjelenítéseket alkalmaznak. A kódolás többek között az eszköz megnevezését, a hangjel kezdetét és végét, az alaphangfrekvenciát és a hangerőt tartalmazza. A MIDI 10 oktávon keresztüli kódolást tesz lehetővé, ami 128 hangnak felel meg. Ha például egy zenész leüt egy zongorabillentyűt, akkor a hang kezdete és a leütés erőssége átvivődik. Ha a billentyűt elengedi, ismét átvivődik egy ennek megfelelő jel. Ez az eljárás egy 10 perc hosszú zenevisszaadáshoz kb. 200 Kbyte MIDI-adatot vesz igénybe, ami egy olyan hangrend, amely lényegesen alatta marad a 44 kHz-es mintavételi ismétlődésű jelnek megfelelő adatmennyiségnek. A MIDI a zenei adatok legkompaktabb előállítását, ami természetesen hangvisszaadást tesz lehetővé.

MIDI

A MIDI segítségével egy számítógép az egyes hangszereket megszólaltathatja. Másfelől a számítógép ezen interfész révén kódolt zenei adatokat tud venni, tárolni és tovább feldolgozni. A MIDI-terminológiában egy billentyűzet segítségével lehet ezeket az adatokat generálni és egy szintetizátorral visszaadni. Egy sorbaállító ezeket az adatokat átmenetileg tárolni tudja és adott esetben képes ezeket megváltoztatni. Egy multimédia rendszerben a sorbaállító a számítógéppel valósítható meg.

A Billentyűzet

A billentyűzet a zongora klaviatúrájának felel meg. Segítségével a zenész a legkülönbözőbb hangszereken képes játszani (a játékot imitálni). Eközben a billentyű lenyomásának sebességével és gyorsulásával a hangerősség befolyásolható. Ezenkívül 5 oktávban 61 billentyűnek kell lennie. A billentyűzet ily módon a zenész játékát MIDI-adatokká változtatja.

A szintetizátor

A szintetizátor olyan akusztikus jelek előállítására szolgál, melyek MIDI-adatok formájában jönnek létre. Ez belülről a legkülönbözőbb formában jöhet létre: a jelek előre tárolva lehetnek. Hangvisszaadáskor a mintavételi értékek egy digitálanalóg átalakító segítségével akusztikai jelekké alakulnak. Egészében véve az egyes hangok időtartománybeli összekapcsolása valósul meg. Más megoldásokban az akusztikus jeleket szintetikus úton állítják elő.

A sorbaállító

Eredetileg egy sorbaállítónak az a feladata, hogy az előállított MIDI-adatokat tárolja és egy későbbi időpontban visszaadja. Ma egy sorbaállító egy zenemű szerkesztője. Itt az adatok megfelelő módon megváltoztathatók. Az előállításához több változat áll rendelkezésre: a legismertebb előállítást és feldolgozási lehetőséget maguk a hangjegyek adják. Itt a képernyőn egy kottalap jelenik meg, amely megfelel a zenei darabnak. A sorbaállító ezeket a hangjegyeket MIDI-adatokká alakítja át. Egy nagyon technológia-orientált előállítást jelent az egyes MIDI-adatok közvetlen előállítása. Ehhez egy-egy csatornát állítanak elő: a felhasználó a megvalósítandó jeleket elhelyezi az időtengelyen.

Gyakran a billentyűzetből indulnak ki: a bal szélén, mint Y tengelyen, különböző billentyűk helyezkednek el. Az idő mint az X tengely jelenik meg. Egy nyomógomb lenyomásának időtartama ebben a diagramban, mint egy vonás jelenik meg. Egy pontosabb forma magában foglalja a mindenkori leütési erősség kódolását is, mint a vonás amplitúdóját.

MIDI szabvány

A MIDI-szabvány szerint 16 csatornán vihetők át jelek. Minden felhasznált csatornához hozzá van rendelve egy szintetizátor. A zenei adatok, melyek ezen a csatornán folynak, a szintetizátor segítségével a megfelelő hangszereken visszaadhatók. Ily módon egyidejűleg több hangszereket a különböző hangokon szólaltatható meg egy MIDI-csatlakozáson keresztül, mivel az egyes csatornákhöz különböző hangszerek vannak hozzárendelve. A MIDI-definíciók 128 hangszert, beleértve a zajhatásokat (mint telefon és helikopter) egyértelmű számokkal jelölnék meg. Példaképpen a 0 számmal a zongorát, acoustic grand piano, 12-vel a marimbát, 40-nel a hegedűt és 73-mal a fuvolát jelölik.

Egyes hangszereken egyszerre csak egy hang játszható. Erre példa a fuvola. Más hangszereken egyidejűleg több hang is előállítható. Egyszerre játszható több hang például az orgonán. Az egy csatornán belül egyidejűleg játszható hangok maximuma lényeges jellemzője egy szintetizátornak. Szokásos érték a 3 és a 16 közötti hang csatornánként.

Gyártóspecifikus kódolás

Az általánosan érvényes kódolás mellett a MIDI a gyártóspecifikus kódolás lehetőségét is magában foglalja. Ezt a gyártó által adott egyértelmű System-Exclusive

jelzés vezeti be és egy End-of Exclusive jelzés zárja le. A MIDI-Clockjel segítségével a vevő az adó üteméhez tudja magát szinkronizálni. Erre a célra negyedhangonként 24 jelölés vihető át. Másik lehetséges megoldásként az SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) idő kód vihető át. Az SMPTE egy Óra: Perc: Másodperc: Képszám formátumot definiál például 30 kép/s-ra. Ez a 30 kép/s sebességű információátvitel mindenesetre átlépné a MIDI-re érvényes sáv szélességet. Ezért megállapodásszerűen létezik egy MIDI time code, mely nem viszi át a teljes időbeli ábrázolást minden egyes képével együtt.

Egy MIDI-adatok kezelését tartalmazó multimédia alkalmazás előállítja a hangszer és a csatornák közötti kapcsolatokat is. Ezenkívül lehetővé teszi ez az alkalmazás a szintetizátoron való azonnali megszólaltatást. A MIDI az adatok időben helyes sorrendű visszaadását követeli a korrekt visszaadáshoz.

5. 6. Ellenőrző kérdések az ötödik fejezethez

Elméleti kérdések:

1. Milyen előnyökkel rendelkezik a számítógépes editálás a hagyományos hangszerkesztéssel szemben?
2. Milyen alkotórészekből áll egy editáló rendszer?
3. Mutassa be a hangkártya fontosabb jellemzőit, szokásos funkcióit!
4. Milyen számítógépes hangformátumokat ismer? Röviden jellemezze őket!
5. Melyek a hangdigitalizálás jellemző paraméterei?

Gyakorlati feladatok:

1. Digitalizáljon be két hangmintát (egyenként kb. 10-15 másodperc terjedelemben). Az első minta egy CD lemezjátszóról, míg a második egy Hi-Fi lemezjátszóról kerüljön felvételre. Mindkettő sztereó felvétel legyen 22 KHz-es mintavételi frekvenciával és 16 bites hangmélységgel.
2. Mixelje össze a két felvételt 80 (forrás) és 50 (cél) százalékos hangossággal úgy hogy az elsőre helyezzen egy visszhang effektust, míg a második felvétel egy oktávval feljebb szóljon.