

Hangtechnikai alapismeretek

készítette: Maczik Mihály és Varga Imre



Tartalom

1. Bevezetés
2. Akusztikai alapok
3. Elektronikai alapok
4. Mikrofonok

5. Hangszórók
6. Erősítők
7. Keverő
8. Hangkártyák, hangcsipek
9. Analóg hang digitális leképezése
10. Az MP3
11. A forgatókönyv

Bevezetés

A fül igen hasznos érzékszervünk, akkor is használhatjuk, ha szemünk másra figyel, vagy testünk éppen el van foglalva valamilyen tevékenységgel. Ezt jól ki is használjuk mi, emberek, mégpedig általában igen élvezetes módon: zenét hallgatunk.

Nehezen tudnánk elképzelni a minden napjainkat zene nélkül. Legyen szó munkáról, utazásról, kikapcsolódásról, ezekhez mind társul a muzsika, valami minden szól, akár a háttérben, akár úgy, ha csak rá figyelünk. Ehhez a már szinte függőségnek is nevezhető szokáshoz jócskán hozzájárult a számítástechnika fejlődése, ami lehetővé tette, hogy ne kelljen nagyméretű tányéros lemezjátszót vagy akár CD-lejátszót telepíteni mindenhol, és ne kelljen minden alkalommal egyességet kötnünk magunkkal, hogy több száz lemezből, kazettából álló gyűjteményünk darabjai közül melyik az a néhány, amelyet aznap fogunk hallgatni.

Elkényeztet bennünket a technika, és ha élünk a fejlődés nyújtotta lehetőségekkel, hamarosan azt vesszük észre, nem is tudunk nélküle élni. Ha véletlenül a MP3-lejátszónk nélkül ülünk autóba, már fordulunk is vissza érte. A fiatalok pedig mindezt természetesen veszik, nem kazettát hallgatnak, hanem MP3-lejátszót. Nekik már az a furcsa, ha egy CD-n minden össze egyetlen zenekar egyetlen albuma található.

Az viszont hétköznapi dolog számukra, hogy egy analóg fizikai jelenséget a számok nyelvére lehet fordítani. Olyannyira, hogy külön el kell magyarázni azt, hogy ez nem volt mindig így, okos embereknek ki kellett találniuk, hogyan lehet mintát venni a folyton változó hanghullámból, miként kell a mintát számokká alakítani, a számokat tárolni, és hogyan lesznek a számokból ismét hanghullámok.

Azt azonban hamar megértették, miként lehet egy CD tartalmát PC-re másolni, hogy kíméljük a lemezt, és ne kelljen minden a CD-raktárnak kinevezett dobozban turkálni, ha meg akarunk hallgatni valamit. Mivel megvan bennük a jó programozó ismérve (lusták a végtelenséget), a legkönnyebben elérhető, legegyszerűbben használható megoldást keresik, azt, amit még ők is tudnak használni. Van ilyen, nem is kevés.

Míg az ifjúság a CD-kkel dolgozik, az idősebbek felhozzák a garázsuktól a szintén dobozban porosodó LP-ket (a fiatalok kedvéért: bakelt lemez), amelyek szívüknek igen kedvesek, de sajnos kényesek, nehezen kezelhetők. Esetükben fokozottan érvényes, hogy kímélni kell őket, hiszen az analóg technológia kevésbé időtálló, mint a digitális. A megoldás az ő esetükben is a PC-be történő áttöltés, vagyis a digitalizálás. Megvan ennek is a technikája, amiben legalább annyi buktató leselkedik ránk, mint az audio CD-k másolásakor. Oda kell figyelni, gondosan kell dolgozni, hogy a végeredményt hallgatva felsöhajthassunk: megérte a befektetett munka!

Szerencsére van választék olyan szoftverből, amellyel a felvételt és az utómunkákat elvégezhetjük. Kicsit sok is a jóból honnan tudjuk, melyiket válasszuk? Sound Forge, Wavelab, Goldwave, Nero? Nincs más hátra, mint kipróbalni mindegyiket, aztán dönten. Nincs könnyű dolgunk, rengeteg szolgáltatása van mindenek programnak, egyikkel sem gond a felvétel, a vágás, a zajszűrés, hogy csak a legfontosabb szempontokat említsük.

Az LP-k digitalizálása megtörtént, a gyerekek által beolvastott CD-k is pusztítják a helyet a merevlemezen. Ha így folytatjuk, hamar kinőjük azt a néhányszor tíz gigabyte-ot, ami most a háttértár szerepét tölti be számítógépünkben. Nincs más hátra, tömöríteni kell, de lehetőleg úgy, hogy ne vesszen kárba az eddig végzett munka, és jó minőségen tudjuk élvezni kedvenc számainkat. Van ugyan számos tömörítési forma, de mindeneknek megvan a maga hátránya. Az egyik csak beszéd kezelésére jó, a másik ugyan zenéhez is, de kevés lejátszó ismeri, a harmadik szép is, jó is, de még kevésbé elterjedt.

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

A hang

Mechanikus hullámok terjedéséhez közvetítő közeg kell, légüres térben nem terjednek. Hangnak nevezzük a rugalmas közegben (szilárd, folyékony, gáznemű) fellépő mechanikus rezgéseket.

Hallható hang

Hallható hangnak nevezzük a rugalmas közegben (szilárd, folyékony, gáznemű) fellépő mechanikus rezgéseket a 20 Hz-től 20 kHz-ig terjedő frekvenciatartományban.

Infrahang

A 20 Hz alatti mechanikus rezgéseket infrahangnak nevezzük.

Ultrahang

A 20 KHz fölötti mechanikus rezgéseket ultrahangnak nevezzük.

Hangok csoportosítása:

- Tiszta hang: szinuszos rezgés.
- zenei hang: periodikus rezgés.
- zörej: nem periodikus rezgés.
- dörej: lökésszerű, néhány pillanatig tartó változás.

A hang sebessége

Levegőben ~ 340 m/s

Vízben ~ 1500 m/s

Téglafalban ~ 3600 m/s

Acélban ~ 5000 m/s

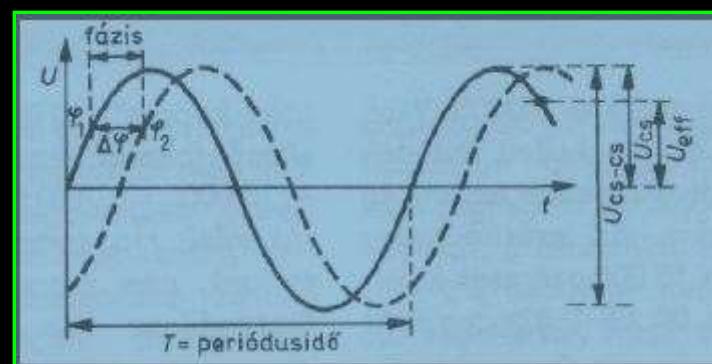
Ha valamely hullám terjedése során rezgése harmonikusan változik, harmonikus hullámokról beszélünk. Ilyen például a szinuszos hangrezgés.

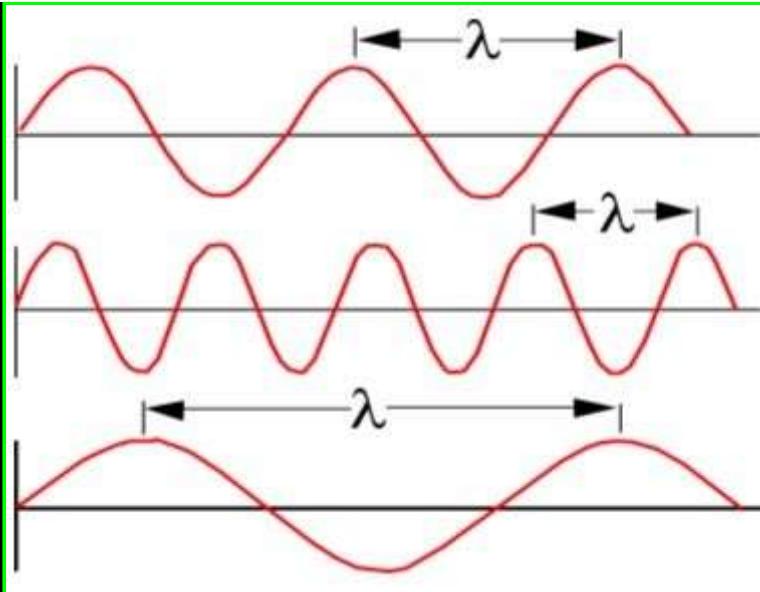
Frekvencia

A hanghullám az egyik hangnyomás maximumától a másik hanghullám maximumáig tart. Ezek sürűsége adja a másodpercenkénti rezgésszámot, vagyis a frekvenciát, mely a periódusidő reciproka. $f = 1/T$

Jele: f

Mértékegysége: Hz, kHz





A legmagasabb hang amelyikben a legtöbb rezgés látszik, vagyis a 2. a sorban. Még a legmélyebb a 3. a Lambda a hullámhosszt mutatja a különböző frekvenciáknál.

Hullámhossz

A harmonikus hullám legfontosabb jellemző értéke a hullámhossz. Jelölése λ (lambda).

A hullámhossz egyenlő, két egymást követő, azonos rezgési állapotban (fázisban) lévő részecske egymástól mért távolságával, tehát megfelel annak a távolságnak, melyet a hullám egy rezgés alatt megtesz: $c = \lambda \cdot f$

ahol

c a hangsebesség [m/s],

λ a hullámhossz [m],

f a frekvencia [1/s = Hz].

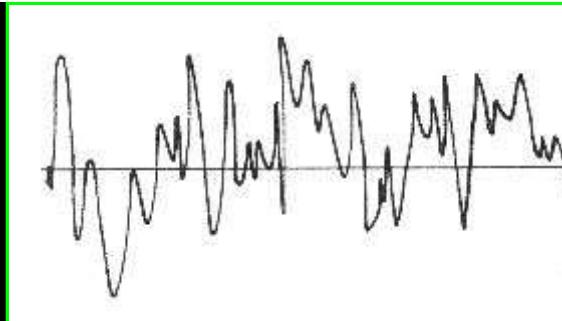
Hangnyomás

Hangnyomásnak nevezzük a hanghullámok terjedése során a közegben fellépő nyomásváltozást (a hanghullám nélküli nyomáshoz viszonyítva). p [Pa]

A gyakorlatban hangnyomás alatt legtöbbször annak effektív értékét értjük: $p_{\text{eff}} = p_{\text{max}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$

Amplitúdó

A hangerőt a rezgés amplitúdója határozza meg.



Hangnyomásszint

Hangnyomásszintnek (L) nevezük két hangnyomás p és p_0 arányának tízes alapú logaritmusát szorozva tízzel:

$$L = 10 \cdot \lg p/p_0 \text{ [dB]}$$

Akusztikai teljesítmény

A hangnyomást megszorozva hangsebességgel és a teljes területtel (felülettel), amelyen a hangtér áthalad, megkapjuk az akusztikus teljesítményt
 $P = p \cdot c \cdot A \text{ [W]}$

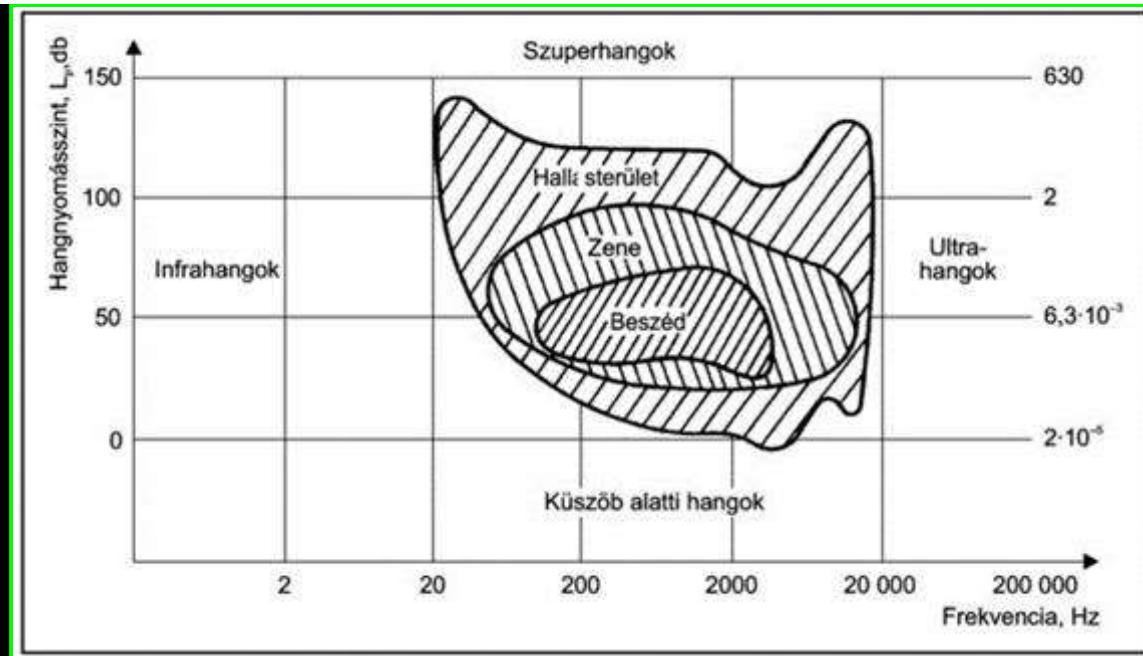
Kapcsolódi ismeretek: a felület nagysága (m^2) és a hangintenzitás szorzata adja az akusztikus teljesítményt. Mértékegysége a Watt (W).

hangintenzitás: 1 m^2 felületen másodpercenként átvitt energia mennyisége. Egysége az 1 W/m^2 .

A hangteljesítmény, az időegységenkénti hangenergiát jelenti. Jele a nagy P , mértékegysége a W.

Hallásküszöb, fájdalomküszöb

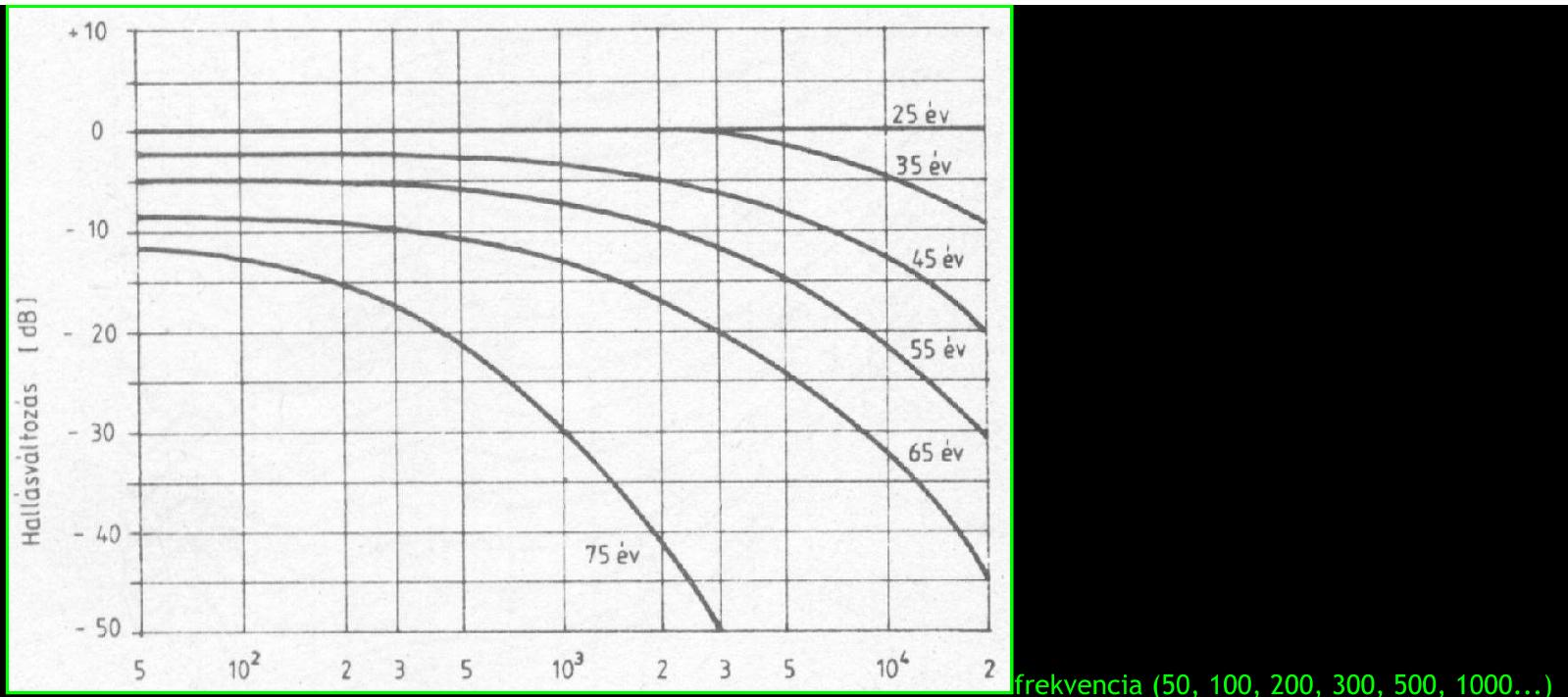
Nem minden levegőrezgés kelt hangérzetet. A nagyon gyenge hangokat már nem halljuk meg. A még éppen hallható hangnyomásszintet hallásküszöbnek hívják. Értéke $20 \mu\text{Pa}$ (teljesítményben ez $1,2 \cdot 10^{-12} \text{ W}$) 1 kHz-es frekvencián. A fül érzékenysége más rezgésszámmon eltér ettől. Fülünk 700 Hz és 6 kHz között a legérzékenyebb, nyilván emiateszik ebbe a tartományba a beszédhangok többsége. Az a határ, ahol a fül már nagyon torzít (vagyis amikor már fáj), fájdalomküszöb névre hallgat. A két küszöb közötti rész a hallásterület. Az egyéni halláskárosodás a hallásküszöb emelkedéséből derül ki legjobban.



A hangmagasság érzete a hangrezgés frekvenciájától függ, kismértékben azonban befolyásolja a hang erőssége is. Ha egy nagyon mély hang erősséget növeljük, még mélyebbre halljuk azt. A magas hangok erősségeinek növelésekor a hangmagasság is növekszik.

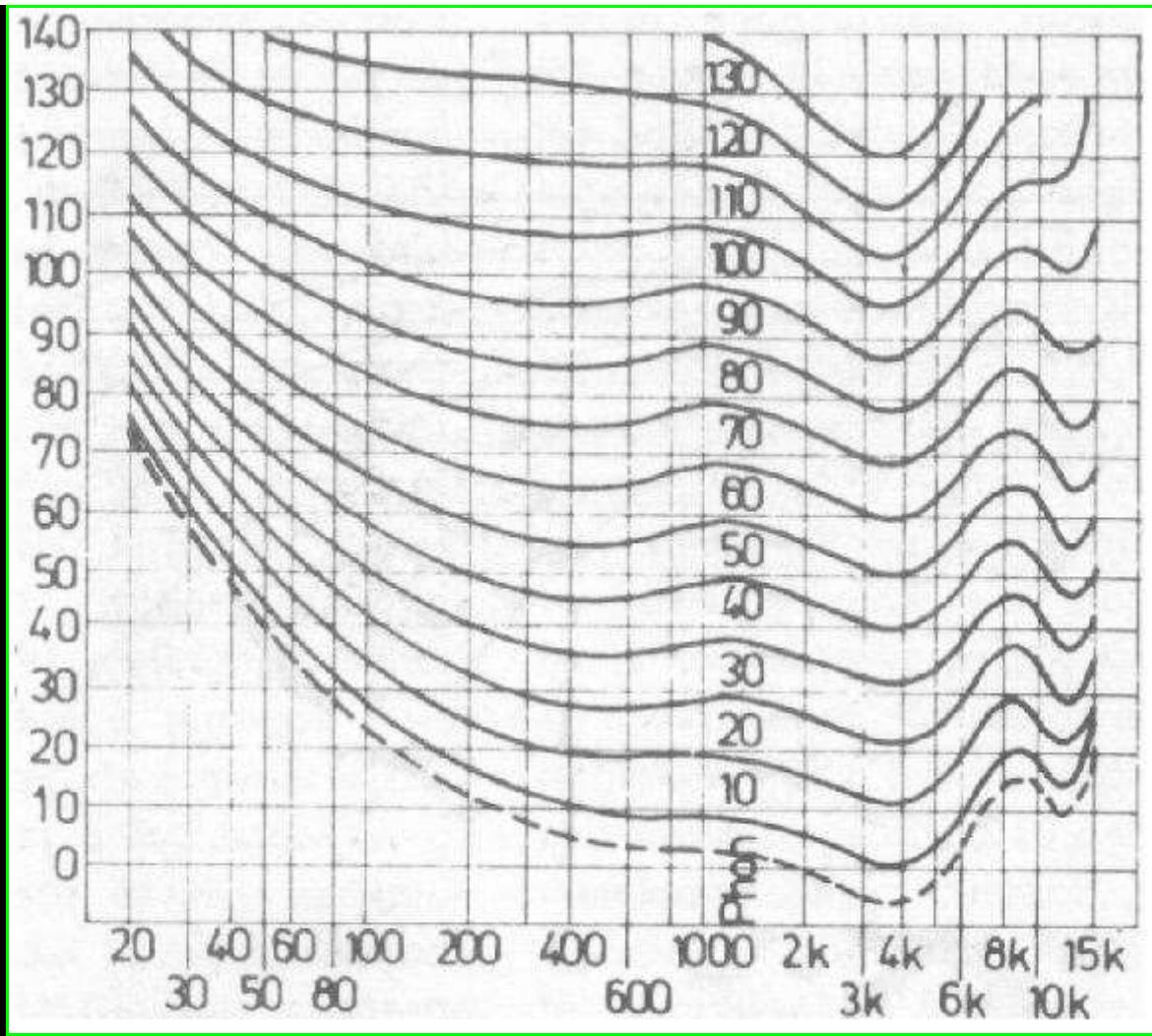
A hallás életkori sajátossága

A hangmagasság érzete életkortól függ. Az idősek a magas hangokat nem hallják.



A hangosság

Különböző magasságú hangok esetén is megállapítható, melyik az erősebb, és melyik a gyengébb hang. A hangerősség-érzete frekvenciafüggő. A hallásterületen belül görbékkel köthetők össze azok a pontok, amelyek egyforma erősségi hangoknak felelnek meg. Agörbék összességét egyenlő hangosságú görbeseregnek (izofon) hívják. A szubjektív hangerő, a hangosság egysége a fon (phon). A hangosság [fon] értékek 1 kHz-en megegyeznek a hangnyomásszint [dB] értékkal. Például 80 fon hangosságon olyan hangot kell érteni, amelynek erőssége 1 kHz-es, 80 dB-es hangnyomásszintű hanggal azonos.



Az izofonokból a hangszórós hangvisszaadás szempontjából a következők adódnak: a zenekari muzsika eredeti hangereje 80-90 fon körül van. Ebben a tartományban az izofonok görbülete kisebb, mint a 40-50 fon közötti kisebb hangerőknél. Szobában, teremben ezzel szemben az eredeti hangerővel való hangvisszaadás túl hangos, ezért ilyenkor a hangerőt halkabbra állítják, pl. 40-50 fon közötti értékre. Mivel az emberi fül megközelítően 700 Hz és 6 KHz közöli a legérzékenyebb, és ez az érzékenység az alacsonyabb frekvenciák felé (mély hangok) csökken, az alacsonyabb frekvenciánál viszonylag nagyobb hangnyomást kell beállítani, mint közepes frekvenciasávokon, annak érdekében, hogy minden frekvencia azonos hangerővel legyen hallható. Igy a valóságnak megfelelő hangvisszaadás érdekében nagyobb teljesítményt kell a hangszóróra adni főleg a mély, de egy kissé a magas frekvenciák területén.

Kis hangerőnél a fül a magasabb hangokra jobban fülel, mert a természetes környezet (talaj, erdő, levegő) jobban csillapítja a magas hangokat, mint a mélyeket.

A hangossággyorbék szintfüggésének hatása az is, hogy ha valamilyen hangjelenséget nem az eredeti erősségének megfelelően adunk vissza,

megváltozik a jellege, hangszíne: halkított hangvisszaadáskor a hang elvékonyodik, túl hangos visszaadás az ellenkező hatással jár. Az emberi hallás lekövetése érdekében egyes drágább készülékekbe fiziológiai hangerőszabályzót (loudnessst) építenek be, amely áramkör a műsor lehalkítása közben automatikusan kiemeli a mély hangokat. A hangosság a távolság négyzetével csökken!

Példák hangosságokra

Hangjelenség - Hangosság (fon)

Hallásküszöb - 0

Levélsusogás - 20

Halk suttogás 1 m-ről - 30

Városi lakás hangja - 40

Normális beszélgetés - 60

Személygépkocsi 5 m-ről - 65

Hangos ének 1 m-ről - 75

Teherautó 5 m-ről - 80

Aluljáró - 94

Háztartást gépek - 100

Fényíró gép - 107

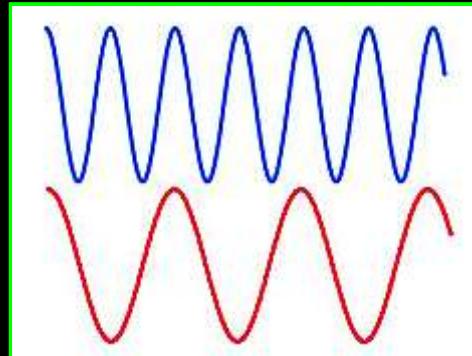
Lékgalapács - 118

Rockzenekor 1 méterről - 120

Sugárhajtású repülőgép 30 m-ről - 130

Hangmagasság

A hangmagasságot a mechanikai rezgés frekvenciája határozza meg (f [Hz]). A kék magasabb frekvenciát még a piros alacsonyabb frekvenciát mutat, amplitúdójuk azonos...



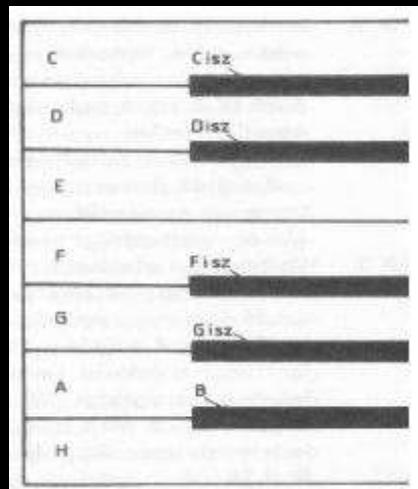
Abszolút és relatív hallás

Az emberek többsége képtelen arra, hogy egy hallott hang valódi magasságát felismerje, aki viszont képes rá, az rendelkezik abszolút hallással. Ezt a ritka tulajdonságot tehát az abszolút hallás amire az emberek alig pár %-a képes. Azt viszont egy átlag ember is meg tudja mondani, hogy két hang közül melyik a magasabb. Ezt nevezzük relatív hallásnak.

A hangskála

A hangmagasságok közötti különbségeket a hangköz fejezi ki. A legnevezetesebb hangköz az oktáv, amely két hang közötti 1:2-es frekenciaviszonynak felel meg. Az egyik hang frekvenciája tehát kétszerese a másikénak.

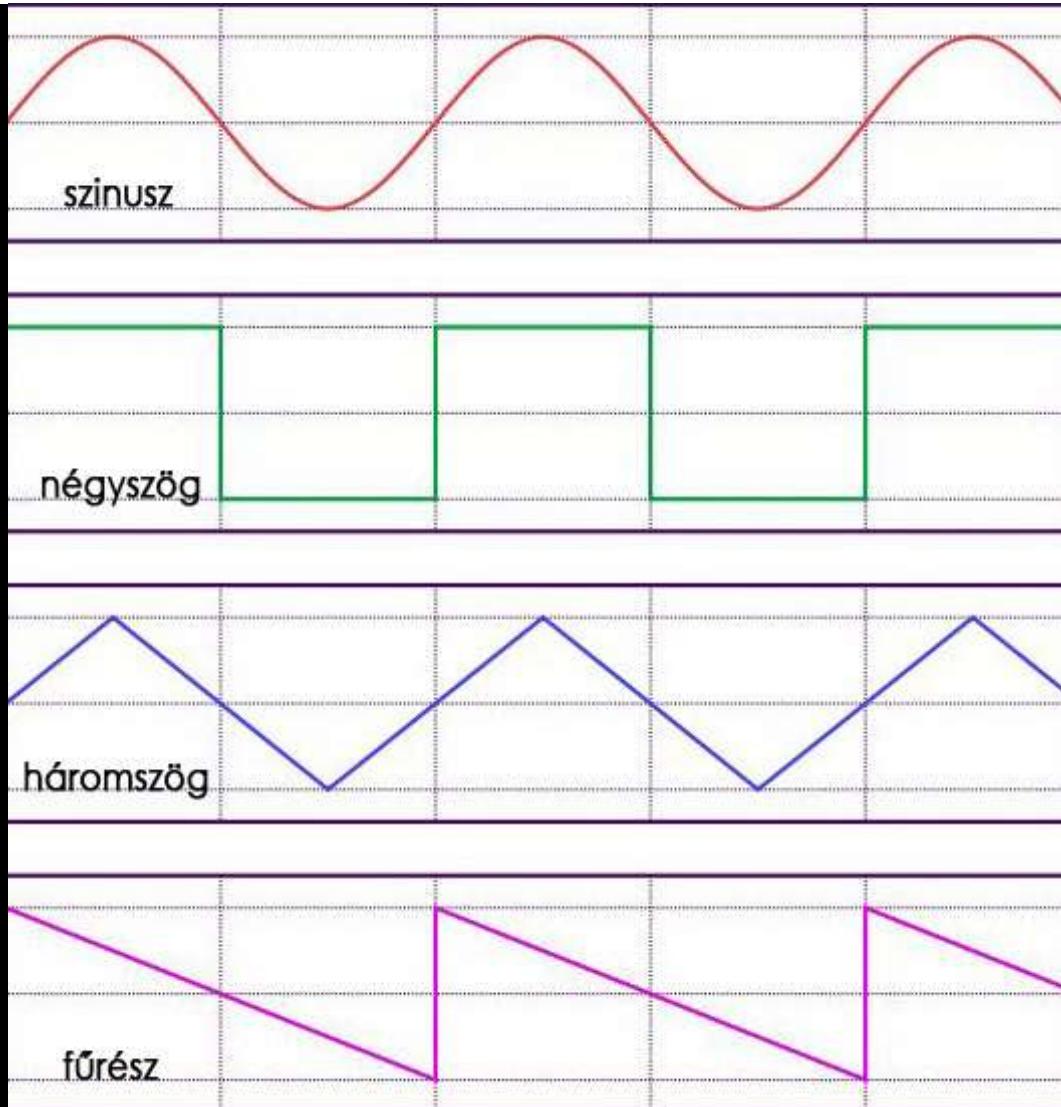
Utoljára J. S. Bach módosította a hangsort, hogy az oktáv 12 egyenlő részre legyen osztva. minden hang rezgésszáma az előzőének 1,06-szorosa. Megfigyelhető, hogy nem felváltva vannak az egész és a félhangok, mert az emberi fülnek így kellemes a hangzás. Más kultúrákban más képpen osztották fel a hangsíkkát (India) így az európai ember fülének furcsán hangzanak az ottani hangszereken játszott dalok.



hang	C	CISZ	D	DISZ	E	F	FISZ	G	GISZ	A	AISZ	H
frekv.	261,62	277,18	293,66	311,12	329,62	349,22	369,99	391,99	415,3047	440	466,16	493,88

Hangszín

A hang gyakorlatilag sohasem áll egy egyszerű szinuszos rezgésből, hanem több szinuszos rezgés összege. Az ebben előforduló legalacsonyabb frekvenciát nevezük alaprezgésnek, vagy alaphangnak. A többi rezgés harmonikus rezgés, más néven felhang, melyek frekvenciái az alaprezgés (alapfrekvencia) egész számú többszörösei. Pl.: 50 Hz felharmónikusai 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz ... Szinuszos alaprezgésből és felharmónikusaiból tetszés szerinti jelalak, összetett hang kikeverhető.



A felhangok száma és hangereje határozza meg valamely hangszer hangsínét.

A hangsín a felharmonikus tartalomtól függ. A hangmagasságot az alapfrekvencia határozza meg. Kedveljük azokat a hangszereket, amelyeknek hangja harmonikusokban gazdagabb. Érdekes jelenség, hogy a fül torzítása módot ad a csalásra. Sok esetben elegendő a felharmonikusok átvitele, az alaphangot a fül kikeveri. A rock- és a diszkózenében ezt úgy használják ki, hogy pl. a lábdob kb. 35 Hz-es alapfrekvenciájának rögzítése helyett a 70, 105, 140 Hz-es felhangokat emelik ki, ennek következtében még a rádió középhullámán hallgatva is - ahol biztosan nincs 100 Hz alatt semmi - mélynek tűnik a dob.

A hallható mélyhangnak tér kell

Ahhoz, hogy egy bizonyos mélységű hangot meghalljunk, legalább a *fél-hullámhossznyi* hosszúságú területre van szükségünk. Például, ha 25 Hz-es

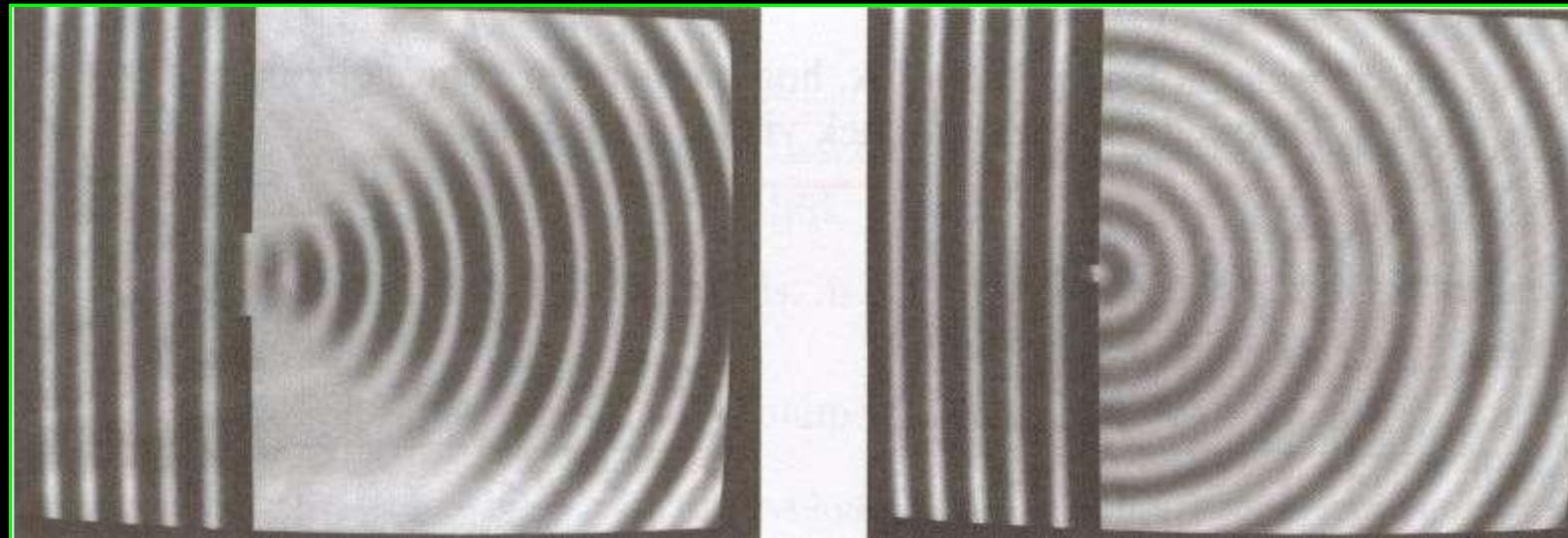
mélyhangot szeretnénk meghallani, akkor a terem hosszának $\lambda/2 = c/2f = 340/2*25 = 6,8$ m hosszságúnak kell lennie legalább. Az igazi mélyhangokat tehát vagy a szabadban, vagy nagy csarnokokban, katedrálisokban lehet jól hallani, a 3 x 3 méteres kis szobánkban erre ne is számítsunk.

A hanghullámok elhajlása

A hullámfelület fogalma alatt értjük az összes azonos fázisú pont mértani helyét.

A hullámhosszhoz képest kis nyílásoknál a rezgés a nyílás mögött betölti az egész teret, vagyis a nyílás széle körül elhajlik. A mély hangok hullámhosszához (17m - 3m) képest a lakótereink nyílászárói kicsik, így ezek a mélyhangok minden irányból, távolról is jól hallhatóak például egy nyitott ablaknál.

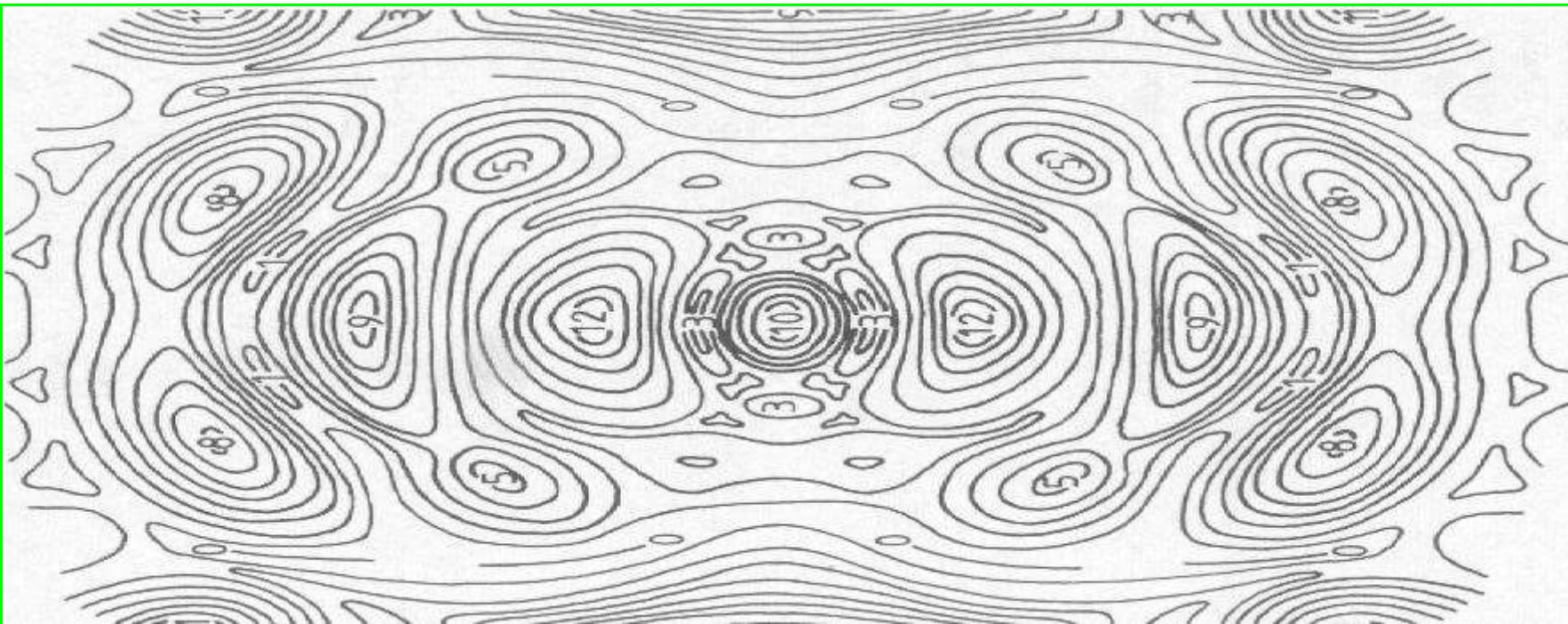
Ha a hullámhosszhoz képest nagy a nyílás mérete, akkor a rés a hullámfelületből majdnem derékszögű csíkot vág ki, melynek szélei viszonylag élesek. A magas hangok tehát a nyílászárón áthaladva alig hajlanak el, csóvászerűen irányítottak, mint egy fény sugár. Ezért nem halljuk a magas hangokat, ha a szomszéd ablakából az utcára árad a zene.



Ha a hullám útjába akadályt helyezünk, akkor a hullámok az akadály nyílásának megfelelő szélességben haladnak tovább. Ha a nyílást szűkitjük, akkor az áthaladó hullámyaláb egyre inkább széttartó (széles) lesz. Egészen szűk rés mögött (a rés szélessége kb. ugyanakkora mint a hullámhossz) a rés mögött kialakuló hullámok félkörök lesznek, mintha a rés lett volna a hullámforrás. A rés mögött azt a területet, ahol a hullámok élesen látszódnak azt hullámtérnek, ahol elmosódottak elhajlási térnek, ahol nem látszanak árnyéktérnek hívjuk.

Hullámok interferenciája

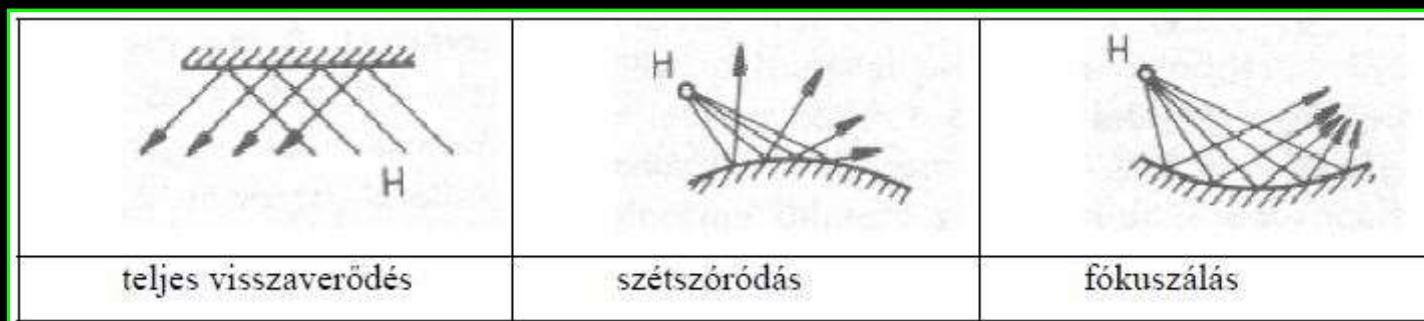
Ha a hangszerből vagy hangdobozból kiinduló eredeti hullámok találkoznak elhajlott vagy visszaverődött hullámokkal fellép az interferencia jelensége. Ha az egymással találkozó hullámok menete olyan, hogy valamely hullámvonalat hullámhegyei egybeesnek egy másik vonulat hullámvölgyeivel, vagyis a hullámvonalatok ellenfázisúak, úgy ezek kölcsönösen kioltják egymást. Ha viszont a találkozó hullámok azonos fázisúak, felerősítik egymást. Egy zárt helyiségen méréseket végezve azt tapasztaljuk, hogy vannak olyan helyek, ahol egy adott magasságú hang erősen hallatszik, másol pedig alig. Különösen igaz ez a mély gangokra, ahol a nagy hullámhossz miatt ezek a „foltok” elég nagyok az ember testméreteihez képest. Ezért nem mindegy, hogy honnan hallgatjuk a zenét a szobánkban. A korszerű szubbasszus hangdobozokon van egy „fázis” nevű nyomógomb, mellyel 180 fokos fázisfordítást tudunk végrehajtani, vagyis a szobánkban ahol eddig a mélyhangok kioltódtak, most felerősödve fognak megszólalni.



Hanghullámok visszaverődése

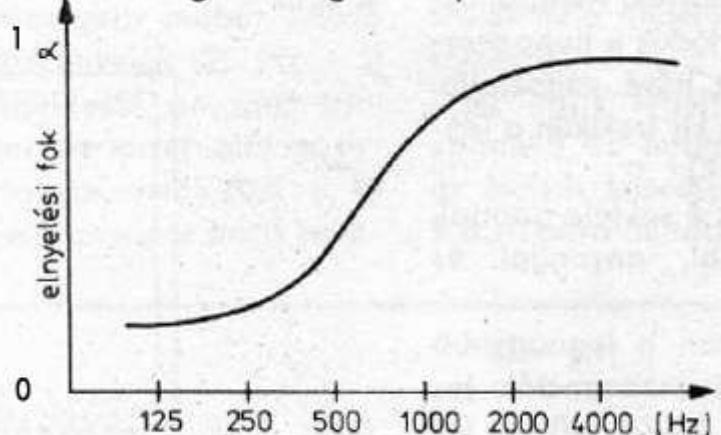
Ha kiválasztjuk a hangforrásból kiinduló hullámok végtelenül keskeny nyalábját, a hangsugárhoz jutunk. A hangsugár irányára minden merőleges a haladó hullámok felületére.

Ha a hangsugár a levegőből olyan szilárd közegbe ütközik, amelynek kiterjedése a hullámhosszhoz képest nagy, akkor a sugár az új közeg határfelületén visszaverődik. A falra ragasztott tojástartókkal a visszaverődő hangokat szétszórjuk, csökkentjük az interferencia, és a visszhang kialakulásának lehetőségét, DIFFÚZ hangteret hozunk létre.

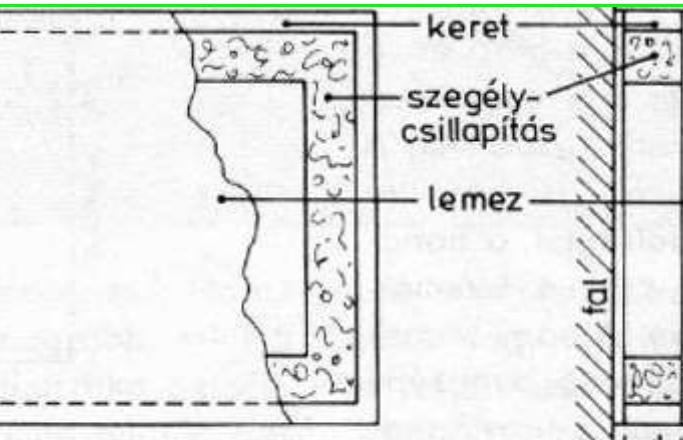
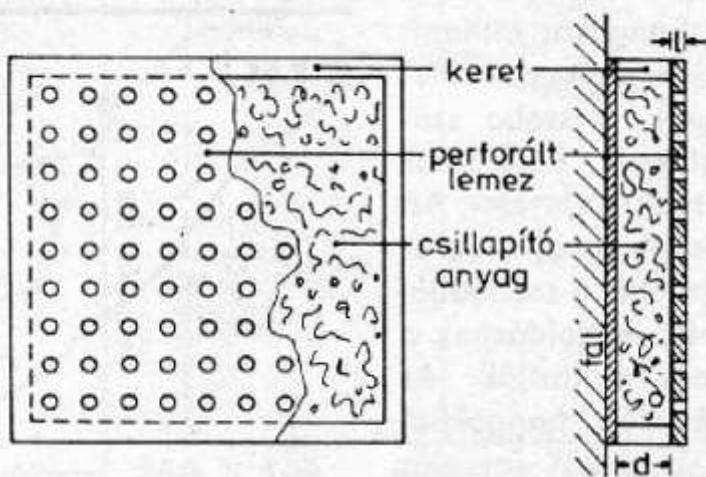


Hanghullámok elnyelődése

Magas hangok elnyelődése

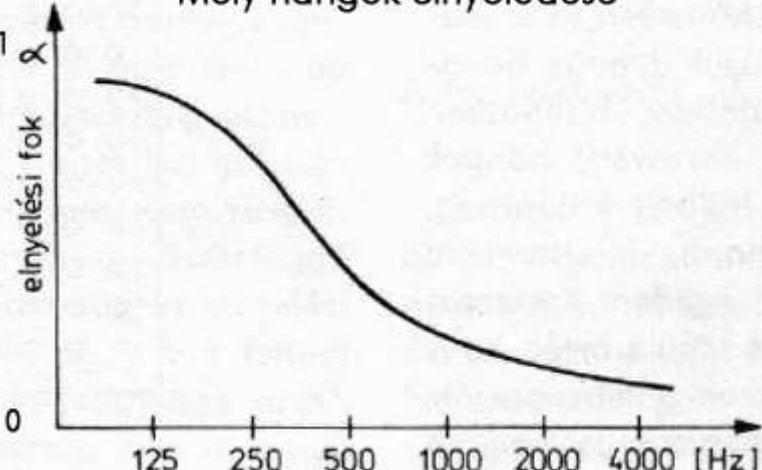


Magas hangok elnyelésére alkalmazható anyagok



Mély hangok elnyelésére alkalmazható anyagok

Mély hangok elnyelődése



A hanghullámok elnyelődési mértékét mutatja az elnyelési fok (α), értéke 0...1 közötti szám, a 0 jelenti a teljes visszaverődést, az 1 jelenti a teljes elnyelést.

Hangszigetelő anyagok stúdiókban:





Utózengés

A húr megpendítésekor a rezgések előbb-utóbb elfáradnak, lecsengenek. Ezt a lecsengést utózengésnek hívjuk. Az utózengés nem keverendő össze a visszhanggal. Az utózengési idő az az idő, ameddig a megszakadt hang még tovább szól. Egy zárt helyiségen a hangenergia az oldalfalakról, a mennyezetről, a padlózatról visszaverődik, vagyis a lecsengési idő meghosszabbodik a hangvisszaverő felületek miatt. Egy kis teremben a lecsengési idő természetesen rövidebb, egy-két másodperc, közepes teremben elérheti a nyolc-tíz, egy nagyobb bazilikában akár tizenkét, tizenöt másodpercet is. Az előbb említett lecsengési idők azonos intenzitású hangra vonatkoznak. Az utózengés mértéke a hangzást megváltoztatja, a beszédhangot érhetetlenné teheti, ha az egy-két másodpercnél hosszabb, és intenzitása eléri a hasznos hang intenzitásának 50-60 %-át. Ha ilyen esetben nem megfelelő mikrofont nem megfelelő távolságra helyezünk el, érhetetlen hangot hallunk vissza a felvételről.

Visszhang

Visszhangról akkor beszélünk, ha az eredeti és a visszaverődő hang között szünet van, és az eredeti hangot újból halljuk a visszaverő felületről. Ez olyan esetben fordul elő, ha a hangforrás és a visszaverő felület között több tíz méter távolság van. A hanglecsengés esetében - hogy jobban megértsük a különbséget - a keletkezett hang folyamatosan halkul el, és nem kezdődik újra. A visszhang esetében lecsengés után a hang újból ismétlődik. Ha több visszaverő felület van, vagyis a hang többször ismétlődik, akkor beszélünk többszörös visszhangról. Ilyen visszhang volt valamikor Tihanyban, amely sajnos megszűnt a hangvisszaverő felületek közötti beépítettség miatt.

Különleges visszhangot hallunk boltíves kapualjakban, templomokban, alagutakban. A tapsot, a lépéseket, a sétabot kopogását nemcsak egymás után többször halljuk vissza, hanem mielőtt még végleg lecsengenének, egymásra fedésbe kerülnek. Ilyenkor találkozunk csörgő visszhanggal. Ez a - néha hangmérnök által mesterségesen előállított - csörgő visszhang furcsa hangulatot ad filmjelenetekben, ahol meg akarjuk erősíteni egy kripta vagy egy templom, dongaboltozat, kapualj természetes atmoszféráját.

Elfedés

Rock-koncerten, diszkóban elég nehéz beszélgetni, a hangos zene elfedi a hallani kívánt hangot. Ha a fül egyidejűleg zavaró ingernek is ki van téve, a hallásküszöb értéke megemelkedik. minden zavaró hang a hozzá közel eső frekvenciájú hangot fedi el a legjobban. A magas hangok a mélyeket kevésbé zavarják, mint a mélyek a magasakat. A nem periodikus hangok, zörejek esetén az elfedés erősebb.

Lebegés

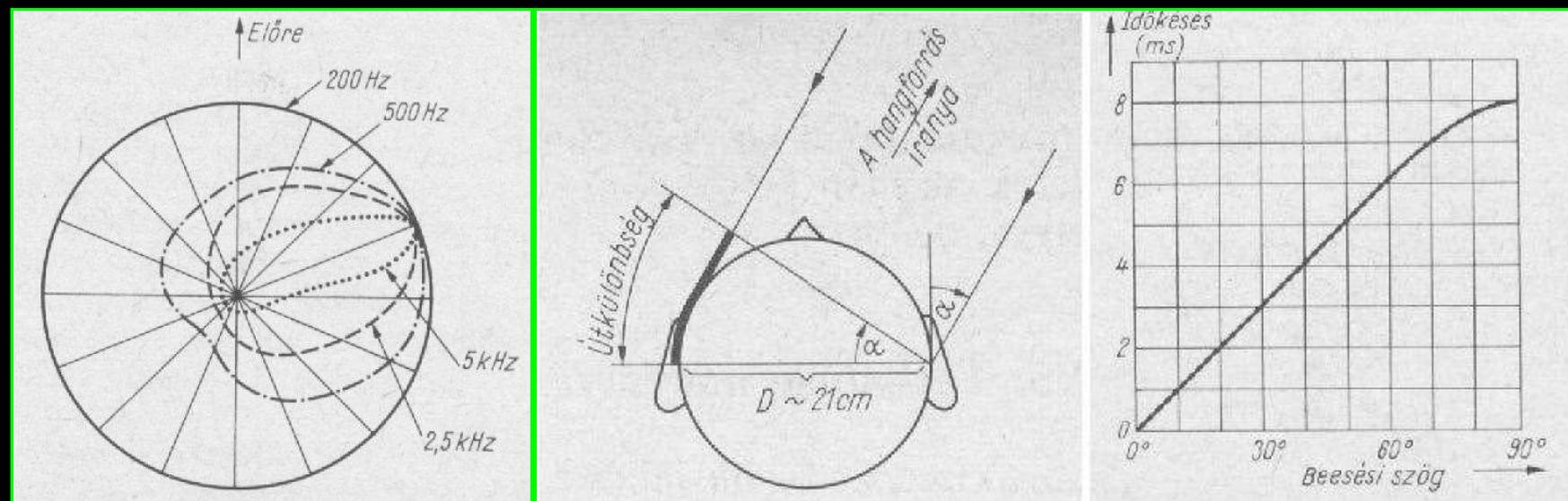
Ha a két hang frekvenciája vagy azok harmonikusai nagyon közel vannak egymáshoz, furcsa elhalkulást-erősödést, lebegést hallunk.

Haas-hatás

Zárt helyiségekben lép föl az ún. Haas-hatás. Az eredeti és a visszavert hang fülünkbe érkezése között némi időkésés van. Ha ez a késés nem nagyobb, mint 30-40 ezredmásodperc, még nincs semmi baj, a visszavert hangokat az eredeti forrásokhoz társítjuk. Nagyobb késés esetén jelentkezik a Haas-zavar: az eredeti és a visszavert hang kettévallik.

Térhallás

Az irányhatás egyik fontos tényezője az emberi fül sajátos, erősen aszimmetrikus iránykarakterisztikája amely a fülkagyló aszimmetrikus kiképzésének az eredménye. Mély hangokra az emberi fül irányérzéketlen.



A kétfülű hallás nem egyszerűen a két egyfülű hallás összege. Az emberi agy, mint a legtökéletesebb számítógép, számos átkötő idegpálya segítségével összegek és különbségek, speciális átlagolások képzésére képes. Ebben nem kis szerepe van a két fül közötti kb. 15...25 cm távolságnak és a koponya árnyékoló hatásának is. Oldalról érkező hangok esetén a két fülbe érkező hang között kis időkésés keletkezik. Ez teszi lehetővé az impulzusszerű hangok beesési szögének becslését. A beesési szög jól becsülhető egy adott tartományon belüli időkésés esetén.

A fej árnyékoló hatása miatt - a keresztező idegpályák és az agy tevékenységének következtében - a két fülbe érkező hangok intenzitáskülönbségéből is adódik irányhallási effektus. Az előbbihez hasonlóan ez is irány- és frekvenciafüggő.

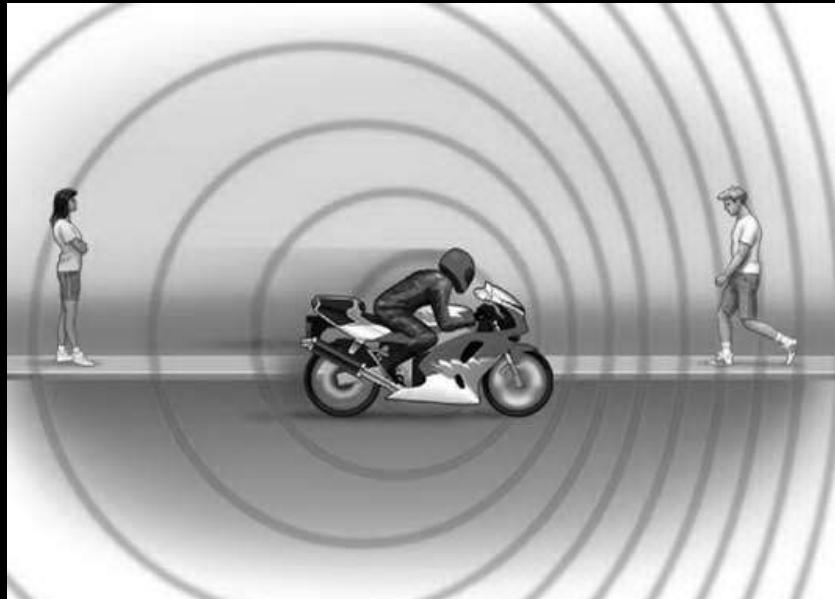
Rezonancia

Minden testnek van saját rezgésszáma, úgynevezett rezonancia-pontja. Ha valamely külső jellel (hangfal) ugyanezen a frekvencián gerjesztjük, erős,

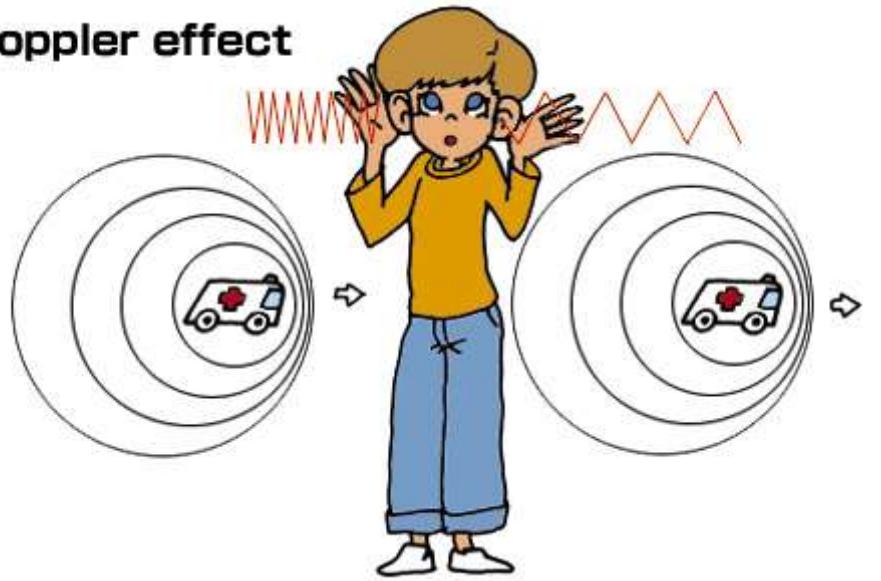
csillapítatlan rezgésbe kezd, ami a tönkremenetelét is okozhatja. A rezonáló test mindenkor hangosabban szól, mint a környezete, ezért zavaró hatású. Erős rögzítéssel, csillapító anyagok használatával védekezhetünk ellene.

Doppler-effektus

Az álló megfigyelő a hozzá közeledő tárgy hangját magasabbnak, a tőle távolodó tárgy hangját mélyebben hallja, mint amilyen az valójában. A jelenség magyarázata az, hogy közeledéskor kivonódik a hang sebességéből a tárgy sebessége, távolodáskor pedig hozzáadódik. Sztereo filmeknél a képen átsuhanó autó hangjának keverésekor erre oda kell figyelni! (további infók: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Doppler-effektus>)



Doppler effect





Megtekinthető itt: [YouTube](#)

Doppler effektus - bemutató videó

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Elektronikai alapismeretek

Kimeneti feszültség (U_{ki})

Valamely elektronikus eszköz kimenetén mérhető feszültségérték névleges terhelő ellenállás mellett, a még megengedett torzítási értéken belül.

Bemeneti érzékenység (U_{be})

Az a névleges legkisebb bemeneti feszültség, ami elegendő az elektronikai eszköz olyan mértékű kivezérlésére, hogy a kimenetén az előírt kimeneti feszültség jelenjen meg.

Bemeneti impedancia (R_{be})

Valamely eszköz bemenetének belső ellenállása, amellyel terheli az öt meghajtó eszköz kimenetét.

Kimeneti impedancia (R_{ki})

Valamely eszköz kimenetén mérhető belső ellenállás.

A fenti 4 tulajdonság értékekkel való megjelenése, egy lehetséges eszközsorban! (példaértékekkel)

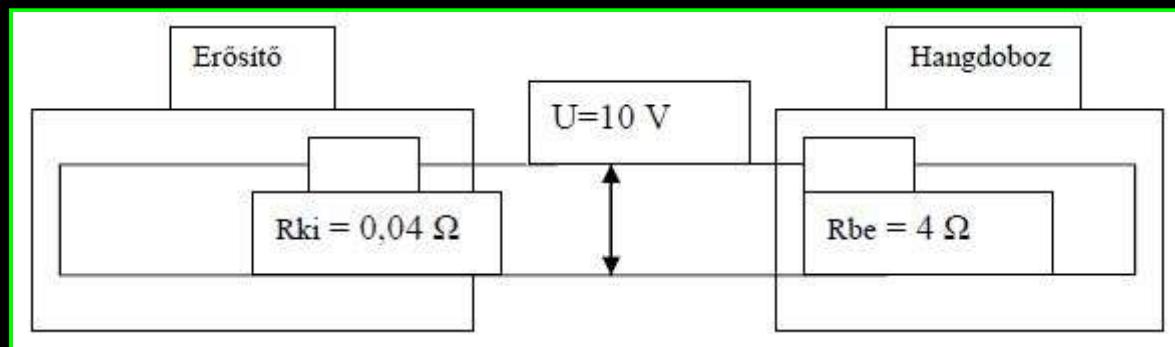
Eszköz	Bemeneti érzékenység U_{be}	Bemeneti impedancia R_{be}	Kimeneti feszültség U_{ki}	Kimeneti impedancia R_{ki}
Mikrofon	-----	-----	0,1 mV-10 mV	20 Ω -200 Ω
Mikrofon bemenet erősítőn	0,1 mV-10 mV	200 Ω -600 Ω	-----	-----
Vonal szintű bemenet és kimenet erősítőn	250 mV	50 k Ω	250 mV	10 k Ω
Teljesítmény kimenet erősítőn	-----	-----	1V-10 V	0,01 Ω -0,05 Ω
Hangdoboz	1V-10 V	2 Ω -16 Ω	-----	-----

Teljesítményillesztés

Célja a maximális teljesítmény átadása az egymást követő fokozatok között. Akkor következik be, ha $R_{ki} = R_{be}$ Hangtechnikában ritkán használják

Feszültséggillesztés

Célja, hogy a következő fokozat ne terhelje nagyon az ót megelőző fokozatot. Akkor következik be, ha $R_{ki} \ll R_{be}$ Hangtechnikában főleg ezt használják.



Tehát a teljesítmény, vagyis a terhelés zöme a második fokozaton - jelen esetben a hangdobozon - keletkezik.

Zaj

Az elektronikus berendezések sajátossága, hogy működésük közben nem csak a hasznos jeleket állítják elő, módosítgatják, erősítik azokat, hanem zavarokat is termelnek. E zavarokat zajnak nevezik. Ha a bemeneten a jelet megszüntetjük, azaz rövidre zárjuk, a kimeneten akkor is mérhető feszültség, ez a zajfeszültség. Pl.: 5 mV = 0,005 V

Maximális kivezérlési szint (jel)

A kimeneten az a jelnagyság, ahol a torzítás még elviselhető, illetve az előírt határérték alatt marad. Pl.: 5 V

Jel-zaj viszony

A maximális kivezérlési szinhez tartozó feszültség és a zajfeszültség hányadosa.

Pl.: 5 V / 0,005 V = 1000, tehát a jel-zaj viszony ezerszeres.

Valójában ezt [dB] értékben adják meg, melynek a kiszámítási módja: $20 \cdot \lg U_{\text{jel}}/U_{\text{zaj}}$

A példa szerint = $20 \cdot \lg 5/0,005 = 60 \text{ dB}$

Dinamika

A műsorban ténylegesen szereplő leghangosabb és leghalkabb hasznos jel aránya dB-ben kifejezve. $20 \cdot \lg U_{\text{max}}/U_{\text{min}}$

A dB érték megkönnyíti a számításokat: Ha egy erősítő 10000 szerest erősít az 80 dB-nek felel meg. Két ilyen erősítőt egymás után kötve az erősítés $10000 \cdot 10000 = 100000000 \text{ A}$ logaritmikus azonosságok miatt ez a szorzás összeadássá alakul. $80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 160 \text{ dB}$

A dB-skála alapszintjei

Az elektromos feszültség alapszintje: 0,775 V = 0 dBu

Például ha egy mikrofon érzékenysége -80dBu, akkor ez azt jelenti, hogy a mikrofonnak legalább 0,0000775 V-ot kell szolgáltatnia, mert $20 \cdot \lg (0,0000775/0,775) = -80 \text{ dBu}$

A hangnyomás alapszintje: $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} = 0 \text{ dB SPL}$

Teljesítményknél változik a számítás módja. A teljesítményviszony $10 \cdot \lg P_2/P_1$

Az elektromos teljesítmény alapszintje: 1 mW = 0 dBmW

A hangteljesítmény alapszintje: $1,2 \cdot 10^{-12} \text{ W} = 0 \text{ dBmW}$

Kivezérlési szint

Az analóg hangszalagokon levő apró mágnesezhető szemcsék csak egy meghatározott nagyságú elektromos jelet képesek torzításmentesen rögzíteni. A mágnesezhető szemcse ugyanis egy jelnagyság fölött telítettségre kerül. Digitális hangrögzítés esetén bizonyos jelnagyság fölött az áramköri elemek (erősítő, AD átalakító) lesznek túlvezérelve, és okoznak torzitást. A még torzitást nem okozó jelnagyságot a használatban lévő hangrögzítőknél műszer segítségével szoktuk beállítani. Ezt a műszert, amely a rögzített hang erejét méri, kivezérlési műszernek vagy kivezérlés-jelzőnek hívjuk. A régebbi kivezérlési műszerek mutatók műszerek voltak, manapság mindenkorban elterjedt a fénymutató, vagy digitális műszer. Ezekben kétféle beosztást találhatunk: az egyik decibel skála, a másik százalékos beosztásban mutatja, hogy a felvételt hányszázalékban vezéreltük ki.



A műszer felső kétharmadánál helyezkedik el a „0” dB osztás, vagy a 100 %-os osztás. Ha a műszer mutatója, vagy a fénycsík a beosztási skálának erre a pontjára szökkik fel, akkor a felvétel teljes egészében van kihasználva (kivezérelve). Ettől fölött haladva, „+” irányban, a felvett hang torzítása hatványozottan növekszik. Ettől lefelé haladva, „-” irányban túl halk felvételt készítünk, jobban fognak hallatszani az esetleges alapzajok.

Egyszerűbb magnetofonoknál csúcsműszereket használnak. A csúcsműszerek csak a teljes kivezérlés felső szakaszát mutatják. A csúcsműszer csak a 60 dB-es hangtartomány felső egyharmadát mutatja, vagyis -20 dB-től felfelé.



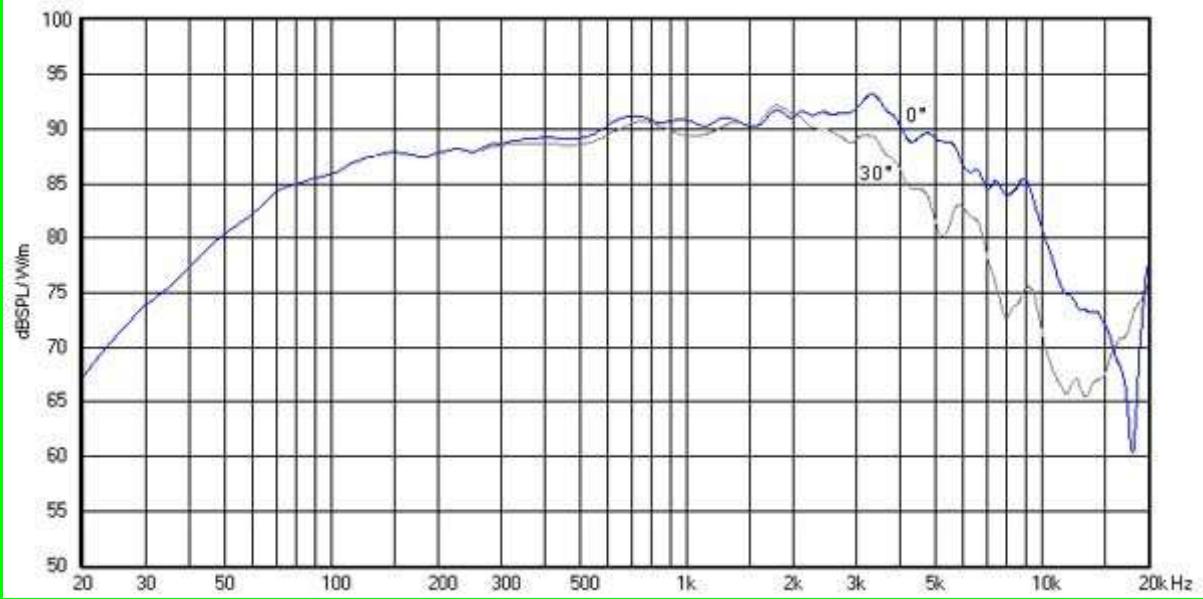
Manapság már ritkábban találkozunk mutatóval műszerrel, a lassúsága miatt. A jelenleg legelterjedtebb digitális LCD-s kivezérlémérők nagyon jól beválnak, mind az otthon használatos, mind a professzionális technikában, ha megfelelő felbontással rendelkeznek.

A korszerű, számítógép monitoron megjeleníthető kivezérlés-jelzőkön beállítható, menüből választható az érzékenység alsó határa (-90 dB, -78 dB, -60 dB, -42 dB, -24 dB).

Bekapcsolható rajta csúcsszint indikátor, völgyszint indikátor, néhány másodperc elteltével ezek frissítése is. Automata felvételi szint szabályzó használata kerülendő, mert összenyomja az eredeti hangzás dinamikáját, a halk hangokat - és vele együtt a zajokat - hangsítja, a hangos részeket lehalkítja.

Frekvencia-átviteli torzítás

Azt mutatja meg, hogy berendezésünk menynyre közvetíti azonos amplitúdóval az eredetileg azonos amplitúdójú, de eltérő frekvenciájú jeleket. Magyarán azt, hogy ugyanannyi-e a magas, a mély és közepes magasságú hang, mint eredetileg volt. A pontosan egyenletes átviteltől való eltérés az úgynevezett lineáris torzítás egyik fajtája, s a frekvenciamenettel adják meg. Ha egy készülék adatlapján azt látjuk, hogy a frekvenciamenet 50 Hz... 16 kHz ±3 dB, akkor 50 Hz és 16 kHz között nagyjából egyenletes az átvitel. (A ±3 dB-t a fül még nem nagyon hallja meg, egyébként azt jelenti, hogy a megadott tartományban az eltérés a névleges középrtékhez képest legfeljebb 0,707 vagy 1,41-szeres lehet.)

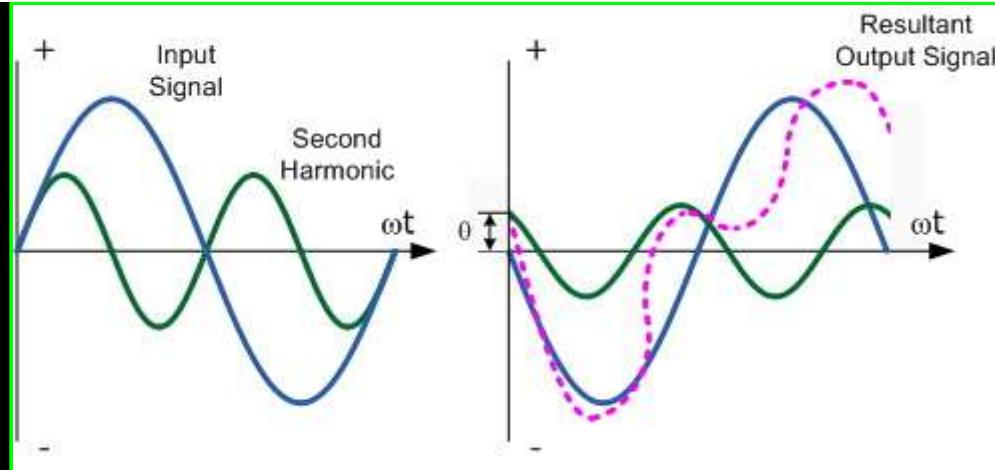


Ha egészen precízen akarják megadni a frekvenciamenetet, akkor a mérési szint értékét is közlik. Túl kicsi vizsgáló jel esetén ugyanis a zaj hamisítja meg a mérést, ha meg túl nagy a szint, kilépünk az átviteli karakterisztika egyenes szakaszából. Ez utóbbira nagyon kiábrándító példa a kazettás magnók frekvenciamenetete. Ezt -20 dB-es szinten adják meg, tehát a maximális kivezérlés tizedrészén. Ilyen kis szinten elég szépek is az adatok, nem ritka a 20 Hz-20 kHz-es átvitel. A maximális kivezérlésnél viszont a magnó általában csak 100 Hz-6 kHz között visz át; nem véletlen, hogy a magas hangú beütések rondák, kásásak!

A fázistorzítás

Lényege, hogy a szerkezet bemenetére azonos fázisban beadott jelek a kimeneten fázisban eltölve jelennek meg.

Noha a fázistorzítás jellemző egy-egy berendezés átviteli hibáira, nagyon ritkán adják meg, olyan jelentős szokott lenni. Márpedig a gyártó cégek az adatlapon nem szívesen szerepeltetnek csúnya számot.



Harmonikus torzítások

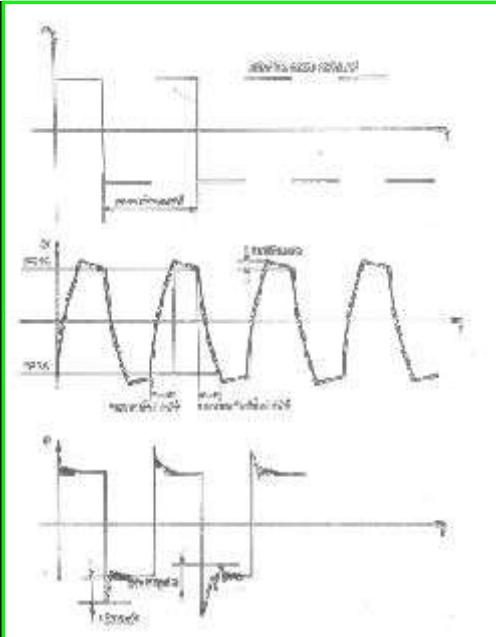
A jelenségeknek az az oka, hogy az elektromos alkatrészek, átviteli görbéje nem tökéletesen egyenes, ezért a bemenetre adott szinusz alakú jelek a kimenetre érve némileg eltérnek a szinuszformától, megjelennek azok 1. 2. 3. felharmonikusai is Ha pl.: a beadott jel 1 kHz-es, a kimeneti jel 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz stb. frekvenciájú összetevőket is tartalmazni fog. A harmonikus torzítást 1 kHz-re vagy 333 Hz-re vonatkoztatva (tehát úgy, hogy ez az alapharmonikus), százalékban adják meg. A torzítás jele a k^t . Ha az adatlapon $k^3 = 3\%$ szerepel, ez azt jelenti, hogy a 3. harmonikus (1000 Hz esetén 3000 Hz) a kimenő 1 kHz-es jel nagyságának 3%-a. Ha a kimenő jel pl. 1 V, akkor 0,03 V, vagyis 30 mV k^t (t = totális) vagy THD (Total Harmonic Distortion) viszont az összes harmonikusra vonatkozik, tehát ha $k^t=5\%$, akkor ez azt jelenti, hogy a 2., 3., 4. stb. harmonikusok együttesen 5%-os amplitúdóval szerepelnek a kimenő jelben.

Intermodulációs torzítás

Ha a berendezés bemenetére két különböző frekvenciájú jelet adunk, akkor a kimenő jel úgy bontható fel, hogy a nagyobbik frekvenciájú rezgés mellett a kisebb frekvenciájú jel és annak felharmonikusai a nagyobb frekvenciájúhoz hozzáadódva és kivonódva szerepelnek. Az intermodulációs torzítást szintén százalékban adják meg. Léte sokkal zavaróbb, mint a harmonikus torzításé.

Tranziens (jelátmeneti) torzítás

Gyakori az a jel forma, amely hirtelen indul el, pl., amikor megszólaltatunk egy ütős hangszer. A hirtelen megszólaltatás következménye, hogy az áramkör bemenetére egyszerre zúdul a sok információ, mely a hirtelen változó jelek alakját módosítja. Mérése, négyzetjellel történik. Ezt a torzítást igen sok adat jellemzi a túllövés, a tetőesés, a belengés, a felfutási és a visszafutási idő stb.

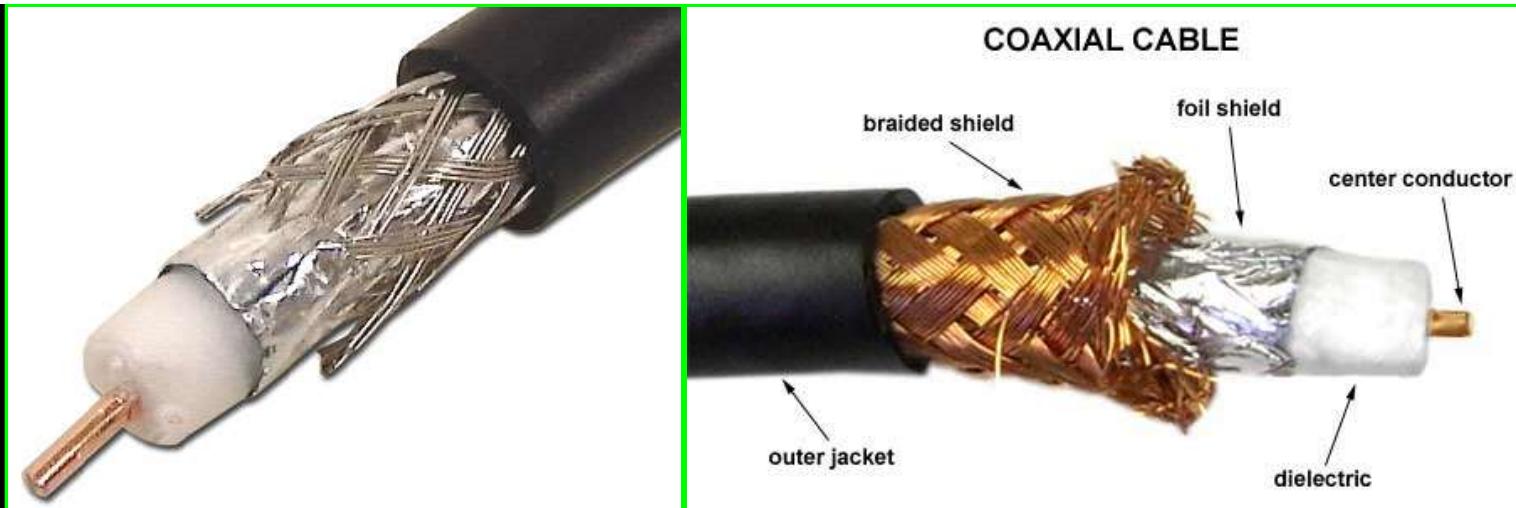


Környezetből összeszedett elektromos zavarok

A 220 V-os, 50 Hz-es hálózat vezetékei sugároznak, 50 Hz-es váltakozó elektromos erőteret keltenek. Ha ebbe az erőtérbe csupasz vezetéket helyezünk, a vezetékben 50 Hz-es váltakozó feszültség keletkezik, s ez a szerkezetek bemenetére jutva erős zavart okoz. Hasonló zavart okozhat egy közeli rádióadó, egy elektromos kéziszerszám (pisztolyfúró) keltette elektromos jel is.

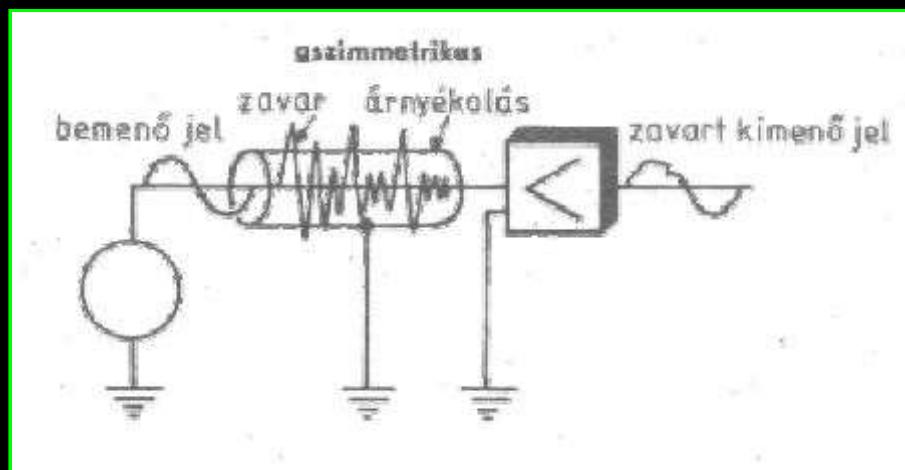
Árnyékolás

Az elektronikában árnyékolásnak azt az eljárást nevezik, amikor a zavaró erőtérbe kerülő eszközeinket vagy szigetelt kábeleket fémdobozzával, drótfonattal veszik körül. Az árnyékolást többnyire leföldelik. Az erőteret elsősorban a doboz vagy a fonat fogja „érdekelni”, a zavarfeszültség ezekben keletkezik, nem a hasznos jelet feldolgozó vagy szállító részekben.



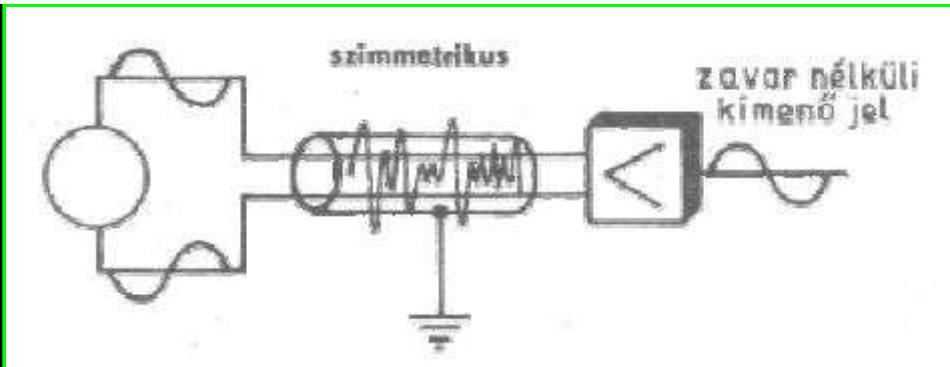
Aszimmetrikus árnyékolás

Ha a hasznos jelet közvetítő vezetékpár közül az egyiket az árnyékolással összekötjük, vagyis elektromosan leföldeljük, akkor bármilyen feszültség van a másik vezetéken, a bemenet érzékeny lesz rá. A zavaró térben keletkezett feszültség nem különböztethető meg a hasznos jeltől.



Szimmetrikus árnyékolás

Elkészíthetjük áramköreinket úgy is, hogy sem a bemeneteket, sem a kimeneteket nem földeljük. Úgy alakítjuk a be- és kimeneteket, hogy csak a két vezeték közötti feszültség változására legyenek érzékenyek. Ha minden vezetéket a zavaró térbe helyezzük, mindkettőben ugyanakkora zavaró feszültség keletkezik, a két feszültség együtt változik, együtt „mozog”. Különbségük tehát 0, a bemenetet nem zavarják. A jelet viszont beadhatjuk úgy, hogy a két vezeték feszültsége éppen ellentétesen változzon, tehát az egyiken akkor csökkenjen, amikor a másikon nő.



Az egyszerűbb elektromos eszközök be- és kimenetei aszimmetrikusak, a földelt kábel összekötik az árnyékolással. A drágább berendezések be- és kimeneti szimmetrikusak, az árnyékolás független a két jelvezetéktől. A szimmetrizáló eszköz általában transzformátor.

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Mikrofonok

Milyen eszközök a mikrofonok? A levegő mechanikai rezgéseit, nyomás, illetve sebességváltozásait alakítják elektromos energiává, változó feszültséggé. Típusról függetlenül minden mikrofonnál a munkavégzést a benne található membrán végzi, ami minőségtől függően készülhet papírból, műanyagból, alumíniumból. Az első mikrofont Alexander Bell találta fel. Thomas Edison fejlesztette ki a szénmikrofont. Torzítás lép fel, ha az esetleges hangforrás(hangszóró) közel van a mikrofonthoz. Csökkentésére 100 vagy 80Hz-es mélyvágó szűrőket is használnak.

Impedancia szerint 3 csoportba sorolhatók:

- Alacsony: (< 600 Ohm)
- Közepes (600 - 10000 Ohm között)
- Magas (> 10000 Ohm)

A magasabb frekvenciájú tartományokban jeljeszteség léphet fel ha nem ügyelünk a kábelünk hosszúságára (5-10 m). Lásd később: vezetékkapacitás.

Ahhoz, hogy működésüket, tulajdonságaikat jobban megismerhessük és értelmezhessük, általában valamilyen csoportosítás alapján szoktuk a mikrofonokat elemzni.

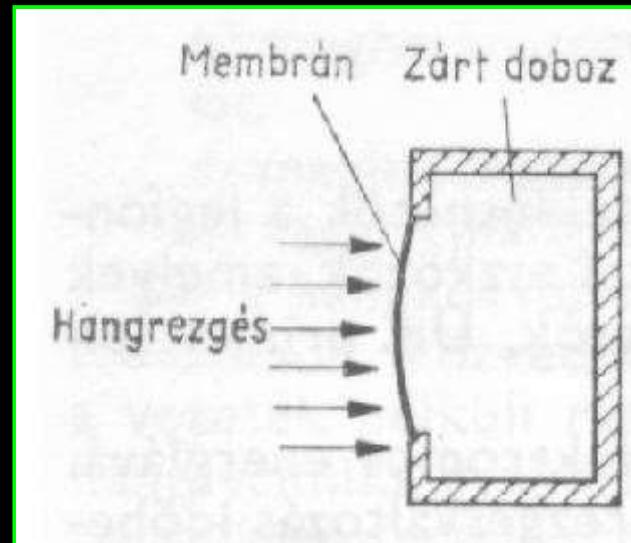
Csoportosítás

Akusztikai szempontból

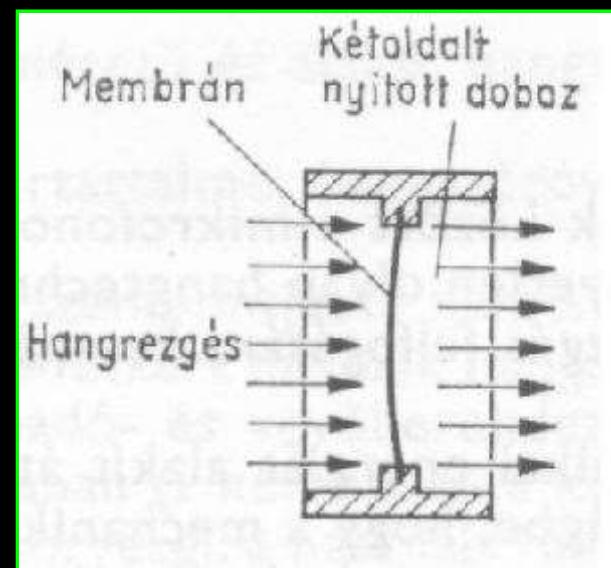
A mikrofonok csoportosításának egyik lehetősége az akusztikai szempontból történő csoportosítás. Ennek fajtái:

- nyomásérzékeny mikrofonok
- sebességérzékeny mikrofonok

Nyomásérzékeny mikrofonok, melyek membránja zárt akusztikai üreg előtt rezeg, ezért minden irányból egyforma érzékenyek, gömbkarakterisztikájúak.



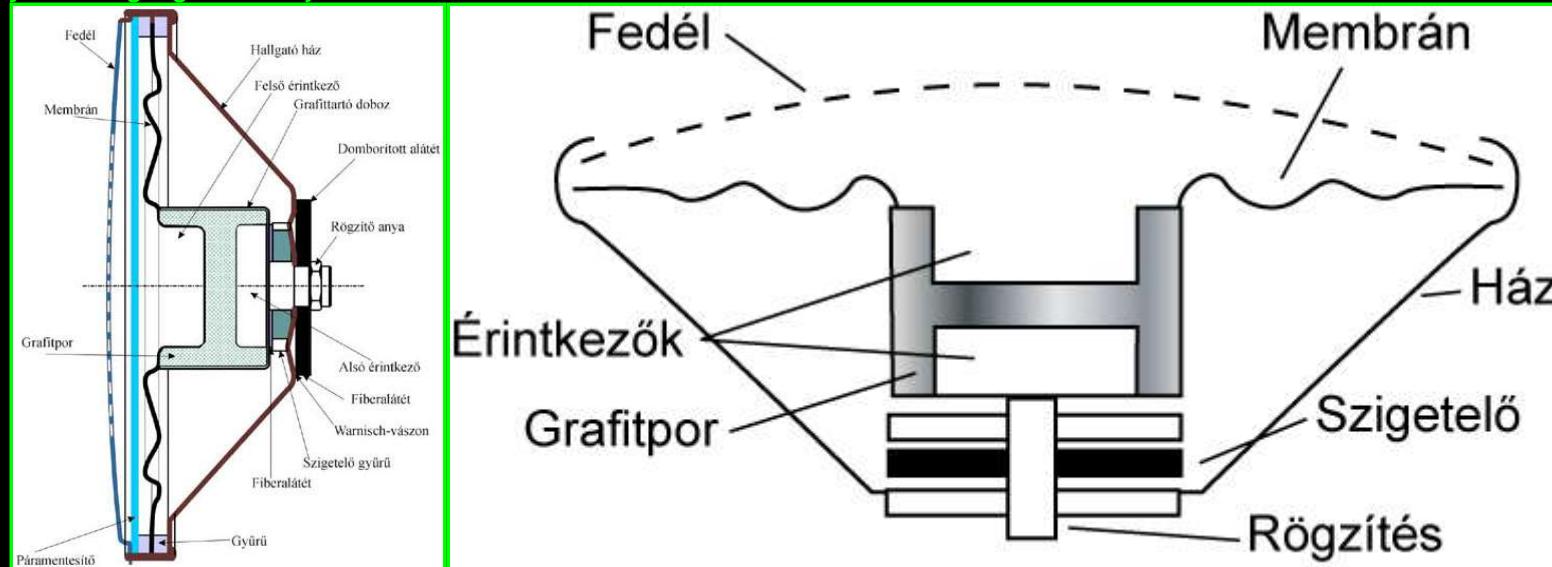
Sebességérzékeny mikrofonok, melyek membránjára minden oldalról hat hangnyomás, vagyis a két oldalon keletkező hangnyomás-különbség hatására mozog. A membrán a kitérési sebességgel arányos feszültséget hoz létre.



Felépítés szerint

I. Változó ellenállás elvén alapuló mikrofonok

- Szénmikrofonok - mára már elavultak... A szénmikrofon más néven kontaktmikrofon a legegyszerűbb mikrofon típus. Szigetelőanyagból készített serleg alján vékony szén lemez, felette könnyű, rugalmas fémmembrán helyezkedik el. A membrán és szénlemez közötti teret apró grafitszemcsék töltik ki. Két aranyozott elektróda érintkezik a középen elhelyezkedő laza szemcséjű szénporhoz. Az alsó elektróda a fémházhöz van erősítve, míg a felső a membránnal együtt mozog. A hanghullámok mozgatják a membránt, ezáltal rezgni kezd, ami a hanghullámoknak megfelelően összesürítik a szénport. A mozgás ütemében változik az ellenállás. Ha ezen a változó ellenálláson egyenáramot vezetünk át, akkor változó feszültséget kapunk. A szénszemcsék közötti ellenállás a kitérésnek nem lineáris függvénye, így elég nagy a torzítás. A szénmikrofon szolgáltatja a legnagyobb kimeneti változó feszültséget. Frekvenciamenete 5 kHz-ig terjed. Hangminősége rossz. Egyszerűsége miatt régen a telefontechnikában, távbeszélő készülékekben használták. Az újabb telefonok már nem szénmikrofonnal készülnek. Napjainkban gyakorlati jelentősége igen csekély.



II. Elektrodinamikus elven alapuló mikrofonok

- Mozgótekercses vagy más néven dinamikus mikrofonok (továbbiakban részletesen!)
- Szalagmikrofon - ritkán használt. A szalagmikrofonnál a membrán szerepét egy vékony, hajtогatott fémszalag látja el. A hajtогatott fémszalag egy vagy két tekercsel ellátott állandó mágneses pólusok között helyezkedik el. A hanghullámok hatására rezgni kezd. A rezgések ütemében folyamatosan változik a membrán és a mágnes közötti légrés szélessége, így a mágneses kör mágneses ellenállása is. A kör fluxusa is ingadozik, és a mágnes kör erővonalaiból metszve a hangrezgésekkel arányos áram indukálódik a tekercsben. Mivel nagyon alacsony az independencia, illesztő erősítőre vagy illesztő transzformátorra vezetik az áramot. Mivel kicsi a membrán, így jó a tranzisztris átvitele. Frekvencia átvitelük 5 kHz-ig terjed, 10 dB-es ingadozással. Kimeneti feszültségük néhány millivolt nagyságrendű. Minőségük nagyon jó, viszont drágák. Elsősorban nagyothaló készülékekben, illetve víz alatti alkalmazásokban használják.

III. Elektromágneses elven alapuló mikrofonok

- Állótekercses mikrofon- mára már elavult

IV. Elektrosztatika elvén alapuló mikrofonok

- *Kondenzátor mikrofon* (továbbiakban részletesen!)
- *Elektret mikrofon* (továbbiakban részletesen!)

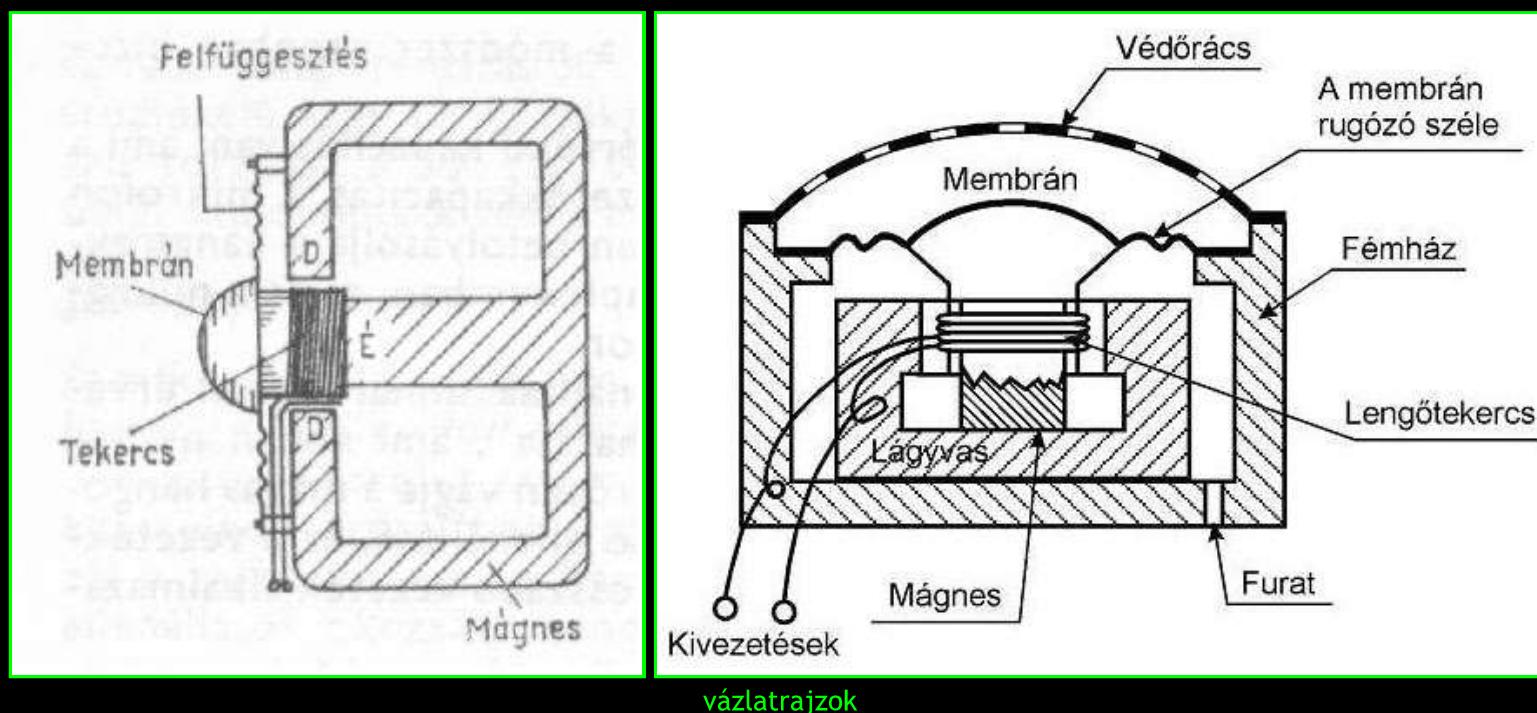
V. Piezoelektrikus elven alapuló mikrofonok

- Kristály - mára már elavultak. (csak magashangsugárzók esetében használjuk!) Vannak olyan kristályok, amelyek felületén külső mechanikai erő hatására elektromos töltés keletkezik (kvárc, turmalin). A két egymáson levő kristályréteg hajlításakor az egyik megrövidül, a másik pedig megnyúlik, a kialakult potenciálok pedig összeadódnak. Ma már alig használják ezeket, stúdiotechnikában pedig egyáltalán nem.

Nézzük akkor ezek közül a legelterjedtebb 3 mikrofontípus

1. A Mozgótekercses vagy más néven dinamikus mikrofonok

Rugalmas felfüggesztésű műanyag membránra állandó mágnessaruk előtt helyezkedik el. A membrán egyik oldala közvetlenül érintkezik a hangtérrrel. Hátoldalára gyűrű alakú tekercs van rögzítve. A tekercs a mágnessaruk közé süllyed be, s ebben az állandó mágneses térben mozog, ha a membrán felületére jutó hanghullámok megrezeghetik. A tekercs végpontjairól az így indukált hangfrekvenciás váltakozó feszültség elvezethető.





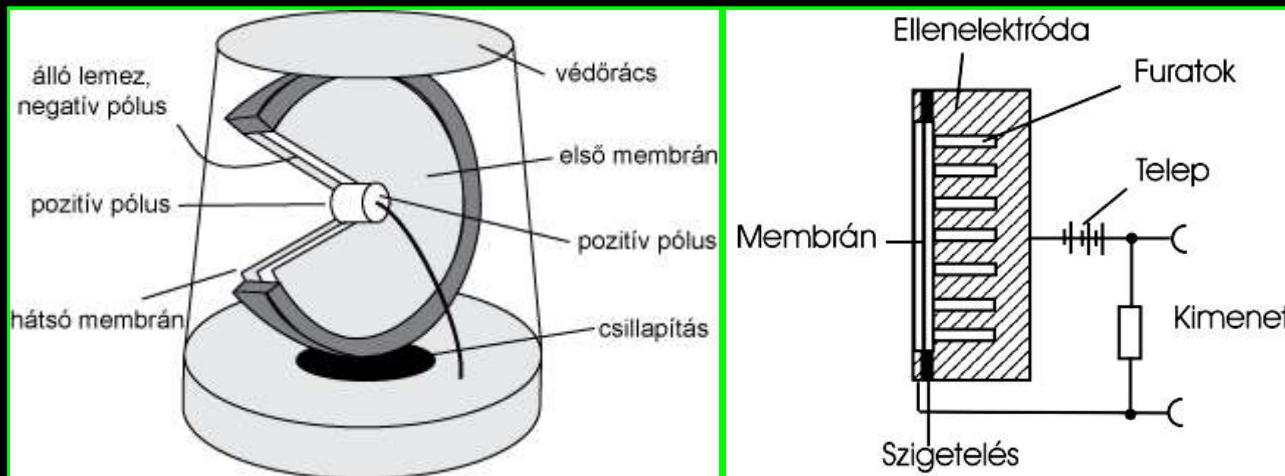
Tetszőleges iránykarakteristikával gyárthatóak. Érzékenysége közepes, beszéd közben közel kell hozzá hajolni, viszont éppen ezért jól kiszűri a környezeti zajokat. Általában beépített, kisméretű illesztő-transzformátort tartalmaznak, így jelük hosszú vezetéken is elvezethető. Könnyűzenét játszó zenekarok elterjedt mikrofontípusa.

A dinamikus kézimikrofon elterjedt a riporterszakmában is. Miután tudjuk, hogy az emberi hang a középtartományban van, riportermikrofonnak olyan frekvenciagörbével rendelkező mikrofontípust válasszunk, amelynél a görbe a középes frekvenciákon kiemelkedik, mondjuk 200 Hz és 5 kHz közötti tartományban egy ún. púp van a görbén. Énekhez, már mint könnyűzenei énekhez választhatunk ennél szélesebb "púpot", mondjuk 100 Hz és 8 kHz közötti kiemelkedéssel, valamint az iránykarakteristikája erősen nyújtott legyen.

A dinamikus mikrofonok között is vannak speciális zenei mikrofonok, melyeknek olyan a kiképzése, hogy elviselik az erős hangnyomást, torzítás nélkül. Ezeket a mikrofonokat elsősorban rezfúvós hangszerek felvételéhez szoktuk alkalmazni. Legtöbbjük ún. csíptetős kivitelű, és így könnyedén a rezfúvós hangszer „szájába” lehet a csíptetővel föl szerelni. Ezeknek a mikrofonoknak a sávszélessége rendkívül szűk, úgyhogy nagyon meg kell gondolnunk, hogy mely hangszerek hangjának felvételéhez milyen típusú mikrofont alkalmazunk.

2. Kondenzátor mikrofon

Ez ma a legjobb minőséget adó hangátalakító, melyet beszerzési ára is mutat. Felépítése alapján egy olyan levegő dielektromű kondenzátorhoz hasonlítható, amelynek egyik fegyverzete rögzített, tömör, a másik pedig könnyű, mozgatható. E kondenzátor két fegyverzete közötti távolságot a könnyű, mozgatható fegyverzetre jutó hanghullámok rezgései folyamatosan változtatják. E rezgések hatására változik a két fegyverzet közötti kapacitás is. A membrán, vagyis a mozgó fegyverzet a felületén fémmel bevont műanyag hártya, melynek vastagsága 0,3 µm-0,5 µm, felülete 3 cm²-5 cm². Minél nagyobb felületű a hártya, annál jobb a mélyhangátvitel. Az így kialakított kondenzátort egy MΩ nagyságrendű ellenálláson keresztül 10V-48 V feszültségre töltik fel egyenáramú fantomtápról. Ha a membránfelületre hangrezgés jut, megváltozik a két fegyverzet távolsága, s ezzel együtt változik kapacitásuk is. A töltéskiegyenlítés hatására áram folyik keresztül az ellenálláson, ami a kimeneti kapcsokról hangfrekvenciás váltakozó feszültséggéként elvezethető.



vázlatrajzok (a jobb oldali képen látható furatok kialakításán múlik, az iránykarakterisztikája a kondenzátor mikrofonnak!)

A mikrofon háza tartalmaz egy illesztő-transzformátort, és egy előerősítőt is, így jele hosszú vezetéken is elvezethető. Ebből adódóan a hangrögzítő berendezésnek vagy keverőpultnak olyan kivitelűnek kell lennie, hogy állandó feszültséget szolgáltasson a kondenzátor mikrofon számára. Ez a feszültség egyes típusoknál 10 V, de a jelenleg legelterjedtebb mikrofonok 48 V-tal működnek. Ezt a feszültséget fantomfeszültségnek hívjuk. Ha ilyen mikrofont szeretnénk használni, és még nem vásároltunk hangrögzítő-, vagy keverőpultot, kérdezzük rá, hogy a berendezés tud-e fantomfeszültséget szolgáltatni kondenzátor mikrofon számára. Ezek a kondenzátor mikrofonok 2-3 mA áramot vesznek fel, úgyhogy igazából nem terhelik a hozzájuk kapcsolódó berendezés áramellátását.

A kondenzátor mikrofonok rendkívül érzékeny, széles sávú, sokoldalú mikrofonok. A stúdiótechnikában leginkább csak ezeket a mikrofonokat használják mind dialóg-, mind zenefelvételkre. Ezek a mikrofonok borzasztó érzékenyek - ez egyik nagy hátrányuk is - a külső, mechanikai hatásra, „zajmentes” felülegesztésük nagyon bonyolult. Kézben tartásra azért nem ajánlatosak, mert érzékenységük miatt a legkisebb kézmozdulatra is erős dübögést okoznak a hangfelvételen. Másik hátrányuk, hogy a beépített nagyon vékony fólia-membrán, valamint a speciális mikrofonerősítő érzékeny a levegő páratartalmára, vagyis a nedvességre, a hirtelen hőmérsékletváltozásra, és a legkisebb ütődéstől is tönkremehet. Éppen ezért a gyárok külön jelzik, hogy mikrofonjukat kimondottan stúdiófelvételhez készítették.

A kondenzátor mikrofonok karakterisztikája hasonló a dinamikus mikrofonokéhoz. Egyes típusoknál egy mikrofonházba több membránt, vagyis tulajdonképpen több mikrofont helyeznek el. Ezek egy külső karakterisztika kapcsolóval különböző variációkban kapcsolhatók, így ugyanaz a kondenzátor mikrofon lehet gömb-, nyolcas-, vagy vese-karakterisztikájú. Ez a változtatás sokszor a mikrofon szétszerelésével, és benne műanyag betétek cseréjével oldható meg (AKG C 1000). Bizonyos mikrofonok átkapcsolhatók mikrofonkábelben keresztül is a keverőpultról.



Sokszor a membrán a mikrofon testével párhuzamosan helyezkedik el, így ezek a mikrofonok nem szemből, hanem oldalról érzékenyek a hangnyomásra (AKG C 2000). Ez egyértelműen kiderül, ha figyeljük a jelzéseket a mikrofon oldalán, illetve ha fény felé tartva átnézünk a védőrácsosztán.

3. Elektretmikrofon

A hagyományos kondenzátor mikrofon módosított változata. A mikrofon membránja úgynevezett elektret-rétegből készül, ami nem más, mint vékony szigetelőfólia, aminek kétoldali felületén egymással ellentétes polaritású töltés van felhalmozva. Ezt az elektretfóliát úgy készítik, hogy a szigetelőanyagot felmelegítve elektromos erőtérbe helyezik, ahol molekulái polarizálódnak. A szigetelőfóliát ebben az elektromos téren hagyják kihülni, így a polarizált töltés rögzítődik. Az elektretfólia egyik külső felületére vékony fémréteget gözölögtetnek, s ez képezi a kondenzátor egyik fegyverzetét. A másik fegyverzet rögzített, merev fémtest, amelyhez az elektretfólia szigetelőoldalával hozzásimul. A fólia és a fémtest között mikrométer nagyságú légrés van, a merev fegyverzetet apró furatokkal perforálják. Az elektret mikrofonokat különféle kivitelben készítik. Ha lecsökkentik a membrán méretét, a mikrofon kevésbé lesz érzékeny a mély hangokra, s csak ~100 Hz fölött biztosít lineáris átvitelt. Főként hordozható diktafonokba, kisebb asztali mikrofonházakba, ruhára csíptethető eszközökbe, mobiltelefonokba, számítógéphez kapcsolható egységekbe építik be.



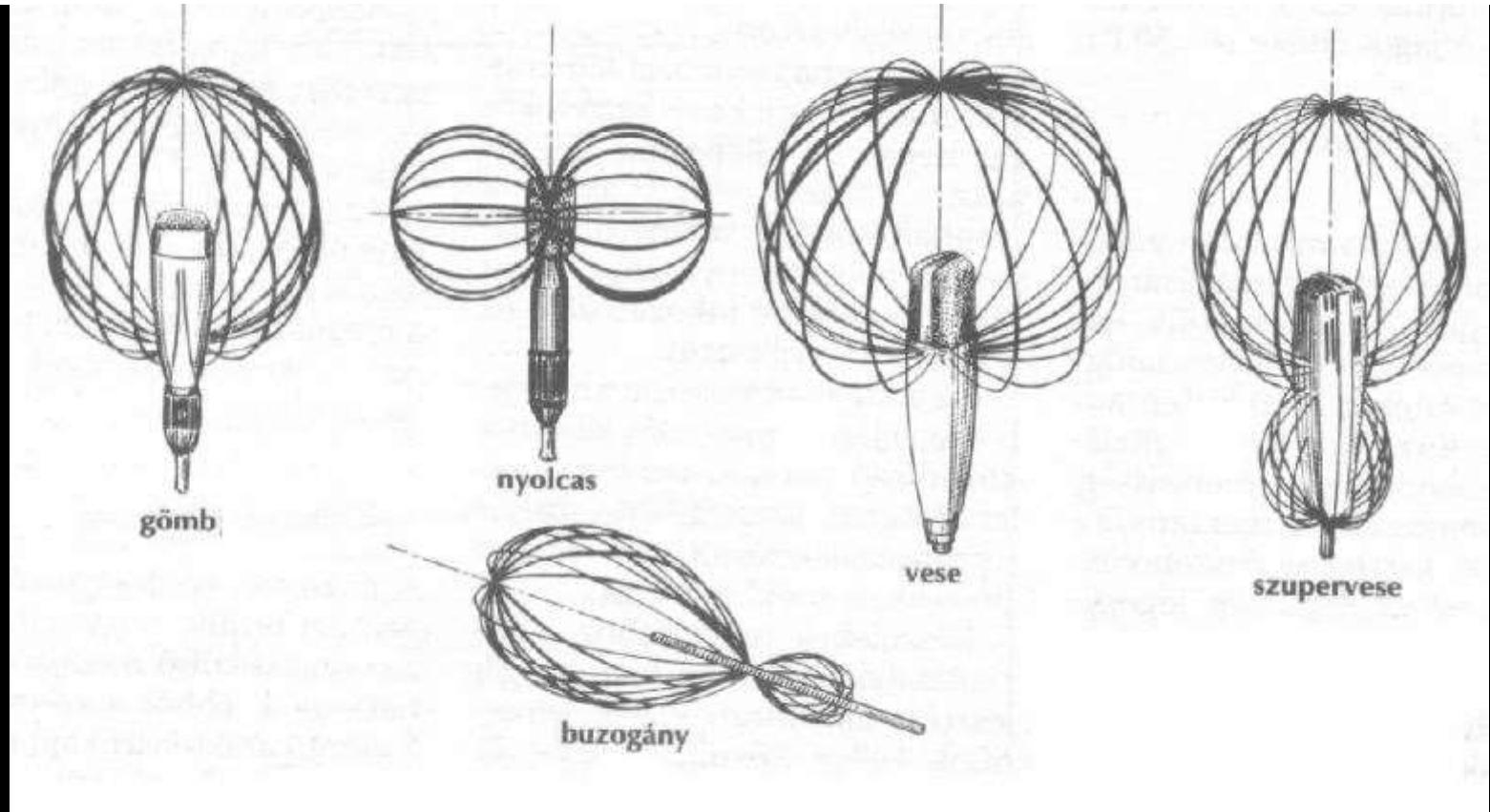
Irány-karakterisztikák szerinti csoportosítás

Egyszerű karakterisztikák

- Gömb (tér)
- Nyolcas (kétirányú/sztereo)

Összetett karakterisztikák

- Vese (kardioid)
- Szupervese (szuper[hyper]kardioid)
- Buzogány vagy másnéven Puska



Részletezés:

Gömbkarakterisztikájú mikrofonok

Akusztikai szempontból nyomás mikrofonok. A gömbkarakterisztikát ritkán használjuk, de az a tulajdonsága, hogy a tér minden irányából összeszedi a hangjeleket jól kihasználható pl.: egy asztalnál ülő társaság beszélgetésénél, ahol a mikrofont egy kis állványra, az asztal közepére helyezzük. Ha a műsorvezetőt le akarjuk választani a társaságról, kezébe adunk egy irányérzékeny, vese karakterisztikájú dinamikus mikrofont. Szintén gömb karakterisztikájú mikrofont használunk kisebb zenekarok felvételénél egy jó akusztikájú teremben. Ebben az esetben a zenekar néhány tagját ültetjük a gömbkarakterisztikájú mikrofon köré. Ennek a megoldásnak a sajátossága, a sokmikrofonos megoldáshoz képest, hogy a hangszerek egymáshoz való arányát az egyetlenegy mikrofon miatt nem a hangmérnök dönti el, hanem a zenekar. Az összhangzás utólagos változtatására nincs lehetőség.

Nyolcas-karakterisztikájú mikrofonok

Akusztikai szempontból sebességmikrofonok. Főleg a sztereó hangfelvételeknél használják őket. Dialógusoknál, stúdiókban is alkalmazzuk!

Vese, vagy más néven kardiod karakterisztikájú mikrofonok

Főleg egy irányból érzékenyek a hangsebesség-változásokra, a többi irányból aránylag érzéketlenek. Ez a tulajdonságuk jól kiszüri felvétel közben a külső zajokat. A kéz rezgéseire kevésbé érzékeny, ezért riportermikrofonnak kiváló. A gyártók a mikrofon mellé adott műszaki leírásban, vagy rajzban közzlik az iránykarakterisztikát, és azt, hogy ez az iránykarakterisztika milyen frekvenciáakra érvényes. Tudjuk, hogy a mély hangok terjednek a

legkönnyebben, tehát olyan karakteresztikát mutató diagramot kell keresni, ahol a mély hang görbéje a leginkább megközelíti a vese vagy a megnyújtott vese rajzát. Sok gyártó készít kimondottan dialógus felvételre mikrofont. Az iránykarakterisztikán kívül a gyártó cégek minden esetben mellékelnek egy frekvenciamenetet ábrázoló rajzot is. Erről a rajzról megtudjuk, hogy milyen célra fejlesztették ki a mikrofont.

Szupervesz karakterisztikájú mikrofonok

Kimondottan dinamikus énekmikrofonok színpadi fellépéshez. Ezek a mikrofonok ún. nyújtott vese-karakterisztikával készülnek, hogy a színpadon, vagy előadótermekben elhelyezett hangszórókból visszajövő hangteret "lezárják", csökkentve az összegerjedés lehetőségét.

Buzogány, vagy más néven puskamikrofonok

Dinamikus mikrofonokat készítenek ún. puskamikrofon kivitelben is. Ezeknek inkább csak a hosszú csőre emlékeztető formájuk hasonlít a puskára, közel sem lehet olyan pontosan célozni vele a hangra, mint ahogy azt a neve után gondolnánk. Iránykarakterisztikájuk szivar formára emlékeztet. Erősen egy irányból veszik a hangot, elsősorban arra használjuk, hogy egy bizonyos hangforrást kiemeljünk a környezetéből. Egy irányba való érzékenysége sokszor nagyobb hátrányt jelent, mint előnyt. Igazán jól használni külső felvételeknél lehet, ahol kevés a hangvisszaverő felület, például madárhangok felvételéhez erdőben.

Ennyit a csoportosításokról...

Mikrofonok főbb paraméterei

Dinamikus Mikrofonok	Kondenzátor Mikrofonok	Sztereo Mikrofonok
Iránykarakterisztika Érzékenység 1000 Hz-en Frekvencia-átvitel Elektromos impedancia 1000 Hz-en Dinamika tartomány Jel / zaj viszony x dB SPL hangosságnál ? % torzítás mérhető Csatlakozó	Iránykarakterisztika Érzékenység 1000 Hz-en Frekvencia-átvitel Elektromos impedancia 1000 Hz-en Dinamika tartomány Jel / zaj viszony x dB SPL hangosságnál ? % torzítás mérhető Csatlakozó Mélyvágó szűrő tulajdonsága Érzékenység csökkentése Tápellátás x V - y V-ig fantomtáp Áramfelvétel	Típus: pl. kétszerezett vese karakterisztikájú sztereo elektret mikrofon Irányultsága x fok vagy y fok kapcsolhatóan Érzékenység 1000 Hz-en Kimeneti impedancia Frekvencia-átvitel Maximális bemeneti hangnyomás Dinamikatartomány: 80dB Kábel, csatlakozó Fantomtáp (üzemidővel) Sztereo tér leképzése

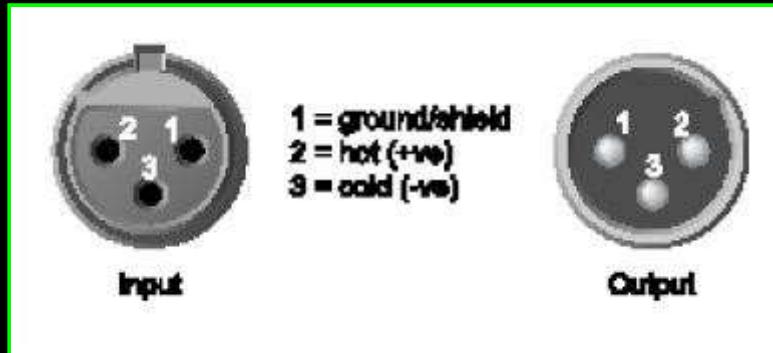
Vezetékkapacitás

Egy vezetékpár két ere között adott mértékű kapacitás van, ami a vezeték hosszával arányosan nő. Ennek hatása abban nyilvánul meg, hogy a

közvetített hangképben erősen vágja a magas hangokat. Ez ellen a mikrofon kimeneti ellenállásának csökkentésével, illetve speciális vezetékek használatával védekezhetünk.

Mikrofonok csatlakozói

A legelterjedtebb csatlakozó az XLR mono szimmetrikus bekötéssel. Az 1-es pontjára az árnyékolást, a 2-es pontjára a melegpontot, a 3-as pontjára a hidegpontot kell forrasztani. Így akár több tíz méteres kábelben is zavarmentesen vihető el a jel. Aszimmetrikus bekötésnél az 1-es és a 3-as pontokat össze kell forrasztani, de ez a bekötés sok zajt szed össze a környezetből.



Sztereó 6,3 mm-es Jack (1/4" TRS) csatlakozó is bekötethető mono mikrofonthoz szimmetrikusan.

Mono 6,3 mm-es Jack (1/4" TS) csatlakozó csak mono mikrofon aszimmetrikus bekötését teszi lehetővé.

Alkalmas a sztereó 6,3 mm-es Jack (1/4" TRS) csatlakozó sztereó mikrofon aszimmetrikus bekötésére is, bár ebben a kategóriában általában a kisebb 3,5 mm-es Jack csatlakozót használják.

Mikrofonok rögzítése

Dinamikus mikrofonokat általában mikrofonállványon közvetlenül a szorítósínbe dugva (kengyelben) használjuk.



A stúdiókba szánt kondenzátor mikrofonok rugalmas felfüggesztést igényelnek a rázkódás ellen. A szélvédő és a pop-szűrő azt a célt szolgálja, hogy a belefújás, "beleköpködés" ne hallatsszon durranásszerűen.



[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Hangszórók

Hangszórónak nevezük azokat az elektronikai eszközöket, amelyek elektromos jelet hallható hanggá alakítanak. Az aktív hangszórók jelerősítő elektronikával vannak egybeépítve. A jelforrásokból eredő és megfelelően felerősített hangfrekvenciás feszültség teljesítményé erősítve akkor tehető hallhatóvá, ha a teljesítményerősítő kimenetére megfelelő elektromechanikus átalakítót - hangszórót, ill. hangsugárzórendszer kapcsolunk.

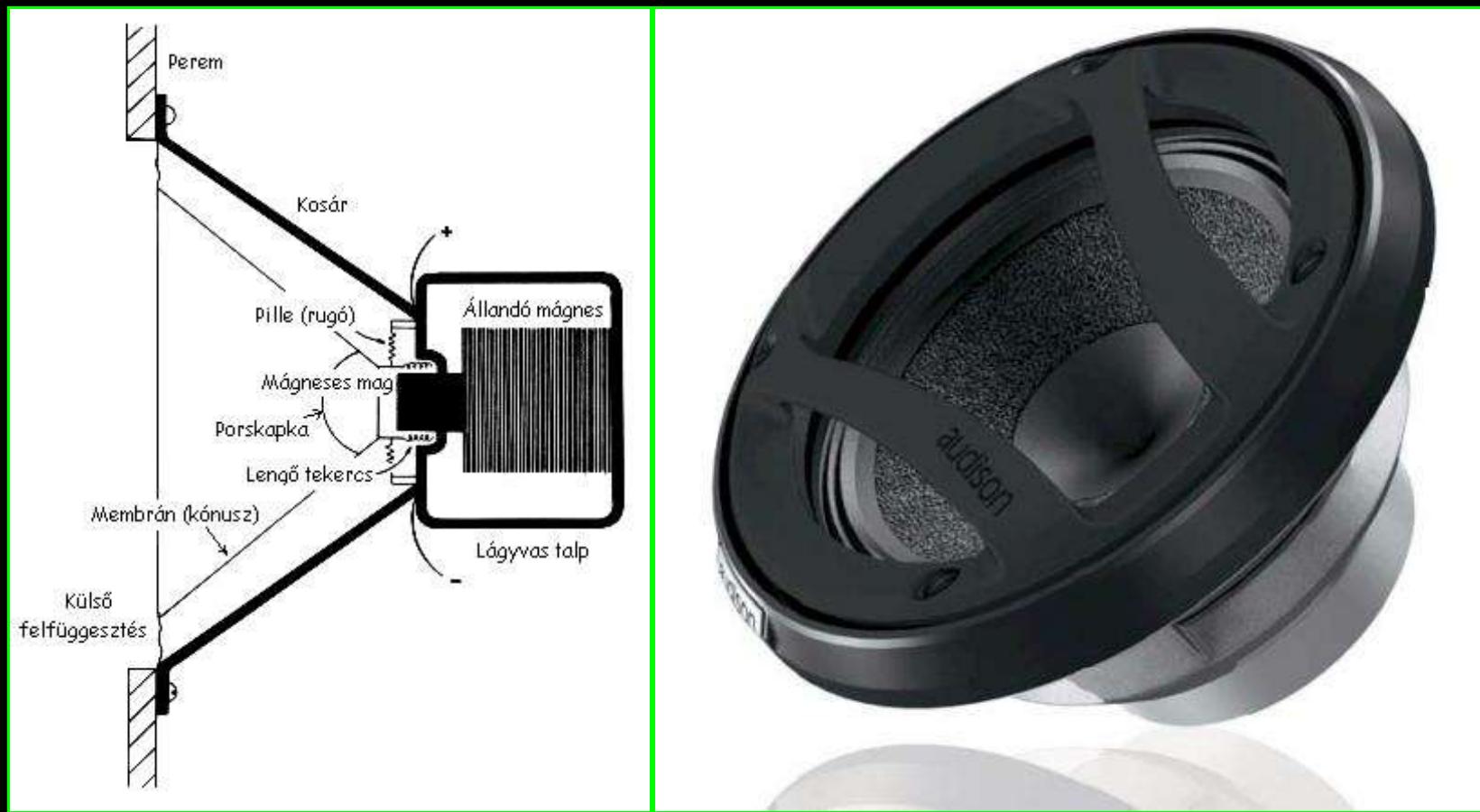
Hogy érthető legyen... Az **akusztikai rövidzár**: Ha egy hangszórót be nem épített állapotban hajtanak meg (alacsony frekvencián látható jól), a kónusról kiinduló hanghullámok megkerülik azt, és annak hátoldalára jutnak, így a membrán két oldalán a levegő sűrűsödések-ritkulások kioltják egymást. Így a membrán ugyan jelentős mértékben mozoghat előre-hátra, de hallható hangot nem hoz létre. Az akusztikai rövidzár kiküszöbölésére a hangszórót falba vagy dobozba kell építeni.

Hangszórók típusaimak csoportosítása felépítésük-szerkezetük alapján

- Dinamikus hangszóró
- Lengőnyelves(állótekercses) hangszóró
- Piezoelektronos hangszóró
- Plazma hangszóró

Dinamikus hangszóró

A legelterjedtebb típus, amelyben egy mágnes belsőjében csillapítottan lengő tekercs egy (általában kúposan kialakított) laphoz van rögzítve. Ha tekercsben ingadozó erősségű áram folyik, akkor az az áram erősségeinek megfelelően kitér, így meghozza a lapot (kónuszt). A hallható frekvenciatartományban (20 Hz-20 kHz) ezt hangként érzékeljük.



A dinamikus hangszórókra jellemző, hangmagasság alapján történő csoportosítás:

- **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.
- **A középhang-sugárzó:** hangszórónak a 300...5000 Hz-es frekvenciatartományt lineárisan kell lesugároznia, a lehető legkisebb neplineáris torzítás mellett. 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.
- A magashang-sugárzók a legnagyobb kisugárzott frekvencia hullámhosszához képest mindenkor nagyobb méretű membránnal rendelkeznek. Ez erős hangnyaláboláshoz vezet, ami kedvezőtlen a besugárzott hangtérben. Többutas hangszóró-rendszerekben ezért mindenkor több magashang-sugárzót használnak, amelyek egymáshoz képest különböző irányba sugároznak.

Lengőnyelves hangszóró

A dinamikus hangszórótól abban tér el, hogy a tekercs áll, és egy kónuszhoz rögzített lágyvas „nyelvet” mozgat. (A 20. század közepe óta csak történelmi jelentősége van)



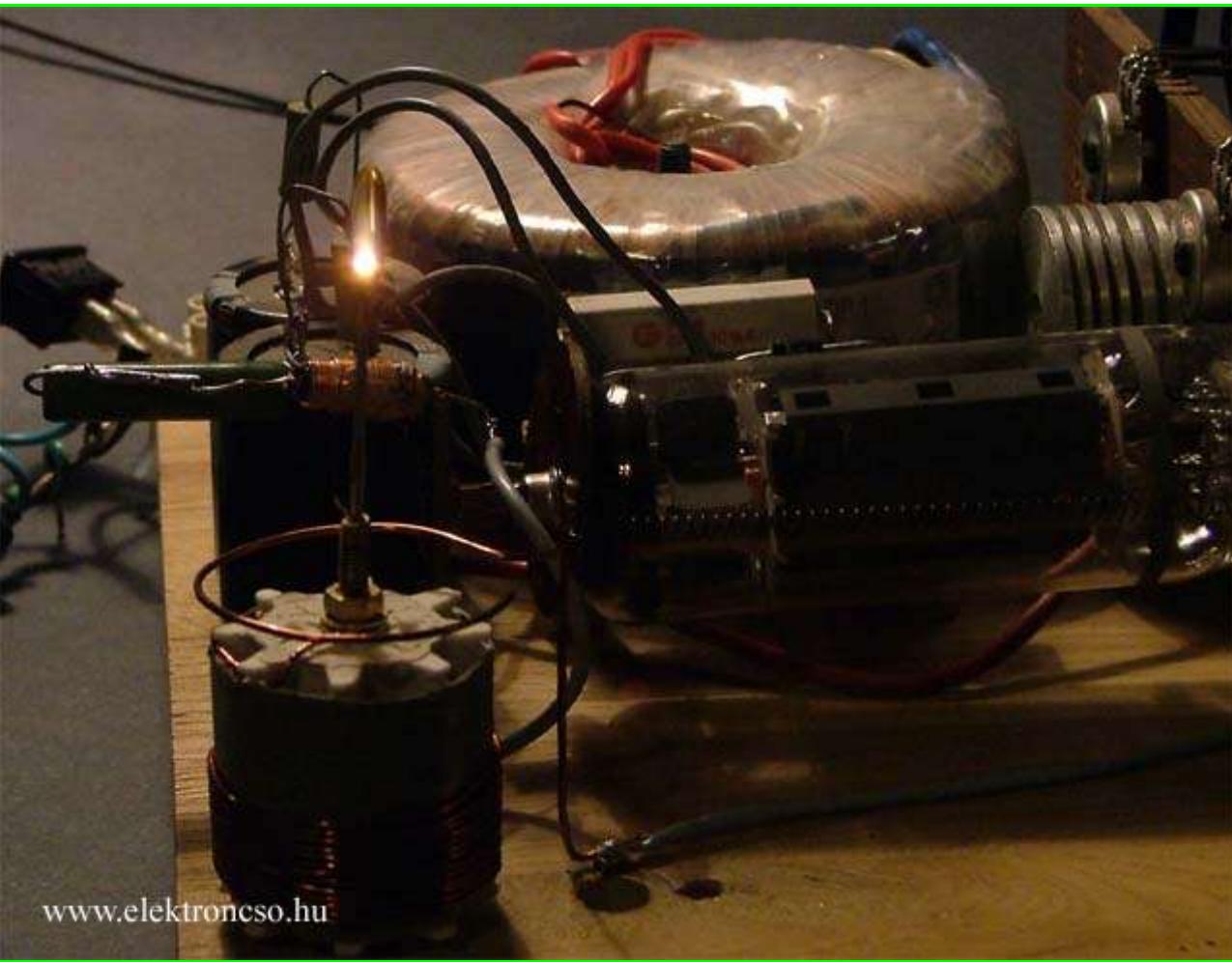
Piezoelektronos hangszóró

A piezo hangszóró a piezoelektricitás jelenségét használja fel: bizonyos kristályok alakja megváltozik, ha megfelelő részein elektromos feszültség alá helyezzük. Mivel a kristályok merevek, ezért csak nagy frekvenciás hangokat tudnak kellő hatékonysággal előállítani. Ezért is alkalmazzuk őket leginkább a magasnahangszórók kialakításánál!

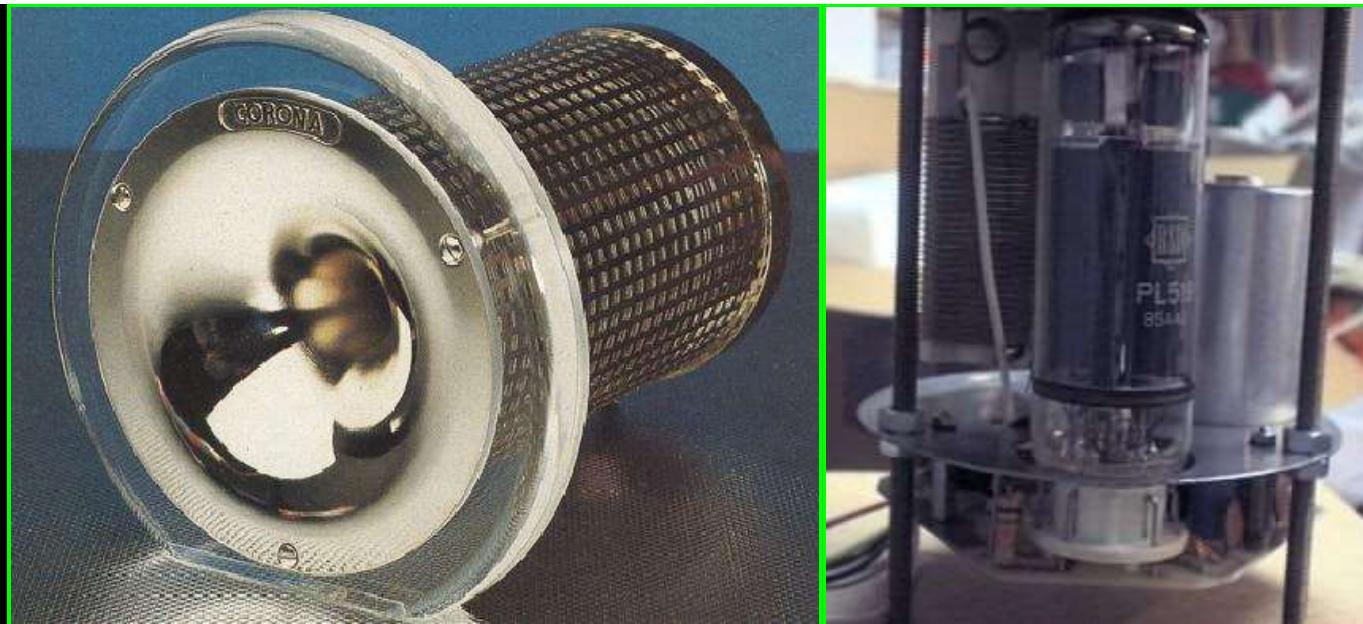


Plazmahangszóró

A plazmahangszóró nem más, mint egy folyamatos plazmaforrás. Ahhoz, hogy hangszóróként tudjuk használni, változtatnunk kell a plazma térfogatát. Ez a változás a levegőben nyomáshullámot kelt, amelyet fülünk hangként érzékel. A plazma hangszóró lelke általában egy pár száz kHz, vagy néhány mHz frekvencián működő nagyfeszültségű generátor. A bemenő hangfrekvenciás jel modulálja a nagyfrekvenciás feszültség amplitudóját (AM), vagy kitöltési tényezőjét, így hatással van a plazma térfogatára.



www.elektroncso.hu



Corona Plazma hangszóró és belső szerkezete

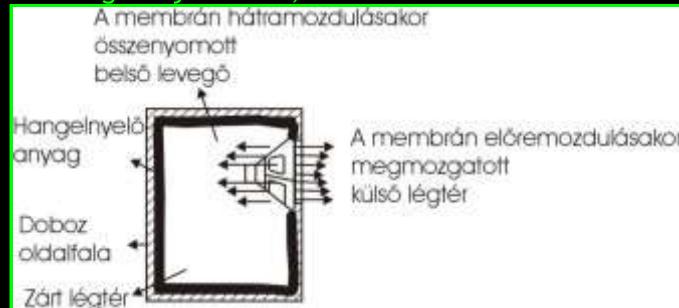
Hangdobozok

A hangszórókat akusztikai megfontolásokból megfelelő méretű dobozokban, illetve ládákban rögzítik. A doboznak több szempontból is előnyei vannak. Nemcsak mechanikailag rögzítik a hangszórót, de az akusztikus rövidzárat is kiküszöbölik, valamint egyenletessé teszik a frekvenciamenetet. A hangfal (baffle) elnevezés a nagy teljesítményű külső hangsugárzók kezdeti idejéből maradt fenn, amikor is nem használtak zárt hangdobozt, és a mély hangok akusztikai rövidzárának kiküszöbölésére hatalmas méretű sík lapra kellett rögzíteni a hangszórót.

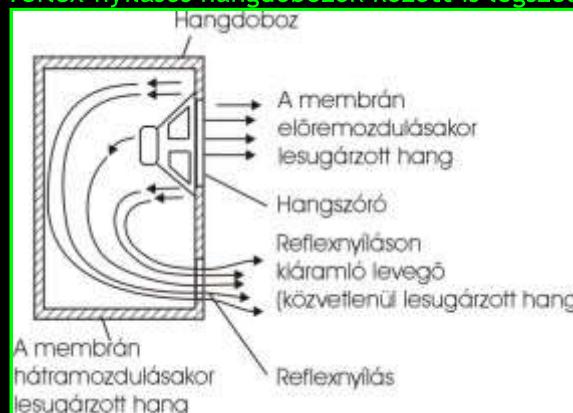
A hangdobozok kialakításában háromféle elvet követnek. Ennek alapján készítenek zárt dobozokat, reflexnyílásos dobozokat és akusztikai labirintusokat. Jelenleg legszélesebb körben a teljesen zárt, belül csillapítóanyaggal töltött hangdobozokat használják, amelyekbe vagy szélessávú hangszórókat egyutas 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 rugalmás közegként hatást gyakorol a hangszóró membránjára. 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 mennyiségen, s összeszerelésük nem igényel

különleges eljárásokat, módszereket.



- Ha a zárt hangdoboz arra alkalmas helyén nyílást vágunk, megváltozik az akusztikai jellege. A dobozban levő és a nyílásban át a külső légtérrrel érintkező levegő önálló mechanikai rezgőrendszer képez, aminek a rezonanciafrekvenciája csak a doboz méreteitől - úrtartalmától - 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. A reflex-nyílásos hangdobozok között is legszélesebb körben az ún. "mélyreflex" dobozok terjedtek el.



Hangfal

Általában több hangszóró található benne, nagyobb teljesítménynél esetleg csak egy. A hangszórók a teljes hallható tartománynak csak egy-egy részét tudják lesugározni. A hangfalakat jellemezhetjük a rákapcsolható tartós és időszakos teljesítménnyel, a frekvenciamenettel, az erősítő felé mutatott terhelő impedanciával, a torzítással és a hatásfokkal (1 W elektromos teljesítmény által létrehozott hangnyomás). A többutas hangfalak több, eltérő tulajdonságú hangszórót tartalmaznak, melyek más-más, számukra ideális frekvenciatartományban sugározzák a hangokat. Ezekben a bemenő jelet hangváltóval (más néven keresztváltóval) osztják szét mélyebb és magasabb hangtartományokba. Erre azért van szükség, mert a hangszórók a saját rezonanciafrekvenciájuk alatt nem tudnak sugározni. Ez dinamikus hangszóróknál a pille és a lágy felfüggesztés rugalmasságából adódik, ugyanis ez a két anyag bármennyire is rugalmas, valamilyen mértékben megnöveli a rezonanciafrekvenciát.

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 tölcsek 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 nevezük rendszernek.

Kétutas hangszórórendszer

A kétutas hangszórórendszerben 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 eredménye 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.



[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Erősítők

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 eszközökhez illeszkedik. A hangtechnikában használt különféle erősítők és erősítőrendszerek különféle szempontok szerint csoportosíthatók, ill. osztályozhatók:

1. Rendeltetés szerint:

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

A nagy bemeneti impedanciájú mikrofon-előerősítők 0,1...1 MW -os bemenettel rendelkeznek. Ezeket elsősorban kondenzátor mikrofonokhoz használják. A kondenzátor mikrofonok 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 frekvenciaátvitelle 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 erősítnek. 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 kívántnál nagyobbra. A hanglemezek vágása különféle szabványok és normák által meghatározott frekvenciamenet szerint megvégze. A hanglemez lejátszása során tehát az a cél, hogy a vágással ellentétes korrekció beiktatásával, helyreállitsuk az eredeti hangképet. Mivel a mágneses és dinamikus hangszedők közelítően lineáris frekvenciamenetet biztosítanak, a lejátszott és felerősítendő hangfrekvenciás jelet az előerősítőben kell korrigálni.
- **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. Ezek a A-osztályú végerősítők; B-osztályú végerősítők; AB-osztályú végerősítők... Jellemzésük később!

2. Az alkalmazott erősítőelemek szerint:

- Elektroncsöves
- Tranzisztoros
- Integrált áramkörös

3. Munkapont-beállítás szerint (De mi az a munkapont?: Elektromos/elektronikus eszközön beállított elektromos jellemzők összessége. Információt tartalmazó bemenőjel hiányában a nyugalmi munkapontnak megfelelő értékek mérhetők, a bemenetre hasznos jelet adva a pillanatnyi munkapont a bemenő jel függvényében állandóan változik. Jelző nélkül használva a munkapont szót, általában a nyugalmi munkapontot értjük ezáltal.)

- **A-osztályú végerősítők:** Az A-osztályú végerősítő olyan együtemű teljesítményerősítő, amellyel az erősítőelem munkapontja a munkaegyes kivezérelhető (lineáris) szakaszának a közepén helyezkedik el. Harmonikus torzítása viszonylag kicsi, a teljes erősítő azonban igen rossz (kb. 50%-os) hatásfokkal működik. Ez nagyobb teljesítményű végfokozatknál jelentős energiaveszteséget okoz.
- **B-osztályú végerősítők:** 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 torzítású erősítés csak úgy valósítható meg, ha az erősítőelemek ellenütemű beállításban működnek. A B-osztályú beállításban működő teljesítményerősítőknél kiküszöbölné a A-osztályú erősítők legfőbb hátránya, az állandó nyugalmi áram. Itt ugyanis az áramfelvejtő minden pillanatban a kivezérlés mértékétől függ, tehát a felvett teljesítmény a hangfrekvenciás kimeneti teljesítmennel arányosan változik. Ezáltal a B-osztályú végerősítők hatásfoka 70... 75%-os, de egyes jó minőségű erősítőknél 80%-os hatásfok is elérhető.
- **AB-osztályú végerősítők:** 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.

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, hangsóró-kimeneti illesztés, bemeneti érzékenység.

Természetesen nem mindegyik erősítőfajtára vonatkoztatható minden minőségi jellemző; a kimeneti teljesítmény, a teljesítmény-sávszélesség és a hangsóró-kimeneti illesztés csak a végerősítőre 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 savon 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 értékkel jellemzik.

Kimeneti teljesítmény

A hangfrekvenciás teljesítményerősítőre 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

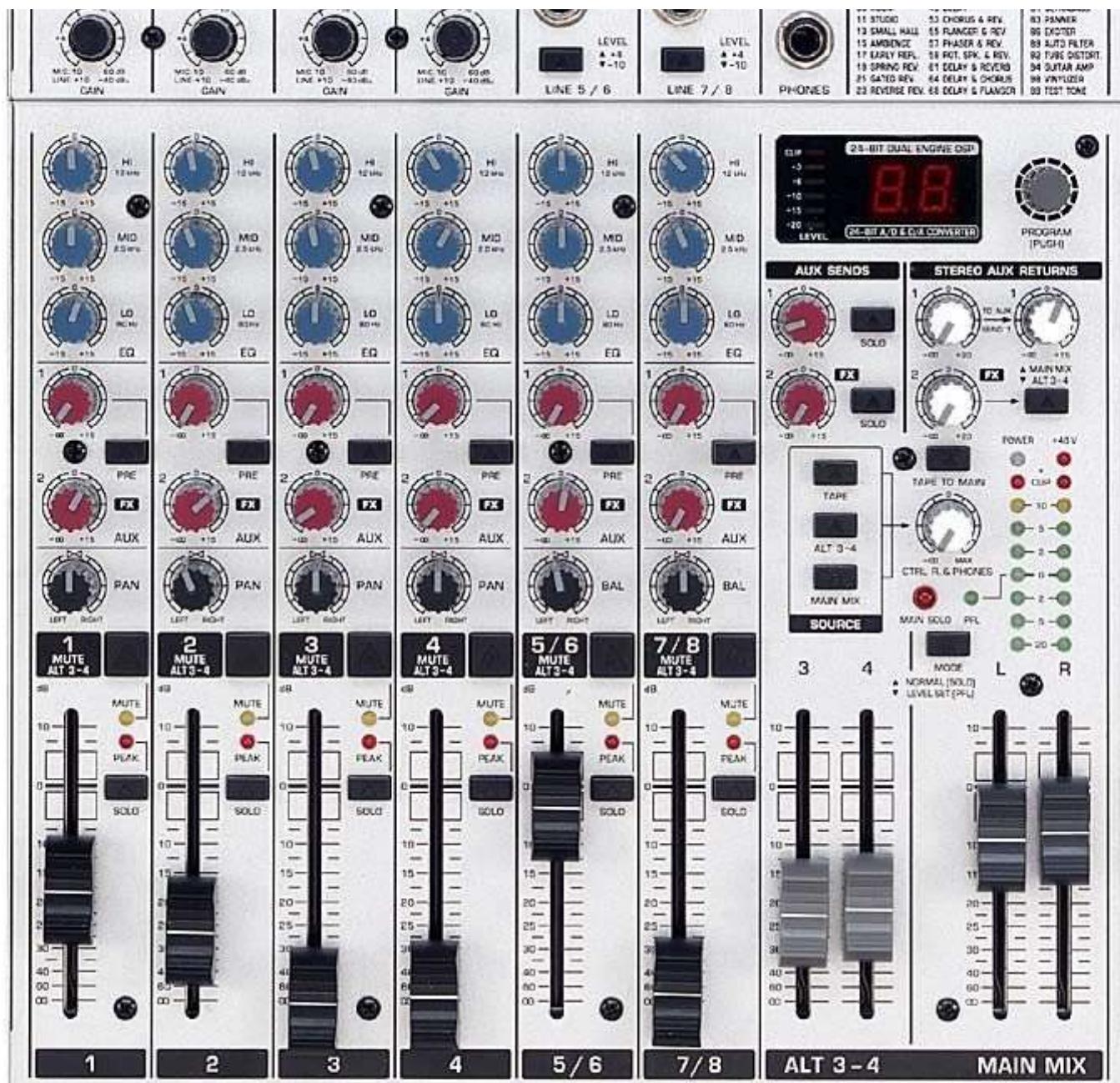
Hangfrekvenciás végerősítőknél az a terhelőimpedancia, aminél az erősítő a legnagyobb szinuszos kimeneti teljesítményt szolgáltatja, a névleges torzítási tényező megnövekedése nélkül.

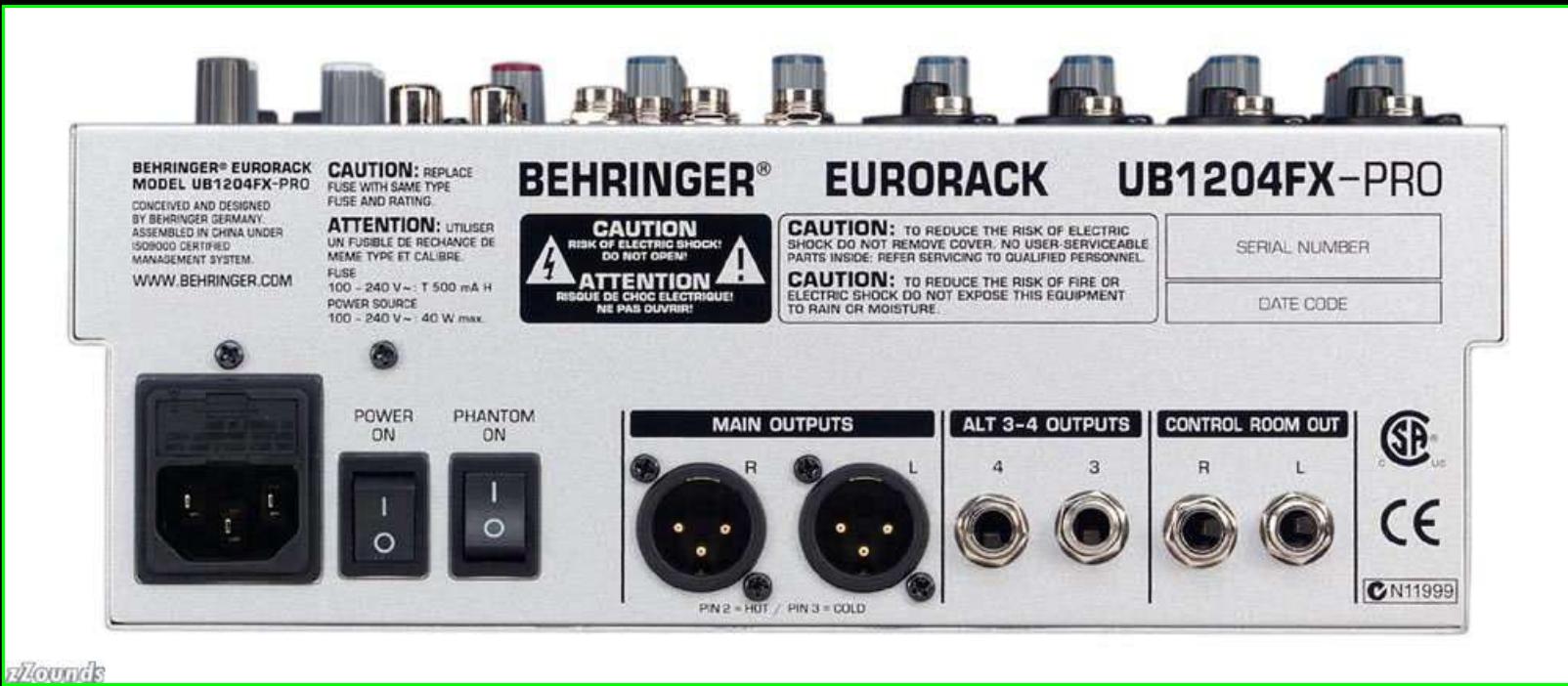
[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Hangkeverő bemutatása

a bemutatáshoz egy Behringer UB1204-PRO keverőt alkalmazunk







Mikrofon bemenetek: MIC

Mind a négy mono mikrofon bemeneti csatorna szimmetrikus XLR csatlakozóval rendelkezik. Ezek 48 V fantomtápot tudnak szolgáltatni a kondenzátor mikrofonok számára, ha azt a keverő hátlapján bekapsoljuk. A fantomtáp bekapsolása előtt néműtsük a keverőt a MAIN MIX segítségével! A bemenetek frekvencia-átvitele 10 Hz-150 kHz (-1dB), erősítési tartománya +10 dB és +60 dB közötti, a maximális bemeneti szint, ami még nem okoz 0,005%-nál nagyobb THD+N torzítást +12 dBu. Bemeneti impedanciája 2,6 kΩ, jel-zaj viszonya 110 dB.

Vonal szintű mono bemenetek: LINE IN

A négy mono mikrofon bemenet használható 6,3-as sztereo jack csatlakozó segítségével szimmetrikus vonal szintű bemenetnek is. Aszimmetrikus kimenettel rendelkező egységek is csatlakoztathatók ezekre a bemenetekre 6,3-as mono jack csatlakozó segítségével. Egy időben azonban vagy a mikrofon bemenet, vagy a vonal szintű bemenet használható, a kettő együtt nem. A bemenetek frekvencia-átvitele 10 Hz-90 kHz (-1dB), erősítési tartománya -10 dB és +40 dB közötti, a maximális bemeneti szint, ami még nem okoz 0,005%-nál nagyobb THD+N torzítást +30 dBu. Bemeneti impedanciája 20 kΩ szimmetrikus, 10 kΩ aszimmetrikus bekötésnél, jel-zaj viszonya 110 dB.

Mélyvágó szűrő: LO CUT

A négy bemeneten bekapsolható egy 75 Hz alatti jeleket 18 dB /oktáv meredekséggel vágó szűrő, amellyel csillapíthatók a mikrofonból érkező mély döbögések.

Bemeneti előerősítés: GAIN

Itt állítható be a csatlakoztatott eszközökhez illeszkedő megfelelő előerősítés mikrofonnál. Ezt az értéket addig szabad csak növelni, hogy a csatornakeverő mellett PEAK túlvezérlést jelző LED ki ne villanjon.

Hangszínszabályzó egység: EQ

Az összes mono bemeneti csatorna 3 sávos hangsínszabályzóval van ellátva.

Magas HI: 12 kHz-en ±15 dB

Közép MID: 2,5 kHz-en ±15 dB

Mély LO: 80 Hz-en ±15 dB

Egyéb kimenetek: AUX

A csatornakeverő előtti kimenet: MON PRE

Az AUX SEND 1 kimenetre keveri rá a bemeneti jelet, megkerülve saját csatornakeverőjét. Az összes MON PRE kimenet mono, és maximum 15 dB-es erősítésre képes.

A csatornakeverő utáni kimenet: FX POST

Az AUX SEND 2 kimenetre keveri rá a bemeneti jelet, áteresztve saját csatornakeverőjén. Az összes FX POST kimenet mono, és maximum 15 dB-es erősítésre képes.

Panoráma szabályzó: PAN

A panoráma szabályzó potenciométer állása határozza meg a csatornajel pozícióját a sztereó-képen belül. A jel minden állandó szinten marad a sztereó panoráma pozíciójától függetlenül.

Némítás és jelátirányítás: MUTE/ALT 3-4

A gombot lenyomva a csatorna jele némitódik a MAIN MIX főkimeneten, ugyanakkor megjelenik a SUBMIX / ALT 3-4 kimeneten. Ezt egy sárga MUTE feliratú LED is jelzi csatornánként.

Csatornakeverő: FADER

Meghatározza a csatorna hangerejét -89 dB és +10 dB között a főkimeneten (MAIN MIX), vagy az alkimeneten (SUBMIX).

Sztereó csatornabemenetek: LINE 5/6 és LINE 7/8

A keverő rendelkezik két vonal szintű szimmetrikus 6,3 jack kialakítású sztereó bemenettel is. Ha csak az „L” jelű csatlakozót használjuk, akkor a csatorna mono üzemmódban működik. Mindkét bemenet esetén használhatók aszimmetrikus 6,3-as jack csatlakozók is.

Bemeneti szintválasztó: LEVEL

A szintillesztéshez a sztereó bemenetek LEVEL kapcsolóval vannak ellátva a +4dBu és a -10dBu szintek közötti választáshoz. -10dBu esetén (házi felvételi szint) a bemenet érzékenyebb, mint +4dBu (stúdiószint) esetén.

Sztereó hangsínszabályzó: EQ

Mindenben megegyezik a mono csatornák szabályzásával, de a bal és a jobb oldalt egyszerre szabályozza.

Sztereó egyéb kimenetek: AUX

A sztereó csatornák AUX kimenetei azonos módon működnek, mint a mono csatornáké. Mivel az AUX kimenetek mono kimenetek, a sztereó csatornákról jövő jeleket először a keverő mono jelekké összegzi.

Balansz szabályzó: BAL

Ez határozza meg a bal és a jobb csatorna bemeneti jeleinek egymáshoz viszonyított szintjét, mielőtt még a főkimenetre jutnának.

Egyéb kimenetek fő szabályzói: AUX SENDS

Az AUX SEND 1 és az AUX SEND 2 kimenetek elsősorban külső effekt-generátoroknak szolgáltathatnak jelet, de bármely más egységhez is küldhetnek kevert mono jelet.

A csatornakeverő előtti kimenetek fő szabályzója: MON

Az AUX SEND 1 kimenetre összegzi és keveri rá az összes MON PRE csatornajelet. Mono, és maximum 15 dB-es erősítésre képes.

A csatornakeverő utáni kimenetek fő szabályzója: FX

Az AUX SEND 2 kimenetre összegzi és keveri rá az összes FX POST csatornajelet. Mono, és maximum 15 dB-es erősítésre képes.

Egyéb sztereó bemeneti csatlakozók: STEREO AUX RETURNS

A STEREO AUX RETURNS 1 és a STEREO AUX RETURNS 2 bemenetek elsősorban visszatérési pontként szolgálnak külső effekt-generátorokból érkező jeleknek, de bármely hangtechnikai egység jelét is fogadhatják. Ha csak a bal csatlakozót használjuk, az AUX RETURN automatikusan mono módban működik.

Potenciometerek: STEREO AUX RETURNS 1

A STEREO AUX RETURNS 1 bemenet erősítését állíthatjuk be \sim és +20 dB között.

Potenciométer: A STEREO AUX RETURNS MON

Speciális effektezési feladatokra fenntartva.

Potenciométer: STEREO AUX RETURNS 2

A STEREO AUX RETURNS 2 bemenet erősítését állíthatjuk be \sim és +20 dB között.

Kapcsoló: MAIN MIX / ALT 3/ 4

Ezzel a kapcsolóval választhatjuk ki, hogy a STEREO AUX RETURNS 2 bemenet jele a MAIN MIX vagy a SUBMIX kimenetre kerüljön.

Sztereo magnetofon bemenet: TAPE INPUT

Sztereo RCA aszimmetrikus csatlakozópár, melyre bármely vonalszintű jelet kibocsátó forrás csatlakoztatható.

Sztereo magnetofon kimenet: TAPE OUTPUT

Sztereo RCA aszimmetrikus csatlakozópár, amely a MAIN OUT kimenettel párhuzamosan van kötve, szintje a MAIN MIX potenciométerrel szabályozható.

Forrásválasztó: SOURCE

TAPE

A TAPE kapcsolóval küldhető el a jel a TAPE IN bemenetről a szintmérőhöz, a CONTROL ROOM OUT kimenethez és a PHONES csatlakozóhoz.

ALT 3-4

Az ALT 3-4 kapcsolóval küldhető el a jel az ALT 3-4 buszról a szintmérőhöz, a CONTROL ROOM OUT kimenethez és a PHONES csatlakozóhoz.

MAIN MIX

A MAIN MIX kapcsolóval küldhető el a jel a MAIN MIX buszról a szintmérőhöz, a CONTROL ROOM OUT kimenethez és a PHONES csatlakozóhoz.

Potenciométer: CONTROL & PHONES

Itt állíthatjuk be a CONTROL ROOM kimenet és a PHONES kimenet szintjét.

Kapcsoló: TAPE TO MAN

Bekapcsolásakor a TAPE IN jele rákerül a MAIN MIX csatornára. A gerjedés elkerülése végett ugyanakkor leválasztja a TAPE OUT kimenetet a MAIN MIX csatornáról.

Kék színű POWER LED

A bekapcsolás állapotát jelzi vissza. A keverőt bekapcsolni a készülék hátlapján elhelyezett kapcsolóval lehet.

Piros színű +48V LED

A fantomtápf bekapcsolt állapotát jelzi vissza. A kondenzátor mikrofonokhoz szükséges feszültséget bekapcsolni a készülék hátlapján elhelyezett kapcsolóval lehet.

Sztereo LED kivezérlés-mérő

Lejátszás és felvétel esetén 0dB értéket kell beállítani. A túlvezérlés kellemetlen torzításokat okoz.

Potenciométer: ALT 3-4 SUBMIX

A készülék hátoldalán lévő 3 és 4jelű aszimmetrikus 6,3 jack ALT 3-4 OUTPUTS kimeneti szintjét állítja. Ide azoknak a csatornáknak a jelei kerülnek, amiknél lenyomtuk a MUTE / ALT 3-4 kapcsolókat.

Potenciométer: MAIN MIX

A készülék hátoldalán lévő két darab - L és R - szimmetrikus XLR csatlakozó kimeneti szintjét állítja. (+4dBu névleges szint). Ez a keverő fő kimenete, de a TAPE OUT RCA kimeneteken is ez a jel jelenik meg, de aszimmetrikusan.

Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...

Hangkártyák, hangcsipek

AC'97

Az AC'97 az Intel cég ajánlása a számítógépekbe épített integrált hangcsipek és hangkártyák minimális követelményeire. Természetesen a nagy hangkártya gyártó cégek ennél jobb paraméterekkel rendelkező, és funkcionálisan többet tudó csipeket, illetve hangkártyákat igyekeznek gyártani. Néhány alapvető paramétere:

- Rendszerbusz - PCI 2.1 kompatibilis
- Mintavételi frekvenciák - 8, 11, 16, 22, 32, 44,1, 48 KHz
- Csatornák - Két mono vagy egy sztereó
- Hardveres Sound Blaster kompatibilitás
- Mintavételezés - 16 bites sztereó visszajátszás és rögzítés (DAC) 48 kHz-en
- Audio Bemenetek: MIC IN: nagy impedanciás electret és dinamikus mono mikrofonbemenet támogatása. Választható mono mikrofon szintű bemenet 20 dB erősítéssel és hozzáadott 20 dB-es programozható bemeneti szintszabályozóval. LINE IN: sztereó vonalszintű bemenet, maximum 2 VRMS. CD IN: belső sztereó vonalszintű bemenet, maximum 2 VRMS. PHONE IN: belső hangmodem csatlakozás (opcionális) AUX IN: belső sztereó vonalszintű bemenet, maximum 2 VRMS (további belső audió összeköttetések támogatása)
- Audio kimenetek: LINE OUT: sztereó minimum 1 VRMS vonalszintű kimenet. Hangszórókimenet: sztereó vonalszintű kimenet vagy erősített kimenet >1 W/4 ohm (rendszeren belüli erősítés nem preferált) (opcionális) MONO OUT: belső hangmodem csatlakoztatására (opcionális), S/PDIF digitális kimenet (opcionális).

High Definition Audio (HD audio)

Az Intel 2004-ben hozta nyilvánosságra a korábban Azalia néven ismert audioszabvány véglegesített elnevezését Intel High Definition Audio néven. Az Intel szerint a High Definition Audio akár 192 kHz-es mintavételezésű és 32 bites felbontású 7.1 csatornás hangzást is támogat, jobb minőségű felvételre képes és rugalmas konfigurációt biztosít az audioeszközök számára. Támogatja a sztereó jelforrásból 7.1 csatornás hangzást előállító Dolby Pro Logic IIx technológiát. Az ingyenesen licencelhető specifikáció rövidesen leváltja a jelenleg elterjedt AC97 integrált megoldásokat. További új tulajdonságai:

- Támogatja a DVD-Audio, az SACD formátumok lejátszását
- Támogatja a Dolby 5.1/6.1/7.1 rendszereket
- THX minősítése van
- Támogatja a multicsatornás áramló hangfájlokat a játékokban és a kommunikációban.
- Szoftveres úton szabadon konfigurálhatók a Jack csatlakozók funkciói.

A Sony-Philips digitális interfész (S/P DIF)

A digitális audió terén az első lépés a CD-lejátszók megjelenése volt a korai nyolcvanas években. Kezdetben a digitális jel a CD lejátszó készüléken belül elhelyezett D/A-konverteren keresztül került az audió rendszerbe. Az új tendencia célja azonban az, hogy minél tovább tároljuk digitálisan az információt a rendszerben, mert ez az egyetlen módja annak, hogy a jel minősége ne változzon.

Ahhoz, hogy ez megvalósítható legyen, a különböző eszközöknek digitális jelekkel kell kommunikálniuk a rendszerben. Ennek fényében született meg az S/P DIF szabvány.

Kábelezés, csatlakozók

Az S/P DIF jelek továbbítására leggyakrabban aszimmetrikus koaxiális $75\ \Omega$ hullámellenállású kábelt és RCA csatlakozót használunk. Az RCA csatlakozó szabványos színjelölése narancssárga. Az S/PDIF-nek van egy optikai verziója is, ez a TOS Link. Az átviteli média 1 mm átmérőjű műanyag szál és az átvitel látható fénnyel történik (vörös LED). Az optikai jeleknek pontosan ugyanolyan formátumuk van, mint az elektromos S/PDIF-jeleknek, csupán fényjelekké vannak konvertálva. A hangkártyák vagy TOS Link optikai csatlakozóval, vagy 3,5 mm-es mini JACK csatlakozóval rendelkeznek.



[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

Az Analóg hang digitális leképezése

A legnépszerűbb és legelterjedtebb hanghordozó, a CD minőségét (16 bit, 44,1 kHz) a manapság piacra kerülő hangkártyák kivétel nélkül elérik, sőt felülmúlják - gyakori, hogy 24 bites, 96 kHz-es mintavételezési frekvenciájú hangok kezelésére is képesek. Hogy megértsük, mit takarnak és miért fontosak ezek a számok, ismerkedjünk meg a digitalizálás folyamatával!

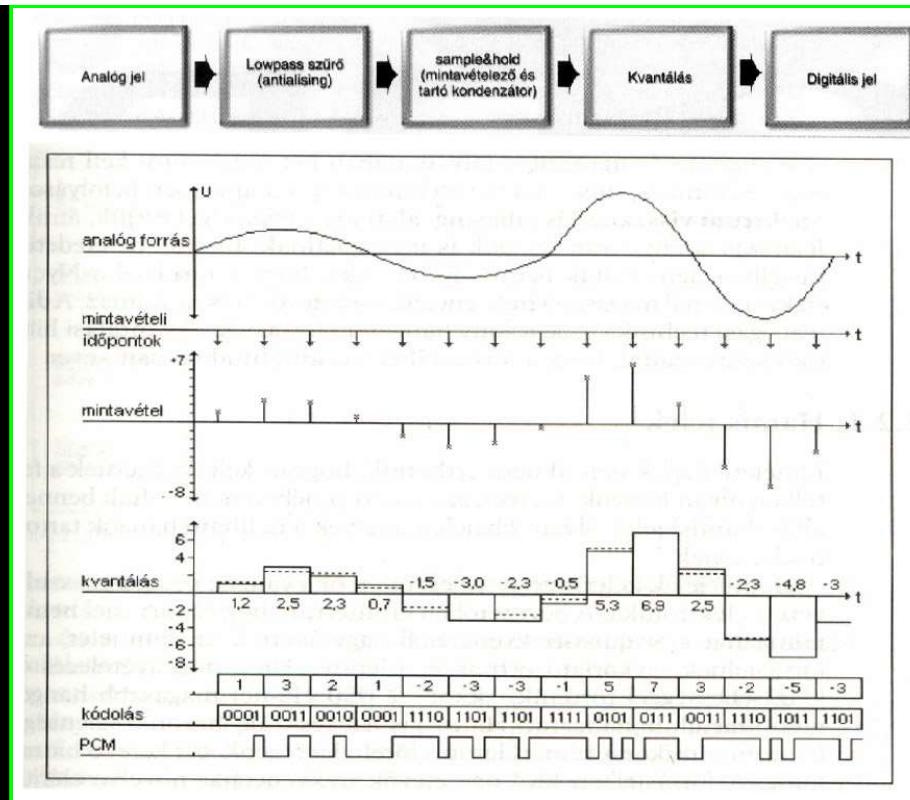
Felvételkor a hang hatására a hagyományos mikrofonban levő membrán rezegni kezd, és mozgásával feszültséget indukál. A feszültség-változás már könnyen kezelhető, ez képezi alapját az analóg hangrögzítésnek és -visszaadásnak, a műsorszórásnak stb., de ez még analóg jel. A számítógép azonban csak digitális jeleket tud kezelni. Először tehát a jelet át kell alakítani digitálissá. Ezt az analóg-digitális átalakító, az A/D konverter végzi.

Az analóg jel folytonos, az átalakító azonban csak adott pillanatban vizsgálja meg - vesz mintát -, és az ott talált értékét tárolja el. Ha ezek a pillanatok elég sűrűn követik egymást, az eredeti folytonos jelnek nincs ideje nagyon megváltozni, akkor ezek a pillanatnyi értékek egymás után visszaadva egész jól megközelítik az eredeti jel alakját.

Ez a gyakorlatban úgy néz ki, hogy az adott időpontban egy áramkör átengedi a hanghullámot szimbolizáló feszültséget. Sajnos a mintavétel sűrítésének méretbeli és technikai korlátai vannak, nem beszélve arról, hogy az emberi fül hallástartományán kívül eső hangok rögzítése felesleges.

A nem szinuszos jelek kezelésekor a francia matematikus, Fourier tételeit kell alkalmazni: eszerint minden folytonosan változó periodikus jel felbontható állandó frekvencián rezgő szinuszhullámok összegére.

Másik fontos témáink a Nyquist-Shannon tétele, amely szerint egy jelsorozat szinuszos összetevői közül a legnagyobb előforduló frekvencia kétszeresével mintavételezett jelsorozat egyértelműen leírja az eredeti jelet. Az emberi fül által érzékelt frekvenciatartomány a 20 Hz és 20 kHz közötti sávba esik - nekünk tehát 40 kHz-cel kell mintavételeznünk.



nagy mérethez kattintson a képre!

Mintavételezéskor az ezen az intervallumon kívül eső magasabb frekvenciájú hangok alacsonyakká alakulnak - ugyanis a bejövő, mintavételezésre kerülő jel hullámformájához ezek is hozzájárulnak. Az így létrejövő frekvencia-összetevők nem voltak jelen az eredeti hangban, ezért ezeket zajként érzékeljük.

Ezt nevezzük az aliasing hatásnak. Ennek kiküszöbölésére mintavételezés előtt meg kell tisztítani a hangot a 20 kHz feletti frekvenciáktól. Ehhez egyszerű alulátereszto szűrőt(lowpass filter) szokás használni, amely 20 kHz-ig átenged minden frekvenciakomponenst, e felett pedig csillapítja a jelek amplitúdóját (a jel hangereje, illetve az elektromos jel feszültségének a nagysága).

A szűrés az analóg jelen történik, analóg szűrővel, amely ideális esetben 20 kHz-ig minden hangot átenged, afelett semmit, azaz „levágja” a magasabb frekvenciákat. Az analóg szűrknek azonban van egy bizonyos vágási meredekségük, ami azt jelenti, hogy a vágási pontban, azaz 20 kHz-en elkezdik csillapítani a jeleket, onnan felfelé haladva egyre kevesebbet engednek át, míg nem az átszivárgó jelek hangereje elenyészik.

Emiatt a hangrendszerben nem 40 kHz-es mintavételei frekvenciát használnak, hanem például a CD-knél 44,1 kHz-et, a mostanság forgalomban levő hangkártyáknál és DVD-lemezeknél pedig 48 kHz-et, komolyabb eszközökknél pedig 96 kHz-et-a mintavételezési frekvencia növelésével ugyanis csökken az aliasing hatás. A CD-szabvány furcsának tűnő 44,1 kHz-e onnan ered, hogy a CD-készítés hőkorában a jelet gyártás előtt videoszalagon tárolták, és a televízió szabványos sorfrekvenciából származtatták.

A frekvenciatartomány mellett a hang másik lényeges jellemzője a dinamika. A minták hangereje folyamatosan változik, ám kell lennie egy maximális és egy minimális értéknek is. A tartományt a legnagyobb és a legkisebb érték hányadosával írhatjuk fel. Ez a szám adja meg a dinamikát, amelynek mértékegysége a decibel (dB). Az akusztikában 0 decibel erejű az a hang, amelynél halkabbat az emberi fül nem érzékel. A felső határt 120 decibelnél húzhatjuk meg - ilyen hangerő már károsítja a fület, és agyunk nem hangként, hanem fájdalomként érzi.

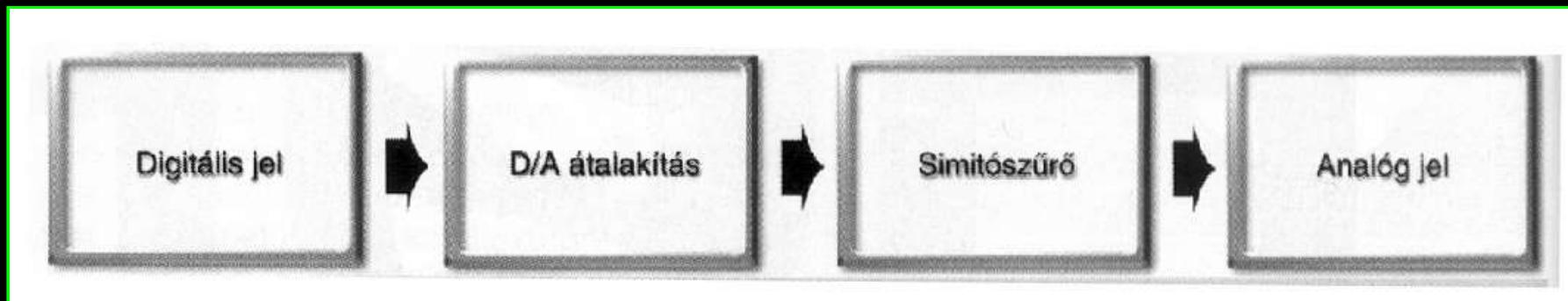
A német DIN szabvány 48 dB-t ír elő a hifi berendezések legkisebb dinamikájának - de a csak ennyire képes eszközök ma már elavultak. Digitális

hangtárolásnál 8 bites mintáknál 48 dB lesz a dinamika, míg 16 biten digitalizálva már 96 dB (bitenként 6 dB). Az analóg jel szűrése után következik a mintavételezés, ám az így kapott minták még mindig csak a bejövő feszültségnek megfelelő analóg jelek. Ahhoz hogy egész számokként rögzíthessük őket, átlagolást és kerekítést kell végezni rajtuk, amit **kvantálásnak** hívunk. Nagyobb bitmélység esetén több értékhez lehet kerekíteni. Ha 8 biten digitalizálunk, 256 hangerősség érték áll a rendelkezésre, 16 biten 65536, 24 biten pedig 16777216. Ezáltal elkerülhetetlenül terhelődik a hangmintánk egy újabb, úgynévezett kvantálási zajjal.

A bitmélység növelésével a közelítés egyre pontosabb lesz, így csökken a kvantálási zaj is. Ez azonban technikai korlátokba ütközik. Szerencsére a 96 kHz-es mintavételezésű, 24 bites kvantálású rendszerek ára már egészen elérhető, így ha jobb minőséget kívánunk, illet válasszunk. A kvantálási zajt túlmintavételezéssel szokták enyhíteni. Mivel a kvantálási zaj mértéke fordítottan arányos a mintavételezési frekvenciával, és egyenletesen oszlak el minden frekvencián, így a sávszélesség látszólag felesleges növelésével a zaj nagyobb frekvenciatartományban oszlik szét, azaz a hallható tartományba kevesebb jut belőle. A túlmintavételezés során az eredeti digitális jel minden mintája közé újabbak kerülnek. Valójában nem új minták kerülnek rögzítésre, csupán mesterségesen jön létre nagyobb felbontás azáltal, hogy becsült értékekkel bővül a mintasorozatunk.

Ezt úgy kell elképzelni, hogy az egymást követő minták csúcspontjait egyenesen összekötjük, és az új mintának az egyenes ezen időpontban felvett értékét adjuk. Az eredeti jel persze nem egyenes vonalakból áll, ezért a jobb eredmény érdekében az ismert mintákra magasabb fokú függvény görbékét szokás illeszteni a lineáris helyett.

A digitálisan tárolt hangot lejátszáskor vissza kell alakítani analóggá, melynek során az analóg-digitális átalakítás folyamatát kell visszafelé elvégezni, persze némi különbséggel. Ilyenkor a minták értékeinek megfelelő feszültségszinteket kell létrehoznunk. A minták egymás mellé helyezve lépcsőzetesek, ezért a szintek közötti ugrásokat ki kell simítanunk, hogy a jelünk folytonos (analóg) görbe legyen. Itt ismét keletkezik zaj (nem kívánt jelösszetevő), melyet ismételten szűrővel enyhíthetünk. Ha túlmintavételezett hangot használunk, akkor olcsóbb, kisebb meredekcégű szűrő is elegendő, azaz ha például 24 bit 96 kHz-en küldjük ki a jelet, jobban járunk.



A zaj további csökkentésére ad lehetőséget a noise shaping. Ennek lényege az, hogy a zaj spektrumának minél nagyobb részét a hallható tartomány fölé csoportosítjuk. Ezt úgy érjük el, hogy az eredeti zajjalból kivonjuk annak a mintavételezési idővel eltolt mását. Az így kapott jelkülönbség amplitúdója kisebb lesz, mint az eredeti jelé, a frekvenciája pedig nagyobb.

A lépcsőzetes ugrások torzítása ellen a kvantálási zaj nagyságával megegyező erősséggű mesterséges zajt keverve a hanghoz az eredetinél sűrűbb lépcsőfokok jönnek létre. Így a torzítás csökken - viszont zaj került a hangba. Látszólag nincs sok haszna a dolognak, azonban az emberi fület ez a zaj sokkal kevésbé zavarja, mint a torzítás. A teljes megoldás az, ha a túlmintavételezésnél a hallható frekvenciatartományon felüli zaj keveredik a hanghoz, akkor ez a torzítás és zaj sem lesz hallható.

Az analóg-digitális és a digitális-analóg átalakítás minősége tehát nem elsősorban a digitális részen, hanem a két közreműködő analóg alul- és felüláteresztő szűrőn múlik.

A digitalizálás után kapjuk a PAM jelet (az analóg mintából vett jel... 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.), amelyből a következő lépésekben PCM készül (Pulse Code Modulation - impulzusmoduláció). A PCM a tömörítetlen hangminták tárolásának elfogadott szabványa, amelyet a legelterjedtebb formátumokban (WAV, AIFF) alkalmaznak. A PC-n a WAV a

legelterjedtebb formátum. A WAV (Wave) fájlok 1-32 bites PCM hangmintát tartalmazhatnak. A formátum lehetővé teszi a monó és sztereó hangminták tárolásán felül egyéb, a hangmintára utaló információk rögzítését is. A hangminta amellett, hogy többszörös lehet, hangmagasság-beállításokat és hurkolást (loop) is tartalmazhat. Egyébnyi tömörítetlen PCM hangminta 10 Mbyte helyet igényel WAV fájlban tárolva.

Egy WAV formátumú fájlban legfeljebb 2 Gbyte-ot tárolhatunk, ezért egyes programok régebben több szeletben mentették el az ennél hosszabb hanganyagokat.

A Wave64 ajánlás, bár feloldotta ezt a 2 Gbyte-os korlátot, egyelőre még nem terjedt el.

Az AIFF (Audin Interchange File Format) az Apple Macintosh gépeken elterjedt formátum a hangminták tárolására-tulajdonképpen a WAV formátum megfelelője Mac platformon. (A Commodore Amigán is ezt a formátumot használták). Bár PC-a nem túl elterjedt, a hangmintaszerkesztő programok többsége mégis támogatja, ezért jól használható a különböző platformok közötti adatmozgatáshoz. A WAV-hoz hasonlóan támogatja a 32 bites felbontást és a többszörös audiot. (AIFF esetén a MACE vagy az IMA ADPCM tömörítési algoritmust lehet használni.)

A digitális tárolás egyik előnye hogy elkerülhetjük az analóg felvételenél az idő előrehaladtával bekövetkező minőségromlást, ráadásul a digitális jellel sokkal könnyebben tudunk dolgozni, hiszen minden további művelet „egyszerű” számolássá válik. Így a hangszerkesztéshez, zenéléshez nem szükséges drága analóg berendezéseket vásárolnunk, hiszen minden művelet elvégezhető számítónépen, megfelelő szoftver használatával.

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

AZ MP3

A németországi Fraunhofer Intézet (Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen - IIS) 1987-ben hatékony hangtömörítési eljárás, az úgynevezett perceptuális audiokódolási rendszer kifejlesztésébe fogott az Eureka program keretében. A kitűzött célt végül az Erlangeni Egyetem professzorával, Dierter Seitzerrel együttműködve érték el: megszületett az ISO MPEG Audio Layer 3, elterjedtebb nevén az MP3.

Az MPEG (Moving Picture Experts Group) szabványt eredetileg video- és hanganyagok tömörítésére hozták létre a nyolcvanas évek derekán. Mivel a CD minőségű zene tárolása sok helyet foglalt, szükségessé vált olyan nagy hatásfokú, adatvesztéses tömörítési eljárás kifejlesztése, amely nem okoz a hanganyagban hallható minőségromlást. Erre először az MPEG Layer 1 eljárást vezették be, amely egy másodpercnyi CD minőségű hangot 384 kbiten tárolt. Persze ebben az esetben nem beszélhetünk valódi CD minőségről, hiszen ez csupán rengeteg ember véleménye alapján, statisztikailag lett meghatározva. Az MPEG Layer 2 eljárásnál már csak 192 kilobit kell 1 másodpercnyi hang tömörítéséhez, a Layer 3-nál pedig 128 kbps lett az elfogadott standard. Utóbbi tehát 1:12 arányban tömöríti a zenét, azaz így egyetlen CD-n akár 12 album anyagát archiválhatjuk ebben a formátumban.

Az érzeti kódolást (perceptual coding) az emberi fül jellemzőire alapozták. Mivel a fülkünk adott frekvenciatartományban csak a lehangosabb jeleket érzékeli, ezért a digitális jelet feldarabolták frekvenciasávokra (MPEG Layer 3 esetén 22 sávra), majd a kapott darabokban a lehangosabb jeleket meghagyottak, az ezek által elfedett többöt pedig egyszerűen eldobták. A különböző frekvenciákat különböző pontossággal tárolják, mert például az emberi fül legjobban a 2 kHz és 5 kHz közötti jeleket érzékeli, ez alatt és felett erősen csökken az érzékenysége, tehát ott kevésbé fontos a pontosság. A Fraunhofer mp3 kódolójáért azonban fizetni kell. Még a Nero is csak 30 track tömörítését biztosítja ingyenesen, utána meg kell vásárolni a Plignt-t. Léteznek azonban ingyenes megoldások is. Ilyenek például a CDex, és az Audiograbber. Mindkettő úgynevezett keretprogram vagyis az enkódert nem tartalmazza. Telepítésük után le kell tehát töltenünk az Internetről a lame_enc.dll fájlt és be kell másolni a Windows\System könyvtárba. Ezután az mp3 beállítások panelon a belső kódolók közül már kiválaszthatjuk a LAME encodert, ami változatos beállításokat tesz lehetővé. Ha acélunk mp3 fájlok létrehozása, válasszuk a „Közvetlen olvasás és kódolás mp3 fájlba” pontot.

A tömörítési módok közül az alábbiakat választhatjuk:

1. Állandó bitráta (Constant bitrate CBR)

Ez az eredeti tömörítési mód 128 kbps már jó, 192 kbps már kiváló minőséget ad. Előnye, hogy kiszámítható előre a keletkező mp3 fájl hossza,

és minden lejátszó le tudja játszani.

2. Változó bitráta (Variable bitrate VBR)

A lényege, hogy a zeneszám összetettségtől függően tömörít, bonyolult részeket kevésbé, egyszerű részeket, szüneteket jobban. Egy csúszka segítségével beállíthatjuk a tömörítés minőségét. Előnye a kisebb fájlméret ugyanolyan minőség mellett, hátránya, hogy sajnos nem minden mp3 lejátszó támogatja a VBR-t, továbbá kódolás előtt nem tudjuk előre, milyen méretű lesz az mp3 fájl.

3. Átlagos bitráta (Average bitrate ABR)

Megadható a fájl átlagos bitrátája (pl.: 192 kbps), de ez csak az átlag, valójában a tartalomtól függően változik a tömörítés mértéke ezen belül.

Csatornák:

- A mono (Mono) beállítás azt jelenti, hogy az mp3 fájl csak egy hangcsatornát tartalmaz.
- Egyesített sztereo (Joint Stereo) beállítás azt jelenti, hogy az enkoder kihasználja tömörítéskor a két csatorna hasonlóságát, és ami megegyező, azt csak egyszer tömöríti, de azért sztereo mp3 hangfájlt hoz létre. A Joint stereo beállítás 224 Kbit/s alatt ajánlott. Nem minden enkoder támogatja az összes lehetőséget, de a LAME igen.
- A sztereo (Stereo) beállítás azt jelenti, hogy az mp3 fájl két független hangcsatornát fog tartalmazni. A teljes bitráta nem fele-fele alapon osztozik a csatornák között.
- A kettős sztereot (Dual Stereo) inkább kettős mononak kéne nevezni, azért mert ez két kompletten elszeparált csatorna, ahol minden csatorna a teljes bitráta felét fogja tartalmazni.

Tömörítés alapossága

- Beszéd (Voice)
- Alacsony (Low). Gyors kódolást biztosít a minőség rovására
- Normál
- Magas (High). Túl sokáig kódol

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)

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 hangi 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,
- sorszámosztott beállításokat, dialógusban történő vágások pontos helyét,
- a beállításokban használt trükktechnika fajtait,
- 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 hányszázalékban kerül felvételre,
- a felvétel tervezett idejét.

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

FELADAT! Készítsünk forgatókönyvet egy rádiós kívánságműsorhoz, (kb. 5-10 zeneszám) és egy rádiós vitaműsorhoz (a kiadott témának megfelelően kb. 15-20 perc).

[Vissza az oldal tetejére, a tartalomjegyzékhez...](#)