

Varga Gábor

Hang elektronikus átvitele

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Távközlési szaktevékenységek

A követelménymodul száma: 0909-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-009-50

HANG ELEKTRONIKUS ÁTVITELE

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A hang elektronikus átvitele főleg a stúdiótechnikában elterjedt. Itt a megfelelő minőségű átvitel kritikus lehet, ezért az itt használt technológiák és eszközök megismerés nagyon fontos.

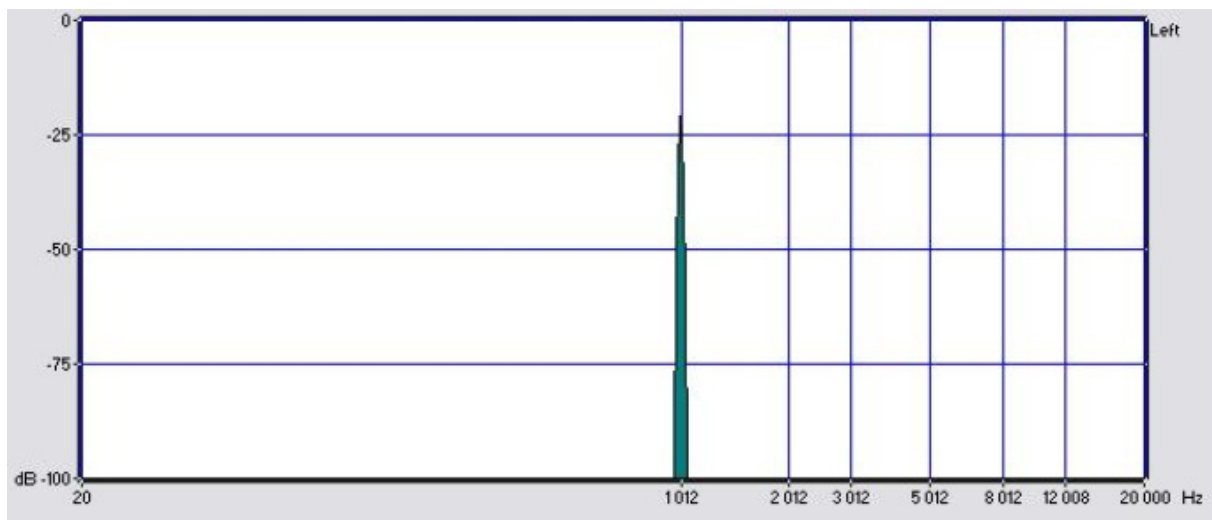
A dokumentáció nagy hangsúlyt fektet a gyakorlati alapok megismertetésére ezért a bemutatott eszközöket általában képek is illusztrálják.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

HANG ÉS HALLÁS

A hang mechanikai rezgés vagy hullám, amely különböző közegekben (szilárd testekben, folyadékokban és gázokban – longitudinális hullámként, szilárd testek esetén transzverzális hullámként is) képes terjedni. A hang mechanikai rezgéseit az élőlények speciális szervekkel, hallószervekkel érzékelik. Az emberi fül számára hallható hangok frekvenciatartománya nagyjából 20Hz és 20kHz között mozog, mely egyénenként és a korról jelentősen változik. E tartományon kívül van az ultrahang és az infrahang hullámsávja. Az ilyen frekvenciájú hangokat csak a test más részei érzékelik.

A hangjegy periodikussága hangmagasság érzetet kelt. Nem periodikus hangok az úgynevezett zörejek, hangmagasság érzetet nem keltenek. A hangszint a hallott hang spektruma határozza meg. A spektrum a hangjel különböző frekvencia összetevőinek energiáját adja meg.



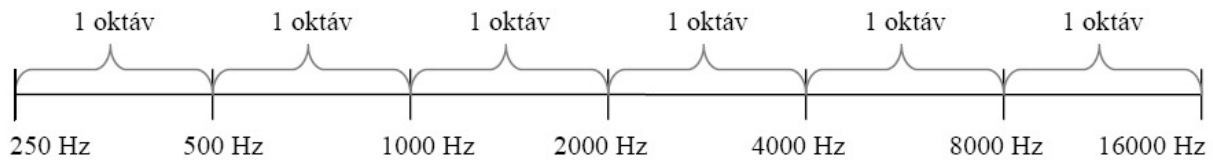
1. ábra. 1kHz-es hang spektruma¹

Egy tiszta zenei hang spektruma tartalmazza egyrészt az alaphang, valamint az alaphang frekvenciájának egészszámú többszöröseinél lévő **felharmonikusok** spektrumát. A fuvolahang spektrumán megfigyelhető, hogy az alaphang 1kHz-nél található, és jelentős felharmonikusok 3kHz-nél, 5kHz-él és 7kHz-nél figyelhetők meg. A zenei hang hangszínét a felharmonikusok száma, és amplitúdója határozza meg. Összehasonlítva a fuvola hangját és a tiszta szinuszos hangot megállapítható, hogy a két hang hangmagassága megegyezik mégis könnyen megkülönböztethető a fuvola hangja az 1kHz-es szinuszos hangtól, mely a felharmonikus összetevőknek köszönhető.

A hangkeverők hangszínszabályzói a hang spektrumát módosítják. Bizonyos frekvencia tartományok hangerejét csökkentik vagy éppen növelik míg a többit érintetlenül hagyják. Hasonlóan a fuvolához, a beszédhang hangszínét, karakterét is a felharmonikus összetevők határozzák meg. Éppen ezért, ha a TV illetve a rádió műsorokban, vagy az énekfelvételek során a szereplő hangját szeretnénk karakteresebbé tenni érdemes a hangszínszabályzóval a 6–8kHz-es tartományban kiemelés végezni. Ez a felharmonikusokat felerősíti, de az alaphangba nem avatkozik bele. Így szebben szól a hang.

A hangmagasság és a frekvencia összefüggése logaritmikus, tehát azonos hangmagasság eltérés azonos frekvencia arányt jelent. A zenei elméletben a legfontosabb hangmagasság eltérés az oktáv. Az oktáv hangköznek a frekvenciák 1:2 aránya felel meg. Ez azt jelenti, hogy egy oktáv az öt megelőző oktávhoz képest, kétszer akkora frekvencia tartományt fog át. Ezt szemlélteti a következő ábra, ahol természetesen nem a valóságos zenei oktávhatárokat jelöltük.

¹ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok



2. ábra. Egymáshoz képest 1 oktávra lévő hangok frekvenciái²

A fentiek következménye, hogy két egymást követő magas zenei hang közötti frekvencia különbség jóval nagyobb, mint két egymás melletti mély hang frekvencia különbsége. Így például a 80Hz-es és a 85Hz-es hangot könnyen meg lehet különböztetni, a 12000Hz-es és a 12005Hz-es hangok között viszont már nem hallható hangmagasság különbség.

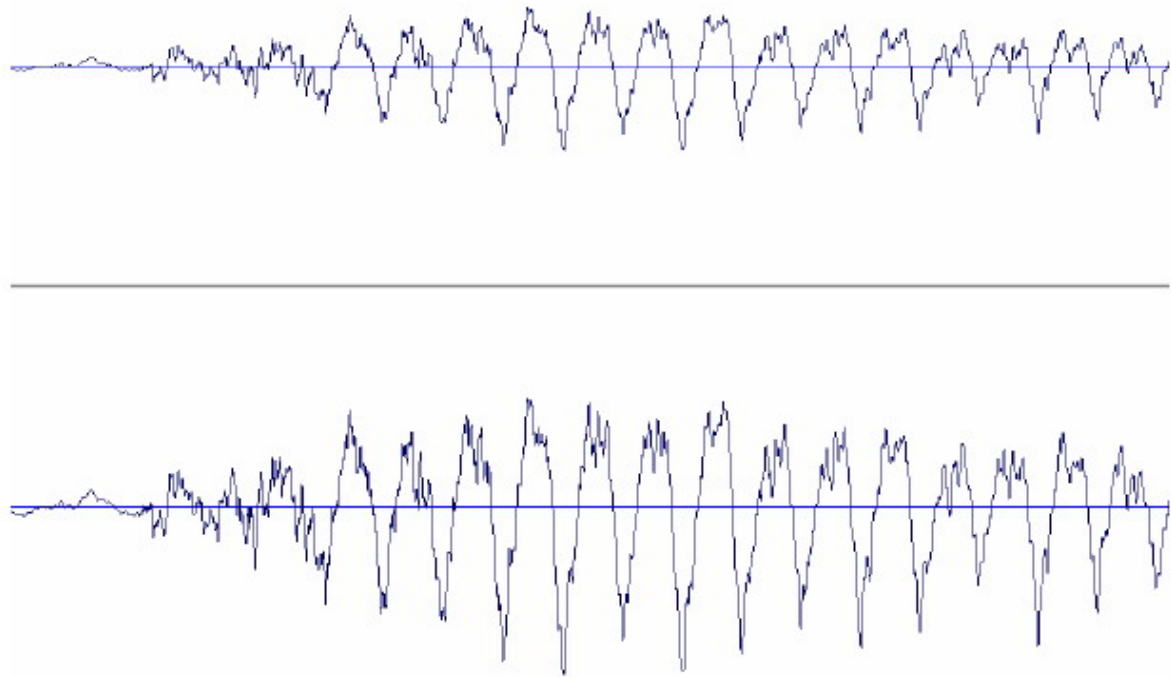
A fentiek következménye továbbá, hogy ábrázolásakor a frekvencia tengelyt logaritmikus beosztásra készítik, hogy a frekvencia skála összhangban legyen az ember hangmagasság érzékelésével.

Érdekes továbbá, hogy ha a zenéből kivesszük a frekvenciatartomány felső részét (10kHz–20kHz tartomány), akkor mindössze annyit fogunk észrevenni, hogy a dal egy kicsit tompábban szól. Ez legfőképpen annak a következménye, hogy ez a tartomány mindössze egy oktávot fog át a zenei hangskála tetején.

Az úgynevezett félparametrikus hangszínszabályozók esetében meg lehet adni, hogy a szabályzó mely hangmagasságú hangok intenzitásába (hangerejébe) avatkozzon bele. A közép szabályzó esetében a beállítható értékek kb 250Hz és 6000Hz közöttiek, míg a mély szabályzónál ez mindössze 40Hz és 120Hz.

Egy zenei hang az időtengely mentén két részre bontható. A hang megszólalásakor egy kezdeti tranziens jön létre, majd beáll egy állandósult (stacioner) állapotra, ahol a jel periodikussá válik és hangmagasság érzetet kelt. A gyakorlatban a kezdeti tranziens egy zenei hang megszólalásának élet, tisztaságát adja. A hangzás megítélésében a spektrum mellett fontos tényező a hang megszólalásának, azaz a kezdeti tranziensének karaktere.

² Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok



3. ábra. Gitárhúr idő-amplitúdó függvénye³

Jól kivehető, hogy egy **kezdeti tranziens szakasz után egy periodikus rész következik.**

HANGHULLÁMBÓL ELEKTROMOS JEL

Mikrofonok

A mikrofon típusokat többféle szempont szerint csoportosíthatjuk.

Akusztikai működés alapján

Nyomásmikrofon

A nyomásmikrofont egy rezgő membrán és a mögötte elhelyezett zárt üreg alkotja. A hanghullám által keltett nyomásingadozások hatására nyomáskülönbség jön létre a mikrofon belső légnyomása és a mikrofont körülvevő légnyomás között. Ennek hatására a mikrofon membránja rezegni kezd, és a mikrofon belső légnyomása a hanghullám ütemében ingadozik. Így a mikrofon bármely irányból érkező hanghullámot érzékeli, karakterisztikája az úgynevezett gömbi karakterisztika.

³ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

A fentiek abban az esetben történnek így ha a hang hullámhossza jóval nagyobb, mint a mikrofon méretei. Ekkor a hanghullám számára a mikrofon nem képez akadályt. A mikrofon körül a légnyomás nagyjából egyforma és a külső-belső nyomáskülönbség mozgásba lendíti a membránt, bármely irányból is érkezen a hang. Amennyiben a mikrofon méreteivel összemérhető a hang hullámhossza, akkor a mikrofon mögül érkező hanghullámok nem jutnak el a membránig, mivel beleütköznek a mikrofon testbe és visszaverődnek. Így bizonyos fokú irányítottság jön létre, a mikrofon a főirányban érzékenyebb lesz.

A mikrofon gyakorlati kialakításakor a membrán mögötti üreg egy furaton keresztül kapcsolatban van a külső légnyomással. Ezen keresztül a lassú légnyomásváltozások kiegyenlítődnek, a gyors nyomásváltozások azonban nem.

Sebességmikrofon

Ha a mikrofon membránja hátulról teljesen nyitott, mozgását az elő- és hátoldal között kialakuló nyomáskülönbség határozza meg. Könnyen belátható, hogy ebben az esetben a membrán síkjával párhuzamosan beeső hanghullám a membrán két oldala között nyomáskülönbséget nem hoz létre. Ebben az esetben a mikrofon nem ad kimenő jelet. A membránt csak a hanghullám membránra merőleges összetevője mozgatja meg. Az ilyen mikrofont 8-as karakterisztikájúnak nevezzük.

Kombinált mikrofon típusok

A nyolcas és a gömbi karakterisztikák kombinációjával további mikrofonkarakterisztikák állíthatók elő. Az egyik legelterjedtebb mikrofon karakterisztika a kardoid (vese) karakterisztika.

A vese karakterisztika létrehozása történhet például nyomásmikrofon zárt üregének megfelelő megnyitásával. Ekkor a mikrofon mögül érkező hanghullámok egyszerre érkeznek a mikrofon membrán mindkét oldalára, az előről érkező hanghullámok viszont csak az üreg falának megkerülése után. Így a létre jövő (frekvencia függő) kioltások következtében a mikrofon előről érzékenyebb lesz. Gyakran használják még a hiperkardoid karakterisztikájú mikrofonokat. Ezek főirányból szűkebb tartományban érzékenyek, viszont ellenirányban kicsit érzékenyebbek, mint a kardoid társaik.

Léteznek változtatható karakterisztikájú mikrofonok is, amelyet kétmembrános mikrofonokkal hoznak létre. A mikrofonok jelét megfelelő arányban keverve jönnek létre a gömbi és nyolcas átmeneti karakterisztikák. Kondenzátor mikrofonok esetében a kétmembrános mikrofon membránjaira más és más előfeszítő feszültséget kapcsolnak, így hozzák létre a kívánt eredményt.

Speciális mikrofon típus : puskamikrofon

A puskamikrofon iránykarakterisztikája speciális. Jellemzője, hogy a főirányban igen érzékeny és ellenirányban pedig alig. Ezt egy úgynevezett akusztikus interferencia cső segítségével oldják meg. Ebbe a csőbe szerelik bele a mikrofon kapszuláját. A cső egyik oldalán található lyukak miatt a nem főirányból érkező hanghullámok kioltódnak.



4. ábra. Puskamikrofon⁴

Elektroakusztikus átalakító típusa szerint

Dinamikus mikrofonok

A dinamikus mikrofonok indukciós elven működnek. A legelterjedtebb a mozgótekercses elven működő dinamikus mikrofon, melyben a membránra erősített tekercs a hangrezgés hatására mágnesen térben mozog. A tekercsben feszültség indukálódik.

Előnyei és hátrányai

- A membránra erősített tekercs megnöveli a membrán tömegét, ezáltal a tranziens átvitel nem túlságosan jó.
- Robosztus, strapabíró eszköz
- Működéséhez nem igényel külső tápellátást, ezért külső helyszíneken készített hangfelvételek esetén könnyen alkalmazható.

A dinamikus mikrofonok másik fajtája az úgynevezett szalagmikrofon. Ennél egy kifeszített szalag mozog mágneses térben, így a szalagban feszültség indukálódik. A szalagmikrofon minden szempontból nagyon érzékeny. A legfinomabb hangrezgéseket is képes érzékelni, ugyanakkor már egy erősebb hangtól, kisebb ütődéstől is tönkremehet. Ezért manapság már nagyon ritkán használják.

Televíziós és rádiós gyakorlatban dinamikus átalakítókat főként riportermikrofonokban alkalmaznak. Igen elterjedten használt vezetékes riportermikrofon az AKG D230-as.



5. ábra. Riportermikrofon⁵

⁴ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

A mikrofon gömbi karakterisztikájú, így elkerülhető a nem megfelelő mikrofon helyzetből adódó kellemetlenség. A típus érdekessége, hogy a gömbi karakterisztika ellenére erős környezeti zajban is jól használható. Nem szükséges közel tartani a riportalanyhoz. Ennek ellenére igen száraz hangot képes produkálni. A környezeti zajokat elnyomja. A mikrofon erős védelemmel rendelkezik a kezelési zaj ellen is.

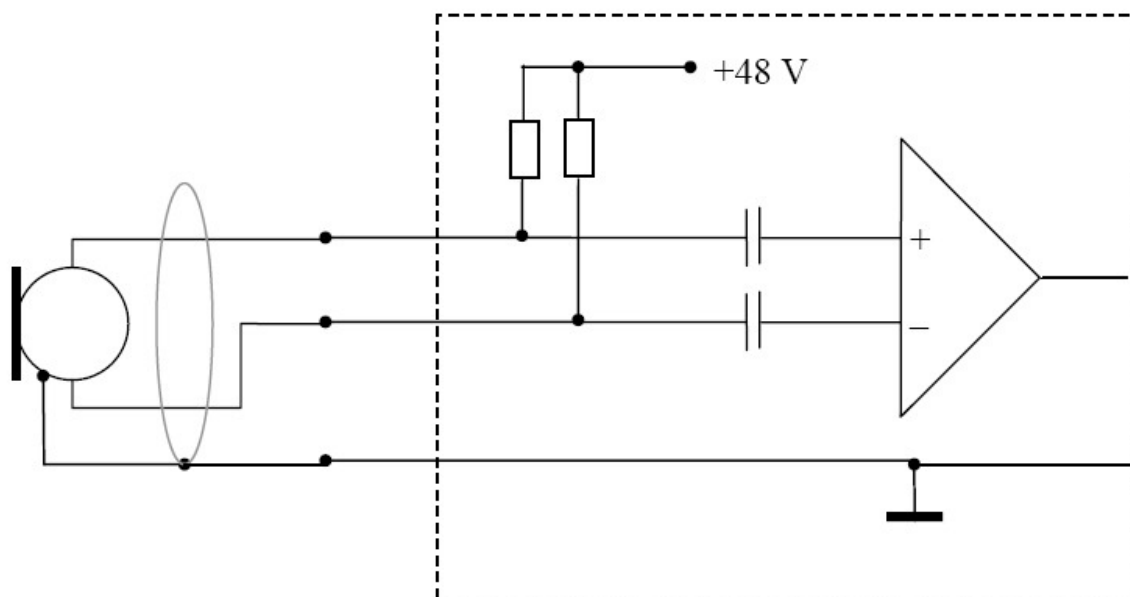
Kondenzátor mikrofonok

Fém hátlap előtt vékony, fémből (arany) készült feszített membrán található, melyek egymástól elektromosan elszigeteltek. A hátlap és a membrán egy síkkondenzátort alkotnak. Működés közben a mikrofonra egyenfeszültséget kapcsolunk, mely a mikrofon síkkondenzátorát feltölti. A hangrezgés hatására a membrán hol közelebb, hol távolabb kerül a hátlaphoz, ezáltal a hangrezgés ütemében változik a síkkondenzátor kapacitása. A nagyobb kapacitású kondenzátor több töltést tud tárolni. Így amikor a kapacitás megnő, töltések áramlanak a kondenzátor fegyverzeteire, majd fordítva ha csökken a kapacitás, akkor bizonyos mennyiségű töltés elhagyja azt. Ezáltal a mikrofon elektronáramot hoz létre, mely a hangrezgésnek megfelelően változik. A kondenzátor fegyverzeteire kapcsolt terhelő ellenálláson létrejövő feszültségváltozások igen aprók. Emiatt a kondenzátormikrofonokba a mikrofon kapszulától pár cm-re erősítőt kell építeni, mely FET tranzisztor vagy drágább mikrofonokban elektroncsövet tartalmaz. Az erősítő az apró feszültség változásokat erősíti, illetve impedancia transzformációt végez. A beépített erősítő tápellátásához, valamint a mikrofon előfeszítéséhez szükséges tápfeszültséget a mikrofon számára biztosítani kell. Ez leggyakrabban úgynevezett fantom táppal történik. Az elnevezés onnan ered, hogy a tápfeszültség a hangjel szállítására is használt vezetéken láthatatlan, „fantom” módon jut el a mikrofonhoz.

A fantomtáp

- +48V (9V hordozó a mikrofonoknál)
- Előfeszíti a mikrofon által alkotott síkkondenzátort
- Táplálja a beépített erősítőt

A tápfeszültségként szolgáló +48V-os egyenfeszültséget mindkét jelvezetékre rákapcsolják, így közöttük potenciálkülönbség nincs. Ezért amennyiben más jelforrást, például dinamikus mikrofont kapcsolunk fantom tápfeszültség alatt lévő vezetékre, abban károsodás nem keletkezik. Ha nem használjuk, inkább kapcsoljuk ki a fantom tápot! Van olyan készülék mely nem működik, ha a kimenetére fantom tápot kap.



6. ábra. Fantom tápfeszültség rákapcsolása a mikrofonbemenet jelvezetékeire⁶

Fantom tápot legtöbbször a hangkeverő pult segítségével adunk a mikrofonnak, mely rendszerint kapcsolható. A keverő mikrofon bemeneteire adják a tápfeszültséget. Amennyiben ez a módszer nem használható (pl csatornánként nem kapcsolható a tápfeszültség, és van olyan mikrofon bemenetre kötött eszköz, mely nem kaphatja meg), akkor külön tápegység használata szükséges.

⁶ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok



7. ábra. Fantom tápellátás biztosítása⁷

Elektroncsöves erősítőt tartalmazó kondenzátor mikrofonoknál a fent ismertetett fantom tápellátás nem elegendő. A csőnek ugyanis kb. 100–150V-os anódfeszültségre, valamint kb. 6V-os fűtőfeszültségre van szüksége, a fűtés miatt a fogyasztás is nagyobb. Ebben az esetben speciális külső tápegység használata is szükséges, melyet speciálisan az adott mikrofon típushoz gyártottak. A mikrofon hangkimenete ekkor rendszerint a tápegység dobozán található.

A kondenzátor mikrofon előnyei/ hátrányai:

- A membrán nagyon kis tömegű, így a mikrofon rendkívül érzékeny, jó minőségű
- Tápellátást igényel

⁷ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

- Érzékeny ütődésre, melytől akár tönkre is mehet.

Léteznek tápfeszültséget nem igénylő, előre polarizált, membránnal rendelkező mikrofon típusok is.

JELVEZETÉS

Jelszintek

Köztudottan a fül igen nagy dinamika tartományt képes átfogni, és a hangerő érzékelése közel logaritmikus. Emiatt a hangerőszintek illetve az ezeket reprezentáló jelszintek jellemzésére használják a decibel skálát. Egy decibel értéknél két teljesítmény vagy feszültség szint arányát adják meg. Gyakorlatban legtöbbször egy referenciaszinthez viszonyított decibel értékről beszélünk.

[dB]	Teljesítmény arány	Amplitúdó (jelszint) arány
30	1000x	31,62x
20	100x	10x
12	15,87x	4x
10	10x	3,16x
6	4x	2x
3	2x	1,41x
0	1x	1x
-3	0,5x	0,707x
-6	0,25x	0,5x
-10	0,1x	0,316x
-12	0,063x	0,25x
-20	0,001x	0,1x

8. ábra. deciBel érték összefüggések⁸

dBm

A dBm elektromos teljesítményszintet jelent, ahol a referencia szint mindig az 1mW teljesítmény. A definíció 1940-es bevezetésekor egy 600Ohmos telefonvonalat használtak, ahol az 1mW teljesítmény disszipálásához 0,775V feszültségre van szükség. Így a 0dBm egy 600Ohm-os terhelésen 0,775V feszültséget jelent. Ettől függetlenül a 0dBm 1mW-ot képvisel.

dBu

⁸ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

A legtöbb modern hangtechnikai eszköz feszültségvezérelt, a teljesítmény csak a hangsugárzók meghajtásához használt végerősítőknél fontos jellemző. Az impedancia ismeretében a dBm feszültséget is kifejez, de a feszültség kifejezésére célszerűbb mérték a dBu, ami a terheléstől függetlenül a 0,775V feszültség szintet tekinti referenciának.

dBV

1V-os referenciaszintre vonatkoztatott feszültség szint kifejezésére használják.

dB SPL

A hangnyomásszint (sound pressure level) kifejezésére használatos a dB SPL, aminél a referencia hangszint a legkisebb még hallható hangnyomás-változás.

Referencia szintek

- -10dBV: Home kategóriájú hangtechnikai készülékek kimeneti szintje rendszerint RCA csatlakozással
- +4dBu : Professzionális berendezések kimeneti szintje XLR csatlakozással
- Kb. -40dBu: Mikrofonok kimeneti szintje.

SZIMMETRIKUS JELVEZETÉS

Professzionális rendszerekben csak a feszültséggenerátoros szimmetrikus interkonnect kapcsolat fogadható el. Más jelvezetés ugyanis nem alkalmas a normál táplálásból fakadó feszültségeltérések kezelésére.

Szimmetrikus jelvezetés esetén két jelvezetékot használnak a kábel árnyékolása mellett. Az árnyéknak ebben az esetben csak zavarvédelmi szerepe van, a jelvezetésben nem vesz részt.

A hideg jelvezetékben a hangjelet invertálva szállítjuk a meleg jelvezetékhez képest. A szimmetrikus bemenet a hideg és meleg jelvezeték jeleiből különbséget képez, így képes elnyomni a két jelvezetékben azonos fázisban indukálódó zavarjeleket.

A szimmetrikus jelvezetés legfontosabb jellemzője a közös módú elnyomás (CMRR). A tápellátásból fakadó zavar két egymástól távolabb eső készülék közötti kapcsolatban akár 200mV is lehet, ami -11,76dBu szintnek felel meg. Ahhoz, hogy ez ne jelenjen meg a kimeneten, azaz kb. -90dBu legyen a szintje, 78,24dB közösmódú elnyomás szükséges. A szimmetrikus bemenet kivitelezésének módjától függően az elérhető közös módú elnyomás változik. Kisfrekvencián az 5%-os tűrésű bemeneti ellenállásokkal kb. 26dB, 1%-os ellenállással kb. 40dB, míg trimmeléssel hangolt ellenállásokkal akár 100dB közösmódú elnyomás is elérhető.

Nagyobb frekvencián a megfelelő közös módú elnyomást a bemeneti fokozat kapacitásainak trimmelésével lehet elérni. Kb. 75dB CMRR érhető el akár 20kHz sáv szélességig. Nagy közös módú elnyomás érhető el transzformátoros bemenettel. A legjobb trafók sem tudnak 65dB-nél jobb elnyomást 10kHz-en és környékén, míg 100Hz környékén akár 105dB is elérhető.

KÁBELEK, ILLESZTÉS

Egyre inkább elfogadott gyakorlat, mely szerint feszültséggenerátoros kisimpedanciás (50–600 Ω) kimenet nagyimpedanciás (kb. 100k Ω) bementet hajt meg. A kisimpedanciás kimenet mellett, hogy jobban illeszkedik a kábelek tipikus impedanciájához, lényegesen nagyobb kábelhosszak meghajtását teszi lehetővé ugyanolyan sávszélesség mellett. A kábel a kimeneti impedanciával együtt ugyanis egy aluláteresztő RC tagot képez a nagyimpedanciás bemenet előtt.

Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy például egy 600 Ω -os forrás egy átlagos 90pF/m kapacitású kábelrel 100m hosszon 29,4kHz-es –3dB törésponti frekvenciájú szűrőt alkot. Ugyanez 60 Ω -os kimenettel 294Hz-es törésponti frekvenciát adna.

Ha a rendszer elemei egyenként jó frekvencia-átviteli karakterisztikával is rendelkeznek, a rendszer szempontjából az eredő frekvencia-átvitel vizsgálata lényeges. Az általános ajánlott –3dB törésponthoz tartozó törésponti frekvencia 100kHz vagy annál nagyobb. Csak így biztosítható a számunkra lényeges alapsávban a megfelelő sávszélesség. Például 16 ilyen készüléket egymás után kapcsolva lesz az eredő sávszélesség 25kHz.

FÖLDHUROK, FÖLDHUROKMENTESÍTÉS

Földhurok akkor lép fel, amikor egy készüléket több különböző helyre földelünk. Ez úgy alakulhat ki, hogy nem csak a hálózati csatlakozón keresztül, hanem a készülékek között futó jelkábeleken keresztül is leföldeljük az eszközt.

A megkettőzött földelési út egy antenna hurokkal egyenértékű, amely nagyon hatékonyan képes interferenciás zavarok összegyűjtésére. A földhurok hangban 50Hz-es bűgásként jelentkezik, amely gyakran független a hangerő szabályzó vagy a hangpult fader potmétereinek állásától.

A FÖLDHUROK KIKÜSZÖBÖLÉSE

Első lépésként meg kell keresni mely készülékek között jött létre a földhurok. Például a hangpult be- és kimeneteiről sorban húzzuk le a kábeleket! Figyeljük meg mikor szűnik meg a bűgás. Amennyiben megvan a probléma szüntessük az alábbi módszerek valamelyikével!

Leválasztó transzformátor használata a jelútban

A két készülék egy transzformátoron keresztül kapcsolódik egymáshoz, ezáltal vezetőik nincsenek galvanikus kapcsolatban egymással. Mivel a földvezetékek összeköttetése így megszakad, földhurok sem alakul ki.

Az épületben helyileg máshol található stúdiók összeköttésekor elengedhetetlen leválasztó transzformátor használata. Televíziós közvetítéshez gyakran szükséges a rögzített esemény helyi hangosításból érkező hangot a TV stúdió hangkeverőjébe is bevezetni.

Mindig használjunk leválasztást!

Szimmetrikus jelvezetés esetén a jelkábel földjét elegendő az egyik készülékhez bekötni, mivel az a jelvezetésben nem vesz részt, csak zavarvédelmi szerepe van. Ez a módszer leginkább stúdiókn belül, a berendezések összekötésekor alkalmazható. Megfelelő tápellátás esetén elméletileg nem lenne szükség egy helyiségen, illetve stúdiókn belüli földhurokmentesítést végezni, de bármikor előfordulhat ilyen probléma.

Amennyiben az egyik készülék aszimmetrikus kimenetű, a másik pedig szimmetrikus bemeneti csatlakozású az aszimmetrikus kimenet jelvezetékét a másik melegpontjára, a földjét pedig a bemenet hidegpontjára kell kötni. Így a két készülék földje nincs összeköttetésben. A szimmetrikus bemenet különbséget képez a kimenet földje és a jelvezeték között, tehát a hangjel probléma nélkül átjut. Ugyanez az eljárás fordított esetben, aszimmetrikus bemenet és szimmetrikus kimenet esetén is működik. Ekkor a kimenet hidegpontja a másik készülékben földelődik, de ez modern készülékek esetén nem okozhat problémát és gyakorlati tapasztalatok alapján nem is okoz.

Az egyik készülék hálózati földelését szüntessük meg, így a másik készülék hálózati csatlakozóján keresztül földelődik. Amennyiben lehet kerülni ezt a megoldást, mert érintésvédelmileg nem teljesen megfelelő.

CSATLAKOZÓK

A hangtechnikában használatos csatlakozók száma rendkívül nagy. Minőségük és helyigényük eltérő lehet.

Canon (XLR):

Professzionális audio technikában az egyik legelterjedtebben használt csatlakozó típus a Canon XLR. Megbízható mechanikailag nagyon robusztus, késes csatlakozó. A késes csatlakozók előnye, hogy a "mama" és a "papa" csatlakozók érintkezői mindig ugyanazokon a pontokon érintkezve csúsznak egymásba. Ezáltal egy öntisztító hatás lép fel, így ezek a csatlakozók szinte soha nem kontakt hibásak.

9. ábra. XLR csatlakozó⁹

Mikrofonok csatlakoztatására szinte kizárólag XLR használatos. Ilyen csatlakozó található a mikrofonon illetve a mikrofont fogadó készüléken is. Megállapodás szerint egy készüléken található mama csatlakozó a bemenet, a papa csatlakozó pedig a kimenet. Ebből következik, hogy az XLR kábel egyik végén mama XLR, a másik végén papa XLR található. Szimmetrikus mono jel csatlakoztatására használatos.

TRS – Jack (6,3mm) csatlakozók

Főleg kis helyigénye miatt használatos keverőpultok vonalbemenetein. Fejhallgató csatlakozóként vagy patch panelekben használják. Patchelésre használatos jack variáns az úgynevezett bantam jack, mely jóval vékonyabb és kevés helyet foglal. Magas ára miatt csak drága patch panelekben alkalmazzák. Nem késes típus így kontaktproblémák léphetnek fel főleg gyengébb minőségű csatlakozók esetén, illetve több jack-jack kábel összetoldásnál. Szimmetrikus mono vagy fejhallgató esetében aszimmetrikus sztereo jel csatlakoztatására használják.

⁹ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok



10. ábra. TRS csatlakozó egység¹⁰

DIN (5 pólusú)

Egyre jobban kiszorul ez a típus. Midi jelek csatlakoztatására mai napig használják. Kékes csatlakozó. Kevesebb helyet használ mint az XLR, mechanikailag azonban kevésbé robusztus. Szimmetrikus sztereo jelet is csatlakoztathatunk a segítségével.



11. ábra. DIN csatlakozó¹¹

RCA

Otthoni felhasználásra szánt csatlakozó típus. Aszimmetrikus mono jel továbbítására is használatos. Olcsóbb professzionális eszközökben is előfordul.

¹⁰ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

¹¹ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

12. ábra. RCA csatlakozó¹²

PATCH PANELEK

Egy stúdióban a rendelkezésre álló hangtechnikai berendezéseket mindig egy adott célnak megfelelően kell összekötni. Az összeköttetések létrehozását úgynevezett patch panelek könnyítik meg. A patch panel egy dugasztábla, ahová a berendezések ki-és bemeneteit kivezetik. Pusztán a panel megfelelő csatlakozóinak összekötésével tetszőleges kapcsolatok hozhatók létre a berendezések között.

13. ábra. Patch panel¹³

A képen látható patch panel szimmetrikus jelek patchelésére használható, elején és hátulján 6,3mm-es TRS csatlakozókkal szerelték fel.

Konvenció, hogy a patch panelen a kimenetek a felső, a bemenetek pedig az alsó sorban találhatók. Általában lehetőség van alapértelmezett összeköttetések kialakítására. A patch panel kimenetei az alattuk lévő bemenetekkel összeköthetők külön patch kábel nélkül. Ezt minden be-/kimeneti párosra beállíthatjuk külön. Kétféle módszer létezik az alapértelmezett összeköttetések beállítására.

Normalizálás

Ha normalizálunk egy be-kimeneti párost, akkor az adott kimenet a hozzá tartozó bemenettel össze lesz kötve mindaddig, míg egy patch kábelt be nem dugunk akár a ki akár a bemenetbe.

¹² Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

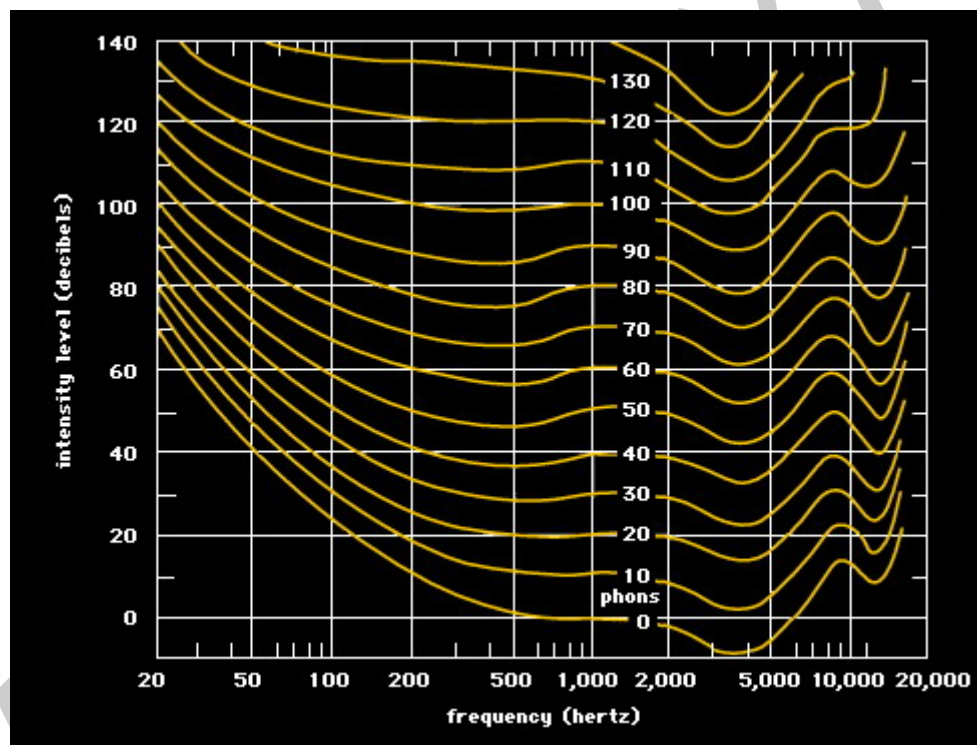
¹³ Forrás: Budavári Schönherz Stúdió : Hangtechnikai alapok

Félnormalizálás

Félnormalizálás esetén az adott kimenet a hozzá tartozó bemenettel össze lesz kötve mindaddig, míg egy patch kábelt be nem dugunk a bemenet csatlakozójába. Ha a kimenetbe csatlakozót helyezünk, attól az alapértelmezett összeköttetés továbbra is fennáll. Ezzel a módszerrel szét tudjuk osztani a kimenet jelét.

HANGSZÍN FÜGGÉSE A HANGERŐTŐL

Az emberi hallás legnagyobb érzékenysége 2 és 4 kHz között van, felbontása frekvenciafüggő. Ebből következően két azonos intenzitású, de különböző frekvenciájú hang különböző hangosság érzetet kelt a hallgatóban. Különböző hangerő szinteken, az azonos hangosságérzethez tartozó hangnyomás értékeket Fletcher és Munson állapították meg először.



14. ábra. Fletcher-Munson görbék¹⁴

¹⁴ Forrás: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/29/4329-004-8DC51F39.gif> letöltés ideje 2010-08-02

Jól látható, hogy nagyobb hangnyomás szinteken a görbe kisimul, míg halk hangerőn a mély és magas hangokat kevésbé halljuk. Emiatt vesszünk nagyobbra a hangerőt amikor egy jó zenét hallunk a rádióban. Egy felvétel megítélésénél, egy keverési arány beállításánál nem mindegy, hogy milyen hangerőn monitorozunk. Televíziós, rádiós gyakorlatban oda kell figyelni, hogy halk hangerő esetében is jól érthető legyen a bejátszás kísérszövege illetve a riport hangja. Ne nyomja el azt az aláfestő zene. Utómunka során hallgassuk meg többféle hangerőn az elkészült bejátszást! Ha kell módosítsunk!

A hallás felbontó képessége a hangerő függvényében

Megkülönböztetési képesség szempontjából a hallásterület különböző helyei különböző érzékenységek. Kísérletek kimutatták, hogy egész nagy szinteken igen kis relatív hangerőváltozásokat is észreveszünk. Ezek a jelenségek az okai annak, hogy a hangmérnökök és a zenei felvételek szakmai lehallgatói mindig magas szinteken hallgatják a megítélendő zenedarabot. Az 1000Hz-es szinuszos hangra nem túl alacsony szinteken 0,2...0,6dB változás már észlelhető. Átlagosan 3dB hangnyomás változást mondunk észrevehetőnek.

Hangszín függése a hangsugárzó elhelyezésétől

A hangsugárzókat gyakran kemény, hangvisszaverő felületek elé helyezik el, mely erősen befolyásolja a hangszínt. A hallgatóhoz a hang eljut némi útkülönbséggel egyrészt közvetlenül a hangsugárzóból, másrészt a hangsugárzó mögötti felületről visszaverődve. Mivel ugyanabból az irányból érkezik a visszaverődött hang, mint a közvetlenül a hangsugárzó berendezésből érkező, ezért agyunk nem tudja elkülöníteni őket egymástól. Az eredeti és a késleltetett hanghullám **interferál**. Ez azt jelenti, hogy adott frekvenciákon erősítések, másutt kioltások jönnek létre. Azokon a frekvencia pontokon ahol az útkülönbség a félhullámhossz páratlan számú többszöröse kioltások jönnek létre.

A fésűszűrő hatás elkerülése érdekében a hangsugárzók mögé hangelnyelő anyagot tesznek. Még jobb megoldás ha a hangsugárzót hangelnyelő falba süllyesztik.

A lehallgató terem akusztikájától való függés

Soha nem csak a hangsugárzó hangját halljuk, hanem a hangsugárzóból érkező közvetlen hangot és a falakról visszaverődő hanghullámokat egyszerre. A helyiségben található felületek hangelnyelése frekvenciafüggő, így a visszaverődő hanghullámok hangszínükben eltérnek a közvetlen hangtól. Ezen kívül a helyiségben adott frekvenciákon erősítések/kioltások jönnek létre. Így a hangélmény a lehallgató pozíciójától is függ.

A fejhallgató lehallgatás nem egyenértékű a hangsugárzós lehallgatással. A fejhallgató sztereo képe teljesen más. Jobban el van szigetelve a környezeti zajoktól, így a hangerő különbségeket nem venni úgy észre. Nagyon vigyázni kell továbbá a száraz hang/terem hang arány beállításánál. Fejhallgató lehallgatásnál sokkal jobban hallhatók a teremhangok, így fejhallgatón megfelelően beállított arány Mono TV-n túl száraznak tűnhet.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A hangátvitel alapjait ezzel áttekintettük. Az olvasó mostanra tisztában van a stúdiótechnikában használt módszerek alapjaival és a legelterjedtebben használt eszközökkel.

Tegye fel magának a kérdést: Átlátható-e a téma? Részleteiben is értem a tananyagot?

Válaszoljuk meg a kérdéseket!

Miről is tanultunk? Készítsünk a tananyag tartalma alapján vázlatot! A strukturált vázlat segít, hogy ne vesszünk el a részletekben

Tananyag-vázlat

1. Hang hallás
2. Hanghullámból elektromos jel
3. Mikrofonok
 - Nyomásmikrofonok
 - Sebességmikrofonok
 - Kombinált mikrofon típusok
 - Puskamikrofon
4. Elektroakusztikus átalakító típusa szerint
5. Jelvezetés
 - Jelszintek
 - Szimmetrikus jelvezetés
6. Kábelek, illesztés
7. Földhurok, földhurok mentesítés
8. Csatlakozók
9. Normalizálás
10. Félnormalizálás
11. Hangszín függés a hangerőtől
12. A hallás felbontó képessége a hangerő függvényében
13. Hangszín függése a hangsugárzó elhelyezésétől

Fogalmak, kifejezések melyeket ismerni kell:

Hangjel spektruma, felharmonikus, tranziens, mikrofon karakterisztika, földhurok, patch panel, normalizálás, félnormalizálás

Egy fontos tanács! A tananyag elsajátítása során mindig a megértésre törekedjen és ne a tananyag szóról szóra történő memorizálására. A későbbiekben is lényegesen hasznosabb lesz ha a pontos definíciók mellett az anyag összefüggéseit is átlátja.

Most pedig azt javasoljuk, hogy végezze el az önellenőrző feladatokat és értékelje tudását!

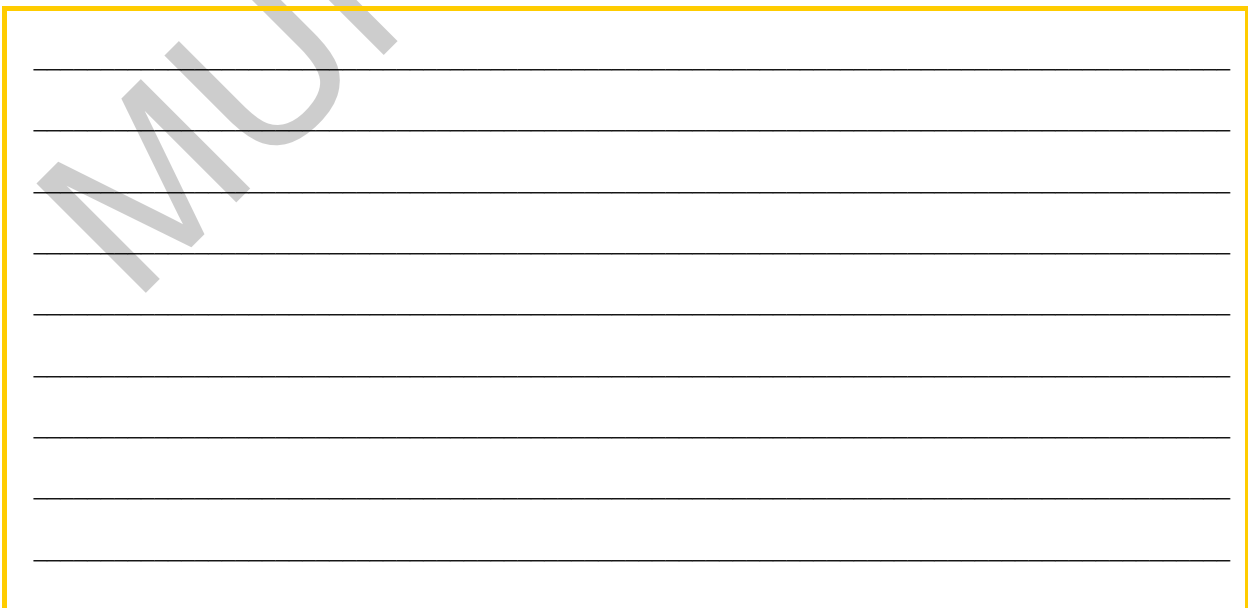
MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK**1. Feladat**

Írja le a hang alapvető tulajdonságait!

**2. Feladat**

Adja meg a nyomásmikrofon alapvető tulajdonságait!



3. Feladat

Írja le a dinamikus mikrofonok előnyeit és hátrányait!

Blank lined area for writing the answer to the 3rd task.

4. Feladat

Írja le a dBm, dBu és a dB SPL definícióját!

[illegible]

5. Feladat

Írja le, hogy mikor lép fel földhurok!

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. A large, light gray watermark with the letters "MUD" is oriented diagonally from the top-left towards the bottom-right. The paper has a thin orange border on the left and right sides. There are ten horizontal black lines spaced evenly down the page.

MEGOLDÁSOK

1. Feladat

A hang mechanikai rezgés vagy hullám, amely különböző közegekben (szilárd testekben, folyadékokban és gázokban – longitudinális hullámként, szilárd testek esetén transzverzális hullámként is) képes terjedni. A hang mechanikai rezgéseit az élőlények speciális szervekkel, hallószervekkel érzékelik. Az emberi fül számára hallható hangok frekvenciatartománya nagyjából 20Hz és 20kHz között mozog, mely egyénekenként és a korról jelentősen változik. E tartományon kívül van az ultrahang és az infrahang hullámsávja. Az ilyen frekvenciájú hangokat csak a test más részei érzékelik.

2. Feladat

A nyomásmikrofont egy rezgő membrán és a mögötte elhelyezett zárt üreg alkotja. A hanghullám által keltett nyomásingadozások hatására nyomáskülönbség jön létre a mikrofon belső légnyomása és a mikrofont körülvevő légnyomás között. Ennek hatására a mikrofon membránja rezegni kezd, és a mikrofon belső légnyomása a hanghullám ütemében ingadozik. Így a mikrofon bármely irányból érkező hanghullámot érzékeli, karakterisztikája az úgynevezett gömbi karakterisztika.

A fentiek abban az esetben történnek így ha a hang hullámhossza jóval nagyobb, mint a mikrofon méretei. Ekkor a hanghullám számára a mikrofon nem képez akadályt. A mikrofon körül a légnyomás nagyjából egyforma és a külső-belső nyomáskülönbség mozgásba lendíti a membránt, bármely irányból is érkezzék a hang. Amennyiben a mikrofon méreteivel összemérhető a hang hullámhossza, akkor a mikrofon mögöl érkező hanghullámok nem jutnak el a membránig, mivel beleütköznek a mikrofon testbe, visszaverődnek, így bizonyos fokú irányítottság jön létre. A mikrofon a főirányban érzékenyebb lesz.

3. Feladat

A dinamikus mikrofonok indukciós elven működnek. A legelterjedtebb a mozgótekercses elven működő dinamikus mikrofon, melyben a membránra erősített tekercs a hangrezgés hatására mágnesen térben mozog. A tekercsben feszültség indukálódik.

Előnyei és hátrányai

- A membránra erősített tekercs megnöveli a membrán tömegét, ezáltal a tranziens átvitel nem túlságosan jó.
- Robosztus, strapabíró eszköz
- Működéséhez nem igényel külső tápellátást, ezért külső helyszíneken készített hangfelvételek esetén könnyen alkalmazható.

4. Feladat

dBm

A dBm elektromos teljesítményszintet jelent, ahol a frekvenciaszint mindig az 1mW teljesítmény. A definíció 1940-es bevezetésekor egy 600Ω-os telefonvonalat használtak, ahol az 1mW teljesítmény disszipálásához 0,775V feszültségre van szükség. Így a 0dBm egy 600Ω-os terhelésen 0,775V feszültséget jelent. Ettől függetlenül a 0dBm 1mW-ot képvisel.

dBu

A legtöbb modern hangtechnikai eszköz feszültségvezérelt, a teljesítmény csak a hangsugárzók meghajtásához használt végerősítőknél fontos jellemző. Az impedancia ismeretében a dBm feszültséget is kifejez, de a feszültség kifejezésére célszerűbb mérték a dBu, ami a terheléstől függetlenül a 0,775V feszültség szintet tekinti referenciának.

dB SPL

A hangnyomásszint (sound pressure level) kifejezésére használatos a dB SPL, aminél a referencia hangszint a legkisebb még hallható hangnyomás-változás.

5. Feladat

Földhurok akkor lép fel, amikor egy készüléket több különböző helyre földelünk. Ez úgy alakulhat ki, hogy nem csak a hálózati csatlakozón keresztül, hanem a készülékek között futó jelkábeleken keresztül is leföldeljük az eszközt.

A megkettőzött földelési út egy antenna hurokkal egyenértékű, amely nagyon hatékonyan képes interferenciás zavarok összegyűjtésére. A földhurok hangban 50Hz-es bűgásként jelentkezik, amely gyakran független a hangerő szabályzó vagy a hangpult fader pótmétereinek állásától.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Budavári Schönherz Stúdió – Hangtechnikai alapok

AC Stúdió – Hangátvitel a gyakorlatban

A(z) 0909–06 modul 009–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 523 03 1000 00 00	Távközlési műszerész
33 523 03 0100 31 01	Antenna szerelő
54 523 03 0010 54 01	Beszédátviteli rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 02	Elektronikus hozzáférési és magánhálózati rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 03	Elektronikus műsorközlő és tartalomátviteli rendszertechnikus
54 523 03 0010 54 04	Gerinchálózati rendszertechnikus
54 523 03 0100 31 01	Távközlési üzemeltető

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

15 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató