

Hangfrekvenciás berendezések csatlakoztatása

Csiszár János okl. villamosmérnök, csiszarjanos@t-online.hu

Analóg és digitális hangberendezéseink sohasem önállóan, egymagukban működnek, hanem más berendezésekkel összekapcsolva, rendszerben. A berendezések összekapcsolásával nem szabad az átvitt információt (feszültség szintet, hangfrekvenciás sávzélességet) megváltoztatni, ennek érdekében bizonyos szabályokat be kell tartani. A csatlakozás vizsgálatánál figyelembe kell venni a jeladó berendezés kimenőimpedanciáját, a fogadó berendezés bemenőimpedanciáját, az összeköttetés zavarvédeltségét, valamint a berendezéseket összekötő vezeték tulajdonságait! A csatlakozásnak nemcsak megfelelő minőségűnek, hanem üzembiztosnak is kell lenni, ezért nem hagyhatjuk figyelmen kívül a csatlakozók mechanikai felépítését sem.

Más szabályok vonatkoznak az analóg és a digitális jelek csatlakoztatására, első sorban a kétfajta jel erősen eltérő (hertzben mért) sávzélessége miatt.

Tudjuk, hogy a hallható hangok frekvencia tartománya 20 Hz ... 20 kHz, a hanginformációban megjelenő tranziens jelek ezt a sávzélességet kb. 50...100 kHz-re növelhetjük, tehát az élethű információ-átvitelhez legalább 50 kHz-es felső határfrekvencia szükséges! Vizsgáljunk egy digitális, 48 kHz mintavételi

frekvenciájú, 16 bit felbontású sztereó jelet, ennek adatsebessége (amit nagyon gyakran sávzélességnek neveznek...): $V_{ADAT} = f_s \times 16 \times 2 \approx 1,5 \text{ Mbit/s}$, vagyis a mintavételi frekvenciát, a mintákat ábrázoló 16 bitet és a hangcsatornák számát össze kell szorozni! Ez egy maximálisan 750 kHz frekvenciájú négyszögjel, amelynek közel alakhű átviteléhez kb. 4 MHz sávzélesség szükséges!! (ha a sávzélesség csak 750 kHz, a négyszögjelből egy szinuszjel lesz!)

A kétfajta jel jelentősen, közel százszorosan különböző sávzélesség igénye miatt vonatkoznak más szabályok az analóg és digitális jelátvitelre.

1. Analóg berendezések összekapcsolása

Tekintsük át a legegyszerűbb rendszer felépítését, például egy hangosítást, amelyet rögzítünk is egy magnetofonra (1. ábra).

Az ábrát megvizsgálva megállapíthatjuk, hogy a rendszer elektroakusztikai átalakítókból és aktív négyfázisúkból (erősítők), hangsugárzókból és hangrögzítőkből áll.

Az erősítőket a következő egyszerűsített helyettesítő képpel modellezhetjük (2. ábra).

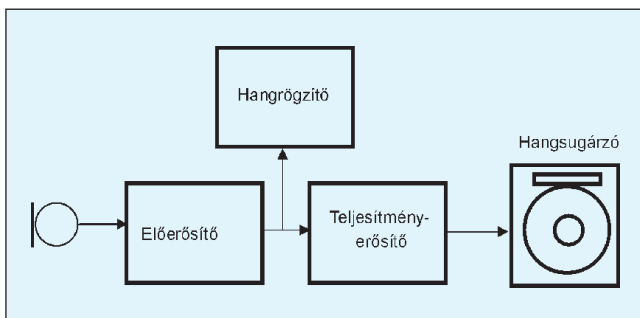
1.1 Impedancia-viszonyok

Mindegyik aktív négyfázisú rendszernek bemenő-, és kimenő impedanciával, kérdés mekkorára válasszuk meg ezek értékét, úgy, hogy az összekapcsolás után ne változzon meg a négyfázisú kimeneti feszültsége? Ha az iskolában tanultak szerint teljesítmény illesztést valósítunk meg, akkor ennek feltétele a $Z_{ki} = Z_{be}$ egyenlőség, vagyis a következő fokozat bemenőimpedanciája egyenlő az őt megelőző kimenőimpedanciájával! Ebben az esetben a kimenő-, és bemenő impedanciák feszültségosztót alkotnak, és az üresjárású feszültség (AU_{be}) pontosan a felére csökken ($Z_{ki} = Z_{be}$) a kimeneten, ha egy berendezés kimenetéhez egyetlen berendezés bemenetét kapcsoljuk.

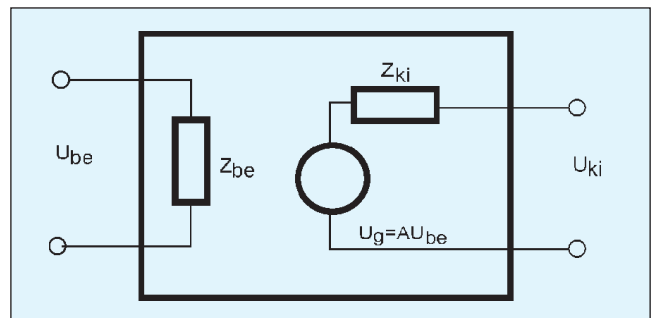
Ha az előerősítő kimenetén két berendezés bemenete is található, (ami gyakran előfordul pl. a stúdió technikában) akkor az előerősítő kimenőkapcsain a terheletlen feszültség közel 10 dB-t esik (3. ábra).

Az erősítő kimenőfeszültsége:

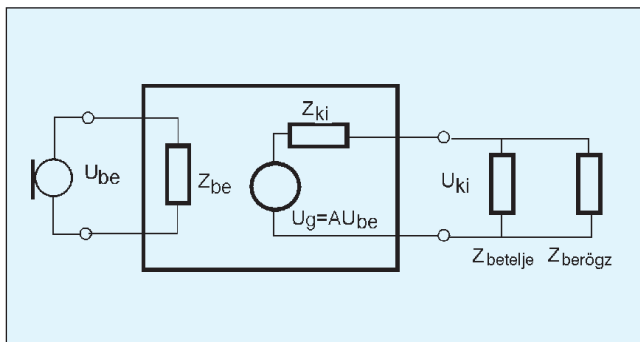
$$U_{ki} = AU_{be} \frac{Z_{ki}}{Z_{ki} + \frac{Z_{ki}}{2}} = AU_{be} \frac{Z_{ki}}{2} \frac{2}{3Z_{ki}} = \frac{AU_{be}}{3}$$



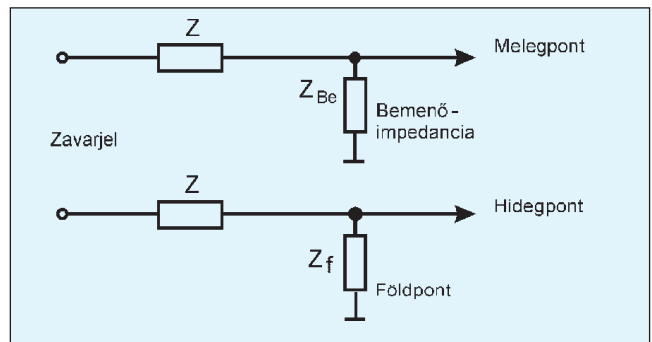
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Vagyis valahányszor még egy berendezést a rendszerhez kapcsolunk, a kimenőfeszültség csökken, az összekötést megszüntetve nőni fog a kimenőszint (teljesítmény) attól függően, hány berendezést kapcsolunk a rendszerre.

Ezt elkerülendő a kimenőimpedanciákat a stúdió technikában nagyon kicsire, $Z_{ki} < 20$ ohm, a bemenőimpedanciákat nagyra $Z_{be} > 10$ kohm választják, így csak tized decibeles változások lesznek a rendszer összeállításának változtatásakor. Ezt a módszert nevezzük *feszültség illesztésnek*.

A közzükségleti berendezések esetében nagyon ritkán fordul elő, hogy egy kimenetre több bemenetet kapcsolunk, ezért ebben a kategóriában nem annyira szigorúak az előírások, mint a stúdió berendezések esetében. Kialakult szabvány nincs, az impedanciáértékek gyártók szerint változnak. A kimenőimpedancia 2,5...5 kilohm között, a bemenőimpedancia pedig általában 30 kohm és 1 Mohm között változhat.

A feszültség illesztés az 1. ábra mindegyik elemére érvényes, a teljesítményerősítő-hangsugárzó párosra is, de itt nem vonalszintekről van szó, ugyanis nem két elektronikus berendezés csatlakozik egymáshoz. A hangsugárzó impedanciája általában 4 vagy 8 ohm, ennél kell lényegesen kisebbnek lenni a félvezetős teljesítményerősítő kimenőimpedanciájának, mely század-ezred ohm nagyságrendben mozog. (Ez nem vonatkozik az elektroncsöves végfokokra, ahol ki-

loohm nagyságrendű kimenőimpedanciát illesztünk a hangsugárzó ohm nagyságú impedanciájához.) Ezáltal nem csak hogy nem csökken a teljesítményerősítő kimeneti feszültsége (teljesítménye) a hangsugárzó rákapcsolásakor, de a rendkívül kis kimenőimpedancia jótékonyan csillapítja a hangszóró, mint mechanikai rezgő rendszer sajátrezgéseit is (dumping factor).

1.2 Feszültség szintek

A hangstúdió technikában a bemeneti szinteket szabványosították, a vonatkoztatási szint leggyakrabban a távbeszélő technikából „megörökölt” $0,775 V_{eff}$, ami az 1 mW teljesítményű jel feszültsége 600 ohmos ellenálláson. Ha egy bemenő-, vagy kimenő szintet ehhez az értékhez viszonyítanak decibelben, azt külön jelölik is, dBm, vagy dBu kiterjesztéssel. Általában igaz (persze van kivétel is), hogy az európai országok gyártói a +6 dBm (1,55 V) szintet részesítik előnyben, míg az angolszász és távolkeleti országokban a +4 dBm (1,23 V) a szabványos érték, mint nulla szint.

A nem stúdiótechnikai hangberendezések esetében nincs egységes szabvány, csak ajánlás, a szintekre és impedanciákra. A szintek általában -10 dBu és 0 dBu (250...775 mV) között változnak gyártótól és berendezéstől függően.

1.3 Zavarvédetség

A nem stúdiócéllra készült berendezések elektronikus bemenete és kimenete ún. aszimmetrikus, ami azt jelenti, hogy van

egy „meleg” pontja a csatlakozásoknak, amin a hangfrekvenciás jel található, és egy hidegpont, amihez képest a meleg vezetékben levő feszültség mérhető.

A berendezéseket összekötő vezeték aszimmetrikus esetben egy belső, szigetelt érből (meleg ér) és az ezt körülvevő árnyékolásból (hidegpont) áll (4. ábra). Az árnyékolás lehet fólia, egyszerűen vagy kétszeresen szövött fémhárisnya. Az elmélet szerint a zavarjel az árnyékoló harisnyában feszültséget indukál, ennek hatására áram folyik a „földpont” felé, melynek mágneses tere közömbösíti a zavarjelet. Így is lenne, ha az árnyékolás tökéletes lenne, de nem az! Felépítéstől függően az árnyékolás hatásossága 45...80%, vagyis a meleg érben is indukálódik zavarfeszültség, igaz kisebb mértékben.

Vagyis, ha a az aszimmetrikus összeköttetésekre zavarjel kerül, ez a fogadó berendezés bemenetére jut, ahol a melegpontnak és a hidegpontnak más-más a „nulla volthoz” (földpont) képesti impedanciája.

Miután Z_{be} jóval nagyobb, mint Z_f , a zavarjelet különböző mértékben osztja le a $Z-Z_{be}$ és a $Z-Z_f$ feszültségosztó, így a melegponton egy zavarfeszültség alakul ki, amit az erősítő kimenetén felerősítve kapunk meg.

A stúdió-berendezések csatlakozási pontjai ún. földfüggetlen szimmetrikus felépítésűek (részletesen ld. RT évkönyv 2011 73. oldal), ezért a „meleg vezető” két vezetékből áll, amelyeken létrejövő feszültség különbsége vezérli az erősítő bemenetét.

(Folytatjuk)