

1. Hogyan modellezünk egy analóg csatornát?

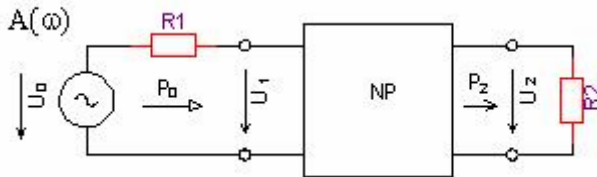
Az analóg csatornák a bemenetükre adott analóg jeleket reprodukálják a kimenetükön, így első közelítésben modellezhetők egy lineáris időinvariáns négyppólussal.

A lineáris négyppólusoknak több leírásmódja létezik mint:

- hálózatfüggvények (a felelet és a gerjesztés viszonya) a frekvencia-, az idő-, és a komplex frekvenciatartományban
- négyppóluskarakterisztikák, négyppólusparaméterek (Z,Y,H,S ...)

2. Ismertesse a mérési gyakorlatban is használt hálózatjellemező függvények definícióit!

Frekvenciatartományban a harmonikus (szinuszos) gerjesztésre kapott válasz és a gerjesztés komplex amplitúdójának hányadosa az **átviteli karakterisztika**:



$$K(j\omega) = U_2 / U_1 = A(\omega) \cdot e^{-j\varphi(\omega)}$$

A(w): az amplitúdó karakterisztika, az erősítés [dB] = 20 * lg A
fi(w): fáziskarakterisztika, a csoportfutási idő karakterisztika

Passzív négyppólusok esetén, a generátorból kivethető maximális teljesítmény és a terhelésen fellépő hatásos teljesítmény hányadosa az **átviteli tényező**:

$$|\Gamma|^2 = P_0 / P_2$$

És ennek alapján:

$$\Gamma = (U_0 / 2 * U_2) (R_2 / R_1)^{1/2}$$

Ahol:

$$P_0 = |U_0|^2 / 4 * R_1$$

$$P_2 = |U_2|^2 / R_2$$

$$a \text{ [dB]} = 20 * \lg |\Gamma|$$

(hullámcsillapítás)

Időtartományban a hálózatjellemező az egységugrásra adott válasz az **átmeneti függvény**, illetve a Dirac-deltára adott válasz a **súlyfüggvény**. Az átmeneti- és súlyfüggvény megjelenítésén (jelalak vizsgálat) túl a gyakorlat számára fontos időtartománybeli vizsgálat a szemábra felvétele.

3. Mi a torzításmentes jelátvitel kritériuma a frekvenciatartományban?

A torzításmentes (alakhű) átvitel kritériuma az analóg csatornák esetén: konstans amplitúdó- és futási idő karakterisztika zérus alap fázistolás mellett a továbbítani kívánt jel frekvenciatartományában.

4. Sorolja fel a nem teljesen lineárisra sikerült csatorna torzításait!

Egy analóg csatorna jellemzése lineáris időinvariáns négyppólussal sok esetben jó modell, de egy megvalósított csatorna nem sikerül teljesen lineárisra, egy környezetben működik, mely környezet hatással van rá. Mindezek azt eredményezik, hogy a csatornán továbbított jel torzulni fog. Ezen torzulások közös jellemzője az, hogy a csatorna kimenetén megjelenő jel spektrumában olyan összetevők is megjelennek, melyek a bemenő jel spektrumában nem szerepeltek. Ez a tény egyben ezen torzítások vizsgálatának alapja is.

Ezeket a torzításokat most a bemenő jel nagysága (szintje) és a torzítási termék kapcsolata alapján osztályozzuk:

- additív zaj (a torzítási termék a jelszinttől független)
- áthallás, spektrumátlapolódás (a torzítási termék a jelszinttel arányos)
- nemlineáris torzítások (a torzítási termék a nem arányos a jelszinttel)
- kvantálási torzítás (a torzítási termék csak akkor jelenik meg, ha van jel, de annak szintjétől független).

5. Ismertesse a keskenysávú zaj mérőjel tulajdonságait!

A linearitás mérését előszeretettel végzik keskenysávú zaj mérőjellel, mivel e jel statisztikai tulajdonságai jobban közelítik a híranyag (beszéd) statisztikai tulajdonságait mint a szinuszos jelé. A keskenysávú zaj mérőjel 350-550 Hz sávú a Gauss eloszlást jól közelítő egyenletes spektrális eloszlású jel. Előállítása gyakran történik a PRBS jel digitális szűrésével, ezáltal a jel spektruma vonalas.

6. Milyen méréseket végeznek egy PCM távbeszélő csatornán a csatorna minőségének megállapítására?

- frekvenciamenet (erősítés a frekvencia függvényében)
- csoportfutási idő
- linearitás (erősítés a szint függvényében)
- kvantálási torzítás
- alapzaj

7. Mi az MTTs?

Távbeszélőcsatornák frekvenciamenetének mérését előszeretettel végzik MTTs jellel. Az MTTs (Multi Tone Test Signal) mérőjel 35 azonos fázisú szinuszos jel összege a 200 - 3600 Hz frekvenciasávban. A frekvenciaraszter 100 Hz. Ezt a jelet a csatorna bemenetére adva a csatorna az egyes szinuszos összetevők amplitúdóját az amplitúdó karakterisztikájának megfelelően módosítja. A csatorna kimenőjelenek Fourier transzformáltját képezve megkapjuk az egyes összetevők módosított amplitúdó értékeit, ezt ábrázolva egyetlen méréssel mérésrel megkapjuk a csatorna átviteli karakterisztikáját 100 Hz felbontással.

8. Mekkora a +3,5 dBr bemeneti és -3,5 dBr kimeneti csatlakozási szintű csatorna erősítése?

Be: 3,5 dBr, Ki: -3,5 dBr $\rightarrow A = K_i - B_e = -3,5 \text{ dBr} - 3,5 \text{ dBr} = -7 \text{ dBr}$

9. A -7 dB névleges erősítésű csatorna bemeneti csatlakozási szintje +3,3 dBr, kimeneti csatlakozási szintje -3,4 dBr. Mekkora az erősítés eltérése a névleges értéktől? Megengedhető-e ekkora eltérés?

A(névl.) = -7 dB, Be: 3,3 dBr, Ki: -3,4 dBr $\rightarrow A(\text{mért}) = K_i - B_e = -3,4 \text{ dBr} - 3,3 \text{ dBr} = -6,7 \text{ dBr}$
 $\Delta A = \text{abs}[A(\text{névl}) - A(\text{mért})] = 0,3 \text{ dB}$ (megengedhető a segédletbeli toleranciasémát véve alapul)

10. Hogyan befolyásolja a relatív csatlakoztatási szinteket, ha az adó és a vevő oldalon megnöveljük a csatornaegységek csillapítását?

Ha a vonatkoztatási szint abszolút teljesítményszint, akkor az illetetett lezárt mérőadó kapocsfeszültsége a kimeneti impedanciától is függ. A korrekciós tényezők értéke a szabványos impedanciákra:

600 ohm \rightarrow 0 dB
150 ohm \rightarrow 6 dB
135 ohm \rightarrow 6,5 dB
75 ohm \rightarrow 9 dB

11. Mi a célja a segédjelnek az alapzaj mérésénél?

Analóg/digitál átalakítást is tartalmazó átviteli csatornában keletkezett zaj mérése esetén gond az, hogy a zajszint a kvantálási lépcsőkkel összemérhető. Ez a durva kvantálás számottevő mérési hibát okozhat. A hiba csökkentésére a zajt egy szinuszos jelre, az ún. segédjelre szuperponálják. A segédjel több kvantálási lépcsőt "megmozgat" mielőtt a mérés helyén kiszűrjük. Segédjel nélküli mérésnél a mérendő objektum /csatorna/ bemenetét a névleges impedanciával le kell zárni, segédjeles mérésnél a segédjelet a mérendő csatorna bemenetére kell kapcsolni.

12. Mi az a dBU, dBm, dBm0, dBm0p, dBr?

Vonatkoztatási értékek megadása.

dBU: feszültségszintre vonatkoztatott szintmérés (775 mV)

dBm: abszolút teljesítményszint (1 mW)

dBm0: vonatkoztatási ponton mért abszolút teljesítmény

dBm0p: pszofometrikus zajmérés esetén a mért szint mértékegysége dBmp vagy dBm0p

dBr: relatív szint (berendezés jellemző)

[Zaj(szint) mérése: A szintmérő a mért jel *effektív értékét* képezi!

Az emberi fül érzékenysége a zaj spektrális összetevőire különböző, így ha a beszédátvitelre használt csatornában végzett zajmérés eredményét a szubjektív ítélethez közelíteni akarjuk, a vizsgált zajt a mérés előtt súlyozzuk az átlagos emberi fül érzékenységét utánozó átviteli karakterisztikával. Az így végzett zajmérést pszofometrikus zajmérésnek nevezzük, a mérés megvalósító mérőműszert pedig pszofométernek.

13. Ismertesse az erősítés mérés elvét. Milyen változó paraméterekkel és milyen mérőjelekkel végzik a mérést?

Négypólusok erősítésének, csillapításának mérése szintmérésre vezethető vissza.

A mérésnél a mérőkészülék adóegységéből mérőjelet (szinusz, keskenysávú zaj, többhangú mérőjel (MTTS)) táplálunk a mérendő objektum bemenetére, és a mérendő objektum kimenetén megjelenő jelet a mérőkészülék vevőegységével mérjük. Az abszolút erősítés (csillapítás) értéke a jelszintek különbségéből számítható. A számítást az analízátor jellegű műszerek (PCM-23, EP2) elvégzik.

Az esetek többségében a felhasználót nem a vizsgált objektum abszolút erősítése érdekli, hanem az hogy az objektum erősítése mennyire tér el a csatlakozási szintekkel adott névleges értéktől.

A névleges értéktől való eltérés meghatározásához a mérőkészüléken az adási és vételi relatív szinteket a vizsgált objektumnak megfelelően kell beállítani (lásd az Átviteltechnikai mérőadók, mérővevők c. fejezetet). Ezekután a kijelzett mérési eredmény (eltérés a névleges értéktől) erősítés mérés esetén:

$$\begin{array}{c} +-----+ \\ | \text{ RESULT} = \text{RXLEV} - \text{TXLEV} / \text{dB} / | \\ +-----+ \end{array}$$

A kijelzett mérési eredmény (eltérés a névleges értéktől) csillapítás mérés esetén:

$$\begin{array}{c} +-----+ \\ | \text{ RESULT} = \text{TXLEV} - \text{RXLEV} / \text{dB} / | \\ +-----+ \end{array}$$

ahol: RXLEV - a mért jel szintje /dBm0/
TXLEV - a mérőjel szintje /dBm0/

Az erősítés értékének ellenőrzése egy hosszú összeköttetésen fontos lehet, mert ha több szakasz erősítése nagyobb a névlegesnél, akkor az összeköttetés begerjedhet, ellenkező esetben pedig zajos lehet az összeköttetés. Az eltérés tized dB nagyságrendű lehet.

Sok esetben az erősítést, (csillapítást) valamilyen paraméter (mérőjel frekvencia, mérőjel szint, idő) függvényében mérik.

- Erősítés, csillapítás mérése a frekvencia függvényében:

Amplitúdó karakterisztika (frekvenciamenet) mérés esetén az erősítést (csillapítást) a mérőjel frekvencia függvényében mérjük és a kapott értékeket normalizáljuk egy kitüntetett frekvencián mért értékre. A kijelzett mérési eredmény:

$$\begin{array}{c} +-----+ \\ | \text{ RESULT} = \text{RXLEV}_i - \text{RXLEV}_r / \text{dB} / | \text{ erősítés} \\ | \quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \\ +-----+ \\ +-----+ \\ | \text{ RESULT} = \text{RXLEV}_i - \text{RXLEV}_r / \text{dB} / | \text{ csillapítás} \\ | \quad \quad \quad | \quad \quad \quad | \\ +-----+ \end{array}$$

ahol: RXLEV_i - a mért jel szintje az i-edik frekvencián /dBm0/
RXLEV_r - a mért jel szintje a referencia frekvencián

Távbeszélőcsatornák frekvenciamenetének mérését előszeretettel végzik MTTS jellel. Az MTTS (Multi Tone Test Signal) mérőjel 35 azonos fázisú szinuszos jel összege a 200 - 3600 Hz frekvenciasávban. A frekvenciaraszter 100 Hz. Ezt a jelet a csatorna bemenetére adva a csatorna az egyes szinuszos összetevők amplitúdóját az amplitúdó karakterisztikájának megfelelően módosítja. A csatorna kimenőjelének Fourier transzformáltját képezve megkapjuk az egyes összetevők módosított amplitúdó értékeit, ezt ábrázolva egyetlen méréssel mérésrel megkapjuk a csatorna átviteli karakterisztikáját 100 Hz felbontással.

Átviteli csatornák frekvenciamenetének felvételekor a felhasználót többnyire az érdekli, hogy a csatorna frekvenciamenet görbe egy - szubjektív minősítő vizsgálatok alapján meghatározott - túrően belül halad-e.

- Erősítés, csillapítás mérése a mérőjel szint függvényében:

Linearitásmérés esetén az erősítést (csillapítást) a mérőjel szint függvényében mérjük és a kapott értékeket normalizáljuk egy kitüntetett szinten mért értékre. A kijelzett mérési eredmény:

erősítés:

$$\text{RESULT} = \text{RXLEV}_i - \text{TXLEV}_r - (\text{RXLEV}_i - \text{TXLEV}_r) \quad / \text{dB} /$$

csillapítás:

$$\text{RESULT} = \text{TXLEV}_i - \text{RXLEV}_r - (\text{TXLEV}_i - \text{RXLEV}_r) \quad / \text{dB} /$$

ahol: TXLEV_i - a mérőjel szintje az i-edik mérőjel szintnél /dBm0/
 RXLEV_i - a mért jel szintje az i-edik mérőjel szintnél /dBm0/
 RXLEV_r - a mért jel szintje a referenciaszinten /dBm0/
 TXLEV_r - a TX: REF_LEVEL változó értéke. /dBm0/

A mérési eredményből megállapítható a csatorna nemlinearitásának mértéke, a holtzóna hatás, és a csatorna kivezérlési határa.

A linearitás mérést előszeretettel végzik keskenysávú zaj mérőjellel, mivel e jel statisztikai tulajdonságai jobban közelítik a híranyag (beszéd) statisztikai tulajdonságait mint a szinuszos jelé. A keskenysávú zaj mérőjel 350-550 Hz sávú a Gauss eloszlást jól közelítő egyenletes spektrális eloszlású jel. Előállítása gyakran történik a PRBS jel digitális szűrésével, ezáltal a jel spektruma vonalassá válik.

A nemlinearitás mértékének meghatározására történhet még harmonikus és intermodulációs torzítás méréssel is.

- Erősítés, csillapítás mérése az idő függvényében:

Az idő függvényében végzett erősítés mérést stabilitásmérésnek is nevezik. A méréssel a vizsgált csatorna erősítésének időbeli ingadozása vizsgálható.

14. Hogyan lehet megállapítani linearitás mérésből a csatorna kivezérelhetőségének mértékét?

Linearitásmérés esetén az erősítést (csillapítást) a mérőjel szint függvényében mérjük és a kapott értékeket normáljuk egy kitüntetett szinten mért értékre. A mérési eredményből megállapítható a csatorna nemlinearitásának mértéke, a holtzóna hatás, és a csatorna kivezérlési határa.

15. Ismertesse a kvantálási torzításmérés elvét!

Az össztorzítás (kvantálási torzítás) az analóg/digitál átalakítást is tartalmazó átviteli csatornák fontos minősítő jellemzője. Az ilyen átviteli csatornában továbbított jel a kvantálásból eredően is torzulást szenved. A torzítási termék teljesítménye (lásd [7] 3.1.4 fejezet):

$$P = d^2 / 12 \quad [V^2] \quad \text{ahol } d[V] \text{ - a kvantálási lépcső nagysága}$$

A torzítási termék spektruma egyenletes eloszlású a 0 ... fm/2 frekvencia sávban, ahol fm a mintavételi frekvencia. Beszédátvitelre használt csatornában az össztorzítás mértékére és mérésére vonatkozó előírások az ITU-T G.712 ... G.715 ajánlásaiban találhatók. A mérés során szinuszos vagy a 350-550Hz frekvenciatartományba eső zaj mérőjelet táplálunk a mérendő objektum /csatorna/ bemenetére, és az objektum /csatorna/ kimenetén megjelenő mérőjelet és torzítási terméket szűrővel szétválasztjuk, majd szintjeiket megmérjük.

A kijelzett mérési eredmény (jel-zaj viszony):

$$\text{RESULT} = \text{RXLEVS} - \text{RXLEVN} \quad / \text{dB} /$$

ahol: RXLEVS - a mérőjel frekvenciasávjában mért szint /dBm0/
 RXLEVN - a torzítási termékek szintje /dBm0/

A torzítási termékek mérésének frekvenciasávja:

zaj mérőjel esetén:	850...3250 Hz
szinuszos mérőjel esetén, ha a mérőjel frekvenciatartománya:	
200...548 Hz	850...3250 Hz
552...1040 Hz	1200...3250 Hz

A mérést azért hívják össztorzítás mérésnek, mert a torzítási termékek mérésének frekvenciasávjában a csatorna alapzaja is benne van.

A kvantálási torzítást a gyakorlatban a mérőjel szint függvényében mérik.

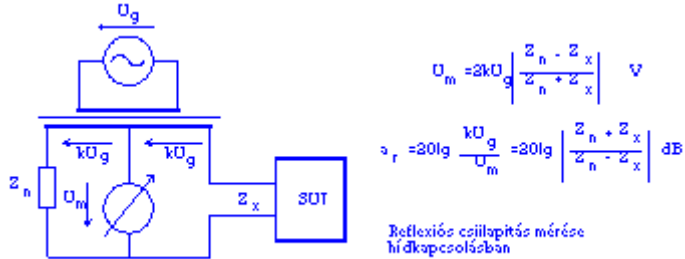
A beszédjelek kódolásánál nemlineáris kvantálást használnak. Ez látható a mérési eredményből is, a jel zaj viszony egy jelszint felett állandó.

16. Ismertesse a reflexió és szimmetriacsillapítás mérésének elvét!

- Reflexió csillapítás mérése:

A reflexió csillapítás mérésével azt határozzuk meg, hogy a névlegestől eltérő impedanciájú csatlakozási pontról visszavert jel hány dB-el kisebb, mint a csatlakozási pontra vezetett jel.

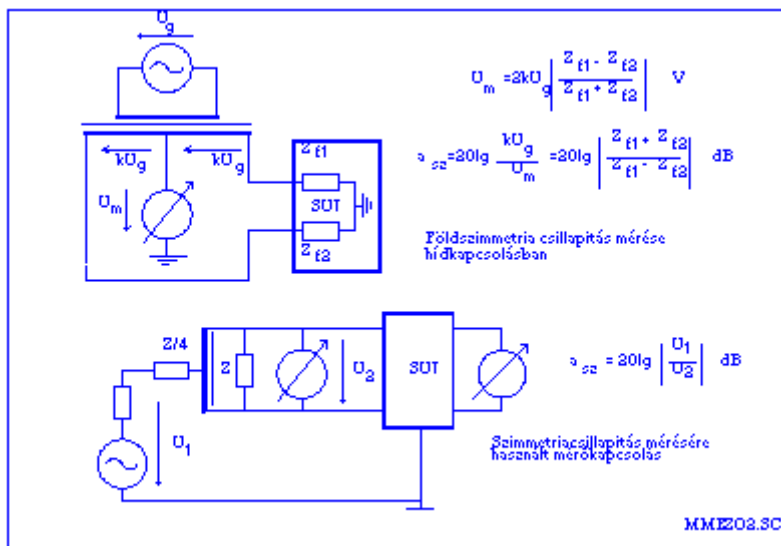
A mérőkapcsolás a következő ábrán látható:



A mérés hídkapcsolásban történik, a híd két ágát egy differenciál transzformátor alkotja. A fenti összefüggésekből látható, hogy ismert generátorfeszültség és transzformátoráttétel esetén a mért szint a reflexió csillapítással fordítottan arányos. A mérőkapcsolás total reflexió létrehozásával (Z_n vagy $Z_x = 0$) hitelesíthető. Ekkor $U_m = k * U_g$ és a definícióból következően $a_r = 0$ dB.

- Földszimmetria csillapítás mérése:

A mérőkapcsolás a következő ábrán látható:



A mérés hídkapcsolásban történik, a híd két ágát egy differenciál transzformátor alkotja. A fenti összefüggésekből látható, hogy ismert generátorfeszültség és transzformátoráttétel esetén a mért szint a földszimmetria csillapítással fordítottan arányos. A mérőkapcsolás total aszimmetria létrehozásával (Z_{f1} vagy $Z_{f2} = 0$) hitelesíthető. Ekkor $U_m = k * U_g$ és a definícióból következően $a_{sz} = 0$ dB.

Az ábra alsó részén az ITU-T 0.9 ajánlásában publikált mérőkapcsolás látható. Négypólus bemenet mérése esetén az indikátor műszer a négypólus kimenetén is elhelyezhető.

A mérések elvégzése az EP2-vel a következő üzemmódokban lehetséges: TEST_ITEM: Return_Loss, Longitud_Bal A mérőhidak azonban az EC1 csatornaválasztóban vannak, így ezen mérések elvégzéséhez az EC1 csatornaválasztó is szükséges!

17. Mi a pszofométer?

Az emberi fül érzékenysége a zaj spektrális összetevőire különböző, így ha a beszédátvitelre használt csatornában végzett zajmérés eredményét a szubjektív ítélethez közelíteni akarjuk, a vizsgált zajt a mérés előtt súlyozzuk az átlagos emberi fül érzékenységét utánzó átviteli karakterisztikával. Az így végzett zajmérést pszofometrikus zajmérésnek nevezzük, (a mért szint mértékegysége ekkor dBmp, dBm0p) a mérés megvalósító mérőműszert pedig pszofométernek.

- 18. Egy mérést -10 dBm0 szintű jellel kell elvégezni. A mérőjelet +3,5 dBr/600 ohm szintű ponton kell betáplálni. A jelgenerátoron a jelszintet dBu-ban lehet beállítani. Mekkora a generátoron beállított szintérték?**

$$dBm = dBm0 + dBr$$

$S = -10 \text{ dBm0} + 3,5 \text{ dBr} = -6,5 \text{ dBm}$ (1 mW-ra vonatkozva) $\rightarrow 10 * \log(P1/P0) = -6,5 \text{ dB}$, ahol $P0 = 1 \text{ mW} \rightarrow P1 = P0 * 10^{(-0,65)} = 0,224 \text{ mW} \rightarrow P1 = U1^2 / R \rightarrow U1 = \sqrt{P1 / R} = \sqrt{0,224 \text{ mW} / 600 \text{ Ohm}} = 0,611 \text{ mV}$
 $\rightarrow \text{dBu} = 20 * \log(U1 / U0) = 20 * \log(0,611 \text{ mV} / 775 \text{ mV}) = -62,07 \text{ dB}$

- 19. -25 dBm0 szintű szinuszos jelet adunk a +3,5 dBr/600 ohm csatlakozási szintű csatorna bemenetére. A csatorna -3,5 dBr/600 ohm szintű kimeneti pontján a jel második harmonikusának szintje -68,5 dBm. Mekkora a második harmonikus torzításcsillapítás?**

$$dBm = dBm0 + dBr = -25 \text{ dBm0} + (-3,5 \text{ dBr}) = -28,5 \text{ dBm} \rightarrow dS = \text{abs}(-68,5 \text{ dBm} - (-28,5 \text{ dBm})) = 40 \text{ dBm}$$

- 20. -10 dBm0 szintű jelet adunk a +3,5 dBr/600 ohm csatlakozási szintű csatorna bemenetére. Mekkora a csatorna -3,5 dBr/600 ohm csatlakozási szintű kimeneti pontján a vett jel szintje dBm0-ban?**

-10 dBm0 (vonatkoztatási ponton mért abszolút teljesítmény !)

- 21. Hogyan vizsgáljuk meg a csatornaszűrők működésének helyességét?**

PCM távbeszélőcsatornák esetén a csatorna bemenetén levő sávszűrő gondoskodik arról, hogy a csatornába ne kerülhessen beszédcsáv (300 - 3400 Hz) kívül eső (sávon kívüli) spektrális összetevőjű jel. A PCM csatornák vizsgálatakor fontos ellenőrizni, hogy a csatornák bemenetén a szűrők jól működnek-e, mert ha nem szűrnék, a jelátlapolódás jelensége miatt zajok, torzítások lépnek fel a csatornában. Az ellenőrzés azt jelenti, hogy megmérjük a szűrők zárósávi csillapítás karakterisztikáját a frekvencia függvényében. A mérésben a nehézséget az okozza, hogy a csatorna bemenetén levő szűrőnek csak a bemenetére tudunk csatlakozni mérőműszerrel, a kimenetére nem mert az a berendezés egy belső pontja. Így a méréshez egy trükköt kell alkalmazni, mely abban áll, hogy a sávon kívüli jel tükörfrekvenciás komponensét mérjük meg a csatorna kimenetén, és ebből határozzuk meg a szűrő zárócsillapításának értékét. Példa: Adjuk 8,5 kHz-es szinuszos mérőjelet a csatorna bemenetére. Ezt a jelet a bemeneti szűrő csillapítja, a csillapított jelből 8 kHz-es mintavételezés után egy 16,5 kHz-es és egy 500 Hz-es szinuszos jel keletkezik. Az 500 Hz-es jelet a csatorna kimenetén levő szűrő csillapítás nélkül engedi át, a jel szintje a csatorna kimenetén egy szelektív feszültség- mérővel megmérhető. Megjegyzések: * A mérést az előírások szerint 0 dBm0 szintű mérőjellel kell elvégezni a 4,6 kHz ... 72 kHz frekvenciasávban. A csatorna kimenetén a sávba eső sávon kívüli összetevők szintje kisebb kell legyen -25 dBm0-nál. * A szűrő zárócsillapításának meghatározásánál vegyük figyelembe, hogy a csatorna erősít (négyhuzalos csatorna esetén ez 18 dB!) * Hasonló módszerrel a csatorna kimenetén levő szűrő zárósávja is meghatározható.

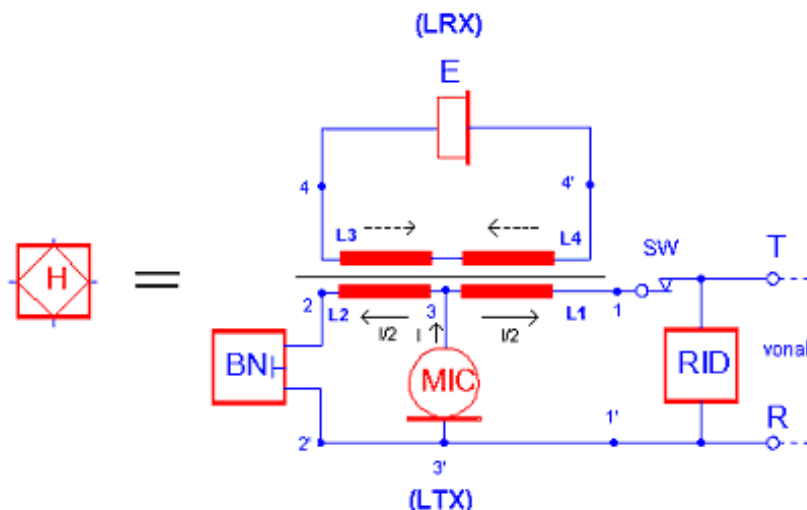
- 22. A jelátlapolódásból adódóan a PCM beszédcsatorna bemenetére adott 8500 Hz-es szinuszos jel hány Hz-es szinuszos jelet eredményez a csatorna kimenetén?**

Mintavételi frekvenciából: $8500-8000 = 500 \text{ Hz}$, $8500\text{Hz} + 8000\text{Hz} = 16500 \text{ Hz}$ (csatornaszűrő kiszűri)

- 23. Mi az a hibrid? Ismertesse a hibrid működési elvét!**

A villaáramkör (hibrid) egy nyolcpólus, egy hídkapcsolás, mely kiegyenlítettége esetén a szembenlévő kapocspárok nem látják egymást.

A hibridnek sokféle (transzformátoros, ellenállásos, műveleti erősítővel felépített) megvalósítása létezik. Az áramkör működését egy transzformátoros megvalósítású, egy analóg távbeszélőkészülékben alkalmazott hibriden keresztül mutatjuk be.



Az 1:1 áttételű transzformátor primer és szekunder tekercse két-két féltekercsből (L1-L2 és L3-L4) áll. A mikrofon I árama a 3-as csomópontban kétfelé ágazik el. A két ág árama azonos lesz abban az esetben, ha a vonal impedanciája és a BN (Balanced Network) jelű kiegyenlítő áramkör (más elnevezéssel: a **vonalutánszat**) impedanciája azonos értékű. Ekkor az I áram által indukált feszültség zérus értékű lesz a 4-4' pontok közt, azaz a mikrofon jele nem lesz hallható a fejhallgatóban.

A mikrofon keltette jel teljesítményének a fele jut a vonalra, a másik fele disszipálódik a BN-en. Ily módon a hibrid szomszédos pontjai között a csillapítás 3 dB.

A hibrid kiegyenlítetttségéről a (BN) kiegyenlítő áramkör gondoskodik. Ez az áramkör azonban csak korlátozott mértékben képes ellátni feladatát, mert a kábel egy elosztott paraméterű hálózat, a BN pedig koncentrált paraméterű elemekből épül fel. Ebből következik az, hogy a szemben levő kapocspárok között a csillapítás nem lesz végtelen nagy, hanem egy véges érték lesz.

24. Hogyan méri meg egy központ analóg interfész hibrid zárócsillapítását?

zárótartomány csillapítása...

?