

Kábeltelevízió

D. R. BÁRDOS
SÁNDOR
KKVMF EATŰI

A kábeltelevízió technikai előrendszereitől — a zárt-láncú televíziótól és a közösségi vevőantenna rendszerektől — alapvetően abban tér el, hogy a forrás-jelek száma és így a szolgáltatások félesége rendkívül nagy és a rendszeren keresztül interaktív kommunikáció is lehetséges. A különlegességek csak sajátos technika alkalmazásával, integrált hang-, kép- és adatinformációk révén valósíthatók meg.

A szolgáltatások integráltsága gazdaságilag előnyös, az egyén és a közösség szempontjából kedvező, de a megvalósítás jelentős felkészültséget igényel.

A legfejlettebb rendszerekben analóg és digitális jelfolyamatok egyaránt megtalálhatók. Ennek megfelelően a nyalábolástechnika tér-, frekvencia- és idő-multiplex. A rendszerek — funkcióban és így technikailag is elkülönült — hálózati síkokra bonthatók. A következőkben a ma még leginkább elterjedt, frekvenciamultiplex nyalábolású kábeltelevízió hálózati síkjainak néhány sajátosságával foglalkozunk.

Az *előfizetési hálózati-sík* jellemzője a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók tömegével terhelt kábelszakasz. Ennek illesztése és csillapítása csak olyan approximációk alkalmazásával lehetséges, ahol a fogyasztók Δl egymástól való távolságát állandónak vesszük, mégpedig $\lambda/4$ páros vagy páratlan számú többszöröseként. Bármely n helyen a lezárás felé látható normalizált admittanciát vizsgálva a kedvezőtlenebb érték a páros többszörös esetén adódik, mivel a $\lambda/2$ hosszúságú szakasz nem transzformál. Az n hely eredő admittanciája:

$$Y_n = \frac{Y_{n-1} + \text{th } \alpha \Delta l_2}{1 + Y_{n-1} \text{ th } \alpha \Delta l_2} + Y_B \Big|_{\alpha \Delta l \ll 1} \approx \frac{Y_{n-1} + \alpha \Delta l_2}{1 + Y_{n-1} \alpha \Delta l_2} + Y_B.$$

Vagyis az eredő admittancia a hely függvényében növekvő n esetén monoton nő. Az Y_0 hullámadmittanciás lezárás miatt $Y_n > Y_0$ és így az előzőleg számított admittancia érték az állóhullám értékével egyenlő. Tehát α állóhullámárány a megengedhető elhanyagolásokkal:

$$\sigma_n = 1 + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{Y_B}{(1 + \alpha \Delta l)^k}.$$

A hálózati szakasz csillapítása a feszültségarányokból számítható. Az előző approximációt alkalmazva, két szomszédos hely közötti feszültségarány most $\lambda/4$ páratlan többszöröse esetén ad kedvezőtlenebb

megoldást, mert a feszültség a félhullámra periodikus. Így:

$$\frac{U_n}{U_{n-1}} = \text{sh } \alpha \Delta l_1 + Y_{n-1} \text{ ch } \alpha \Delta l_1 \Big|_{Y_{n \text{ max}} = 1 + Y_B} = e^{\alpha \Delta l_1} + Y_B \text{ ch } \alpha \Delta l_1.$$

A számítást a vezeték teljes hosszára elvégezve az első és utolsó hely közötti feszültségarány:

$$\frac{U_m}{U_1} = \frac{U_m}{U_{m-1}} \frac{U_{m-1}}{U_{m-2}} \dots \frac{U_3}{U_2} \frac{U_2}{U_1} = e^{(m-1)\alpha \Delta l} \left[1 + \frac{Y_B}{1 + \alpha \Delta l} \right]^{m-1}.$$

Az exponenciális tag a kábelcsillapítással azonos és így a fogyasztóktól származó járulékos csillapítás:

$$\alpha_n = 20(m-1) \text{ ig} \left(1 + \frac{Y_B}{1 + \alpha \Delta l} \right)!$$

Egyirányú információ-áramlás esetén a hálózat és a fogyasztók közé kapcsolt, idealizált csatoló négy-pólusnál:

a) Y_B bemeneti admittancia értékének zérushoz kell tartani. Ilyenkor az állóhullámárány $\sigma = 1$ és a csillapítás $\alpha_n = 20 \lg \exp [(m-1)\alpha \Delta l]$, vagyis a terheletlen kábelével azonos.

b) Y_K kimeneti admittancia a rácsatlakozás illesztését kell biztosítsa, így $Y_K = Y_0$.

c) A hasznos jel illesztett lezárás esetén csillapítatlanul kell áthaladjon, vagyis az U_B bemenő feszültség és U_K kimenő feszültség aránya $U_K/U_B \geq 1$.

d) A fogyasztóktól származó U_{ZK} zavar-feszültség a négy-pólus bemenetére $U_{ZB} = 0$ feszültséget hozhat létre.

e) A paraméterek mindegyike független kell legyen a frekvenciától. Az átviteli karakterisztikánál az amplitúdó karakterisztika $A(\omega) = \text{állandó}$ és a fázis karakterisztika $\varphi(\omega) = \omega T$.

Realizálásnál az idealizált paraméterek irány-csatolóval kombinált áramkörrel közelíthetők meg. Ha vissz irányú információ is lehetséges, akkor ehhez egy másik csatoló elemet kell alkalmazni, az áramlás irányának megfelelően. Ennél a négy-pólusnál a be- és kimeneti admittanciák azonosan Y_0 -val egyenlőek. Az átmenő és a visszahatás csillapítás az előzőekkel

azonos. FDM-rendszerekben a visszairányú információ különválasztása a frekvenciatartomány kijelölésével lehetséges, a sáv szélességigény figyelembe vétele mellett.

A törzs- és vonalhálózatok stbját a lánca-kapcsolt vonalerősítők jellemzik. Egy l hosszúságú és α egység-hosszankénti csillapítású kábelszakasz veszteségeinek kompenzálására azonos típusú, A_v -erősítésű erősítőből $N = \alpha l / A_v$ darab szükséges. Az erősítők számának négyzetgyökével arányosan növekvő zaj azonos szinten tartásához az erősítők $S_{B_{\min}}$ legkisebb bemeneti szintjét a hely függvényében fokozatosan növelni kell. Így az N erősítő legkisebb bemeneti szintje: $S_{BN_{\min}} = S_{B_{\min}} + 10 \lg N$.

Az intermodulációs zavarok szintentartásához hasonló arányban szükséges a növekvő helyszámú erősítők $S_{K_{\max}}$ legnagyobb kimeneti szintjét csökkenteni. Így az N erősítő legnagyobb kimeneti szintje: $S_{KN_{\max}} = S_{K_{\max}} - 10 \lg N$. Az N erősítő legkisebb kimeneti szintje a minimális bemeneti szintből és az erősítésből számítható. Vagyis:

$$S_{KN_{\min}} + S_{BN_{\min}} + A_v = S_{B_{\min}} + A_v + 10 \lg N.$$

Az erősítők száma végül is csak addig növelhető, amíg a számított legkisebb és legnagyobb kimeneti szintek egymással egyenlők lesznek. Ez a szám a kaszkád-abilitás, melynek értéke:

$$N_k = \text{num} \lg \frac{S_{K_{\max}} - S_{K_{\min}} - A_v}{20}.$$

A külső, tömegkommunikációból származó információk fogadó síkja a *főállomás*. Ugyanezen síkban történik a rendszeren belül előállított információk feldolgozása is, mégpedig az interaktív szolgáltatások bonyolításával egyidejűleg. A manipulációk végrehajtásához a központban perifériák sokasága áll rendelkezésre. A térből származó információk fogadását, illetve ezek mennyiségi növelését a hagyományos antenna rendszerekben túl több különleges rendszer is szolgálja. Ilyenek pl. a mikrohullámú rádiócsatornán érkező célműsorok fogadó egységei vagy a műholdról sugárzott műsorok vevőantennái és átalakítói. A kábeleken érkező információk többsége ugyancsak átalakításra szorul. A frekvenciába sorolást végző konverterek ma már legtöbbször kettős transzponálásúak. Ezen módszer lehetőséget teremt az egyes jelcsoportok belső jellemzőinek megváltoztatására is. Így pl. tv-műsorjelek esetén célszerű a hang- és képinformációk különválasztása, információnkénti ellenőrzése és korrekciója. Ismételt összesítéskor, a szomszédos csatornába sorolhatóság miatt, a hangvívót rendszerint járulékosan csillapítják. A nagyszámú információ miatt a továbbításnál általában a kiegészítő műsorcsatornákat is igénybe veszik. Ezek hagyományos csatornába sorolásáról még a vevőkészülékeket megelőzően gondoskodni kell.

A rendszer üzembiztos működésének egyik feltétele, hogy a jelszintek megfelelő érték környezetében maradjanak. A külső térből származó ingadozásokat

még szelektív állapotban a főállomáson, a belső szintváltásokat pedig a kábelhálózaton szükséges kiegyenlíteni. A hőmérséklet-változásból és öregedésből származó belső változásokat több pilotvívó alkalmazásával még frekvenciafüggő változások esetén is lehet kompenzálni.

A rendszeren belül keletkező zavarok közül különösen veszélyesek azok a diszkrét spektrumú zavarójelek, amelyek egyrészt a vevőkészülékek oscillátoraiból, másrészt a transzponálások során keletkező intermodulációkból származnak. Az előbbiekkal szemben a csatolók kielégítő visszahatás csillapításával, az utóbbiaknál pedig a kettős transzponálás alkalmazásával lehet védekezni. A törzs- és vonalhálózati síknál legkritikusabb zaj- és torzítási problémákat az előzőekben részleteztük.

Az igényoldali és technikai trendek, a kísérleti üzemeltetések tapasztalata egyértelműen a rendszerek és a rendszerekben nyújtott szolgáltatások növekedését jósolják. Ezt támogatják a gazdasági, technikai realitások is. Az adat jellegű szolgáltatások növekedése, az információáramlás sebességének fokozása, a rendszerbe foglalt területek bővülése, az információ úthosszak növekedése, a technika, és szolgáltatás fokozódó integráltsága mind a digitális technika előretörését jelzik. A közeljövő kábeltelevízió rendszereinek továbbfejlődését ezen irányzatok predesztinálják.

A digitális jelfolyamokhoz tartozó időmultiplex nyálabolás, a regenerátoros erősítőtechnika a paraméterek kedvező alakulását ígéri és lehetőséget teremt a legkorszerűbb, pl. száloptikás technika kiterjedt alkalmazására. Ugyanakkor problémákat jelent a hagyományos analóg-technikával működő — mind elterjedtségében, mind szükségességében jelentős — információt szolgáltatató és fogadó eszközök jelcsoportjainak digitálizálása, a mintavételi és kvantálási feladatok redundanciát csökkentő megvalósítása, az új technikák anyagi és szellemi feltételeinek megteremtése.

A gazdasági feltételek, a technikai realitások, a rendelkezésre álló szellemi és fizikai kapacitások az innovációk fokozatos bevezetését engedik meg. A ma feladata tehát kettős: egyrészt a hagyományos technikák alkalmazásánál, teret és lehetőséget hagyva, számításba kell venni a várható változásokat, másrészt a lehetőségek korlátait figyelembe véve törekedni kell az új technika bevezetéséhez szükséges építőelemek, eszközök és készülékek, rendszertechnikák gazdaságos, teljes értékű kidolgozására, a megvalósításhoz, fenntartáshoz és továbbfejlesztéshez szükséges szellemi erő létrehozására.

IRODALOM

- [1] Becker, D.: Zur Integration von Fernmeldedienst in digitalen Netz. NTZ 1981. 5, 6.
- [2] Heydel, J.: Kabelfernsehen. Fernmelde Praxis 1978/17.
- [3] Dr. Bárdos Sándor: Közösségi vevőantenna-rendszerek tervezése, BME Továbbképző Intézete. Jegyzet 1976.