

Távbeszélő helyi hálózatok átviteltechnikai tervezésének kérdései

BALOGH VILMOS,
KORALEWSKY
VILMOS

KTMF Távközlési és
Automatizálási Intézet

A helyi hálózat mérése függ a távbeszélővel ellátandó helység földrajzi kiterjedtségétől, ezért a nagyvárosok helyi hálózata csak többközpontos rendszerben építhető ki. A többközpontos helyi hálózat különböző síkokra bontható az 1. ábra szerint analóg F főközpontok esetében. Az elrendezés jellegzetessége, hogy valamennyi összeköttetés kéthuzalos a helyi trónköt is beleértve.

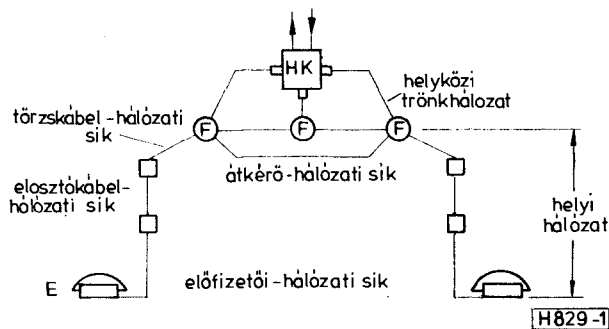
Egy tetszőleges összeköttetés 2/4 huzalos átmenetei a 2. ábrán láthatók. Az összeköttetés átviteltechnikai tervezése során több feltételt kell kielégíteni.

A csillapítás kiosztás az átviteli lánc mentén az egyes elemekre (készülék, kábel, központ stb.) megengedett egyenérték-csillapítás alapján történik. Dolgozatunkban a helyi kábelek egyenérték-csillapításának meghatározásával foglalkozunk. Egy általunk kidolgozott, számítógéppel támogatott üzemi paraméteres méretezés gazdasági előnyöket ígér.

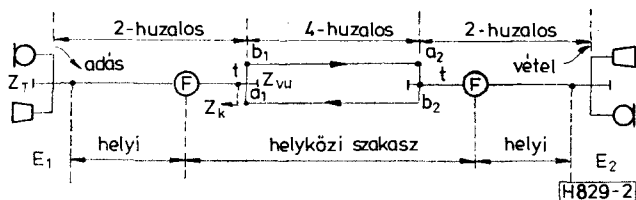
Kábeláramkör üzemi csillapítása

A helyi kábelek a távkábelekkel ellentétben elektromosan rövidek, csillapításuk 1...10 dB közötti érték, zömében 3...4 dB körüli érték beszéd frekvenciákon mérve. Ismeretes, hogy egy kis csillapítású négy-pólus üzemi csillapítása függ a lezáró impedanciák értékétől, továbbá az ilyen négy-pólus bemenő-impedanciáját erősen befolyásolja a túloldali lezárás értéke.

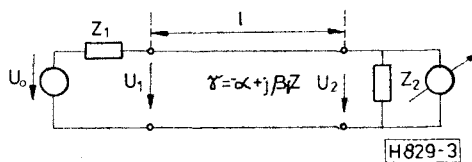
Helyi kábelérpárok nagy tömegén végzett méréseink során figyeltünk fel arra a jelentős különbségre, ami a számított hullámcsillapítás és a mért üzemi csillapítás között adódott. Az üzemi csillapítás



1. ábra. Nagyvárosi helyi hálózat



2. ábra. Távbeszélő összeköttetés



3. ábra. Kábelérpár üzemi lezárások között

számításához a 3. ábra szerinti négy-pólust vettük alapul, amelynek hullámparaméterei Z és γ , lezáró impedanciák Z_1 és Z_2 .

Az áramkörnek mint uégypólusnak az üzemi csillapítása Zobel szerint:

$$a_{ii} = a_0 + \ln \left| \frac{Z_1 + Z}{\sqrt{2Z_1 Z}} \right| + \ln \left| \frac{Z_2 + Z}{\sqrt{2Z_1 Z}} \right| + \ln |1 - r_1 r_2 e^{-2\gamma l}|.$$

Tekintve, hogy Z , Z_1 , Z_2 , r_1 , r_2 és komplex mennyiségek függenek a frekvenciától, a_{11} , a_{12} és a_{112} adott frekvenciasávban negatív értéket is felvehetnek. Abban a frekvenciatartományban, ahol az ütközési csillapítások negatívvá válnak, az üzemi csillapítás kisebb lesz, mint a hullámcsillapítás

$$a_{ii} < a_0.$$

Ez a helyzet csak reaktáns elemekből álló négy-pólusra áll fenn. Mivel a kábel a beszéd-sávban is R és C elemekkel modellezhető, ezért az állításnak a kábelérpárra is igaznak kell lennie. Az a_{ii} csillapítás számítását tűztük ki célul a fenti kifejezésnek megfelelően.

Első lépésként kidolgoztuk az a_{ii} számítási programját TPA-S számítógépünkre. A program alkalmas mind a koncentrált elemekből összeállított művonal, mind a valódi kábel primer adatainak fogadására. A program tetszőlegesen hosszú kábelt elemi négy-

pólusokból láncolja össze „A” paraméterek szerint. Közvetlenül megvizsgáltuk, hogy mekkora hibát jelent folyamatosan elosztott paraméterű négy-pólus koncentrált elemekkel való helyettesítése. Minél rövidebb elemi szakaszokból összetettnek tételezzük fel a vizsgálandó kábeláramkört, az eredmények annál jobban közelítik a valóságos kábel tulajdonságait. Ennek azonban az az ára, hogy a gépidő nagyon nagy lesz a sok mátrix-szorzás miatt. Úgy találtuk, hogy az 1 km-es hosszú az eredmények közötti eltérés elhanyagolhatóan kicsiny.

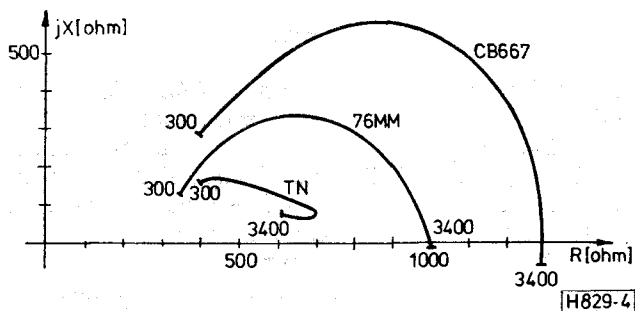
Az 1. ábrán látható helyi összeköttetés több kábelszakaszból tevődhet össze. A szakaszok ératméri nem szükségszerűen azonosak, sőt általában különbözőek 0,4–0,6–0,8 mm átmérőjűek lehetnek. Az összeköttetésben koncentrált elemű négy-pólusok is szerepelnek, ezek az F központok táphídjai. Ha tehát a teljes összeköttetés üzemi csillapítását akarjuk kiszámítani, akkor minden szakasz A paramétereit külön-külön is meg kell határozni. Vizsgálódásaink során arra a megállapításra jutottunk, hogy az egyes kábelszakaszok hosszról függetlenül úgy számíthatók azonos pontossággal, ha a valódi kábelt 10 azonos darabból összetettnek tételezzük fel és egy-egy elemi darabot koncentrált paraméterű négy-pólusként kezelünk. Ez elfogadható kompromisszum a számítási pontosság és a felhasznált gépidő között.

Lezáró impedanciák

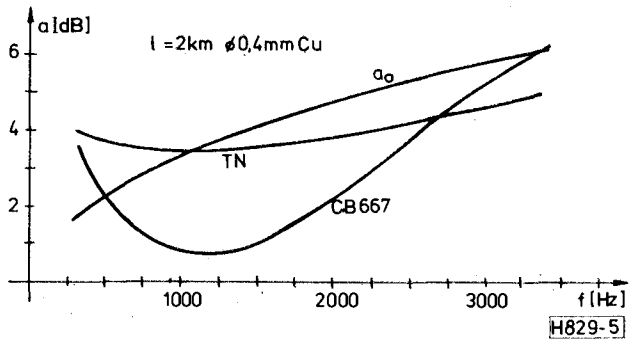
Az üzemi csillapítás számításában fontos szerepe van Z_1 és Z_2 lezáró impedanciának. Gyakorlatban három lezárási eset lehetséges (1. ábra) a helyi távbeszélő hálózatban:

1. Készüléktől készülékig terjedő összeköttetés.
2. Készüléktől helyi központig (600 ohm) terjedő összeköttetés.
3. Helyközi központtól (600 ohm) készülékig terjedő összeköttetés.

A készülék impedanciája típustól és gyártó cégtől függően 600 ohm és 1000 ohm közötti érték, többé-kevésbé frekvenciafüggő és általában induktív jellegű. A különböző készülékek bemenő impedanciáját a 4. ábra helygörbéi mutatják. Ezen impedanciákkal mint lezárásokkal számolva meghatároztuk és ábrázoltuk a készüléktől-készülékig terjedő helyi ösz-



4. ábra. Készülék impedancia



5. ábra. Üzemi csillapítás görbék

szeköttetés üzemi csillapítását 300 és 3400 Hz között (5. ábra).

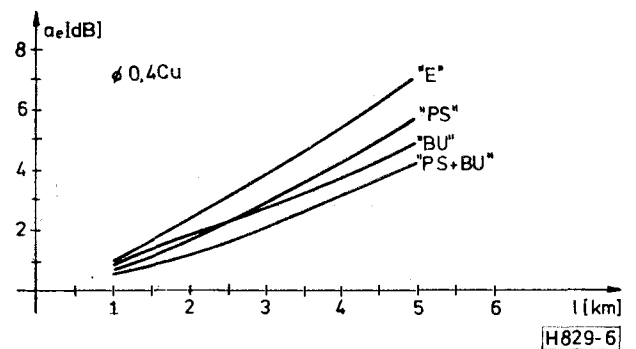
Egyenérték-csillapítás

Egyenérték-csillapításnak tekintjük azt az egyetlen méréssel és számítással egyaránt kapható értéket, amelyet a hangfrekvenciás sávban egyenletes energiaspektrumú adás- és vételoldali eredő teljesítmény szintkülönbségeként kapunk, az eddig használatos egyetlen frekvenciás mérési illetve számítási érték helyett. Az így definiált egyenérték-csillapítás tükrözi az összeköttetés csillapításának frekvenciafüggését is, így alkalmasabb az összeköttetés jellemzésére. Mivel a számítás alapja a teljes beszéd-sávban mérhető eredő kimenőteljesítmény, és az adóoldalon (egymástól Δf frekvenciatávolságra levő diszkrét jelek keverékéből álló) egyenletes teljesítményspektrumú adás, lehetőségünk van arra, hogy figyelembe vegyünk a vételoldalon a pszofometrikus karakterisztikának megfelelő súlyozást, vagy adóoldalon a beszédutánzó karakterisztikának megfelelő súlyozást. Ezzel megteremtjük annak a lehetőségét, hogy az összeköttetés számított egyenérték-csillapítása a szubjektív megítéléssel azonos legyen.

Az egyenérték-csillapítás számításának módszere

A négy-pólus-paraméterek ismeretében az üzemi átviteli tényező az alábbi összefüggés alapján számítható:

$$\Gamma_u = \frac{A_{11}Z_2 + A_{22}Z_1 + A_{21}Z_1Z_1 + A_{12}}{\sqrt{2Z_1Z_2}}$$



6. ábra. Egyenérték-csillapítás görbék

Az egyenérték-csillapítás a 3. ábra jelölése alapján:

$$\alpha_e = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\sum_{i=1}^n \frac{U_0(\omega_i)^2}{4Z_1(\omega_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{U_2(\omega_i)^2}{Z_2(\omega_i)}} \right|$$

A beszédutánzó karakterisztikájú adás esetére az egyenérték-csillapítás számításánál a beszédutánzó karakterisztika átviteli tényezőjét is figyelembe kell venni

$$\alpha_{eb} = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\sum_{i=1}^n \frac{U_0(\omega_i)^2}{4Z_1(\omega_i)} \frac{1}{\Gamma_b(\omega_i)^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{U_0(\omega_i)^2}{4Z_1(\omega_i)} \frac{i}{\Gamma_b(\omega_i)^2} \frac{i}{\Gamma_{\bar{u}}(\omega_i)^2}} \right|$$

Az egyenérték-csillapítások számításából levonható következtetések

Az egyenérték-csillapításoknak a kábel hosszától való függését a 6. ábrán láthatjuk. Az ábrából az alábbiak tűnnek ki:

1. Az egyenérték-csillapítás hosszfüggvénye nem lineáris, ezért az egyenérték-csillapításnak nem adható meg pontos kilometrikus értéke adott lezárások és kábeltípusok esetén sem.

2. Az egyenérték-csillapítások a tervezési egyenértéknél kisebbek, így az adott kábeltípussal ellátható tápterület határa is növelhető, a csillapításterv előírásainak betartása mellett. Ez együttesen a helyi kébelhálózatok árának csökkenését, valamint esetenként a szükséges koncentrációs fokozatok számának csökkenését eredményezi.