



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA**

**XXXV. évfolyam
B U D A P E S T**

1984

11

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXV. évfolyam 1984. 11. szám

BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXX. évfolyam 1984. 11. szám

MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

II. évfolyam 1984. 11. szám

Felölős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

ITE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Dr. Flesch István, Forintos György, Gál Ferenc

BHG

Rovatvezető: Angyal László

Tudományos szerkesztő: Dr. Frajka Béla
Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,
dr. Gosztony Géza, Honti Ottó, Klug Miklós,
Laczkó Endre, Tölgyesi László

MEV

Rovatvezető: Kászonyi László

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz
Balogh Albert, Csornai László, Czermann
Mihály, Hidas György, Huszka Zoltán,
dr. Ligeti Róbertné, dr. Mátay Géza,
dr. Molál György, Schödl Ervin

ORION

Rovatvezető: Jakubik Béla

Tudományos szerkesztő: Dr. Frigyes István
Csernoch János, Froemel Károly, Szabó
Károly, Szász Gerő

REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz
Balanyi Szilveszter, Bodnár László, Kovács
Gyula, Mészáros Sándor, Molnár László

TKI

Rovatvezető: Dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: Dr. Lajtha György
dr. Henk Tamás, dr. Kása István, Megyesi
Csaba, dr. Sárkány Tamás, dr. Simonyi Ernő

TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál

Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza
Baján Tibor, Benedek Elek, Halmai Gábor,
Hütter Mihály

*

Szerkesztőségi ügyekben
és kéziratokkal kapcsolatban
felvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné,
telefon: 495-098

ROVATOK

Egyesületi élet
Rendszertechnika
Kapcsolástechnika
Vezetékes technika
Fénytvávközlés
Vezeték nélküli technika
Adástechnika
Vételtechnika
Mikroelektronika
Alkatrésztechnika
Hálózatelmélet
Elektromágneses problémák

ROVATGAZDÁK

HTE (H)
TKI (□)
BHG (#)
TERTA (→)
ORION (*)
MEV (Λ)
REMIX (Δ)

ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV
BME KONTAKTA
BRG KÖPORC
EMO KFKI
El. Szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

DR. BOGNÁR GÉZA:

Kozma László szakmai tevékenysége 481

BERECZ FRIGYES:

Az elektronikus kapcsolástechnika megjelenése és elterjedése
Magyarországon 484

DR. TÓFALVI GYULA:

Távközlési kutatás-fejlesztésünk főbb irányai az 1986—90 években 489

DR. BERCELI TIBOR:

Rurál rádióösszeköttetések 493

DR. LAJTHA GYÖRGY:

Vegyes analóg-digitális hálózatok átviteli minősége 497

DR. CSIBI SÁNDOR

Hálózatok forgalmi stabilitásáról 501

DR. FRAJKA BÉLA:

Távbeszélő szolgáltatásunk perspektívája 508

DR. GORDOS GÉZA:

Szolgáltatásbővítés gépi beszédfeldolgozással 512

DR. GÉHER KÁROLY:

Kapcsolt kapacitású szűrők analízise és szintézise 519

Tartalmi összefoglalások 526

Kozma László szakmai tevékenysége*

DR. BOGNÁR GÉZA



ÖSSZEFOGLALÁS

Kozma László 1930—1943 között az antwerpeni Bell Telefon Társaság (Bell Telephone Manufacturing Company) kutatómérnöke volt. Részt vett a belgiumi, hollandiai, svájci stb. automatikus távbeszélő-hálózatok megtervezésében. 1938 októberében két szabadalmat nyújtott be jelfogós számítógépekre. 1945—1949 között a budapesti Standard Villamossági Rt. műszaki igazgatója volt. 1949-től a Budapesti Műszaki Egyetem professzora, 1961-től a Magyar Tudományos Akadémia tagja. 1958-ban elkészítette az első — jelfogókkal működő — programozható számítógépet Magyarországon. A crossbar típusú távbeszélő-rendszerek fejlesztésére számos megoldást dolgozott ki. A cikk tartalmazza a Kozma László által írt könyvek, egyetemi jegyzetek, folyóiratcikkek, szabadalmak jegyzékét.

Bevezetés

A Híradástechnika című folyóirat jelen száma azokat az előadásokat tartalmazza, amelyek 1984. november 1-én hangzottak el a Magyar Tudományos Akadémián, a Kozma László emlékére rendezett tudományos ülésszakon. Ezek a cikkek a szerzők legújabb munkáiról adnak áttekintést. A szerzők hosszú éveken át dolgoztak együtt Kozma Lászlóval az MTA Távközlési Rendszerek Bizottságában, állandóan keresve a témakör fejlődése szempontjából legfontosabb szakmai kérdések tisztázását.

A Híradástechnika olvasói a folyóirat 1972. évi októberi számában és 1984. évi júniusi számában részletes adatokat találhatnak Kozma László életútjáról. Ezért az életrajzi adatokra csupán röviden történik utalás a következőkben. Célunk inkább az, hogy megkíséreljük dokumentálni Kozma László szakmai tevékenységét és igyekszünk felmérni munkájának jelentőségét.

Tudományos eredmények

1938-ban kezdett foglalkozni olyan elektromechanikus számológépek tervezésével, amelyek decimális rendszerben végezték a négy alpműveletet és alkalmasak voltak telefonközpontok díjelszámolásának gépesítésére. Ilyen berendezésekből két mintapéldány is készült, de elég lassan működtek. Később készült egy olyan számológép, amely két érpáron és kapcsológépen keresztül működtethető volt egy kis asztali készülékről, amely csupán billentyűzetet és egy morze szalagnyomtatót tartalmazott. A későbbi csöves, majd a tranzistoros berendezések ezeket a gépeket kiszorították. 1938—40-ben a számológépek katonai jelentőségét nem lehetett még látni, de jellemző, hogy a gyár a néhány év alatt 10 szabadalmat jelentett be

DR. BOGNÁR GÉZA

Gépészmérnöki oklevelét 1937-ben szerezte Budapesten. 1939-től 1950-ig a Posta Kísérleti Intézetben dolgozott, 1950-től a Távközlési Kutató Intézetben a mikrohullámú technikával kapcsolatos fejlesztéseket irányította. 1949-től a Magyar Tudományos Akadémia tagja. 1979-ben a Lengyel Tudományos Akadémia is

tagjának választotta. Számos magas beosztást töltött be, többek között volt az MTA főtitkár-helyettese és az MTA alelnöke is. 1977-ben, mint a TKI tudományos igazgatója ment nyugdíjba. Jelenleg az URSI Magyar Nemzeti Bizottság, a Problems of Control and Information Theory szerkesztő bizottság és a Mikrohullámú Összeköttetések Kolokvium elnöke.

számítógépekkel kapcsolatban. Ezeknek mindegyikén Kozma László is szerepelt.

Az MTA támogatásával, 1958-ban készítette el munkatársaival az ország első automatikusan működő programozott számítógépét, melyet a Budapesti Műszaki Egyetemen 10 éven át használtak a tanszéken folyó tudományos munkákhoz és az oktatásban.

1963-ban tervjavaslatot tett az elavult Rotaryközpont helyett bevezetendő koncentrátoros, crossbar telefonközpont fejlesztésére, majd a tervjavaslat elfogadása után kidolgozta annak tervcélját is. Az új típus, melyet BCS központnak nevezett el, a gyors bevezetés érdekében csupa, már ismert megoldást tartalmaz, de elveiben, szolgáltatásaiban és gyártathóság szempontjából modernnek volt tekinthető. Háromféle tömbegységből állt (koncentrátor, trunk egység és regiszteregység), melyekből gyakorlatilag bármilyen nagyságú városi telefonközpont összeállítható. A BCS központ a megindult licenctárgyalások miatt kifejlesztésre már nem került.

1964-ben munkatársaival elkészítette a Nyelv-tudományi Intézet számára az első hazai nyelvstatisztikai automatát, mely 80 különböző statisztikai feladat (pl. adott szövegben a mondatok száma, a szavak megszámlálása a betűk száma szerint, a magán- vagy mássalhangzók száma stb.) egyidejű megoldására alkalmas.

Publikációk

A Budapesti Műszaki Egyetem Központi Könyvtárának segítségével, a bibliográfiai követelményeknek megfelelően összeállítottuk Kozma László szakirodalmi tevékenységét. Ezek könyvekre, jegyzetekre, cikkekre, szabadalmakra és előadásokra oszthatók.

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésszakán.

Könyvek:

- : A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Tudományos Évkönyve. 1962. Bp. Tankönyvkiadó, 1962. 227 p. 2 t. (szerkesztő).
- : Műszaki értelmező szótár. 23—25. Híradástechnika. Szerk. Barta István társszerkesztővel. Bp. Terra, 1964. 512 p.
- : Általános nyelvészeti tanulmányok. Bp. Akadémiai Kiadó. 2. A matematikai nyelvészet és a gépi fordítás kérdései. Szerk. Kalmár László, Telegdi Zsigmond. 1964. Akadémiai ny. 322 p. Kozma László: Nyelvstatistikai automata.
- : Műszaki Lexikon. Főszerk.: Polinszky Károly. 1—3 k. Bp., Akadémiai K., 1970. (A vezetékes híradástechnika szakterületének szerkesztője és részben cikkírója.)

Jegyzetek:

- : Központok kábelezésének tervezése. Bp., Standard, 1947. Ismeretlen lsz.
- : Telefonközpontok méretezése. Bp., Standard, 1947. Ismeretlen lsz.
- : Kapcsológépek. Bp., Standard, 1947. Ismeretlen lsz.
- : A gépesített távbeszélőtechnika mérnöki feladatai. Bp., 1948. 60 p. (A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa. G. 87.)
- , FRAJKA BÉLA: Távbeszélőtechnika. 1. Kapcsolástechnika. Bp., Felsőoktatási Jegyzetellátó, 1959, (1961, 1962, 1963). 221 p. Tankönyvkiadó, 1966, (1968, 1970, 1971, 1974, 1976). 366 p.
- , FRAJKA BÉLA: Távbeszélőtechnika. 2. Bp., Felsőoktatási Jegyzetellátó, 1960 (1961, 1962, 1963). 398 p., Tankönyvkiadó, 1966 (1967). Javított utánnyomás 1968. 192 p., 2. javított kiadás változatlan utánnyomás 1970 (1971, 1975, 1977). 192 p.
- : Távbeszélőtechnika átviteltechnikai mérnökök számára. Bp., Tankönyvkiadó, 1965. 188 p. (Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa. V. 51)

Tanulmányok, cikkek:

- : Távbeszélő előfizetői vonalak többszörös kihasználása. = Magyar Híradástechnika, 1, 1946. 1. 10—13 p.
- : A gépesített távbeszélőtechnika érdekesebb számadatai. = Magyar Technika, 1. 1946. 2. 45—49. p.
- : Távbeszélő előfizetői vonalak többszörös kihasználása. = Magyar Híradástechnika, 1. 1946. 2—3. 19—22. p.
- : Ipari villamos számológép. = Magyar Technika, 1. 1946. 5. 170—175. p.
- : A Rotary-rendszerű gépesített távbeszélő központok legújabb fejlődése. = Magyar Híradástechnika, 2. 1947. 3. 42—46 p.
- , GERŐ ISTVÁN: A magyar távbeszélőipar feladatai a hároméves tervvel kapcsolatban. = Magyar Technika, 2. 1947. 7—8. 131—134. p.
- : A Rotary-rendszerű gép berendezés a telefon-

- forgalom tanulmányozására. = Magyar Híradástechnika, 3. 1948. 2. 23—25. p.
- : A nemzetközi telefonforgalom korszerűsítése. = Magyar Híradástechnika, 3. 1948. 6. 74—75. p.
- : Automata központok szerelésének és üzembe helyezésének időszerű problémái. = Magyar Híradástechnika, 3. 1948. 7. 87—90. p.
- : Elektromos impulzusok számlálása. = Magyar Híradástechnika, 3. 1948. 11. 132—134 p.
- : Telefonközpontok legújabb fejlesztési irányelvei. = BHG Műszaki Közlemények, 3. 1956. 1. 4—6. p.
- : Battery voltage problems in crossbar telephone exchanges. = Periodica Polytechnica. Ser. Electrical Engineering, 2. 1958. 4. 299—310. p.
- : A bérháztelefon mint a távbeszélőszolgáltatás olcsóbbításának egyik módja. = Magyar Híradástechnika, 9, 1958. 4—6. 149—154. p.
- : The new digital computer of the Polytechnical University Budapest. = Periodica Polytechnica. Ser. Electrical Engineering, 3. 1959. 4. 321—343. p.
- : Crossbar típusú távbeszélő rendszerek bevezetésénél felmerülő problémák. = MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei, 26. 1960. 1—4. 151—163. p.
- : Koordináta-rendszerű telefonközpont kapcsolómezejének egy méretezési módja. = BME 1961. évi Tudományos Évkönyv. Bp. Tankönyvkiadó, 1961. 201—213. p.
- : Development problems of telephone exchanges. = Periodica Polytechnica. Ser. Electrical Engineering, 5. 1961. 3. 197—214. p.
- : A method of calculation of the switching field of a crossbartype telephone exchange. = BHG Telecommunication Review, 1961. Autumn. 1—9 p.
- : Távbeszélőtechnikai fejlesztési problémák. (Akadémiai székfoglaló) = MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei, 31. 1962. 1—4. 405—426. p.
- : Speeding up of digit transmission by telephone subscribers. = Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae, 50. 1965. 1—4. 153—166. p.
- : Az adatátvitel technika társadalmi jelentősége, műszaki problémái. = BME Tudományos ülés-szak. 1967. okt. 31.—nov. 4. III köt. VII. Szekció: Híradástechnika. Bp. Tankönyvkiadó. 1967. 122—129. p.
- : A híradástechnika társadalmi jelentősége. = Magyar Tudomány, 12. 1967. 5. 315—324. p.
- , FRAJKA BÉLA: Optimum cross-point capacity of crossbar switches. = Budavox Telecommunication Review, 1970. 1. 1—7. p.
- , BUDAI LAJOS: Minimalizált kapcsológépek. = Híradástechnika, 21. 1970. 9. 257—264. p.
- : Mérnöki tevékenységem az elektronikus számítógépek „őskorában”. = Magyar Tudomány, 18. 1973. 1. 28—38. p.
- : Telefonközpontok szolgáltatásainak továbbfejlesztési lehetőségei. = Híradástechnika, 24. 1973. 8. 225—235. p.
- : Elektronikusan vezérelt telefonközpontok fejlesztési problémái. = Híradástechnika, 25. 1974. 6. 161—165. p.

- : A budapesti telefonközpontok minőségének néhány javítási lehetősége. = Híradástechnika, 26. 1975. 5. 144–149. p.

Szabadalmak:

- : Önműködő vagy félig önműködő távbeszélő berendezés. (Jelző berendezés.) Belga szabadalom: 121 108.
- , HATTON, HAIGH: Villamos jelközlési berendezés. (Azonosító.) Belga szabadalom: 127 748.
- , HATTON, HAIGH: Villamos jelközlési központi berendezés. (Beszédjegy nyomtató.) Belga szabadalom: 123 066.
- , HATTON, HAIGH: Távközlési központ berendezés. (Tarifajegyző áramkör.) Belga szabadalom: 126 313.
- , HATTON: Jelközlési központi berendezés. (Azonosítás.) Belga szabadalom: 126 437.
- , HATTON, HAIGH: Több azonos felszereléssel ellátott villamos jelközlési berendezés. (Önműködő vizsgáló berendezés.) Belga szabadalom: 126 916.
- : Berendezés távbeszélő vagy más jelközlési berendezés útján létesített összeköttetések önműködő feljegyzésére. (Beszédjegynyomtató.) Belga szabadalom: 128 425.
- , HATTON: Önműködő keletjelző vagy keletfeljegyző berendezés. (Beszédjegynyomtató.) Belga szabadalom: 123 164.
- : Villamos vizsgáló berendezés, amellyel több hasonló villamos áramkör vagy kapcsológép közül bármelyiknek egy másik áramkör csoportba tartozó kívánt vagy szabad áramkörrel vagy kapcsoló géppel való összeköttetése vezérelhető. (Vizsgáló áramkör.) Belga szabadalom: 123 874.
- : Önműködő kereső kapcsológép számára való áramköri elrendezés. (Beszédjegynyomtatás.) Belga szabadalom: 126 313.
- , HAIGH: Távközlő központ berendezésekhez való díjmegállapító berendezés. (Automata ticketing.) Belga szabadalom: 125 546.
- , de VRIENDT: Önműködő távközlési központi berendezés. (Beszédjegynyomtató.) Belga szabadalom: 130 638.
- , REYNOLDS, FÜZESI: Hangfrekvenciás jelzéssel működő távközlési központberendezés. (Hangfrekvenciás jelzés.) Belga szabadalom: 130 131.
- , FÜZESI, PÖSCHL: Berendezés hívó vonalvezetékek vagy állomások azonosságának megállapítására. (Azonosító.) Belga szabadalom: 129 756.
- , HATTON, HAIGH: Villamos számláló berendezés betűkulcsos jelek egymásután következő áramlökéscsoportjait vevő szerkezettel. (Könyvelőgép.) Belga szabadalom: 131 042.

- : Távközlési központi berendezés. (Azonosító, társas.) Belga szabadalom: 130 730.
- , KRUIHOF, den HERTOOG: Távközlési kapcsoló berendezés egy vagy több csoportválasztó fokozattal. (7-E csoportválasztó.) Belga szabadalom: 137 630.
- , KRUIHOF, den HERTOOG: Vonalválasztós távközlési kapcsolóberendezés. (Vonalválasztó váltóáramú kijelöléssel.) Magyar szabadalom: 139 396.
- , KRUIHOF: Távközlési kapcsolóberendezés. (Azonosítás.) Belga szabadalom: S-19117.
- , KRUIHOF: Távközlési központberendezés. (Indítás regiszterből.) Magyar szabadalom: 162 551.
- , BALOGH PÁL: Kiegészítő központberendezés. (Indítás regiszterből.) Magyar szabadalom: 162 551.
- , KRUIHOF: Elektromos számológép. USA szabadalom: 2, 344, 885.
- , KRUIHOF: Kalkulátor berendezés. USA szabadalom: 2, 283, 999.
- , HATTON, HAIGH: Géptáviróval működő kalkulátor. USA szabadalom: 2, 645, 420.
- : Számítógép szabadalmak, pontos adatok még nem ismertek: Kalkulátor kívánt pontosságú eredménnyel. Hányados meghatározása Wheatstone hiddal. „Subtotal”-okat kiadó kalkulátor. Kalkulátor „állandó szorzó”-val. Kalkulátor „egyszeregy” ák-rel. Elektromos kalkulátor. Kalkulátor No. 4.

Nyomatásban meg nem jelent előadások:

- : Vorteile des Zweifrequenzsystem. Leningrád, 1957.
- : Entwicklungsplan der Fernwahl in Ungarn. Leningrád, 1957.
- : Gesichtspunkte des Transitierens in Fernwahl. Prága, 1957.
- : Problems arising in connection with the introduction of crossbar type telephone exchanges. Kínai Népköztársaság, 1958.
- : Principles of development of telephone exchanges. Kínai Népköztársaság, 1958.
- : A new calculation method of telephone exchanges. Moszkva, Leningrád, 1960.
- : Térelosztásos kapcsolómező új méretezési eljárása. Budapest, 1960.

Befejezés

Egy évvel halála után a távbeszélőtechnika tudós művelőjét és a programozható jelfogós számítógép megalkotóját tiszteljük emlékében.

Az elektronikus kapcsolástechnika megjelenése és elterjedése Magyarországon*

BERECZ FRIGYES

BHG Híradástechnikai Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk bemutatja az elektronikus kapcsolástechnika hazai fejlesztésének történetét és eredményeit. Rámutat: az első, 1957–77 közti időszak elfelejtett vagy kevés visszhangot kiváltó eredményeire, de a kudarcokra és azok okaira is; majd az 1977-tel kezdődő, ma is jellemző következetes fejlesztési időszak sikereire, ezek alapján a hazai távközlés fejlesztésének jövőbeni lehetőségeire.

„Miért rosszak a magyar telefonok?” E címen jelent meg 1977 decemberében Kozma László akadémikus nagy visszhangot kiváltó cikke az Új Tükör hasábjain (1). A telefonellátás alacsony színvonala miatt már akkor is elégedetlen közvélemény élénk helyesléssel, a szakemberek a szerző gondolataival részben egyetértve, részben ellenkezve vitatták a súlyos megállapításokat.

Amiben a közvélemény is, a szakemberek is egyetértettek Kozma Lászlóval, az az alacsony hazai telefonsűrűségnek és műszaki színvonalnak, s a hírközlő rendszerünk leromlott állapotának bírálata volt. Amiben eltértek a vélemények, az az elektronikus telefonközpontok közeli elterjedésének, s főként e rendszerek hazai fejleszthetőségének kétkedő megítélése volt.

Bevezetés

Előadásomban arra szeretnék rámutatni, hogy hazánkban igenis volt és van elegendő felhalmozott tudás és tapasztalat az elektronikus kapcsolástechnika kutatására, fejlesztésére; inkább az a megdöbbentő, milyen tékozlóan gazdálkodtunk eddig ezzel a szellemi tőkével.

A magyar kutatók, fejlesztők az élenjáró ipari országok szakembereivel egyidőben kezdték meg az új rendszerek kidolgozását. Sőt, még arra is volt erő és elgondolás, hogy egyszerre két, párhuzamos — de egymástól távol haladó — úton induljanak el, elutasítva egymás elképzeléseit.

Az egyik út az evolúcióé, a fokozatos elektronizálásé volt. A másik — legalábbis szándéka szerint — a revolúcióé, a gyakorlat eddigi eredményeit elvető, gyökeresen új elméleti alapokra épülő teljes elektronizálásé.

Az 1957–1977 közötti évek

Kövessük végig előbb az evolúciós úton járók 1957–1977 közti első húsz évének eredményeit és kudarcait.

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén.

BERECZ FRIGYES
1964-ben szerzett oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. Pályafutása során előbb a professzionális rádiótechnika, majd a vezetékes vöröshullámú technika kérdéseivel foglalkozott,

1968 óta a kapcsolástechnika a fő működési szakterülete.

1981 óta a BHG Híradástechnikai Vállalat vezérigazgatója. Tagja a HTE Elnökségének és az MTA Távközlési Rendszerek Bizottságának.

1957-ben dolgozták ki a Magyar Posta és az ipar szakemberei a hazai távhívás tervcélját. Már ebben a dokumentumban megfogalmazódott az igény, hogy a távhívó hálózat arra alkalmas részein — a rurál hálózatokban — elektronikusan vezérelt, crossbar kapcsolómezőt tartalmazó berendezéseket helyezzenek üzembe. S egy évvel később: 1958-ban életre kelt a BHG-ban egy 20 vonalas labor-modell, amely az alkatrészipar akkori adottságaihoz igazodva, diszkrét elemekből felépített elektronikus vezérlővel működött, s lehetőséget adott a kísérletekre, melyek alapján 1962-re elkészült, s a budapesti Teréz-központban üzembe is lett helyezve egy 100 vonalas elektronikus vezérlésű városi központ modell. A sikeres próba alapján 1963-ban megfogalmazták egy olyan góckörzet tervcélját, amelynek a vég-, a szektor-, a tandem szektor- és a gócközpontjai elektronikus vezérlésűek. A próbaüzemre a Balaton-felvidék lett kiszemelve.

1964 és 1972 között a BHG-ban, dr. Molnár Pál vezetésével az összes szükséges típust kifejlesztették, némelyiket két (egy alap- és egy korszerűsített) változatban is, ezekből alakult ki a következetesen tipizált EC család (2).

Végközpontként előbb a CR 20, majd az ECR 2001 készültek el, 1965-ben megkezdődött a próbaüzemük is. Majd a CR 41, ezt követően a továbbfejlesztett, végleges konstrukciók: az ECR 21, 41 és 43; szektor-központ céljára pedig az ECR 400 és 2000 készültek el. Ezek 1968-ban lettek üzembe helyezve. Gócközponti alkalmazás céljára az ECT 500 lett kifejlesztve, ezt 1973-ban helyezte üzembe a Magyar Posta, Szegeden.

Az EC családdal az alkotók mind rendszertechnikai, mind áramköri szempontból igen sok újdonságot vezettek be a telefóniába. A huzalozott programvezérlés új vonása volt a decentralizálás: a részfunkciókat működtető vezérlő részek elosztása és részbeni függetlenítése; továbbá a kétszintűség: a közös vezérlő és a decentralizált vezérlők gazdaságosság

szempontjából optimalizált együttműködése. Vonali jelzésekre az MFC rendszer egy olyan változatát dolgozták ki, amely két- és négyhuzalos üzemmódban is működtethető, előre 16-féle, vissza 6-féle jelzés küldhető általa. A hívó, illetve a hívott informálását 6 különböző hangjelzéssel oldották meg.

Különös gondot fordítottak a berendezések megbízható üzemeltetésére. Gondosan válogatott, tipizált alkatrészválasztékból szabványos alapárakörököt terveztek, amiket a legkedvezőtlenebb üzemi viszonyokra méreteztek. Az elektronikus, illetve hagyományos áramkörök kapcsolódását speciális, huzalrugós jelfogókkal oldották meg, amelyek élettartamuk során karbantartást nem igényelnek. A legfontosabb közös elektronikus részegységeket: a csoportvezérlőt, a számító és a logikai elemző berendezést duplikálták. A fejlesztők a tervezés folyamán eredendően újat alkottak, amit a rendszer magyar szabadalmakkal való teljes lefedése is bizonyít.

Az észak-balatoni, a soproni és a szegedi telefonhálózatban mintegy tízezer vonalnyi EC központ lett üzembe helyezve, amelyek nagyrészt még ma is működnek. A nagyobb arányú elterjedést nem a konstrukció tökéletlensége, hanem a hazai elektronikus alkatrészek magas ára akadályozta meg. Az EC család azonban az ipar és a Magyar Posta számára a jövőre való felkészülést, az ismeretek és a tapasztalatok megszerzését jelentette. Az itt alkalmazott megoldások elterjedtek a BHG sok más központrendszerében is.

Az EC fejlesztés egyik oldalágából bontakozott ki a szovjet–magyar kétoldalú tudományos-műszaki együttműködés. 1971-ben megállapodást kötöttek a kvázielektronikus, univerzális üzemi-hivatali-rurál központok közös kifejlesztésére, amelyhez felkivánták használni a magyar tapasztalatokat is. A BHG feladata a tárolt program vezérlés (TPV) kidolgozása volt, amit sikerrel megoldott. A közös fejlesztést 1976-ban az alkatrészbázisok összeegyeztethetlensége miatt abbahagyták. (Mindkét fél addigi eredményeit felhasználva külön-külön tovább folytatta a munkát. A rigai VEF gyárban kifejlesztették a KVANT kvázielektronikus hivatali központ családot, a BHG-ban pedig előbb a kvázielektronikus QA, majd a teljesen elektronikus TPV, analóg EPEX alközponti családot.)

A hetvenes évek elején, amikor a svéd licenc alapján átvett AR központok gyártása megindult, az EC rendszer gazdaságos gyártása lehetetlenné bizonyult, a fejlesztési erőfeszítések átmenetileg gyengültek. Fiatal mérnökök egy kis csoportja ebbe nem tudott belenyugodni. Bár a BHG fejlesztési terveiben ilyen feladat nem is szerepelt, kidolgozták az EH 11 és 21 tíz-, illetve húszvonalas, teljesen elektronikus házi központokat (3). Az első prototípus 1972 végén lett üzembe helyezve. Az EH-ban tranzistorokból épült analóg elektronikus kapcsolómezőt, s integrált félvezetőkkel megvalósított elektronikus vezérlőt alkalmaztak. A prototípusok két évig üzemben voltak, de a sorozatgyártás nem indult el, a magas alkatrészárak és a technológiai alapok akkori hiánya miatt. Amikor ezek az akadályok elhárultak, kibontakozott a fejlesztés koncepciózus útja is a BHG-ban.

A posta, illetve a szovjet ipar által igényelt és elősegített evolúciós fejlesztéssel egyidőben, de gyökeresen új evolúciós-elvi alapon egy másik fejlesztés is indult. A Távközlési Kutató Intézetben 1962-ben megkezdődött, s 1975-ig folyt az AKS (Adresse Kode System — címkód rendszer) kutatása és kifejlesztése dr. Ács Ernő vezetésével. Kezdetben „csak” egy újabb — a PCM—TDM rendszerénél tökéletesebb — átviteli rendszer megalkotása volt a cél, de az AKS hamarosan új időosztásos kapcsolástechnikai rendszerkonceptióként vált ismertté (4).

Mint átviteli rendszer, azáltal szándékozta meghaladni a (iparban akkor sorozatban még nem is gyártott) PCM—TDM rendszert, hogy az AKS modulációval több mint kétszeres információmennyiséget tervezett átvinni azonos sáv szélességű csatornán. Ezt úgy érte el, hogy az analóg jelből vett minden egyes mintához a csatorna sorszámát tartalmazó kódot rendelt. Ezáltal egy-egy minta 8 bitjéhez egy 9 bit terjedelmű címkódot adott, így 17 bites jeleket kellett átvinni. De ugyanakkor egy kapuáramkör a mintát csak akkor engedte tovább, ha az egy küszöbszintnél magasabb analóg információt tartalmazott. A címkód az átvivendő információ mennyiségét ugyan növelte, de a szint szerinti rostálás ennél lényegesen nagyobb mértékben csökkentette, ezek eredőjeként képződött a több mint kétszeres átviteli kapacitás.

A primer AKS rendszerben egy időintervallumban legfeljebb 28 csatornából vett jel juthat el a vételi oldalra. Ha ugyanekkor legfeljebb 28 a küszöbszintet elérő minták száma, a rendszer hibátlanul működik. Ha több, akkor a véletlen dönti el, mely minták jutnak át, melyek vesznek el. Ebből képződik az AKS rendszerre jellemző mintavesztési torzítás, ami egy küszöbszint alatt a beszédet érthetlenné teszi.

Az AKS rendszert jellemző címkód elvileg alkalmas kapcsolástechnikai feladatok vezérlésére is. De e célból a mintához a hívót jellemző kód mellé további, a hívottat jellemző kódot kell rendelni. Kiterjedt, többsíkú hálózatban ezért az alapinformációt hordozó 8 bit mellé az alaprendszerben elégséges 9 bites helyett lényegesen terjedelmesebb, szélső esetben akár 22 bites címkód is kerülhet. Mivel az AKS kapcsolási elv alkalmazása esetén nincs állandó — hívástól a bontásig tartó — kapcsolat, minden egyes mintát a hívottig kell vezérelni. Ez a vezérlők folyamatos, és a hosszú címkód miatt rendkívül gyors működését igényli.

Egy AKS—30 jelű mintaberendezés-párt a KGST együttműködés keretében 1967—68 közt kipróbáltak Berlinben. Az átviteli rész kis forgalom mellett jól működött, nagyobb forgalomnál megjelent a mintavesztési torzítás. A kapcsolástechnikai rész sok hibával működött, s az akkori kezdetleges vizsgáló műszerekkel ennek okát nem lehetett gyorsan, jól behatározni és elhárítani. A TKI ezután 1969-ben egy leningrádi kutató intézettel kötött együttműködési szerződést az AKS rendszer továbbfejlesztésére. Az együttműködés nem volt sikeres, és 1973-ban a lejárt szerződést nem újították meg.

Az AKS rendszerről a nézetek 1977-ben még egyszer összecsaptak az OMFB által kezdeményezett vitán (5). Az előterjesztés fő argumentuma az AKS rendszer rendkívüli gazdaságossága volt. De ipari

gyártásra érett, üzemszerűen, tömegforgalomban, különböző hálózati viszonyok közt kipróbált AKS központ nem létezett, a nagy részletességgel kidolgozott — de nem szakszerű — gazdaságossági számítás-emiatt nyilván csak hipotétikus lehetett. Ezért a vevők nem érdeklődtek komolyan az AKS rendszer iránt, s így az ipar sem vállalhatta, hogy nagy anyagi kockázattal a fejlesztést végig viszi és befejezi.

A vitára végül is az tett pontot, hogy a hetvenes évtized végére mintegy tíz—tizenkét — a szakmában élen járó — világcég kidolgozta a maga teljesen elektronikus, digitális, tárolt program vezérlésű rendszerét, melynek fejlesztésekor már szem előtt tartották az évszázad végére általánossá váló ISDN (Integrated Services Digital Network — Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat) követelményeket. Ezek mindegyike már bebizonyította: gyakorlatilag rendelkezik mindazzal az előnnyel — s még számos egyéb jó tulajdonsággal is —, amivel az AKS csak hipotétikusan. Ennek eredményeként ma már világszerte több tízmillió digitális vonal van üzemben.

A hazai elektronikus kapcsolástechnika első húsz évét tehát nem a világszínvonalról való egyértelmű elmaradás, hanem a megosztottság jellemezte. A szakma élvonalával egyidőben a magyar mérnökök is önállóan létrehozták alkotásaikat. De a kiváló műszaki alkotások talajáról mégsem lendült fel a gazdasági siker. Ennek okait egyrészt a hazai háttérpar már akkor is számottevő elmaradásában találjuk meg, emiatt nem volt lehetséges még a műszakilag sikeresen vizsgázott új termékek gazdaságos gyártása sem, másrészt a fejlesztések koordinátlanságában, versengésében, ami a szűkös erők szétforgácsolódására, az iparpolitikát irányítók félretájékoztatására, ennek következtében utóbb rossznak bizonyult döntésekre vezetett.

A kvázielektronikus korszak

1977-re kialakult egy gyakorlatilag is végigjárható új út. Ennek előfeltétele volt az előző húsz év felhalmozott ismerete, tapasztalata, a kudarcok kritikus elemzése; továbbá hogy a crossbar technika leértékelődése sokkal hamarabb megkezdődött, mint amikor azt a szakértők prognosztizálták.

Hazánkban az első sikeres fejlesztés az elektronikus kapcsolástechnika területén a QA kvázielektronikus alközponti család volt (6). Az 1975—1978 közötti időszakban előbb egy magyar konstrukciójú „mini-switch” géppel, később az NSZK-beli Telefonbau und Normalzeittől vásárolt multireedcsöves kapcsoló mezővel készültek el a prototípusok, melyek 1976-ban, majd 1977-ben a brnói és budapesti ipari kiállításokon aranyérmet, illetve nagydíjat nyertek. A családnak egy közepes kapacitású (100—400 vonalas) tagja: a QA 96; és egy nagy vonalszámú (400—6000 vonalas) tagja: a QA 512 lett kidolgozva és került gyártásra.

A hetvenes évek közepétől elviselhető áron elérhetővé váltak nálunk is a közepesen, illetve magasan integrált félvezető eszközök; megjelent az elektronikus hardware technika és technológia. Ezek lehetővé tették, hogy a tárolt programvezérlést 1000 vonal alatti kapacitástartományokban is gazdaságosan

meg lehessen oldani. De hogy a gazdaságosság még 100 vonal körül is fennálljon, ugyanakkor több ezer vonalas kapcsolómező vezérlése is hibátlan legyen, a centralizált vezérlés elvét el kellett vetni, s ki kellett dolgozni a decentralizált vezérlést, az univerzális vezérlők együttműködését. A QA családban alkalmazott egy-egy MAT 512 processzor vagy egy 512 helyi vonalból álló blokkot, vagy egy 64 trónköt tartalmazó csoportválasztó blokkot képes vezérelni, ezért egy QA 512 nagyvonalszámú alközpontban, maximális vonalkapacitás és forgalom esetén 16 processzor működik együtt. A vezérlők minden funkció működtetésére alkalmasak, ezért a funkcionális áramkörök igen egyszerűek. Az ember—gép kapcsolat teljesen eltért a telefonközpontoknál addig kialakult módszerektől, s hasonlóná vált a számítógépeknél kialakultakhoz. A két típusból 1978—1983 közt összesen 30 ezer vonalnyi berendezés készült el. Ezek nagyobb részt hazánkban és a CSSZSZK-ban, kisebb részt tőkés országokban kerültek üzembe helyezésre. A kvázielektronikus generáció azonban utóbb átmenetinek bizonyult a kapcsolástechnika világméretű fejlődésében, ezért a QA család kibocsátása is hamarosan megszűnt.

Az elektronikus korszak

1981-re, még a kvázielektronikus alközpontok kifutása időszakában, az itt elért eredményeket is felhasználva, igen rövid idő alatt elkészült a teljesen elektronikus, analóg kapcsolású EPEX alközpont-család első tagja, a közepes (100—400 vonal) kapacitású EP 128 is. A döntő különbség a QA és az EP között a kapcsolómező konstrukciójában volt. Ez utóbbinál dielektromosan szigetelt technológiával készült, tirisztorokat tartalmazó monolit áramköröket alkalmaztak. Egy-egy IC $4 \times 4 \times 2$ keresztpontról álló kapcsoló mátrixot tartalmaz; 12 db IC-ből áll egy-egy $16 \times 8 \times 2$ kapacitású, 3 fokozatú visszahurkolt kapcsolómező blokk. Ezek alkalmazásával a központ méretei még a QA-hoz képest is felére csökkentek (a crossbar alközponténak pedig egytizedére).

1982—83 folyamán elkészültek a 32 és 64 vonalas EP 32 és EP 64, valamint a nagyvonalszámú (400—6000 vonalas) EP 512 alközpontok is, továbbá a szálodaközpont változatok. 1981—84 közt — dinamikus termelésfelfutással — az összes értékesítés meghaladja a százezer vonalat. A rendelésállomány alapján több éven át még jelentős eladás valószínűsíthető.

Az EPEX-család 1982-ben Lipcsében aranyérmet, az EP—512 1983-ban a BNV-n nagydíjat nyert.

Szinte az EPEX családdal egyidőben, megkezdődött a DIPEX digitális alközpontcsalád fejlesztése is. 1983-ra elkészültek a DP 20, DP 50 jelű, 20 és 50 vonalas egy buszos változatok. Ezek közül a DP 50 1984 elején próbaüzembe lett helyezve, sorozatgyártásuk 1984 végén indul. A DIPEX család a DP 100-al lesz teljes, és fejlesztése 1985-re fejeződik be (7).

A digitális alközpontok tárolt programvezérlését egy 8 bites mikroprocesszorral oldották meg, a konstrukció lehetővé teszi az öntesztelést is. Az elosztott kapcsolómezőt a vonalankénti kodekek és egy 2 Mbit/s sebességű primer PCM buszvezeték képezi, 30 időrés a beszédkapcsolatot, 2 speciális időrés közül

az egyik a kezelőhöz bejövő hívásokat, a másik a hangjelzéseket közvetíti. Mivel a kapcsolat négyhuzalos, legfeljebb 15 egyidejű beszélgetés lehetséges.

A DIPEX rendszer — adottságai alapján — lehetővé teszi az üzleti-irodai hírközlés elektronikus szolgáltatásainak bevezetését. A későbbiekben kialakítható lesz háziközpontnak, nyilvános hálózat végközpontjának, négyhuzalos tranzitközpontnak is.

1981-ben a TKI-ban megkezdődött a PRS rendszer (PCM Rural System) kifejlesztése. A cél: egy komplex, digitális elosztott rurál és elővárosi távközlő rendszer kialakítása, amely a meglévő hálózat magasabb síkjaihoz kapcsolódik. Viszonylag kis súlyt képvisel e rendszerben a kapcsolástechnika, amit a PRC kapcsoló és vezérlő berendezés valósít meg. Mivel a PRS rendszerről az MTA 1983. V. 2-i tudományos ülészakán mélyreható ismertetés hangzott el, részletezésétől eltekintek (8).

Az elektronikus telefónia rohamos térhódítása ellenére a világon ma üzemben levő mintegy 600 millió vonal közel 90%-a még mindig elektromechanikus telefonközpontokhoz kapcsolódik. Ezek eszközértéke rendkívül magas; évtizedekbe telhet, mire valamenynyit felváltják korszerű digitális központtal. Addig is a sokféle rendszernek kényszerűen együtt kell működni, ez még inkább sürgetővé teszi a hagyományos központrendszerek üzemképességének, megbízhatóságának növelését elektronikus eszközökkel.

Ezt a tényt felismerve, a BHG 1981-ben megkezdte olyan berendezések kifejlesztését, amelyekkel bármilyen rendszerű telefonközpontok folyamatos ellenőrzését, felügyeletét el lehet látni, s amelyekkel megoldható az adatok gyűjtése, rendszerezése, kiértékelése, későbbi beavatkozás céljából. Ez a rendszer a LOTRIMOS (Local and TRansit Remote Integrated Measuring and Observation System — Integrált Üzemfelügyeleti Rendszer Helyi és Távhívó Központokhoz), amelyeken belül elkészült a LIMOS intelligens terminál a helyi, a TIMOS a tranzit központokhoz, s amelyek — az adott központtal összekapcsolva — önállóan is működőképesek, ellátva egy-egy objektum felügyeletét (9). A terminálokból összekapcsolható egy-egy szektorhálózat felügyeleti rendszere, ezekből egy-egy góchálózaté, végül akár egy ország távközlő hálózatának integrált felügyeleti hierarchiája is. A csomópontokban a LOTRIMOS regionális központ fogadja az adatokat és a CPU (Central Processing Unit) segítségével dolgozza fel a különböző felügyelő és karbantartó hivatalok számára. (Ezek az alábbiak lehetnek:

- Üzemeltetés és fenntartás
- Forgalmi adminisztráció
- Szolgáltatás minőségellenőrzés
- Számlázás
- Átviteli csatornák fenntartása
- Előfizetői panaszok intézése.)

Lehetséges a hagyományos és a digitális rendszerekből összetevődő vegyes hálózatok együttes felügyelete is.

Egy-egy alrendszer-terminál teljes kiépítés esetén 32 ezer mérőpontra kapcsolható, amelyek software eszközökkel csoportokba rendezhetők. A mérőpontokról kapott jeleket a scanner processzorok érzé-

kelik, amelyek az állapotváltozásra utaló jeleket a vezérlő processzornak továbbítják. Ezek követik a mért áramkörök üzemét, működtetik a statisztikai számlálókat. A scanner és a vezérlő processzorokból 2000 pontonként (terminál szekrényenként) 1—1 db működik, kimenő jeleiket a rendszerbusz gyűjti össze és továbbítja tárolásra, vagy feldolgozásra. Ezt a folyamatot a periféria processzor vezérli.

Az operátor processzor által a rendszer — helyben vagy magasabb síkon — a kezelő személy utasításait hajtja végre. A kapcsolat megkönnyítésére a rendszer adatrögzítőket és megjelenítőket működtet. A terminálok öntesztelésre is képesek automatikus hibakijelzéssel. A felügyelt központ hibái gépi úton igen nagy pontossággal megállapíthatók, a rutinvizsgálatok ezért elhagyhatók. Folyamatos forgalom mérésre és hatékonysági aránymérésre képes, átveheti a díjrögzítés és számlázás feladatát, felügyelheti a nyilvános állomásokat. Központrendszerekhez kapcsolva a hálózati irányítási feladatok egy részét is elláthatja.

A gyakorlati alkalmazhatóságot a budapesti nemzetközi távhívó központ mellett 1983-ban üzembe helyezett 5000 mérőpontos, és a drezdai távhívó központ mellett 1983-ban üzembe helyezett 24 000 mérőpontos terminál bizonyítja. A LOTRIMOS 1984-ben a BNV-n nagydíjat, a brnói kiállításon aranyérmet nyert.

Záró gondolatok

Az elmondottak szerint a magyar híradásipar az 1981-től gyártásba került, vagy a fejlesztés biztató szintjét elérte rendszereivel: az EPEX és DIPEX alközpont-családokkal és a LOTRIMOS üzemfelügyeleti rendszerrel a kapcsolástechnika elektronizálását a teljes távközlési rendszer számottevő részére magas műszaki színvonalon, önálló, új utakon járva megoldotta, vagy egy-két éven belül megoldja.

Ha figyelembe vesszünk néhány olyan, folyamatban levő fejlesztést is, amelyekről nem esett szó részletesen — mint például: a PRS rurál rendszer, az EP szállodai központok, EPK rurál központok, az FT elektronikus főnöktitkári berendezés — állítható: a kapcsolástechnika elektronizálása hazánkban megkezdődött, jó irányban halad. (1985 végére az MNK-ban üzemelő elektronikus alközpontok vonalszáma eléri a 100 ezer vonalat — az összes üzemelő vonal 7%-át.)

Mindezek ellenére szembe kell nézni azzal a ténnyel, hogy a legnagyobb súlyú feladatokat: az ISDN követelményeknek megfelelő nagy vonalszámú városi, és a nagy trónkszámú távhívó központokat a magyar ipar egyesített erővel sem lenne képes kifejleszteni. Ezért a hazai fejlesztés energikus folytatása mellett továbbra is szükség van a szocialista országok összefogásával egy ISDN rendszer kifejlesztésére is, és egy újabb licenc vásárlására is.

A KGST VB szófiai ülésén 1981. VII. 2-án határozatot hoztak az Egységes Kapcsolástechnikai Rendszer (EKR) közös kifejlesztésére. (Hasonló határozat van érvényben az Egységes Digitális Átviteltechnikai Rendszer — EDAR — és az Egységes Mozcsozolgá-

lati URH Rádiótelefon rendszer — EMUR — kifejlesztésére is.) Az EKR tárolt program szerinti mikroprocesszoros, elosztott vezérlésű, digitális rendszer lesz. A fejlesztés 1988 körül fejeződik be. A tagországoknak nemcsak a rendszert, de a szükséges anyag- és alkatrészháttérrel is ki kell fejleszteniük.

A magyar ipar mindezek mellett — elsősorban a Magyar Posta hazai igényei, s a többrelációs külpiaci versenykövetelmények teljesíthetősége céljából — újabb licenc megvásárlására is készülődik. 1981-ben a Magyar Posta, a BUDAVOX Rt. és a BHG ajánlati felhívást bocsájtott ki, számos értékelhető ajánlatot kaptak, ezek kiértékelését elvégezték. A döntés ez évben napirendre került volna. A COCOM országok 1984. júliusi határozata szerint azonban csak 1988. január 1. után engedélyezhető a berendezések és a technológia eladása szocialista országokba. Ezért leghamarabb a VII. ötéves terv utolsó évében érkezhethet a magyar híradásipar a gyártás kezdetéhez. Ez a döntés még hangsúlyosabbá teszi a hazai fejlesztések fontosságát. Mind a licenc, mind a hazai fejlesztések nemcsak a BHG-tól, de legalább tíz más magyar vállalatától — s mindenekelőtt a Mikroelektronikai Vállalatától — is kiemelkedően nehéz, de rendkívül fontos és szép feladatok megoldását igénylik. Ha a licenchesítés végül is megvalósul, a hazai fejlesztésű termékekkel együtt mennyiségileg is, minőségileg is az új utakra térés lehetőségét nyújtja majd a hazai távközlés fejlesztése számára.

I R O D A L O M

- [1] *Kozma László*: Miért rosszak a magyar telefonok? (Új Tükör, 1977. 52. szám).
- [2] *Pató Lajos*: Rurál hálózat EC központokkal. I—II. rész (Műszaki Közlemények, 1974. 3—4. szám).
- [3] *Balogh Dezső és szerzőtársai*: Elektronikus házi telefonközpontok: EH 10, EH 11, EH 21 (Műszaki Közlemények, 1976. 1. szám).
- [4] *Ács Ernő*: Címkód (AKS) kapcsoló alkalmazása integrált digitális hírközlő hálózatokban. (Híradástechnika, 1978. 6. szám).
- [5] *Dr. Ács Ernő*: Tézisei a „Címkód (AKS) kapcsoló alkalmazása integrált digitális hírközlő hálózatokban” témában. (OMFB 1977. II. 7-re meghirdetett szakmai vitájára).
- [6] *Mikics László—Pató Lajos*: A BHG kvázielektronikus alközpontjai (Híradástechnika, 1977. 12. szám).
- [7] *Horváth Imre*: Magyar fejlesztésű kiskapacitású digitális alközpontok (Híradástechnika, 1984. 6. szám).
- [8] *Dr. Tófalvi Gyula*: A hazai ipari kutatás-fejlesztés a távközlési és informatikai szolgáltatások új irányjaiban. (Híradástechnika, 1983. 12. szám).
- [9] *Dr. Eisler Péter*: Tárolt programvezérelt üzemfelügyeleti és karbantartó rendszerek (Híradástechnika, 1982. 10. szám).

Szabad Műszerkapacitás Adattár

A telepített, nem mozgatható, nagyobb értékű műszerek jobb kihasználásának elősegítésére hoztuk létre a szabad mérőkapacitás adattárát, amely a műszerek bejelentett szabad kapacitására vonatkozó információkat nyilvántartja, és azokat az igénybe vehető mérési szolgáltatást kereső kutatóhelyek, vállalatok, szakemberek részére hozzáférhetővé teszi.

Hogyan veheti igénybe?

A mérési szolgáltatást igénylők személyes érdeklődés vagy levélbeli megkeresés útján tájékozódhatnak az általuk igényelt és az adattárban nyilvántartott lehetőségekről. A Szabad Műszerkapacitás Adattár azoknak a műszerüzemeltetőknek adatközléseit tartalmazza, akikről önkéntes bejelentés érkezik más kutatóhelyek által igénybe vehető szabad mérési kapacitásról.

Jelentse be szabad mérési kapacitását!

Bejelentésében közölje az igénybevehetőség feltételeit és műszerének kiépítettségét (tartozékok, különleges üzemmódok stb.) is!

A Szabad Műszerkapacitás Adattár igénybevétele akár bejelentés, akár keresés esetén díjtalan.

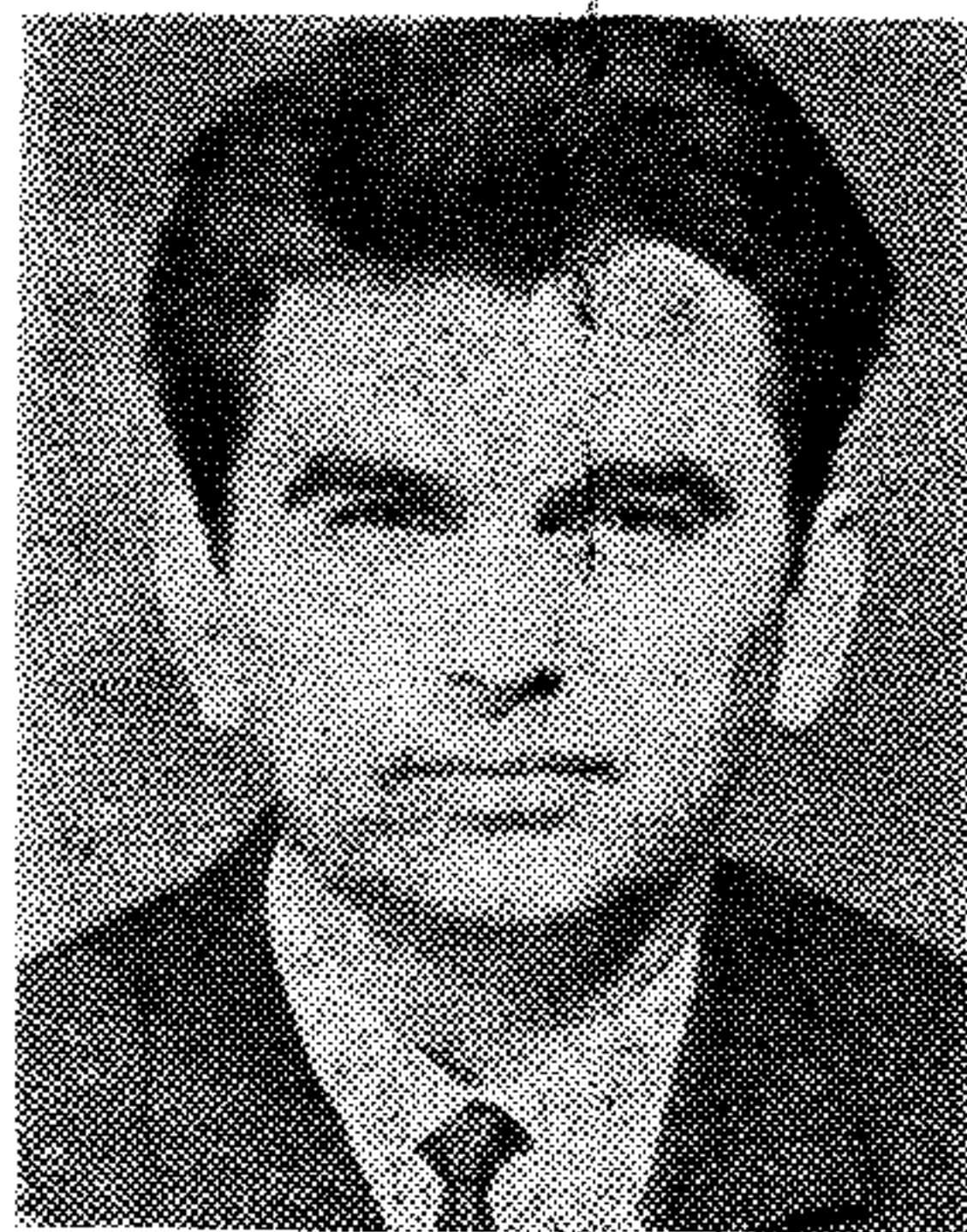
Címünk:



Magyar Tudományos Akadémia
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat
Szaktanácsadási osztály
Budapest, Lenin krt. 67. 1067
Telefon: 420-144

Távközlési kutatás-fejlesztésünk főbb irányai az 1986–90 években*

DR. TÓFALVI GYULA
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző először összegezi a VI. ötéves tervidőszakban végzett távközlési kutatás-fejlesztés — várható — főbb eredményeit. Ezután áttekinti az 1986–90 közötti évek munkáinak fő céljait. A kutatás-fejlesztési koncepciót rendszertechnikai, kapcsolástechnikai, átviteltechnikai, végberendezés-technikai és úrtávközlési tématerületeken elemezve körvonalazza a VII. ötéves tervidőszakra.

1. Bevezető

A VII. ötéves tervidőszakra szóló távközlési kutatás-fejlesztési koncepciónk kialakításánál az első és legfontosabb tény, amit figyelembe kell vennünk, hogy fejlődésünk és azon belül kutatás-fejlesztésünk is egy folyamat, melyben helyi és időszakos szélső értékek ellenére csak részek fejeződnek be a VI. ötéves tervidőszak végével és csak részek kezdődnek a VII. ötéves tervidőszak indulásakor. Minden lényeges, ami történt és történni fog, egy folyamat része, amely sok évvel ezelőtt kezdődött és sok évig tartani fog.

Ezt igazolja az is, hogy azok a feladatok, amelyeket koncepciónk középpontjába kívánunk a VII. ötéves tervidőszakban állítani, részben ismertek voltak már a VI. ötéves tervidőszak programjának összeállítására idején is, részben pedig a VI. ötéves tervidőszak munkáinak folyamatában formálódott ki.

Vegyük alappéldának a digitalizációt, mely sok évvel ezelőtt kezdődött kutatás-fejlesztésünkben és évtizedekig tartani fog ezután. Egy másik példa lehet az analóg/digitál kompatibilitás kielégítésével kapcsolatos kutatás-fejlesztési munkánk, mely hosszú múlttal szerepel kutatás-fejlesztési munkánkban és évtizedekig tartani fog.

A VI. ötéves tervidőszak távközlési kutatás-fejlesztési munkánkról röviden csak annyit szeretnék megemlíteni, hogy az alkotó, sikeres, szép időszaka távközlési iparunk életének, melynek eredményeként olyan rendszerek és rendszerösszetevő berendezések kerültek kidolgozásra, amelyek reális hazai feltételt biztosítanak, a VII. ötéves tervidőszak kezdetétől, a magyar távközlési hálózat súlyos elmaradottságának felszámolásához, a hálózat fokozatos digitalizációjához és továbbfejlesztéséhez. A VI. ötéves tervidőszak távközlési kutatás-fejlesztése nyomán kibontakozott nálunk is a digitalizáció és a COMPUTER & COMMUNICATION konvergenciája, kidolgozásra kerültek az első tárolt programvezérlésű kis- és közepkapacitású központok, a különböző jelsebességű PCM átviteli berendezések, megvalósulnak az első fényátviteli összeköttetések, új mikrohullámú

DR. TÓFALVI GYULA

A Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen, majd a Budapesti Műszaki Egyetemen tanult. 1954-ben szerezte meg a villamosmérnöki diplomát. 1954–1975 között az Elektromechanikai Vállalatnál dolgozott, ahol kutató, fejlesztő, laborvezető, fejlesztési főosztályvezető, majd a vállalat főmérnöke volt. Ebben az időben tématerülete a közép-, rövid- és URH-adóberendezések és antennarendszerek, valamint fekete-fehér és szí-

nes tv adók és sztereo-kvadrofonadók voltak. 1975–1980 között a Magyar Híradástechnikai Egyesülés műszaki elnökhelyettese. Ebben az időszakban a magyar elektronikai ipar fejlesztésével, azon belül a híradástechnikai ipar és az alkatrészipar kiemelt fejlesztésével foglalkozott. 1980 óta a Távközlési Kutató Intézet tudományos igazgatója. 1959-ben Kossuth-díjjal tüntették ki. 1979-ben a műszaki tudományok doktora lett. 1981-ben c. egyetemi tanári fokozatot kapott.

berendezéscsaládok kerültek kidolgozásra, végre tényezővé váltak kutatás-fejlesztésünkben a szatellitok segítségével megvalósuló információátvitel különböző témái, kidolgoztunk olyan modern elővárosi-, rurális előfizetői hálózatrendszereket, vezetékes és rádiós megoldásokban, amelyek átfogó háttérrel biztosítanak a hazai hálózatfejlesztéshez és ezen túl, egy modern export árualap létrehozásával segítik eddig elért ipari színvonalunk továbbfejlődését.

Az 1986–90 évek távközlési kutatás-fejlesztésének főbb irányait, a következő fő tématerületeken fogom áttekinteni:

- rendszertechnikai,
- kapcsolástechnikai,
- átviteltechnikai,
- végberendezés-technikai,
- úrtávközlési

kutatás-fejlesztések.

2. Rendszertechnika

A fejlődés fő irányzatait továbbra is

- a digitalizáció és
- a COMPUTER & COMMUNICATION konvergenciája határozza meg, melyhez a mikroelektronika további rohamos fejlődése teremt reális fundamentumot.

Távközléstechnikai kutató-fejlesztő munkánk két nagy integrációt fog szolgálni az elkövetkező évek során is:

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-én rendezett tudományos ülésén.

- a hálózat integrációját és
- a távközlési szolgáltatás integrációját.

A hálózat integrációja a digitalizáció elterjedésével törvényszerűen megy végbe, ugyanakkor a szolgáltatás integrációja — a mintarendszereket és mintahálózatokat kivéve — egy lényegesen lassúbb folyamat, miután annak feltételrendszere lényegesen nehezebben elégíthető ki.

Az integrált szolgáltatást megvalósító mintarendszerek és mintahálózatok, a tudatos, előrelátó kutató-fejlesztő munka részei, ugyanakkor az integrált szolgáltatás általános elterjedését, társadalmi, gazdasági, szociológiai stb. tényezők sokasága határozza meg, melyek fejlődése lényegesen lassúbb folyamat, mint a mintarendszerek és mintahálózatok létrehozását elhatározó döntések meghozatala, azok létesítéséhez szükséges feltételrendszerek biztosítása és az elvégzésre kerülő kutató-fejlesztő munka keresztülvitele.

A távközlési hálózatokban megvalósuló szolgáltatásintegráció első fokozata az analóg alaphálózatokban adott lehetőségek kihasználásán alapuló fejlődés, melynek színvonala országonként más és más, tekintettel arra, hogy az alaphálózatok színvonala és jellemzői is mások.

A fejlődés második szintjének, a már működő és adott szolgáltatás-integrációt lehetővé tevő digitális alaphálózatokban adott lehetőségek kihasználásán alapuló szolgáltatásbővítés és -integráció tekinthető.

A fejlődés harmadik szintje a digitális alaphálózatok továbbfejlesztése során következik be, amikor már új átviteli közegek, új átviteli eljárások, új átviteli utak stb. alkalmazására kerül sor.

Az előzőek alapján az integrált szolgáltatás megvalósulása úgy ítéltető, hogy impulzusszerű fejlődésre számíthatunk a mintarendszerek és mintahálózatok területén, egy aránylag gyors fejlődés fog megvalósulni azokban az országokban, ahol az alaphálózatok színvonala a telefonszolgáltatáson túl telex, adat, álló kép stb. átvitelét is lehetővé teszik és egy egészen lassú, évtizedes intervallumú fejlődést prognosztizálhatunk az általános szolgáltatás-integráció megvalósulásának, mely csak olyan ütemben jöhet létre, amilyen ütemben a hálózatok továbbfejlesztése megvalósul.

A mintarendszerek és mintahálózatok megvalósításának színvonalát jellemzi, hogy azok már a fény segítségével történő átvitelre épülnek, olyan sáv-szélességi és zavarvédelmi feltételt teremtve az átvitel számára, amely igen széles kaput tár a szolgáltatások bővítésére és azok integrált átvitelére.

Hazai viszonylatban abból a feltételből kell kiindulni, hogy ma, egy teljesen elmaradott alaphálózattal rendelkezünk, amely csak egyes részterületeken teszi lehetővé a szolgáltatások bővítését és integrálását.

Alaphálózatunkat mérlegre téve úgy ítéltető, hogy abban még a telefonszolgáltatás sincs kellő szinten megoldva. Ebben az esetben nem arra gondolok, hogy milyen széles az ellátottság, illetve milyen az ellátottság mennyiségi színvonala, hanem arra, hogy a telefonszolgáltatásba már bekapcsolt előfizetők számára milyen színvonalú, milyen minőségű szolgáltatást tesz lehetővé ma a hálózat.

Összefoglalóan úgy ítéltető, hogy szolgáltatás-

fejlesztési és a szolgáltatás-integrációs törekvéseinket a hazai hálózatban a következő fokozatossággal kell megvalósítanunk:

1. az alaphálózat színvonalának növelése, elsősorban a telefonszolgáltatás európai szintre történő emelése;
2. azokban a tartományokban, ahol az alaphálózat lehetővé teszi, a szolgáltatások szélesítése és integrálása;
3. az új hálózatfejlesztések nyomán széles körű és tartalmú szolgáltatásbővítés és szolgáltatás-integráció megvalósítása.

Kutató-fejlesztő munkánkat elsősorban a 2. és 3. feladat szolgálatába kell állítanunk a VII. ötéves tervidőszakban, mert így tudjuk legjobban elősegíteni saját fejlődésünket, természetesen, ha elfogadjuk azt az állítást, hogy a VI. ötéves tervidőszakban végzett kutató-fejlesztő, licenc-alkalmazó munka nyomán megteremtettük a magyar alaphálózat fejlesztésének rendszer- és berendezésalapját.

Rendszertechnikai kutatás-fejlesztésünkben már a VI. ötéves tervidőszak idején is találhattunk olyan témákat, amelyeknek gyakorlatban történő alkalmazására, várhatóan, nem kerül sor a VII. ötéves tervidőszakban végrehajtásra kerülő hazai hálózatfejlesztésben sem (pl. SCPC berendezés). Ezek a kutatás-fejlesztési feladatok mégis lényegesek, mivel a hazai hálózat progresszív fejlesztése idején is megmarad távközléstechnikai iparunk exportorientáltsága és kutatás-fejlesztési programunkat úgy kell felépítenünk az 1986–90 évekre is, hogy a hazai hálózatfejlesztés igényének lehetséges maximális kielégítése mellett, eleget tudjunk tenni azoknak a követelményeknek is, amelyek exporttörekvéseink érdekében oldandók meg. A rendelkezésünkre álló kutató-fejlesztő erőket, eszközöket súlyponti feladatainkra kell koncentrálnunk az 1986–90 években is, és a jövőben is számolnunk kell azzal, hogy mind a hazai hálózat fejlesztéséhez, mind exportszállításainkhoz egyes berendezéseket importálnunk kell, a rendszerek komplett kialakításához.

A távközlési rendszerek és hálózatok továbbfejlesztésével kapcsolatosan kutatás-fejlesztések főbb feladatai a következőkben jelölhetők meg az 1986–90 közötti évekre:

- az integrált szolgáltatású digitális alaphálózatot alkotó újabb rendszerek és rendszerössze tevők létrehozása;
- bővülő automatizáltságú és növekvő szolgáltatású komplex előfizetői és rurál rendszerek változatainak kidolgozása, vezetékes, vezeték nélküli és kombinált megoldásban;
- új távközlési szolgáltatásokat megvalósító komplex digitális rendszerek és hálózatok kialakítása és alkalmazásba vétele.

A VI. ötéves tervidőszakban kidolgozott rendszerek továbbfejlesztését szolgáló kutató-fejlesztő munka legfőbb feladatai:

- a) Az időosztásos előfizetői rádiórendszer területén:
 - kiépítési bővíthetőség ismétlő és/vagy leágazó állomásokkal, az előfizetői csatlakozás lehetőségével valamennyi állomáson. A hatótávolság

növelése. Cella-rendszerű kiépítési struktúra, a kiszolgált terület növelésére;

- a 10 GHz fölötti (pl. 15 GHz) átviteli lehetőségek kihasználása;
- az alaprendszer kapacitásának bővítése 128 előfizetőre;
- távíró, illetve adatátviteli végződések kialakítása, a kisebbességű adatátviteli csatornák felhasználásával;
- adat-alaphálózatban való alkalmazás lehetőségének megvizsgálása;
- közvetlen csatlakoztatás digitális távbeszélő központokhoz.

b) A PCM alapú integrált digitális távközlő rendszer területén:

- a szolgáltatások továbbfejlesztése; egyrészt a telex- és adatjelek átvitelére, másrészt az üzemeltető részére nyújtandó egyéb szolgáltatások bővítésére;
- a PRS-rendszer nagyvárosi változatában a szolgáltatások bővítésére, valamint az ARM központokhoz csatlakozó PRS/M rurál rendszerváltozat kidolgozására kerülhet sor.

c) Az URH-rurál távközlő rendszer továbbfejlesztése terén:

A CLS hírszolgáltatás továbbfejlesztése, az alaprendszer új szolgáltatásokkal való bővítése, valamint új rendszertechnikai elvek bevezetése. A szolgáltatások bővítése magában foglalja diszpécshívókat és speciális vonalvégződések beiktatását, a mozgószállítási rendszer szervezéséhez szükséges szoftver funkciók beépítését, valamint az adminisztrációs és karbantartási szolgáltatások körének kiterjesztését.

Az új rendszertechnikai elvek mindenképp a világszerte kialakulóban levő, ún. cellarendszerű URH hírközlési szolgálat bevezetését jelentik. Ez az alaprendszerhez viszonyítva olyan, az eddigiekben nem alkalmazott szolgáltatások bevezetését is előírja, mint a mozgószállítói állomások követése és nyilvántartása, a hívott állomás keresése a különböző URH-cellákban, csatlakozás tárolt programvezérlésű nyilvános távbeszélő központokhoz és bővített szolgáltatásokkal ellátott URH rádióelőfizetői állomások alkalmazása.

3. Kapcsolástechnika

A kapcsolástechnikai kutatás-fejlesztés, azaz a berendezések továbbfejlesztésének fő irányai:

- a digitalizáció;
- az átviteltechnikával való fokozódó integrálódás;
- a COMPUTER & COMMUNICATION konvergenciája;
- a szolgáltatások rohamos bővülése;
- az automatikus felügyeleti ellenőrző és karbantartó rendszerek általános elterjedése;
- a mikroelektronika által felkínált lehetőségek maximális kihasználása.

A tématerület kutatás-fejlesztési feladatai a VII. ötéves tervidőszakban:

- tárolt programvezérlésű, időosztásos távbeszélő főközpontok honosítása és gyártásba vezetése;
- tárolt programvezérlésű analóg- és digitális rendszerű távbeszélő alközpontmegoldások, továbbá a rurál- és elővárosi központok továbbfejlesztése, a szolgáltatások kiterjesztése;
- tárolt programvezérlésű és tetszés szerinti kapcsoló berendezésekhez illeszkedő üzemfelügyeleti rendszerek változatainak létrehozása, szolgáltatásainak bővítése.

A digitalizáció fejlődése során az összes központtal szemben alapkövetelmény lesz, hogy az integrált távközlési szolgáltatás feltételeit fokozatosan elégítse ki, tekintet nélkül arra, hogy alközpontról vagy főközpontról van szó. Például, az alközpontok tekintetében úgy kell gondolkoznunk, hogy egy zárt rendszert alkotó információszolgálatot kell megoldani, fokozatosan beleértve a hang, az adat, a kép, az írás stb. átvitelét is.

A hazai kutatás-fejlesztés tehát elsősorban a rurál-, az elővárosi-, az alközpontok- és az üzemfelügyeleti rendszerek tématerületeire, azok szolgáltatásbővítésére kell koncentrálni azzal, hogy ezt a munkát össze kell hangolni az esetleges főközponti licenc honosítási munkájával.

4. Átviteltechnika

Átviteltechnikai kutatás-fejlesztésünk három nagy tématerületre terjed ki, az 1986–90 közötti években is. Ezek:

- a vezetékes,
- a vezeték nélküli,
- a fény segítségével történő átvitel.

A fejlődés fő irányai ezen tématerületeken is elsősorban a digitalizáció további terjedésében, a C & C konvergenciában, a mikroelektronikai alkalmazások terjedésében stb. jutnak kifejezésre.

Az átviteltechnikai rendszerek és rendszerösszetevők előállítása területén végzendő kutatás-fejlesztésünk röviden a következőkben foglalható össze:

A vezetékes, a vezeték nélküli, továbbá a fényvezető rendszereknél és rendszerösszetevőknél egyaránt, az egyik legfőbb cél, a 140 Mbps-os átvittel kapcsolatos kutatás-fejlesztések teljes megoldása, az ezekkel kapcsolatos berendezések kidolgozása és az 560 Mbps-es átvittel kapcsolatos alapkutatások elvégzése.

Ide sorolható a 34 Mbps és 2×34 Mbps jelátvitellel kapcsolatos áthúzó kutatás-fejlesztések befejezése.

Egy másik, mindhárom tématerületre kiterjedő, átfogó kutatás-fejlesztési feladat a csomagkapcsolt adatátvitellel kapcsolatos új megoldások és új berendezések kidolgozása.

Egy további, mindhárom tématerületet érintő átfogó kutatás-fejlesztési feladat az analóg-digitális átvittel, továbbá az analóg-digitális hosszú távú kompatibilitással kapcsolatos kutatás-fejlesztési feladatok végzése.

Néhány, a vezeték nélküli (rádiós) átvitel tématerületén jelentkező további kutatás-fejlesztési célok közül:

- az eddig kidolgozott 10 GHz alatti analóg jelátvitelre alkalmas mikrohullámú berendezéscsalád, digitális jelátvitelre való alkalmassá tétele;
- 1–2 GHz és 10–20 GHz tartományban működő analóg-digitális mikrohullámú berendezések kidolgozása;
- áramköri, átviteljárási és technológiai kutatás-fejlesztés, a 20–30 GHz-es tartományban működő, valamint a 140 Mbps és ennél is gyorsabb PCM jelek átvitelére alkalmas mikrohullámú berendezések kidolgozásához;
- több célú, egyszerű, olcsó, autonóm áramforrású, digitális mikrohullámú berendezések kidolgozása a 8–18 GHz tartományban;
- új antennák, antennarendszerek, tápvezetők, tápvezetők stb. kutatás-fejlesztése az 1–30 GHz tartományban;
- segédberendezések továbbfejlesztése stb.

A fényvezetős rendszerek és rendszerösszetevők tématerületén jelentkező néhány további kutatás-fejlesztési cél:

- vonalszakaszi berendezések, 140–560 Mbps jelsebességű átvitelre, az 1300–1600 nm-es tartományban;
- alkalmazástechnikai kutatás-fejlesztés az atmoszferikus, továbbá az 1 Mbps jelsebességnél is lassúbb fényvezetős jelátvitelre;
- széles sávú előfizetői, optikai összeköttetések vonalszakaszi berendezéseivel kapcsolatos kutatás-fejlesztések.

A VHF/UHF rádiótelefon-rendszerek és rendszerösszetevők tématerületén a frekvenciatartomány 900 MHz-ig való kiterjesztése, a szabad csatorna-hozzáférés továbbfejlesztése, a csomagkommunikáció alkalmazásba vétele, a koncentrátorok alkalmazásának kiterjesztése, a cellarendszerű átvitel megvalósítása, az adatátviteli szolgáltatások bővítése, új megoldású berendezések kidolgozása stb. határozza meg a kutatás-fejlesztés fő irányait.

5. Végberendezés-technika

Annak ellenére, hogy ezen tématerületen, az 1986–90-es években is, a távbeszélő-készülékekkel kapcsolatos kutatás-fejlesztések határozzák meg feladataink fő tartományát, már számolnunk kell az adatátviteli hálózathoz, a távközlési szolgáltatás-integ-

rációhoz, a fényvezetős átvitelhez stb. csatlakoztatható, növekvő intelligenciájú végberendezések kutatás-fejlesztési feladataival is.

A távbeszélő-készülékek területén a paraméterek növelésével, a szolgáltatások szélesítésével, a mikroprocesszoros pénzbedobós készülékek fejlesztésével stb. kapcsolatos feladatok határozzák meg a kutatás-fejlesztés fő irányait.

6. Űrtávközlés

Ezen tématerületen két feladat kiemelése látszik szükségesnek:

- a 12 GHz-es műsorszóró földi vevővel;
- a digitális csatornaképző berendezéssel (SCPC) kapcsolatos kutatás-fejlesztés.

A 12 GHz-es földi vevő továbbfejlesztésében a fő feladatot az egyéni vétel követelményrendszerét kielégítő berendezésmegoldások jelentik, míg a nagy- és kisközösségi vétel terén a már eddig elért eredmények új megoldásokkal való bővítése ad programot.

A szovjet–magyar együttműködésben végzett INTERCSAT kutatás-fejlesztésben, a szabad csatorna-hozzáférés megvalósítása, mikrohullámú adó-vevőberendezés kialakítása, az adatátviteli megoldások kidolgozása, a zenei hangátvitel megvalósítása adja munkánk fő irányát.

7. Záró gondolat

A kapott lehetőségen belül, csak a legfőbb kutatás-fejlesztési célokat tudtam körvonalazni, távközlési iparunk következő öt évéből. Ezekből is érzékeltetni lehet, milyen nagyszerű évek várnak ránk, kutatókra — ha biztosítani tudjuk azt a feltételrendszert is, amelyben egy ilyen szép, alkotó program megvalósítható.

A feltételrendszerből is hadd emeljem ki a kutatás-fejlesztéshez nélkülözhetetlenül szükséges, magas színvonalú alapanyag- és alkatrészellátást, amely éppen kutatás-fejlesztési programunk kidolgozása idején zuhant soha eddig nem tapasztalt mélységbe. Ezért tartom kötelességemnek, hogy záró gondolatomban, ebben az esetben is, a hazai alapanyag- és alkatrész-ipar kiemelt fejlesztésének nélkülözhetetlensége melletti kiállás legyen!

Rurál rádióösszeköttetések*

DR. BERCELI TIBOR

Távközlési Kutató Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk áttekinti a rurál rádióösszeköttetések főbb problémáit. Vizsgálja az egyszerű és olcsó felépítés lehetőségeit. Majd ismertetésre kerülnek a szerző új kutatási eredményei, melyek a korszerű rurál rádióberendezések kialakításánál hasznosíthatók.

Bevezetés

A rurál hírközlés [1] az egyetemes hírközlés szerves részét képezi, ugyanakkor különleges szerepe van, mert elszórtan elhelyezkedő előfizetőket köt össze egymással és a terület központján keresztül a világgal. A rurál hálózat egyik fontos jellemzője a területi jelleg. Ez azt jelenti, hogy sok irányban kell összeköttetéseket kiépíteni, de az egyes irányokban az előfizetők száma és forgalma csekély. Így az előfizetői összeköttetés kihasználtsága alacsony szintű.

Az előfizetői összeköttetések és a hálózat megfelelő kihasználtságát rurál területen a funkciók decentralizálásával és a többszörös hozzáférésű rendszerek alkalmazásával lehet elérni. A többszörös hozzáférés mind a vezetékes, mind a vezeték nélküli rendszerekben megvalósítható. A rurál hálózatokban igazi előnyei azonban a többszörös hozzáférésű rádiórendszereknek vannak. Ezek ugyanis a területet teljesen be-sugározzák és így a hozzáférést a terület minden előfizetője részére viszonylag kis költséggel biztosítják.

A rádióösszeköttetések a rurál hálózatokban két fő feladatot látnak el: az elosztás és az átvitel feladatát. Az alkalmazott frekvenciasávok: 400–800 MHz, 1–2 GHz és 7–8 GHz. A berendezések és az antenák annál olcsóbbak, minél kisebb a frekvencia. Éppen emiatt a sávok kihasználtsága nagyobb a kisebb frekvenciákon. Különösen áll ez a 400–800 MHz-es sávra. Ezért az utóbbi időben felvetődött a 20–30 GHz közötti frekvenciák alkalmazása is rurál és előfizetői összeköttetések céljára [2].

Alapvető követelmény, hogy a berendezés viszonylag egyszerű és olcsó legyen. Ezt a célt csak mélyreható rendszertechnikai és áramköri vizsgálatokkal, valamint új megoldások kidolgozásával lehet elérni. Ebben a cikkben azokat a kutatási eredményeinket ismertetjük, melyeket egy-egy kis közösség munkájával az előbbi célok érdekében az utóbbi időben elértünk.

Átviteli módok

Először is azt a kérdést vizsgáltuk, hogy digitális vagy analóg jeleket célszerű-e átvinni. Egyértelműen a digitális átvitel mellett döntöttünk, mivel ily módon

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén.



DR. BERCELI TIBOR

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Ezután a Távközlési Kutató Intézetben előbb aspiránsként, majd tudományos kutatóként dolgozott. Jelenleg ugyanott főosztályvezető. A Budapesti Műszaki Egyetemen félállású adjunktus volt, jelen-

leg címzetes egyetemi tanár. Kutatásait elsősorban a mikrohullámú technika területén végzi. E területen előbb kandidátusi, majd akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Munkájának eredményeiről 45 idegen nyelvű és 33 magyar nyelvű cikket írt. Tevékenységét Állami Díjjal ismerték el.

sokkal rugalmasabban használható összeköttetések létesíthetők. A digitális átvitel esetén ugyanis csupán a csatlakozó áramkörök cseréjével ugyanaz a berendezés használható beszéd-, telex- és adatcsatornához. Továbbá a rurál hálózatban szükséges sűrű elágazások és a többszörös hozzáférés digitális átvittel egyszerűbben oldhatók meg. Ugyanakkor kis sebesség esetén a digitális átvitelhez szükséges integrált áramkörök igen olcsók.

Kis sebességű digitális átvitelhez lényegében háromféle modulációs módszer használható: ASK, PSK vagy FSK. Vegyük ezeket sorra a következőkben. Az ASK (amplitúdó billentyűzés) legegyszerűbb és leginkább használatos módja az úgynevezett „on-off” (ki-, bekapcsolgatás) moduláció. Eszerint az adójelet az átvitendő digitális jelsorozat ki-, bekapcsolgatja. Előnye, hogy megvalósítása mind a modulátor, mind a demodulátor oldalon a legegyszerűbb. Hátránya, hogy az adóteljesítménnyel szembeni igénye a legnagyobb. A PSK (fázis billentyűzés) kisebb adóteljesítményt, de nagyobb sávzsélességet igényel és a demodulátor bonyolultabbá válik. Ugyanis a PSK moduláció spektrumában, az elnyomott vivő miatt, a demoduláció egyik fontos feladata a vivő visszaállítása. Az FSK (frekvencia billentyűzés) szintén kisebb adóteljesítményt és nagyobb sávzsélességet igényel, mint az ASK, viszont a demodulátor bonyolultsága kisebb mértékű, mint a PSK esetében, mert nincs szükség a vivő visszaállításra.

Az ASK és PSK átviteli mód esetében még arra is lehetőség van, hogy egy adó-vevőhöz, csak egy vivőellátót alkalmazzunk. Ugyanis ilyen esetben a vivőellátó modulálatlan jelet szolgáltat, amit megfelelő megkötésekkel mind az adóhoz, mind a vevőhöz használhatunk.

Vivő előállítás

A berendezésekben az egyik fontos feladat a vivő előállítása. A vivőnek nagy frekvenciastabilitással

kell rendelkeznie. Ezt úgy érik el, hogy a vivőfrekvenciát vagy kvarc-oszcillátorból állítják elő, vagy a kvarc-oszcillátorhoz mint referenciához húzzák hozzá a vivőt előállító oszcillátor frekvenciáját. Mindkét megoldás viszonylag bonyolult felépítést igényel, mivel a kvarc-oszcillátorok a mikrohullámokhoz képest csak kis frekvenciákon rezegnek. Ezért van nagy jelentőségük a közvetlen mikrohullámú oszcillátoroknak, melyek lényegesen egyszerűbbek és olcsóbbak. Ezeknél azonban a frekvencia instabilitásának a szükséges értékre való csökkentése okoz nagy problémát.

A szabadonfutó mikrohullámú oszcillátorok frekvenciastabilitását elsősorban az alkalmazott rezonátor hőmérsékletfüggése és terhelt jósági tényezője határozza meg. A korábbi években olyan anyagok használatára törekedtek, mint az invár vagy az úgynevezett szuperinvár, melyek hőmérsékletfüggése kicsi. Ez az út nem bizonyult teljesen sikeresnek, mivel a hírközlési rendszerekben igen nagy fokú frekvencia-stabilitást követelnek meg.

A legújabb kutatási eredmények alapján azonban a szabadonfutó oszcillátorok frekvenciájának kellő stabilizálása is megoldhatóvá vált. Megjelentek a többkomponensű és kis veszteségű kerámiák. Ezekkel ma már nagy jóságú és előírt hőmérsékletfüggésű rezonátorok készíthetők. A hőmérsékleti együtthatónak nemcsak a nagysága, hanem az előjele is beállítható. Ezért a kerámia rezonátoroknak egyre szélesebb az alkalmazási körük. Igen hasznosak stabil oszcillátorok és szűrők kialakítására.

Kerámia rezonátoros oszcillátor

Kidolgoztuk a kerámia rezonátoros oszcillátorok néhány változatát [3]. Példaképpen a 11 GHz-es sávra készült oszcillátort ismertetjük részletesebben. Az oszcillátor felépítését az 1. ábra mutatja. Az áramkör mikroszalagvonalas. A frekvenciameghatározó elem a kerámia tárcsarezonátor, mely a mikroszalagvonalhoz csatlakozik. Az oszcillátor aktív eleme Gunn dióda. Ez a hordozón át fűrt lyukban helyezkedik el és közvetlenül a mikroszalagvonallal van összekötve. A kerámia rezonátor és a Gunn dióda közötti mikroszalagvonal-szakasz feladata, hogy a terhelést a dióda csatlakozásánál a szükséges értékre állítsa be.

Először is a dióda admittanciáját kell meghatározni, mégpedig a teljesítmény függvényében, mivel a dióda nemlinearitása jelentős mértékű. Ezért nagyjelű méréseket végeztünk a diódán. A nagyjelű leíró függvények mérési módszerét alkalmazva meghatároztuk a diódára jellemző egykapu leíró függvény reciprokát a teljesítmény függvényében. Ezzel megkaptuk a dióda görbét adott frekvencián. Az oszcillátor tervezésénél arra törekedtünk, hogy egyidejűleg közel maximális kimenőteljesítményt és lehetőleg kis zajt érjünk el. Zaj szempontjából az áramkör beállítása akkor optimális, ha a dióda görbéje a terhelés görbéjét merőlegesen metszi az impedancia vagy admittancia diagramon [4].

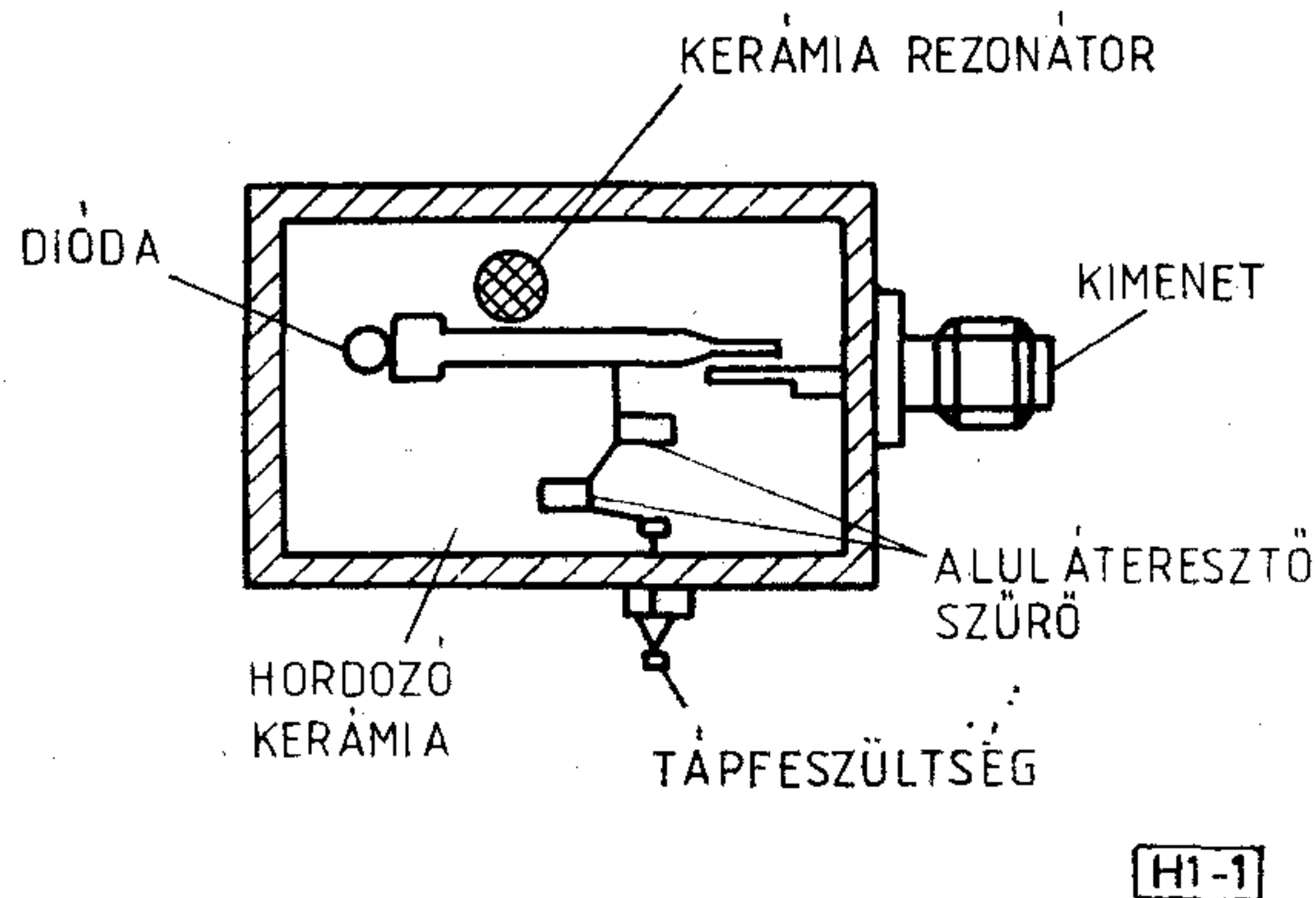
Az oszcillátor optimális beállítását a 2. ábra adja meg. Itt Smith-diagramon ábrázoltuk a dióda görbéjét és a dióda kapcsaira transzformált terhelés görbéjét. A két görbe metszéspontja határozza meg a munkapontot. A dióda görbéjének a teljesítmény, a

terhelés görbéjének pedig a frekvencia a paramétere. Így a görbékről a munkaponti teljesítmény és frekvencia leolvasható. A tervezés során a terhelés transzformációját változtattuk és így kaptuk meg az ábrán látható optimális beállítást. Ekkor a kimenő teljesítmény közel maximális, a két görbe metszése pedig majdnem merőleges, s ezért a zaj minimális.

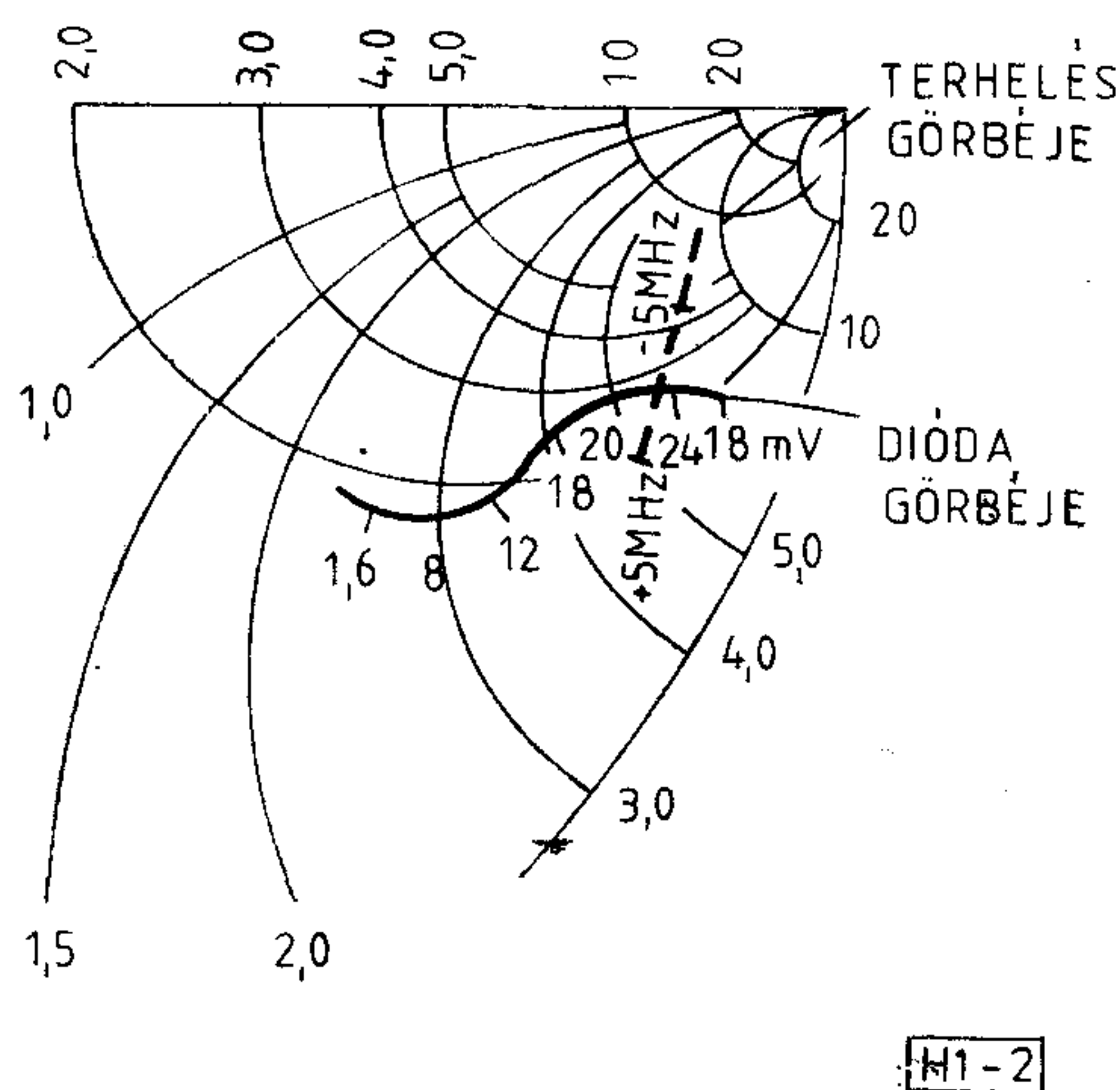
Az oszcillátor mért jellemzői a következők: kimenő teljesítmény 20 mW, a frekvencia változása $+5^\circ\text{C}$ és $+65^\circ\text{C}$ közötti hőmérséklet-tartományban max. 1 MHz. Az FM zaj effektív lökete a vivőtől 10 kHz távolságban 100 Hz széles sávban mérve 9 Hz. A frekvencia stabilitása tovább javítható, ha az oszcillátort szabályozott fűtéssel látjuk el, mely a környezeti hőmérsékletet közel állandó értéken tartja. Ekkor azonban fokozott gondot kell fordítani arra is, hogy a tápfeszültség hőmérsékletfüggése kicsi legyen.

Automatikus frekvenciaszabályozás

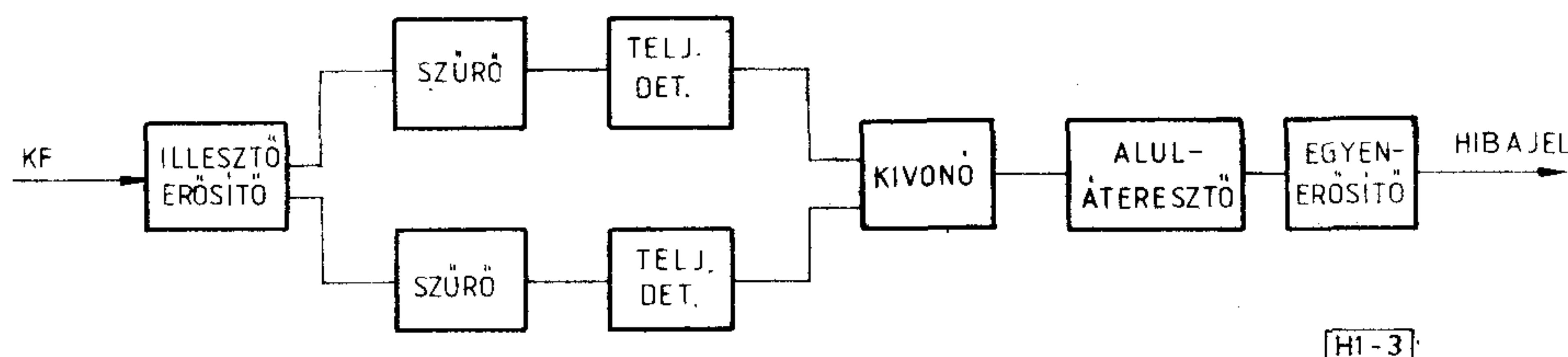
Előnyös és viszonylag egyszerű módszer a frekvencia stabilizálására az automatikus frekvenciaszabályozás (AFC), melyet a vevőben alkalmazhatunk. Ilyenkor a középfrekvenciás sávzsélességet a szabadonfutó helyi oszcillátor frekvenciaingadozásának megfelelően meg kell növelni, ami viszont a zajt is megnöveli. Ez ellen egyrészt úgy lehet védekezni, hogy a helyi oszcillátor frekvenciaingadozását szabadonfutó állapot-



1. ábra. Kerámia rezonátoros oszcillátor rajzolata



2. ábra. Az oszcillátor optimális beállítása



3. ábra. Spektrum diszkriminátor tömbvázlata

ban lehetőség szerint lecsökkentjük, másrészt a közép-frekvenciás sáv szélességét az AFC áramkör után beszűkítjük.

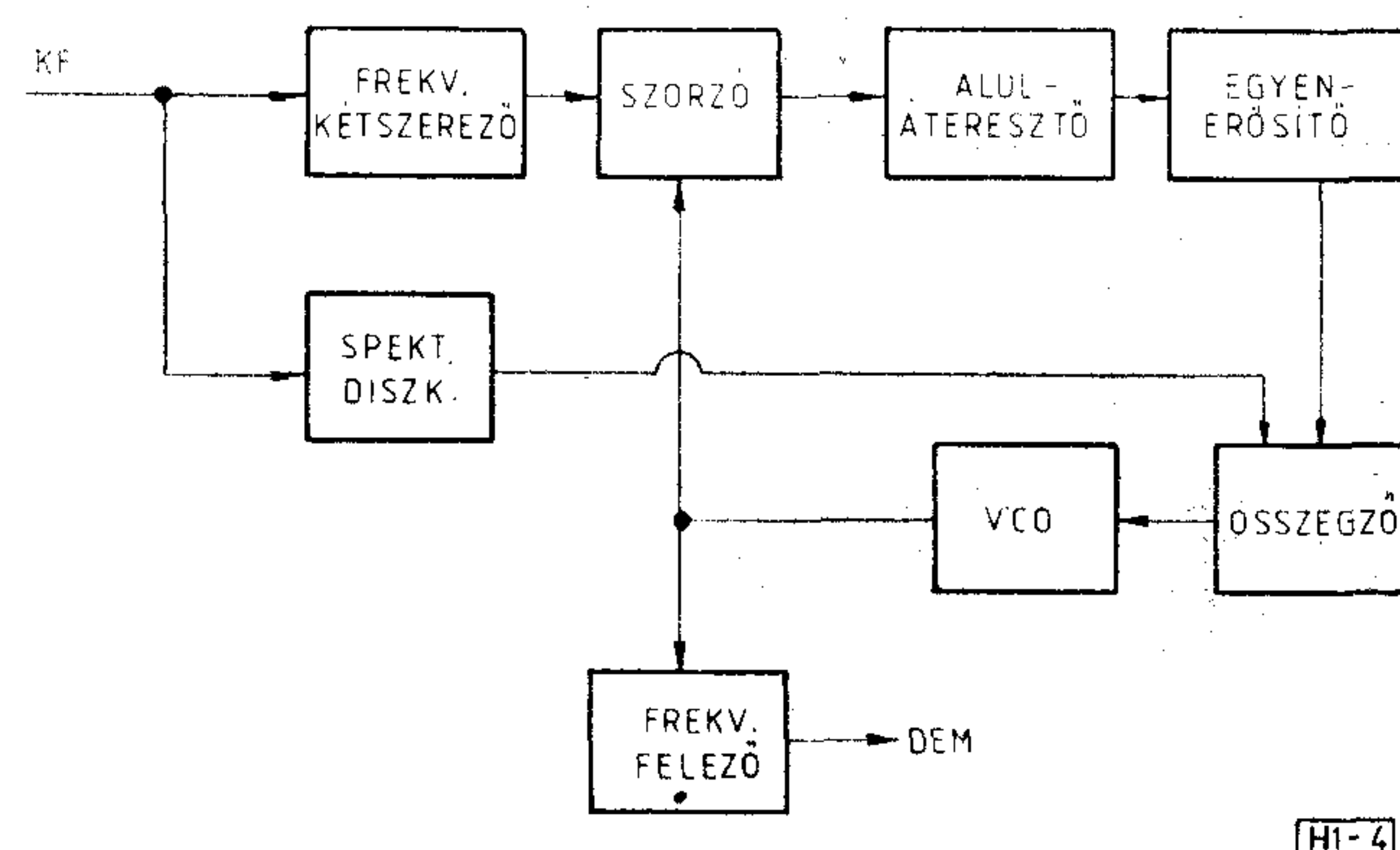
Külön gondot okoznak azonban az olyan modulációs módok (pl. PSK), melyek spektrumában a vivő el van nyomva. Ilyenkor a szokásos diszkriminátorok nem használhatók a frekvencia szabályozásához szükséges hibajel előállítására. Ezért új megoldást dolgoztunk ki [5], mely a 3. ábrán látható. Ez az áramkör a spektrum eltolódásával arányos hibajelet szolgáltat, ezért *spektrum diszkriminátor*nak nevezhetjük. Lényege az, hogy a szűrők után a detektorok a szűrőn átjutó teljes spektrum teljesítményével arányos egyenkomponenst állítanak elő és így a szűrők megfelelő beállításával a spektrum eltolódásával arányos jelet kapunk.

A spektrum diszkriminátor megfelelő méretezésével és hőkompenzált kialakításával nagyon jelentős javulás érhető el automatikus frekvenciaszabályozás esetén a középfrekvencia stabilitásában. Ez lehetővé teszi egyszerű felépítésű helyi oszcillátor alkalmazását.

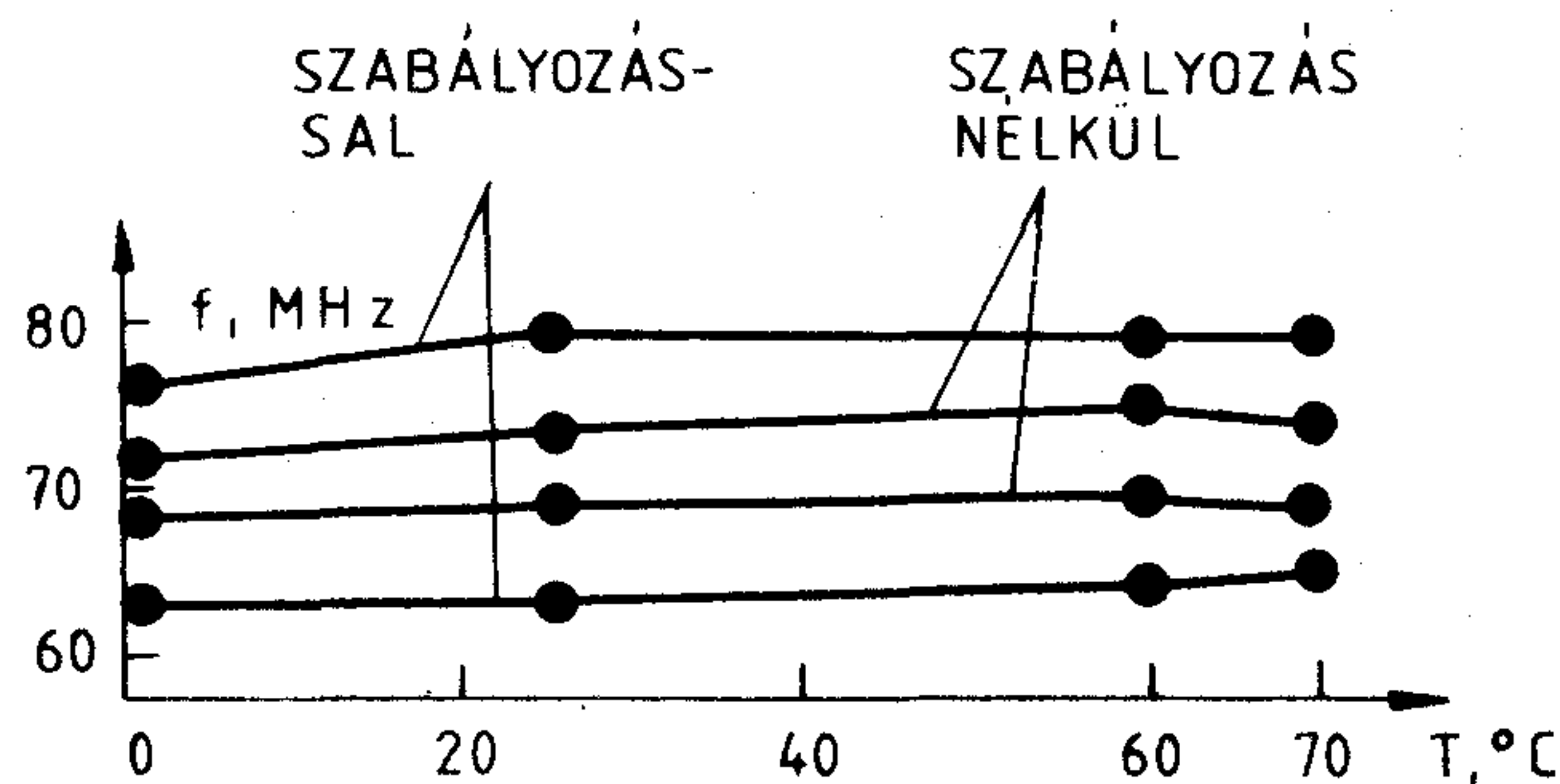
A középfrekvencia stabilitása a demoduláció szempontjából is nagyon fontos. Különös jelentősége van ennek az elnyomott vivőjű modulációk esetében, melyeknél külön áramkörrel kell a vivőt visszaállítani. A szokásos vivővisszaállítók igen érzékenyek a középfrekvencia változásaira. Ezen a problémán is sikerült a spektrum diszkriminátor alkalmazásával segíteni [6]. A spektrum diszkriminátorból nyert jelet ilyenkor előreszabályozásra használjuk és a vivővisszaállító oszcillátorának a frekvenciáját szabadonfutó üzemben az előreszabályozó jel állítja be a mindenkori középfrekvenciának megfelelően. Ezt mutatja a 4. ábra, melyen frekvenciakétszerezős vivővisszaállító tömbvázlata látható. Itt a spektrum diszkriminátor nyílt hurokban üzemel. Hatása az 5. ábra alapján mérhető fel. Az 5. ábrán a vivővisszaállító befogási tartománya látható a hőmérséklet függvényében a spektrum diszkriminátor alkalmazásával és anélkül. A javulás igen jelentős: 7-szeres.

Fin-vonalas áramkörök

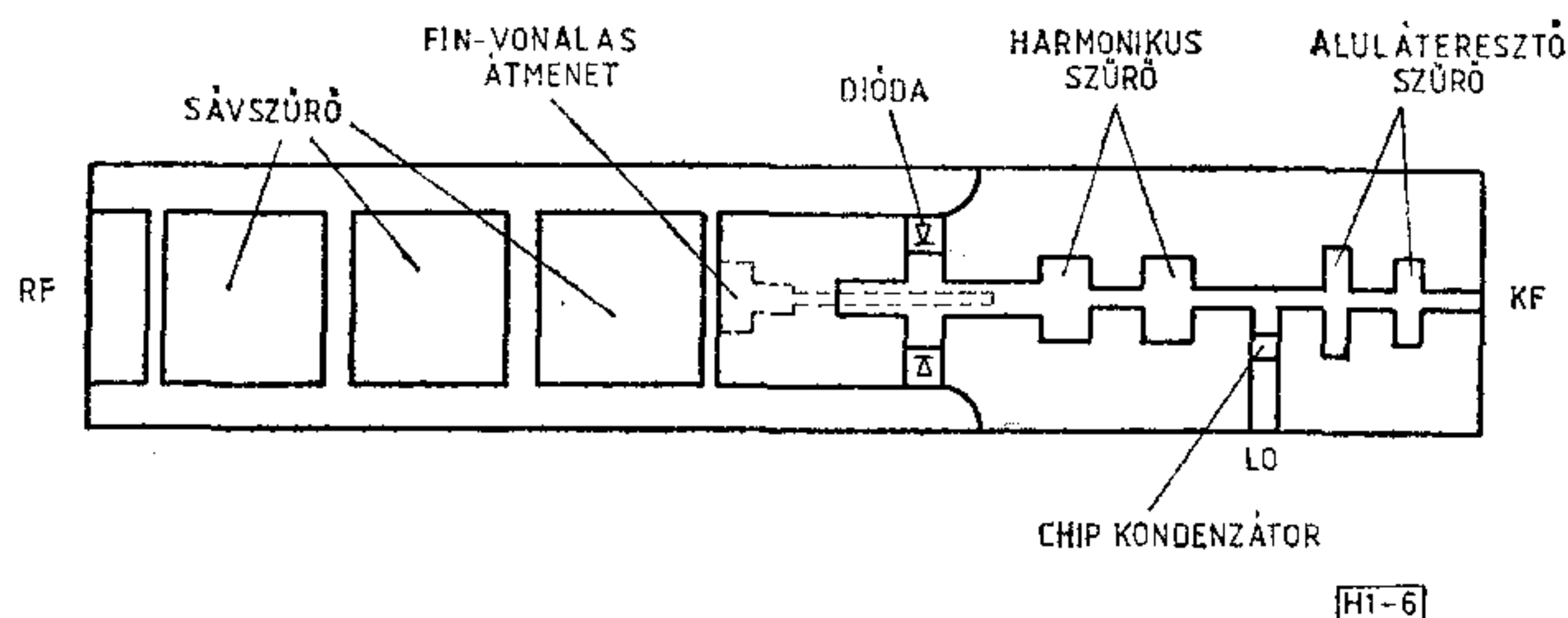
A fin-vonalas technika alkalmazásával új megoldású keverőt és szűrőt dolgoztunk ki [7]. Ezeket az áramköröket közös duroid hordozón képeztük ki, melynek mindkét oldalán fémes rajzolat van, mint ez a 6. ábrán látható. A fin-vonalas megoldás nagy előnye, hogy az elektromos paramétereket meghatározó áramköri rajzolat fotolitográfiai úton olcsón és pontosan gyártható, ugyanakkor az egyes rezonátorok jósági tényezője megközelíti a csőtápvonalas üreg-rezonátorokét.



4. ábra. Vivővisszaállító tömbvázlata



5. ábra. Vivővisszaállító befogási tartománya a hőmérséklet függvényében



6. ábra. Fin-vonalas keverő és szűrő rajzolata

optimális impedanciát adjon. A zajtényező csökkentésére még a keverő és a sávszűrő elektromos távolságát is optimálisra állítottuk be.

A keverőt fin-vonal és sztrip-vonal átlapolásával valósítottuk meg a 6. ábrán látható módon. A diódák az átlapolt szakaszhoz csatlakoznak. Ez az elrendezés hibrid működést ad, vagyis nincs csatlakozás az átlapolt szakaszhoz csatlakozó fin-vonal és sztrip-vonal között, ha a diódák impedanciája azonos. Keverésre GaAs Schottky diódákat használunk LID tokozásban. A vett jelet a fin-vonalon, a lokáljelet a sztrip-vonalon vezetjük a keverő diódákhoz. A keverő diódák tehát a vételi oldalon sorba, míg a lokál oldalon párhuzamosan kapcsolódnak.

Az ismertetett elrendezés egyszerű felépítésű és olcsón előállítható. Ugyanakkor sávzsélessége nagy, a zajtényező pedig kicsi. A 11 GHz-es sávban 7 dB alatti zajtényezőt értünk el a szűrő bemenetén, amikor is a középfrekvenciás erősítő zajtényezője 1,6 dB volt. A teljes reflexiós csillapítás a szűrő bemenetén az átviteli sávban 18 dB felett van. Ez lehetővé teszi, hogy izolátort ne kelljen alkalmazni, ami ismét egyszerűsítést és megtakarítást jelent.

I R O D A L O M

- [1] Berceli T., Lajtha Gy., Tófalvi Gy.: Rurál hálózatok, Híradástechnika, 1983. márc. 97–101. old.
- [2] Berceli T., Frigyes I., Várady-Szabó M.: Some development results in rural systems, International Conference on Communication, Amszterdam, Hollandia, 1984. május, Conference Record, 970–974. old.
- [3] Berceli T., Juhász K., Kolumbán G.-né, Kolumbán G.: Proektirovanie generatora Ganna, stabilizirovannogo dielektricheskimi rezonatorom, XXXIX. Össz-szövetségi Tudományos Ülészak (Popov Konferencia), Moszkva, 1984. május, Tezisi dokladov 2, 35–36. old.
- [4] Berceli T.: Mikrohullámú diódás oszcillátorok tervezési kérdései, TKI Közleményei, 1976, XXI. évf. No. 1, 9–45. old.
- [5] Frigyes I., Berceli T., Szabó Z.: New concepts for narrow-band coherent digital microwave radio systems, Global Telecommunication Conference, Miami, USA, 1982. dec. Conference Record F. 3. 2. old.
- [6] Frigyes I., Berceli T., Szabó Z.: A new method for carrier, recovery, European Microwave Conference Proceedings, 1981. szept. Amszterdam, Hollandia, 341–346. old.
- [7] Berceli T., Geleji V., Hammer G., Juhász K., Kolumbán G.-né, Reiter Gy.: A multiple-channel 12 GHz receiver for satellite television broadcasting, International Conference on Communication, Boston, USA, 1983. jún. Conference Record A. 1.7.1–5. old.

ÚJ!

VASTAGRÉTEG ÉRZÉKELŐK

Vastagréteg érzékelőinkben a technológiai fejlődés legújabb eredményeit hasznosítjuk:

Jellemzőik:

- kis méret,
- nagy megbízhatóság,
- kedvező ár.

NEDVESSÉGÉRZÉKELŐINK alkalmasak a relatív páratartalom néhány %-os pontosságú mérésére.

GÁZÉRZÉKELŐINK kiválóan használhatók egyes gázok (hidrogén, szén-monoxid, metán, propán, bután stb.) és szerves oldószergőzők (alkoholok, észterek, ketonok stb.) egészségre ártalmas, vagy robbanásveszélyes koncentrációjának kimutatására.

A megrendeléseket az alábbi címre kérjük:

MEV, Kereskedelmi Igazgatóság
1325 Budapest, Postafiók 21

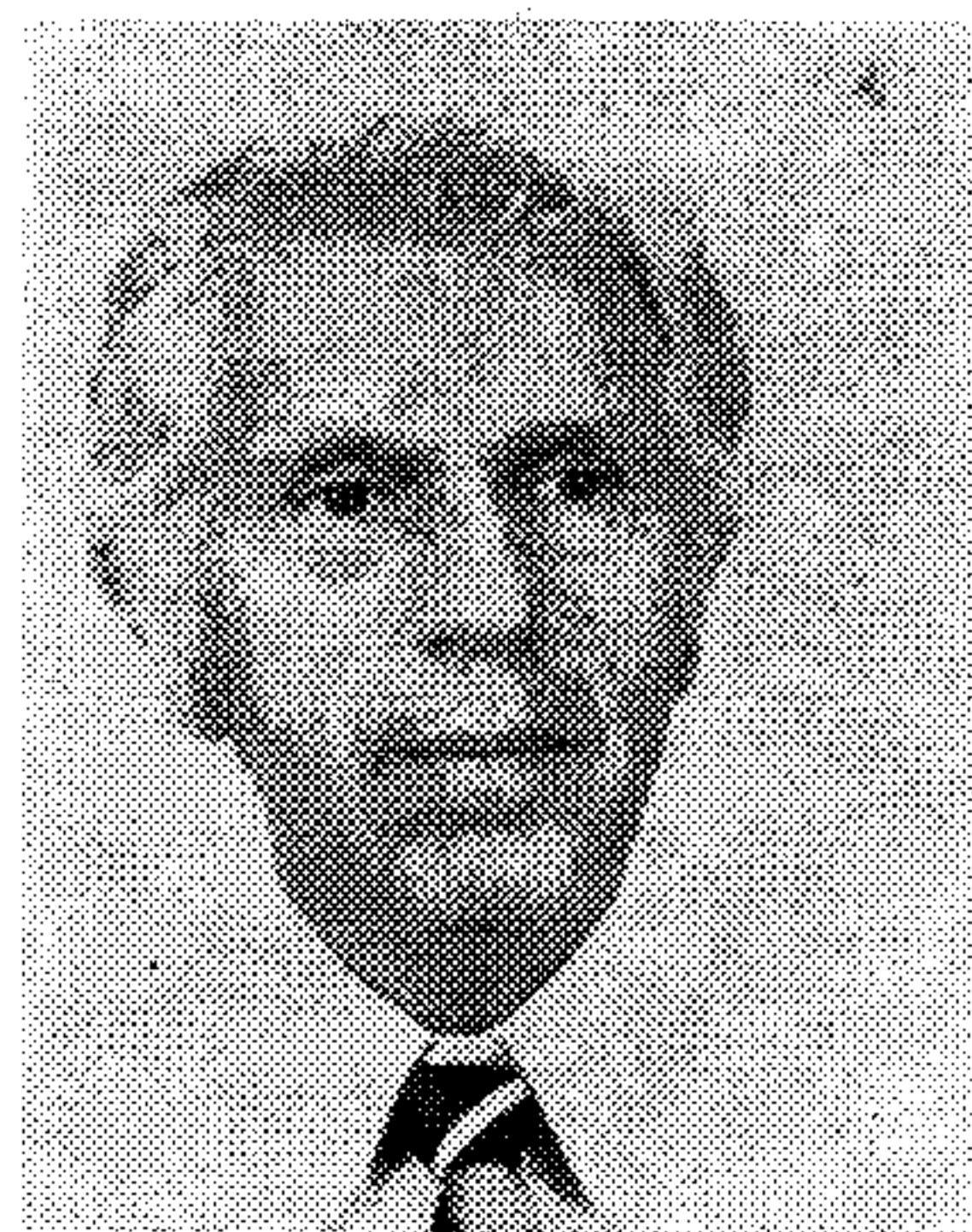


MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

Vegyes analóg-digitális hálózatok átviteli minősége*

DR. LAJTHA GYÖRGY

Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A digitális átvitel és kapcsolástechnika a hálózatban először ott jelenik meg, ahol az a műszaki és gazdasági igényeket legjobban kielégíti. Az átmeneti időszakban több független digitális négyhuzalos szakasz létesül. A négyhuzalos hurkokat 2/4 huzalos végződések zárják le és közben minden irányban 1-1 kodekpár van. Az összeköttetésben megengedhető öt független négyhuzalos hurok. A stabilitás, echo, reflexió és zaj előírásokat ennek figyelembevételével kell meghatározni. Bemutatjuk a tervezés néhány kulcsfontosságú lépését és a viszonyokat leginkább megváltozott értékekkel érzékeljük.

1. Bevezetés

A digitális időosztásos átviteltechnika és az időosztásos tárolt programvezérlésű központok bevezetésének megkezdésekor már felmerült az egységes digitális időosztásos távközlőhálózat (*EDITH*) lehetősége [1, 2, 3]. Az előfizetőtől előfizetőig terjedő digitális hálózat rendkívül vonzó perspektívákat ígért mind műszaki-minőségi, mind gazdasági szempontból. A távlat az egyre bővülő szolgáltatások integrálásából adódó Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat (*ISDH*) pedig egyértelműen a fejlett távközlés csúcspontja [4, 5, 6, 7, 8]. Ezekhez a kecsegtető kilátásokhoz elérkezni azonban csak hosszú, 15–25 éves átmeneti időszak útján lehet. Az átmenet, az analóg-térsztású technika és a digitális-időosztású rendszerek között az együttműködés megoldása számos műszaki és gazdasági problémát vet fel. A gazdasági hátrányok minimalizálására különböző áttérési stratégiákat dolgoztak ki, melyek igyekeznek a később esetleg szükségtelenné váló beruházásokat elkerülni, és a szolgáltatás-fejlesztés folyamatosságát biztosítani [9, 10, 11, 12].

A két technika együttélése azonban az alapvető műszaki-minőségi követelmények kielégítését is megnehezíti. A 2. pontban ismertetett hálózati struktúrák nyilvánvalóan mutatják, hogy az átmeneti időszakban megnövekszik a 2/4-huzalos átmenetek száma, ezzel a független négyhuzalos hurkoké is, egyidejűleg több analóg/digitális átmenet szükséges és számos jelzéstechnikai kérdés is megoldásra vár.

A következő pontokban az átvitel tervezését vizsgáljuk. Kezdjük a csillapítással, mert ez befolyással van a visszafordulásokon keresztül a stabilitásra, a kongásra és a visszhangra [13, 14]. A 4. pontban a különböző jellegű zajok és torzítások együttes hatását figyelembe vevő tervezési elveket alakítjuk ki

DR. LAJTHA
GYÖRGY

1952-ben került a Posta Kísérleti Intézetbe, ahol átviteltechnikai és hálózattervezési témákkal foglalkozott. 1974 óta az intézet igazgatóhelyettese.

Címzetes egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora. A C. C. I. T. T. XVI. Tanulmányi Bizottságának 1976 óta al-elnöke, 1983-ban megbízták az elnöki teendők ellátásával.

[15, 16, 17]. Valamennyi átviteli jellemzőre vonatkozó követelmény meghatározásakor a beszéd mellett a különböző adat- és távíró átviteli feladatokat is szem előtt tartjuk.

2. Az átmeneti időszak hálózati struktúrái

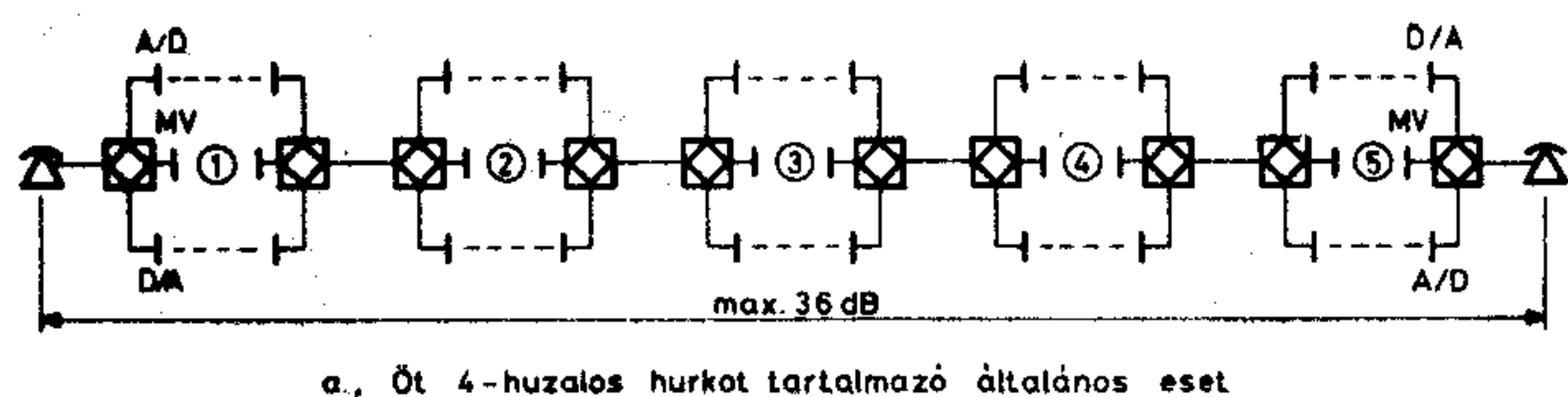
A távközlési igazgatások általában kidolgozzák a digitális rendszerekre való áttérés stratégiáját, melynek lényege, hogy a meglévő analóg hálózattal és minimális számú illesztő egységgel valósítsa meg az együttműködést. Gazdasági és forgalmi problémák miatt azonban sok esetben eltérnek a kidolgozott stratégiától. Máskor vállalatok a hivatali távközlés bevezetése érdekében előbb vásárolnak digitális alközpontot, mint az az áttérési tervben szerepel.

A különböző áttérési problémák hatására szélső esetben az 1. ábrán látható hálózati struktúrák alakulhatnak ki. Természetesen bármely hurok tartalmazhat akár kizárólag átviteli utat vagy központot, akár ezek bármilyen számú kombinációját. Ugyanúgy a kéthuzalos analóg szakaszok is reprezentálhatnak esetleg több átvivő utat közbeiktatott központokkal. Természetesen a kapcsolási pontok együttes száma nem lehet több egy-egy nemzeti hálózatban a C.C.I.T.T. által ajánlott 4-nél és a nemzetközi szakaszon a felső korlát szintén 4.

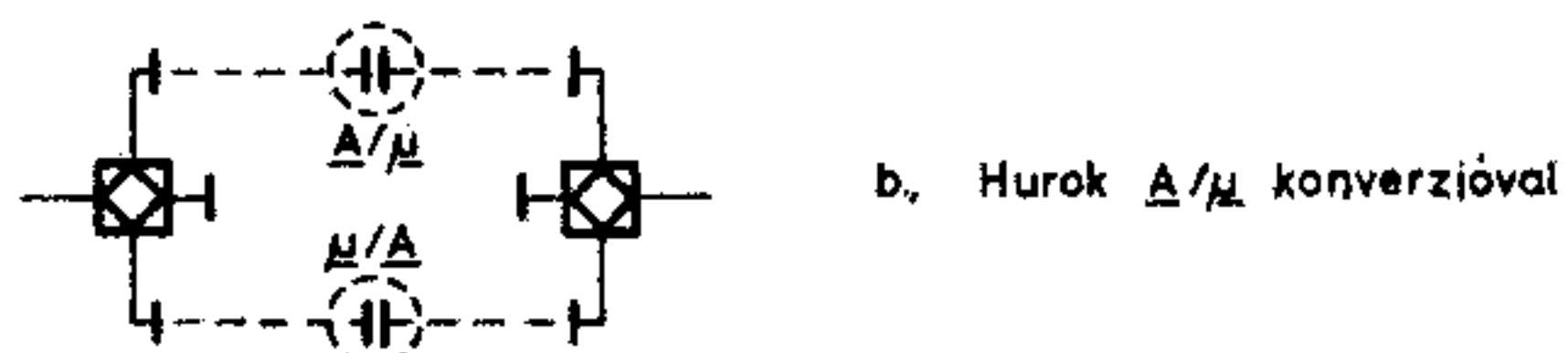
Ebből az összetett rendszerből a 2. ábrán látható közbenső lépcsőn keresztül jutunk el a távlati célt reprezentáló digitális hálózathoz (3. ábra). E végső állapotban a csillapítás- és szintértékek tetszőlegesen meghatározhatók, mert a visszafordulás nem korlátozott. Hasonlóképpen a digitális összeköttetésen a zaj gyakorlatilag tetszőlegesen alacsony szinten tartható, végül az összeköttetés használhatóságának növelése is minimális ráfordításokkal növelhető.

A következőkben ezért kizárólag az átmeneti időszak problémáinak megoldására szorítkozunk.

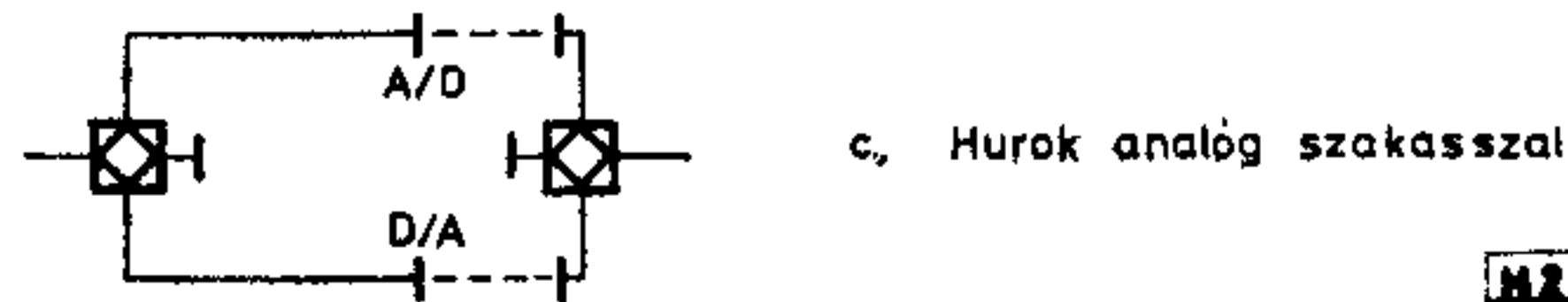
* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. nov. 1-i tudományos ülésén.



a., Öt 4-huzalos hurkot tartalmazó általános eset



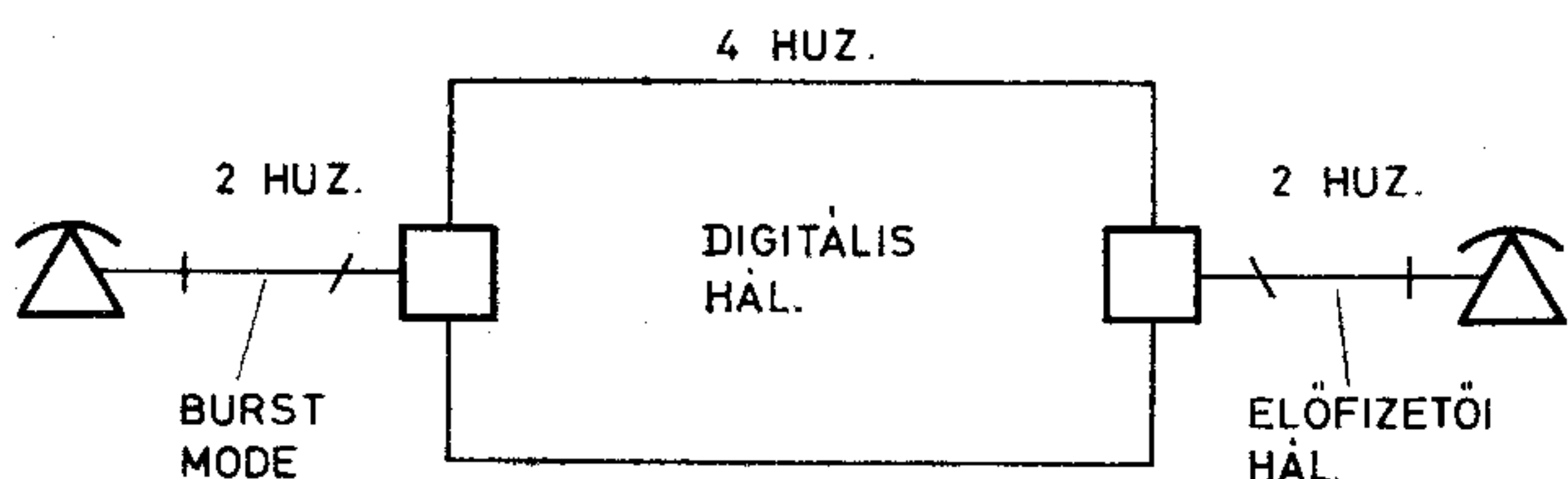
b., Hurok A/μ konverzióval



c., Hurok analóg szakasszal

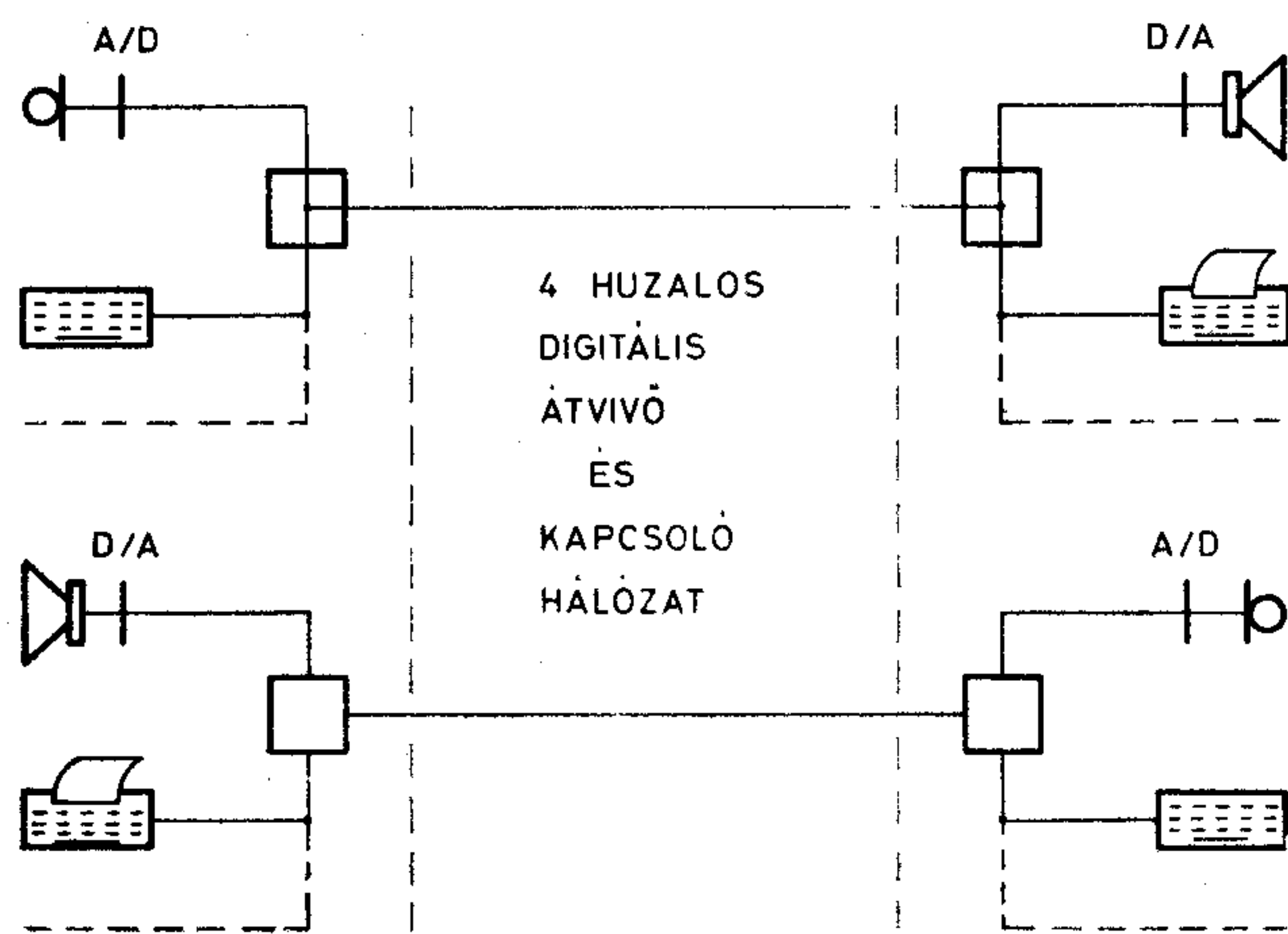
H2-1

1. ábra



H2-2

2. ábra



H2-3

3. ábra

3. A csillapításkiosztás tervezése

A tervezés korlátját a visszafordulások jelentik. Induljunk ki ennek vizsgálatához a 4. ábrából. Itt az egyes hurkok körbejárási (hurok) csillapítása

$$H = a_1 + a_2 + a_{v1} + a_{v2}.$$

Ahol a_1 és a_2 az ág csillapítása és a_{v1} és a_{v2} a 2/4 huzalos átmenet visszafordulási csillapítása, ami a vonal és vonalutánc impedanciájának különbözőségétől függ:

$$a_v = 10 \log \frac{Z_v + Z_{vU}}{Z_v - Z_{vU}}.$$

Mivel bármelyik hurok nemzetközi összeköttetés része lehet, ezért nem indokolt, hogy minden H értéket egyedileg határozzunk meg. Viszont az megengedhető, hogy $H_1 = H_5$, $H_2 = H_3 = H_4$, mert az előfizetői rendszerhez csatlakozó ponton nehezebb a vonal- és művonalegyezését biztosítani.

H értékeit úgy kell meghatározni, hogy a maximális öt hurok esetén:

- ne gerjedjen be a kapcsolási folyamat valamely fázisában az összeköttetés;
- a felépült összeköttetésben ne jelentkezzen a hangminőséget rontó kongás;
- a beszélő vagy hallgató oldali visszhang ne csökkentse se a beszéd se az adatátvitel minőségét.

Stabilitás és kongás esetén feszültség (U) alapon kell a hurkok visszafordulási (hurok) csillapítását összegezni:

$$\exp H = \frac{U_2}{U_1} = \sum_{j=1}^C \exp H_j,$$

ahol C a hurkok száma. Az echo zavaró hatására jellemző súlyozott összegezési szabály

$$\exp H_E = \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\sum_{j=1}^C (\exp H_j^*)^2},$$

ugyanis itt a 300–3400 Hz sávra összegezett teljesítményt kell alapul venni:

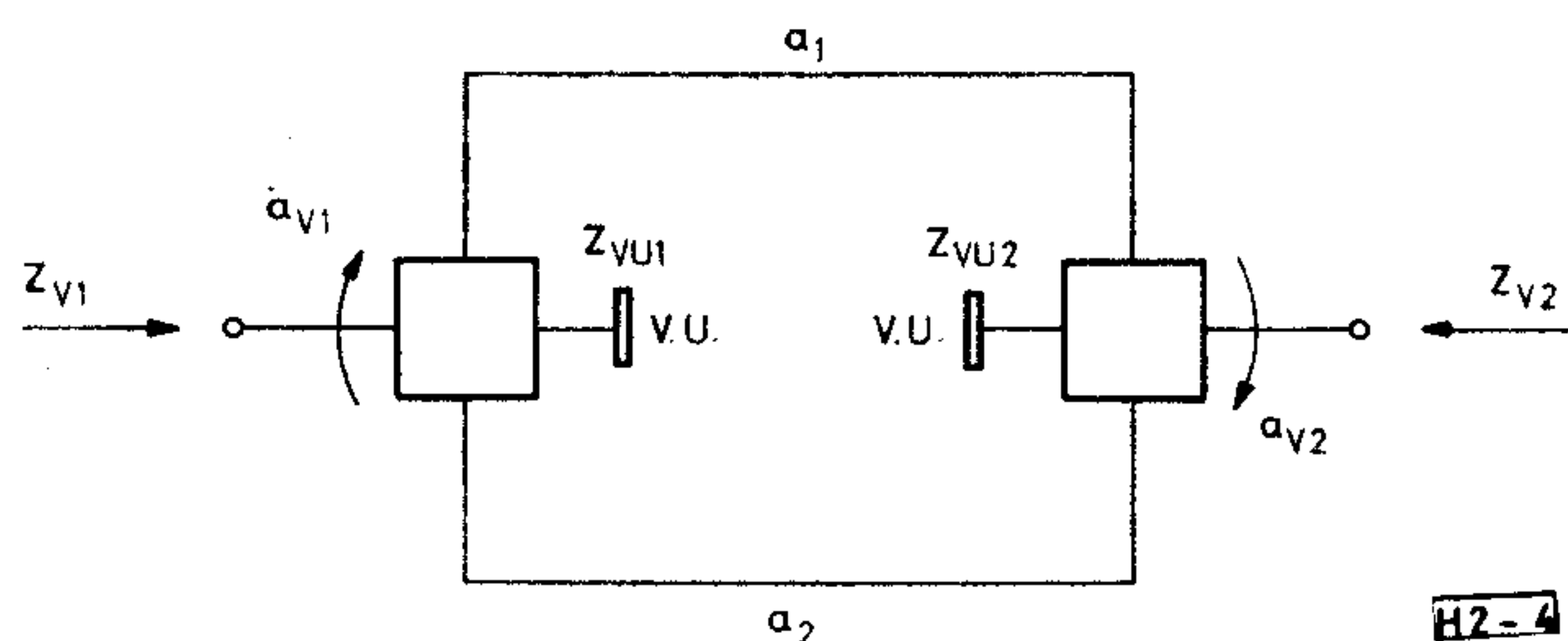
$$\frac{1}{2} H_j^* = 3,85 - 10 \lg_{10} \left[\int_{300}^{3400} \frac{H_j(f)}{2f} df \right] \text{ [dB]}.$$

Ez a kifejezés a visszafordulási csillapítás frekvenciafüggő menetét $[H_j(f)]$ a telefonátvitel szempontjából fellépő zavaró hatásnak megfelelően súlyozza. Adatátvitel szempontjából a bit hibaarány romlás megengedett értéke határozza meg H_E értékét.

A stabilitás szempontjából a kapcsolási folyamat során előálló legkedvezőtlenebb impedancia viszonyok esetére kell $(H_j)_{st}$ értékeit minden szakaszra meghatározni. Az átlagos $H_{st} = 3$ dB és 6 dB esetére kiszámolták, hogy a teljes összeköttetés stabilitás tartaléka milyen valószínűséggel lesz kisebb, mint 0, illetve 3 dB. A számítások során figyelembe vették az átviteli csillapítás ingadozásait (G. 151) és az átvitel amplitúdó torzításait. Az 5. ábrából látható, hogy az átmeneti időszakban az 5 négyhuzalos hurok miatt $H_{st} \geq 6$ dB követelendő meg. Ugyanakkor remélhető, hogy a digitális átviteli utak kisebb ingadozása miatt a 3 dB stabilitás tartalékot a felépült összeköttetéseknek csak kb. $2 \cdot 10^{-4}$ részében nem éri el.

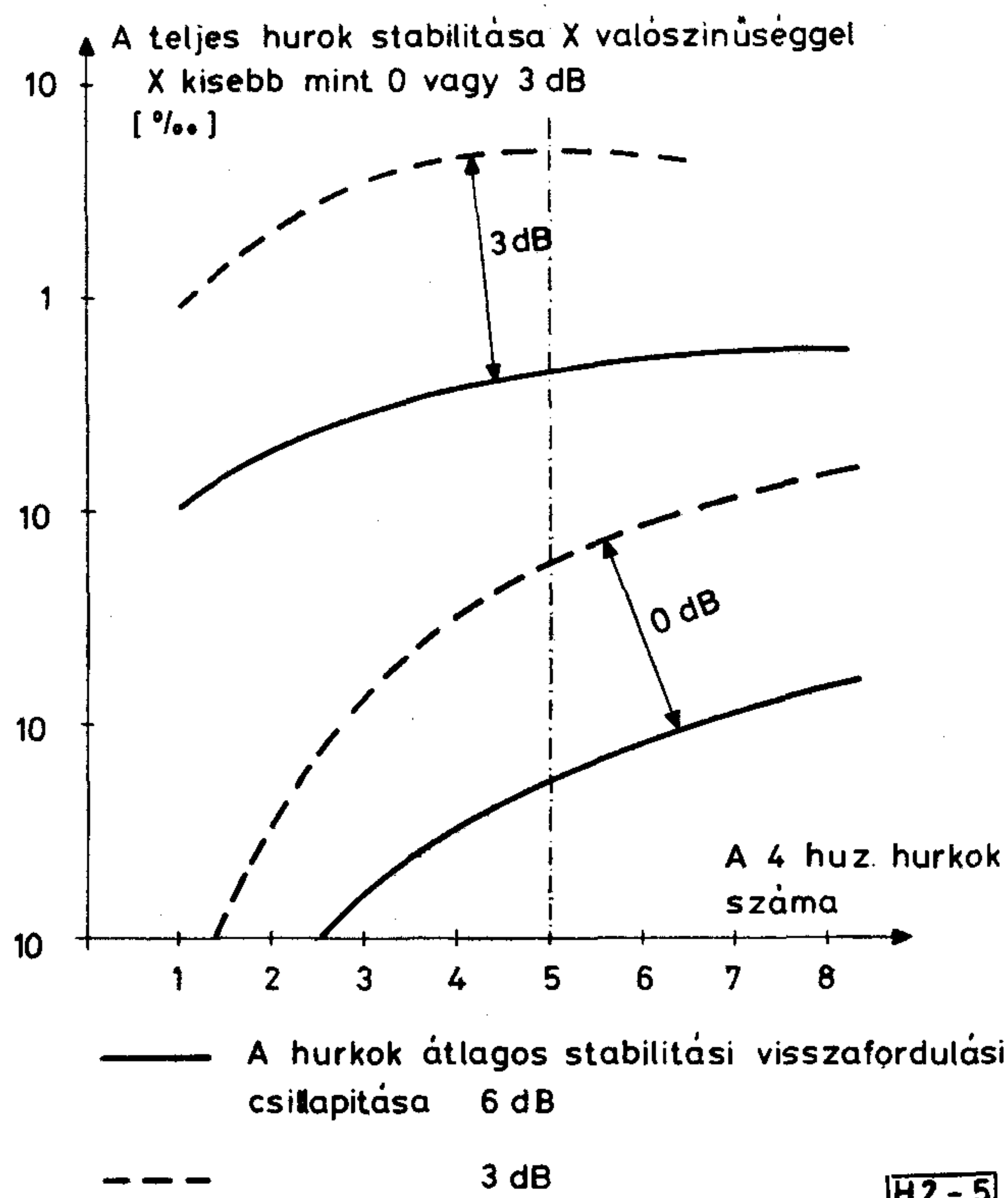
A kongás már beszédhelyzetbe hozott áramkörnél vizsgálandó. A hurkok frekvenciafüggő csillapításának hatására az érkező jel a kimeneten U_{ki} az átviteli út eredő csillapításától (a) és az eredő hurokcsillapítástól függ

$$U_{ki}(\omega) = U_{be} \frac{\exp a(\omega)}{1 - \exp H(\omega)}.$$



H2-4

4. ábra



5. ábra

Az átviteli úton a frekvenciafüggő fázisforgatás hatására

$$[\Delta U_{ki}]_{\max} \geq 2$$

esetén már zavaró a sáv egyes részeinek kiemelése. Ebből $A(\omega) = \text{const}$ esetén

$$\frac{1 + \exp H_{\min}}{1 - \exp H_{\min}} \leq 2.$$

Amiből következik, hogy legalább 10 dB eredő hurokcsillapítás kell a zavaró kongás elkerüléséhez.

A visszhang jelenti legtöbb esetben a legszigorúbb feltételt a hurokcsillapításra. A 6. ábra mutatja azt a minimális hurokcsillapítást a terjedési idő függvényében, melyet kevesebb, mint 1%, ill. 10% valószínűséggel ítélnék zavarónak. (Ennél kisebb csillapítás esetén visszhang-csökkentő vagy -elnyomó alkalmazandó.)

Adatátvitel esetében észrevehető bit-hibaaarány csökkenés lép fel, ha a hurokcsillapítás 18 dB, illetve 25 dB érték alatt marad 2,4 kbit/s, illetve 9,6 kbit/s átviteli sebesség esetén. Ebből az egy huroknál megkövetelendő érték, ha N_p a hurok száma, melyek között 2–4 dB csillapítás van:

N_p	2,4 kbit/s-ig	9,6 kbit/s-nál
2	22	29
3	24,3	31,3
4	26 [dB]	33 [dB]
5	27,3	34,3
6	28,3	35,3

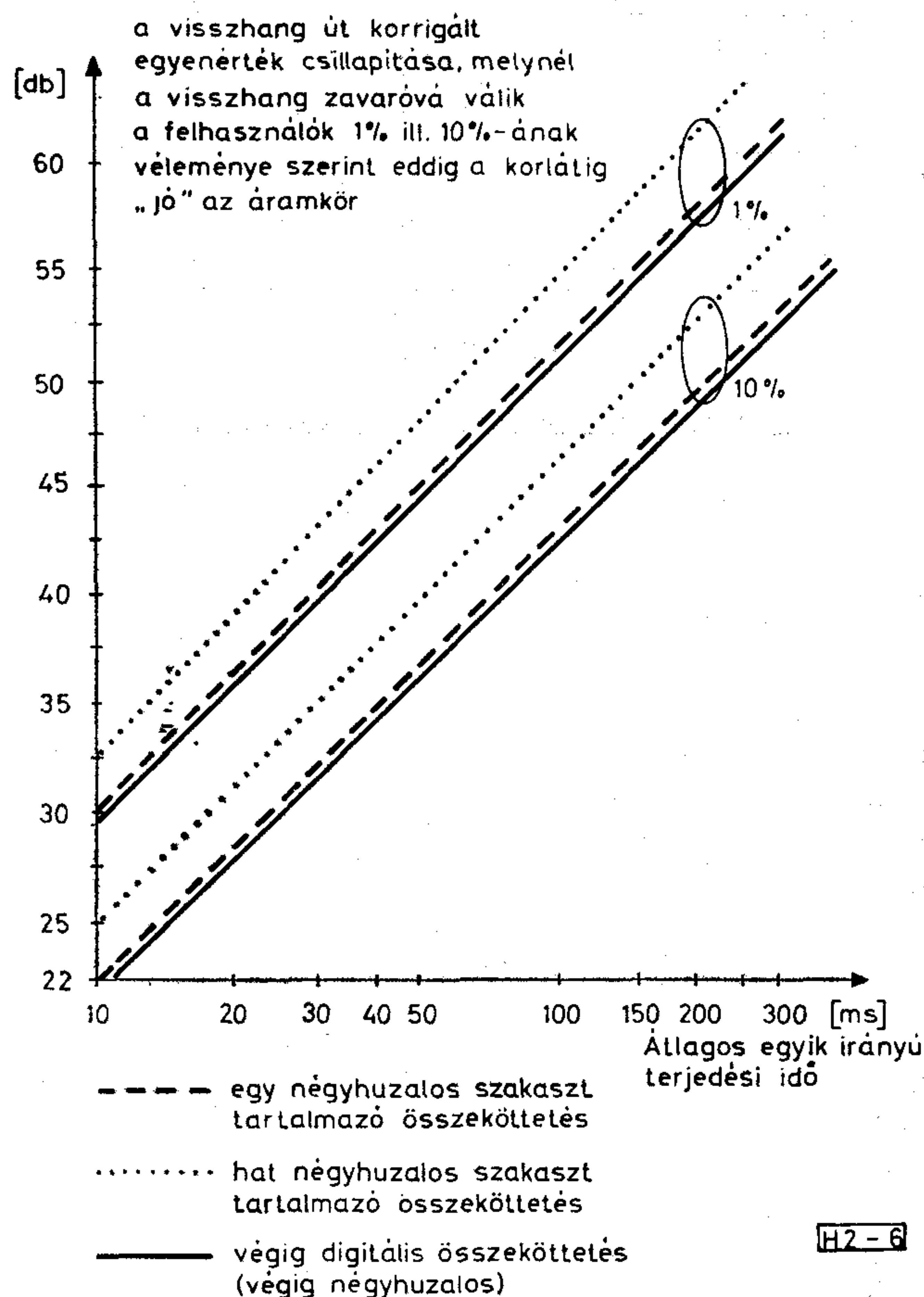
Ezeknek a rendkívül szigorú értékeknek megvalósítása csak a vonal és vonalutánczat eddigieknél lényegesen jobb illesztése esetén érhető el. Ha a hurok egyirányú átviteli csillapítása 1 dB, akkor 26 dB eléréséhez 12 dB visszafordulási csillapítást kell meg-

valósítani. Ez a követelmény különösen a kéthuzalos előfizetői hálózatoknál volt teljesíthető nehezen, mert eltérő hosszúságú kapacitív vonalhoz csatlakozott induktív készülék. Minimális előfeltétele a vegyes analóg-digitális hálózatok jó átviteli minőségének a homogén kapacitív vagy valós impedancia, melyhez a vonal kapacitív vagy ohmos készülékkel való lezárása szükséges. Jó eredményeket értek el kapacitív készülékkel és a 7. ábrán látható vonalutánczattal.

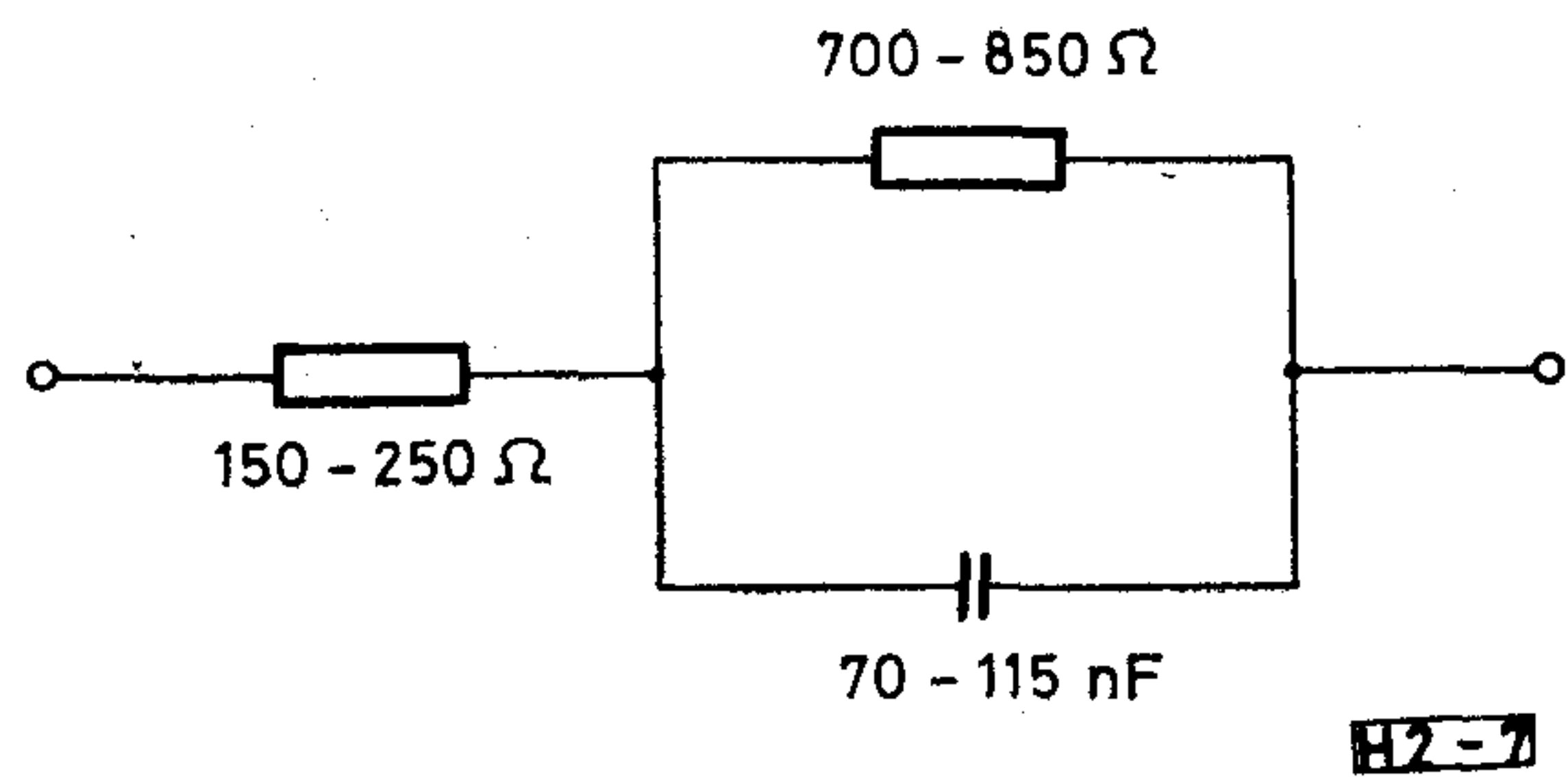
4. Kvantálási és analóg zajok együttes hatása

A különböző jellegű zajok összegezésére szubjektív vizsgálatokat végeztek. Az összeköttetések minőségére általános jellemző a felhasználók véleménye (16). A 8. ábrán látható, hogy a vonali analóg jellegű zajok és a kvantálási torzítás együttes hatása egyetlen PCM összeköttetés beiktatásakor 25–45 dB beszédzajtjeljesítmény távolság esetén kritikus. Jobb minőségű analóg hálózat esetén elsősorban a kvantálási zaj befolyásolja a szubjektív véleményt. Itt megjegyezzük, hogy 40 dB zaj távolság –15 dBmO beszéd szintnél 1000 pWOp zajteljesítménynek felel meg, 25 dB 100 000 pWOp-nek, tehát a jelenlegi hálózatok általában ebbe a tartományba eső zajt termelnek.

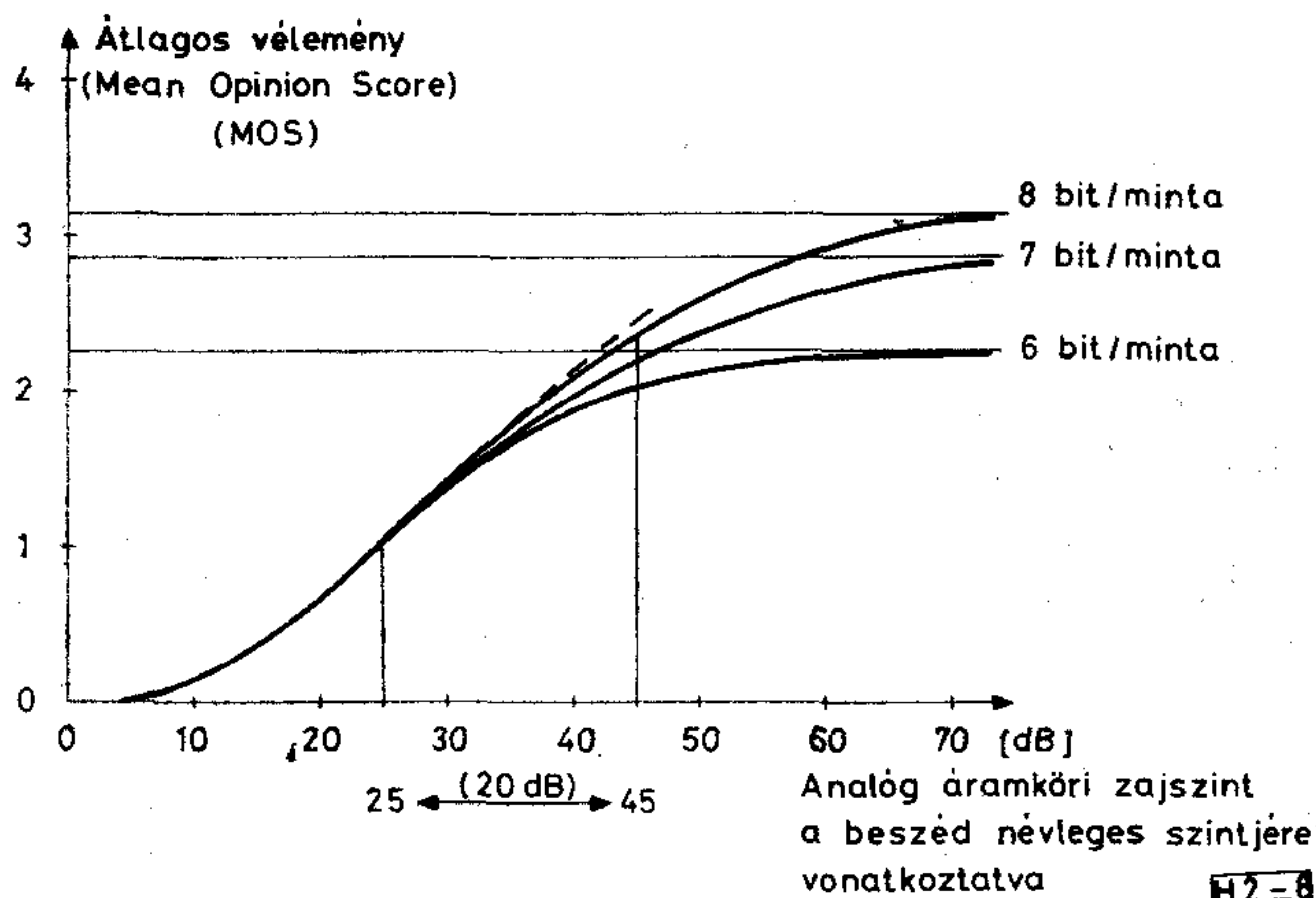
Több PCM szakasz láncba kapcsolásával az összegezés vizsgálatát 8 bit/minta szabványú A törvényű rendszereknél megnehezíti, hogy a rendkívül jó átviteli minőség miatt 2-3 vagy 4-5 szakasz között a szubjektív értékelés nem mutatott szignifikáns kü-



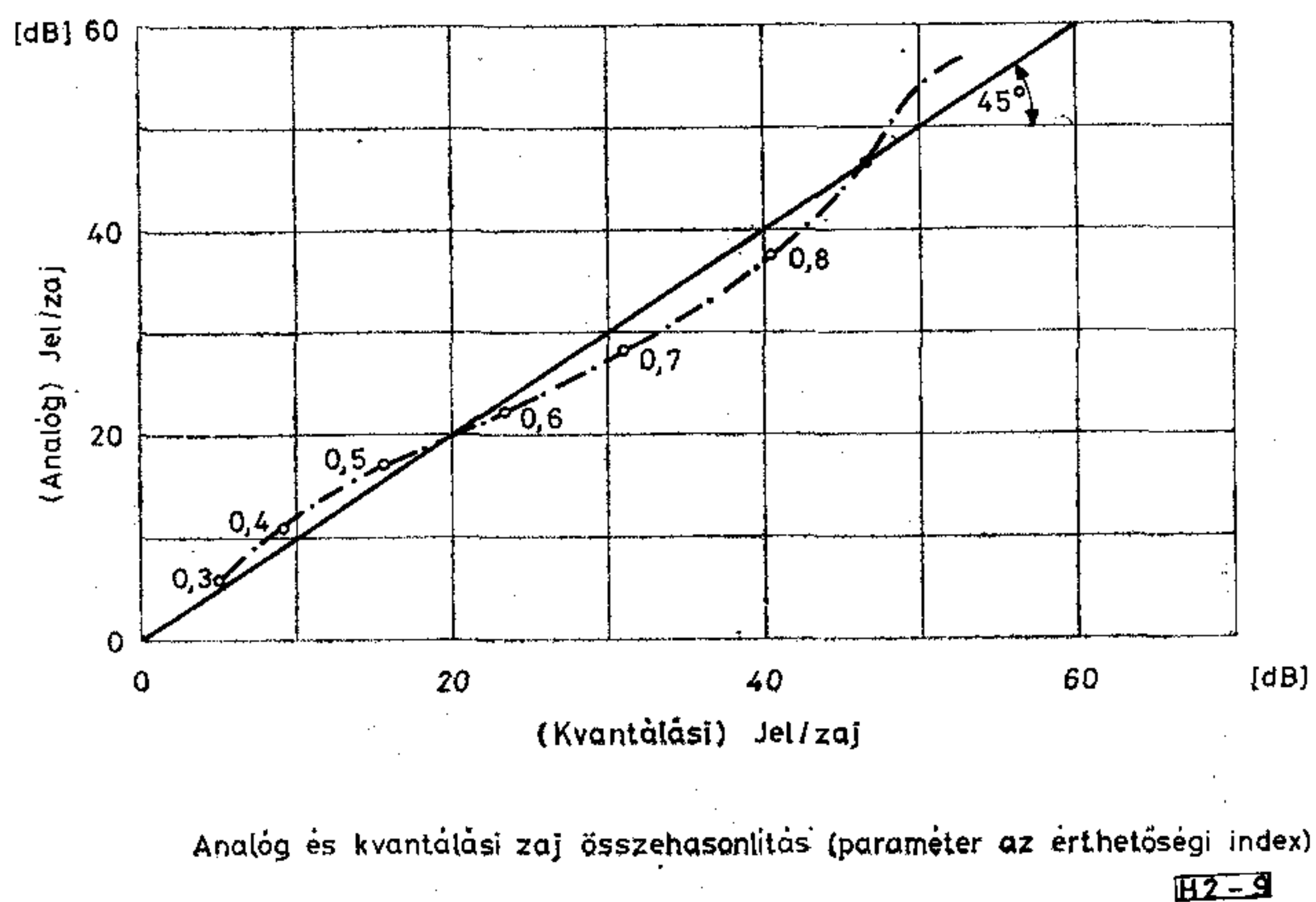
6. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra

lönbséget [16]. Az eredményeket több szakaszon végzett vizsgálatokból kellett extrapolálni (9. ábra).

A zajok minőségromító hatásának tervezését tovább nehezíti a különböző kódolási törvények alkalmazásával működő digitális rendszerek terjedése. A különböző rendszerek összehasonlítási mérőszámául bevezették a kvantálási torzítás egységet (qdu), melyet úgy határoztak meg, hogy 1 qdu egyenértékű az azal a minőségromlással, melyet egy 8 bit/minta átvitelű A-törvényű PCM rendszer okoz a beszéd átvitelben, ha a berendezés a C.C.I.T.T. G.711 ajánlásban rögzített torzítás görbénél átlagosan 2 dB értékkel kedvezőbb zajtermelés szempontjából. De mert ez beszéd-szemléletű értékelés, felmerült annak szükségessége, hogy a qdu helyett ezt SIU-nak (beszéd-minőségromlás egység)-nek nevezzék. Ezzel együtt megjelenik a DIU (adatátvitel minőségromlás egysége).

A beszédátvitelnél $qdu = SIU$, melynek értéke pl.

7 bites PCM-kodek párnál 3, 32 kbit/s átviteli sebességű ADPCM-nál 5–6, amit adaptív prediktor $3 \div 4$ értékre javít. Ugyanakkor egy teljes összeköttetésben 14 qdu engedhető meg, mely még nem nehezíti meg a beszélgetést (9).

Adatátvitelnél az impulzus zajoknak van döntő hatása a DIU-ra. A bit-hibaarány (BER) a rendszertől függően akkor romlik szignifikánsan, ha a zajcsúcsok 3–12 dB-re megközelítik a hasznos jel effektív értékét. Várhatóan 1 DIU 12 dB zajcsúcsjel effektív érték távolsággal lesz definiálva. Ez a jellemző különösen kritikus elektromechanikus központok között működő digitális rendszereknél.

A 9. ábrán bemutatjuk az analog és kvantálási zajok szubjektív összehasonlítása alapján nyert egyenértékűségű görbét [17]. Ebből következik, hogy a nem azonos szubjektív hatású impulzus zajok, bit-tévesztések, kvantálási torzítás, termikus zaj, lineáris és nem-lineáris áthallások előírásait úgy célszerű elkészíteni, hogy minden rendszer hosszarányosan részesüljön a teljes összeköttetésre megengedett megfelelő típusú zajból.

IRODALOM

- [1] Lajtha György: Egységes távközlési hálózat. Híradástechnika XX. évf. 11. sz. 1969. p. 335–341.
- [2] Decina M-de Ferry P.: Prospects for Techniques and Services Integration into the Italian Telecommunication Network. International Switching Symposium Munich Sept 1973. pp. 9–13.
- [3] Slow J. L. – Purton R. F.: The background to future digital networks. System Technology Sept 1974. No. 19.
- [4] A. Rudberg – Ö. Sahlin: Planning of ISDN. Ericsson Review No. ISDN 1984. p. 34–41.
- [5] A. Roche: General presentation of the Integrated Telephone and Data Network (ITDN). l'echo des Recherches 1983. English issue p. 3–14.
- [6] C.C.I.T.T. Study Group XVIII. TD No. 1 Brasilia 1984. febr. 13–24.
- [7] C.C.I.T.T. study Group XVII. TD No. 18 Genf 1984. máj. 23., jún. 2.
- [8] Schweizer, L.: Transmission Plan for the Transition Towards a Digital Network. I.S.S. 1979. Paris máj. 7–10.
- [9] C.C.I.T.T. Study Group XVI. Report No. R3 1983. jún. ITV – Genf.
- [10] Lajkó – Lajtha: PCM a távközlésben. Műszaki Könyvkiadó – Budapest, 1978.
- [11] J. M. Camborde – R. Cadoret: Digital Transmission on Subscriber Loops. l'echo des Recherches 1983 English issue p. 51–58.
- [12] Molnár Pál (szerk.): Digitális távközlő hálózatok. KÖZDOK Budapest – 1981.
- [13] N. Sato – F. Inumara: Consideration on Subscriber Loop Impedance Standards in Digital Telephone Network. Review of the El. Comm. Lab. Vol. 31 No. 5 1983. p. 610–617.
- [14] Y. Yamamoto – H. Murakami: Minimum Transmission Loss Plan for Digital Telephone Network. Review of the Electrical Comm. Lab. Vol. 31 No. 5, 1983. p. 603–609.
- [15] N. Kitawaki – K. Stoh – K. Kakeh: Quantization and Circuit Noise Evaluation for Digital Telephony Network. Review of the El. Comm. Lab. Vol. 31. No. 5 1983. p. 596–602.
- [16] Balás Miklós: Kvantálási torzítás összegeződésének vizsgálata – Híradástechnika XXXII. évf. 1981. 8. sz. p. 293–295.
- [17] Brebovszky Judit: Digitális rendszerek értékelése szubjektív mérésekkel. Posta Kísérleti Intézet közleményei XI./2. kötet – 1971. p. 35–44.

Hálózatok forgalmi stabilitásáról*

DR. CSIBI SÁNDOR

Budapesti Műszaki Egyetem
Híradástechnikai Elektronika Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Hálózati szolgáltatások gyakorlati kérdéseiből kiindulva mutatunk rá a tömegkiszolgálási módszerek és — ezeken belül — a forgalmi stabilitás vizsgálatának jelentőségére. Helyi hálózati szolgáltatások példáján illusztráljuk hogyan jelentkeznek, miért érdekesek és hogyan tisztázhatók szabad hozzáférésű adat- és beszédszolgáltatások stabilitási kérdései. Ennek az utóbbi évtizedben felmerült témakörnek a problémái kapcsán emlékezünk vissza Kozma László egy 1947-ben közreadott laboratóriumi jegyzetére [1].

1. Gyakorlati kiindulópontok

Hálózati szolgáltatások gyakorlati értelmét elsősorban az adja, mennyire tudják ezek potenciális felhasználók igényeit tömegesen, fennakadás nélkül kielégíteni.

Ennek a tömegkiszolgálási feladatnak egy fontos vonatkozására — nevezetesen várakozással bíró kiszolgálások stabil működési feltételeire — kívánunk rámutatni ebben az írásban.

Főleg azt szeretnénk röviden illusztrálni, egyáltalán hogyan merül fel, mikor fontos és időszerű ez a kérdés, és milyen összefüggésekre támaszkodva lehetséges a stabil kiszolgálás feltételeinek előzetes garantálása.

Példaként azt az utóbbi években előtérbe kerülő hálózati feladatot tekintjük, amikor elszórt felhasználók távbeszélési és telematikai igényeit együtt kell kielégíteni.

Ma már világszerte mindinkább a figyelem középpontjába kerül ez a kérdés. Pontosabban az, hogyan lehet egy-egy telephely, település vagy vidék telefonkészülékeit és személyes számítástechnikai eszközeit — közös felhasználóközelit technikára támaszkodva — tömegesen, kötetlenül és gazdaságosan kiszolgáltatni (1. ábra).

A következőkben — néhány alapfogalom tisztázása után — ezen a hálózati feladaton fogjuk várakozásokkal bíró kiszolgálások stabilitási kérdéseit is áttekinteni.

2. Tömegkiszolgálás: takarékoskodás kockázatvállalással

Tömegkiszolgálási feladatok megoldásakor végeredményben mindig annak a ténynek a kiaknázására törekszünk, hogy a potenciális felhasználók tömegének egyidejűleg csupán egy kis töredéke igényli a szolgáltatást.

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén

DR. CSIBI SÁNDOR

Az MTA levelező tagja (1979), egyetemi tanár (1973). A BME Híradástechnikai Elektronika Intézetének igazgatója (1975—). Távközlési Kutató Intézetben (1951—1973), tud. mts.

főmts., ov., főoszt. vez. A HTE elnökségi tagja. Gépészmérnök (1951), műsz. t. kandidátusa (1961), mat. tud. doktora (1973). Szakterülete: az információközlés és a feldolgozás statisztikai módszerei.

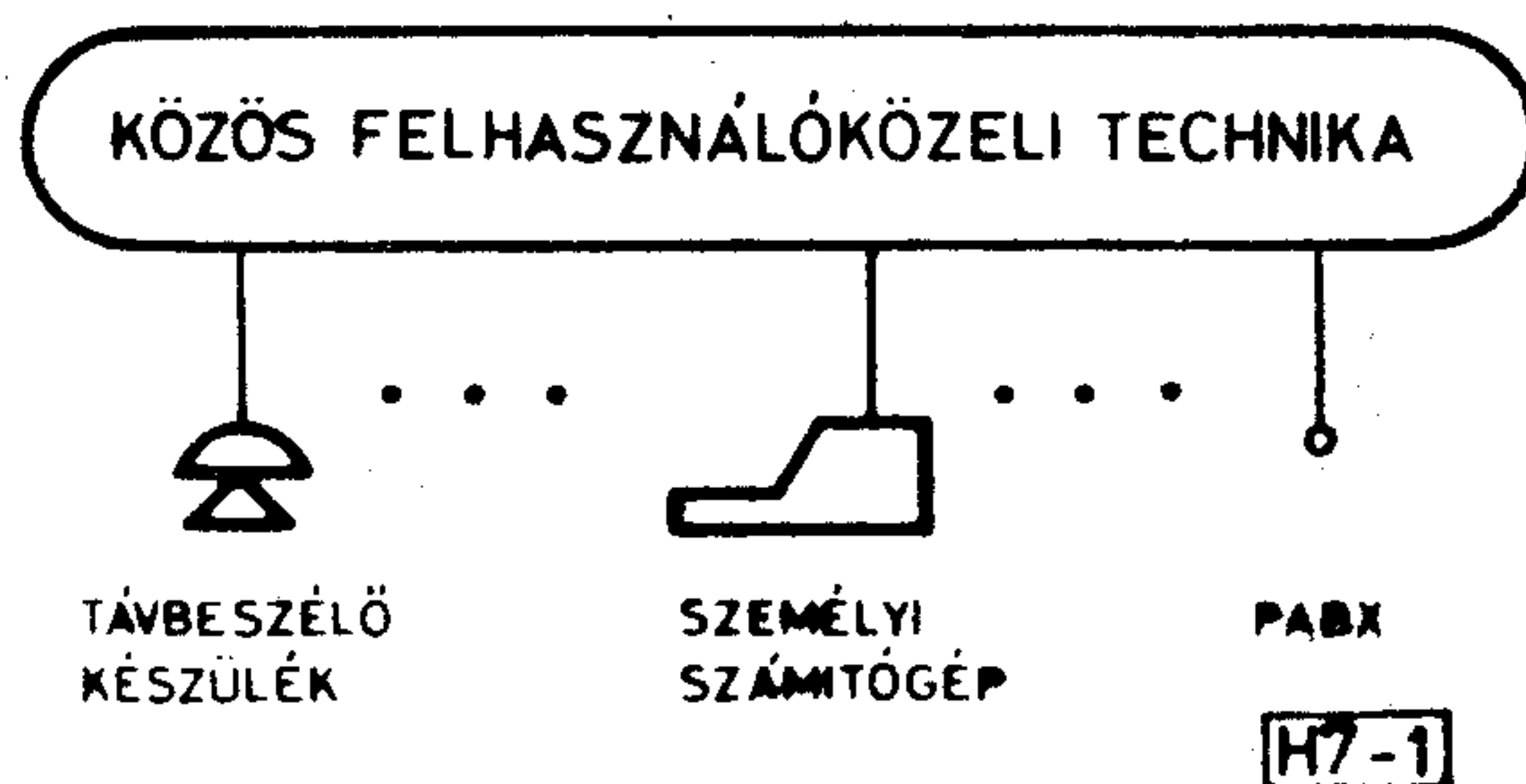
Ezt a tényt aknázza ki már régóta a távbeszélőközpontok gyakorlata akkor, amikor m előfizetőt csupán $n < m$ közös eszköz felhasználásával szolgál ki. (2. ábra),

A 2. ábrán látható séma azonban egyúttal jó szemléltető példája a mikroelektronika új, digitális távközlési lehetőségeinek is. Ez érthető, hiszen a mikroelektronikai eszközök fejlődésével vált csak igazán gazdaságossá a forgalomkoncentráció és a kapcsolási funkciók egy részének elosztása és előfizetőközelit elhelyezése: végeredményben, az egyéni előfizetői vonalak hosszának és az előfizetőközelit ráfordításnak drasztikus lecsökkentése.

Természetesen, mielőtt valaki él a részleges egyidejűség megtakarítási lehetőségeivel, számolnia kell azzal, hogy a kiszolgáló rendszer esetleg túlterhelődik: ennek a lehetősége sincs most már kizárva. Végző fokon a megtakarítás és a kockázatvállalás ésszerű kompromisszumának a megtalálása a kiszolgáló rendszer tervezésének fő feladata.

3. Igények azonnali és késleltetett kielégítése

A tömegkiszolgálás tervezésének kulcskérdése az, hogy a felhasználó — az igény bejelentését követően — milyen gyorsan jut hozzá a szolgáltatás használatához. (3. ábra.)



1. ábra. Integrált távbeszélő- és személyes számítástechnikai szolgáltatás közös felhasználóközelit eszközökkel (PABX: alközpont-típusú nyilvános hálózati csatlakozás)

Természetesen, bizonyos mértékig a mindenkori érdeklődésünktől függ, hogy pontosan mettől számítjuk egy új igény fellépését, és pontosan mit is tekintünk a szolgáltatás egyfolytában való igénybevételének.

Távbeszéléskor τ lehet, például, a hívószám lehívásának befejezési pillanata, $\theta^{(1)}(\tau)$ a hívási folyamat kezdő pillanata és $\theta^{(2)}(\tau)$ az a pillanat, amikor a hívó fél a kézibeszélőt újra visszateszi a helyére.

Párbeszédes adatszolgálat esetén τ jelentheti, például, azt az időpontot, amikor a felhasználó leüti a billentyűt a képernyő egy szövegsorának — vagy e sor egy részének — továbbítása céljából, $\theta^{(1)}(\tau)$ a sor tartalmát továbbító üzenetcsomag tényleges leadásának kezdete és $\theta^{(2)}(\tau)$ az adás vége.

Persze, ha nem a szolgáltatás egészét, hanem valamilyen hálózati eljárás belső tulajdonságait vizsgáljuk, ettől többé-kevésbé eltérő definíciókkal is célszerű lehet élni. A továbbiakban egy-egy adatigény felmerülését mi magunk is csupán attól a pillanattól fogjuk számításba venni, amikor az éppen beírásra kerül a hálózat felhasználói csatlakozási pontján elhelyezett adattárba. Hiszen ebben az esetben nem a teljes szolgáltatás, hanem kizárólag csak a hálózat késleltetései leszünk kíváncsiak.

A telefónia történetének kezdetén a 2. ábra szerinti sémát főleg az „azonnal vagy soha”-feltétel mellett vizsgálták: feltételezték, hogy ha egyidejűleg n igénynél több jelentkezik, az n küszöböt meghaladó igénytöbblet egyszerűen elvész, torlódás esetén veszteség lép fel.

Ezzel a torlódáskezelési szabállyal a 2. ábra sémája a várakozást kizáró — tisztán veszteséges — tömegkiszolgálás iskolapéldájává válik.

Feltehetően már kezdetben sem gondolt azonban senki sem komolyan arra, hogy a túlcsoordulásba került felhasználók eleve lemondanak minden további hívásról. A telefónia első tervezői — józan ésszel — nyilván arra számoltak, hogy a hívás megismétlésével a túlcsoorduló, kielégítetlen igénylők minden különösebb intézkedés nélkül is elfogadható időn belül kiszolgálásra kerülnek, feltéve, hogy a telítés elég ritkán következik be és elég rövid ideig tart.

Mindezzel — végeredményben, már ebben a tisztán veszteséges esetben is — eljutottak ahhoz a kérdéshez, vajon a vizsgált kiszolgáló rendszer hosszú működés után is távol tudja-e magát tartani a szokatlan telítéstől, vajon képes-e tartós működés során is a használható működési tartományon belül maradni, tud-e ebben az értelemben stabilan működni.

4. Mennyire viselhető el a késedelmes kiszolgálás?

Mindannyian — saját mindennapi tapasztalatainkból is — tudjuk, hogy a távbeszélés hívásfolyamataiba automatikusan közbeiktatott várakozások jóformán észre sem vehetők akkor, ha időtartamuk nem haladja meg egy-két számjegy tárcsázásához, vagy egy-két billentyű lenyomásához szükséges kézmozdulatok idejét. Az is tudott dolog, hogy egy-egy — ritkán felmerülő — újrahívás még bőven elviselhető.

Valójában tehát a távbeszélésben is van a felhasználónak egy bizonyos tűrőképessége némi késleltetés

elviselésére, az igény felmerülése és a kiszolgálás kezdete között.

Ezért érthető, hogy a távbeszélőközpontok tervezésében már a korai időktől kezdve mertek élni várakozások közbeiktatásával, és kíváncsiak voltak arra is, hogyan lehet várakozásos kiszolgálások késleltetési idejét meghatározni.

Végeredményben, a távbeszélőközpontok gyakorlatában is már régóta egyaránt közhasználatban vannak veszteséges és várakozásos kiszolgáló rendszerek [2, 3, 4, 5, 6].

Sőt — egy idő óta — már az ismételt hívások módszeres vizsgálatának is sokoldalú gyakorlata és irodalma van [7].

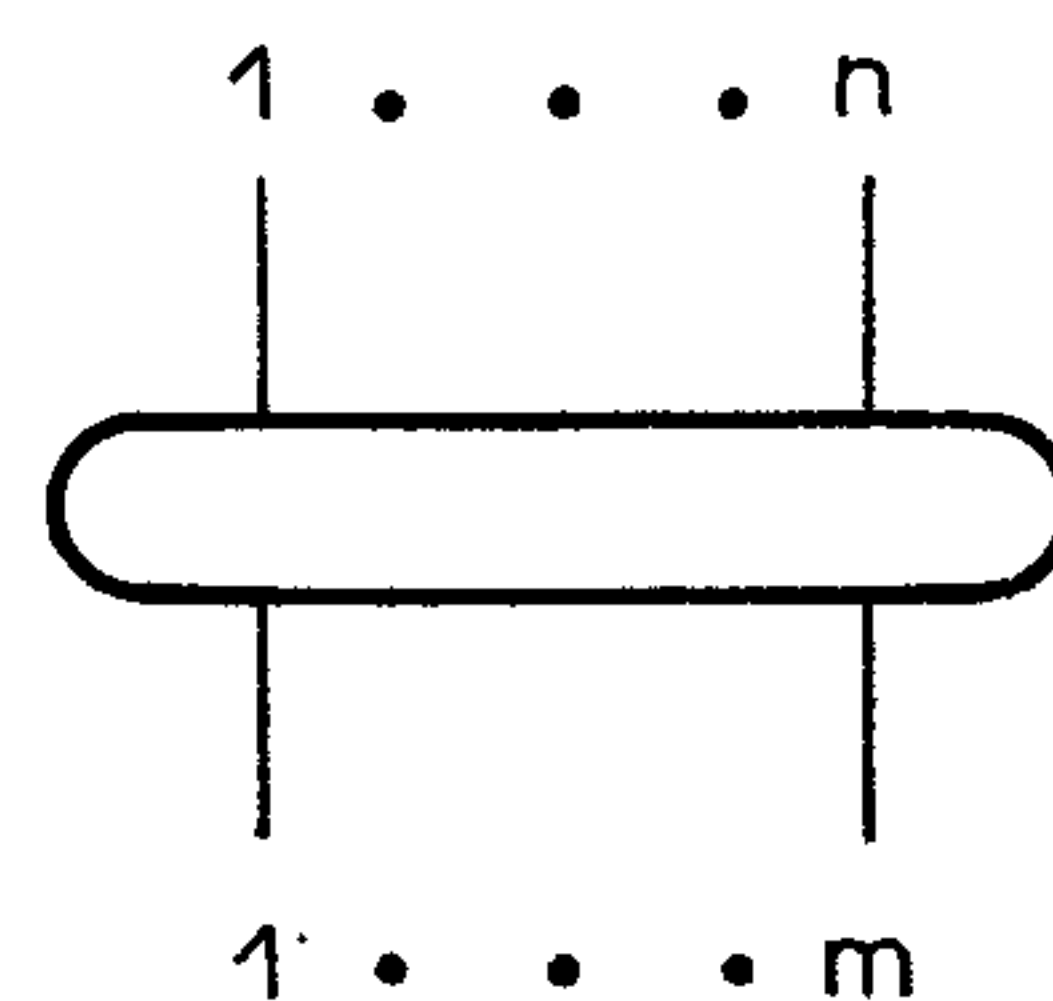
Míg azonban a telefóniában a várakozásos kiszolgálás már — többé-kevésbé — a beható vizsgálódások körébe tartozik, egészen más a helyzet, például, párbeszédes adatterminálok kiszolgálásakor. Ebben az esetben ugyanis egyáltalán nem ritka dolog az, ha a késleltetéssel kapcsolatos kérdések tisztázása már a kiszolgálás alapelveinek az első átgondolásakor kulcskérdésként merül fel; csak ezzel együtt kapunk megfelelő képet arról, hogy a szóban forgó módszer egyáltalán életrevaló-e.

Ennek a hangsúlybeli eltérésnek az az oka, hogy — legalábbis az adattovábbítás mindennapi körülményei között — a tervezőnek lényegesen több lehetősége van késleltetések közbeiktatására, mint ami a telefóniában egyáltalán szóba jöhet.

Gondoljunk csak arra, hogy egy képernyősor tartalmának a továbbításához — akár 1,2 vagy 2,4 Kbit/s sebesség mellett is — 0,4...0,8 szekundum idő elegendő, és ennek az időnek csak kis töredékére van szükség már akkor, ha 16, 32 vagy 64 Kbit/s sebességű, több felhasználós rendszert tekintünk. Ezzel szemben a képernyő előtt ülő felhasználót még jóformán semmit se zavarja az, ha a kurzor akár csak 2 szekundumnyi késedelemmel ugrik a következő sor elejére [8].

Mindezekből következik, hogy — különösen sok adatfelhasználó együttes kiszolgálásakor — bőven megengedhető lehet akár az egyfolytában továbbított üzenet teljes időtartamát messze meghaladó késleltetés is.

Az ezzel kapcsolatos kérdések az utóbbi évtizedben — a számítástechnika újszerű, úgynevezett szabad hozzáférésű hálózataival kapcsolatban — merültek fel először igazán élesen. Különösen akkor, amikor rájöttek arra, hogy egészen problémamentesnek tűnő eljárások is — valóban nagy forgalom esetén — lehetetlenüléssé mehetnek, és ezért kiegészítő szabályzásra szorulnak.



2. ábra. m előfizető kiszolgálása n közös eszközön át. ($n < m$)

Ez az oka annak, hogy a késleltetések felhalmozásával — a kiszolgálás ebben az értelemben vett stabilitásával — kapcsolatos kérdéseket a továbbiakban mi magunk is éppen az ilyenfajta adatszolgáltatások egy jellegzetes példáján fogjuk illusztrálni.

5. A késleltetések stabilitása

Természetesen, azt a tulajdonságot is, hogy az idő múlásával a késleltetések nem halmozódnak fel, különféle alapossággal lehet vizsgálat tárgyává tenni.

A következőkben — a késleltetés egyfajta globális jellemzőjeként — kizárólag a

$$D = \lim_{\tau \rightarrow \infty} E(\delta_\tau | \tau) \quad (1)$$

aszimptotikus átlagos késleltetést tekintjük [9, 10, 11, 13]. ($E(\cdot)$ a feltételes várható érték jele.)

Ezen a nyelven beszélve, akkor nevezzük a kiszolgáló rendszert stabilnak, a késleltetésekre nézve, ha

$$D < \infty. \quad (2)$$

Az ebben az értelemben vett stabilitás vizsgálatának, természetesen, csak akkor van egyáltalán értelme, ha a kiszolgálás késleltetéseit semmi sem korlátozza.

Itt az olvasó mindjárt felvetheti a következő kérdést: voltaképp kell-e a gyakorlatban egyáltalán korlátlan késleltetésű rendszerekkel foglalkozni? Hiszen a való életben a δ_τ késleltetés nyilván nem lehet akármekkora (vagy azért, mert valójában csak korlátozott tárhelykapacitásokkal dolgozhatunk, vagy mivel — a felhasználók korlátozott tűrképessége miatt — eleve nincs értelme akármekkora késleltetésű kiszolgáló rendszerekkel foglalkozni).

Hamar be lehet látni azonban, hogy még a korlátozásokkal bíró kiszolgáló rendszereknek is a legtermészetesebb vizsgálati módja a korlátozás nélküli kiszolgálásra épül. Nevezetesen, célszerű, ha

- első lépésként csupán korlátlan késleltetésű kiszolgáló rendszert képzelünk el,
- próbáljuk tisztázni, hogy a vizsgált rendszer a forgalom korlátozásával stabil késleltetésűvé tehető-e,
- amennyiben a válasz pozitív, a forgalmat a stabil működési tartományon belül úgy korlátozzuk tovább, hogy a D aszimptotikus átlagos késleltetés a tűréshatár alatt legyen,
- végül a késleltetés gyakorlati korlátozását most már az így szerzett ismeretek alapján határozzuk meg.

Hasznos lehet ez a szemlélet még akkor is, ha a kiszolgáló rendszer bonyolult volta miatt csak szimulációval vagy működő mintarendszeren végzett kísérletezéssel tudjuk a hálózat forgalmi lehetőségeit és stabilitási kérdéseit vizsgálni.

A következőkben mi magunk azt mutatjuk meg, hogy gyakorlati szempontból fontos adatátviteli feladatokban is lehet a késleltetések felhalmozódását egyszerű összefüggésekre támaszkodva tisztázni, mégpedig akár együttes beszéd- és adatátvitel esetén is.

6. Szabad hozzáférés a közös hálózathoz. — A példa bevezetése

Példaként az 1. szakaszban már említett hálózati feladatot választjuk. Ennek megfelelően telefonkészülékek és számítástechnikai eszközök együttes kiszolgálását tekintjük, mégpedig a felhasználóközeli, helyi hálózatok jellegzetes körülményei között.

Tételezzük fel, hogy a felhasználók telefonkészülékeikkel vagy személyes számítástechnikai eszközeikkel a közös C csatornához tudnak fordulni. (4. ábra.)

Legyen a C csatorna két irányú, de egyidőben legfeljebb csak egyetlen felhasználó üzenetét legyen képes zavartalanul továbbítani. (Ebben az értelemben a C csatorna egycsatornás tömegkiszolgálást valósít meg.)

Ne érdekeljen most bennünket az, hogy pontosan milyen nagy a potenciális felhasználók száma. Sőt azt se zárjuk ki, hogy ez a populáció változik az időben: a potenciális felhasználók cserélődnek, újak érkeznek, mások esetleg örökre eltávoznak. Sőt, korábban egyáltalán nem regisztrált terminálok becsatlakozását se tiltsuk meg.

Csupán az érdekeljen bennünket, hogy azok a felhasználók, akik valóban a C csatornához fordulnak, mindenkor megfelelően kiszolgálásra kerüljenek.

Mindez a szabadság szokatlan lehet a nyilvános távközlés kialakult — és a jövőben is elsődleges jelentőségű — gyakorlatához képest. Mindez azonban egészen természetes és mindennapi abban a tömegkiszolgálási világban, amelyben, például, az utca üzletei és áruházai régóta nap mint nap dolgoznak.

Egészen magától értetődő, hogy a kiszolgáló a boltban a korábban ismeretlen vásárlók kiszolgálását is minden további nélkül elkezdi. Más kérdés, hogy a kiszolgálás csak akkor nyer sikeres befejezést, ha a vásárló a kiszolgálási folyamat közben megfelelően tisztázza magát: fizet vagy hitelképességét igazolja.

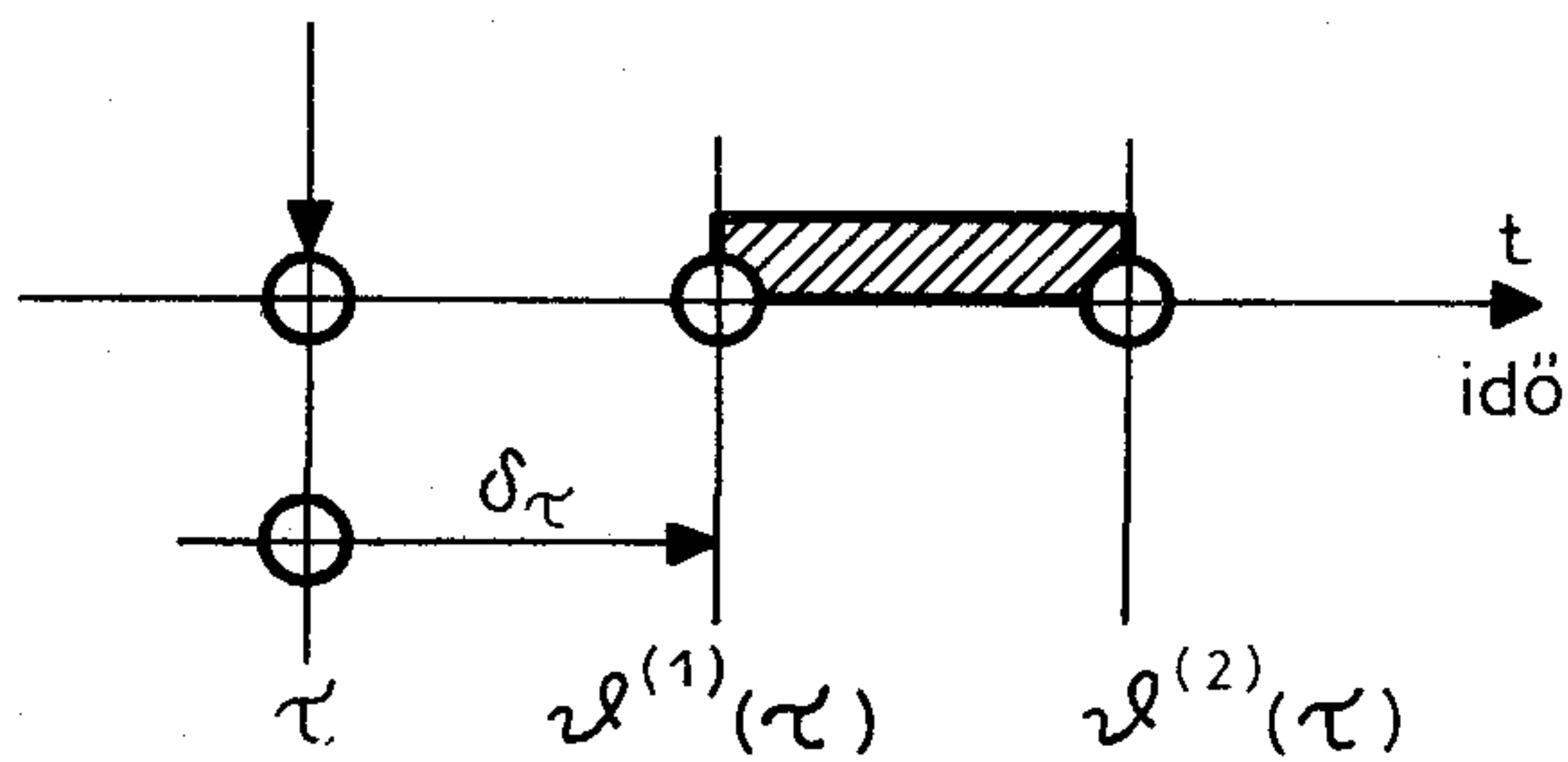
Ilyenfajta szolgáltatási kötetlenség esetén mondjuk azt, hogy a felhasználóknak szabad hozzáférésük van a hálózathoz.

7. A beszéd továbbítása előre kijelölt ütemben

Példánkban — a beszéd átvitelével kapcsolatban — a következő módszert vesszük alapul.

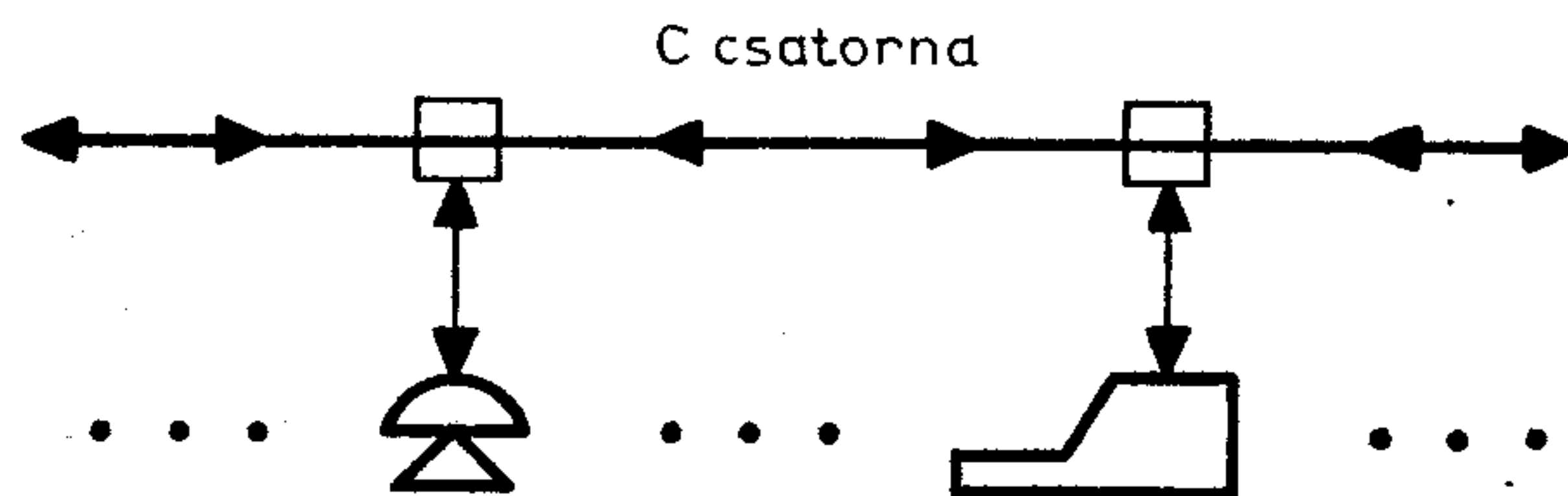
Minden egyes — éppen foglalt — telefonkészülékről 10 milliszekundumonként legfeljebb egy üzenetcsomagot továbbítunk; de kizárólag csak akkor, ha az nemcsak éppen vonalban van — azaz foglalt —, hanem tényleg beszél is; ahogy mondani szokás, éppen aktív. (Tehát nemcsak foglalt telefonkészülék híján, hanem beszédközi szünetekben sem továbbítunk beszédcsomagot.)

Ez lényegében az az eljárás, amelyet mondhatni minden beszédszünetben való adatátvitel — az úgynevezett piggy-backing — követ, sajátosan csomagkommunikáció esetén. Szabad hozzáférésű helyi hálózatokat tekintve, az általunk ismert körben először Szabó Csaba, Dallos György és Győrfi László vetett fel — és valósított meg kísérleti fokon — ilyenfajta, előre ütemezett beszédátvitelt.



H7-3

3. ábra. A τ időpontban felmerült igény a $[\vartheta^{(1)}(\tau), \vartheta^{(2)}(\tau)]$ intervallumban teljesül. ($\delta\tau$ a késleltetés)



H7-4

4. ábra. Telefonkészülékek és személyes számítástechnikai eszközök szabad hozzáférése a közös C csatornához

Tételezzük fel, hogy egy-egy 10 milliszekundumos időkeretben legfeljebb N foglalt telefonkészülék csomagjait lehet továbbítani. (Pl.: $N=10$.)

Óvatosságból azonban tételezzük fel, hogy még N egyidejűleg aktív beszélő sem tölti ki teljes egészében az időkeretet beszédcsomagokkal.

Tételezzük fel azt is, hogy a foglalt telefonkészülékek — minden egyes 10 milliszekundumos időkeretben — sorszámozással bírnak. (Ezt természetesen módosítani kell minden olyan alkalommal, amikor egy újabb telefonhívás lép fel, vagy amikor egy korábbi hívó fél visszateszi a kézibeszélőt a helyére.)

Tételezzük fel, hogy az éppen foglalt telefonkészülékek ennek a sorszámozásnak megfelelő sorrendben helyezik el aktív beszédcsomagjaikat a 10 milliszekundumos időkeretbe: a keret elejétől közvetlenül egymás után.

A beszédtoábbításnak legyen prioritása. Eleve tiltsuk meg adatsomag továbbítását olyan időszakokban, amelyek aktív beszédcsomagoknak vannak fenntartva; természetesen csak akkor, amikor valóban van továbbításra kész, aktív beszédcsomag.

Tételezzük fel, hogy a beszéd hívásfolyamatait is adatsomagok továbbítják: tehát a hívást kezdeményező telefonfelhasználó is először adatfelhasználóként jelentkezik be a C csatornába. (Ez lehetővé teszi, hogy a telefonálni kívánók hozzáférése is ugyanolyan szabad legyen, mint amilyen szabad a hozzáférés adatfelhasználók esetén.)

8. Az adatfelhasználók hozzáférése a csatornához

Az adatfelhasználók minden új adatsomagja esetén, újra meg újra, szabad hozzáférés megvalósítására törekedjünk. Ennek megfelelően először is eleve számítanunk kell arra, hogy az adatfelhasználók bármikor jelentkezhetnek igényeikkel a C csatorna felé.

Természetesen eleve lehetetlen, hogy ezeket az igényeket minden egyes esetben azonnal kielégítsük. Hiszen már két adatfelhasználó igénye is jelentkezhet olyan szorosan egymás mellett, hogy csomagjaik — azonnali továbbítás esetén — szükségképpen átlapolódnának.

Ezért — adatátvitel esetén — valamilyen előzetes eljárással gondoskodni kell arról, hogy minden egyes, szolgáltatásra igényt tartó adatterminál saját maga tudjon kikeresni magának valamilyen, mások által nem foglalt időközt abból a célból, hogy ott adatsomagját — több-kevesebb várakozás után — továbbítsa.

Ezt a feladatot többféleképp is meg lehet oldani. A számítástechnika helyi hálózataiban igen elterjedt az a gyakorlat, hogy minden egyes terminál maga figyeli, van-e a C csatornán éppen más felhasználó jelen, és addig várakozik esedékes csomagjának leadásával, amíg nem találja a C csatornát üresnek.

Természetesen még ebben az esetben sem lehetünk egészen biztosak abban, hogy nem kerül-e az elküldött adatsomag ütközésbe. Hiszen bizonytalanságot okoz az, hogy a terminálok között a terjedési idő nem nulla. Nem jelentenek azonban az emiatt szükségessé váló újraadások gondot, ha a csomagok ütközése elég ritkán következik be. (Az újraadáshoz természetesen már gondoskodni kell arról, hogy a vevő nyugtázza a csomag eredményes vételét.)

Ezt az eljárást a témakör szakirodalmában — szokásos megvalósítására való tekintettel — vivőérzékelésnek nevezik.

Mi a következőkben nem ezt az eljárást vesszük alapul. Együttes beszéd és adattovábbítás esetén ugyanis amúgy is eleve több jelzési és visszajelzési tennivalónk van. (Javasoljuk, hogy ezeket az olvasó maga gondolja végig a továbbiak során.) Így aligha vezet ügyetlenségre, ha a felhasználói adatsomagok leadási helyét minden egyes — e feladat megoldásában éppen érdekelt — terminál ugyancsak csomagok, nevezetesen rövid adatsomagok, továbbításával jelöli ki.

Ma már az idevágó eljárásoknak szintén gazdag irodalma van. Mi erre a célra az úgynevezett réselés, szegmenskénti eljárások egyikét vesszük alapul, nevezetesen Cübakov és Mihajlov bináris szimmetrikus fa-eljárását, ennek is a faágak végigjárásán alapuló, szekvenciális változatát [11].

A réselés abból áll, hogy eleve egy időbeosztást — réssorozatot — írunk elő. Ennek osztása éppen a rövid adatsomag hosszával egyenlő. (5. ábra.)

A szegmenskénti eljárások lényege az, hogy ezek az adattovábbítás során időben egymás után, egymáshoz csatlakozó szegmenseket jelölnek ki, saját maguk, a ténylegesen megfigyelt tények alapján. (Lényeges, hogy valamennyi — a csatornával éppen kapcsolatot tartó — terminál, saját megfigyelései alapján, ki tudja jelölni saját magának ezeknek a szegmenseknek a határpontjait.)

Minden egyes, újabb igénnyel belépő adatfelhasználó legyen tisztában azzal, hogy várnia kell igénye kielégítésére, legalábbis a soron következő szegmens kezdetéig.

A szegmenskénti eljárások az idő mentén eleve lépésenként haladnak előre:

Minden szegmens elején valamennyi — éppen várakozó igényel rendelkező — felhasználó egy-egy rövid csomagot ad le. Majd a visszajelzésekből megfigyeli, hogy milyen állapotba került a C csatorna, és — ezután — sorsolás eredményétől függően dönti el, hogy adjon-e rövid csomagot a következő, erre a célra rendelkezésre álló időréshen. Minden egyes adó a rés háromféle állapotát tudja megkülönböztetni. Ezek: *a)* üres, *b)* a leadott rövid csomagot zavartalanul vették, *c)* hibás volt a vétel, mivel egynél több rövid csomag került a csatornába.

A részletekkel kapcsolatban az eredeti dolgozatra utalunk [11].

További áttekintésünk szempontjából csak annyit kell tudni, hogy

- ilyen módon valamennyi — a szegmens elejétől várakozó — adatfelhasználó lehetőséget kap rövid adatcsomagjának elküldésére;
- valamennyi felhasználó meg tudja figyelni, hogy maga a versenyzőtársak közül hányadikként tudott sikeres továbbításhoz jutni;
- valamennyi versenyző saját megfigyelései alapján el tudja dönteni, hogy még tart-e vagy már véget ért a rövid csomagok adásával kapcsolatos kísérletsorozat.

Lényeges, hogy — a várakozó igények száma alapján — igen éles felső és alsó becslést lehet adni a rövid csomagokkal kapcsolatos kísérletsorozat hosszára [11].

Tudni kell, hogy ebből az eljárásból a sorsolás minden további nélkül elhagyható. Elég — e helyett — az előző szegmenst egymás után felezní, és azt tekintetbe venni, hogy az éppen versenyben levő igény a megelőző szegmensben belül pontosan hol érkezett be. Pontosabban, ez semmi változást nem jelent akkor, ha az adatigények homogén Poisson-folyamat szerint érkeznek be.

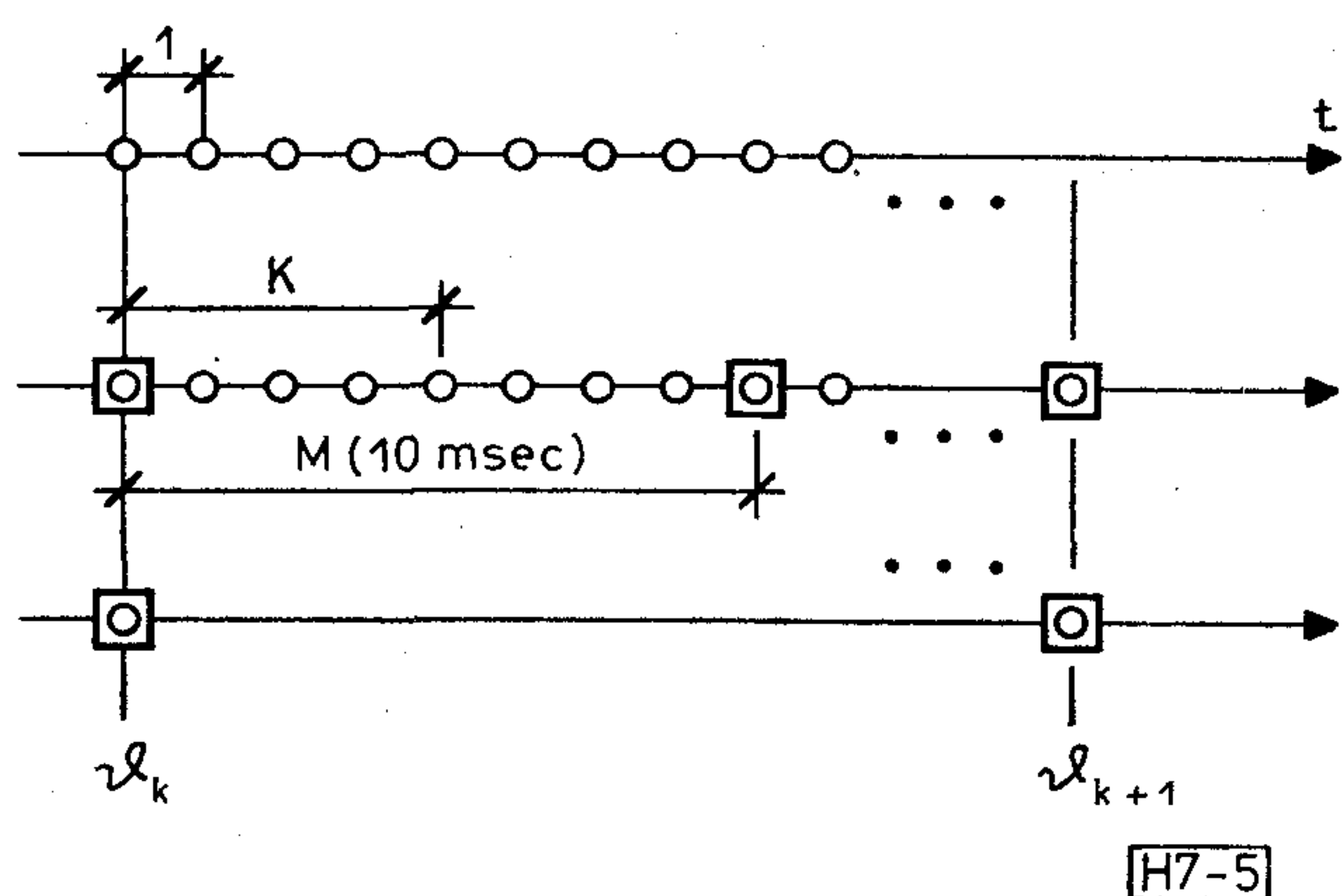
Mi a következőkben ezt a rövid csomagokkal kapcsolatos eljárást arra a célra fogjuk felhasználni, hogy a kísérletsorozat végével sorszámozást adjunk valamennyi, éppen versenyben levő felhasználónak. E sorszámozás alapján azután — a szegmens további részében — ezek a felhasználók egymás után zavartalanul leadhatják üzenetcsomagjukat a csatornán át.

Ilyen módon végeredményben egyfajta helyfoglalásos eljárásra jutottunk [10, 12].

Természetesen a kísérletezés időpazarlással jár. Ennek a hatását azonban jelentéktelenre csökkenthetjük azzal, ha a felhasználói adatcsomagok hosszát a rövid adatcsomagok hosszánál lényegesen hosszabbra választjuk.

Célszerű mind a beszéd-, mind az adatátvitel hosszú csomagjait azonos hosszúságúnak venni. A továbbiakban, az egyszerűség kedvéért, a rövid csomagok (és így az időrések) hosszát válasszuk az időegységnek. Ezen a skálán a hosszú csomagok hosszúsága legyen: K . (K egész szám, $K \gg 1$. Például: $K=30$.)

Az elvek áttekintésekor célszerű valamennyi csomag hosszúságához mindjárt hozzászámítani azt a rövid időbeli ráhagyást is, amely alatt a csomagot küldő felhasználó más állomások visszajelzéseit — és a különféle további figyelmeztető jelzéseket — venni tudja. A ráhagyás nagyságában természetesen figye-



5. ábra. Időrések, keretek, szegmensek. (ϑ_k a k -adik szegmens kezdete)

lembe kell venni a terjedési időket és az azokkal kapcsolatos bizonytalanságokat is. (Ez a ráhagyás, természetesen, csak elég kis terjedési idők esetén jelent elviselhető idővesztést.)

Jegyezzük meg, hogy a réselés és a keretek figyelembe vételéhez nincs a rendszerben okvetlenül szükség központi óra alkalmazására. (Javasoljuk, hogy az olvasó maga gondolja át, hogyan tudják a terminálok saját maguk kijelölni, követni és felfrissíteni ezeket a beosztásrendszereket e nélkül is, csupán a rendelkezésünkre álló megfigyelésekre támaszkodva.)

9. A két eljárás összeillesztése

A továbbiakban egyszerűen a következő szabályt vesszük figyelembe [13]:

- az adattovábbítási szegmensek mindig a beszéd-továbbítási keretek elején kezdődjenek,
- a hosszú adatcsomagok továbbítása pedig szegmensenként csak valamelyik K -adik időrés kezdetén kezdődjék (5. ábra).

Természetesen, ha egy keret elején valóban esedékes aktív beszédcsomagok továbbítása, a rövid csomagok adásával várni kell mindaddig, amíg a beszéd esedékes továbbítása be nem fejeződik.

Vegyük észre, hogy a fenti két szabály betartásához esetleg át kell ugrani időréseket egy-egy szegmens adateljárásai közben, a rövid csomagokkal kapcsolatos kísérletezést illetve a hosszú csomagok leadását követően. Az ebből eredő összes időpazarlás azonban szegmensenként kisebb, mint az időkeret 10 milliszekundumnyi hossza, és így az adattovábbítás számára még elviselhető, 2 szekundumos késleltetések mellett, nyilván, lényegtelen. Egyébként heurisztikusan várható, hogy ha valaki e két szabályt mégsem követi, akkor csak a vizsgálatnál előnyösebb adattovábbítási körülményekre jut.

A vizsgálat egyszerűsítése céljából — csupán e matematikai modellben — még azt is kössük ki, hogy ha egy szegmens annyira hosszú, hogy már több mint L beszédkeretet foglal magába az $(L+1)$ -edik kerettől kezdve a beszédcsomagok továbbítását eleve kizárjuk.

10. A felhasználók magatartásának tekintetbe vétele

Tételezzük fel, hogy az adattovábbítási igények homogén Poisson-folyamat szerint érkeznek λ_D hívás-sűrűséggel. Azt mondjuk, az átlagos adatforgalom: $S_D := \lambda_D K$.

A foglalt telefonkészülékek beszédjeleivel kapcsolatban csupán az aktív időszakok és a szünetek egymásutánjai érdekesek, ezek is csupán a beszédcsomagoknak megfelelő időbeli felbontásban.

Egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy minden egyes foglalt telefonáló — az egymást követő 10 milliszekundumos intervallumok sorozatában — független és azonos eloszlású valószínűségi változó sorozatnak megfelelően váltogatja aktív és passzív állapotait.

További jellemzéseinkben csupán az $S_S := KN/M$ maximális beszédforgalomra lesz szükségünk, valamint az $S := S_S + S_D$ mennyiségre, amelyet röviden integrált forgalomnak fogunk nevezni. (Az eredeti dolgozatban [13] az átlagos beszédforgalom mérlegelésével is foglalkozunk.)

11. Az adatszolgáltatás alakulását meghatározó folyamat

Tételezzük fel, hogy a k -adik szegmens elején ξ_k igény várakozik. Legyen α_k ugyanebbe a szegmensbe befoglalt aktív beszédminták aktivitási vektora. Magában az analízisben — egyszerűség kedvéért — az α_k vektor hosszát NL -re korlátozzuk. Nevezetesen, a beszédcsomagok továbbítását az $L+1$ -edik kerettől kezdve eleve kizárjuk akkor, ha az éppen vizsgált szegmens L -nél több beszédkeretet foglal magába. (Ez csak a valósághoz képest jelentéktelen számú beszédcsomag elvesztését jelenti akkor, ha L értékét elég nagyra választjuk.)

Ezt tekintetbe véve a beszélők aktivitása a k -adik szegmens alatt legfeljebb L bináris értékű aktivitási jelzőszámmal tekintetbe vehető: α_k lehetséges értékei legfeljebb LN bitből álló, bináris vektorok.

A k -adik szegmens állapotát a

$$\zeta_k = (\xi_k, \alpha_k)$$

kettős, az adatkiszolgálás időbeli alakulását a

$$\zeta = \{\zeta_k; k=0, 1, \dots\}$$

folyamat határozza meg.

Be lehet látni, hogy (a) ζ homogén Markov-lánc, valamennyi átmenetét nézve pozitív átmeneti valószínűségekkel, (b) mégpedig olyan Markov-lánc, amely az alábbi sajátossággal bír:

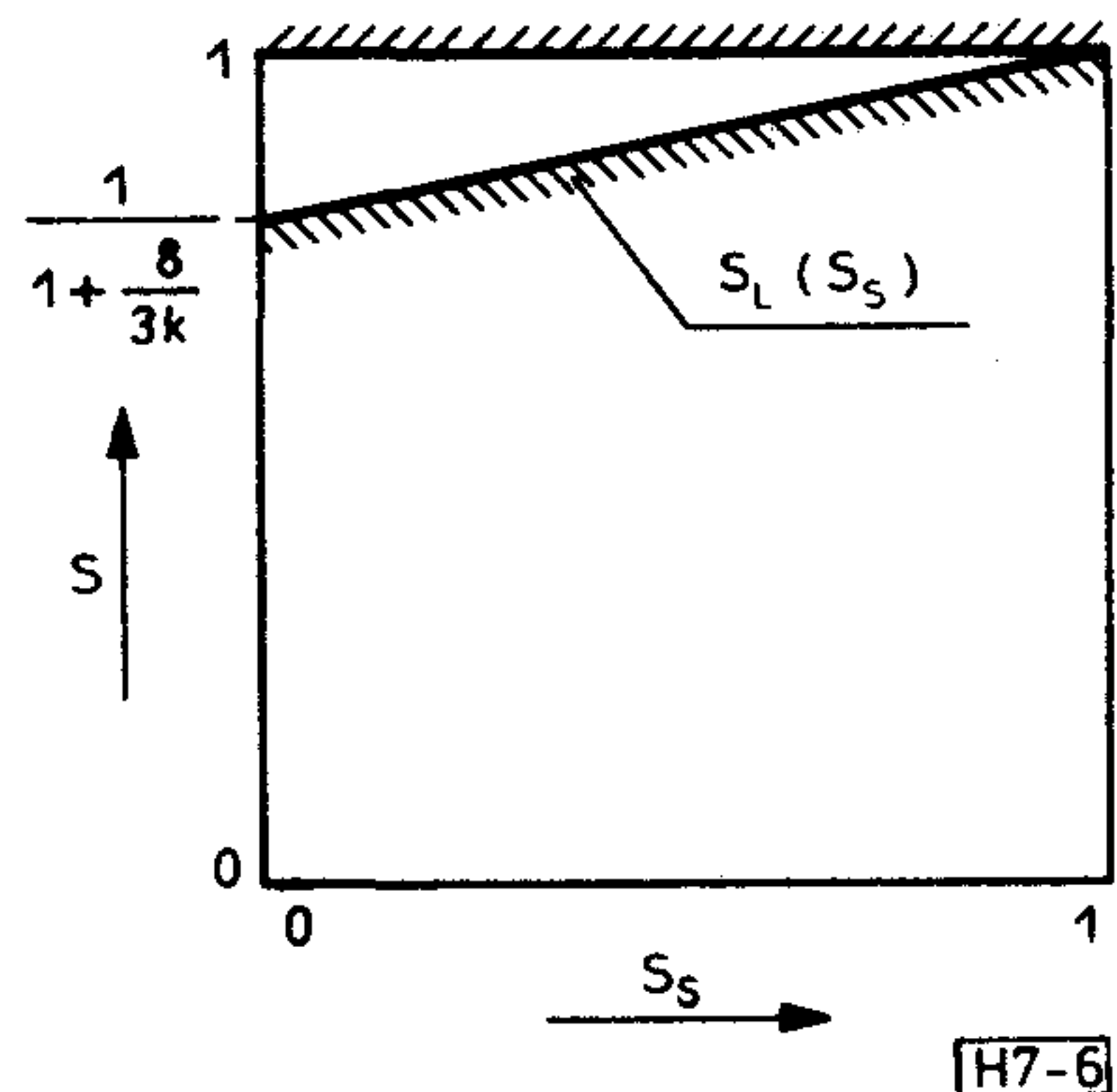
$$E(\xi_{k+1} | \zeta_k) \leq A\xi_k + B. \quad (6)$$

Itt

$$A = \frac{S - S_S}{1 - S_S} \left(1 + \frac{8}{3K}\right) \geq 0 \quad (7)$$

és

$$B = \frac{S - S_S}{1 - S_S} \frac{M}{K} \geq 0. \quad (8)$$



6. ábra. S_L alsó korlát a stabil késleltetésekkel megvalósítható integrált forgalom szupréмумára

Kritikus kérdés, természetesen, hogy a ζ Markov-lánc az idő előrehaladásával pozitív határvalószínűségekhez tart-e, vagy szétterül az állapotterén. Az előbbi eset akkor következik be, ha ζ ergodikus. A kiszolgáló rendszer működési szabályai biztosítják, hogy ergodikus ζ esetén a (2) stabilitási feltétel szükségképpen teljesül [13, 11].

A D késleltetéssel kapcsolatos stabilitás feltételeinek a tisztázásához tehát azt a kérdést kell eldönteni, milyen körülmények között is biztosítható a ζ Markov-lánc ergodicitása.

12. Mi a legnagyobb még stabilan kiszolgálható forgalom?

Be lehet bizonyítani [13], hogy a ζ Markov-lánc ergodikus, és így az adatszolgáltatás a D késleltetést tekintve stabil akkor, ha

$$A < 1. \quad (9)$$

(9)-ből és (7)-ből következik, hogy adott S_S beszédforgalom esetén $A < 1$, és így ζ ergodikus (tehát az adatszolgáltatás a késleltetésre nézve stabil), ha

$$S < \frac{1 + (8S_S/3K)}{1 + (8/3K)}$$

Tehát tetszőleges L értékre (így akár $L = \infty$ esetén is)

$$S_L = \frac{1 + (8S_S/3K)}{1 + (8/3K)}.$$

egyfajta alsó korlát a stabil késleltetésekkel még megvalósítható integrált forgalom szupréмумára (6. ábra).

Az, hogy ez az alsó korlát gyakorlati szempontból nem túl tág, az 1. táblázat példájából látható. Hiszen — jellegzetes csomaghossz esetén — még ezzel számolva is az egységnyi forgalomhoz igen közeli becslésekre jutunk.

Megnyugtató, hogy már ennek az alsó korlátnak a beszédforgalomtól való függése is elég jól tükrözi azt a tényt, hogy minél nagyobb a beszédforgalom aránya, annál kevésbé érvényesülnek a véletlen adathozzáférés időpazarlásai: az $S(S_S)$ függvény monoton nő. (Vegyük észre, hogy a szabványos PCM-távközlésben: $S=1$).

Példa (A hosszú csomagok hossza: $K=30$)

S_S Maximális beszédforgalom	S_L Alsó korlát a stabil késleltetésekkel még megvalósítható integrált forgalom szuprémumára
0	0,92
0,6	0,97
1	1

Természetesen a valóságban a kiszolgáló rendszert megfelelő biztonsággal a stabilitási határ alatt kell működtetni. Pontosabban, a stabilitási tartományon belül is, a késleltetésre vonatkozó felhasználói tolerancián belül kell maradnunk. (A vizsgálat ebbe az irányba való folytatásával kapcsolatban a [11] és [13] hivatkozásra utalunk.)

A rendszer megengedett legnagyobb S terhelésének a meghatározásakor arra is gondolni kell, hogy a D késleltetés kis mértékű forgalmi túlterhelés esetén se növekedjék lehetetlen értékre.

Mindent egybevetve, végeredményben számolni kell azzal, hogy például, $S_S=0,6$ esetén jól elviselhető késleltetésre csak mondjuk $S \leq 0,7$ alkalmazásával jutunk.

13. Miért választottam éppen ezt a témát a Kozma- emlékülésre?

Az ötvenes évek elején került a kezembe Kozma László laboratóriumi jegyzete a telefonforgalom méretezési kérdéseiről [1]. Ez az írás az — akkor még éppen csak újjáéledő — hazai ipari életben igen figyelemre méltó törekvést képviselt. Kozma László — akkor még mint ipari vezető — a távbeszélő-technika hazai fejlesztőmérnökeit ezzel, és más akkori kiadványaival is, szakterületük módszeres művelésére kívánta ösztönözni.

Ezzel a mostani írással Kozma Lászlónak erre az — ipari iskolatevékenységet felkaroló — tevékenységére kívánok visszaemlékezni, mély érzelmekkel és tisztelettel.

Egy újkéletű hálózati-tömegkiszolgálási feladat kapcsán azt kívántam érzékeltetni, hogy a telefoniai forgalomtervezés munkaterülete idő közben hogyan terebélyesedett tovább, és az új törekvések hogyan is illeszkednek bele a távközlés sajátos — és klasszikus problémáiban is egyre gazdagodó — világának egészébe.

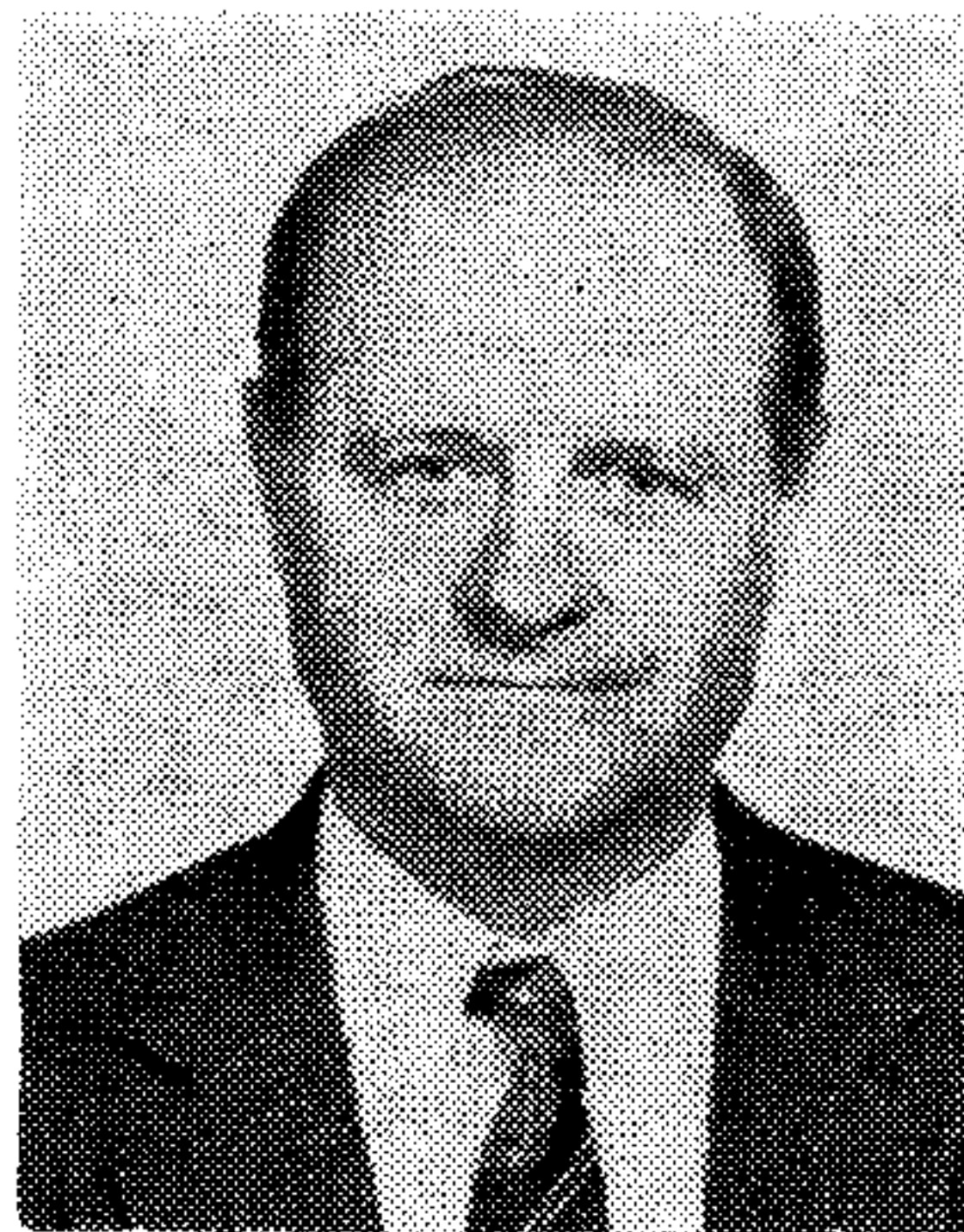
IRODALOM

- [1] Kozma László: Telefonközpontok méretezése Sok-szorosított jegyzet. Standard. Budapest, 1947.
- [2] Kozma László és Frajka Béla: Távbeszélő technika I. 2.5. szakasz. Tankönyvkiadó, 1971.
- [3] Frajka Béla és Ruppenthal Péter: Távbeszélő központok kapcsolástechnikája. 2.3 szakasz. J5-1188. Tankönyvkiadó, 1976.
- [4] Lajtha György: Távközlő hálózatok elmélete és tervezése. Műszaki Könyvkiadó, 1971.
- [5] Sallai Gyula (szerk.): Távközlő hálózatok forgalmi tervezése. Közlekedési Dokumentációs Vállalat, 1980.
- [6] Horváth Gyula: A telefonforgalom matematikai modellje. 5.13. szakasz. Izsák Miklós (szerk.): Távközléstechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1979.
- [7] Gosztöny Géza: Traffic problems in subscriber-to-subscriber dialog. Proc. XVII., 1–45. ITU. Teletraffic Engineering Seminar. Istanbul, 1980. Magyarul: Híradástechnika, 31. évf. 10. sz. 387–397, 1980.
- [8] Dallos, G., Szabó, Cs.: Simulating electronically the performance of a low rate multiple access radio channel. Proc. Sixth. Coll. on Microwave Com. Publ. House. Hung. Ac. Sc., Vol. 1., J-3/18.1., 1978.
- [9] Kleinrock, L.: Sorbanállás kiszolgálás. 2.1. szakasz. Műszaki Könyvkiadó, 1979.
- [10] Dallos, Gy. és Szabó Cs.: Hírközlő csatornák véletlen hozzáférési módszerei. Az elektronika legújabb eredményei. Akadémiai Kiadó (megjelenésben).
- [11] Цыбаков, Б. С., Михайлов В. А.: Свободный синхронный доступ пакетов в широкополосный канал с обратной связью. Проблемы передачи информации, Том 14, вып. 4., 32-59, 1978.
- [12] Цыбаков, Б. С., Михайлов, В. А.: Множественный доступ с резервированием. Проблемы передачи информации, том XVI. вып. 1., 50-76, 1980.
- [13] Csibi, S.: On the stability of random access data communication during the time left by speech packets. Preprint. BME-HEI 1984. (Submitted to Problems of Control and Information Theory.)

Távbeszélő szolgáltatásunk perspektívája*

DR. FRAJKA BÉLA

Budapesti Műszaki Egyetem
Híradástechnikai Elektronika Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar távbeszélő-ellátottság fejlődése az elmúlt évek folyamán fokozatosan lelassult, s így súlyos mennyiségi lemaradás következett be. Ennek eredményeként visszaesett a szolgáltatás minősége is. Az ezredfordulóig elérendő 30 körüli telefonsűrűség megvalósítása elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy az európai átlaghoz képesti elmaradásunk ne növekedjék. Az intenzív fejlesztést már most el kell kezdeni, s nem szabad várni a technológiai rendszerváltás hazai lehetőségének megteremtéséig.

Bevezetés

Távbeszélő szolgáltatásunk jelenlegi állapota már hosszú ideje foglalkoztatja a közvéleményt. A helyzet eléggé lehangoló, az emberek türelmetlenül várják a javulást. Sajnos az utóbbi időben nem hogy javult volna a helyzet, hanem inkább romlott. A telefonhoz jutás átlagos ideje egyre növekszik, ma már bőven meghaladja a 10 évet.

A távbeszélő szolgáltatás javításáért felelős illetékesek a tömegtájékoztatási eszközök útján is kifejezésre juttatott társadalmi kritikára őszintén igyekeztek és igyekeznek válaszolni. Ezen válaszok szerint távbeszélő szolgáltatásunk színvonalát az ezredfordulóig a jelenlegi európai színvonalra fogjuk tudni emelni.

Ezen cikkben összehasonlító statisztikák és tendenciák alapján kívánjuk kritikai észrevételekkel segíteni, hogy ez a minimálisnak elfogadható célkitűzés sikeresen meg is valósuljon.

1. Az elmúlt évtizedek fejlődési üteme

Az AT&T Long Lines ma már több mint 70 éve jelenteti meg, az országok jelentései alapján, évenkénti gyűjteményes statisztikai kiadványát: „The World's Telephones” címmel [1]. Az utolsó három évtized adatait 5 évenkénti lépcsőkben mutatja az 1. táblázat. Látható, hogy a jelentést adó országok (átlagosan 80 ország adott többé-kevésbé rendszeresen jelentést) által üzemeltetett készülékek száma egyenesen fejlődött, nem befolyásolta sem a gazdasági fejlődés világméretű megtorpanása, sem más külső tényező. Tízéves intervallum alatti fejlődési ütem átlagosan 90% körül ingadozik, függetlenül attól, hogy hogyan választjuk ki az intervallumot (lásd 1. táblázat utolsó oszlopát).

Évenkénti bontásban vizsgálva a fejlődést azt látni, hogy az utolsó 2 évtizedben mindössze két év,

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén.

DR. FRAJKA BÉLA

Okleveles gyengeáramú villamosmérnök — 1957. Kőolajvezeték Vállalatnál üzemmérnök — 1957 — 58. 1958-tól a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnika Tanszékének, majd jogutódjának, a Híradástechnikai Elektronika Intézetnek (HEI) oktatója.

Műszaki tudományok kandidátusa — 1974. A HEI távbeszélőtechnika osztályának megalakulásától (1972) vezetője. Oktatási és kutatási munkája elsősorban a távbeszélő kapcsolástechnika területére irányul. Másodállásban a BHG Híradástechnika Vállalat Fejlesztési Intézetének igazgatója — 1979 — 1981.

1976 és 1979 fejlődési üteme maradt lényegesen a 6% alatt (4,9 illetve 5,3%); viszont több esetben is elérte, illetőleg meghaladta a 7%-ot (pl. 1980-ban 7,6%).

1. táblázat
Üzemben levő távbeszélő-készülékek száma az utolsó 3 évtizedben

Év*	Készülék (db)	%**
1951	75 300 000	—
1956	102 200 000	—
1961	141 700 000	88,18
1966	195 300 000	91,10
1971	272 657 000	92,42
1976	379 524 000	94,33
1981	508 285 866	86,42

Megjegyzés: * Január 1-én.

** Megelőző 10 évhez viszonyítva.

A távbeszélő ellátottság kontinensenként, sőt azon belül országoként is erősen változó. Helyzetünk értékeléséhez realisabb viszonyítási alapot környezetünk ismerete ad.

A statisztikák összeállítói készítettek kontinensek közötti összehasonlításra alkalmas kimutatásokat is. Ezek összeállításánál bizonyos nehézséget a több kontinensen elhelyezkedő országok adatainak figyelembevétele jelentett. A CCITT számozási terve, amely az országokat szám zónákba csoportosítja, egyszerűsíti a problémát, mert zónák szerinti összeállítások egyértelműek.

A 3-as és 4-es számozási zóna csaknem teljes egészében lefedi Európát, így kontinensünkkel kapcsolatosan jó tájékoztatást nyújtanak a 3-as és 4-es számozási zónára összesített adatok.

2. táblázat

Az európai 3 és 4 számozású zóna adatainak aránya a világ összeshez 1981. I. 1-én

	Készülék	%	Db/100 lakos
Összes	508 285 866	100	19,1
3—4 zóna	164 401 341	32,3	35,6

Ezek szerint az adatot közlő országok által üzemeltetett készülékek egyharmada esik a számozási zóna területére. Az ellátottsági mutató, a 100 lakosra vonatkoztatott készülékszám, viszont majdnem duplája az adatokat közlő összes ország átlagos ellátottsági mutatójának, ami a 3. helyet jelenti az abszolút rangsorban a 3 és 4 számozási zónának.

Markánsabban szemlélteti helyzetünket a hasonló méretű országokkal való összevetés. Ausztria — amely a zóna átlagot képviseli, és Bulgária — amely velünk azonos gazdasági integrációhoz tartozik — fejlődési trendjével a mi fejlődési trendünket szembeállítva rendkívül élesen mutatkozik, hogy nálunk a távbeszélő szolgáltatás fejlesztése nagyon hátrányos megkülönböztetésnek volt kitéve. De nemcsak a környezetünkhöz, vagy a világ átlagához képest mutatkozik meg lassú fejlődési ütemünk, hanem abszolút értelemben véve is, amire a 3. és 4. táblázat oszlopai mindennél élesebben világítanak rá.

Az alacsonyabb számértékeknel sokkal lehangolóbb a mögöttük meghúzódó káros szemlélet, amely a távbeszélő szolgáltatás fejlesztését hosszú távon nem hogy alacsony szinten tarthatónak tekintette, hanem még fokozatosan csökkenthetőnek is ítélte. Félő, hogy mint általában a tendenciaszerűen érvényesülő folyamatokat, ezt a szemléletmódot sem lehet rövid távon visszafordítani.

Míg a fejlettebb távközlési hálózattal rendelkező európai országok a nemzeti össztermékük több, mint 5⁰/₀₀-ét (pl. Ausztria 8, Finnország 9, Görögország 6⁰/₀₀) fordították távközlési beruházásra a 70-

es évek közepén [2], addig nálunk a teljes hírközlésre a nemzeti össztermék 3⁰/₀₀-ét fordítottuk [3].

A nemzetközi tapasztalatok egyértelműen bizonyítják, hogy a távközlési beruházás az egyik leggyorsabban megtérülő befektetés. Meggyőződésem, hogy a világgazdasági helyzet kihívásaira viszonylag kisebb megrázkódtatásokkal reagált országok többek között azért is voltak eredményesek, mert kellő időben felismerték az információs hálózatok szerepét a korszerű, hatékony nemzetgazdaságban, a társadalom mindennapos életében, és cselekvési programjukat ennek megfelelően alakították ki.

Mi van az ellátottsági mutatónk mögött?

Az évszázad derekán még az európai átlag szinten mozgó hálózatunk fejlesztésének fokozatos lefékezése azt eredményezte, hogy a 60-as évektől kezdve gyors

4. táblázat

Ausztria, Magyarország és Bulgária évenkénti százalékos fejlődése 1971—1981 között

Év	Fejlődés (%)		
	Ausztria	Magyarország	Bulgária
1971	8,4	6	12,9
1972	9,5	5,8	8,7
1973	8,7	4,8	10,2
1974	7,9	4,7	12,1
1975	7,4	3,4	8,2
1976	7	2,7	9,7
1977	7,1	2,6	10,9
1978	7,1	3,5	9,1
1979	7,5	3,8	10,1
1980	7	6,3	10,5
1981	5,6	2,8	*

* Nincs hivatalos adat.

3. táblázat

Ausztria, Magyarország és Bulgária távbeszélő-ellátottságának alakulása 1966—1980 között

Év*	Ausztria		Magyarország		Bulgária	
	készülék	db/100 lakos	készülék	db/100 lakos	készülék	db/100 lakos
1966	1 008 693	13,87	566 026	5,57	279 200	3,39
1971	1 427 333	19,29	823 600	7,96	473 047	5,55
1976	2 132 758	28,13	1 048 090	9,91	777 127	8,9
1981	3 010 110	39,8	1 261 295	11,7	1 255 792	14,1

* Január 1.

san növekedett az alközponti mellékállomások száma, s 1980 végén arányuk már 51,1%-ot tett ki, s a nyilvános postai hálózatok mellett az egész országot behálózó ún. zárt célú, külön hálózatok jöttek létre. Végül is ez oda vezetett, hogy *ha eltekintünk a mellékállomási készülékektől, akkor a főállomásokban mért ellátottsági mutató csak 5,8.*

Igen nagy különbségek mutatkoznak a területenkénti ellátottsági mutatókban. Budapest és az 5 nagy városunk, amelyben 1980-ban az összlakosság 29,5%-a lakott, rendelkezett az összes állomás 65%-ával, ami az 5. táblázatban látható ellátottsági adatokat eredményezte. Bármely mutatót tekintjük is, egészségtelenül nagy — 5-szörös — a különbség a nagyvárosok javára. Minden más téren komoly erőfeszítéseket tettünk azért, hogy csökkentsük a városi és a falusi lakosság életszínvonala, életmódja közötti különbségeket. Napjainkban szeretnénk a kisebb települések népességmegtartó képességét növelni, ugyanakkor e települések egyre távolabbra kerülnek a városoktól, főleg a közlekedési tarifa emelése óta. Pedig, hogy milyen fontos a kisebb települések távközlési ellátottságának megteremtése, mutatja az a tény, hogy a távközlésen belül nemzetközi méretekben kihangsúlyozott szerepe van a rurál rendszereknek és hálózatoknak.

Az elégtelenül fejlődő, egészségtelen arányokkal is terhelt hálózattól a mainál lényegesen jobb szolgáltatási minőséget nem lehet elvárni. Ahol a nyilvántartott várakozók száma eléri az üzemben levő főállomások felét, az egy előfizetői vonalra jutó forgalomforrás (telefonkészülék) pedig — becslésem szerint — igen közel van a 3-hoz, ott törvényszerű a nagy mérvű forgalomtúlterhelés, mert a társadalom az információs igényét a meglevő lehetőségek igénybevitelével igyekszik kielégíteni.

A távbeszélő szolgáltatást igénybe vevő a szolgáltatás minőségét elsősorban azzal jellemzi, hogy hívásainak mekkora hányada volt eredményes, azaz végződött beszélgetésben, amit a szakirodalom sikereségi aránynak nevez.

A posta szakemberei az utóbbi években nagy erőfeszítést fejtenek ki annak érdekében, hogy a sikereségi arányt növeljék. A jelenlegi, — mennyiségileg is elmaradott, — hálózatunkban minden erőfeszítés

ellenére sem lehet látványosan növelni, a mérések szerint 40% körül ingadozó, s ezért gyenge-közepesnek minősíthető sikereségi arányt [5]. Nemzetközi tapasztalatok is igazolják az állítást, mert a magasnak ítélt, a 60%-ot meghaladó sikereségi arányt csak olyan országokban mérték, ahol a távbeszélő sűrűség is magas.

Az elégtelen fejlesztési ütem mindenkori velejárója a szükségmegoldások alkalmazása. Ezek közül most csak egyet kívánok kiemelni.

A szakemberek alapos elemző és tervező munkával elkészítették a távbeszélő-hálózat hosszú távra megoldást biztosító új struktúráját, figyelembe véve az új technológiák alkalmazási lehetőségeit is [4]. Az utóbbi években követett hálózatfejlesztési gyakorlat azonban mintha nem vett volna tudomást ezen tervek létezéséről. Szakmabeliek között jól ismert pl. a budapesti hálózat súlyos gondja, amit az okoz, hogy az elmúlt időben alig létesült főközpont, annak ellenére, hogy a városfejlesztés (lakótelepek létesülése) is megkövetelte volna. Ezek hiányában az új lakótelepeket a meglevő főközpontok még szabad kapacitása terhére kapcsolták be, ott ahol erre a műszaki lehetőségek is adóttak voltak. Kialakultak olyan helyzetek, hogy a tápterületek átlépése miatt az amúgy is túlterhelt hálózat egyes szakaszaira olyan forgalmakat kényszerítettünk rá, amelyek egyébként nem jelentkeztek volna ott. Emellett a hálózati tervekkel ellentétes többszörös koncentrálásra is sor került. Ezek a szükség megoldások bizonyíthatóan gazdaságtalanok, s a jövő szempontjából mindenképpen károsak. Elérkezett annak ideje, amikor gátat kell vetni a kényszer megoldásoknak és haladéktalanul érvényt kell szerezni az elfogadott hálózat fejlesztési terveknek.

A technológiai rendszerváltás megszünteti a bajokat?

Évtizedünket a felgyorsuló technológiarendszer-váltás jellemzi a távközlés területén is. A fejlett távközlési hálózattal rendelkező országok az évtized végén már csak digitális rendszerű berendezéseket kívánnak üzembe állítani hálózataikban.

A digitális rendszerek előnyeit ma már nem kell hangsúlyozni. E helyen az időosztásos digitális központok két, ritkábban hivatkozott tulajdonságára szeretnék utalni, amelyek az új hálózati terveink megvalósítását is meggyorsíthatnák.

Ismert, hogy a digitális központok 4 huzalos átkapcsolást biztosítanak. Így ugyanazon csoportválasztó fokozaton kapcsolható a helyi hívás és a 4 huzalos átmenő hívás, aminek eredményeként csökken a kapcsoló központok száma. E ténnyel, az új hálózati struktúránk is számol.

A másik lényeges tulajdonsága a digitális csoportválasztó elrendezéseknek, hogy belső torlódás mentes, teljes elérhetőségű kapcsoló fokozat kialakítására adnak lehetőséget, ami korábban a fizikai méretek és a költségek miatt lehetetlen volt. Köztudott, hogy a teljes elérhetőségű nyalábok biztosítják a legjobb kihasználtságot, ami a forgalomtechnika oldaláról járul hozzá a gazdaságos hálózat kialakításához.

Természetes tehát, hogy nekünk is intenzívebben kellene haladnunk a technológiai rendszerváltás út-

5. táblázat

Budapest és 5 nagy városunk ellátottsága

	Össz. áll. 100 lakos	Főállomás 100 lakos
Budapest	32,6	17,4
Debrecen	15,1	7,1
Győr	17,6	7,3
Miskolc	18,9	10,3
Pécs	18,9	9,0
Szeged	15,0	5,7
Átlaguk	28	14,6
Összes többi	5,7	2,4

ján. Az átviteli rendszerek terén elért eredményekre támaszkodva e tevékenységet ki kell terjeszteni a kapcsolástechnikára is, amennyiben a digitális főközpontok elérhetőkké válnak.

Addig is kell azonban lépni előre. Sajnos az utóbbi időben bizonyos szakmai körökben eltúlozzák a digitális rendszerek jelentőségét, amikor olyan véleménynek adnak hangot, hogy a digitális rendszerben történő rekonstrukció és fejlesztés megoldja távbeszélő szolgáltatásunk problémáit.

Fejtegetéseim elején idézett statisztikai adatok igazolják, hogy problémáink gyökere a mennyiségi hiányban van. Hogy ez mennyire így van, utalni szeretnék arra az elvárásra, amit az AR rendszerekhez fűzünk. Azt hiszem nem túlzok, ha azt mondom, hogy nem vagyunk ma kevésbé elégedetlenek, mint az AR rendszerek alkalmazásba vétele előtt, s nem azért, mert az AR rendszerek önmagukban nem teljesítettek volna a velük szemben támasztott követelményeket.

A fejlett távközlési szolgáltatással rendelkező országok hálózatukat elektromechanikus központokkal építették ki. Miért nem fejleszthettük volna mi is ezen a bázison hálózatunkat? Abban a helyzetben vagyunk, hogy a minőségi javulást is biztosító intenzív hálózatfejlesztéshez a hazai ipar biztosítani tudná a szükséges berendezéseket addig is, amíg a technológiai rendszerváltás feltételeit megteremtjük.

A digitális rendszerek bevezetésekor felmerülő problémák közül még egy kérdést szeretnék érinteni, az üzemvitel és karbantartás kérdését, s ezt is csak a meglevő hálózatra gyakorolt hatás szemszögéből.

Nemzetközi tapasztalatok szerint a digitális központok üzemviteli és karbantartó személyzetét az elektromechanikus központok legjobbszakembereinek átképzésével lehet biztosítani. Ennek eredményeként létszámban és minőségben is gyengül az elektromechanikus szakember gárda. A gondokat enyhíteni lehet a centralizált automatikus üzemfelügyeleti és karbantartó rendszernek a hagyományos központokra történő kiterjesztésével, amihez a posta és az ipar előrelátóan meg is tette a kezdeti lépéseket. Azonban ez a rendszer is igényel szakembereket, akik jól ismerik a rájuk bízott rendszereket. A technológiai rendszerváltáskor tehát nem szabad megfedkezni a hagyományos rendszerek üzemeltetését biztosító szakembergárda kiképzéséről és utánpótlásáról sem.

Az ezredforduló távbeszélő-ellátottsága

A Magyar Posta hosszú távú terve az ezredfordulóra hazai távbeszélő-ellátottságunkat a jelenlegi európai átlag körüli szintre kívánja emelni. A legoptimistább változat — amelynek elérésére vajmi kevés a remény — 30 körüli telefonsűrűséggel biztat. Ha figyelembe vesszük a rekonstrukciót is, ez azt jelenti, hogy a jelenlegi 1,4 millió beszélőhely kétszeresét kell 15 év alatt megteremteni [4]. Ez roppant nagy feladat, hisz *15 év alatt kétszer annyi beszélőhelyet kell produkálni, mint amennyi a távbeszélő szolgáltatásunk 100 éves története alatt létesült.*

Ennek teljesítése érdekében már ma közel háromszorosára kellene emelni az éves fejlesztési ütemünket.

A fejlesztés felgyorsításának későbbre halasztása egyértelmű a célkitűzés feladásával, mert ez a változat az ipartól ugrásszerű termelő kapacitás-, a postától pedig ugrásszerű fogadókészség-növelést kívánna, amire jelen helyzetünkben nincs reális esély. Az erősen lefékezett fejlesztés eredményeként szép lassan megfogyatkozott a posta tervező, beruházó, üzemeltető stb. szakemberállománya.

A tervezett célkitűzés megvalósítása elengedhetetlenül szükséges, hisz nem sokkal többről van szó, mint arról, hogy nem nő a lemaradásunk az európai átlaghoz viszonyítva. Talán pesszimistának tűnik, de véleményem szerint még ebben az esetben sem lesz problémamentes a távbeszélő szolgáltatásunk, hisz a hazai tapasztalatok is igazolják, hogy ahol lényeges mennyiségi fejlesztés történik, ott ugrásszerűen megnő az igénylők száma is.

Ha nem sikerül a célkitűzést teljesíteni, akkor ez vissza fog hatni a szolgáltatás minőségére is, mert tovább fog növekedni az alközpontok és a külön hálózatok aránya, ami konzerválni fogja a jelenlegi forgalmi túlterhelést. S ilyen körülmények között a nem beszéd jellegű tömeges informatikai szolgáltatások elterjesztésének sem lesznek meg a tárgyi feltételei.

Záró gondolat

Távbeszélő-szolgáltatásunk javítása érdekében szakembereink számos javaslatot, tanulmányt dolgoztak ki az elmúlt évtizedekben. Így az itt elmondottak nem jelentenek újdonságot a helyzetet jól ismerőknek. Felmerülhet a kérdés, hogy mégis miért érdemes és kell ezzel újra és újra foglalkozni. Emlékeztetni akarok arra, hogy számos javaslat született, amely mindegyike 15–20 éves távlatra helyezte a helyzet javulását, és nem lett belőle semmi sem. Hogy a jelenlegi célkitűzésnek ne ugyanez legyen a sorsa, *tudatosítani kell magunkban, hogy ilyen nagy feladatot csak akkor lehet sikeresen végrehajtani, ha azonnal neki látunk a teendőknél, s nem engedjük magunkat abba a tévhitbe esni, hogy van még idő, hisz az ezredforduló még távol van. Sajnos, nagyon is közel van már.*

I R O D A L O M

- [1] The World's Telephones — (Published annually by AT & T Long Lines Overseas Department).
- [2] Yearbook of Common Carrier Telecommunication Statistics — (8th edition) — (Chronological Series 1970–1979) — UIT — Genève 1980.
- [3] *Köteles Zoltán*: A hazai elektronikai ipar helyzete és fejlődési irányai a távközlés és távinformatika területén. Híradástechnika, XXXIV. évf. 12. szám 1983. 552–554. o.
- [4] *Dr. Valter Ferenc*: A hazai távközlési infrastruktúra problémái és fejlesztési irányai. Híradástechnika, XXXIV. évf. 12. szám. 1983. 546–551. o.
- [5] *Búzás Ottó*: Kapcsolt távbeszélő-hálózat objektív méréseken alapuló üzemeltetése. Egyetemi doktori értekezés. 1984.
- [6] *Dr. Gosztony Géza*: Telefonhálózatok szolgáltatási minősége. Híradástechnika, XXXIV. évf. 10. szám. 433–442. o.

Szolgáltatásbővítés gépi beszédfeldolgozással*

DR. GORDOS GÉZA

Budapesti Műszaki Egyetem
Híradástechnikai Elektronika Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A beszéddel kapcsolatos emberi funkciók — a beszéd, megértés és beszédfelismerés — gépi megvalósításának elvi alapjait a telefónia vetette meg az érthetőségvizsgálatok, a PCM és a vokóder korai megalkotásával. Elsősorban a mikroelektronika megvalósító erejétől támogatva a gépi beszédfeldolgozás szárbá szökkent és most viszonyoz: új szolgáltatásokat kínál a telefonínak és az egész távközlésnek. E szolgáltatások egyik csoportja a hagyományos szolgáltatásokon belül jelentkezik. Ilyen az előfizetőt szóban tájékoztató vagy útbaigazító telefonközpont. A szolgáltatások másik csoportja merőben új, amit a beszédválaszú, vagy a beszéddel kérdezhető adatbázisok, helyfoglaló rendszerek példáznak.

A dolgozat a szolgáltatások áttekintése után a legelterjedtebb beszédfeldolgozási ág: a beszédszintézis általános módszereit tárgyalja. Ezután néhány eredeti hazai beszédszintézis technológiát ismertet, majd ezek eredményeit összehasonlítja a világszínvonalal. Végül bemutatásra kerül az, hogy a beszédszintézis módszerei miként vezethetnek beszédmegértéshez.

1. Bevezetés

A távközlés fejlődése két alapvető irányban zajlik. Az egyik a már meglevő szolgálatok tökéletesítését, olcsóbbá és megbízhatóbbá tételét szolgálja. Ebbe az irányba olyan hatalmas jelentőségű fejlesztések esnek, mint a tárolt programvezérlés vagy a digitális eljárások elterjedése a kapcsolástechnikában, a fénytávközlés az átviteltechnikában, vagy a szolgálatok integrálódása. A távközlés fejlődésének másik iránya az előfizetőnek nyújtott szolgáltatások bővítése. Ez megjelenhet teljesen új szolgálatok létrejöttében — amit az adatátviteli szolgálat bevezetése példáz. De megjelenhet a már meglevő szolgálatok új vagy fejlettebb szolgáltatásainak formájában is. A távbeszélő szolgálat erre a hívásátírányítás szolgáltatásával, az adatátviteli szolgálat pedig az operátori kíséző hang átvitelének szolgáltatásával mutat példát.

A gépi beszédfeldolgozás leglátványosabban egy sereg új szolgáltatásra és emellett sok régebbi szolgáltatás minőségjavítására kínál lehetőséget. Kevésbé látványos, de nagy jelentőségű az, ahogy a gépi beszédfeldolgozás a már ma is működő szolgáltatások hatékonyságát növelni tudja. Elöljáróban le kell szögezni, hogy a lehetőségek kiaknázása világszerte rohamléptekkel halad előre, és szerény eredmények már hazánkban is mutatkoznak.

2. A gépi beszédfeldolgozás fogalma

A gépi beszédfeldolgozáson első közelítésben az emberi beszédfunkciók mesterséges megvalósítását, illetve azok gépi úton történő utánzását értjük. A foga-

DR. GORDOS GÉZA

1937-ben született, 1960-ban villamosmérnöki, 1966-ban egyetemi doktori, 1977-ben kandidátusi oklevelet szerzett. Fő munkahelye 1960-tól a BME Híradástechnikai Elektronika Intézete, ill. annak jogelődje, ahol jelenleg az átvitel- és rendszertechnika osztályt ve-

zeti. 1964 és 1972 között a Posta Kísérleti Intézetben, 1972-ben UNESCO-szakértőként Görögországban, 1974/75-ben vendégprofesszorként Angliában dolgozott. Fő érdeklődési területe a fém- és fényvezetős digitális átvitel, adatátvitel, valamint a gépi beszédszintézis és beszédfelismerés.

lom pontosabb értelmezéséhez a természetes beszédláncon [1] keresztül juthatunk el. A természetes beszédlánc az emberi beszélőből, a beszélő által keltett levegőrezgéseket átvivő akusztikus térből s az emberi felfogóból áll. Ezen természetes beszédlánc egy vagy több elemének mesterséges megvalósítását nevezzük gépi beszédfeldolgozásnak.

A gépi beszédfeldolgozás nem új keletű. Első hiteles [2, 3] és sikeres megjelenése Kempelen Farkas nevéhez fűződik, aki 1791-ben egy erősen korlátozott képességű „beszélő gép” megalkotásáról számolt be. A társadalomban széles körben először a természetes beszédlánc második elemének — a szájtól fülig terjedő akusztikus térnek — a mesterséges megvalósítása terjedt el, mégpedig egyrészt a térbeli távolságot legyőző távbeszélő átvitel és rádiózás, másrészt az időbeli távolságot legyőző hangrögzítés formájában. Igaz, hogy e technikák a beszédet minden feldolgozási ponton analóg módon kezelték, amit — e tekintetben értett egyszerűsége miatt — ma nem tekintünk beszédfeldolgozásnak, a ma is fajsúlyosnak ítélt feladatok megoldásának néhány sarkkövét mégis e technikák munkálták ki. A korai telefónia (Fletcher, [4]) munkálta ki az objektív paraméterek (sáv szélesség, jel-zaj viszony stb.) és a szubjektív paraméterek (érthetőség, hanghűség) közötti kapcsolatokat, és vetette ezzel meg a percepciós vizsgálatok máig is legfontosabb alapjait.

Jelentőségében ezzel összemérhető Reeves pulzus — kód — modulációs szabadalma [5]. Ez volt az első lépés a híradás- és számítástechnika eljárásait és módszereit ötvöző digitális jelfeldolgozás felé. Az első újabbak követték: a vocoder (Dudley, [6]) és a beszédszüneteket detektáló és kihasználó TASI rendszer már a magasabb emberi beszédfunkciókat valósítja meg elektronikus eszközökkel, és így a mai modern, digitális elektronikán alapuló gépi beszédfeldolgozás közvetlen előfutárainak tekinthetők.

* Hangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén.

3. A gépi beszédfeldolgozás osztályozása

Ma a gépi beszédfeldolgozás igen sok ágra bomlik, és a gyors fejlődés az egyértelmű osztályozást nehezíti. Mindazonáltal néhány ág értelmezése egységesnek tekinthető.

3.1. *Beszéd-tömörítés* olyan kódolást és dekódolást értünk, amely hatékonyabb a hagyományos PCM-nél, tehát 1 sec-nyi aktív beszéd átvitelét, illetve rögzítését 64 kbit-nél kevesebb ráfordítással oldja meg. Ezt az irányt ma egyebek között a CCITT is erősen kutatja.

3.2. A *beszéddetekció* a beszéd jelenlétét indikálja. A TASI rendszer, ill. az INTELSAT ezt az átviteli utak jobb kihasználására a SPADE és INTELCSAT rendszer pedig az inaktív csatorna adójának kikapcsolására használja fel. Igen nehéz a zajos ipari környezetben működő beszéd jelenlétének detektálása [8], amire beszédfelismerő rendszerek automatikus indításánál, illetve kikapcsolásánál van egyebek között szükség.

3.3. A *beszédszintézis* fogalma önmagát magyarázza. Ma ez a gépi beszédfeldolgozás legszélesebb körben alkalmazott ága, ezért az alábbiakban ennek fogjuk a legtöbb figyelmet szentelni.

3.4. *Beszédmegértés* az elhangzott beszéd jelentés-tartalmának gépi felfogása. A felfogás eredménye első fokon a jelentéstartalomnak megfelelő akció: például egy parancs végrehajtása. Egy következő fokozat — és valójában az elsőnek nyelvészeti jellegű továbbfejlesztése — a jelentéstartalom betűképeinek helyesírás szerinti megjelenítése. A beszédmegértés (korábban beszédfelismerésnek nevezték) a beszédszintézisnél lényegesen bonyolultabb feladat. Bonyolultsága végső soron abból fakad, hogy az emberi beszédmegértés fiziológiai és idegi folyamatai nemcsak hogy kevésbé ismertek a beszédképzés folyamatainál, de lényegében sok ponton még feltáratlanok. Megoldás mégis van, s ez értelmezésünk szerint [9] a beszédszintézis felől, mégpedig törvényszerűen onnan bontakozik ki. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a beszélő szervek folyamatait a mondanivaló határozza meg, s a beszédmegértés célja éppen e mondanivaló megállapítása. Ha tehát a hanghullámból sikerül visszakövetkeztetni a beszélő szervek folyamataira — ami a beszédszintézis inverz feladata — akkor közelebb jutottunk magához a mondanivalóhoz. A cikk végén vázoljuk majd ezen elv egyik megvalósítását. Annak dacára, hogy a beszédmegértés még messze van a tökéletestől, sikeres fejlődés két irányban is tapasztalható. Az egyik irány kevés (30...60) izoláltan kiejtett szót bárkinek a kiejtésében nagy valószínűséggel felismerő eszközökhöz vezetett az ezer dollárok nagyságrendjébe eső áron. A másik irány készüléke igen sok (mintegy 1000) szót ismer fel folytonos kiejtésben is, ám a szöveget csak néhány (2...5) személytől fogadja el, akikhez a gépet egy tanulási folyamattal „hozzá kell szoktatni”. Az eszközök ára a tízezer dollárok nagyságrendjében van. Az 1. ábrán bemutatott diagramunk talán jól érzékelteti a jelen helyzetet. Több helyen kipróbáltak már mesterséges gépirókat is, s ha azok témákra szakosodnak (szókins!), akkor az eredmények biztatóak.

3.5. Nemcsak a kriminalisztika, hanem egyre in-

kább a pénzügyi tranzakciókat, információ szolgáltatásokat stb. kísérő személyazonosítás is jó hasznát veszi a hang alapján történő gépi *beszélő személy azonosításának* és *felismerésének*. Az eljárás automatikus — szemben pl. az ujjlenyomat-vizsgálattal, — és megbízhatósága lényegesen felülmúlja az aláírás alapján történő azonosítást, akár ember, akár gép végzi az utóbbit.

3.6. A digitális beszédfeldolgozás kis méretű készülékekkel gyakorlatilag megfejthetetlen *beszédtitkosítást* tesz lehetővé.

3.7. Itt csak megemlítjük, hogy a gépi beszédfeldolgozást sikerrel alkalmazzák *beszéd-manipulálásra*, igen sok *orvosdiagnosztikai* célra és a *beszédkészség javítására* stb.

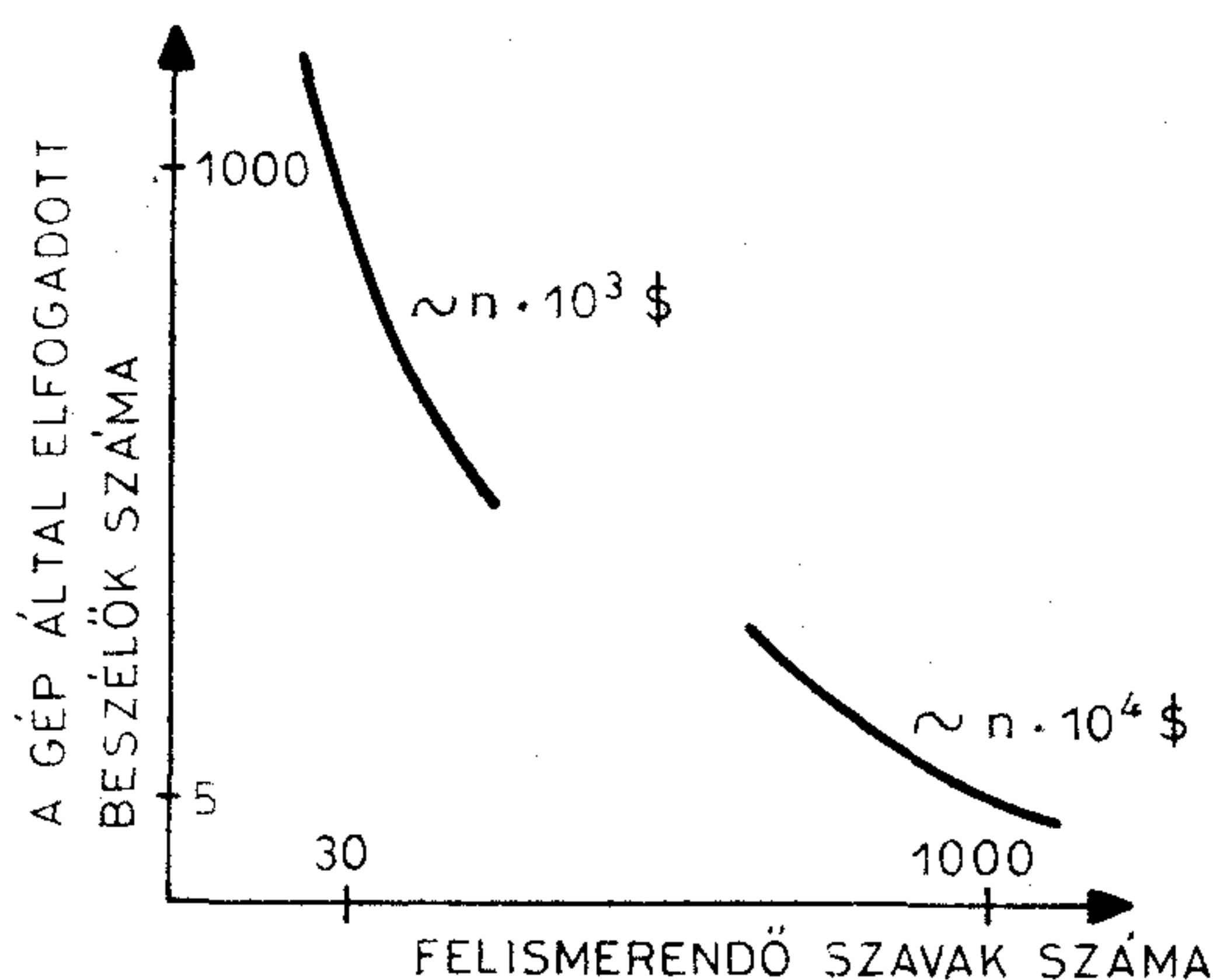
4. Gépi beszédfeldolgozás a távközlésben

A gépi beszédfeldolgozás mai lehetőségeinek fenti felsorolása után a távközlési alkalmazások szinte magától értetődőek.

A távbeszélő-szolgálat hagyományos szolgáltatása a speciális hívószámokon elérhető tájékoztatás (pontos idő, időjárás stb.), illetve mese. Ha itt a magnetofon szerepét beszédszintetizátor veszi át, a szolgáltatás megbízhatósága és a szöveg szerkeszthetősége óriásit javul.

A kis méretek, a mikroelektronizáltság, a szöveg könnyű — akár központi processzorból, automatikusan történő — szerkeszthetősége a beszédszintetizátorokat kiválóan alkalmassá teszik arra, hogy távbeszélő központok előfizetőiket élőszóban tájékoztassák. Az előfizető és a távbeszélő-szolgálat közötti kommunikáció leglényegesebb gátja ma az, hogy az előfizetők tömegei nem tudják helyesen értelmezni a túl sokféle jelzőhangot. A manuális üzembről automatára történő áttérés egyetlen hátrányán — az elszemélytelen előfizető/szolgálat kapcsolaton — a beszédszintézis már ma, a beszédmegértés pedig a közeljövőben segíthet.

A számítástechnika és távközlés szimbiózisának egyik legnagyobb jelentőségű fejleménye az, hogy nagy tömegek is hozzáférhetnek adat- és információs bázisokhoz. A tömeges elterjedésnek azonban feltétele



H6 - 1

1. ábra. A gépi beszédmegértés tipikus teljesítőképessége 1984-ben. $1 \leq n \leq 10$

az, hogy az előfizetői terminál valóban olcsó legyen. A terminál input és output funkciókkal rendelkezik, melyek közül az output (képernyő, nyomtató stb.) a drágább. Ezt a drágább funkciót a beszédszintézis meg tudja takarítani, amennyiben az adatbázis a hozzá érkezett kérdésre a választ beszédszintézis útján a távbeszélő vonalon keresztül adja meg, és azt az előfizető a kézibeszélő hallgatóján keresztül veszi. A műszaki lehetőségek ennek a beszédválaszú szolgáltatásnak a bevezetéséhez teljességgel adottak. Az előfizetői terminál input szerepét itt vagy maga a választómű (számítárcsa, billentyűzet), vagy egy néhány ezer forintos klaviatúra szolgálhatja.

Ahhoz, hogy a távbeszélő készülék mindenfajta kiegészítés nélkül legyen alkalmas információs bázisok interaktív lekérdezésére, az információs bázist ki kell egészíteni beszédmegértő egységgel. Tematikában korlátozott információs bázisok (pl. helyjegy-foglalás vagy műsortudakozódás) esetén ez már ma elérhető.

Több jel mutat arra, hogy a beszéd titkosításának is opcionális távbeszélő-technikai szolgáltatássá kell majd válnia.

A fentiekben arra mutattunk példát, hogy a gépi beszédfeldolgozás hogyan jelenhet meg az előfizetők felé. A távközlés belső mechanizmusának tökéletesítésében, hatékonyabbá tételében — leginkább az átviteli utak jobb kihasználásában — a gépi beszédfeldolgozás ugyancsak sokrétű alkalmazást nyer.

5. Ember—gép kapcsolatok

Az ember hagyományosan „kezével” kezeli a gépet, és a szemével figyeli és leolvassa a gép közlendőit. Az ember—gép kapcsolatok hagyományos formái között a gépek akusztikus jelzései elhanyagolható jelentőségűek.

A gépi beszédfeldolgozás egészen új távlatokat nyit ezen a területen. A beszéd az ember legtermészetesebb, legkevésbé fárasztó kommunikációs módja. Beszédkapcsolatnál nem kell kéztávolságon belül tartózkodni, nem kell megfelelő „látószögben” elhelyezkedni, és a fül sokkal alkalmasabb a szimultán figyelésre, mint a szem. Mindezekért az ember—gép kapcsolatokban a beszéd egyre fokozódó szerephez jut, és ez alól a világ talán legkomplexebb gépezete, a távközlés sem kivétel.

6. A beszédszintézis általános elvei

A gépi beszédfeldolgozás legfejlettebb, mindenfajta alkalmazásra kész ága a beszédszintézis.

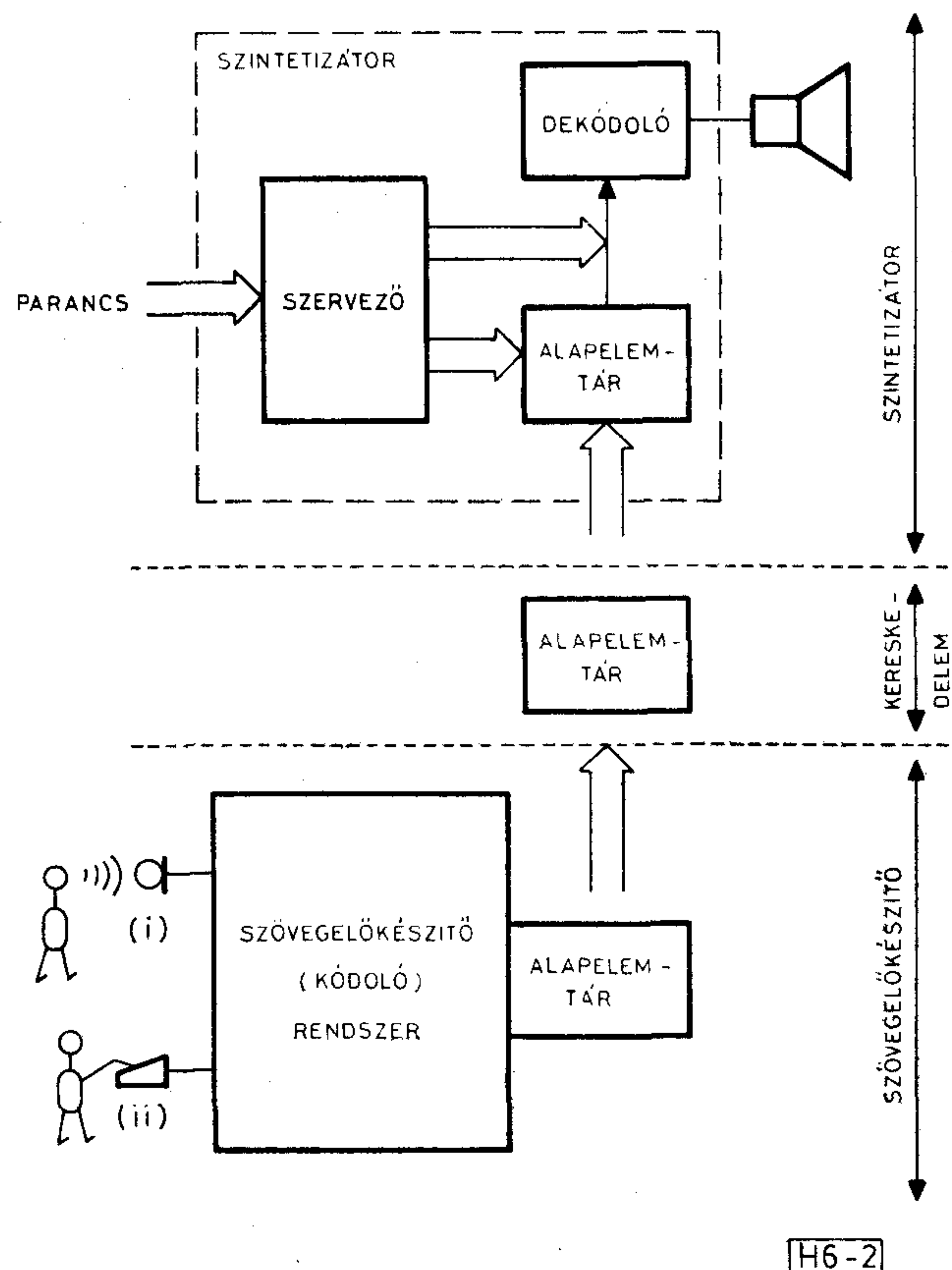
A beszédszintetizáló rendszerek két elemből tevődnek össze a 2. ábra szerint: a *beszédszintetizátorból* és a *szövegélőkészítő rendszerből*. Összefüggésükre később mutatunk rá.

A beszédszintetizátorok általában egy *alapelem-tárat*, egy *dekódolót* és egy *szervezőt* tartalmaznak.

Az *alapelem-tár* elemei nyelvi egységek. A szintetizátorok bizonyos típusában az alapelemek hangok (pl. „a”), más típusban kettős hangok (diádok, pl. „aj”), megint más típusnál szavak vagy egész kifejezések (pl. „ajtó” vagy „az ajtó záródik”).

A *szervező* értelmezi a felhasználói parancsot, és vezérli a szintetizátort. A „szöveget beszéddé alakító” ún. *text-to-speech converter*-eknek a kimondandó közlemény betű/írásjel kódját kell megadni. A szervező — általában egy 20...100 kbyte-os program — ebből megszerkeszti a megfelelő hang- vagy diád-alapelemek sorozatát, ezt módosítja az írásjelnek megfelelő szupraszegmentális szerkezettel (hangmagasság-, ritmus- és intenzitásvariációk), és elindítja a kimondást. Ilyen programot ma még csak egy adott nyelvre tudnak készíteni, de ezen a nyelven tetszőleges szöveg megszólaltatható. A szöveg érthetősége és természetessége nagyban függ az éppen használt alapelemek számától és milyenségétől. Ezt az magyarázza, hogy az élő nyelvben egyazon nyelvi egység (pl. az „aj” diád) a szöveggörnyezettől függően végtelen változatossággal jelenik meg. Ma már léteznek olyan text-to-speech szervezők, amelyek 300...600 alapelemet (a legsikeresebb text-to-speech converterekben: diádot) is tudnak kezelni. Hogy pontosan mik legyenek az alapelemek, azt még minden nyelv-nél kutatják. A ma elért érthetőség 85%, a természetesség pedig 60% körül van.

Ahol a 100% érthetőség a követelmény, ott az alapelemek szavak vagy rövid kifejezések. Tekintve, hogy minden tár véges, az ilyen szintetizátorok *kötött szótárúak*. Ha azonban arra gondolunk, hogy egy pályaudvari közönségtájékoztatás 50...150 szóval, és az ezek összefűzésével képezhető több ezer értelmes szófüzérrel tökéletesen megoldható, megértjük, hogy miért terjednek az ilyen szintetizátorok. Beláthatjuk, hogy ez a „kötöttség” nem is nagy ár a



2. ábra. Beszédszintetizáló rendszer
i: Automatikus szövegélőkészítés
ii: Interaktív szövegélőkészítés

100% érthetőségért és 95% feletti természetességért. A kötött szótáras szintetizátoroknál egy-egy közleményre annak szám-, ritkábban közönséges írás szerinti betűkódjával kell hivatkozni. A szervező ezt értelmezi, ilyenekből füzereket képez, és azon szerkeszt: kihagy, beszúr, kicserél. A szervező program ritkán nagyobb 2 kbyte-nál. A kötött szótáras szintetizátorok alapelemtárai cserélhetők, bővíthetők. Nincs akadálya annak sem, hogy a különböző alapelemek különböző nyelvhez tartozzanak. Sőt, a kötött szótáras beszédszintézis árnyalatokat is ki tud fejezni. (Árnyalaton a kiejtés írásban nem rögzíthető variációit értjük.)

Léteznek olyan szintetizátorok is, amelyek hang és/vagy diád típusú alapelemeket tartalmaznak, és kötött szótárasak. Itt egy közlemény kimondási parancsának megérkezésekor a szervező kikeresi az alapelemek ezen közleményhez előre összeállított sorozatát, és elindítja a kimondást. Ezek a szintetizátorok hangminőség tekintetében alig jobbak a text-to-speech converterekénél.

Még nem esett szó a *dekódolókról*. Mint láttuk, bármilyen típusú is a szintetizátor, szüksége van egy alapelemtárra. Rendkívüli esetektől eltekintve az alapelemek együttesen 30...60 sec-nyi vagy még több beszédet képviselnek. Ennek hagyományos PCM típusú őrzéséhez 2...4 Mbyte-os vagy még nagyobb tároló kellene. Ezt elkerülendő, az alapelemek az általános célú szintetizátorokban tömör formában vannak kódolva. A dekódoló egy olyan aritmetika, amely a tömör, 1000...4000 bit/sec jelfolyamból a fül számára élvezhető 64 000 bit/sec beszédhullámot létrehoz. Megjegyezzük, hogy a kereskedelem — az önmagában életképtelen — dekódolót szokta „beszédszintetizátor”-ként emlegetni.

Fentiek után már nyilvánvaló a *szövegelőkészítő rendszer* szerepe: ez hozza létre a tömör formában kódolt alapelemtárat. Text-to-speech rendszereknél az alapelemtár egyszer s mindenkor adott, itt tehát a szövegelőkészítésnek nincs folytonos szerepe. Kötött szótáras rendszerekben azonban a szótár bővítése csak a szövegelőkészítés közbejöttével végezhető.

7. Tömörítési filozófiák és eljárások

7.1. A tömörítés minősítése

Mint láttuk a beszédszintézis kulcskérdése a tömörítés. Ugyanakkor az átviteltechnika is sokat foglalkozik a beszéd 64 kbit/s-nál lassúbb, de kiváló minőséget biztosító átvitelével. A beszéd digitalizálása a digitális hangrögzítésnek is feladata. Egységes képen szemlélhetjük e technikákat, ha a beszéd-digitalizálás jóságát az

$$M = c_1 \cdot H + c_2 \cdot V + c_3 \cdot K \quad (1)$$

összefüggéssel értelmezett [9] M szám kicsinységével mérjük. Itt H az eredeti és a kódolás—dekódolás folyamata után visszaállított jelek közötti eltérés emberi megítélést tükröző mérőszáma, V az időegységnyi eredeti üzenet megadásához szükséges kódolás utáni bit-szám, K pedig a kódoló és dekódoló bonyolultságának olyan mérőszáma, amely azt is tükrözi, hogy real-time megoldás létezik-e vagy sem.

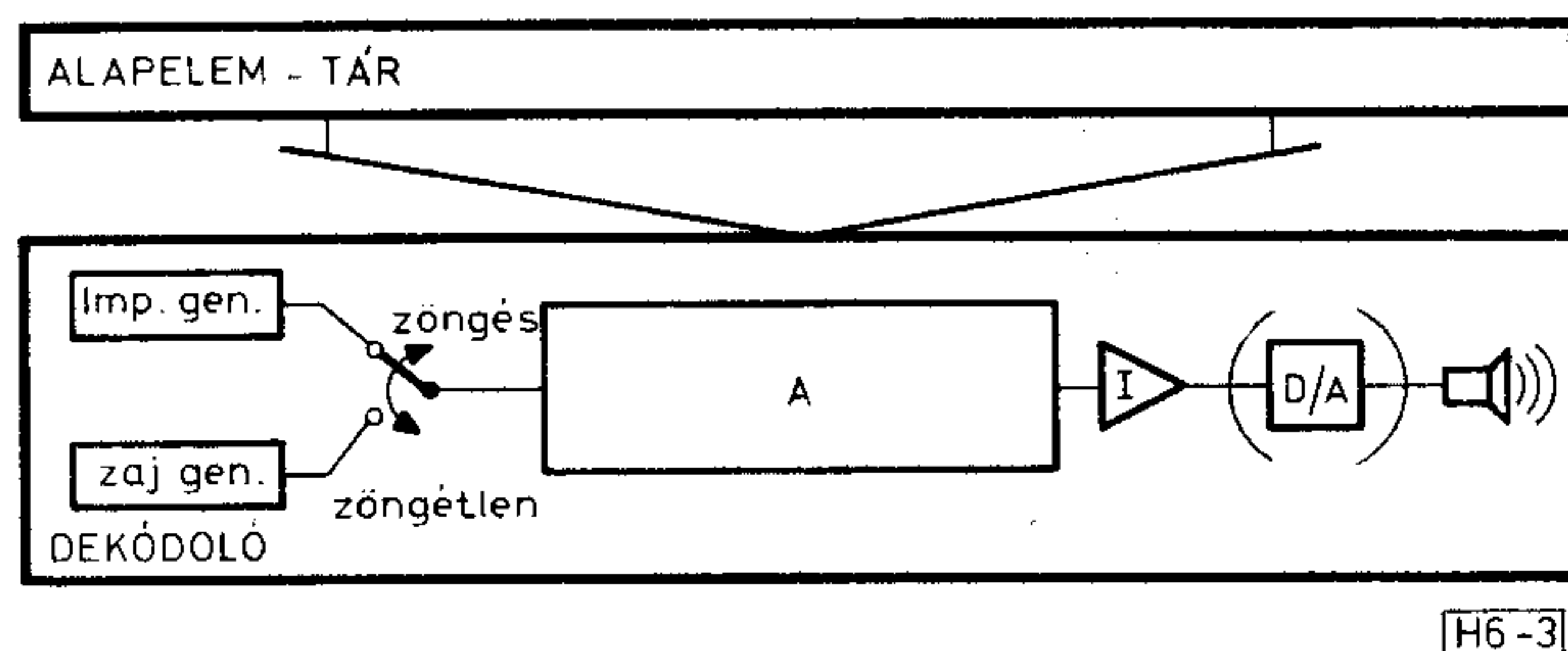
A c_1 , c_2 és c_3 súlyozó tényezők az alkalmazástól függenek. A digitális hangrögzítés nagyon szigorú H -nál, míg „engedékeny” V és K területén, bár K -nál megköveteli a real-time működést. A telefónia közepesen szigorú H -nál, de kicsi, olcsó, real-time kódolót és dekódolót követelvéen szigorú K -val szemben, s V így 64 kbit/sec körülire adódik. A beszédszintézis valamivel enyhébb H tekintetében, de — szótártól függően — esetenként 3 kbit/sec alatti V -t követel, ezért K -ban kénytelen engedni: a kódoló legtöbbször nem alkalmas real-time működésre, és a real-time dekódoló is több mikroprocesszor bonyolultságú eszköz.

7.2. PCM alapú és fázisrendező eljárások

Térjünk ezek után rá a beszédszintézisben alkalmazott tömörítési (kódoló/dekódoló) eljárásokra. Csak igen kis alapelemtáru szintetizátor rendszerek eléghetnek meg a *PCM*, vagy annak rokonai, a *DM*, *DPCM*, *ADPCM* által nyújtott, a 20 kbit/sec alá jutni nem tudó tömörséggel. Még a Digitalker-ben [10] alkalmazott fázisrendező eljárás ([1]) által nyersen biztosított 16 kbit/sec sem bizonyul legtöbbször elég tömörnek.

7.3. Formánsszintézis

Ezért a 60-as években mind jobban a formánsszintézisre terelődött a figyelem. Itt abból indulnak ki, hogy a legtöbb nyelven már elég megbízható adatok állnak rendelkezésre az egyes hangok és hangátmenetek akusztikai szerkezetéről: időtartamáról, relatív spektrumáról és intenzitásáról. Azt is megfigyelték, hogy a hangmagassággal rendelkező hangok spektruma többé (magánhangzók) — kevésbé (felpattanó zöngés hangok) vonalas, míg a többieké folytonos. Előbbieket tehát egy periodikus, utóbbiakat egy zajgenerátor által táplált, a hang spektrumának megfelelően beállított szűrővel létre lehet hozni. Ha másik hangot akarunk kelteni, át kell „hangolnunk” a szűrőt, és a megfelelő gerjesztést kell alkalmazni. A 3. ábrán látható, vezérelhető szűrőt tartalmazó elrendezés tehát egy beszédszintetizátor. A kódolást egy fonetikai ismeretekkel rendelkező személy végzi. Mivel egy-egy hang vagy átmenet 8...200 msec időtartamú, és ezalatt a generátort és szűrőt 10...12 adat a 2...6 bittel határozza meg, a formánsszintézis tömörsége szövegtől függően 600...2000 bit/sec. Ez, és az a tény, hogy 1982-ben egy mikroelektronizált formáns szintetizátor [11] jelent meg a piacon, az



3. ábra. Formánsszintetizátor (az „A” átvivő rendszer formánsszűrő) és LPC/PARCOR szintetizátor (az „A” átvivő rendszer az 5. és 6. ábra szerinti) felépítése.
~
e(n): normalizált gerjesztés (l. a szöveget)

alkalmazásokat erősen motiválja. Utóbbi magyar nyelvi felhasználására is megtörténtek már az első lépések [12], melyek a közeljövő MINIVOX rendszerét ígéri.

Mindeme sikerek mellett látnunk kell, hogy a formánskódolás átlagos nyelvi megfigyelésekre támaszkodik. Ezért a hangzás „személytelen”, nem 100%-osan természetes, sőt, csak a legképzettebb kódoló személyek tudják meghaladni a 95%-os érthetőséget.

A formánskódolás klasszikus eljárása tehát nem a kódolandó beszéd rész egy konkrét kiejtéséből indul — mint a PCM, DPCM stb. Ezért mi utóbbiakat „lejegyző”, előbbi „generáló” eljárásnak tekintjük. Nyilvánvaló, hogy a formánskódolás minőségén azzal lehetne javítani, ha az is természetes kiejtésből indulna. Ebben az irányban jelentkezett kezdeti eredményekkel 1983-ban az Utrechti Egyetem, s ilyen irányú munkák folynak — a „virtuális formáns” új fogalmára [1] alapozva — a Budapesti Műszaki Egyetemen.

7.3. LPC és PARCOR eljárások

Ma a legjobb eredményt egy egészen más elv, a lineáris predikción, illetve parciális korreláción alapuló kódolás/dekódolás adja. Noha az eljárás két alapgondolatát Atal és Hanauer [13], illetve Itakura és Saito [14] csak a 60/70-es évek fordulóján vetette fel, a módszer már célba ért. Ezen az elven alapul a Texas Instruments [15], illetve a Nippon EC mikroelektronizált szintetizátora, s ennek továbbfejlesztésével készült a BME LIAVOX beszéd szintézis rendszere [16].

Az eljárás megértéséhez tekintsük a beszédet 10...20 msec hosszú szegmensekre bontottnak. Jelölje egy szegmens mintáit $s(0), s(1), \dots, s(N-1)$. Tegyük fel, hogy minden $s(n)$ minta jól közelíthető az öt megelőző p darab minta $\sum_{i=1}^p a_i \cdot s(n-i)$ alakú lineáris kombinációjával. Az a_i ún. lineáris predikciós együtthatókat (=coefficient: c ; LPC) meg lehet határozni úgy, hogy az

$$e(n) = s(n) - \sum_{i=1}^p a_i \cdot s(n-i) \quad (2)$$

ún. predikciós hiba négyzetösszege, $\sum_{n=0}^{N-1} e^2(n)$, minimális legyen. (Hogy $e(0), e(1), \dots, e(p)$ is számítható legyen, az $s(-p) = s(-p+1) = \dots = s(-1) = 0$ feltételezéssel élünk, ami [1] szerint sehol sem vezet ellentmondásra.) A 4. ábrából látszik, hogy az $e(n)$ sorozat általában kisebb abszolút értékű elemekből áll, tehát kevesebb bittel adható meg, mint az $s(n)$ sorozat. Mivel az $E = \{e(0), \dots, e(N-1), a_1, \dots, a_p\}$ adathalmazból az $S = \{s(0), \dots, s(N-1)\}$ adathalmaz az $s(n) = e(n) + \sum_{i=1}^p a_i s(n-i)$ összefüggéssel pontosan visszaállítható, de E megadásához kevesebb bit kell, mint S megadásához, adattömörítést értünk el. A pontos visszaállítás miatt jogos az eljárást „hullámforma kódolás”-nak nevezni.

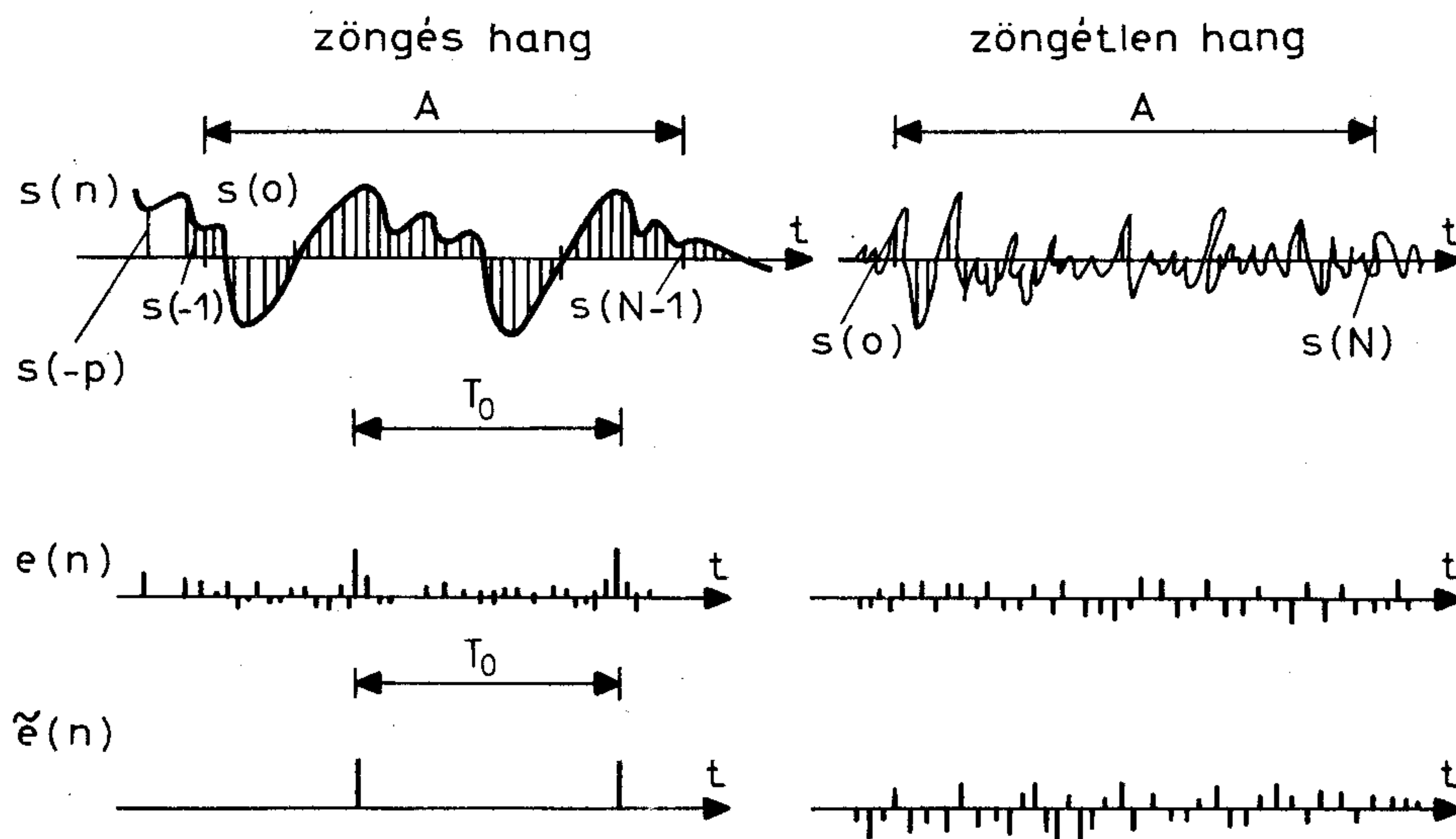
Az így elérhető 3–4-szeres tömörítés 10–20-szorosra fokozható az alábbi felismeréssel. Az ábrából látható, hogy zöngés beszédhez tartozó szegmensnél $e(n)$ helyettesíthető olyan — az alapfrekvenciával megegyező periodicitású — impulzussorozattal, amelyben csak egy vagy néhány minta különbözik zérustól.

Zöngétlen szegmenseknél viszont az $e(n)$ egy, a hangtól független zajgenerátor jelének tűnik, melynek csupán a „nagysága” függ az éppen vizsgált szegmens tényleges jelétől. Jelölje $e(n)$ fentiek szerinti közelítését $\tilde{e}(n)$ (l. a 4. ábrát). Atal és társai arra a meglepő felismerésre jutottak, hogy ha a visszaállításhoz $e(n)$ helyett $\tilde{e}(n)$ -et használjuk, az

$$\tilde{s}(n) = \tilde{e}(n) + \sum_{i=1}^p a_i \cdot \tilde{s}(n-i) \quad (3)$$

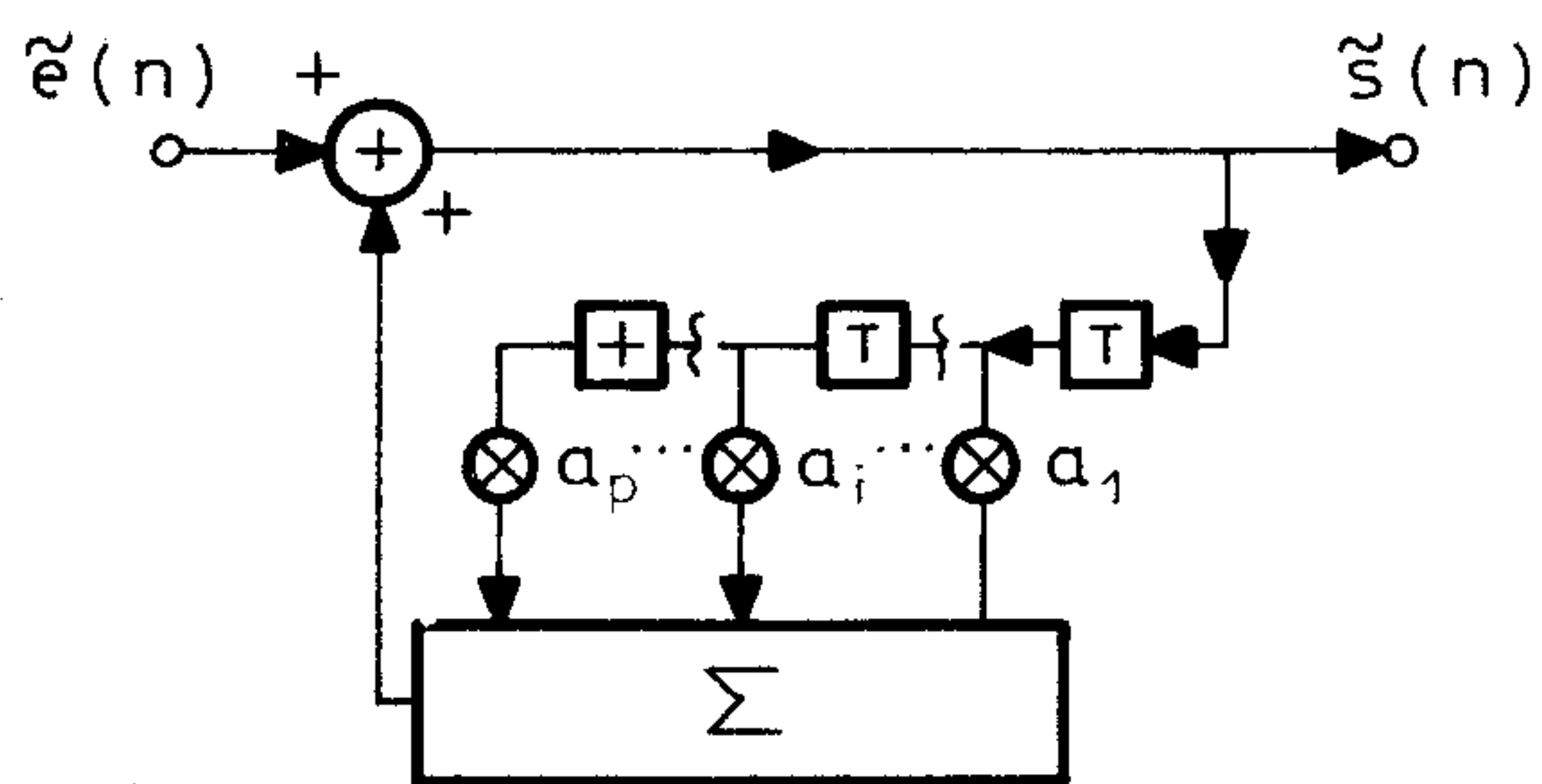
sorozat tökéletes érthetőségű és tökéletes természetes-ségű beszédhez vezet, sőt, legtöbbször $\tilde{s}(n)$ -ből még az a személy is felismerhető, akitől az $s(n)$ származik.

A lineáris predikció elvén alapuló tömörítés (Linear Predictiv Coding = LPC) dekódolója ezek után ugyanúgy tartalmaz impulzus- és zajgenerátort, mint



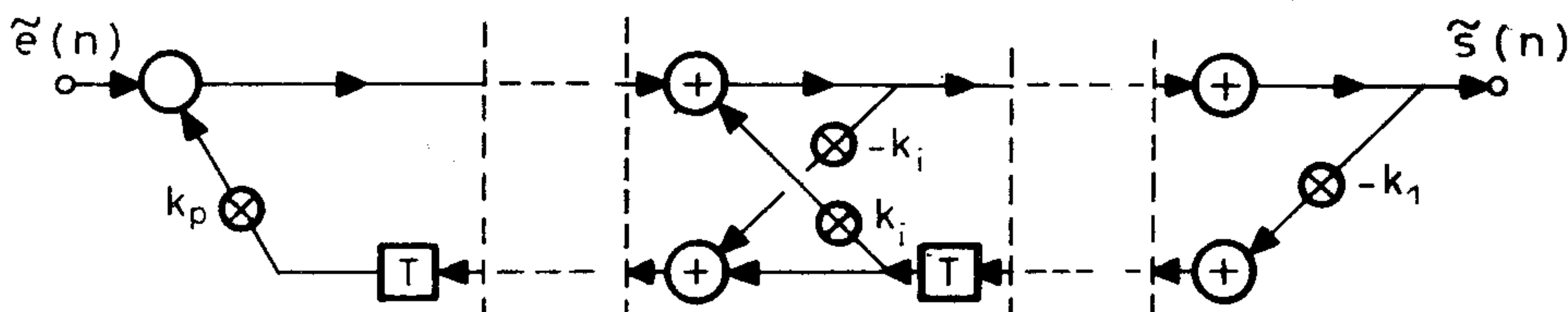
H6-4

4. ábra. A lineáris predikció értelmezése. T_0 : alappériódus (hangmagasság-)idő. A: szegmens



H6-5

5. ábra. LPC dekódoló



H6-6

6. ábra. PARCOR dekódoló

a formánsszintézis dekódolója (3. ábra). A szűrő helyébe azonban itt a (3) egyenletet megvalósító elrendezés lép, melyet önmagában az 5. ábra mutat be. Gyakorlati okokból legtöbbször itt is egységnyi amplitúdójú impulzus, és egységnyi szórású zajgenerátort alkalmaznak (melyek jelét $\tilde{e}(n)$ -nel jelöljük). A dinamikaviszonyok helyreállítására a LIAVOX rendszer a $\sum_N s^2(n) = \sum_N [\tilde{s}(n)]^2$ feltételből származó I „gain factor”-t használja jó eredménnyel.

Az LPC beszédsszintézis tehát az alábbi fázisokból áll:

- szóelőkészítés fázisa: szegmentálás (tipikusan 10...25 msec-nyi részletek, $N=80\ldots260$ mintával), zöngés—zöngétlen jelleg és előbbi esetben a kvázi-periódusidő megállapítása, a hibaminimalizálást megvalósító $a_1, a_2, \dots, a_p$ ún. LPC együtthetők — általában komoly jelfeldolgozást involváló, itt nem részletezett — meghatározása (p értéke tipikusan 8..12), „gain factor” meghatározása; azaz szegmensenként összesen $(p+2)$ adat meghatározása és elhelyezése az alapelemtárban;

- a szó kiejtésének fázisa: a 3., 5., ill. 6. ábrán bemutatott LPC szintetizátor működtetése úgy, hogy szegmensről szegmensre a vezérlés beállítja a dekódoló paramétereit, melyek azután a szegmens időtartama alatt változatlanok maradnak.

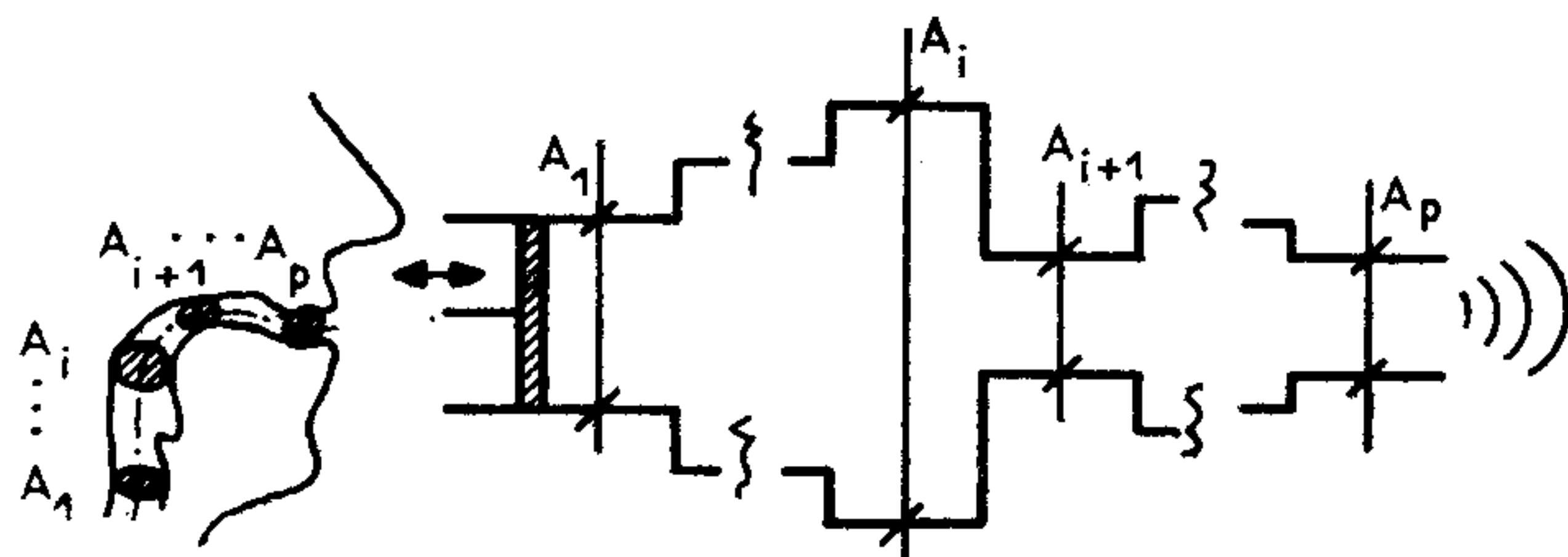
A szóelőkészítés igen magas fokozatú automatizálható, és mivel nem nyelvészeti szabályokra, hanem a lineáris predikció matematikai elméletére épít, nyelvfüggetlen, sőt, minden olyan hangjelenséget visszaad, amit az ember egyáltalán kelteni tud (nevetés, köhögés stb.). Ezt a magas minőséget a zöngés/zöngétlen döntésben, periódusmeghatározásban és lineáris predikcióban megtestesülő mély elméleti apparátus biztosítja.

Ha az 5. ábrán bemutatott dekódoló helyett a 6. ábrán bemutatott ún. PARCOR struktúrát használjuk, két előnyhöz jutunk. Egyrészt a benne szereplő k_i parciális korrelációs együtthetők számítása re-

kurzív, másrészt a struktúra stabilitása a $|k_i| \leq 1$ feltételekkel egyszerűen ellenőrizhető, ami praktikus szempontból igen fontos. A LIAVOX rendszer a PARCOR struktúrát valósítja meg [16].

3. A beszédmegértés felé...

Fant-tól [17] származik az az ötlet, hogy a beszédképző szerveket (hangszálak, rések, garat-, száj-, orrüreg) a 7. ábra szerint egy dugattyúval és egy azonos hosszúságú (l), de lépcsőzetesen változó keresztmetszetű (A_i) csőszakaszokból álló rendszerrel model-



H6-7

7. ábra. Az emberi beszédkeltés akusztikus csőmodellje

lezzük. Ezt a modellt $T=2l/v$ (ahol v a hang terjedési sebessége) időközönként vizsgálva, a csőrendszert ugyanaz a diszkrét idejű átviteli függvény írja le, mint a 6. ábra szerinti PARCOR szintézis struktúrát, ha a $k_i = (A_i - A_{i+1}) / (A_i + A_{i+1})$ megfelelést felismerjük. Ez viszont azt jelenti, hogy ha a szintézisnél ismertettek szerint meghatározzuk k_i -t, abból a beszélő szervek A_i/A_{i+1} keresztmetszeti viszonyai megállapíthatók. Más szóval a hanghullámból vissza tudunk következtetni arra, hogy milyen volt a beszélő szervek állása a hang keltésekor. Ez pedig egy lehetséges első mozzanat az egyes hangok felismerése, az akusztikai lényegkiemelés felé.

Záró gondolat

A gépi beszédsszintézis világszerte és hazánkban is rendelkezésre álló eljárásai sok régi szolgáltatás feljavítására és sok új szolgáltatás bevezetésére adnak módot a távközlésben. A magasabb rendű gépi beszédfunkciók — a beszédmegértés, beszélőazonosítás stb. — tekintetében ugyanez a közeljövőben várható.

I R O D A L O M

- [1] Gordos G., Takács Gy.: Digitális beszédfeldolgozás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983. p. 345.

- [2] *Kempelen, W. v.*: Le Mechanisme de la Parole, suivie de la Description d'une Machine Parlante, J. V. Degen, Vienna, 1791.
- [3] *Dudley, H., Tarnóczy T.*: The Speaking Machine of Wolfgang von Kempelen, JASA, Vol. 22. 1950. pp. 151–160.
- [4] *Fletcher, H.*: Speech and Hearing in Communication, van Nostrand, New York, 1953.
- [5] *Reeves, A. H.*: Francia Szabadalom 52183, 1938.
- [6] *Dudley, H.*: Remaking Speech, JASA, Vol. 11. 1939. pp. 169–177.
- [7] *O'Neill, E. F.*: TASI: Time Assignment Speech Interpolation, Bell. Lab. Rec., Vol. 37. March, 1959. pp. 82–87.
- [8] *Gordos, G.*: Speech Detection in Severe Noise, 11st Int. Cong. on Acoustics, Paris, 1983. Proc. pp. 91–94.
- [9] *Gordos, G.*: Digitalizálás a hangtechnikában: új távlatok az ember–gép kapcsolatban, Kép és hangtechnika, Vol. XXX. No. 1. Febr. 1984. pp. 15–23.
- [10] DT 1000 Digitalker Speech Synthesis Evaluation Board, National Semiconductors IM–FL 30M120, 1980.
- [11] MEA 8000, Philips gyártmányismertető, 1982.
- [12] *Békési S., Gordos G., Olaszy G., Podoletz Gy., Takács Gy.*: Eljárás formánsszintetizátorok vezérlésére mesterséges beszéd és speciális hangjelenségek létrehozása céljából, Magyar találmányi bejelentés, 18 682, 1983.
- [13] *Atal, B. S., Hanauer, S. L.*: Speech Analysis and Synthesis by Linear Prediction of the Speech Wave, JASA, Vol. 50. 1971. pp. 637–655.
- [14] *Itakura, F., Saito, S.*: Speech Analysis-Synthesis System Based on the Partial Autocorrelation Coefficient, Acoust. Soc. of Japan Meeting, Oct. 1969.
- [15] TMS 5200, Texas Instruments gyártmányismertető, 1982.
- [16] *Gordos G., Podoletz Gy., Békési S., Takács Gy.*: Eljárás és berendezés a beszédkeltés akusztikus csőmodelljén alapuló beszéd és egyéb hangjelenségek mesterséges előállítására, Magyar találmányi bejelentés, 4186/1983.



MEV ALKATRÉSZKATALÓGUS

BESZEREZHETŐ A

MEV-EMO-KERAVILL MÁRKABOLTBAN:

Bp.V., Múzeum krt. 11. és a Katalógusboltban: Bp.V., Szt. István tér 4.

MEV

MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

Kapcsolt kapacitású szűrők analízise és szintézise*

DR. GÉHER KÁROLY

Budapesti Műszaki Egyetem
Híradástechnikai Elektronika Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A jelfeldolgozó áramkörök egyik fontos csoportját alkotják a MOS kapcsolókat, kapacitásokat és műveleti erősítőket tartalmazó, úgynevezett kapcsolt kapacitású áramkörök. Számítógépes analízisük és szintézisük speciális programok készítését kívánja. Az SC szűrők analízisére a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Elektronika Intézetében kifejlesztett programok közül különös figyelmet érdemel az érzékenységeket számító program és a Monte Carlo toleranciaanalízist végző program. A szintézist a Fleischer-Laker alaptagok kaszkád kapcsolását optimalizáló program segíti. Az eredményeket PCM csatornaszűrő és adatátviteli szűrő példákkal illusztráljuk.

Bevezetés

A Kozma László professzor emlékének ajánlott cikk témája több pontban csatlakozik azokhoz a tevékenységekhez és gondolatokhoz, melyek fontos szerepet játszottak az ő életében. Első helyen említjük meg, hogy a beszámolóban szereplő munkákban egyetemi oktatók és egyetemi hallgatók vettek részt. Számos tudományos diákköri dolgozat, diplomatervezés, egyetemi doktori értekezés, kandidátusi értekezés és cikk született a témakörből. Ezek érettebb, utolsó változatáról az irodalomjegyzék nyújt felvilágosítást. Második csatlakozási pont a számítógépek alkalmazása a feladat megoldásához. Munkánk eredményeként olyan számítógépprogramok készültek, melyek segítségével a kapcsolt kapacitású szűrők tervezése és kísérleti megvalósítása elkezdődhet. A harmadik fontos kérdés a feladat gyakorlati jelentőségéhez kapcsolódik. Ez a szűrőtípus a híradástechnikai berendezések perspektivikus áramkörét jelenti és különösen a pulzus-kód-modulált (PCM) berendezéseknél fontos. Így elméletük megismerése, számítógépes analízisük és szintézisük kidolgozása a hazai ipari igények kielégítését szolgálja.

A kapcsolt kapacitású szűrők témaköre 1977. végén kezdett kibontakozni az irodalomban. Azóta már összefoglaló jellegű cikkek és könyvrészletek jelentek meg róla. Köztük kiemelésre érdemes a Proceedings IEEE 1983. évi augusztusi különszáma [16] és Simonyi Ernő könyve [18]. A témakör iránt érdeklődő olvasónak kiindulásul ezt a két irodalmat ajánljuk.

A rendelkezésre álló keretek legjobb kihasználása érdekében a következőkben röviden áttekintjük a kapcsolt kapacitású szűrő alapelvét, majd a számítógépes analízisre és szintézisre szolgáló számítógépprogramok közül hármat ismertetünk. A SCANS program analízist, érzékenységszámítást, tolerancia-számítást végez. A SCAMON a gyártás Monte Carlo

DR. GÉHER KÁROLY

Villamosmérnöki oklevelet 1952-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzte meg. 1952-től a BME Elméleti Villamos-ságtan Tanszékén, 1959-től a BME Vezetékes Híradástechnika Tanszékén dolgozott, 1974-től a BME Híradástechnikai Elektronika Intézetében egyetemi tanár. Mellékfoglalkozásban 1957-től 1967-ig a Távközlési Kutató Intézetben tevékenykedett. A műszaki tudó-

mányok doktora; szakterülete a lineáris hálózatok elmélete és a számítógépes áramkörtervezés. A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Elnökségének és Végrehajtó Bizottságának tagja, a Virág-Pollák díj és a Pus-kás Tivadar emlékérem tulajdonosa. A Nemzetközi Rádió Tudományos Unió (URSI) 1981-ben a „Jelek és rendszerek” szakbizottság alelnökének, 1984-ben elnökének választotta meg.

szimulációját teszi lehetővé. Az FLSC-program a Fleischer-Laker alaptagokból álló kaszkád szűrő szintézisét oldja meg optimalizálási eljárással. A programok használatát példákkal világítjuk meg.

A kapcsolt kapacitású szűrők alapelve

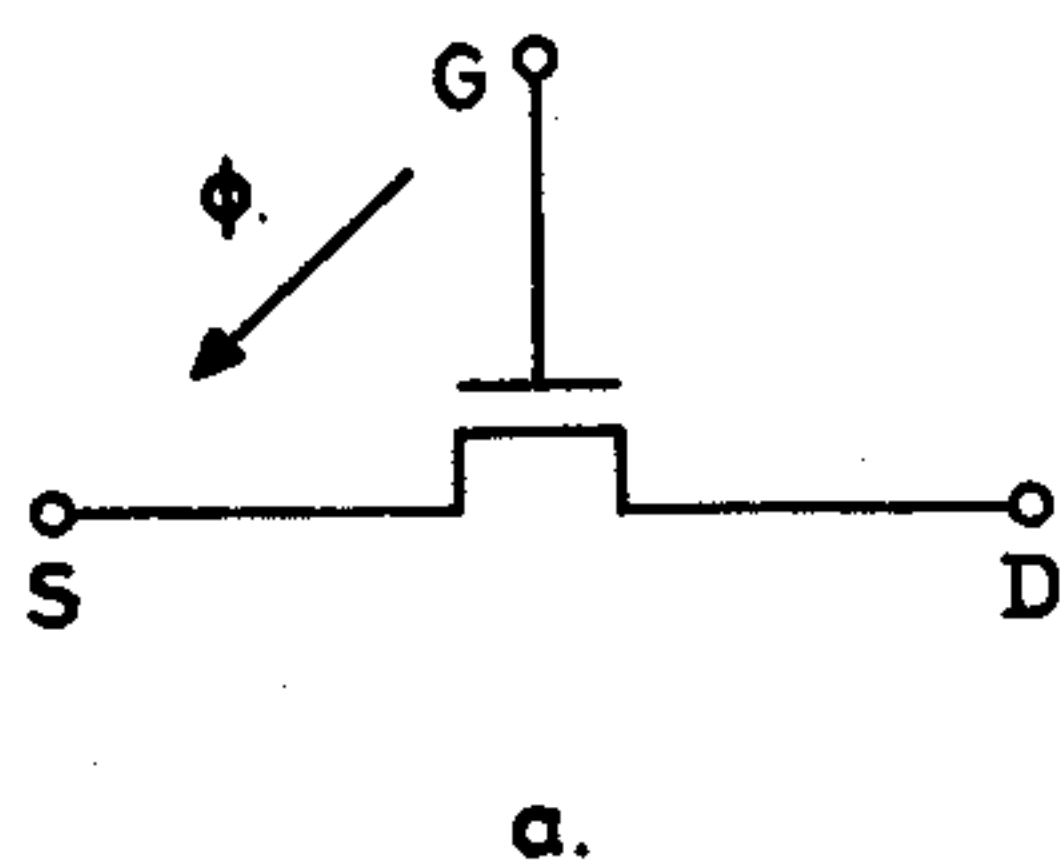
A kapcsolt kapacitású áramkörök kapcsolókat, kapacitásokat és műveleti erősítőket tartalmaznak. A minőségileg új áramköri elemet az aktív RC szűrőkhöz képest a kapcsoló jelenti, és ezért ennek a hálózatelméleti modelljével foglalkozunk először, majd megmutatjuk felhasználásának következményeit.

Az 1a ábrán a MOS tranzisztor jelképi jelölése látható. A G és S bemenetek közé kapcsolt Φ feszültséggel az S és D bemenetek közötti ellenállás értéke változtatható. Ha $\Phi > U_{kr}$, akkor az ellenállás aránylag kicsi, ezért rövidzárnak tekinthető. Ez a kapcsoló zárt állapota. Ha $\Phi < U_{kr}$, akkor az S és D bemenetek közötti ellenállás aránylag nagy és így a kapcsoló nyitott állapotát kapjuk. Ezt a kapcsolgatást az 1b ábrán feltüntetett T_c periódusidejű órajellel érhetjük el. A MOS tranzisztert, mint kapcsolót, tehát az 1c ábrának megfelelően is jelölhetjük.

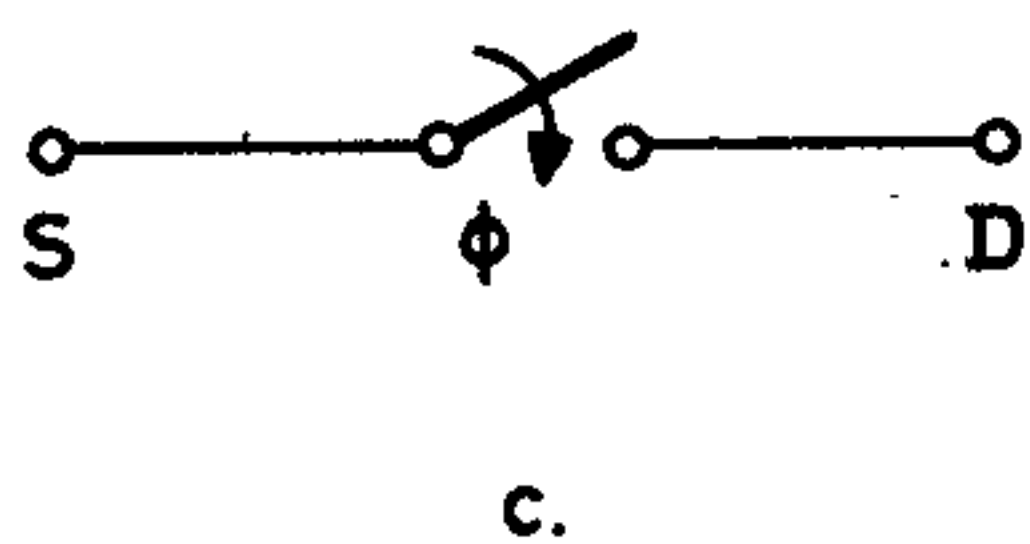
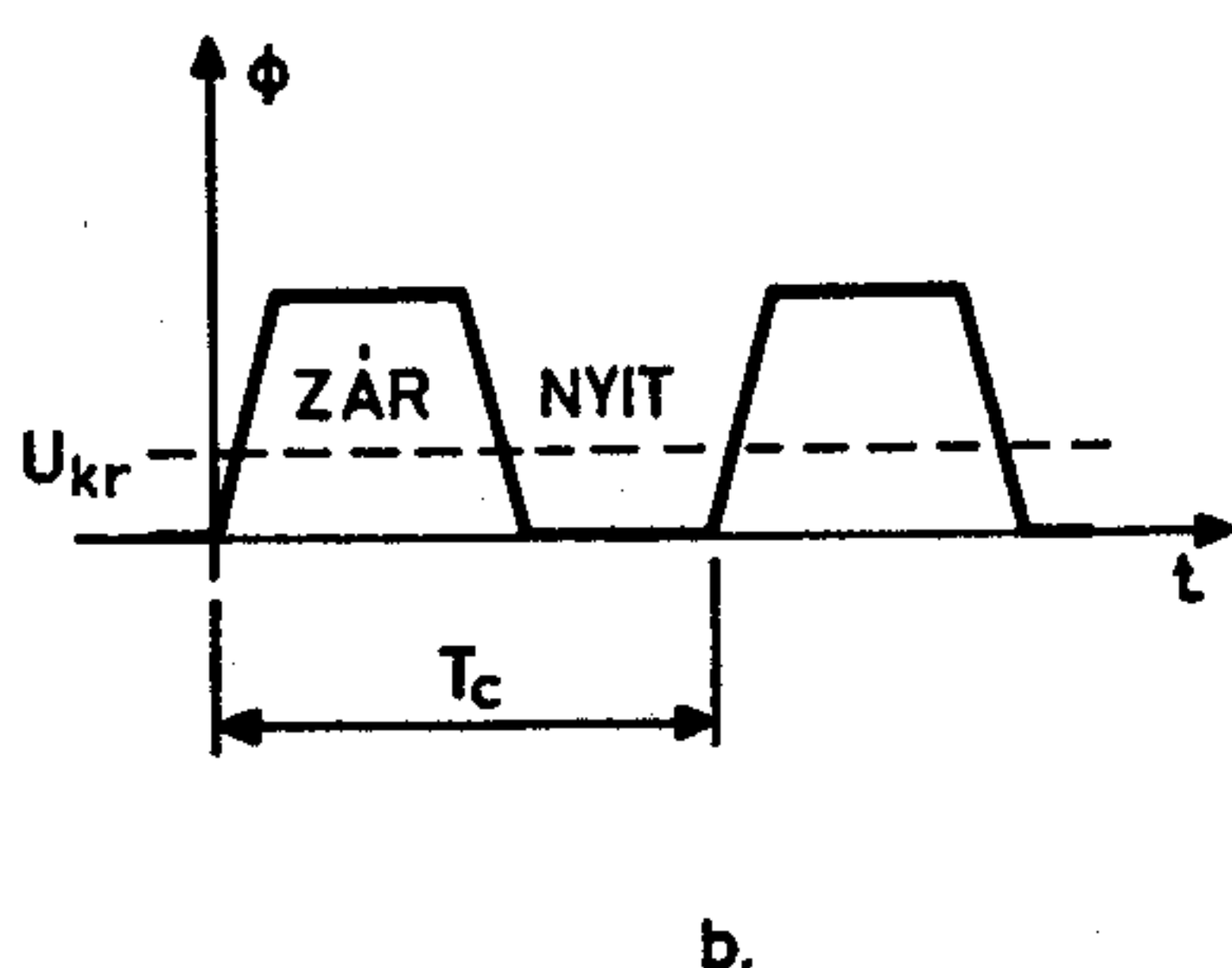
Ha az áramkörben több kapcsoló van, akkor azok órajelének időzítése általában különbözik egymástól. Kétfázisú órajel esetén erre a Φ_1 , Φ_2 jelölést alkalmazzuk, de gyakran az e (even) és az o (odd) indexekkel különböztetjük meg az áramkör két állapotát.

A 2a ábra szerinti kapcsolásban Φ_1 és Φ_2 azonos periódusidejű, nem átlapolódó órajeleket jelent. Az 1 és 2 csomópontok között tehát nincs közvetlen kapcsolat, amit a 2b ábra kapcsoló elrendezéssel szimbolizálhatunk. Legyen a kapcsoló az 1. állásban.

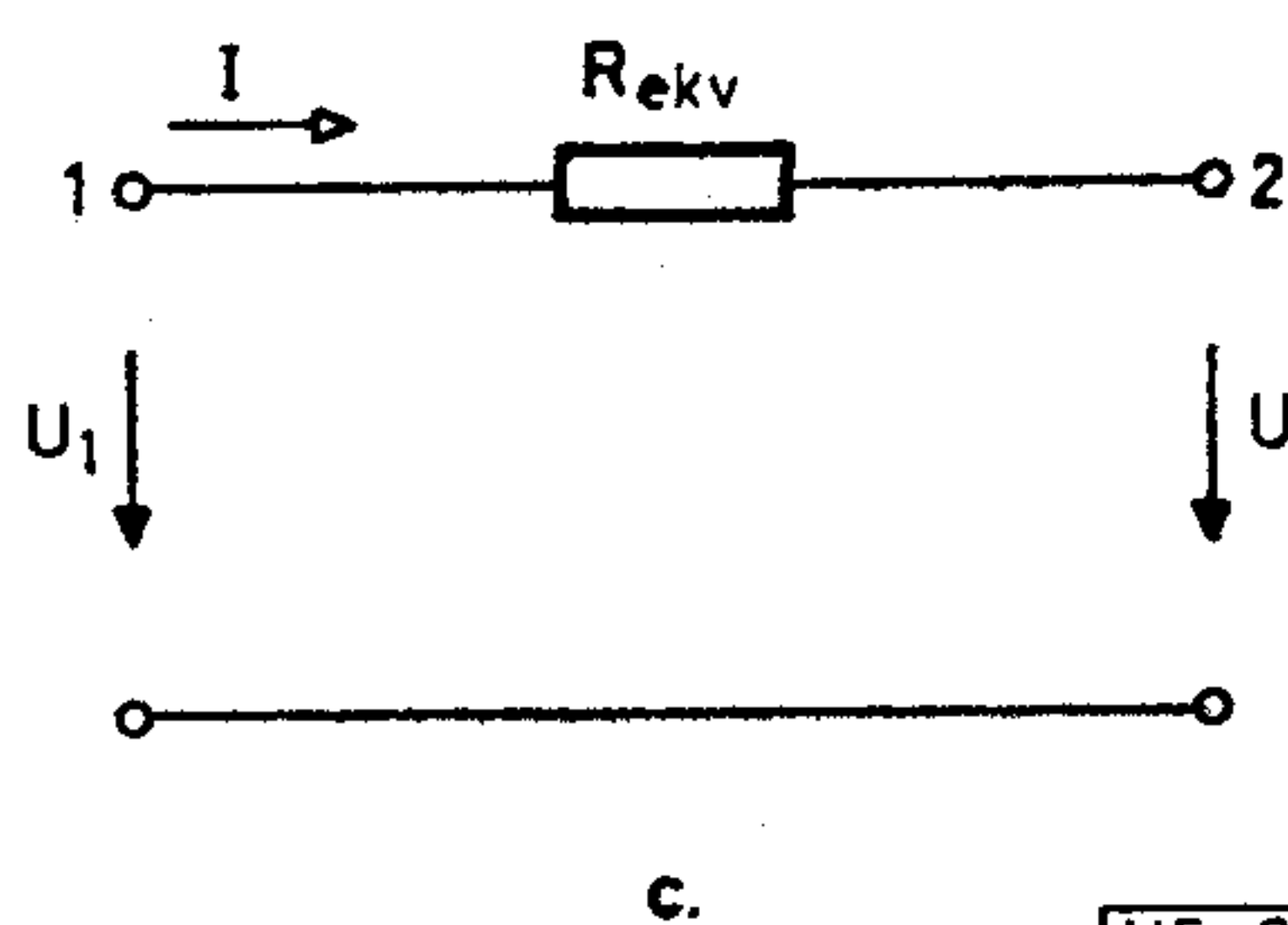
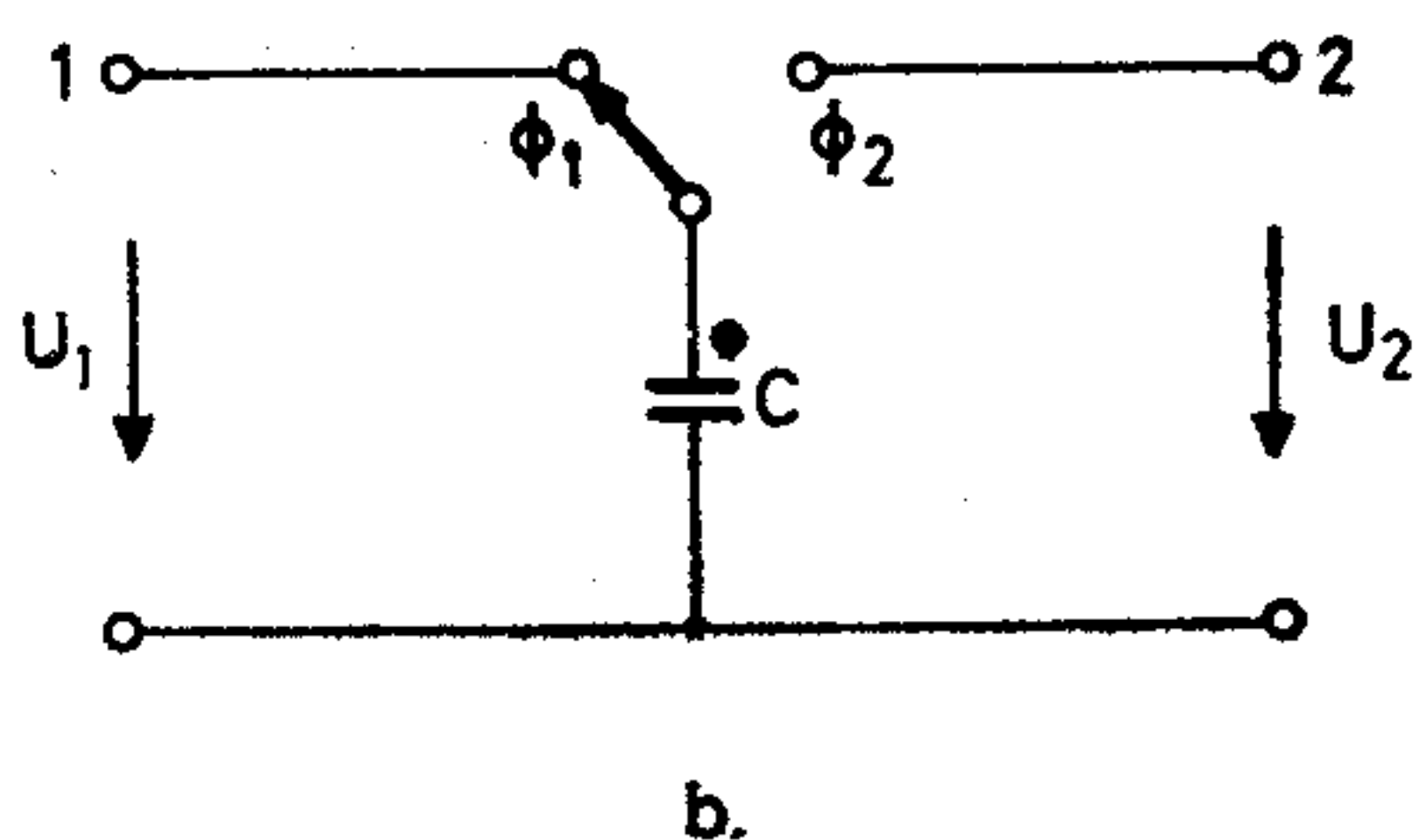
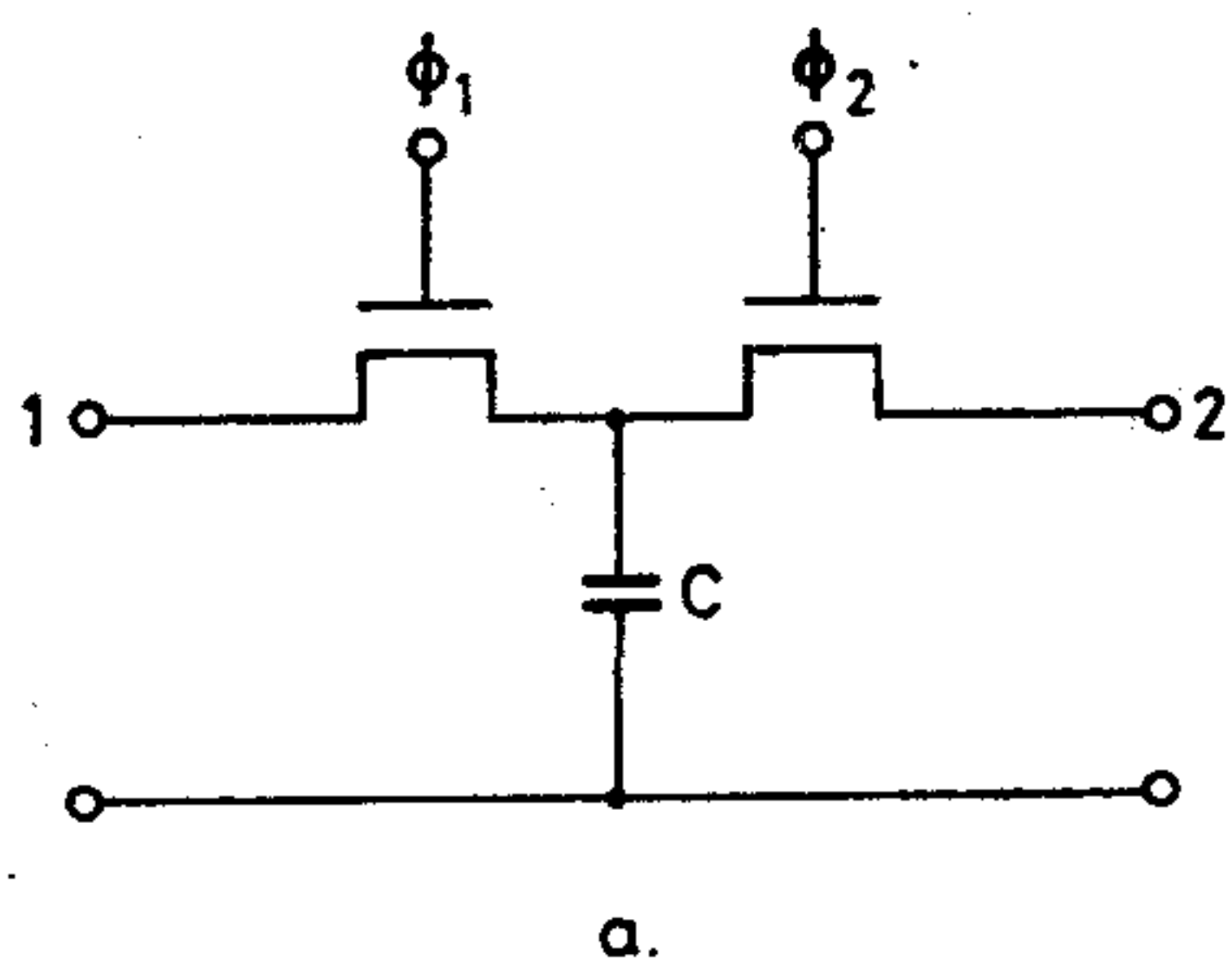
* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1984. november 1-i tudományos ülésén.



1. ábra. A kapcsoló modellezése



[H5-1]



2. ábra. A kapcsolt kapacitás és az ellenállás ekvivalenciája

[H5-2]

Ekkor a kapacitás a CU_1 töltésre töltődik fel viszonylag kis időállandóval. A kapcsoló 2. állásában a kapacitás töltése CU_2 -re változik, szintén kis időállandóval. Ez a jelenség ismétlődik minden T_c órajel periódus alatt. Az 1 és 2 csomópontok között tehát

$$I = \frac{C(U_1 - U_2)}{T_c} \quad (1)$$

áram folyik, amit az

$$I = \frac{U_1 - U_2}{R_{ekv}} \quad (2)$$

összefüggés felhasználásával úgy értelmezzük, hogy az 1 és 2 pontok között

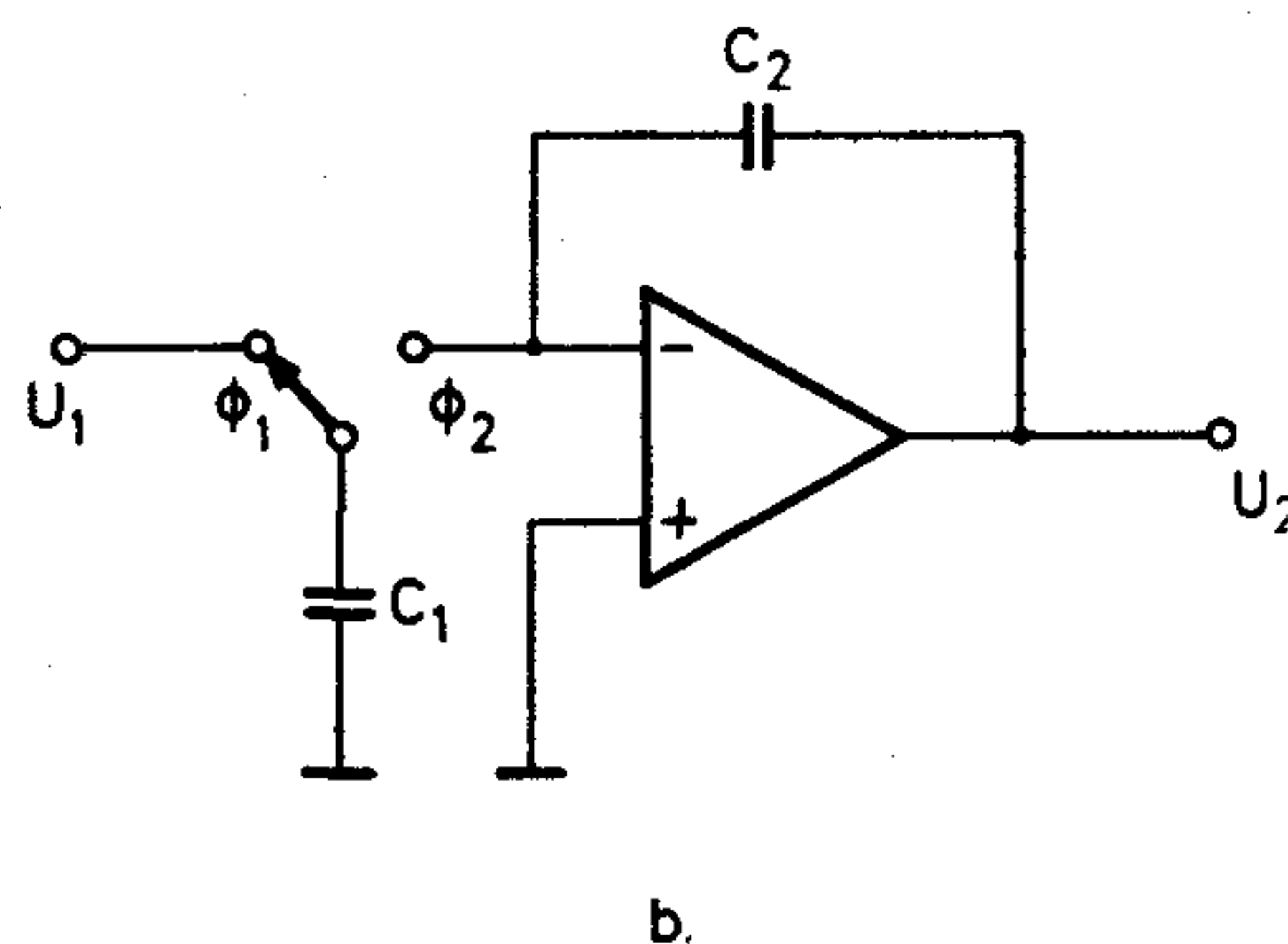
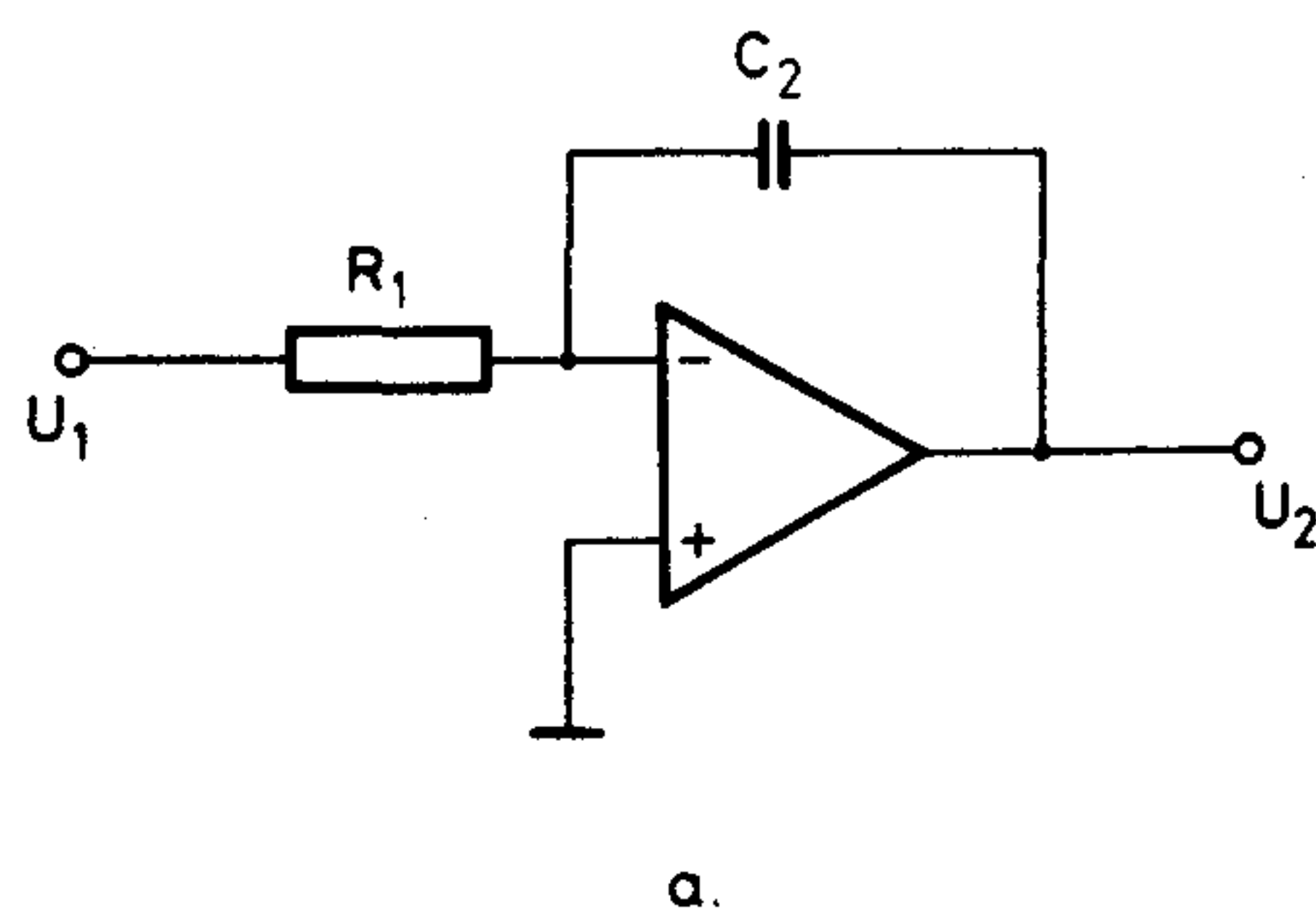
$$R_{ekv} = \frac{T_c}{C} \quad (3)$$

értékű ellenállás van (2c ábra). Gondolatmenetünkben feltételezzük, hogy a T_c periódusidő alatt az U_1 és U_2 feszültségek állandónak tekinthetők, vagyis a jel T periódusideje lényegesen nagyobb T_c -nél.

A 2. ábra ekvivalenciája tehát megadja az elvi lehetőségét annak, hogy az aktív RC kapcsolások ellenállásait kapcsolókkal és kapacitásokkal helyettesítsük. Kiemelkedő fontossága miatt érdemes megmutatni az integrátor megvalósítását. A 3a ábrán látható invertáló integrátor transzfer függvénye

$$\frac{U_2}{U_1} = -\frac{1}{R_1 C_2 p} \quad (4)$$

Az ellenállást kapcsolt kapacitással helyettesítve a 3b ábrán látható kapcsolást kapjuk, melynek transzfer függvénye (4) és (3) felhasználásával:



[H5-3]

3. ábra. Az integrátor alapelve

$$\frac{U_2}{U_1} = -\frac{C_1}{T_c C_{2p}} \quad (5)$$

(5)-ből a kapcsolt kapacitású szűrők egyik általános és kedvező tulajdonsága látszik, nevezetesen az, hogy a transzfer függvényt a kapacitások hányadosa határozza meg.

Az alapelv megismerése után az olvasóban számos jogos kérdés merül fel. A modellalkotásnál több feltételezéssel éltünk. Ilyenek voltak a kapcsolók nyitott állapotú és zárt állapotú ellenállásainak viszonya, a kapcsoló zárt állapotú ellenállásából és a kapacitásból származó időállandó értéke és az utóbbi nagysága a T_c órajel periódusidejéhez képest. Feltételeztük azt is, hogy $T_c \ll T$, ahol T a jel periódusideje. A gyakorlatban előforduló technológiai adatok és alkalmasan megválasztott T_c esetén feltételezéseink nagyon jó közelítések. A kapcsolt kapacitású áramkörök analízisének a diszkrét idejű működésből adódó kérdéseket pontosan időtartománybeli vizsgálattal lehet megválaszolni. Az esetek többségében a kapcsolt kapacitású áramköröket a mintavételezett hálózatoknál szokásos z tartományban írjuk le.

Az aktív RC szűrőkhöz hasonlóan a kapcsolt kapacitású áramkörök tápfeszültséget (és így teljesítményt) igényelnek. Ehhez járul még, hogy órajelre is szükségünk van. Alkalmazásuk így módon például PCM berendezéseknél, adatátviteli berendezéseknél célszerű, hiszen az órajel ezekben az esetekben egyébként is szükséges.

A kapcsolt kapacitású szűrők fontos és előnyös tulajdonsága, hogy transzfer függvényük a kapacitások abszolút értéke helyett, a kapacitások viszonyától függ. Toleranciák szempontjából ez döntő fontosságú. Végeredményben a kapcsolt kapacitású (SC) szűrők kérdését az dönti el, hogy a MOS technológiával pontos R és C nem valósítható meg, ellenben kapcsolót és kapacitást lehet készíteni.

A SCANS program

A SCANS program kapcsolt kapacitású áramkörök esetén frekvenciatartománybeli analízist, érzékenységszámítást és érzékenységi-, illetve toleranciamérték számítását végez [20, 21, 22].

A kapcsolók két állapotának megfelelően vezessük be az e (even) és az o (odd) felső indexeket. A $z = e^{j\omega T_c}$ felhasználásával a z tartományban a kapacitás töltésének változását a

$$Q_c^e = C(U_c^e - z^{-\frac{1}{2}} U_c^o) \quad (6)$$

$$Q_c^o = C(U_c^o - z^{-\frac{1}{2}} U_c^e)$$

egyenletpár írja le. A hálózat i -edik csomópontjára a

$$Q_i^e = \sum_j [C_{ij}(U_i^e - U_j^e) - z^{-\frac{1}{2}}(U_i^o - U_j^o)] \quad (7)$$

$$Q_i^o = \sum_j [C_{ij}(U_i^o - U_j^o) - z^{-\frac{1}{2}}(U_i^e - U_j^e)]$$

egyenletek érvényesek, ahol Q_i az átváltáskor a cso-

mópontba — a töltés generátorból — befolyó töltés. A teljes hálózat leírására a következő egyenletrendszert kapjuk:

$$\begin{bmatrix} Q^e \\ Q^o \end{bmatrix} = Y \begin{bmatrix} U^e \\ U^o \end{bmatrix} \quad (8)$$

ahol Y a csomóponti admittancia mátrix. Az invertálással kapott

$$\begin{bmatrix} U^e \\ U^o \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} Q^e \\ Q^o \end{bmatrix}, \quad (9)$$

összefüggésből a Q töltésgerjesztés ismeretében az U csomóponti feszültségek meghatározhatók. A feszültség transzfer függvények számításához figyelembe kell venni az U_{be}^e és U_{be}^o közötti összefüggéseket a töltésgerjesztések felvételénél.

A transzfer függvény kapacitások szerinti $S_c = \frac{\partial K}{\partial C}$ érzékenységeinek meghatározása közvetett módon, a belső transzfer függvények segítségével történik. A belső transzfer függvények első csoportja a bemenet és a kapacitás közötti átvitelt jellemzi. A belső transzfer függvények második csoportja a kapacitás és a kimenet közötti átvitelt írja le, azzal a feltételezéssel, hogy a bemeneten rövidzár van. Ez az eredeti áramkörhöz képest új struktúrát jelentene, amely új Y mátrix felírását kívánná meg, és új mátrix inverziót követelne Z meghatározására. Ezt a nehézséget a bemeneti bővítő áramkör segítségével lehet elkerülni. A 4. ábrán látható kapcsolásról kimutatható, hogy mindkét órajelfázisban a bemeneti töltésmintát azonos számértékű kimeneti feszültségmintába alakítja át. Így az eredeti hálózat feszültség transzfer függvényei megegyeznek a bemeneti bővítő áramkörrel kiegészített kapcsolás töltésfeszültség transzfer függvényeivel. A feladat — a szükséges transzfer függvények meghatározása — tehát egyetlen Y mátrix felírásával és egyetlen Z mátrix előállításával megoldható.

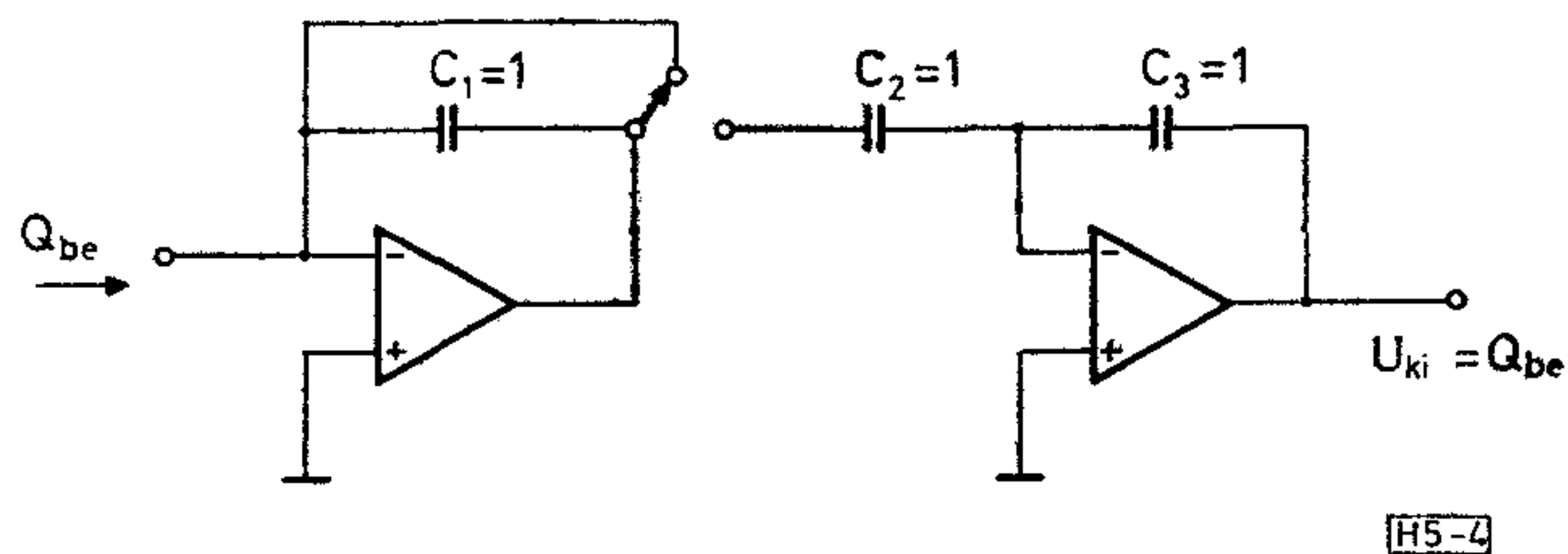
A toleranciákat a legrosszabb esetnek megfelelően a

$$\Delta a_{\text{Max}} = \sum_{i=1}^N |S_i| \varepsilon_{i \text{ Max}} \quad (10)$$

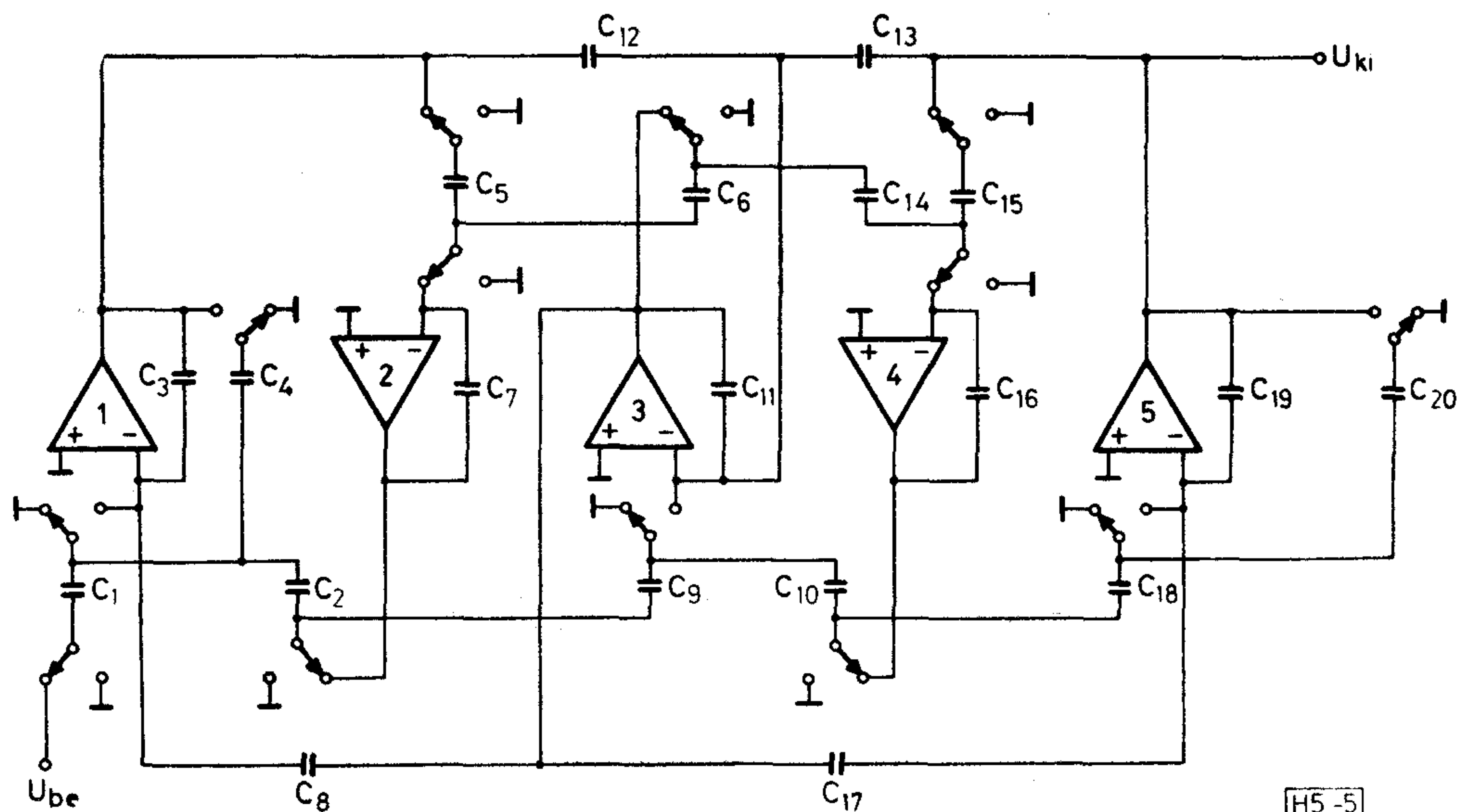
összefüggéssel ítéldhetjük meg. A frekvencia függvényében ezt a névleges karakterisztikához hozzáadva, illetve levonva, a lehetséges átviteli karakterisztikák burkolóját nyerjük. A kapacitások normál eloszlását feltételezve, az

$$\varepsilon_{i \text{ Max}} = 3\sigma_i \quad (11)$$

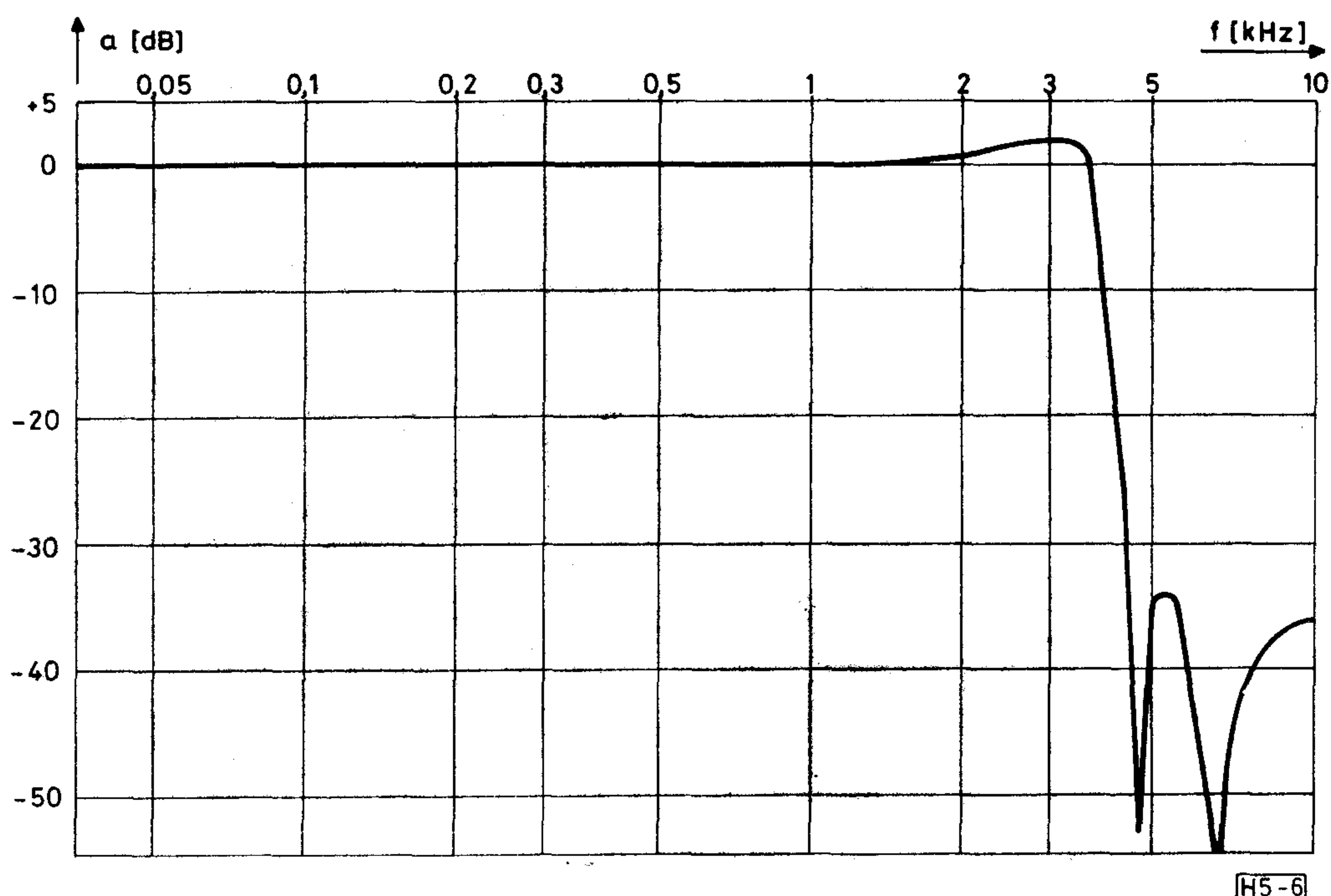
megállapodással a szórásnégyzetet



4. ábra. Bemeneti bővítő áramkör



5. ábra. PCM SC vevőszűrő kapcsolása



6. ábra. PCM SC vevőszűrő amplitúdó karakterisztikája

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^N |S_i|^2 \varepsilon_{i\text{Max}}^2 \quad (12)$$

formában kapjuk. A SCANS program ábrázolja a névleges karakterisztikához hozzáadott, illetve levont szórást is a frekvencia függvényében.

Példaként tekintsük az 5. ábrán látható PCM vevőszűrőt. A szűrő tervezése LC referencia szűrőből kiindulva jel-folyam gráf segítségével történt [5, 12]. Az órajel frekvenciája $f_c = 256$ kHz. Az 5. ábra a szűrő kapcsolását, a 6. ábra a logaritmikus amplitúdó karakterisztikát mutatja. A szűrő áteresztő tartománya — a mintavételezett és tartott bemenet korrigálása érdekében — az $x/\sin x$ függvény szerint ($x = \pi f/f_s$, $f_s = 8$ kHz) megemelt.

A SCAMON program

A SCAMON program kapcsolt kapacitású áramkörök Monte Carlo analizisét végzi [6].

A Monte Carlo ciklus során először az áramköri paramétereknek — az adott statisztikus jellemzők által vezérelt sorsolással — véletlen értékeket adunk. Ezt követően áramköranalízissel meghatározzuk a hálózatjellemző karakterisztikát. A ciklust n -szer ismételve a hálózatjellemzőre n elemű mintát kapunk, melyből a hálózatjellemző statisztikus jellemzőire becsléseket adunk.

A technológia statisztikus hatásainak modellezése két szinten történhet: (i) a villamos paraméterek szintjén (pl. kapacitás, erősítés), (ii) geometriai és

anyagjellemzők szintjén (pl. maszkméret, dielektromos állandó). A SCAMON programban a kapacitások mind villamos, mind geometriai szintű modellezése lehetséges. A műveleti erősítők ideálisak vagy normális eloszlású erősítési tényezővel bírnak.

A kapacitások statisztikus függőségét a korrelációs együtthatóval vesszük figyelembe. Az egész áramkör kapacitásai közötti R korrelációs mátrix megadására a programban kétféle lehetőség van. Ha mindegyik kapacitáspárra azonos a korreláció, akkor $r_{ij}=r$, ha $(i \neq j)$ és $r_{ii}=1$. Ezt globális korrelációmegadásnak hívjuk. A másik lehetőség a korrelációs mátrix bizonyos elemeinek felülírása. Minden egyes kapacitáshoz maximálisan hat kapacitást jelölhetünk ki, amelyekre — az r korrelációtól függetlenül — lokális korrelációkat jelölhetünk ki.

A kondenzátorok geometriai szintű modellezésénél a kapacitás értékét az ε_i , t_i , x_i és y_i véletlen értékekből kapjuk, ahol ε_i a dielektromos állandó, t_i a kondenzátor vastagsága, x_i és y_i pedig a téglalap alakú kapacitás méretei. Ezen véletlen értékek is globálisan és lokálisan sorsolhatók. ε_i és t_i esetében korreláció, x_i és y_i esetében szisztematikus hiba is előírható.

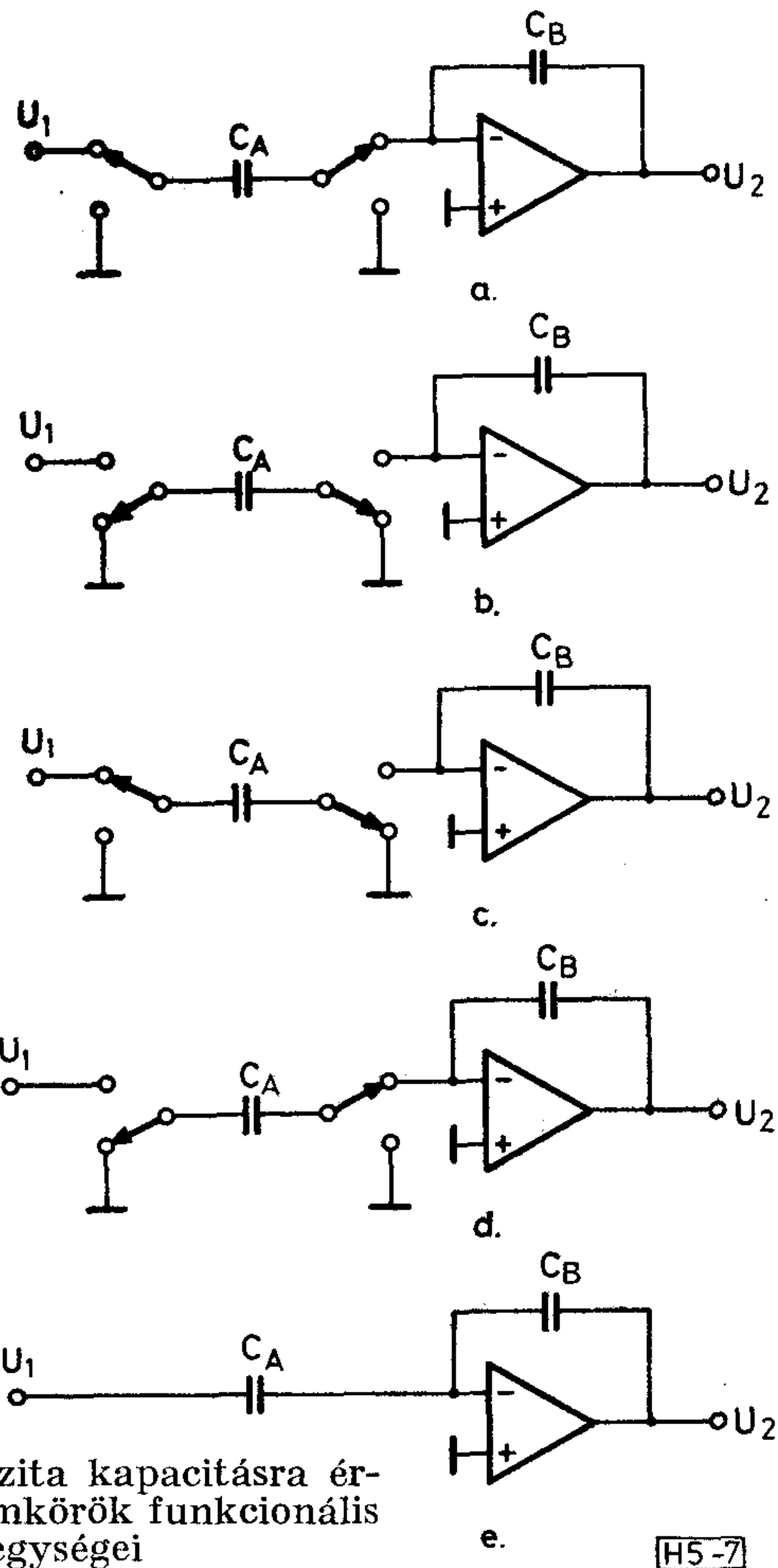
A SCAMON programban lehetőség van a kapacitások hőmérsékleti együtthatóinak sorsolására is.

Az áramkör ismételt, gyors analizisére két eljárás áll rendelkezésünkre: (i) speciális analizis program használata, (ii) a hálózatjellemző explicit függvényének kiértékelése. Speciális analizis program [14, 15] használható, ha az áramkör a következő megkötéseknek eleget tesz:

- a műveleti erősítők nem invertáló bemenete földelt, az invertáló bemenet mindig virtuális föld,
- a kapacitások fegyverzetei mindig feszültségforrásra, virtuális földre, vagy földre vannak kapcsolva,
- a kapcsolók mindig feszültségforrás és föld, vagy virtuális föld és föld között kapcsolódnak.

Ilyen megkötéseknek megfelelő áramkörök felépíthetők a 7. ábrán látható funkcionális egységekből. Analízisük az állapotváltozók módszerével hatékonyan megoldható.

Explicit képlet szerint végezhető el a Fleischer—Laker-féle, másodfokú alaptagokból felépülő, kasz-

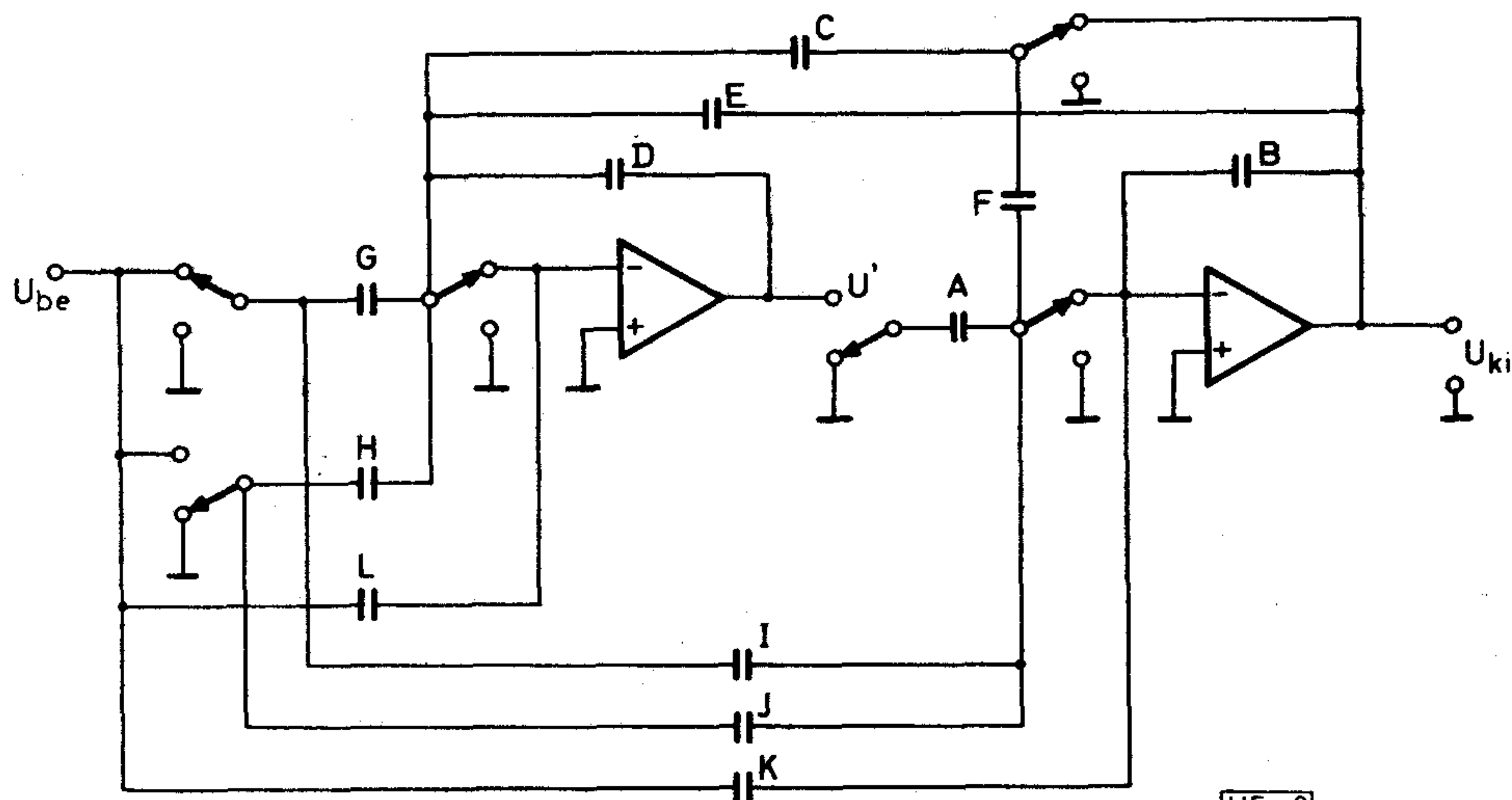


7. ábra. Parazita kapacitásra érzéketlen áramkörök funkcionális egységei

[H5-7]

kád kapcsolású áramkörök analizise. A 8. ábrán látható kapcsolás tárgyalására később térünk ki.

A SCAMON program megadja a frekvencia függvényében, táblázatos formában az amplitúdó karakterisztika várható értékét, szórását, alsó és felső burkolóját. Megadja a kihozatal értékét. Külön kérésre az amplitúdó karakterisztikának a kapacitás értékre vonatkozó regressziós együtthatóit és a korrelációs együtthatókat is kiírja. Kérhető a kapacitások sorsolt értékeinek várható értéke, szórása és korrelációs mátrixa is.



8. ábra. Fleischer—Laker-féle alaptag

[H5-8]

Az FLSC program

Az FLSC program a Fleischer—Laker alaptagokból álló kaszkád felépítésű szűrő iteratív szintézisét oldja meg [10, 11].

$$K(z) = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = - \frac{D(I+K) + (AG+AL-DI-DJ-2DK)z^{-1} + (DJ+DK-AH-AL)z^{-2}}{D(F+B) + (AC+AE-DF-2BD)z^{-1} + (DB-AE)z^{-2}} \quad (13)$$

A transzfer függvény pólusait a visszacsatolt hurkot alkotó A, B, C, D, E és F kapacitások határozzák meg. A zérusok helyét a G, H, L és I, J, K kapacitásokkal állíthatjuk be. A visszacsatoló ághoz E és F két lehetőséget ad a pólusok jósági tényezőjének beállítására. Ennek megfelelően definiálhatunk egy „ E ” áramkört, melyre $E \neq 0$ és $F = 0$, és egy „ F ” áramkört, ahol $E = 0$ és $F \neq 0$. Célszerű ezenkívül a $K=L=0$ választással élni. A fokozatoknál egy-egy kapacitásértéket szabadon választhatunk, tehát $B=D=1$ lehet. Lehetőség van $A=1$ felvételére is. Ily módon az általános eset (13) transzfer függvénye két egyszerűbb esetre, K_E -re és K_F -re redukálódik.

A diszkrét működésű SC szűrő transzfer függvénye és a folytonos működésű szűrő transzfer függvénye között a bilineáris transzformáció felhasználásával teremtünk kapcsolatot:

$$p = \frac{2}{T_c} \frac{z-1}{z+1}, \quad (14)$$

ahol $p = \sigma + j\Omega$ és $z = e^{j\omega T_c}$. (14)-ből z -t kifejezve és (13)-ba behelyettesítve a diszkrét transzfer függvény folytonos megfelelőjét kapjuk:

$$K_f(p) = \frac{ap^2 + bp + c}{p^2 + ep + d}. \quad (15)$$

Itt a, b, c, d, e az áramköri elemek és a T_c órajel periódusidő függvénye. A folytonos működésű áramkör Ω frekvenciája és a diszkrét működésű áramkör ω frekvenciája között az

$$\Omega = \frac{2}{T_c} \operatorname{tg} \frac{\omega T_c}{2} \quad (16)$$

kapcsolat áll fenn. Az ω -tartománybeli előírást tehát a (16) összefüggésnek megfelelően szükséges előtorzítani. A specifikáció az amplitúdó karakterisztikára, vagy a futási idő karakterisztikára vonatkozhat. Ezt követően a megoldást a (15) kifejezéssel adott $K_f(p)$ transzfer függvény együtthatóinak megkeresése szolgáltatja.

Az optimalizálás célfüggvénye a csebisevi hiba, vagyis az eltérés maximumát minimalizáljuk. A kö-

Az általános másodfokú alaptagot a 8. ábrán tüntettük fel. A kapcsolás transzfer függvénye a z tartományban:

tött szélsőérték feladatot kötetlen szélsőérték feladatok sorozatára vezetjük vissza. Az utóbbi megoldásra kétféle változatot is használtunk, az egyik módosított szimplex eljárás, a másik pedig pattern search módszer.

Az a, b, c, d, e együtthatók és T_c ismeretében az „ E ” és „ F ” áramkör kapacitásai képletből számíthatók. A program dinamika beállítást is végez, tehát a 8. ábra áramköri elemeit úgy módosítja, hogy $U'(\omega)$ és $U_{ki}(\omega)$ maximális értéke azonos legyen.

Mintapéldaként a 300 baudos adatcsatorna alsósávi szűrőjének tervezésére hivatkozunk [4]. Az előírásokat a CCITT V. 21 ajánlása rögzíti:

áteresztő tartomány:

$$930 < f < 1230 \text{ Hz} \quad \Delta a = \pm 1 \text{ dB}$$

referencia frekvencia 980 Hz

zárótartomány:

$$f < 100 \text{ Hz} \quad -60 \text{ dB} > a$$

$$f > 1500 \text{ Hz} \quad -30 \text{ dB} > a$$

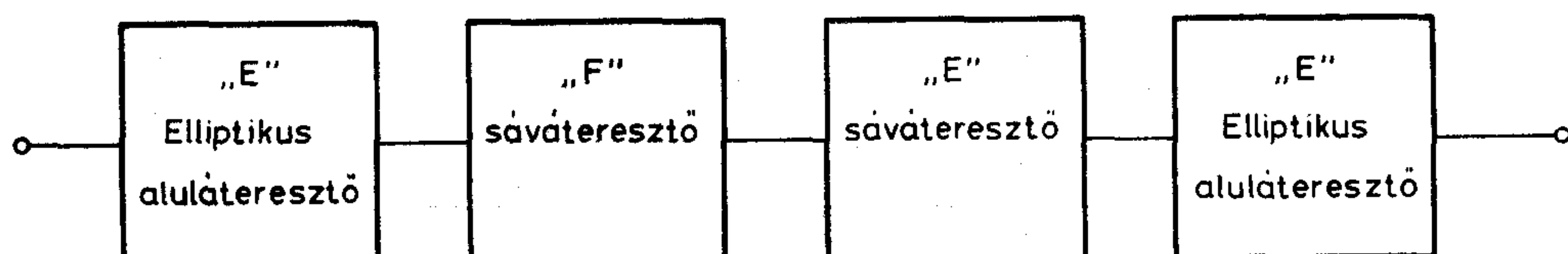
$$f \geq 1600 \text{ Hz} \quad -60 \text{ dB} > a$$

A specifikációt 4 darab alaptag kaszkád kapcsolásával lehet kielégíteni. Az alaptagok sorrendjét a maximális kivezérelhetőség elérése határozza meg. Az „ E ” és „ F ” típusú áramkörök közötti választás a minimális összkapacitás alapján történt (9. ábra).

Köszönetnyilvánítás

A Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Elektronika Intézetében a félvezető alapú villamos szűrőkkel kapcsolatos kutatómunkát 1979-től 1982-ig az OMFB támogatta. 1983-tól a Mikroelektronikai Kormánybiztos a MEV bevonásával segíti tevékenységünket.

A hosszú évekre visszanyúló közös munkában az iparban és az egyetemen sokan vettek részt, mindannyiuknak ezúton köszönöm fáradozásukat és segítségüket. Közvetlen munkatársaim közül elsősorban dr. Fülöp Tamás, dr. Gaál József, dr. Gefferth László, dr. Halász Edit és dr. Trón Tibor egyetemi adjunktusokat illeti elismerés és köszönet.



H5-9

9. ábra. Adatátviteli modem alsósávi szűrőjének blokkvázlata

- [1] *Fülöp T. — Gefferth L. — Géher K. — Simon Gy.*: CCD és SC szűrők. Tanulmány az OMFB megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1980. 388. o.
- [2] *T. Fülöp — T. Pörnczi*: Effects of the Op. Amp. Dynamic Behaviour in Switched Capacitor Filters. Proceedings SSCT '82, Prague, July 1982, pp. 244—248.
- [3] *T. Fülöp — T. Pörnczi*: On the Design of Switched Capacitor Bandpass Filters. ECCTD '83. 1983 European Conference on Circuit Theory and Design. Proceedings ECCTD '83, Stuttgart, September, 1983.
- [4] *Fülöp T. — Halász E.*: SC modem szűrő számítógépes tervezése és diszkrét elemű realizációja. Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1983. 30. o.
- [5] *Fülöp T. — Nemes M.*: PCM SC csatornaszűrő vilamos terve. Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1983. 42. o.
- [6] *Gaál J.*: Kapcsolt kapacitású áramkörök tolerancia analízise Monte Carlo eljárással (A SCAMON2 program felhasználási leírása). Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1984. 31. o.
- [7] *L. Gefferth — G. Kalvach*: A Program for Analysing SC Networks in the z Domain. Proceedings SSCT '82, Prague, July 1982. pp. 259—262.
- [8] *O. Jareb — G. Kalvach — E. Simonyi*: Analysis of Finite Gain and Bandwidth Effects in Switched-Capacitor Filters. Proceedings of the Seventh Colloquium on Microwave Communication. Vol. I. OMIKK—TECHNOINFORM Budapest, 1982. pp. 215—219.
- [9] *Halász E.*: Lineáris áramkörök tervezése optimalizálással. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1982. 171. o.
- [10] *Halász E.*: Fleischer—Laker-féle kapcsolt kapacitású biquad számítógépes tervezése. Elméleti összefoglaló. Tanulmány az OMFB megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronikai Intézet, 1982. 26. o.
- [11] *Halász E.*: Általános Fleischer—Laker-féle SC szűrő számítógépes tervezése. 3. változat. A program a MEV megbízásából készült. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1984. 21. o.
- [12] *Halász E. — Trón T.*: PCM SC csatornaszűrő érzékenység analízise. Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1984. 21. o.
- [13] *Ho anh Tuy*: Lineáris hálózatok számítógépes analízise kapcsolt kapacitású áramkörök esetén. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1981. 191 o.
- [14] *Pörnczi T.*: Aktív, kapcsolt kapacitás létra szűrők tervezése. Szakmérnöki diplomaterv és egyetemi doktori értekezés. Budapesti Műszaki Egyetem. 1983.
- [15] *T. Pörnczi*: Simple Analysis of Stray-Insensitive Switched-Capacitor Filters. Proceedings of the Workshop on Circuit Theory and Applications. Institute of Communication Electronics. Budapest Technical University, Budapest, 1983. pp. 34—37.
- [16] Proceedings of the IEEE. Vol. 71. No. 8. August 1983. Special Section on Switched-Capacitor Circuits. pp. 926—1005.
- [17] *Simonyi E.*: Monolit integrált diszkrét-analóg szűrők szintézise rekurzív CCD és SC realizációkkal. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1978. 185 o.
- [18] *Simonyi E.*: Digitális szűrők. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [19] *L. Tóth — E. Simonyi*: Analysis of Multi Phase Switched Capacitor Filters. Proceedings 1984 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Vol. 3. IEEE Service Center, 1984. pp. 1328—1331.
- [20] *Trón T.*: SC áramkörök érzékenység analízise. Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1983. 21 o.
- [21] *Trón T.*: A SCANS program továbbfejlesztése. Tanulmány a MEV megbízásából. Budapesti Műszaki Egyetem, Híradástechnikai Elektronika Intézet, 1984. 15 o.
- [22] *T. Trón*: Sensitivities of SC Networks. Proceedings of the Fifth International Symposium on Network Theory, Sarajevo, September 1984.
- [23] *Valkó Á.*: NMOS integrált áramkörök hírközlő berendezésekhez; az analóg blokkok technológiai problémái. Híradástechnika, XXII. évf. 8. sz. 1981. 296—300. o.

Lapunk példányonként megvásárolható a

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

Д-р Богнар, Г.:

Профессиональная деятельность Ласло Козма

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Ласло Козма в 1930—1943 годах работал в Фирме Белл Телефон (Белл Телефон Мануфактуринг Кемпени) в г. Антверпен инженером-исследователем. Он участвовал в проектировании автоматических телефонных сетей в Бельгии, Голландии, Швейцарии и др. В октябре 1938 года представил два патента на релейные вычислительные машины. В 1945—1949 годах работал в качестве технического директора Электрическое Акционерного Общества „Стендерд“ в г. Будапешт. С 1949 года профессор Будапештского Технического Университета, а с 1961 года является членом Венгерской Академии Наук. В 1958 году создал первую в Венгрии программируемую вычислительную машину на реле. На разработку телефонных систем кроссбарного типа создал несколько решений. Статья содержит список книг, университетских сочинений, статей журналов разработанных Ласло Козма.

Берец, Ф.:

Настоящее сообщение показывает достижения и историю венгерских разработок электронной коммутационной техники

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Показывает первые, уже забытые результаты, достигнутые между 1957 и 1977 г., которые вызвали малые интересы. Показывает недостатки и их причины, далее характеризует начинающие с 1977 г., и сегодня продолжающиеся достижения разработок, и на основе этого показывает на перспективные возможности разработок венгерской техники связи.

Д-р Тофалви, Д.:

Основные направления исследований и развития дальней связи в 1986—1990 гг

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

В начале статьи автор сообщает о главнейших результатах достигнутых — ожидаемых — по исследованиям и развитиям в области дальней связи в VI-ой пятилетке. Далее рассматриваются основные цели работ в период 1986—1990 гг. В статье говорится также о главнейших направлениях VII-ой пятилетки в области системной технике, технике коммутации, технике передачи, технике оконечных оборудований и передаче по спутниковым линиям связи.

Д-р Берцели, Т.:

Сельская радиосвязь

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

В статье рассматриваются проблемы сельской радиосвязи. Исследуются простые и дешевые возможности построения. После описываются результаты новых исследований автора, которые могут быть применены при построении новых сельских радиооборудований.

Д-р Лайта, Д.:

Качество передачи смешанных аналоговых и цифровых цепей

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Цифровая передача и техника коммутации во первых появятся в тех местах сети, где самой лучше удовлетворяют техническим и экономическим запросам. В переходном периоде времени создаются некоторые четырехпроводные независимые цифровые участки. Четырехпроводные петли замыкаются 2/4 проводными окончаниями и при этом в каждом направлении имеется одна пара кода. В соединении допускается пять независимые четырехпроводные петли. Преписания эхо, отражения и шума определяются с учетом этого. Статья демонстрирует некоторые основные шаги проектирования и соотношения представляются в более измененных значениях.

Д-р Чибя, Ш.:

О стабильности трафика в сетях связи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Исходя из практических вопросов служб в сетях связи показано значение методов теории массового обслуживания и в частности исследования стабильности трафика. На примере локальных сетей проиллюстрировано возникновение проблем стабильности служб данных и речи с свободным доступом, почему они интересны и каким образом можно их решать. В связи с этой проблемой, возникшей в последнем десятилетии вспоминаем лабораторные замечания Ласло Козма опубликованные в 1947 г. [1].

Д-р Фрайка, Б.:

Перспектива нашего телефонного обслуживания

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

В последние годы развитие венгерской телефонной связи постепенно замедлилось и таким образом появилась её значительная качественная отсталость. В результате этого ухудшилось и количество обслуживания. Для того чтобы наша отсталость по отношению к среднему европейскому уровню не увеличивалась, бы, необходимо до 2000 г. осуществить плотность телефонной связи, хотя бы до 30-и.

Д-р Гордош, Г.:

Расширение услуг при помощи машинной обработки разговора

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Принципиальные основы машинного осуществления человеческих функций, которые связаны с языком — разговор, восприятие и опознавание разговаривающего — были вложены телефонией с проведением испытания по разборчивости, создания заранее ИКМ и вокодера. В первой очереди с поддержанием осуществляемыми силами микроэлектроники, машинная обработка разговора развивалась по установленному пути и в настоящем предоставляет возможности: предлагает новые услуги для телефонии и техники связи в целом. Одна из групп таких услуг возникает внутри традиционных услуг. Такая группа представляет собой телефонную станцию, дающую информацию или сведений. Другая группа услуг полностью является новой, новость ее появляется в примере база данных, систем бронирования мест, дающие ответы человеческим голосом или запрашиваемые разговором. Статья после рассмотрения предоставляемых услуг, обсуждает самый распространенный метод обработки разговора: общую методику синтеза разговора. За этим излагается некоторые национальные технологии синтеза разговора, сопоставляя их результаты с мировым уровнем.

Д-р Гехер, К.:

Анализ и синтез фильтров переключаемых ёмкостей

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 11.

Важнейшую группу комплектов обработки сигналов представляют собой т. н. схемы переключаемых ёмкостей, которые содержат коммутационные MOS, ёмкости и операционные усилители. Для проведения их анализа и синтеза на ЭВМ требует разработку специальные программы. Среди их для анализа фильтров SC разработанных в Институте Электроники Техники Связи Будапештского Технического Университета особое внимание заслуживает программа для вычисления чувствительности и программа Монте Карло для анализа толеранции. Синтезу помогает программа оптимизации коммутации каскадов основных звеньев Флайшер-Лакер. Результаты иллюстрируются примерами канального фильтра ИКМ и передачи данных.

* * *

Dr. Bognár, G.:

Die Forschungstätigkeit von Kozma László

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Kozma László hat von 1930 bis 1943 beim Bell Telephone Manufacturing Company in Antwerpen als Forschungsingenieur gearbeitet. Er hat an der Planung der belgischen, holländischen, schweizerischen automatischen Fernsprechnetz teilgenommen. Er hat in Oktober 1938 zwei Patente für die Rechenmaschinen mit Relais angemeldet. Er war der technische Direktor der Standard Elektro Aktiengesellschaft von 1945 bis 1949. Von 1949 war er Professor der Budapester Technischen Universität, von 1961 das Glied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. In 1958 hat er die erste programmierbare Rechenmaschine mit Relais in Ungarn gemacht. Der Artikel enthält die Liste der Bücher, der Skripten, der Zeitungsartikel der Patente, die Kozma László geschrieben hat.

Berecz, F.:

Die Entwicklung und die Verbreitung der elektronischen Schaltungstechnik in Ungarn

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Die Mitteilung stellt die Geschichte und die Ergebnisse der Entwicklung der elektronischen Schaltungstechnik in Ungarn vor. Gibt Hinweise für die vergessenen, oder mässige Reaktionen auslösenden Ergebnisse der ersten Periode in dem Zeitraum zwischen 1957—77, aber auch fürs Versagen und ihre Gründe; danach stellt die Erfolge der in 1977 begonnenen, auch für die heutige Zeit charakteristischen konsequenten Entwicklungsphase vor, und erläutert auf diesem Grunde die zukünftigen Möglichkeiten der Entwicklung der Fernmeldetechnik in Ungarn.

Dr. Tófalvi, Gy.:

Die Hauptrichtungen unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Fernmeldetechnik zwischen 1986—1990

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Erstens fast der Verfassen die wichtigsten Ergebnissen der im VI. Planperiod geleisteten Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Fernmeldetechnik zusammen. Dann blickt er die Hauptzielen der Arbeit zwischen 1986—1990. durch. Analysierend die Forschungs- und Entwicklungskonzeptionen auf den Themenbereichen der System-, Vermittlungs-, Übertragungs-, Endgerät-, und Raumfernmeldetechnik werden die Zielsetzungen im VII. Planperiod umgerissen.

Dr. Bercei, T.:

Rural Richtfunkverbindungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Die wichtigsten Problemen der rural Richtfunkverbindungen werden in der Artikel übersehen. Die Möglichkeiten des einfachen und billigen Aufbaues werden untersucht. Dann werden die Forschungsergebnisse des Verfassers mitgeteilt, die für die moderne rural Richtfunkverbindungen benutzt werden können.

Dr. Lajtha, Gy.:

Die Übertragungsqualität der vermischten digitalanaloge Netze

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Die technische und wirtschaftliche Ansprüche definieren die Stellen, wo die digitale Übertragung und Schaltungstechnik wird eingeführt werden. Die Übergangsperiode wird viele unabhängige vierdrahtige Teilstrecken realisieren. Diese Strecken sind mit 2/4 drahtig Schlüsse beschliessen und in beider Richtungen sind codec Paare. In der Verbindung kann fünf unabhängige vierdrahtige Strecke verwendet werden. In diesem Artikel behandeln wir einige wichtige Schritte der Planung und demonstrieren wir die Verhältnisse mit den Werten, die meist verändert werden.

Dr. Csibi, S.:

Über die Verkehrsstabilität der Netzwerken

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Ausgehend von den praxisnäheren Fragen der Netzwerkdienstleistungen wird auf die Bedeutung der Methoden der Massenbedienung und — innerhalb dieses Themenbereiches — der Analyse der Verkehrsstabilität hingewiesen. An dem Beispiel orstnetzlicher Dienstleistungen wird illustriert, wie die Stabilitätsfragen freizugriffbaren Daten- und Sprechdienstleistungen entstehen, warum sie interessant sind und wie sie erklärt werden können. In Verbindung mit dieser im letzten Jahrzehnt aufgetauchten Themenkreis wird an einem von László Kozma in 1947 publizierten Laborschrift erinnert.

Dr. Frajka, B.:

Die Perspektiven unserer Fernsprechdienstleistungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Die Entwicklung der Fernsprechversorgung in Ungarn wurde im Laufe der letzten Jahre immer langsamer, und dadurch kam es zu einem quantitativen Zurückbleiben. Als Resultat davon fiel auch die Qualität der Dienstleistung zurück. Es ist unerlässlich nötig, dass eine Fernsprechdienste von ung. 30 bis zur Jahrtausendwende erreicht wird, um ein noch grösseres Zurückbleiben im Verhältniss zum europäischen Durchschnitt zu vermeiden. Die intensive Entwicklung muss schon jetzt begonnen werden, und man darf nicht bis zur Möglichkeit des technologischen Systemwechsels warten.

Dr. Gordos, G.:

Die Erweiterung von Fernmeldedienste durch Sprachverarbeitung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Den Grund der künstlichen Verwirklichung der mit der Sprache zusammenhängenden menschlichen Funktionen wurde von der Fernsprechtechnik durch die Entwicklung der Verständlichkeitsuntersuchungen, PCM und Vocoder gelegt. Seit dieser Zeit hat sich die hauptsächlich vom Mikroelektronik gestützte Sprachverarbeitung stark entwickelt und bietet die für die Fernsprechtechnik und die ganze Fernmeldetechnik neue Dienste an. Eine Gruppe dieser Dienste meldet sich innerhalb traditionelles Fernmeldegebietes. Ein Beispiel ist die Fernsprechzentrale die die Abonnenten durch Sprache informiert. Ganz neu ist die Gruppe der Dienste zu denen auch die mit Sprache antwortende Datenbasen und automatische Reservierungssysteme gehören. Nach der Übersicht dieser Dienste folgt die allgemeine Betrachtung und neuartige Klassifizierung der Sprachsynthese. Neue ungarische Sprachsynthesysteme werden dargestellt und mit dem Weltniveau verglichen. Ein Weg der von Sprachsynthese zu der Lösung eines wichtigen Teilproblems der Spracherkennung führt wird ebenfalls beschreibt.

Dr. Géher, K.:

Analyse und Synthese von SC Filtern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 11.

Eine wichtige Gruppe der Stromkreise der Signalverarbeitung ist das aus MOS Schaltern, Kapazitäten und Operationsverstärkern gebaute, sogenannte switched capacitor (SC) Netzwerk. Die Analyse und Synthese dieser Netzwerke erfordert spezielle Digitalrechnerprogramme. Aus den an der TU Budapest entwickelten Digitalprogrammen sind die Empfindlichkeitsanalyse und die Monte Carlo Analyse der Toleranzen sehr beachtenswert. Die Synthese ist mit dem Optimierungs-Programm der Kaskadenschaltung von Fleischer-Laker Biquads gestützt. Die Resultate sind an Hand des PCM Kanalfilter und des MODEM-Filter der Datenübertragung illustriert.

* * *

Dr. Bognár, G.:

The Professional Activity of L. Kozma

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

L. Kozma was employed as a research engineer at the Bell Telephone Manufacturing Company between 1930 and 1934. He took part in designing the automatic telephone network in Belgium, the Netherlands, Switzerland, etc. In October 1938 he applied for two patents for relay computers. Between 1945 and 1949 he was the head of technical department at Standard Electric Company, in Budapest. From 1949 he had been professor at the Technical University of Budapest and from 1963 the member of the Hungarian Academy of Sciences. He completed the first programable computer in Hungary—working with relays—in 1958. He worked out a lot of solutions for developing the crossbar-type telephone systems. The article contains the list of books, lecture notes, journal articles and patents of L. Kozma.

Berecz, F.:

The development and establishment of telephone switching in Hungary

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

The publication points out the history and results of the Hungarian development in the field of telephone switching. It points out the first period of 1957–77 with its results forgotten and generating only a few responses, together with the failures and their reasons too. Then it deals with the successes of the development period started in 1977 and being consequently carried-out even recently, and on the basis of this it deals with the future possibilities of the development of the Hungarian telecommunication.

Dr. Tófalvi, Gy.:

Main trends of our telecommunication research-developing in the years of 1986–90

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

Firstly, the author sums up the main—expected—results of telecommunication research-developing in the period of 6th five-years plan. Than outlines the main aims of the works between 1986–90. To the period of 7th five-years plan, outlines the conception of research-developing by analysis the fields of system technics; connection technics; transmission technics; space telecommunication; terminal technics.

Dr. Bercei, T.:

Rural radio links

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

In the paper the main problems of rural radio links are surveyed. Possibilities of simple and inexpensive construction are investigated. Further there are presented the author's new research results applicable for the modern rural radio equipment.

Dr. Lajtha, Gy.:

Transmission performances of mixed analogue-digital networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

The technical and economic demands define the places where the digital transmission or switching will be introduced at first into the existing network. In the transition period the introduction of digital system will produce several separate four-wire loops. These loops are terminated with hybrid transformers and in both directions there is

one pair of codecs. In the connection there may be five separate four-wire loops. The necessary stability, echo, reflection and noise performances must be defined taking account of the possible maximum number of loops. The paper intends to show some critical steps of transmission planning and demonstrates the new situation by the values which changed most.

Dr. Csibi, S.:

Traffic-Stability of Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

Next to some commenting on services within communication nets, the significance of queueing techniques, and particularly that of stability studies within this context, are pointed out. Next to this, it is shown by an example concerning local area networks, how stability problems occur when speech and data services are accessed freely, why are these problems of engineering interest and by what techniques can one solve them. By considering this topic of very recent actual interest since about ten years, a lecture note by László Kozma, published in 1947 for laboratory purposes, is recollected [1].

Dr. Frajka, B.:

The perspectives of the Hungarian telephone services

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

The development of the telephone provision in Hungary became gradually slower and slower in the last, so a heavy quantitative backwardness arose in the field. As a result also the quality of service fell back. To achieve a telephone density of about 30 until the turn of the millenium is essentially necessary, so our backwardness in relation to the European mean value should not increase. An intensive development must be initiated just now and the possibility of system change in our country must not be waited until.

Dr. Gordos, G.:

The Widening of Telecommunication Services on the Basis of Speech Processing

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

The principles of the artificial realization of human speech functions, like speaking, understanding and speaker recognition were laid by telephony with the establishment of articulation and intelligence tests, PCM and vocoder technics. Since then, speech processing, strongly supported by microelectronics, has undergone a huge development and is now offering new features for telephony and the whole of telecommunications. Some of these new features appear within traditional services, such as a switching centre informing the subscribers via speech. Other features create new services, like voice operated information retrieval or reservation via telephone. The paper first surveys the most important services based on speech processing. A review of speech processing contains a somewhat detailed treatment of speech synthesis. New Hungarian developments are compared with world standards. A hint how speech synthesis may lead to speech understanding concludes the paper.

Dr. Géher, K.:

Analysis and Synthesis of SC Filters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 11.

One of the most important groups of signal processing circuits is the so called switched capacitor (SC) networks including MOS switches, capacitors and operational amplifiers. Their analysis and synthesis by computer needs special programs. From the programs for the analysis of SC filters, made at the Technical University of Budapest, it is worth to mention the sensitivity analysis and the Monte Carlo tolerance analysis programs. The synthesis is aided with the optimization program of the cascade connection of Fleischer-Laker biquads. The results are illustrated by PCM channel filters and data transmission filters.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 138,— Ft, egész évre 276 Ft. Egyes szám ára 23,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.



Egyetemi Nyomda — 84.2860 Budapest, 1984. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375