



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA**

**XXXV. évfolyam  
B U D A P E S T**

**1984**

**3**

# HÍRADÁSTECHNIKA

## A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXV. évfolyam 1984. 3. szám

BHG ORION TERTA

## MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXX. évfolyam 1984. 3. szám

MEV REMIX TKI

## MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

II. évfolyam 1984. 3. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

\*

### SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

#### HTE

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, Dr. Kerpán István, 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. Motál 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

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, Halmi Gábor,  
Hutter Mihály

\*

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

ROVATOK:

H EGYESÜLETI ÉLET

□ RENDSZERTECHNIKA

# KAPCSOLÁSTECHNIKA

→ VEZETÉKES TECHNIKA

\* VEZETÉKNÉLKÜLI TECHNIKA

△ MIKROELEKTRONIKA

△ ALKATRÉSZTECHNIKA

Rovatgazda: HTE

Rovatgazda: TKI

Rovatgazda: BHG

Rovatgazda: TERTA

Rovatgazda: ORION

Rovatgazda: MEV

Rovatgazda: REMIX

### TARTALOM

DR. BERCELI TIBOR—DR. GORDOS GÉZA—DR. LAJTHA  
GYÖRGY—DR. SZÉP IVÁN—DR. TÓFALVI GYULA:

Fénytávközlés ..... 97

KERECSÉN ISTVÁN—VÁRADY SZABÓ MIHÁLY—GHYMES  
BALÁZS:

Univerzális távkezelő rendszer hírközlő hálózatokhoz ..... 105

Szemle ..... 112, 128, 140

DR. TÓTH ENDRE:

Optimális trunkhálózat számítása a veszteségi tényező, az átlag-  
érték, valamint a szórásnégyzet deriváltjai alapján ..... 113

Elektronikai alkatrészek felhasználási tapasztalatai szeminárium  
(Bráda Ferenc) ..... 116

Tudományos napok a Posta Kísérleti Intézetben (Dr. Lajtha György) 118

SZENTE LÁSZLÓ—RADVÁNY JENŐ:

LC szűrők korszerű tervezési módszerei ..... 119

Tudományos nap a Távközlési Kutató Intézetben (Dr. Sárkány Tamás) 121

μP '83 (Ribényi András) ..... 124

BAGI ANDRÁSNÉ:

Diszkrétidejű hálózatok átviteli karakterisztikájának Bode-  
diagramja ..... 125

LŐRINCZ ENDRE:

Digitális optikai átviteli rendszerek ..... 129

PÁLFALVI JENŐ:

Digitális áramkörök és mikroprocesszorok alkalmazása a TV-  
vevőkészülékekben ..... 135

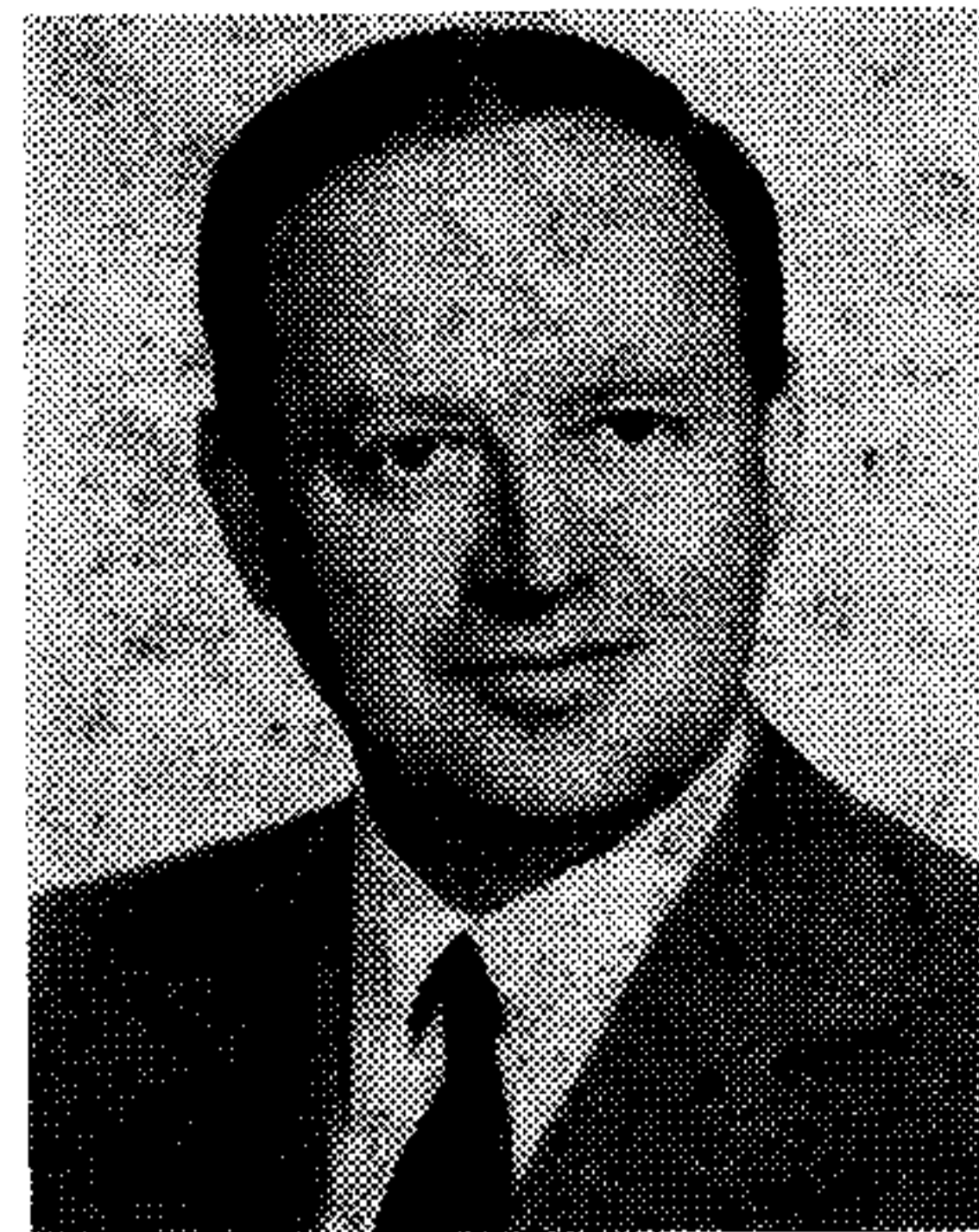
KECSKÉS FERENC:

Elektroakusztikai készülékek szubjektív vizsgálata ..... 141

Tartalmi összefoglalások ..... 143

# Fénytvázközlés\*

DR. BERCELI TIBOR, Távközlési Kutató Intézet,  
DR. GORDOS GÉZA, Budapesti Műszaki Egyetem,  
DR. LAJTHA GYÖRGY, Posta Kísérleti Intézet,  
DR. SZÉP IVÁN, Műszaki Fizikai Kutató Intézet,  
DR. TÓFALVI GYULA, Távközlési Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a fénytávközlés jelenlegi helyzetét mutatja be a nemzetközi adatok alapján. Külön hangsúlyt kap annak érzékeltetése, hogy ez a technika már túl van a kísérleti szinten. A fénytávközlés a következő évek hálózatépítésének jól meghatározott, gazdaságos eleme lesz. (H)

## Bevezetés

A cikk a fénytávközlés jelenlegi helyzetét kívánja bemutatni a nemzetközi adatok alapján. Külön hangsúlyt kap annak érzékeltetése, hogy ez a technika már túl van a kísérleti szinten. A fénytávközlés a következő évek hálózatépítésének jól meghatározott, gazdaságos eleme lesz.

## 1. Rendszertechnikai áttekintés

### 1.1 Az optikai sáv birtokba vétele

A hírek, információk nagy távolságra történő „azonnali” eljuttatásának feladatában az elektromágnesség jelenségén alapuló megoldásoknak ma nincs versenyképes alternatívájuk. Ezt az elektromágneses jelenségek előállítására, vezérlésére, kezelésére és detektálására rendelkezésre álló eszközökön és a szabadterei, valamint vezetett terjedés nagy hatótávolságán túlmenően főként az indokolja, hogy a hírközlésben részt vevő elemek elektromágneses tehetetlenségét egyre kisebb értékűre sikerül szorítani.

Az elektromágneses tehetetlenség leküzdésének folyamatát jól mutatja a biztonságosan uralt frekvenciatartományoknak az idő múlásával bekövetkező szélesedése.

Különösen szépen példázza ezt egyfelől a vezetékes átviteltechnika felső és a rádióműsor-szórás alsó sávhatárának viszonylag korai összeérése, másfelől az eleinte elkülönülten fejlődő radar- és mikrohullámú technika összeolvadása a rádióműsor-szórással egységes rádióhírközléssé.

A 70-es évekre a híradástechnika rések nélkül — sőt szakaszonként különféle eszközökkel többszörösen is lefedetten — használta a nullától néhány száz 10 GHz-ig ( $10^{10}$  Hz-ig) terjedő frekvenciasávot.

Ilyen körülmények között a fénytávközlés néhány száz  $10^{14}$  Hz-cel bekövetkezett felbukkanása

## 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.

nagy ugrásnak számít. Ez az ugrás azonban tökéletesen illeszkedik az általános tendenciába, melynek szellemében a 70-es években éppen a fénysávú tartomány meghódításának kellett elkezdenie.

A fénytávközlés mintegy évtizedes fejlődése során a kihasznált tartomány elsősorban a kisebb frekvenciák irányában bővült: a  $0,85 \mu\text{m}$  körüli látható sávról az  $1,5 \mu\text{m}$  körüli infravörös tartományra. Ennek alapján valószínűnek látszik, hogy néhány évtizeden belül a mai mikrohullámok és infravörös hullámok között sem lesz olyan nagyobb tartomány, amelyet a hírközlés ne használna.

### 1.2 Az optikai sáv híradástechnikai alkalmazásának szükségességének

A műszaki gyakorlat a természettudományos lehetőségek és a társadalmi igények együtthatásában fejlődik. Ebben a szakaszban néhány olyan igényre mutatunk rá, amely — a fizika ma ismert tárházából csak a fénytávközléssel oldható meg.

A vezetékes átviteltechnika egyre nagyobb beszédnyalábok átvitelére kényszerül. Az analóg vivőáramú technika 10 000 csatorna fölött az átviteli út — beleértve az ismétlődő erősítők — torzításaival és zajával szemben alig teljesíthető követelményeket támaszt. E követelmények — a frekvenciasáv lényeges kiterjesztésű árán — jelentősen enyhíthetők a digitális — PCM bázisú — átvitel esetén. Ez az enyhülés elsősorban a digitális átvitel regenerálhatóságán és az eljárás azon tulajdonságán alapul, hogy a vonali jel-zaj viszony egy bizonyos tartományában e viszonyt lényegesen megnövelve transzformálja kimeneti jel-zaj viszonyra.

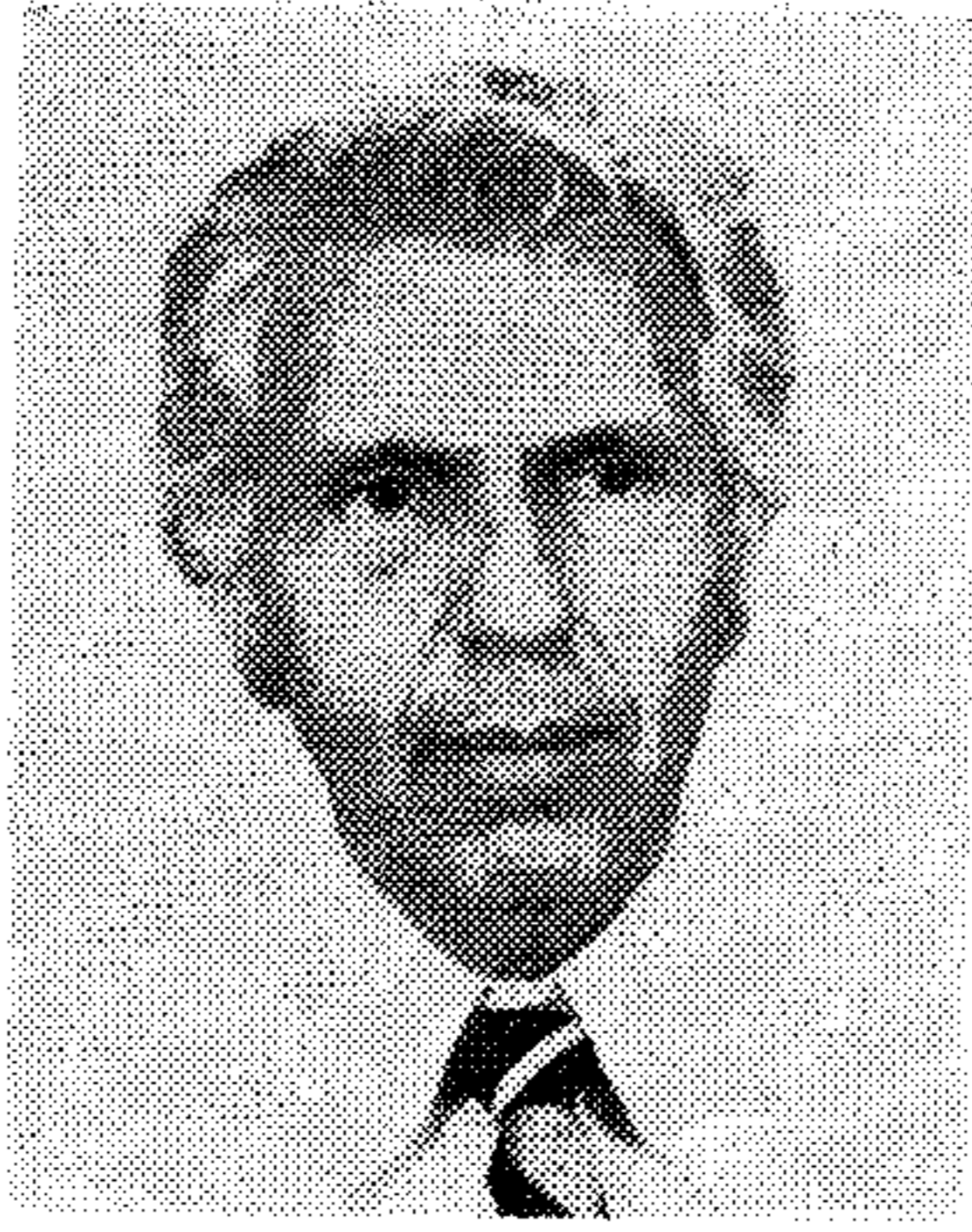
Ha az előbbi előnyhöz hozzávesszük azt, hogy a digitális áramkörök előállítási technológiája fejlett és rohamosan továbbfejlődik; valamint azt, hogy a legkülönbözőbb analóg források digitalizált jelei egymással és a számítás- és mérés technikai adatokkal

\* A Magyar Tudományos Akadémia Távközlési Rendszerek Bizottsága által készített helyzetfelmérő tanulmány rövidített változata.  
Beérkezett: 1983. XI. 19.



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 vezeti. 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 beszéd felismerés.

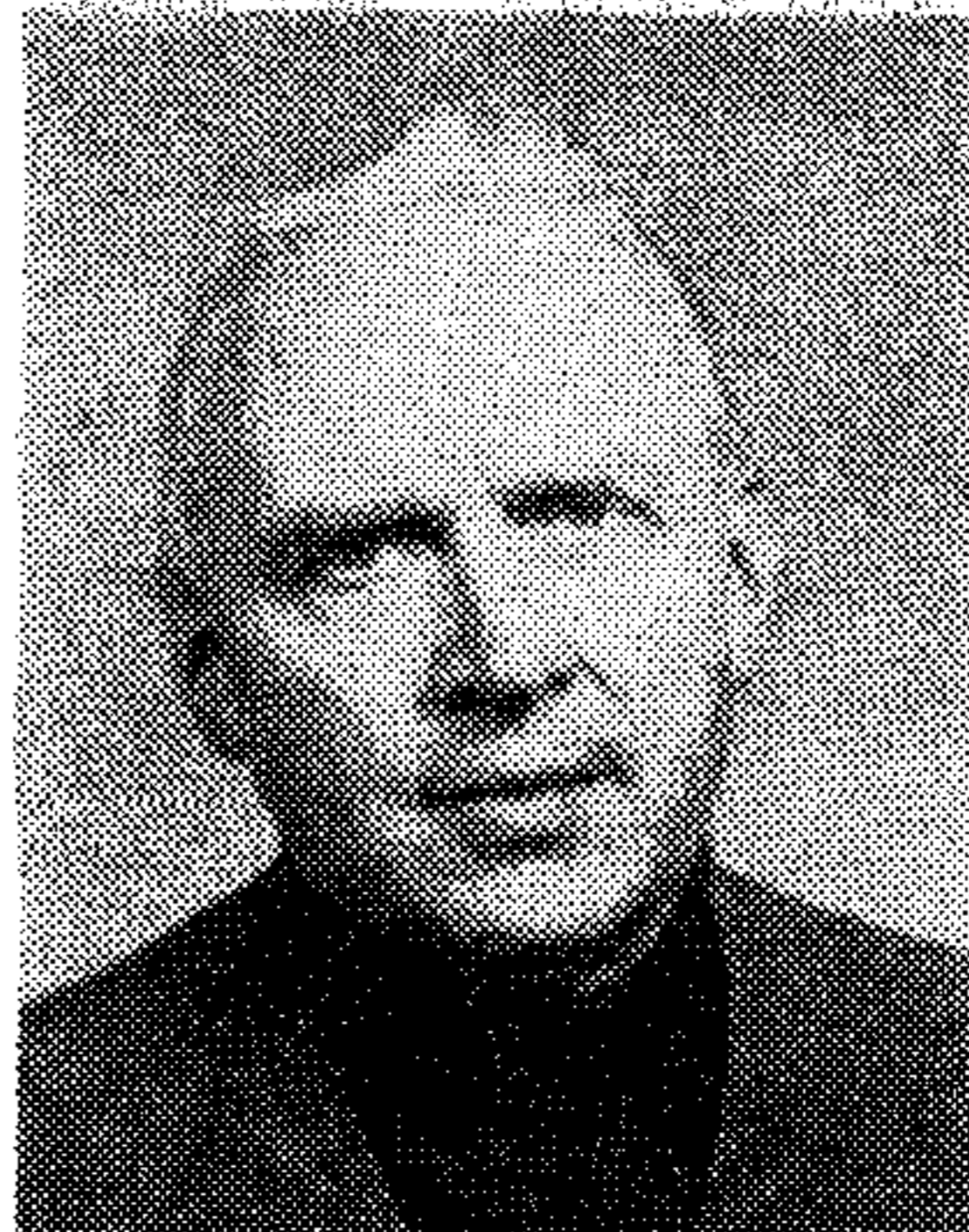


DR. LAJTHA GYÖRGY

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett oklevelet 1952. évben. Ezután a Posta Kísérleti Intézetben kezdett dolgozni, először átviteltechnikai, majd hálózattervezési témakörben. 1974. év óta az Intézet tudományos igazgatóhelyettese. Címzetes egyetemi tanár, a Virág-Pollák-, a Puskás-, a Jákó- és az Fölvösdij tulajdonosa.

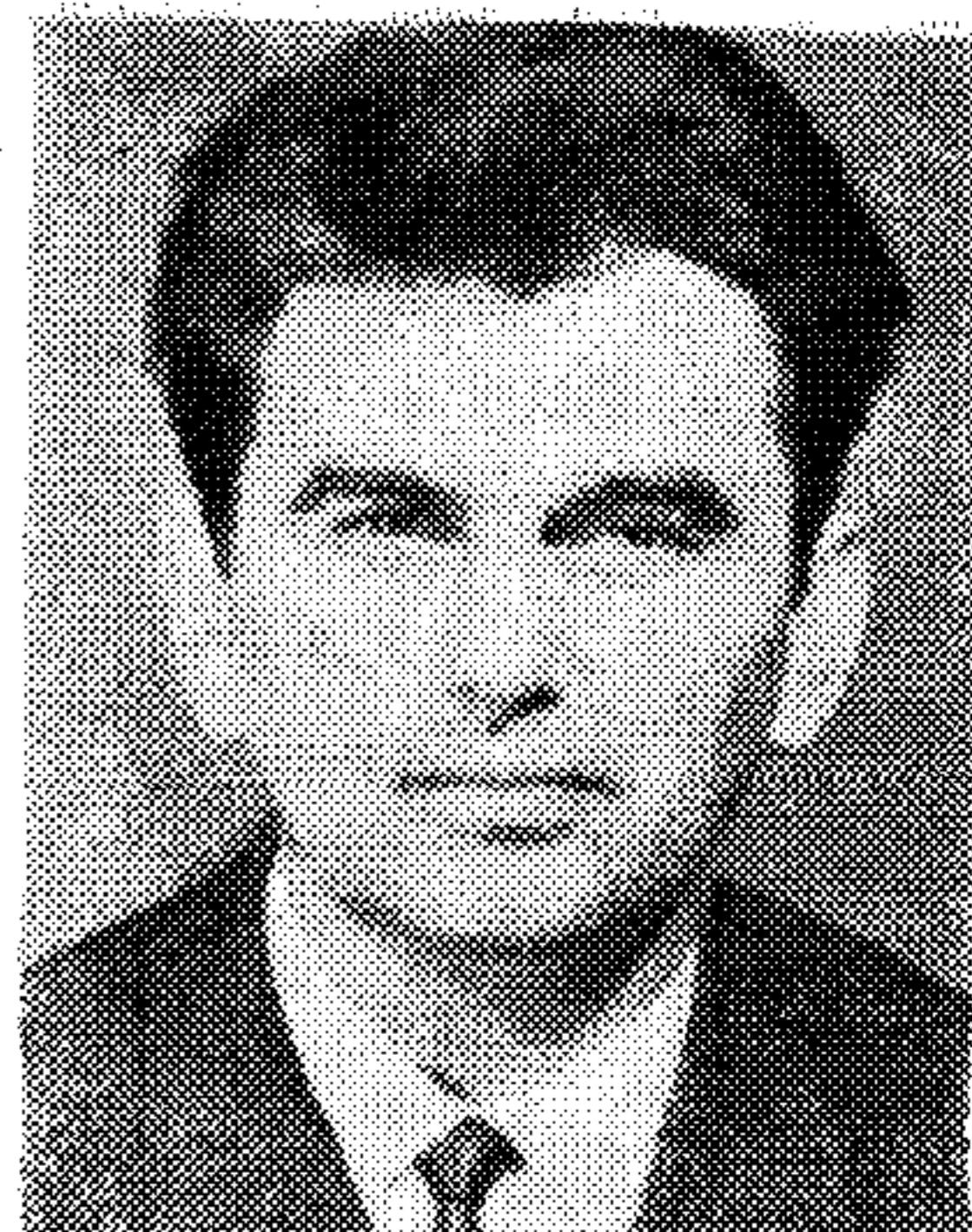
DR. SZÉP IVÁN

(1922) kémia, fizika, matematika szakon végzett a Budapesti Tudományegyetemen. 1949-ben bölcsészdoktori oklevelet szerzett. 1952-ben indította el a hazai germánium-eszközök kutatásait, a Híradástechnikai Ipari Kutató Inté-



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 színes tv-adók és sztereokvadrofonadók 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.

egységesen kezelhetők; továbbá azt, hogy a digitális mérés-technika hatékonyan automatizálható; s különösképpen azt, hogy az ilyen jelek kapcsolását tisztán elektronikusan meg lehet oldani, akkor rögtön érthetővé válik a digitális távközlési eljárások előretörése. Ám ahhoz, hogy a 10 000-es csatornaszámot a digitális technika megközelítse vagy túlhaladja, az átviteli sebességben meg kell közelíteni, illetve túl kell haladni a 0,8 Gbit/s körüli értéket. S mindezt olyan közegen, amely mechanikailag ellenálló és hajlítható, könnyen és olcsón gyártható és szerelhető, s a külső elektromágneses térrel szemben magas fokon érzéketlen. Sem a koaxiális vezeték, sem a cső- vagy szalagtápvonal nem tudja e követelmények mindegyikét teljesíteni. Csak a fényvezető szálak alkalmasak valamennyi feltétel teljesítésére.

A fenti gondolatmenet átültethető a vezeték nélküli összeköttetésekre is azzal a kitételrel, hogy a levegő nagy fénysávi csillapítása gyengíti, míg az irányíthatóság erősíti a tendenciát.

A technológiai távközlés egyes területei is szükségszerűen vetették fel a fénysávú átvitel bevezetését. Az erősáramú teljesítménykábel tranziensei gyakor-

latilag lehetetlenné teszik a kísérő fémvezetéken történő kis hibavalószínűségű adatátvitelt. Ugyanez a feladat a teljesítményvezetékkel egy kábelbe fűzött üvegszálon jól megoldható. Hasonló a helyzet a szikramentességet igénylő környezetben megvalósított optikai átvittel is.

### 1.3 Az optikai sáv híradástechnikai alkalmazásának rendszertechnikája

#### Rendszerelemek

Az optikai sáv mai híradástechnikai alkalmazásának jellegzetessége, hogy átviteli — és nem kapcsolási — funkciót lát el. Továbbá bármilyen is az átvendő eredeti információ, azt előbb elektromos formára kell hozni, csak azután terelhető az optikai átviteli útra, s onnan csak elektromos formában vehető ismét le.

Ily módon az optikai átviteli út alapvetően az alábbi rendszerelemekből épül fel:

- fényadó, melynél a kilépő fény valamilyen jellemzőjét — intenzitását, polarizációját stb.

- az átvíendő elektromos jel változtatja,
- átvívó közeg, amely a rábocsátott fényt átviszi, természetesen a hullámhossztól függő csillapítás és késleltetés árán,
- fényvevő, amely a ráeső fény valamely jellemzőjének — intenzitásának, polarizációjának stb. — változásait elektromos jel változásaiba ülteti át.

Az átvívó közeg vezeték nélküli átvitelnél a légtér, míg vezetékes átvitelnél a nagy tisztaságú üvegből, illetve újabban műanyagból (PMMA: polymethyl methacrylate) készült szál.

Az optikai átvívó rendszerek létesítésének nélkülözhetetlen kellékei azok a finommechanikai szerelvények, melyekkel az adó és a szál, az egyik és a másik szál, illetve a szál és a vevő jó optikai csatolása, továbbá a szálak elágazása biztosítható. Emellett a szálak nem oldható kötése és mechanikai védelme is fontos kérdés.

### *Az optikai átvitel sajátosságai*

A fénytávközléssel kapcsolatos fogalmak közül sok teljes analógiát mutat a hagyományos hírközlés fogalmaival. Ilyen fogalom egyrészt a hatótávolság, másrészt az időegység alatt átvihető információ-mennyiség, melyekre a klasszikus híradástechnikában megszokott módon hat az adóteljesítmény, a vevőérzékenység, az átviteli csillapítás és a diszperzió.

Van azonban a fénysávú átvitelnek néhány, a hagyományostól eltérő sajátossága. Ilyen például az, hogy az adóból kilépő fény egyrészt nem abszolút koherens síkhullám, másrészt az adó és a szál optikai tengelyei általában nem esnek egy egyenesre, s végül a szál vezető magjának a terjedési irányra merőleges metszete nem pontszerű, hanem „jelentős” kiterjedése van: 2...100  $\mu\text{m}$ , szemben a „fény” 0,8...1,6  $\mu\text{m}$ -es hullámhosszával. Mindebből az következik, hogy a szálban többfajta fénysugár különböző utakon — különböző idők alatt — terjed, ami diszperziót okoz.

Ez a jelenség szoros rokonságban áll a mikrohullámú technikában tapasztalt többmódusú terjedéssel, leküzdésének eszközei azonban az optikai sávban ma lényegesen szegényesebbek, mint a mikrohullámú sávban. A vezető szál magátmérőjének csökkentése mindenesetre hatékony fegyver a többmódusú terjedés — és ezzel a diszperzió elleni küzdelemben.

### *Digitális fénytávközlés — a fejlődés fő iránya*

A közvetlen intenzitásmodulációs adók rossz linearitása miatt az optikai összeköttetések elsősorban digitális jelek átvitelére alkalmasak. Mivel ez a tény összetalálkozott a híradástechnikában egyéb — korábban már említett — okokból tört hódító digitalizálással, kijelenthető, hogy most és a közeljövőben a digitális optikai hírközlés jelentősége lesz a legnagyobb.

A digitális átvitel teljesítőképességét kissé pongyolán, de nagyon érzékletesen jellemzi azon szorzat, amelynek tényezője egyrészt a kis ( $\sim 10^{-8}$ ) hibavalószínűséggel, ismétlő nélkül megvalósított

összeköttetés hossza, másrészt az átvitel forrássebessége. Például egy félvezető adóval és vevővel szimmetrikus érpáron át 2 Mbit/s sebességű bitfolyamot kb. 2 km-re lehet biztonságosan továbbítani, így a rendszert a 4 Mbit km/s szám jellemzi.

Műanyag szálon, fényemittáló diódaadóval és PIN diódás vevővel intenzitásmoduláció alkalmazásával 10 Mbit km/s, míg az egymódusú üvegszálon, lézeradóval és lavina fotodióda vevővel kb. 50 Gbit km/s érhető ma el.

A nagy értékek a gerinchálózati nyalábok, a közepes értékek a helyi adathálózatok (Ethernet), és a kábeles TV (digitális: Bell, 1982), míg a kis értékek az extrém kis nyalábok (azaz az egyes előfizetők) kiszolgálására adnak lehetőséget [1].

### *Analóg fénytávközlés*

A digitális optikai rendszerek nagy vonzereje ellenére, az analóg optikai rendszerek területén is határozott fejlődés mutatkozik. Így például a képjel és a kis csatornaszámú beszédnyaláb viszonylag nagy nemlineáris torzítást is eltűr, ezért az optikai átvitel analóg úton is történhet.

Feltehető, hogy az optoelektronikai eszközök linearitásának javulásával előbb a kettőnél több „szintű”, majd a tisztán analóg rendszerek is polgárjogot fognak nyerni speciális alkalmazásokban. A most belátható jövő fő tendenciája azonban az optikai eszközök digitális kihasználása.

### *1.4 Fejlődés az integrált optikai rendszerek irányába*

Már most jól érzékelhető a mindkét irányú elektrooptikai átalakítások számának csökkentését célzó törekvés. E törekvés első eredménye az ismétlők olyan megoldása, amely nem igényel a bemenetén optoelektromos, a kimenetén elektrooptikai átalakítást és a kettő között elektronikus regenerátort vagy erősítőt. E helyett a regeneráció, illetve az erősítés a fénysávú tartományban történik.

Érdekes az az eljárás [2] is, melynél a teljes hangátvitelből kikapcsolják az elektronikát, mint az információ hordozóját. Egy ilyen rendszerben a mikrofon membránja diafragmát mozgat, amely szabályozza egy fényforrásnak a szálba jutó fényét, míg a vevőben levő gáz-cella a fényintenzitással vezérelhetően tágul vagy húzódik össze.

További érdekes lehetőség, hogy fénnel igyekeznek a helyszínre szállítani azt az elektromos teljesítményt, amely az elektronikai és optoelektronikai eszközök táplálásához szükséges. Ennek az eljárásnak a kiszélesítése vezethet el a „központi telep” (CB)-konceptiót átöröklő, optikai szálalás előfizetői hálózathoz.

Az optikai hírközlés jövőbeni fejlődése valószínűleg felveti az optikai jelfeldolgozást, és a közeg frekvencia-multiplex (hullámhossz-multiplex) kihasználását oly módon, hogy a különböző „színű” csatornák maguk is akár nagy nyalábok hordozói lehetnek.

A fényelhajlítás finom vezérelhetőségére vonatkozó kísérletek arra mutatnak, hogy a jövőben esetleg a központtechnika funkcióinak megvalósítása is lehetővé válik.

## 2. Eszközök és összeköttetések

Ebben a fejezetben kibővítjük és rendszerezük az optikai hírközlésben felhasznált rendszerelemekről a korábbiakban mondottakat.

### 2.1 Átviteli közeg

A fény átvitelére alapvetően kétféle módszer használható: a szabadtéri terjedés vagy a vezetett terjedés. Nagy jelentősége a vezetett átvitelnek van, a szabadtéri terjedés földfelszíni hírközlésre csak korlátozottan használható.

A fény vezetésére általában dielektromos hullámvezetőt használnak. Ez nagy dielektromos állandójú hengeres szálból áll, melyet rendszerint kisebb dielektromos állandójú héj vesz körül. A dielektrikumnak kis veszteségűnek kell lennie, mivel a hullámterjedés csillapítását alapvetően a dielektrikum veszteségi tényezője határozza meg [3]. A hullámvezető tulajdonságait a dielektromos tényező sugár irányú változtatásával is befolyásolni lehet.

A fényvezetők alapvetően két fő típusra oszthatók: az egymódusú és a sokmódusú szálakra. Az egymódusú szálak főleg nagy kapacitású, nagy távolságú átvitelre, a sokmódusú szálak pedig kis kapacitású, rövid távú átvitelre használhatók.

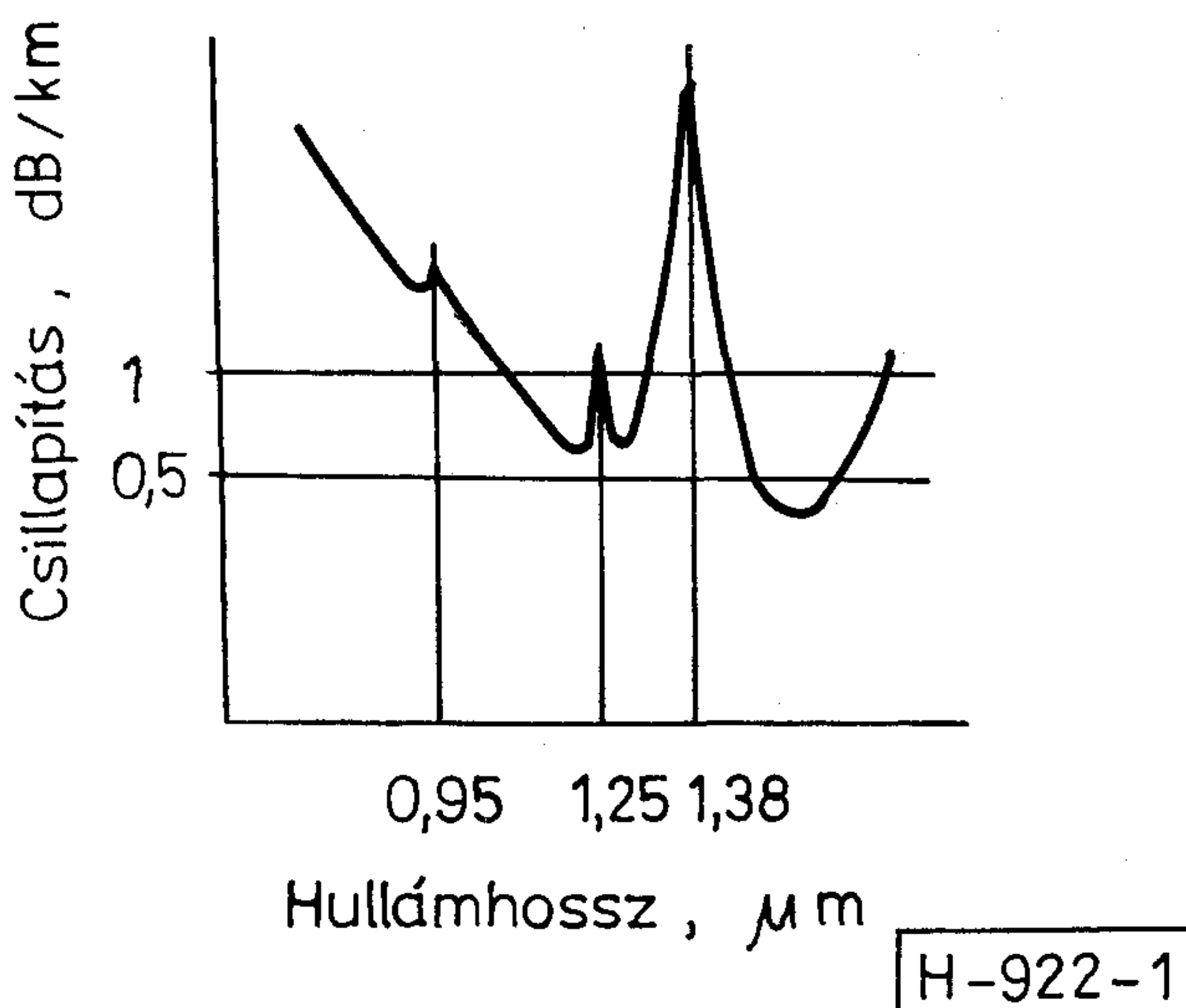
A dielektromos hullámvezetők sáv szélessége igen nagy, így ez az átviteli kapacitást rendszerint nem korlátozza. A sáv szélesség szempontjából viszont igen fontos a hullámvezető diszperziója. Minél kisebb a diszperzió, annál nagyobb sebességű digitális jelfolyam vihető át, vagyis annál nagyobb az átviteli kapacitás. Legkisebb diszperziója annak a hullámvezetőnek van, melyen csak egyetlen módus, az alaplómódus tud terjedni (single-mode = SM-szál).

A terjedő módusokat a szál dielektromos állandója és átmérője szabja meg. Üveg esetén az alaplómódusú terjedéshez  $\mu\text{m}$  nagyságrendű szálátmérő tartozik. Ez igen kis méret. Azonban még a sokmódusú szálak is nagyon vékonyak, nem vastagabbak néhány tized mm-nél.

Sokmódusú szál (multi-mode = MM-szál) esetében elektromágneses tér gyakorlatilag csak a szálon belül van. Ezt azzal érik el, hogy a szálat körülvevő héj dielektromos állandója lényegesen kisebb, mint a szálé, s így a határfelületen teljes visszaverődés jön létre. Ha a törésmutató a szál és a héj határán hirtelen megváltozik, akkor Step-Index (STEP) szálról, míg folyamatos változás esetén Graded-Index (GRAD) szálról beszélünk.

Az elektromágneses tér egymódusú szál esetében is döntően a szálon összpontosul, azonban a szál külső környezetében levő térerő sem hanyagolható el. A száltól távolodva a térerősség közel exponenciálisan csökken. Így az erőter határát jellemezhetjük egy olyan  $r_0$  sugárral, melyen kívül a teljesítmény már elhanyagolhatóan kicsi. Az  $r_0$  sugáron belül a terjedést akadálymentessé kell tenni, amit célszerűen úgy biztosítunk, hogy a szálat kis veszteségű  $r_0$  sugarú dielektromos héjjal vesszük körül. Ezenkívül még védőburkolatra is szükség van.

A fény vezetésére elsősorban üvegszálat használnak, de foglalkoznak különféle műanyag szálakkal is. Az üvegszálakkal elért csillapítást az 1. ábra adja



1. ábra. Csillapítás a hullámhossz függvényében

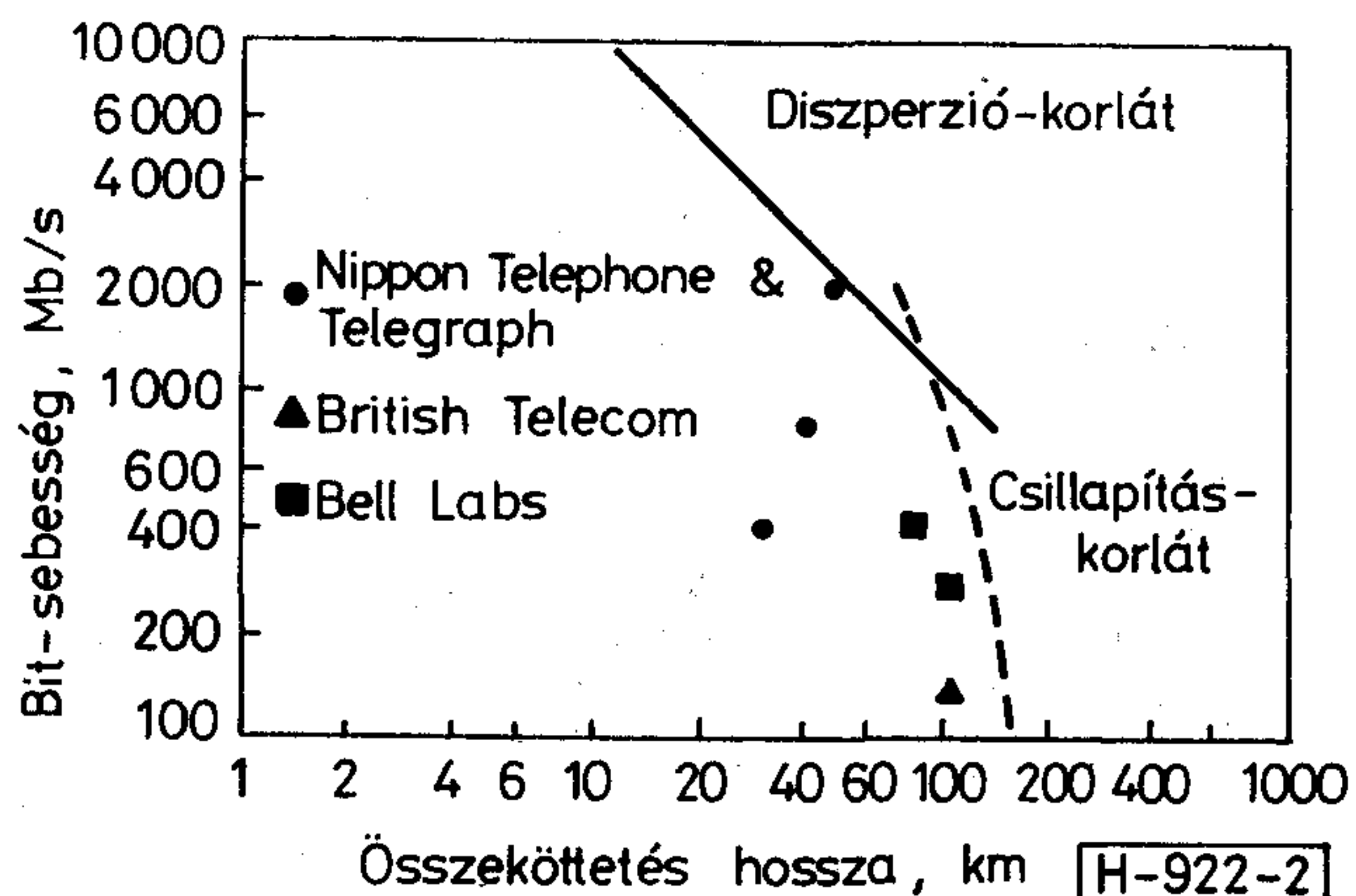
meg a hullámhossz függvényében [4]. E szerint a látható fénytartományban 1 dB/km alatti csillapítás két hullámhossztartományban 1,1–1,3  $\mu\text{m}$  között és 1,5–1,7  $\mu\text{m}$  között érhető el; 0,5 dB/km csillapítás minimum 1,55–1,6  $\mu\text{m}$  körüli hullámhosszknál adódik. Az infravörös tartományban ennél sokkal kisebb csillapítás is elérhető, elsősorban a 10  $\mu\text{m}$  körüli hullámhosszknál. Ez utóbbi sávban azonban még nincsenek megfelelő rezgéskeltők és detektorok.

Az egymódusú üvegszállal és a hozzá legjobban illeszkedő adó- és vevőeszközökkel megvalósítható átviteli kapacitást az ismétlő nélkül áthidalható távolság függvényében a 2. ábra mutatja a legújabb eredmények alapján [5].

Eszerint ma már egymódusú üvegszállal nagy kapacitású átvitel valósítható meg 100 km-enkénti ismétléssel, ami igen gazdaságos megoldás.

A szálak készítésénél egyébként arra kell törekedni, hogy se méretben, se az anyag tulajdonságaiban hosszmenti változás ne legyen, mert az ilyen változások a hullámellenállás megváltozásával járnak, ami viszont reflexiót okoz. Az egyöntetű szálgyártás tehát fontos követelmény.

A fényvezetős összeköttetések lényeges problémá-



2. ábra. Bitsebesség és az összeköttetés hosszának kapcsolata

ja a szálak egymáshoz csatlakoztatása. A gondot elsősorban a kis méret okozza. A csatlakozót a kábelre előre rá kell szerelni, biztosítva a szálvégek megfelelő találkozását. A méretből adódó problémák mellett komoly gondot okoz a hullámvezetők illesztése, vagyis a visszaverődés és a szóródás elkerülése. A csatlakozók jelentős veszteséget adnak, az elért legkisebb érték néhány tized dB.

Csatolási problémák vannak még az adóknál és a vevőknél is. Ezeket az eszközöket gyárilag látják el csatlakozókkal és így közvetlenül összeköthetők a fényvezető szálakkal.

Szabadtéri terjedés esetén az átviteli közeg az atmoszféra vagy a világűr. A világűrben való fényterjedés gyakorlatilag zavartalan, eltekintve néhány természeti zavaró forrástól. Éppen ezért fokozódó jelentősége lesz a jövőben a műholdak között az űrben történő fénytávközlésnek. Ezzel szemben a légköri fényterjedésnek sok problémája van. Az összeköttetés vonalában teljes akadálymentességre van szükség. A csillapítást a légnedvesség jelentősen megnöveli. Mindemellett a légköri fénytávközlésnek is van jelentősége, még a földfelszíni gyakorlatban is, főleg koherens fényforrás és rövid távú összeköttetés esetében.

## 2.2 Félvezető fényforrások (optikai adók)

A fénytávközlő rendszerekben fényadó elemként elsősorban félvezető alapú lézerdiodákat (LD), helyi rendszerekben rövidebb távolságokra esetleg világító diódákat (LED) használnak fel, mivel azok emissziós tartománya jól illeszthető az optikai szálak kis veszteségű tartományaihoz. A diódák kis méretűek, teljesítményigényük kicsiny, aránylag egyszerűen modulálhatók és szobahőmérsékleten állandó üzemben működtethetők. A kibocsátott fény hullámhossza az alkalmazott félvezető anyag tiltott energiasávjának szélességétől függ. A világító diódákban spon-tán, inkohérens fénykeltés játszódik le. A lézerdiodáknál a félvezető rétegekből kialakított optikai rezonátor hatására keskeny sávú, koherens sugárzás keletkezik.

A gyakorlatban használt diódáknál az egyes rétegek felépítéséhez kétkomponensű (GaAs, InAs, InP), háromkomponensű (AlGaAs, AlGaP, InGaAs, InGaP, GaAsSb) és négykomponensű (GaInAsP, GaInAsSb) keverékkristályokat használnak.

Az emisszió hullámhossza az összetétel megválasztásával széles határok között állítható. Ez tette lehetővé az optikai szálak kis veszteségű tartományában: az 1,0–1,1  $\mu\text{m}$  és 1,3–1,6  $\mu\text{m}$ -es hullámhossztartományban működő lézerek és világító diódák kifejlesztését.

A lézerdiodák egyik legfontosabb jellemzője a meghajtó áram és a relatív optikai teljesítmény kapcsolatát megadó karakterisztika. A karakterisztika lassan emelkedő kezdeti szakaszból és egy töréspont után meredeken emelkedő egyenes szakaszból áll. Az utóbbi szakasz adja az üzemeltetési tartományt. A lézerhatás küszöbáramából adódó töréspont a hőmérséklettel növekszik és az üzemeltetés során is változik kisebb mértékben. A lézerdioda aktív rétegében az anyagi minőségtől, geometriai viszonyoktól, struktúrától és az átfolyó áramsűrűségtől füg-

gően különböző módusú sugárzások keletkeznek. Ezek hatása abban nyilvánul meg, hogy a spektrum egy meghatározott sáv szélességű vonalrendszerből áll. A módusok számát az aktív réteg méretének csökkentésével, illetőleg az áramerősség növelésével lehet csökkenteni olyan mértékig, hogy végül is a lézer közel egymódusú üzemben működjék. A lézerdiodák modulálása a 15–100 mA nagyságrendű küszöbáramnál nagyobb meghajtó árammal történik. A publikációk szerint lézerdiodáknál néhány GHz-es moduláció érhető el.

Világító diódáknál a spektrum sáv szélessége lényegesen nagyobb és a hőmérséklettel lényegesen kevésbé változik, mint a lézerek esetében.

A lézerek elhasználódásának legfontosabb megnyilvánulása a meghajtóáram és az optikai teljesítmény összefüggését kifejező karakterisztika eltolódása. Használat közben nemcsak a küszöbáram változik meg, hanem a karakterisztika meredeksége is lényegesen lecsökken, ami a külső hatások csökkenését eredményezi és így — egy bizonyos idő elteltével — a lézer állandó üzemben már nem működtethető. A degradálódási vizsgálatok azt mutatják, hogy használat közben az eszközökben térfogati és felületi elváltozások játszódnak le.

A kereskedelemben kapható lézerdiodák garantált üzemideje 5 mW teljesítmény mellett legalább 10 000 óra, az átlagos élettartam (50%-os kiesésnél) a legtöbb típusnál meghaladja a  $10^5$  órát. A degradáció okainak feltárásával párhuzamosan az élettartamban további javulás várható.

## 2.3 Optikai vevők

A fénytávközlő rendszerekben detektálási célokra főként félvezető fotodiodákat használnak, mivel azok tömeggyártásban állíthatók elő, megbízhatók, kis méretűek, érzékenyek és igen gyorsan reagálnak a fényhatásokra.

A legegyszerűbb fotodioda a PIN dióda, amely alacsony adalékszintű (intrinsic) félvezetőből áll. A fényhatás nélkül mutatkozó sötétáram a töltéshordozók termikus generálásából, illetőleg rekombinációjából és az eszköz felületén, illetőleg a határfelületeken átszivárgó áramból tevődik össze.

Ha a fotodiodánál növeljük az elektromos teret, akkor olyan tartományba jutunk, melyben az adalékszegény rétegben fotoelektromos hatás útján keletkező primer töltéshordozók ütközés útján újabb töltéshordozókat hoznak létre. Így lavinahatás és ezáltal belső erősítés lép fel.

A lavina-fotodiodák felső részének kiképzése gyűrű alakú, így a fény kör alakú ablakon lép be az eszközbe. A szóródások csökkentésére az ablakra reflexiócsökkentő rétegeket visznek fel.

## 2.4 Jellegzetes összeköttetések

Ahhoz, hogy egy fényvezető hálózat követelményrendszerét áttekintsük, célszerű az egyes összeköttetések követelményeiből kiindulni [6]. A fényvezető szálak összeköttetések többféle szempont alapján elemezhetők. Egy ilyen lehetséges elemzés a távolság és a jelsebesség szerinti értékelés.

Az összeköttetések távolság, illetve jelsebesség

## Jellegzetes összeköttetések

Jellegzetes összeköttetések	Igen kis jelsebességű < 0,7 Mb/s	Kis jelsebességű 0,7—8 Mb/s	Közepes jelsebességű 34—2×34 Mb/s	Nagy jelsebességű 140 Mb/s	Igen nagy jelsebességű > 140 Mb/s
Távolságok (1)					
Kis távolságú L < 1 km	0,8—0,9 μm LED—PD—PIN STEP ATM	0,8—0,9 μm LED—PIN STEP—GRAD ATM	0,8—0,9 μm LD—APD GRAD ATM		
Közepes távolságú L = 1—30 km	0,8—0,9 μm LED—PD—PIN STEP—GRAD ATM	0,8—0,9 μm LED—PIN STEP—GRAD ATM	0,8—1,5 μm LD—APD GRAD—SM ATM	1,5 μm LD—APD GRAD—SM —	1,5 μm LD—APD SM —
Nagy távolságú L > 30 km			0,8—1,5 μm LD—APD GRAD SM —	1,5 μm LD—APD SM —	1,5 μm LD—APD SM —
Felhasználási terület	Távközléstechnika Adatátvitel Irányítástechn. Szám. gép. hál. Erősáramú hál. Ipari alkalmazás Mér. techn. ált. célú	Távközléstechnika Nullarendű PCM Primer PCM Szekunder PCM rurál- rendszerek Lokál hálózatok Trónk hálózatok	Távközléstechnika Tercier PCM Párhuz. terc. PCM trónk- hálózatok Lokál hálózatok Helyközi kapcs.	Távközléstechnika Quarter PCM Trónk- Quarter PCM Trónk- hálózat Helyközi kapcs. táv. szolg.	Távközléstechnika Quarter PCM Ultra PCM Különl. célú hál.

Magyarázat: LED = világító dióda; PD = fotodetektor; PIN = PIN-dióda, APD = lavina fotodióda; STEP = Step-indexű szál; GRAD = Graded indexű szál; ATM = atmoszférikus összeköttetés; SM = egymódusú szál; single-mode.

szerint történő felosztását és az azokhoz tartozó főbb technikai jellemzőket az 1. táblázat foglalja össze. Ebből az összefoglalóból közvetlenül adódik, hogy az egyes összeköttetések milyen aktív elemek, milyen fényvezető szálak és — ebből adódóan — milyen passzív elemek alkalmazásával valósíthatók meg. Ezen elemek ismerete után fogalmazhatók meg az egyes eszközfejlesztési célok is.

A táblázatban levő összeköttetések megvalósítása LED—PD, továbbá LED—PIN vagy LD—APD adó-vevő típust igényel, melyben

- a LED—PD esetén kb. 30 dB,
- a LED—PIN esetén kb. 30—40 dB,
- a LD—APD esetén kb. 50 dB

csillapításdinamikával számolhatunk. Ennek ismerete lehetőséget ad arra is, hogy az összeköttetést a fényadó kimenete és a fényvevő bemenete között az adott csillapításdinamikával megtervezzük.

Lényeges itt hangsúlyozni, hogy mostanra a fényvezető összeköttetések teljes eszközkészlete és rendszertechnikája már kialakult.

### 3. Hálózatfejlesztési koncepciók

#### 3.1 A fejlődés kölcsönhatásai

A fényvezető technika gyors elterjedése szorosan kapcsolódik a széles sávú szolgáltatások és a digitális rendszerek bevezetéséhez. Itt azt kell hangsúlyozni, hogy a digitalizálás gazdaságosságát növeli a fényátvitel alkalmazása. A digitalizálásnál egyik

jelentős hátrány volt az ismétlő állomások sűrű elhelyezése, ami városi környezetben sok esetben gondot jelentett. Más oldalról a fénytávközlés lehetőséget nyújt arra, hogy az előfizetőket szélessávú szolgáltatásokkal ellássuk. Több km távolság áthidalása, több száz Mbit/sec bitfolyamokkal más alapáramkörön csak igen sűrűn elhelyezett erősítővel lenne megvalósítható.

Ennek a szoros kölcsönhatásnak következménye, hogy ha valamelyik távközlési igazgatás úgy döntött, hogy meggyorsítja a digitalizálást, akkor ezt követően hamarosan elhatározza a fénytávközlési eszközök bevezetését is [7].

#### 3.2 Távközlési döntések

Új átviteli utak létesítésénél a távközlési döntéseket az alábbi szempontok befolyásolják:

- a meglévő berendezések további üzeme minden esetben gazdaságos, ha az a követelményeket minőségileg és mennyiségileg kielégíti, ebben az esetben új eszközök beruházása csak kivételesen indokolható;
- az átviteli utak illeszkedjenek a kapcsolástechnikai berendezésekhez és az előfizetői állomásokhoz; a gazdaságosságot az illesztő rendszerekkel együtt kell értékelni;
- az átviteli út hatótávolsága növelendő, ugyanakkor az információegységre jutó költségnek csökkennie kell, vagyis a sáv szélesség és az áthidalható távolság növelése mellett a költségek csökkentése az egyik lényeges célkitűzés.



A különböző postaigazgatóságok vagy magán telefontársaságok fejlesztési célkitűzéseit a fenti szempontok alakítják. Az egyes országokban kialakult helyzetről az alábbiakban adunk áttekintést:

Anglia járt legelől a fénytechnika alkalmazásában. Mivel nem rendelkeznek a régi típusú áramkörökből tartalékokkal, a hálózat fejlesztése itt valóban sürgős. 1982-ben London és Birmingham között 200 km-es távon  $2 \times 2$  szálát 34 Mbit/s rendszerrel,  $1 \times 2$  szálát 140 Mbit/s rendszerrel telepítettek. A British Telecom ezenkívül rendelt 3470 km szálát a trónkhálózat részére. Ezt 22 nyomvonalon helyezik üzembe, itt 34 Mbit/s-os rendszereket telepítenek. Ez azt jelenti, hogy a fénytávközlő szálak 1984-ben már több, mint 100 000 Erlang forgalom lebonyolításával vesznek részt a városi hálózatok forgalmában.

A Német Szövetségi Posta [17] 1981 áprilisában eldöntötte a fényvezető hálózat kiépítését. 1984-re befejezik az előkészítő kutató-fejlesztő munkát. Eddigre a gazdaságos üzemhez szükséges hullámhosszmultiplex és analóg átviteli vizsgálatokat is lezárják. A fényvezető átvitel az évtized végére valamennyi hálózati sík legfontosabb eleme lesz [9]. Új kábeles összeköttetéseket kizárólag fényvezetőkkel telepítenek.

Az Egyesült Államokban 1981 augusztusában történt meg az első helyközi vonal üzembe helyezése. Ezelőtt már működtek helyi vonalak kísérleti stádiumban. A gazdasági számítások realitását a kísérletek igazolták. A következő időszakban új tervezésnél a mikrohullámú összeköttetések mellett döntően fényvezetőket alkalmaznak [11]. 1985. évig a helyközi hálózatban 1000 km fényvezető kábelt építenek be, ami 100 000 szál km-nek felel meg. Kb. azonos mennyiségű szálát fognak alkalmazni a következő három évben a helyi hálózatokban is.

Olaszországban [10] 1981-ben 90 km fényvezető trónkkábelt fektettek, ebből 42 km-t tömbcsatornába, 48 km-t földbe. Ez a trónkhálózatban 1800 szál km-t jelent. Ugyanebben az évben még 30 km helyközi kábelt is üzembe helyeztek. 1982-ben következett az optikai légkábél bevezetése. Az igényeknek megfelelően a következő 3-4 évben már üzemszerűen kívánják a fénykábelt alkalmazni.

Erősáramú rendszerek távközlési céljaira szintén sok helyen alkalmazzák a fénytávközlést. Szaud-Arábia pl. a BICC-től vett ilyen célra 92 km fénylégkábelt.

A felsorolt adatok mutatják, hogy a klasszikus hálózat fejlettségétől függően 1984 és 1990 között valamennyi ország előtérbe helyezi a fénytávközlő eszközök létesítését.

## 4. Hazai helyzet és célkitűzések

### 4.1 Fejlesztési törekvések

A fénytávközlés hazai alkalmazása érdekében több intézmény végzett az elmúlt években kutató-fejlesztő és szervezési munkát.

Több helyzetfelmérés pl. [18] mellett két OMF tanulóanyag készült, melyek a jövőben a fejlesztés alapjául szolgálnak.

Az OKKFT keretében a kutatás-fejlesztés össze-

hangolására a Távközlési Kutató Intézet kapott megbízást. Az ipari fejlesztést, mint generálvállalkozó, a Telefongyár hangolja össze ugyanis a fénytávközlő összeköttetés legköltségesebb részét, a PCM végbe-  
rendezést a Telefongyár gyártja.

Az optikai hírközlő rendszerek adóelemei ma már szinte kizárólag félvezető anyagokból készülnek. A „világító diódák”  $0,7-1,3 \mu\text{m}$  hullámhosszú inkoherens, míg a korszerű lézerdiódák  $0,7-1,7 \mu\text{m}$  tartományban koherens sugárzást emittálnak. A fénytéljesítmény  $0,1$  és  $100 \text{ mW}$  között változhat konstrukciótól és anyagtól függően. Ilyen típusú fényforrások, elsősorban  $1 \mu\text{m}$  alatt emittáló lézerdiódák kutatása-fejlesztése idehaza az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében folyik. A VI. ötéves tervben  $50-100$  darabos minta fog elkészülni. Ezek az eszközök rövid távú hírvitelre ( $L < 1 \text{ km}$ ) használhatók.

A leggyakrabban használt detektorok az  $1 \mu\text{m}$  alatti tartományban a szilícium PIN, illetve lavina-fotodiódák. Ezek fejlesztésére a Mikroelektronikai Vállalat képes, a HIKI-ben korábban kidolgozott technológiák alapján.

A Magyar Posta elhatározta kísérleti összeköttetés létesítését, és ennek tapasztalatai alapján a fénytávközlés széles körű elterjesztését. Ezekkel a munkákkal a Posta Kísérleti Intézetet bízták meg, ahol a telepítési tervek, átviteli utasítások elkészültek.

1983 októberében a Magyar Posta lefektette az első fénytávközlő kábelt, melyet rövidesen kísérleti jelleggel üzembe helyeznek.

1983 őszén pedig elindult a fénytávközlő összeköttetések összehangolt kutatása-fejlesztése a Telefongyár, a Távközlési Kutató Intézet, a Posta Kísérleti Intézet, a Műszaki Fizikai Kutató Intézet és a Mikroelektronikai Vállalat együttműködésével. A munka célkitűzése, hogy elsősorban hazai és szocialista országokból beszerzendő alkatrészek és szál felhasználásával mintaösszeköttetések készüljenek.

### 4.2 Alkalmazási területek

A különböző postaigazgatóságok döntéseiből és a prognózisokból levezethető tapasztalatokat hazai vonatkozásban a különböző hálózati síkokra eltérő módon lehet értékelni.

Az előfizetői hálózat területén a fényvezető technika akkor kerül előtérbe, ha a vezetékes műsorelosztás és a szélessávú információátvitel gyakorlati igényné válik. A német és a francia posta gyakorlata azt mutatja, hogy az előfizetői fényhálózati kísérleteket más programokkal összekötve valósították meg. Ezeket a programokat széles körben azonban csak akkor lehet bevezetni, ha ezek minden igénylő részére biztosíthatók. A Magyar Posta hálózatában az előfizetői hálózatok szélessávú többletszolgáltatásokkal való kiegészítése a közeljövőben általánosan nem várható. Így a fénytechnikából adódó lehetőségek az előfizetői hálózatban az 1984-90 közötti periódusban várhatóan csak kísérleti szinten valósulhatnak meg.

Trónkhálózatok területén a forgalmi igények kielégítése új tömbcsatornák létesítésével nem gazdaságos, és sok esetben az ehhez kapcsolódó útfelbontást nem is engedélyezik. Ehelyett az alábbi három lehetőség közül kell választani:

- a meglevő rézerű kábeleken primer PCM-rendszerek üzembe helyezése; ez lehetséges, ha az aknák nincsenek túlszűfolva és a kábelek minősége kielégítő;
- mikrohullámú digitális összeköttetések létesítése azon pontok között, ahol az átlátás biztosítva van; ez a megoldás sokszor előnyben részesíthető;
- fénykábel létesítése tercier PCM-rendszerekkel, különösen olyan esetekben kedvező, ha a tömbcsatornában van üres nyílás vagy a fénytávközlő kábel által biztosított kapacitás lehetővé teszi nyílások felhasználását.

A trónkhálózatban az utóbbi eset várhatóan sűrűn előfordul, ezért gazdaságosnak látszik, ha az 1984–90. periódusban készülő trónkhálózati tervek, mint gyakorlati lehetőséget a fénytávközlést is figyelembe veszik.

Rurálhálózat esetében a forgalmi igények nem minden esetben indokolják a több száz csatorna létesítését lehetővé tevő fénykábelek építését. Erősáramú hálózattal közös oszlopsoron azonban gazdaságos lehet, és az életvédelmi szabályok teljesítése is nagymértékben egyszerűsödik. A rurálhálózatban a fénylégkábel alkalmazása akkor gazdaságos, ha ott egyidejűleg a digitális kapcsolástechnika is megjelenik [14].

A helyközi gerinchálózat kiépítése hazánkban nem túl régen korszerű elemekkel valósult meg. Ezek kiváltása a következő évtizedben nem lehet gazdaságos. Új irányok vagy kerülő nyomvonalak építésénél azonban a fénykábel számításba veendő.

A fentiek alapján úgy látszik, hogy a hazai hálózat építésénél a tömbcsatornába húzható kábel a legközelebbi jövőben gazdaságosan alkalmazható eleme a trónkhálózatoknak. A fényvezetős légkábel a digitalizálandó góckörzetekben kerülhet bevezetésre. Ezen túlmenően esetleg egy-egy új gerincirányban jelenhetnek meg az évtized vége felé a nagy távolságokra alkalmazható fénytávközlő összeköttetések.

#### I R O D A L O M

- [1] *Horváth G. — Márkus E. — Dr. Sallai Gy.*: A fényvezető technika bevezetésének gazdaságossága, *Híradástechnika*, Vol. XXXI, No. 7. 1980. július, 241–253. old.

- [2] *Globecom '82*, Miami, 1982. XI. 29. — XII. 2.
- [3] *Berceli T.*: Kis veszteségű hullámvezetők (Hullámterjedés dielektromos szálakon), Kandidátusi értekezés, 1955.
- [4] 7th European Conference on Optical Communication, Koppenhága, Dánia, 1981. szept.
- [5] *Keck, D. B.*: Single-mode fibers outperform multimode cables, *IEEE Spectrum*, 1983. márc. 30–37. oldal.
- [6] *Fundamentals of optical fiber communications*, 2nd ed., Edited by M. K. Barnoski, 4. fejezet, Academic Press, New York—London, 1981.
- [7] *Telecommunications Journal*, 1982. febr. (Célszám) 84–132. oldal.
- [8] *Käser A. — Ganzmann P.*: Die erste optische 34 Mbit/sec Versuchsanlage in der Schweiz, *PTT Technische Mitteilungen*, 1981., No. 7. 304–314. oldal.
- [9] *Stanley L. W.*: Optische Übertragungstechnik ist betriebsreif, *Nachrichten Technische Zeitschrift*, 1982. május, 280–286. oldal.
- [10] *Bonaventura G. — Catania B. — Gagliardi D. — Paladin G. — Tosco F.*: COS 3/Foster 2 First optical system for operational service in Italy, *CSELT Rapportu Technici*, 1981. aug. 337–343. oldal.
- [11] *Feddersen R. D. — Miglis F.*: Fiber optics economics pay off at Continental Tel of California, *Telephony*, 1981. nov. 2. 22–25. oldal.
- [12] *Meier E. — Engelen — Schulze M.*: Fault locating and backscatter measurement on glass fibres, *Philips Telecom. Review*, Vol. 40, No. 2. 1981. július, 125–140. oldal.
- [13] *Horsley A. W. — Usher F. S.*: Optical fiber communication systems in PTT networks, *Electrical Communication*, Vol. 55, No. 4, 1980. 268–275. oldal.
- [14] *Bresser O. R.*: Optical cables for aerial application, *Philips Telecom. Review*, Vol. 40, No. 1, 1982. július, 121–128. oldal.
- [15] *British Post Office: Fibre Communication*, BPO Telecom HA, London, jan. 5–21. oldal.
- [16] *Kao C.*: Fibre optics research and development in the 1980's, *Radio Science*, Vol. 16, No. 1978. július—augusztus, 431–434. oldal.
- [17] *Wichards F. H.*: Die Forschung bei der DBP zur Gestaltung eines Glasfaser-Fernmeldenetzes, *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, 1981. december, 846–847. oldal.
- [18] *Almássy Gy. — Déri S.*: Optikai hírközlés, Ismerető feljegyzés, MTA, Távközlési Rendszerek Bizottság, 1976. december.

# Univerzális távkezelő rendszer hírközlő hálózatokhoz

KERECSEN ISTVÁN—VÁRADY SZABÓ MIHÁLY—GHYMES BALÁZS  
Távközlési Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

Új mikroszámítógép-bázisú távkezelő rendszer készült hírközlő hálózatokon történő alkalmazásra. A TK-80 rendszer számos új távkezelési szolgáltatással rendelkezik, melyek integrált felügyelő és távvezérlő hálózatok kiépítését is lehetővé teszik. A szokásos és az új távkezelési szolgáltatások áttekintése után ismertetjük a TK-80 rendszerben alkalmazott adatátviteli eljárásokat és adatgyűjtő folyamatokat, valamint a távkezelési adatok feldolgozását. A berendezések hardware-felépítésének és software-jellemzőinek bemutatása után néhány konkrét berendezésváltozatot részletezünk. (□)

## 1. Bevezetés

A hírközlő hálózatok távkezelő rendszereinek szokásos feladata a felügyelet nélküli állomások berendezéseinek figyelése és távvezérlése. Napjainkban a hírhálózatok folyamatos bővülése folytán az egyes állomásokon gyakran igen sok bonyolult berendezés van üzemben, és ezek felügyelete biztonságosan csak távkezelő berendezésekkel lehetséges. Az országos méretű, bonyolult struktúrájú integrált hírközlő rendszerek hatékony üzemvitele az üzemviteli tevékenység bizonyos szintű automatizálását is igényli. Mivel ez az igény találkozik az intelligens mikroszámítógép-bázisú berendezések megvalósítási lehetőségeivel, a közelmúltban mind külföldön, mind Magyarországon olyan mikroszámítógép-bázisú távkezelő rendszerek fejlesztésére került sor, amelyek integrált távkezelő hálózat kiépítésére is alkalmasak [1...3].

A TK-80 mikroprocesszoros távkezelő rendszer a KTT-80 és GTT-80 mikrohullámú rádiórelé berendezéscsalád része. A rendszer alapvető fejlesztési célkitűzése az volt, hogy a különféle változatú berendezésekkel kisebb felügyelő rendszereket is gazdaságosan lehessen kialakítani, ugyanakkor a berendezésekkel olyan korszerű integrált távkezelő hálózatokat lehessen kiépíteni, amelyek szolgáltatásai az üzemviteli tevékenység automatizálását segítik. A TK-80 távkezelő rendszert elsősorban hírközlő hálózatok távkezelési feladatainak ellátására terveztük, de kiépítési lehetőségei és szolgáltatásai az anyag- és energia-transzport hálózatokon való alkalmazását is lehetővé teszik.

## 2. Áttekintés

A Távközlési Kutató Intézetben az elmúlt 25 év alatt kidolgozott távkezelő berendezések a távkezelési feladatoknak a hagyományosnak tekinthető TÁV-

## KERECSEN ISTVÁN

1973-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar műszer- és irányítás-technika szakán. 1980-ban rádió-híradástechnika szakmérnöki képesítést szerzett. 1973 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik; jelenleg tudó-

mányos munkatárs beosztásban. Az intézetben a mikrohullámú rádiórelé rendszerek szolgálati és automatika berendezéseinek rendszerteknikai és áramköri kidolgozásában vesz részt. Kutatási területe: célorientált mikroszámítógép-hálózatok, nagy sebességű digitális jelfeldolgozás.

JELZÉS, TÁVPARANCS és RIASZTÁS szolgáltatásokkal tettek eleget. A távjelzésfunkció a figyelt berendezéspontok kétállapotú jelzéseinek egy központi helyen történő összegyűjtését és kijelzését jelentette. E függetlenül kezelt jelzések egyik állapota meghibásodást jelentett, amelyet a rendszer riasztásként jelzett. A távparancsfunkció a kezelő által egy központi helyről kiadható be-, ki- vagy átkapcsolási parancsot jelentett. A hagyományos távkezelő rendszerek vonalszerű hálózatokon, tipikusan 8–10 állomásból álló szakaszokon működtek; berendezéseik kis- és közepes integráltságú digitális áramkörökből felépített célberendezések voltak, amelyek előlap-kezelőszervekkel (nyomógombok, lámpák) rendelkeztek.

A TK-80 rendszer két fontos jellemzője a következő:

- Az automatizált üzemvitelt elősegítő korszerű szolgáltatásokkal rendelkezik (ÁLLAPOTANALÍZIS, KOMPLEX VEZÉRLÉS, ANALÓG MÉRÉS, TÁVMÉRŐ RENDSZER KISZOLGÁLÁS),
- lehetővé teszi integrált távkezelő hálózatok kiépítését is.

Az ÁLLAPOT ANALÍZIS során az állomásokról begyűjtött jelzéseknek megfelelő állapot-kombinációkat elemezzük. Az analízis eredménye berendezésmeghibásodást vagy jelkimaradást jelentő riasztás, gépi úton naplózandó (regisztrálandó) esemény, vagy kezelői beavatkozást igénylő állapot lehet. A kezelői beavatkozásokat a számítógép által adott javaslatok segítik.

A KOMPLEX VEZÉRLÉS funkciói alatt bonyolultabb automatika-berendezések (csatornatartákoló berendezések, kommutátorok) távvezérlését értjük, melynek célja a jelforgalom (pl. TV-műsorok) követése, nyilvántartása, irányítása.

Beérkezett: 1983. X. 21.

Az ANALÓG MÉRÉS funkció megvalósítására az állomásokon levő távkezelő berendezések mérő bemenetekkel rendelkeznek, amelyek a figyelt berendezésekhez (pl. rádióadó, rádióvevő stb.) csatlakoznak, a berendezések működésére jellemző paraméterek távmérése vagy regisztrálása céljából.

Az összeköttetések jelátviteli paramétereinek időszakonként történő automatikus végigmérését egyre inkább megkívánják, és ezt az igényt célszerűen IEC-mérőbusz kompatibilis műszerekből álló távmérő rendszerrel lehet kielégíteni. A TÁVMÉRŐ RENDSZER KISZOLGÁLÁSA során a TK-80 rendszer saját adatátviteli hálózatán keresztül biztosít összeköttetést a távoli IEC busz-végződések között.

Az integrált távkezelő hálózatok kiépítési lehetősége azt jelenti, hogy az eddigieknél nagyobb méretű, bonyolultabb struktúrájú, több pontból hozzáférhető vagy centralizált távkezelő hálózatot lehet megvalósítani.

A távkezelő rendszerrel szemben támasztott új követelmények igen változatosak, nagyon sok telepítésfüggő elemük van. Ezért ilyen berendezéseket hagyományos áramköri technikával nem célszerű építeni. A TK-80 rendszerben alkalmazott mikroszámítógép-struktúra egyrészt magában hordozza a moduláris felépítés megvalósítását, másrészt a tároltprogram-vezérlés az egyes funkciók variálását teszi lehetővé, ami nélkülözhetetlen a bonyolultabb szolgáltatások megvalósításához.

### 3. Rendszerteknikai jellemzők

A távkezelő berendezések a felügyeleti funkció tekintetében lényegében adatgyűjtő és adatfeldolgozó készülékek. A bemeneti jelek a különböző helyeken levő állomásberendezések állapotaira jellemzők, a kimenetek pedig display-képek vagy nyomtatott üzenetek a kezelő számára. Ezt a komplex információátviteli folyamatot három részben tárgyaljuk. Először a távkezelő rendszer adatátviteli hálózatának felépítését ismertetjük, majd az adatgyűjtő folyamatokat elemezzük, végül pedig a távkezeléshez szükséges adatfeldolgozás és kijelzés részleteit tárgyaljuk.

A távkezelő rendszer kétféle berendezéstípusból, az A-típusú állomási és a K-típusú központi távkezelő berendezésekből épül fel. Az A-típusú berendezések közvetlenül a figyelt és vezérelt hírközlő berendezésekhez kapcsolódnak, míg a K-típusú berendezések — amelyek tipikusan gócponti állomásokra kerülnek — a rendszer vezérlését, a távkezelési információ feldolgozását és a kezelő személylyel történő kommunikációt szolgálják. Általában a hírközlő hálózatokban sok A-típusú berendezés és csak néhány K-típusú berendezés van.

#### 3.1. Adatátvitel

A hálózat távkezelő berendezései adatátviteli csatornákon kommunikálnak. Hírközlő hálózatokon e célra szolgálati távbeszélő csatornák vagy táviró csatornák szolgálnak, és a távkezelési információ



VÁRADY SZABÓ  
MIHÁLY

1965-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar gyengeáramú szakán. 1971-ben mikrohullámú szakmérnöki képesítést szerzett. 1965 óta a Távkezelési Kutató Intézetben dolgozik; jelenleg tudományos osztályvezető beosztásban. Kutatási területe a mikrohullámú rádiórelé berendezések rendszerteknikai tervezése és mérése. Jelenleg a harmadik generációs mikrohullámú berendezés család fejlesztésével foglalkozik. A mikrohullámú berendezések fejlesztése te-



rületén kifejtett tevékenységéért 1980-ban Állami Díj kitüntetésben részesült.

GHYMES BALÁZS

1981-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar műszer- és irányítás-technika szakán. A Távkezelési Kutató Intézetben 1981 óta dolgozik. Intézeti tevékenysége a TK-80 távkezelő berendezés programrendszerének kidolgozása. Kutatási területe: mikroprocesszoros real-time rendszerek software fejlesztése assembler és magasszintű nyelveken.

átvitelére tipikusan egy, legfeljebb két csatorna áll rendelkezésre. A TK-80 rendszerrel egyidőben fejlesztett szolgálati FDM-berendezések [4] kétféle távbeszélő csatornát biztosítanak a távkezelés adatjeleinek átvitelére: az „omnibusz” jellegű távbeszélő csatorna modem-szakaszokon belül épül ki, ismétlőállomásokon is hozzáférhető, és fő- vagy végállomásokon végződik, míg az „expressz” jellegű távbeszélő csatorna a fő- vagy végállomások között teremt összeköttetést. Közös jellemzőjük az, hogy valamely állomáson beadott jel a csatorna összes többi végződésén megjelenik (party-line rendszer).

Nagyobb távkezelő hálózat kiépítéséhez láncha kötött „omnibusz” csatornákat vagy „expressz” csatornákat lehet használni. A távbeszélő csatornákon történő adatátvitelhez szükséges eszközöket (adatátviteli modéme, az omnibusz-csatornák láncha kötéséhez szükséges csatoló egységek) a távkezelő berendezések tartalmazzák.

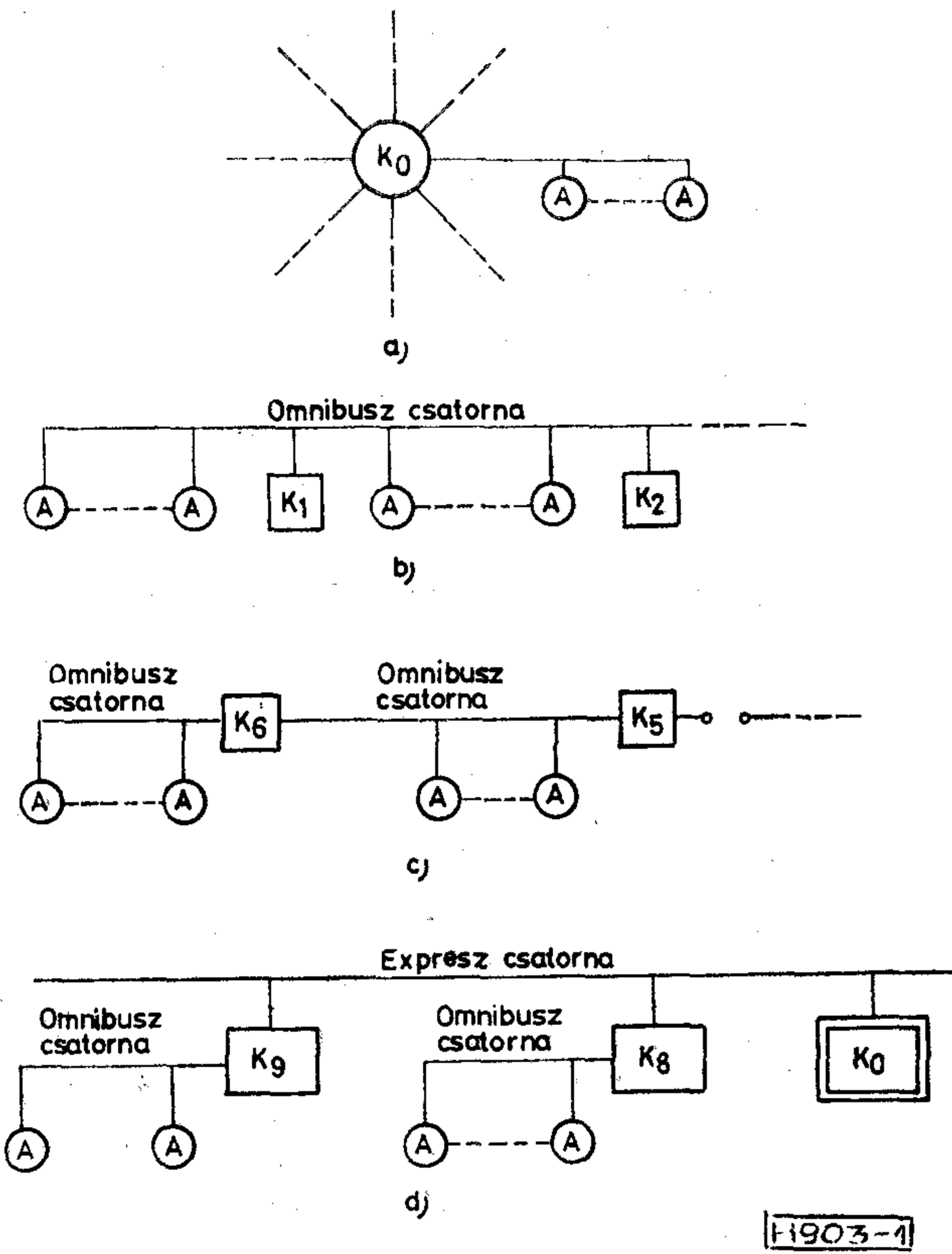
Figyelembe véve a távbeszélő csatornák party-line jellegét, valamint azt a tipikus követelményt, hogy több K- és A-típusú távkezelő berendezésnek közös csatornán kell kommunikálni, a TK-80 rendszerben az információ-forgalom szervezése ún. lekérdező (polling) rendszerű. Információ-átvitelre változó hosszúságú üzenetblokkok szolgálnak, amelyek aszinkron módon átvitt karakterekből állnak.

Nagyobb méretű távkezelő hálózat négyféle elemi struktúra összekapcsolásával alakítható ki az 1. ábra szerint. Egy centrális helyzetű K-típusú beren-

### 3.2. Adatgyűjtő folyamatok

A TK-80 rendszerben a figyelt állomásberendezések aktuális állapotát az A-típusú berendezések bemeneti állapot-kombinációi reprezentálják, amelyeket az adatgyűjtő folyamatok a központi berendezés memóriájába képeznek le. E folyamatok egyszerűsített vázlatát az A-típusú berendezésekre vonatkozóan a 2. ábrán látható.

Az A-típusú berendezés periodikusan monitorozza kétállapotú bemeneteit, aminek során egyrészt a pillanatnyi állapotokat tárolja egy RAM-tartományban (AM), másrészt az éppen beolvasott állapot-kombinációt összehasonlítja az előző periódusban eltárolt kombinációval. Eltérés esetén 1 értékek íródnak a VM1 vagy a VM2 memória-tartományok megfelelő bit-celláiba. Egy inicializálási folyamat során (INIT) az A-típusú berendezés elküldi az AM tartalmát a központi berendezésnek és törli a VM1 és VM2 tartományokat, azaz feltölti azokat nullákkal, és elkezdődik a monitorozás. A lekérdező folyamatban a K-típusú berendezés kérdésre, hogy történt-e változás (VÁLTOZÁS?), az állomás vagy azt válaszolja, hogy nem történt változás (NINCS VÁLT.), vagy elküldi az AM és VM1 azon részeinek tartalmát, amelyek lefedik a változásokat. Ezt követően a VM1 tartalma rögzítődik, és új változások esetén az azokat jelző 1-esek a VM2 részbe íródnak. Ha az adatátvitel az állomásról a központba hibátlan volt, akkor a központ a következő lekérdezési ciklusban nyugtázást küld az állomásnak (NYUGTÁZÁS); a régi változások törlődnek, és a

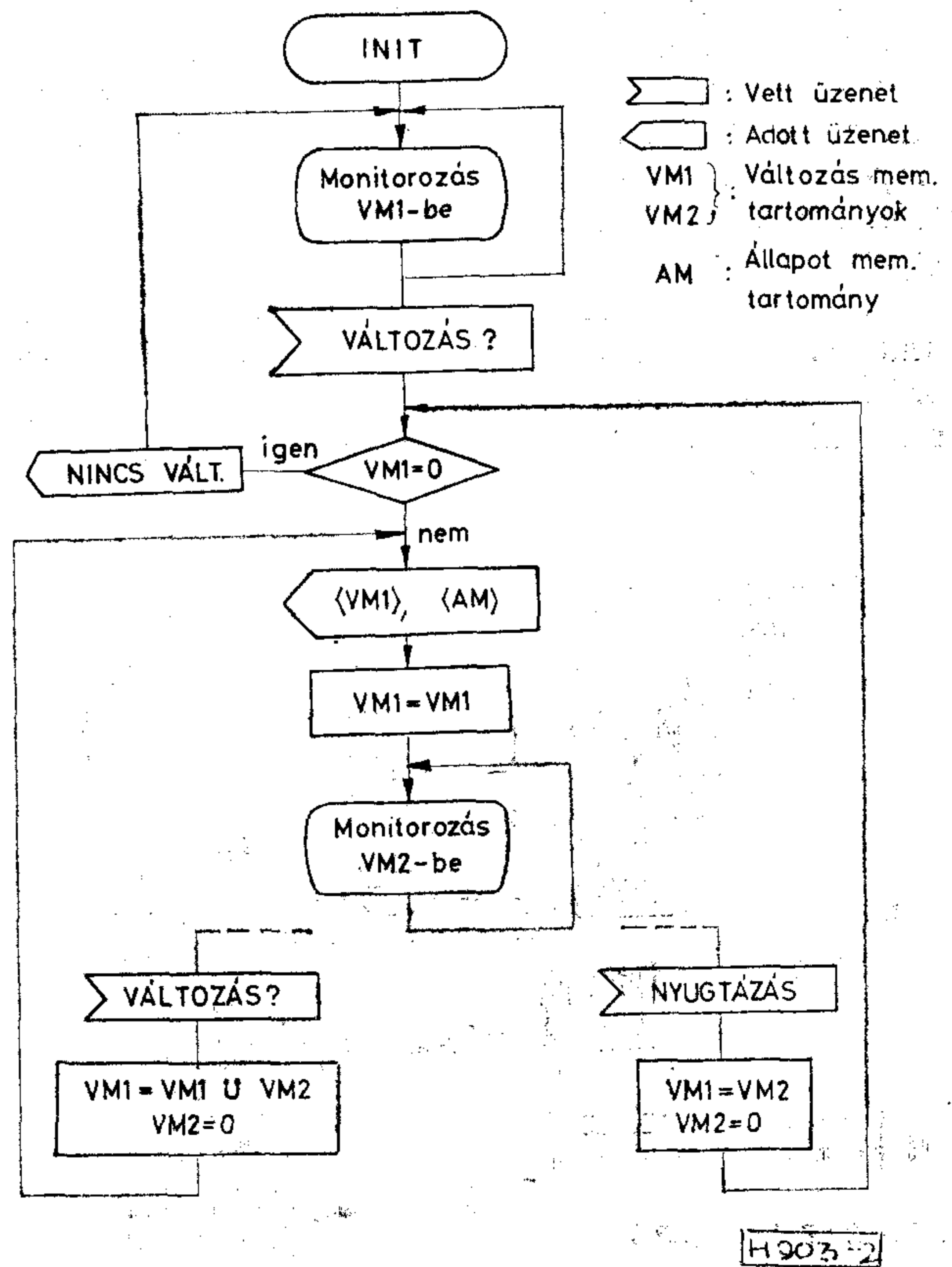


H903-1

1. ábra. Távkezelő-hálózatok struktúrái

dezés ( $K_0$ ) egyidejűleg több (max. 8) független csatornát kezelhet, melyek egy gócpontban végződnek (1a ábra). Az 1b ábra több pontból felügyelhető hálózatot mutat, ahol a hosszú közös csatornára több K-típusú berendezés ( $K_1, K_2, \dots$ ) csatlakozik, melyek közül csak egy, az éppen „aktív” (üzenetváltást kezdeményező) berendezés felügyeli a hálózatot. A többi K-típusú berendezés csak „lehallgatja” az adatforgalmat, vagy pedig az aktív berendezés engedélyével átveheti a felügyelő szerepet. 3–4 omnibusz-szakasznál többet nem lehet láncba kapcsolni, mert jelentősen romlanak a jelátviteli paraméterek, azonkívül lecsökken a rendszer megbízhatósága, mivel ez esetben már sok készülék használja ugyanazt a vonalat. Az 1c ábra szerinti hálózat-struktúra ezt a paraméter-romlást úgy küszöböli ki, hogy a  $K_5, K_6$  berendezések független csatornákon önállóan felügyelik körzetüket („aktív” oldal), ugyanakkor szomszédjaik passzív állomásai is. Valamelyik K-típusú berendezés egy nem hozzátartozó A-típusú berendezést (vagy egy másik K-típusú berendezést) a közbeeső K-típusú berendezéseken keresztül érhet el („vödör-brigád”-elv). Az 1d ábra szerinti struktúrát tipikusan centralizált hálózat kiépítéséhez terveztük. Itt a körzeti felügyelő központok ( $K_8, K_9$ ) külön expressz csatornán kommunikálnak a főközponttal ( $K_0$ ), illetve azon keresztül egymással.

Az 1. ábrán bemutatott négyféle elemi hálózat összekapcsolásával a felhasználói igényeknek megfelelő célorientált mikroszámítógép-hálózatot lehet kiépíteni. Az ehhez szükséges vonali protokoll és az adatcsomag-kezelő programok az alap-software részét képezik.



H903-2

2. ábra. A-típusú távkezelő-berendezés adatgyűjtő algoritmus

válaszadás csak a VM2 tartalma által képviselt új változásoktól függ.

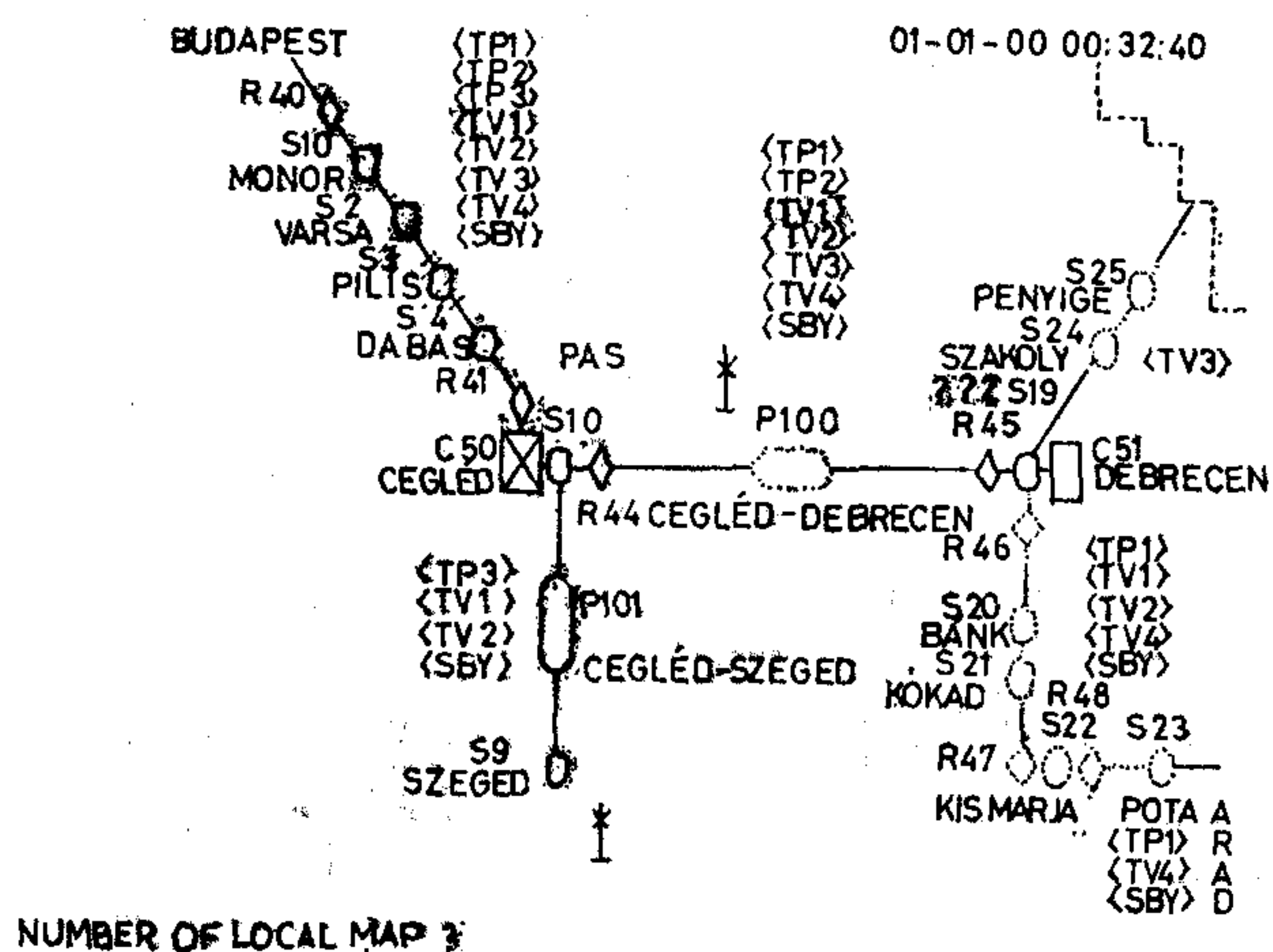
Ha a központ átviteli hibát észlelt, akkor nyugtázás helyett újra változásra kérdez (VÁLTOZÁS?). Ilyenkor a változások összeadódnak ( $VM1 \cup VM2$ ), és azok a memóriatartalmak kerülnek továbbításra, amelyek lefedik az inicializálás, vagy az utolsó nyugtázás óta bekövetkezett összes változást.

Az alkalmazott hibavédelmi eljárás a gyakran használt pozitív nyugtázási eljárás polling üzemben való alkalmazása. Az eljárás figyelemreméltó előnye az, hogy az üzenetváltások azokkal az állomásokkal, amelyeken nem történt állapotváltozás, viszonylag rövidek, így nem terhelik fölöslegesen a közös csatornát, és ezáltal sok állomás esetén is viszonylag gyorsan reagáló rendszer adódik. Nagyobb hálózatok esetén a K-típusú berendezések az ismertett folyamatokkal gyűjtik be a szükséges információt; e folyamatok kimenetei a központi berendezésben az állomásokhoz hasonlóan AM és VM tartalmak, ezek azonban a felügyelt hálózatrészeire vonatkoznak.

### 3.3. Adatfeldolgozás és kijelzés

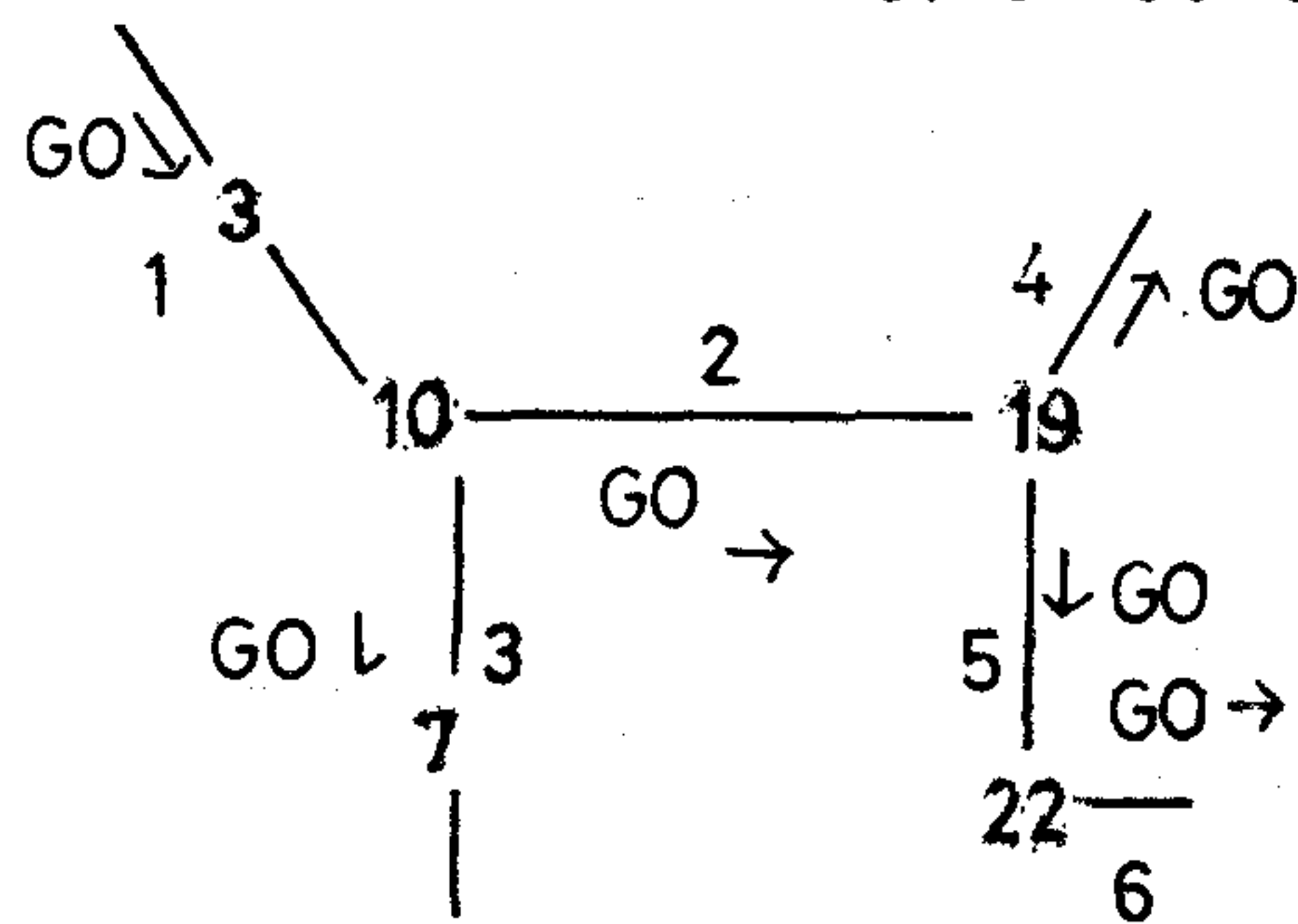
A K-típusú berendezésekhez érkező adatok két csoportba sorolhatók: a hírközlő hálózatok felépítésére és berendezéseire vonatkozó tárolt adatok (elhelyezkedés, elnevezések, működési sajátosságok) és az adatgyűjtő folyamatok által szolgáltatott aktuális állapotinformációk. Ezen adatok alapján a K-típusú berendezések analízisprogramjai szolgáltatnak üzeneteket, ábrákat, listákat, táblázatokat a pillanatnyi állapot kiértékelésére és a hálózat eseményeinek nyomon követésére. A kezelőkkel való kommunikációra videoadapter által vezérelt tv-monitor és speciális kezelő billentyűzet szolgál. Az analízisprogramok egyrészt átfogó képet adnak a figyelt hálózat állapotáról és az állapotváltozások időbeni sorrendjéről, másrészt részletes információt szolgáltatnak a figyelt berendezések jellemzőiről.

Az előbbieket illusztrálására két programot mutatunk be. Az egyik a felügyeleti funkciók körébe tartozó MAP (térkép) program, a másik az analóg mérési funkciók körébe tartozó FADING program. A



3. ábra. Monitorkép a MAP programhoz

01-01-00: 39:00



	STATION 3	SECT 1	GO
FADING	>+05>	>+05>	>+05>
	>00>	>00>	>00>
	>-05>	>-05>	>-05>
	>-10>	>-10>	>-10>
	>-15>	>-15>	>-15>
	>-20>	>-20>	>-20>
	>-25>	>-25>	>-25>
	>-30>	>-30>	>-30>
	>-35>	>-35>	>-35>
	>-40>	>-40>	>-40>
FREQ.	8M15	8M16	8M18
	8M17	8M11	8M12
	8M13		

H903-4

4. ábra. Monitorkép a FADING programhoz

MAP program a figyelt hálózat topológiáját mutatja, és globális információt szolgáltat a hálózat állapotáról. A 3. ábra egy alkalmazási példát mutat, amely színes monitoron jelenik meg. A térképen minden állomáshoz egy hivatkozási szám és egy szimbólum tartozik. Az állomás globális állapotát a szimbólumrajzolat háttérszíne mutatja a következők szerint.

Globális állapot	Háttérszín
MINDEN RENDBEN	kék
SÜRGŐS RIASZTÁS	piros
NEM SÜRGŐS RIASZTÁS	sárga
ÖSSZEKÖTTETÉS	fehér
HIBA	fekete

A figyelt berendezések állapotváltozásait a hivatkozási szám villogása jelzi mindaddig, amíg a kezelő annak tudomásulvételét nem nyugtázza. A térképen az egyes szakaszokhoz tartozó feliratok mutatják, hogy ODA és VISSZA irányban milyen szélessávú távbeszélő, tv- és tartalékcatornák vannak kiépítve. A tartalékolás állapotát a szóban forgó feliratok háttérszínezése jelzi, a csatornatartalékoló berendezésekből nyert információk alapján.

A FADING program a KTT-80/GTT-80 rádióvevők AGC szabályozó feszültségeinek mérése alap-

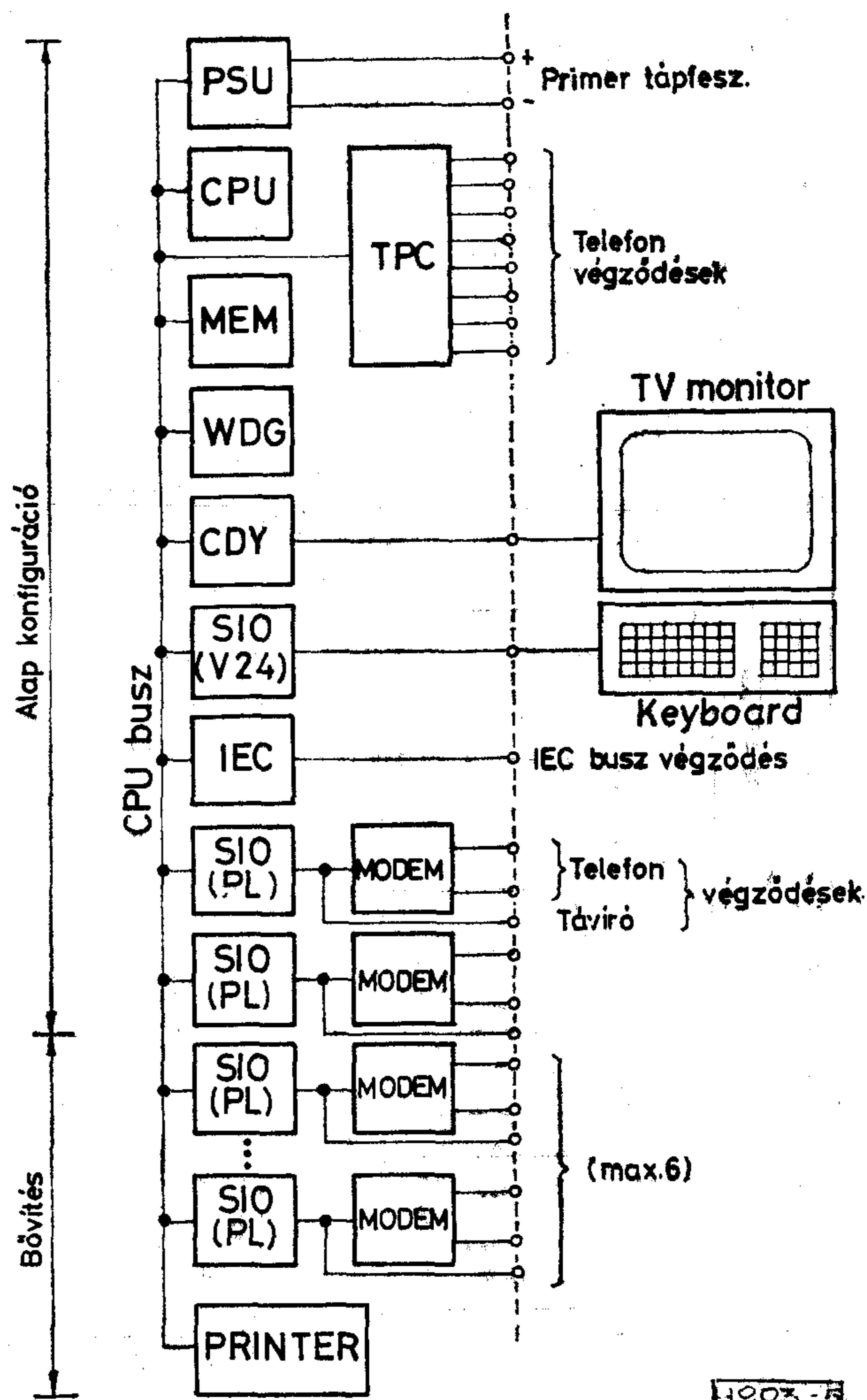
ján működik. Az AGC-feszültségeket egy standard feszültségtartományba konvertáljuk, és ezek a feszültségek kerülnek az A-típusú berendezések analóg mérő bemeneteire. A bemenő RF jelszint/AGC feszültség karakterisztika függ az egyes erősítőpéldányoktól, ezért egy átlagos karakterisztikát figyelembe véve, a bemenő szint  $\pm 2,5$  dB-es mérési pontosságát lehet biztosítani. A FADING programmal kapott monitorképet 8 rádióvevő figyelése esetén a 4. ábra mutatja. A képernyő felső részén egyszerűsített hálózatrajz jelenik meg azokkal az állomásokkal, amelyeken fading-mérési szolgáltatás van kiépítve. A kezelő a hálózatrajz alapján állomás-, szakasz- és irányválasztással jelöli ki azt a max. 8 vevőt, amelyek bemenő jelszintjét mérni kívánja. A bemenő szintek pillanatnyi mérési eredményei, a rádiócsatorna frekvenciájának feltüntetésével, szemléletes grafikonon, dB-adatok megjelenítésével jelennek meg (a 4. ábrán a sötétebb háttér legfelső sora). A program újabb kezelői utasításig folyamatosan monitorozza a kiválasztott vevőket. A FADING programhoz különféle regisztráló programok is tartoznak, melyek a mérési eredmények hosszúidejű regisztrálását biztosítják.

#### 4. A mikroprocesszoros hardware

Mind az A-, mind a K-típusú berendezések mikroprocesszoros hardware köré épülnek. A berendezések blokkvázatait az 5. és 6. ábra mutatja. Az alkalmazott mikroprocesszoros rendszer a Budapesti Műszaki Egyetem Műszer- és Méréstechnika Tanszékén kifejlesztett „MMT rendszer”, az alkalmazott integrált áramkörök MOS LSI és TTL LS sorozatú MSI és SSI alkatrészek. A berendezések alapkonfigurációt képviselő blokkokból és bővítő blokkokból épülnek fel. Az alapkonfigurációjú blokkokból felépített távkezelő berendezés kis kapacitású, alapvető szolgáltatásokkal; a bővítő blokkok járulékos alkalmazásával a kapacitás és a szolgáltatások bővíthetők.

Az A- és K-típusú berendezések azonos egységkészletet tartalmaznak. Az alkalmazott egységek funkciói és főbb paraméterei a következők.

CPU	<i>Központi vezérlő egység</i> Z80 mikroprocesszor, 8 kbyte EPROM 1 kbyte RAM kapacitás 8 szintű programmegszakítási lehetőség
MEM	<i>Memória</i> 32 kbyte EPROM, 4 kbyte RAM kapacitás
WDG	<i>Felügyelő egység</i> Saját tápáramellátás figyelése Programfutás figyelése Időzítő jelek és kiépítési rövidzármezők
CDY	<i>Video display adapter</i> 32x64 karaktermező 128 karakterből álló készlet, 8x8-as pontmátrix formában megjelenítve



5. ábra. K-típusú távkezelő-berendezés blokkvázlata

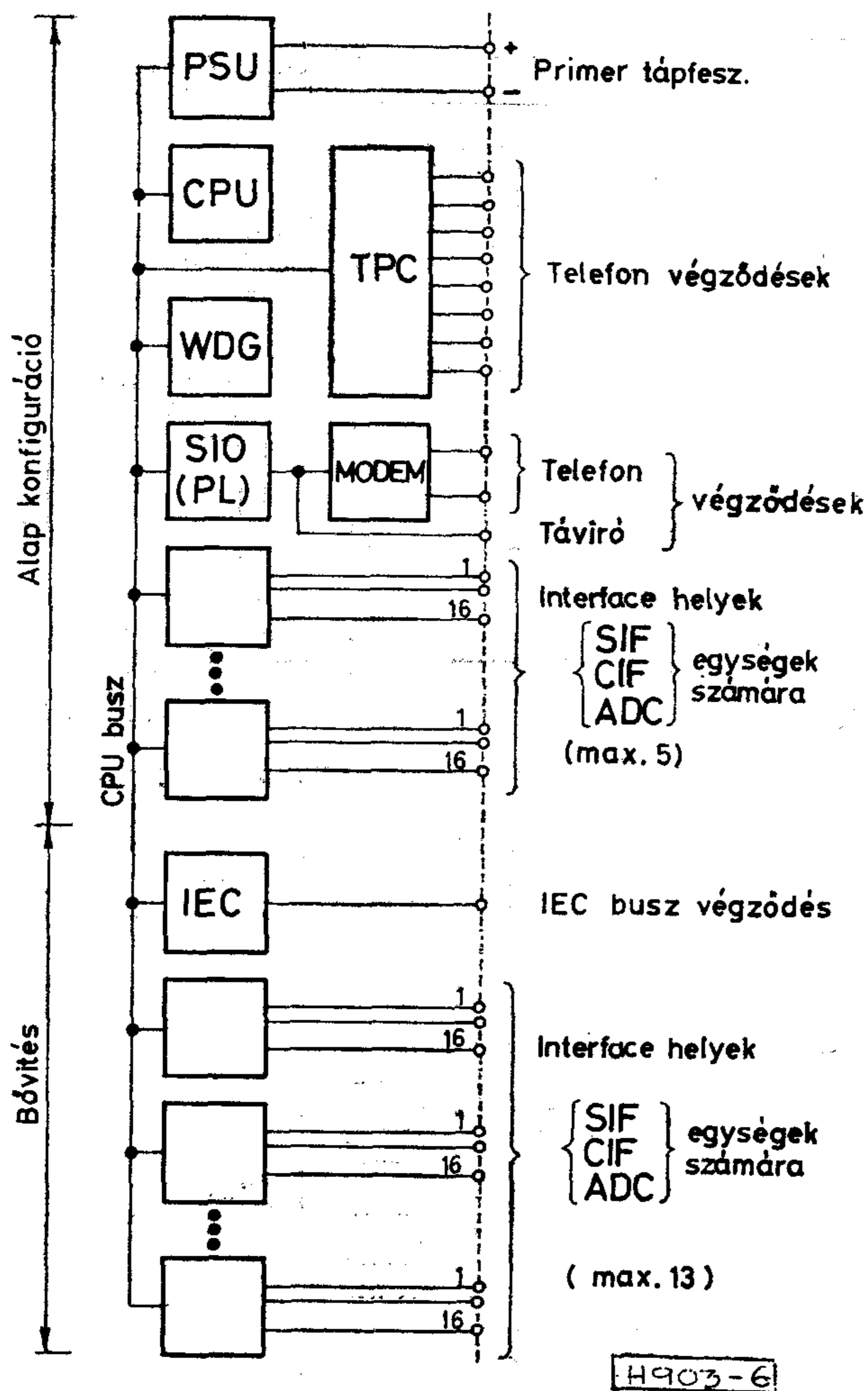
normál, inverz és villogó karakterek  
színes R-G-B-S és fekete-fehér video-  
kimenetek  
nyolcféle háttérszín és karakterszín  
színes monitor esetén, nyolcféle in-  
tenzitás fekete-fehér monitor ese-  
tén  
a CPU memóriatartományába ágya-  
zott háttérmemória

S10 (V24) *Soros interface*  
CCITT V24 szerinti csatlakozás  
aszinkron üzemmód  
programozható adatátviteli sebesség

IEC *IEC interface*  
controller funkció vagy talker/listener  
funkció

SIF *Jelzés interface*  
16 kétállapotú bemenet (zavarvédett)

CIF-D *Dinamikus parancs interface*  
Impulzusműködésű parancs kimene-  
tek (16) kisteljesítményű jelfogó-  
érintkezőkkel



6. ábra. A-típusú távkezelő-berendezés blokkvázlata

CIF-S	<i>Statikus parancs interface</i> Statikus működésű parancs kimenetek (8), kisteljesítményű polár-jelfogó érintkezőkkel
ADC	<i>Analóg-digitál átalakító</i> Analóg bemenetek száma 16 Bemeneti feszültségtartomány: -5...+5 V, vagy 0...+10 V, vagy -1...+1 V Felbontás: 10 bit Átalakítási hiba: $\pm 1/2$ LSB
PSU	<i>Tápegység</i> Kapcsolóüzemű DC-DC konverték Primer feszültség -21,6...-72 V Szekunder tápfeszültségek és terhelhetőségek  + 5 V, 5 A + 5 V, 5 A + 15 V, 1 A - 15 V, 1 A
SIO (PL)	<i>Soros interface</i> Aszinkron üzemmód

MODEM	Két irányú szimmetrikus adatjel és két irányú aszimmetrikus tiltó/engedélyező jel Csatlakozás modemhez vagy táviró csatornához Programozható adatátviteli sebesség <i>FSK modulátor/demodulátor</i> Négyhuzalos, 600 ohmos szimmetrikus telefonvégződések 1200 Bd adatátviteli sebesség Adathordozó detektálás Két irányú szimmetrikus adatvonal-végződések
TPC	<i>Távbeszélő csatoló egység</i> 4 darab négyhuzalos, 600 ohmos szimmetrikus telefonvégződés állítható csillapítás az egyes végződések között
PRINTER	<i>Nyomtató betét</i> 60 mm széles fémezett papírra soronként 32 karakter 64 karakter/sec (A PRINTER betét helyett párhuzamos vagy soros interface alkalmazható kezelőasztalra helyezett sornyomtató esetén)
KEYBOARD	<i>Kezelő billentyűzet</i> CCITT V24 jelkészlet Érintkező nélküli nyomógombok (max. 62) Beépített hangszóró hangjelzéshez

## 5. Software jellemzők

Az ismertetett mikroszámítógép-struktúrájú távkezelő berendezésekben a vezérlési feladatokat a tárolt programok (software) hajtják végre. A programrendszer általános jellemzői a következők.

- Az A-típusú berendezések programjai azonosak, a hírközlő hálózattól vagy az állomásoktól függő részletük nincs. Telepítéskor rövidzárakkal kell beállítani az egyes állomások adatait (az állomás címe, kiépített bemenetek, kimenetek stb.).
- Minden hálózata adatot és figyelt berendezés-adatot a K-típusú berendezések programjai tárolnak a működtető programoktól elkülönített adattömbben. Ezeket az adatmezőket a K-típusú berendezések installációja során töltik fel.
- A K-típusú berendezések programrendszere moduláris, vagyis a funkcionális működtető programrészletek és a berendezéstől függő programrészletek cserélhetők. Új szolgáltatás létesítésekor járulékos működtető programrészletek utólag beépíthetők.

A K-típusú berendezések működtető programrendszere lényegesen nagyobb igényű, mint az A-típusú berendezéseké, ezért a továbbiakban a központok programrendszerét ismertetjük részletesebben.



## 5.1. A K-típusú berendezések programrendszere

1. táblázat

A K-típusú berendezések programrendszere a következő öt részre bontható:

- real-time monitor,
- soros adatvonal kezelő programok,
- funkcionális és megjelenítő programok,
- adatbázis kezelő programok,
- önteszt programok.

A különféle műveletekhez tartozó programrészek futását egy dedikált real-time monitor koordinálja. A real-time rendszerekre jellemzően a működés szempontjából konkurens programok ún. task-okat alkotnak. A K-típusú berendezésekben a következő három task működik, a felsorolásnak megfelelő prioritási sorrendben:

- adatgyűjtés,
- funkcionális működtetés,
- önteszt.

Az adatgyűjtő task, amely a 3.2 szakaszban ismertetett folyamatot valósítja meg, a legmagasabb prioritású. Fő része a soros adatvonal kezelő program, amely a vonali kommunikációt realizálja (vonali protokoll szerkesztés, szintaktikus elemzés). A program re-entrant típusú. Ha a központi berendezésnek több soros vonalat kell kezelnie, akkor a szükséges műveleteket ez a program szimultán hajtja végre. A funkcionális működtető task a rendszer távkezelési funkcióit valósítja meg, és a kezelővel való kommunikációt látja el. A task-ot alkotó egyes programok a kezelői utasításoktól függetlenül is állandóan működnek. Ha a kezelő lenyomja a billentyűzet megfelelő gombját, a task a szükséges programrészekkel bővül, és újabb kezelői utasításig így működik. Az önteszt, amelynek prioritása a legalacsonyabb, csak a CPU „szabad idejében” fut. Feladata a RAM és ROM tartományok ellenőrzése. Hiba esetén a központ működését újra indítja (RESTART). Az újraindítás után a berendezés csak hibátlan esetben kezd működni.

## 5.2. Software-technológia

A programrendszer fejlesztése és a különböző rendszerváltozatok generálása magasabb szintű programnyelv (Compiler Description Language, CDL) segítségével történik. Az elkészült programokat beégetés előtt a nagyszámítógéphez on-line csatlakozó fejlesztő számítógéppel lehet ellenőrizni (Fejlesztő Terminál az MMT rendszerhez). E készülék szolgál a mikroszámítógép-programok beégetésére és a távkezelő berendezések bemérésére is.

## 6. Típusválaszték

A következőkben megadunk néhány tipikus, analóg rádiórelé-vonalakra tervezett berendezésváltozatot. A modularitás és variálhatóság következtében az egyes változatok között nincsenek merev határok.

Az A-típusú berendezések két fő változattal rendelkeznek (1. táblázat), amelyek elsősorban kapacitás-

A-típusú berendezésváltozatok főbb adatai

	Alapváltozat	Bővített változat
Kétállapotú jelzésbemenetek száma	összesen max. 5 × 16	max. 8 × 16
Parancskimene-tek száma		max. 8 × 16
Analóg mérő-bemenetek száma		max. 2 × 16
IEC mérőbusz csatlakozás	nincs	van

2. táblázat

Körzeti felügyelőközpont-változatok főbb adatai

	Alapváltozat	Bővített változat
<i>Hardware</i>		
Adatátviteli csatornák száma	max. 2	max. 8
Videomonitor	fekete-fehér	színes
Printer	nincs	van
IEC busz-csatlakozás	van	van
<i>Software</i>		
Felügyelt állomások száma	max. 32	max. 128
Kijelzési változatok	térkép eseménylista állapottáblázat jelzéstáblázatok kiépítési táblázatok	áttekintő térkép részlettérképek eseménylista (időpontjelzéssel) nyomtatott eseménylista (időpontjelzéssel) összefoglaló jelzőmátrixok
Analóg mérés-funkciók	fading-diagram	fading-diagram, RF kimenőteljesítmény-diagram
Parancs-funkciók	egyszerű parancs	programozható parancskészlet
Komplex vezérlés	csatornatartá- lékoló távvezérlés	csatornatartá- koló és kommu- tátor távvezérlés
IEC busz-műveletek	mérési adatok átvitel	mérésvezérlő funkciók

ban különböznek. Az alapblokk önmagában kis-kapacitású standard változat kiépítésére alkalmas, amely bővítő blokk járulékos alkalmazásával szolgáltatja a teljes kapacitású változatot.

A K-típusú berendezések két funkcionális csoportjába a körzeti felügyelő központok és a főközpontok

tartoznak. A körzeti felügyelő központok a körzeten belüli állomásokat figyelik; kis- és közepes kapacitású standard és nagy kapacitású bővített változatuk fontosabb jellemzőit a 2. táblázat foglalja össze. Főközpontokat kiterjedt hálózatokban alkalmazunk, a körzeti felügyelő központokkal való kapcsolat létesítésére. Az egyik főközpontváltozat, amely célszerűen javítóközpontba kerülhet, a szóban forgó hálózatrészt berendezéseinek meghibásodásait regisztrálja. A másik főközpontváltozat, amely célszerűen kommutátorközpontba kerülhet, a hálózat jelforgalmának követésére, vezérlésére és regisztrálására szolgál.

## I R O D A L O M

- [1] H. Herkert, W. Tromballa: Fernsteuerungs- und Fernüberwachungssystem für die Erdfunkstelle Raisting, Siemens Telcom Report 4, 1981, Heft 6, p. 435–441.
- [2] G. Huszty, J. Wiener: Centralized supervisory system of the trunk network in Budapest, Budavox Telecommunication Review, 1982/3, p. 14–22.
- [3] Y. Suzuki, T. Yamaguchi: New maintenance and operating systems and future trends for transmission network maintenance work, Japan Telecommunication Review, April 1983, p. 107–112.
- [4] Gy. Abrusán, A. Marczy: Service channel multiplex equipment, Budavox Telecommunication Review, megjelenés alatt.

## SZEMLE

Összeállította: GÁL FERENC

A háromévenként az NSZK-ban megrendezésre kerülő elektroncső témájú konferencia megtartására 1983. május 18–20-a között Garmisch-Partenkirchenben került sor „Elektronenröhren” (Elektroncsövek) elnevezéssel. E konferenciára a német rendező szerv (a Nachrichtentechnische Gesellschaft im Verband Deutscher Elektroniker), azaz a Német Elektronikai Szövetségen belüli Híradástechnikai Egyesület – külföldi vendégeket is meghívott.

A konferencia 147 fő résztvevőjének többsége (csaknem száz fő) a német házigazdák közül került ki, a meghívott vendégek 11 országból érkeztek. A szocialista országokat egy 9 fős kínai és a 3 fős magyar delegáció képviselte.

Mészáros Sándor fejl. főmérnök az EIVRT kiküldetésében volt jelen, míg Adám Sándor laboratóriumvezető és Neumayer Béla tudományos tanácsadó HTE kiküldetésben a VDE vendégeként vett részt a konferencián, ahol előadásokat is tartottak a haladóhullámú cső témakörben.

Ha a résztvevők munkahely szerinti megoszlását vizsgáljuk, azt látjuk, hogy a többség 15 nagy gyártó céget, ill. kínai vállalatokat képviselt, a többiek különböző egyetemokről, intézetekből, ill. a Nemzetközi Úrhírközlési Szervezettől érkeztek.

A konferencián az alábbi szekciókban, ill. témákban hangzottak el előadások:

Haladóhullámú csövek	12
Magnetronok	2
Girotronok	3
Klisztronok	4
Adócsövek és tiratronok	2
Elektronsugárcsővek és képcsővek	8
Röntgen- és vákuumkapcsoló csövek	8
Termikus katódok	6
Összesen:	45 előadás

A fentiekén kívül 4 áttekintő jellegű előadásra is sor került. Az elhangzott szakmai előadásoknak gyakorlatilag a fele mikrohullámú csöves, elsősorban haladóhullámú csöves témát érintett.

A konferencia színvonala a várakozásnak megfelelően magas volt, jóllehet alatta maradt az – irodalmi összefoglalókból ismert – egyesült államokbeli elektroncső konferenciáénak, főleg a Teljesítménycső

Konferenciáénak, amely utóbbit évente rendezik meg a külföldiek – Nyugat-Európát és Japánt is beleértve – teljes kizárásával. Ennek a témája csaknem kizárólag mikrohullámú cső. Összefoglalva rendkívül hasznosnak ítéhető a konferencián történő részvétel, amely igen jól tükrözte az elektroncsövek terén mutatkozó európai színvonalat, ennek folytán hozzájárult a részt vevő magyar szakemberek látókörének szélesítéséhez és a Tungstram, valamint a HTE hírnevének erősítéséhez.

(EIVRT híryananyag)

\*

A svéd kormány törvényjavaslatot nyújtott be, amely iránymutatásokat tartalmaz a mikroelektronikában végrehajtandó ötéves országos kutatási, fejlesztési és továbbképzési program végrehajtására. A program költségeit 714 millió svéd koronára becsülik, ebből 549 milliót a kormány, 165 milliót pedig az ipar teremt elő. A kormány már az 1983–84. pénzügyi évben 44 millió koronát juttat erre a célra.

A javasolt program három részre oszlik. Az egyik foglalkozik a félvezetők területén végzendő alapkutatásokkal, az elektronikai és az optikai célkutatásokkal, tapasztalatgyűjtéssel új gyártási eljárásokban, például optoelektronikai alkatrészek és nem szilícium alapon készülő integrált áramkörök előállítására.

A program második része az iparban végrehajtandó fejlesztéseket tárgyalja. Ki kell építeni a tervezési kapacitást az elektronikus alkatrészek felhasználóinak széles körében: növelni kell a termelési kapacitásokat azoknál a vezető alkatrészgyáraknál, amelyeknek elő kell állítaniuk a következő 15 év során valószínűleg szükséges alkatrészeket. Ezen a területen összesen 8 különböző tervezetre készült javaslat.

A program továbbképzéssel foglalkozó része a mikroelektronikának egyetemi szinten való oktatásához szükséges berendezések és felszerelések beszerzését irányozza elő, nagyobb összeget szán a korszerű technológiáknak a kis- és a középvállalatok körében folyó terjesztésére és az oktatók és tervezők továbbképzésére. (Világgazdaság, 1983. november 24.)

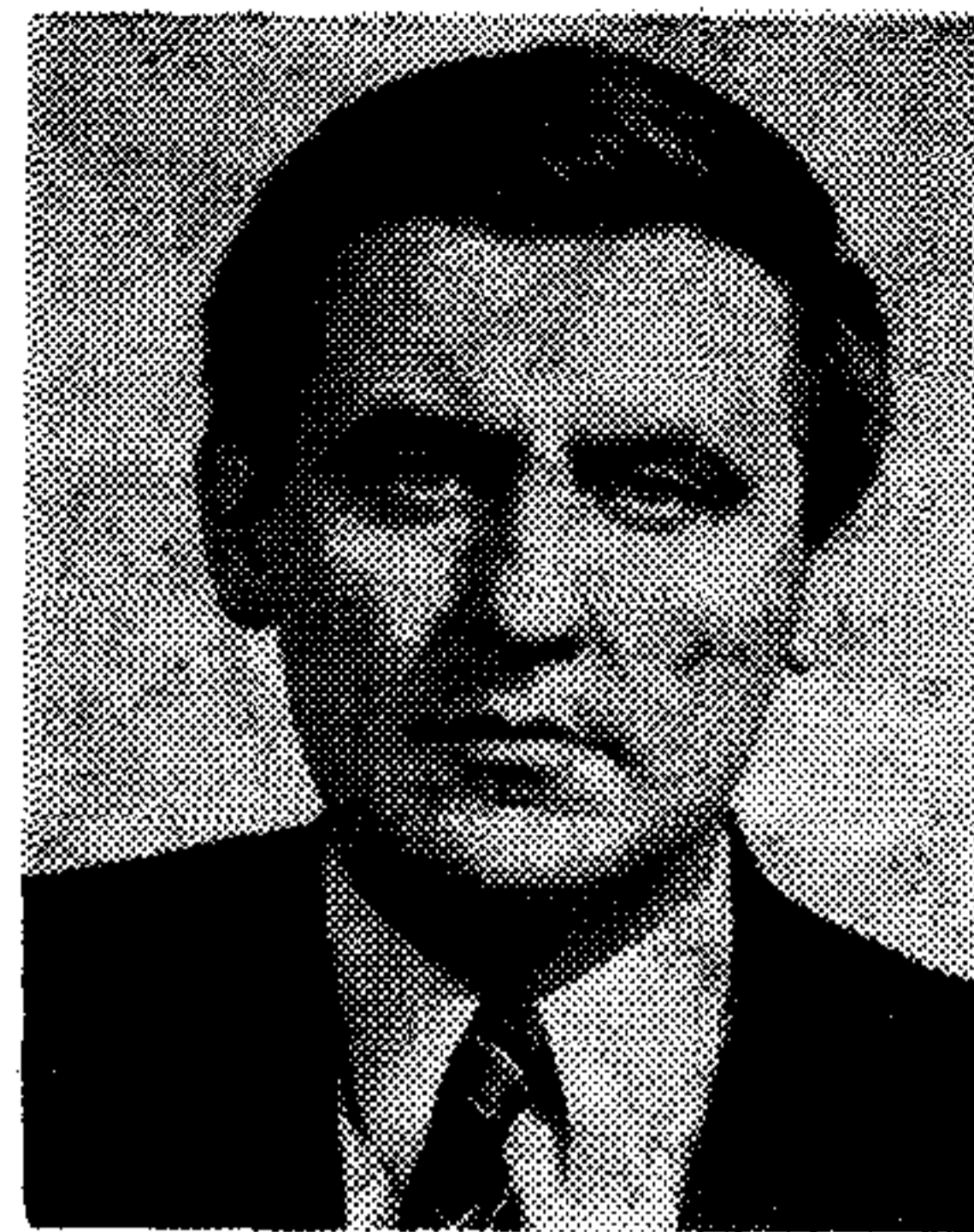
\*

A ljubljani Iskra 15 ezer hordozható tévékészülék szállítására kapott algériai megrendelést. Az alkatrészek formájában kiszállított készülékeket Blida városában fogják összeszerelni. Egy 30 ezer darabos tétel összeszerelése most folyik az algériai városban. (Industrie und Handels-Revue, 1983. november 10.)

Folytatás a 128. oldalon

# Optimális trunkhálózat számítása a veszteségi tényező, az átlagérték, valamint a szórásnégyzet deriváltjai alapján

DR. TÓTH ENDRE  
Postai Tervező Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a haránt-rendszerű trunkhálózat pontos és gyors méretezését ismerteti a hálózat összköltségének a haránt áramkörszám szerinti deriváltja alapján. A számításokhoz felhasználja a veszteségi tényező, valamint a túlsorduló forgalom és a szórásnégyzet-forgalom, illetve áramkörszám szerinti deriváltjait. A módszer alkalmazásának hasznosságát egy példán keresztül mutatja be. (#)

## Bevezetés

Ismeretes, hogy az optimális trunkhálózat általában haránt rendszerű. Ennek határeseteként tekinthetjük a közvetlen (szövevényes), illetve a sugaras (csillagrendszerű) hálózatot.

A haránt rendszerű hálózat méretezésére sajnos nincs explicit képlet. A méretezés a Rapp-módszer alapján történik. A módszer lényege az, hogy a haránt áramkörök számát addig kell változtatni, amíg a hálózat összköltsége minimális nem lesz.

A hagyományos Rapp-módszer hiányossága, hogy — a haránt áramköröknek próbálgatással való meghatározása miatt — lassú.

Kézenfekvő az a gondolat, hogy a költségminimumhoz tartozó haránt áramkörszámot az összköltségnek a haránt áramkörök szerinti deriváltjából számítsuk ki.

Az összköltséget az alábbi képlettel fejezhetjük ki:

$$C = \sum_j B_j \cdot N_j \quad (1)$$

ahol  $N_j$  a  $j$ -edik összeköttetés áramkörszáma,

$B_j$  a  $j$ -edik összeköttetés egy áramkörének költsége

(a számolás egyszerűsítése végett feltételezzük, hogy  $\frac{\partial B_j}{\partial N_j} = 0$ ),

$C$  a hálózat összköltsége.

Az összköltségnek az  $i$ -edik haránt összeköttetés szerinti deriváltja

$$\frac{\partial C}{\partial N_i} = B_i + \sum_{j \neq i} B_j \frac{\partial N_j}{\partial N_i} \quad (2)$$

\* A szükséges matematikai apparátus a Postai Tervező Intézet információs tájékoztatójában (INFO—1983/6. szám) hozzáférhető.

Beérkezett: 1982. XI. 24.

## DR. TÓTH ENDRE

Mérnöki diplomáját 1959-ben kapta meg a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának híradástechnikai szakán. 1969-ben távbeszélő-technikai szakmérnöki diplomát szerzett. Egyetemi doktori címet 1976-ban kapott a „Közzetű hálózatok optimális tervezése” című disszertációjáért. 1959. május 11-től a Postai Tervező Intézet dolgozója. 1981-ig az Intézet köz-

pontos osztályán távbeszélő központok és helyközi hálózatok forgalmi méretezésével foglalkozott. Jelenleg a számítástechnikai csoport rendszerprogramozója. Távbeszélő forgalomelmélet területén elsősorban a kerülőutas trunkhálózatok optimális méretezésével foglalkozik. Ezzel kapcsolatban jelent meg a Híradástechnikában két korábbi cikke is, és ezt az elméletet alkalmazta több helyközi trunk hálózati tervében is.

Az összköltség ott minimális, ahol a derivált 0.

Mivel az  $N_j = N_j(N_i)$ -t nem lehet explicit függvényként felírni, a deriválást csak lépésenként lehet elvégezni, s az  $N_i$  gyököt is csak valamilyen iterációs módszerrel lehet kiszámítani. Célszerű az érintő módszert alkalmazni. Ehhez fel kell írni a (2) képlet deriváltját:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial N_i^2} = \sum_{j \neq i} B_j \frac{\partial^2 N_j}{\partial N_i^2} \quad (3)$$

A módszert természetesen többhurkos hálózatra is lehet alkalmazni, de ez esetben nemlineáris egyenlet helyett egyenletrendszert kell megoldani.\*

## A módszer alkalmazása

A továbbiakban nevezzük az optimális hálózatnak egész harántáramkörökkel, próbálkozásos felvétellel való meghatározását hagyományos Rapp-módszernek, a költségfüggvények deriváltjaival való meghatározását pedig differenciális Rapp-módszernek! Vizsgáljuk meg azt, hogy a két módszer miben egyezik meg egymással, illetve miben különbözik egymástól.

1. Mindkét módszernél célszerű közelítő eljárásból meghatározott haránt áramkörszámból kiindulni. Nulla, illetve kis veszteségű áramkörszámból kiindulva általában hosszadalmas számítási módszerhez jutunk.

A közelítő számítások általában a túlsorduló forgalomnak csak az átlagértékét veszik figyelembe.

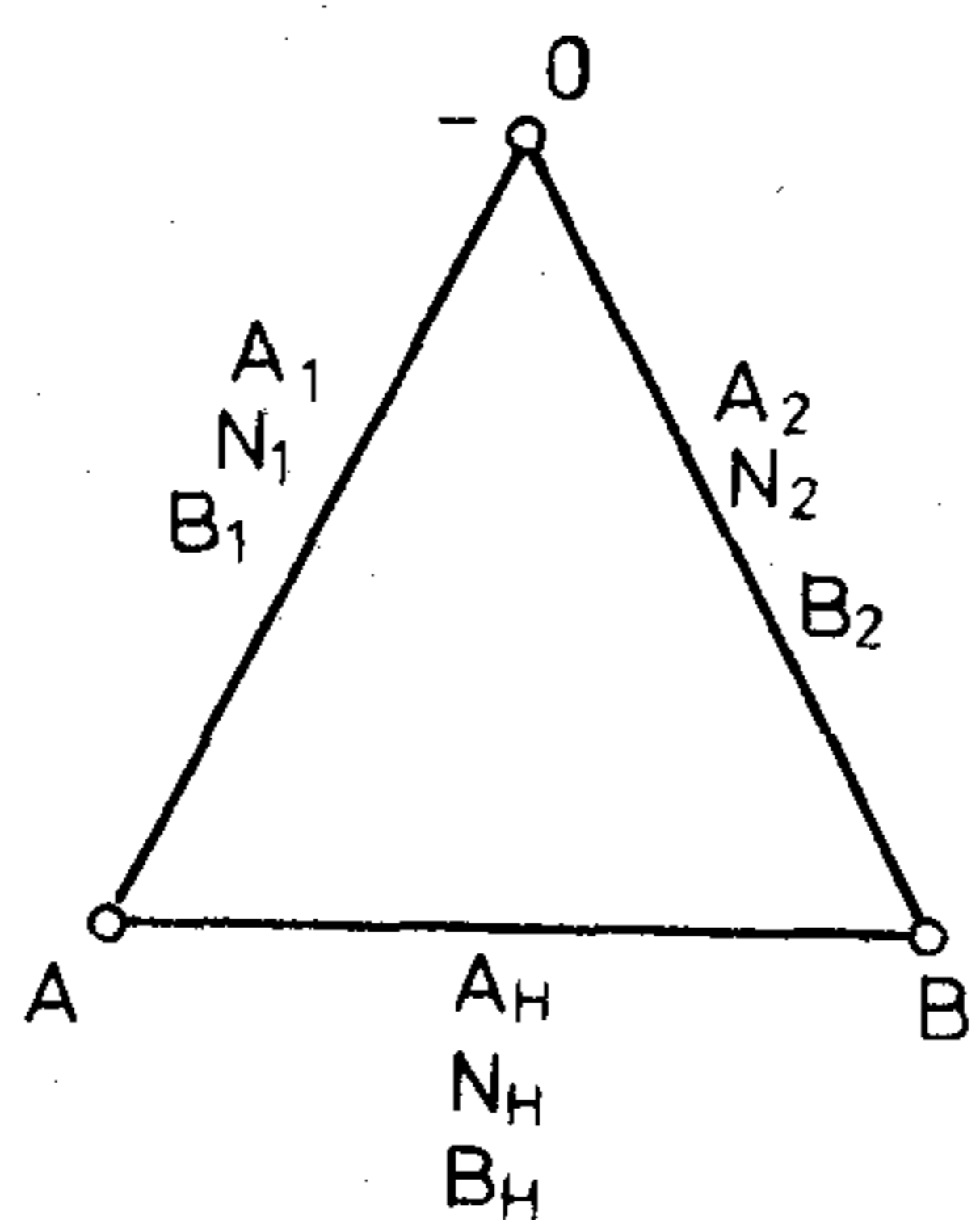
Több közelítő módszer is van. Az ismertebbek az alábbiak.

a) Első svéd módszer. Képezzük a haránt összeköttetés, valamint a kerülőút egy áramkörre költségének hányadosát ( $\varepsilon$ -t)

$$\varepsilon = \frac{B_H}{B_1 + B_2} \quad (4)$$

ahol  $B_H$  a haránt összeköttetés egy áramkörének költsége,

$B_1, B_2$  a kerülő irányok egy áramkörének költsége (lásd 1. ábra).



H 352-1

1. ábra. Egyhurkos hálózat felépítése

Optimális esetben

$$\varepsilon \approx F_H = A_H(E_{N_{H-1}} - E_{N_H}) \quad (5)$$

ahol  $A_H$  a haránt összeköttetésnek felajánlott forgalom,

$E_{N_H}$  a haránt összeköttetés veszteségi tényezője,

$E_{N_{H-1}}$  az egy áramkörrel csökkentett haránt áramköri nyáláb veszteségi tényezője,

$F_H$  a haránt összeköttetés utolsó áramkörének kihasználási tényezője (tulajdonképpen a túlsorduló forgalom átlagának differenciahányadosa).

A módszer előnye az egyszerűsége. Hátránya az, hogy az utolsó választású irányokra 100%-os kihasználtságot tételez fel, ami közelítőleg is csak nagy forgalom, illetve nagy veszteségi tényező esetén igaz.

b) Második svéd módszer. Ennél az alábbi képlettel számítható ki az  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \frac{B_H}{\frac{B_1}{F_1} + \frac{B_2}{F_2}} \quad (6)$$

A képletben  $F_1, F_2$  a kerülő irányok utolsó áramkörének kihasználási tényezője.

A (6) képlet pontosabb eredményt ad, mint a (4), de kiszámításához meg kell határozni a kerülő irányok áramkörszámát, ami a számítás idejét jelentősen megnöveli.

c) A Rapp-féle közelítő képlet. Y. Rapp az  $\varepsilon$  alábbi módosítását javasolja:

$$\varepsilon' = \varepsilon[1 - 0,3(1 - \varepsilon^2)] \quad (7)$$

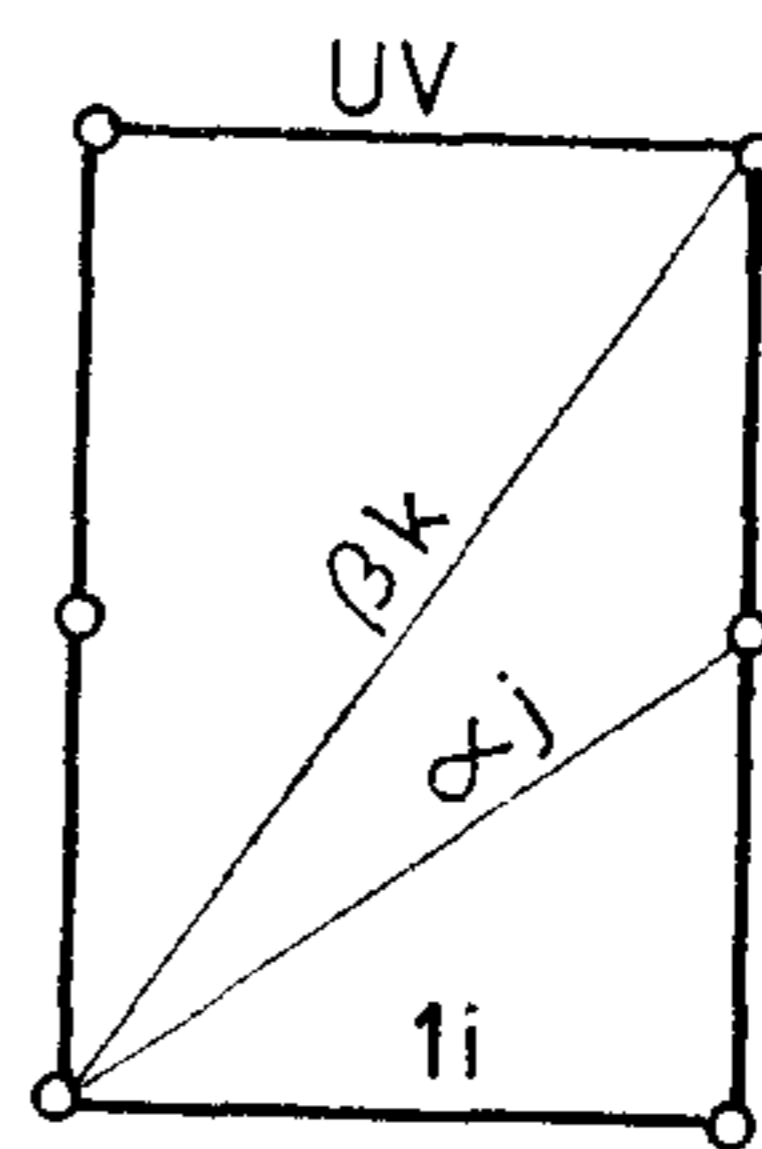
A további számításokban ezt az  $\varepsilon'$ -t kell  $\varepsilon$  helyett figyelembe venni. A módszer pontosabb, mint az I. svéd módszer és kisebb az időigénye, mint a II. svéd módszeré. Számítógépes optimumkereséshez ezt a módszert célszerű alkalmazni.

d) Lotze-módszer. Az előző módszerek a haránt irányt és a közvetlen kerülőutat vették figyelembe, a Lotze-módszer az összes kerülőutat.

Vizsgáljuk például a 2. ábrán látható hálózatot. Erre a hálózatra A. Lotze az alábbi eredő költségarányt vezette le:

$$\varepsilon = \frac{B_{UV}}{B_{1i}} \left[ \frac{1 - E_{\alpha_j}}{\frac{B_{UV}}{B_{\alpha_j}} \cdot \frac{\Delta Y_{\alpha_j}}{\Delta Y_{UV}}} + \frac{E_{\alpha_j}(1 - E_{\beta_k})}{\frac{B_{UV}}{B_{\beta_k}} \cdot \frac{\Delta Y_{\beta_k}}{\Delta Y_{UV}}} + E_{\alpha_j} E_{\beta_k} (1 - E_{UV}) \right] \quad (8)$$

ahol  $Y$  a lebonyolított forgalom (az indexben levő kifejezések a 2. ábra útvonalaira utalnak).



H 352-2

2. ábra. A 6. képlethez tartozó hálózat

Látható, hogy a Lotze-módszer a közelítő módszerek közül a legpontosabb, de a legbonyolultabb is. Használata akkor indokolt, ha elegendőnek tartjuk a közelítés pontosságát.

2. A közelítő haránt áramkörszám után a hagyományos és a differenciális Rapp-módszerrel különbözőképpen kell a pontos haránt áramkörszámot meghatározni. Az eltérést egy példán mutatom be.

Legyen egy egyhurkos hálózatunk (1. ábra). Legyen mindhárom felajánlott forgalom  $5E$ , mindhárom egységköltség 1 egység, s a hálózat átlag veszteségi tényezője 0,01!

A haránt irányra azért vettem fel  $5E$ -t, hogy egyértelműen kiadódjon a haránt áramkör szüksége. Az utolsó választású irányokra pedig azért, hogy az utolsó áramkör kihasználása 100%-nál jóval kisebb legyen.

Az 1:1-es költségarány jól megközelíti a valóságot, mert a nagy csatornaszámú vonali berendezések fajlagos költsége általában egy nagyságrenddel alatta marad a végponti (modem-, központ-, épület-, áram-

X	C(X)	C1(X)	C2(X)
6.0000000000000000	29.635283977970910	-0.516713307010375	0.339380439350455
7.325312040803117	29.224349184009510	-0.086450833532457	0.373649517393085
7.556680821950687	29.213823731971670	-0.004419396699133	0.369196993393924
7.562651116325302	29.213796168790410	-0.000173641685903	0.368907192070036
7.569121808384541	29.213795705038570	-0.000006665559011	0.368895388391346
7.569139877352632	29.213796160969500	-0.000000329420330	0.368894981233146
7.569140770344939	29.213796269347090	0.000000005299456	0.368894854995346
7.569140755979178	29.213796310005160	-0.000000005571857	0.368894831519247
7.569140771083366	29.213796267256980	0.000000005353302	0.368894856075037
7.569140755202685	29.213796312202700	-0.000000006159453	0.368894830256897
7.569140771899728	29.213796264946690	0.000000006476053	0.368894857402167
7.569140754344447	29.213796314631490	-0.000000006303892	0.368894828361707
7.569140772301988	29.213796262393090	0.000000007153841	0.368894858369014
7.569140753395805	29.213796317316500	-0.000000007526805	0.368894827319377
7.569140773799466	29.213796259569800	0.000000007913728	0.368894860490737

ellátás stb.) fajlagos költségének. Mivel pedig az utóbbiak fajlagos költsége első közelítésben független a vonalkapacitástól, nem követünk el nagy hibát, ha minden útvonalra azonos költséget veszünk.

Példánkban a közelítő módszerrel 6, a pontos módszerrel pedig 8 haránt áramkört kapunk.

Hagyományos módszerrel kedvező esetben három (7, 8, 9), kedvezőtlen esetben négy (5, 7, 8, 9) lépésben jutunk el a hagyományos Rapp-módszerrel a közelítő áramkörszámtól a pontos áramkörszámig. Mivel előre nem tudhatjuk, hogy a pontos áramkörszám kisebb-e vagy nagyobb a közelítő értéknél, átlagosan 3,5 lépés szükséges a példa szerinti pontos áramkörszám meghatározásához.

A differenciális Rapp-módszernek akkor van értelme, ha a hagyományosnál kevesebb lépésben határozza meg a pontos áramkörszámot. Esetünkben tehát minimálisan 3 lépésben célhoz kell jutni.

Az 1. táblázatban látható a számítás eredménye.  $X$  a haránt áramkörszám,  $C(X)$  a hálózat összköltsége,  $C_1(X)$  a költség első deriváltja (ami egyben a közelítés hibája is),  $C_2(X)$  pedig a második derivált.

A differenciális Rapp-módszerben a költségek kiszámításával egyidejűleg megkapjuk a következő közelítés áramkörszámát. Így a közelítő áramkörszám költségének kiszámításánál megkapjuk az első módosítás áramkörszámát (második sor), az első módosítás költségének kiszámításakor megkapjuk a második módosítás áramkörszámát (harmadik sor) stb.

Az 1. táblázatból látható, hogy az első módosítás után már nagyságrendileg megkapjuk a tényleges haránt áramkörszámot (7,556681...), míg a második közelítés után az optimumkeresés hibája elhanyagolhatóan kis érték ( $C_1(X) \approx -1,73 \cdot 10^{-4}$ ). Ezzel szemben a hagyományos Rapp-módszerrel kedvező esetben is csak a harmadik módosítás után kapjuk meg a tényleges optimumot.

A táblázatból az is látható, hogy a módszer eleinte gyorsan konvergál, de a gyök közelében még dupla pontosságú számokkal dolgozva is annyira halmozódnak a részhibák, hogy a számítás pontatlanná válik, a gyököt csak egy bizonyos kis, de véges hibával lehet meghatározni (a gyakorlati igényeket azonban ez a pontosság  $\approx 2 \cdot 10^{-5}$  áramkör — is jóval meghaladja).

Előfordulhat az is, hogy a közelítő haránt áramkör-

szám megegyezik a tényleges haránt áramkörszámmal. Ez a hagyományos Rapp-módszer alkalmazása esetén két lépés ( $N_H - 1, N_H + 1$ ) után derül ki, míg a differenciális Rapp-módszer alkalmazásánál vagy már a közelítő áramkörszám költség számításánál, vagy az első módosítás után. A módosítások számában tehát itt is elérhető a megtakarítás.

Ha nem gazdaságos a haránt áramkör alkalmazása, az a hagyományos Rapp-módszer esetén egy módosítás után derülhet ki. Itt  $X_H \approx 0,5$  esetén a differenciális Rapp-módszer alkalmazásánál is szükség lehet egy módosító lépésre. Ebben az esetben tehát a két módszer azonos lépésszámból állhat.

Végül kis veszteségű haránt áramkör esetén hagyományos Rapp-módszerrel, két, differenciális Rapp-módszerrel egy lépésben lehet a hálózat minimális voltát igazolni.

Látható tehát, hogy a differenciális Rapp-módszerrel általában legalább egy módosító lépést meg lehet takarítani a hagyományos Rapp-módszerhez képest, ami több száz óras futásidő mellett jelentős gépidő-megtakarítást jelent.

#### Az egész haránt áramkör szám meghatározása

A differenciális Rapp-módszer általában tört haránt áramkör számot eredményez. Mivel azonban csak egész áramkört lehet megvalósítani, a tört áramkör számot egész áramkörre kell átalakítani.

Ha a költségfüggvény a gyök környezetében (az  $[X_{H-1}, X_{H+1}]$  intervallumban) szimmetrikus (a második derivált is szimmetrikus vagy állandó), a tört áramkör szám kerekítésével megkapjuk a minimális költséget adó haránt áramkör számot.

Ebből a célból vizsgáljuk meg a költségeket, illetve a deriváltakat 7, 8, illetve 9 haránt áramkör esetén (2. táblázat).

2. táblázat

$N_H$	$C(N_H)$	$C'(N_H)$	$C''(N_H)$
7	29,250 29	-0,197 379	0,37 667
8	29,245 93	0,151 495	0,25 655
9	29,556 549	0,469 563	0,29 413

A táblázatból és az 1. táblázatból látható, hogy a második derivált a 7, 8 intervallumban valóban közel állandó, ezért az 1. táblázatban kapott tört áramkör-számot 8-ra lehet kerekíteni. Ugyancsak látható, hogy valóban 8 haránt áramkörnél minimális a hálózat összköltsége.

Az 1. és a 2. táblázatból az is látható, hogy a második derivált nem egészen állandó, hanem monoton csökken. Ennek megfelelően a kerekítés is eltolódik. Ha a II. derivált változását lineárisnak tekintjük, a kerekítési pont 0,0012-del negatív irányba tolódik. Ezt azonban nem érdemes figyelembe venni, mert a számítás idejét megnöveli, s helytelen irányba való kerekítés esetén (aminek 2,2‰ a valószínűsége) sem nő a költség számítás hibája 0,001 fölé.

#### A pontos Rapp-módszer alkalmazásának előnye

Felmerül az a kérdés, hogy érdemes-e a közelítő módszerek helyett egy nagy gépidejű, bonyolult programot írni?

Ebből a célból vizsgáljuk meg ismét az I. és a II. táblázatot! Látható, hogy a közelítő módszerrel

nyert 6 áramkörhöz 29,635, míg a pontos számítással kapott 8 áramkörhöz pedig 29,2459 költségegység tartozik. A pontos számítással tehát

$$\frac{29,635 - 29,2459}{29,635} \cdot 100 \approx 1,3\%$$

költségmegtakarítást lehet elérni, ami a nagy költségigényű trunkhálózatok beruházásánál jelentős összeg lehet.

#### I R O D A L O M

- [1] Rapp, Y.: Planning of function Network in a Multi-exchange Area. I. General Principles Ericsson Technics No. 1. (1964) 77—130. oldal.
- [2] Wilkinson, R. I.: Theories for Toll Traffic Engineering in the U.S.A. Bell System Technical Journal. 35 (1956) 421—514. oldal.
- [3] Wallström, B.: Congestion Studies in Telephone Systems with Overflow Facilities. Ericsson Technics. No. 3. 1966. 189—351. oldal.
- [4] Akimaru, H., Tokushima, H., Nishimura, T.: Derivates of Wilkinson Formula and Their Application to Optimum Design of Alternative Routing Systems. ITC-9. 1—6. oldal.

## Elektronikai alkatrészek felhasználási tapasztalatai szeminárium

(1983. X. 3—5. Debrecen)

Az alkatrész-konferenciák, -ankétok, -szimpóziumok, -szemináriumok 29 éves sorozatában az ez évi szeminárium, „Elektronikai alkatrészek felhasználási tapasztalatai” címmel 1983. október 3—5. között Debrecenben került megrendezésre.

Az évenként megrendezésre kerülő alkalmak szervezéséről általában kitűnik, hogy egy-egy szeminárium nem tud az elektronikai ipar problémáinak összességével foglalkozni. Törekedni kell azonban a következtetések megtételénél, hogy kellő hangsúlyt kapjanak az éppen megtartott rendezvényen csak érintett, de egyébként megoldásra váró feladatok teljesebb körének kérdései. Így történt ez a most megtartott szemináriumon is! Ezért kellett külön kiemelni, hogy az Elektronikai Alkatrészek és Részegységek Központi Fejlesztési Programja (EKFP) a teljes alkatrészválaszték fejlesztésére határoz meg feladatokat. Most is a plenáris programban elhangzott előadások jól kapcsolódtak ugyan a szeminárium címében megadott témakörhöz, ezek mellett azonban egyes — egyébként lényeges — kérdések most mégsem kerültek részleteiben ismertetésre és megtárgyalásra. Így például az alapanyagok, az elektromechanikus alkatrészek területéről hiányoztak a beszámolók.

A szeminárium résztvevői — a plenáris előadásokban, valamint a 18 vállalat és intézet szakértői részéről a szekciók keretében tartott beszámolókból — megállapíthatták, hogy mind a mikroelektronikai, mind a nem mikroelektronikai alkatrészek fejlesztési feladatainak megoldásában

értünk el lényeges eredményeket, azonban az alkatrészek nem elhanyagolható területéről az ellátási gondok igen súlyosak. Természetesen ez addig nem érződött ennyire súlyosnak, amíg elektronikai berendezésgyártásunk alapanyag- és alkatrészellátásának tőkés deviza fedezetét a népgazdaság minden további nélkül biztosítani tudta.

Az alkatrész-szemináriumnak az elektronikai alkatrészipar eredményein és gondjain túlmenően — összhangban az 1974. évi pécsi konferencián elhangzottak alapján, 1975 júniusában a párt- és állami vezetés részére készített „A magyar elektronikai ipar fejlődési problémái”-ról írt tanulmányával — az egész elektronikai ipar helyzetéről is tájékoztatást kellett kapni. Erről *Köteles Zoltán* miniszterhelyettes elvtárs előadása adott áttekintést, kihangsúlyozva, hogy a jelenlegi feltételek között is meg kell találnunk a kiutat, hogy berendezésgyártásunk tradíciójának és korábban elért színvonalának megfelelően pozícióit megtarthassa. Ugyanakkor fontos szempontként említette a berendezés- és alkatrészgyártók szoros együttműködését. Ugyanis szükséges, hogy a berendezésgyártók tudjanak élni az alkatrészipar nyújtotta új lehetőségekkel, mivel a fejlődés meghatározójának a felhasználói igényeket kell tekinteni.

Ki kell emelni még két fontos témakört érintő, általános érdeklődésre számot tartó plenáris előadást. *Dr. Sándory Mihály* a mikroelektronika kormánybiztosa „A mikroelektronikai alkatrészellátás helyzete és a vonatkozó kormányprogram alakulása” címmel tartott előadásában összehasonlította a mikroelekt-

ronikai alkatrészipar fejlődését azokkal a szupozíciókkal, amelyeket 1981-ben felvázoltak, és amelyek alapján az EKFP mikroelektronikai ágát megtervezték, valamint részletesen ismertette, hogy a kormányprogram ezen részének végrehajtásában a mai napig meddig jutottak és mi várható a jövőben. *Iklódy Gábor*, az EMO vezérigazgatója „Az elektronikai alkatrészellátás helyzete, különös tekintettel az ipar és kereskedelem kapcsolatára” című előadásában nemcsak a mai helyzettel foglalkozott, hanem áttekintést adott általánosabb értelemben is az ellátás gondjairól, továbbá az ellátás szervezéséről, a bonyolítás és gazdálkodásunk módjáról.

A korábbi gyakorlatnak megfelelően a szeminárium most is határozatot fogadott el. A szeminárium résztvevőinek felelősségérzetét az elektronikai ipar jelene és jövője miatt nagyon jól tükrözte az az „1974. évi pécsi ankét óta állandóan ismétlődő, kiáltóan figyelmeztető” aktivitás, amely a „Határozat” élesebb és határozottabb szövegezése érdekében nyilvánult meg.

A szeminárium résztvevői az alábbi határozatot fogadták el:

1. Az Elektronikai Alkatrészek és Részegységek Központi Fejlesztési Programja (EKFP) mikroelektronikai és nem mikroelektronikai alkatrészek fejlesztésére vonatkozóan határoz meg feladatokat.
2. A mikroelektronikai területen — a plenáris előadáson elhangzott értékelés szerint — eredményes előrehaladás történt a tervezett feladatok teljesítésében. A MOS technológia telepítése, a tervezés és maszkgyártás fejlesztése a tervezettnél megfelelően halad. A kutatás-fejlesztés, a bipoláris technológia területén előirányzott feladatok megoldása a külső nehézségek (beruházási keretek és szállítókészség hiánya ...) miatt nem halad a tervezett szerint. Szorgalmazni kell a mielőbbi megvalósulást az összes lehetséges megoldás figyelembevételével, ugyanis a késésnek kedvezőtlen kihatásai már ma is érződnek.
3. A nem mikroelektronikai alkatrészek területén sikerült ugyan megvalósítani a fólia-, réteg-, elektrolit-kondenzátorok, stronciumferritek, fémréteg-ellenállások fejlesztési feladatait, de domináns tőkés import alkatrészek hazai fejlesztésének munkálatait nem lehetett beindítani (elektromechanikus alkatrészek, kerámia alkatrészek és formatestek). Biztató előrelépés történt a hibrid integrált áramkörgyártás megvalósítása érdekében, de itt is szükséges a végrehajtás meggyorsítása a felhasználói igények mielőbbi kielégítése érdekében.

4. A szeminárium szükségesnek tartja felhívni az illetékesek figyelmét, hogy

- az EKFP-ben szerepeltetett összes alkatrész egyidejű fejlesztéséről gondoskodni kell,
- mivel a népgazdaság elektronizálása szempontjából fontos követelmény az elektronikai ipar legfontosabb szakterületeinek komplex fejlesztése, ezért gondoskodni kell az EKFP-ben rögzített feladatok mellett a berendezésgyártó ipar egyidejű fejlesztéséről is.

5. Az egyre nehezebb gazdálkodási (gazdasági és egyéb) feltételek mielőbb szükségessé teszik a berendezésgyártók alapanyag- és alkatrészigényeinek minél nagyobb mértékű hazai és szocialista típusokkal való kielégítését. Ehhez az EKFP szerint biztosított hazai alkatrészfejlesztésnek kell megteremteni a kedvező feltételeket, a szükséges cserealapot.

Mindezek mellett a népgazdasági szinten szűkösen rendelkezésre álló konvertibilis deviza-keretből kiemelten kell preferálni mind az elektronikai alkatrész, mind a berendezésgyártás korszerűsítését, termékszerkezet-váltását.

6. A szeminárium megállapította, hogy mind a plenáris, mind a részletes szakmai előadások és ez utóbbiakat követő viták tárgyilagosan foglalkoztak az elektronikai alkatrészek területén elért újabb eredmények ismertetésével, valamint a felhasználók és gyártók kapcsolatának fejlesztésére vonatkozó kérdésekkel.

A szeminárium a szakma képviselőinek széles körű személyes eszmecserékre biztosított lehetőséget a felhasználói tapasztalatokról, az alkatrészigényekről, valamint az alkalmazástechnikai problémákról.

7. A szeminárium a továbbiakban is szükségesnek tartja

- évenként megrendezni az elektronikai alkatrészekkel foglalkozó hagyományos szakmai és társadalmi fórumot,
- fokozni a plenáris vitában a szeminárium résztvevőinek aktivizálását, problémaérzékenységét, az egyre nehezebb körülmények között végrehajtandó feladatok megoldása érdekében.

A szeminárium fontosnak tartja, hogy a szakma képviselői az alkatrészipar fejlődésével kapcsolatban — a hivatali kötöttségektől bizonyos mértékig függetlenül — információt cseréljenek és véleményüket kifejtsék.

*Bráda Ferenc*

# Tudományos napok a Posta Kísérleti Intézetben

A Posta Kísérleti Intézet évek óta rendszeresen rendez tudományos napokat, melyeken egy-egy témakört külföldi szakértők bevonásával vitatnak meg. Az 1983. évi Tudományos napok témájául a távbeszélő-hálózat korszerű kiépítését választottuk. Ennek indoka az volt, hogy a Magyar Posta célul tűzte ki a 30,7-es beszélőhely-sűrűség elérését 2000-ig. Jelenleg az előfizetői sűrűség 12 körüli érték, vagyis 17 év alatt ennek másfélszeresét kell elérni. Az első automata központok üzembe helyezése óta több mint 50 év telt el, tehát háromszorosa a most előttünk álló időszaknak. A fejlesztés ütemét tehát a Magyar Posta célkitűzéseinek elérésére az eddiginek ötszörösére kell növelni, ami a hálózatépítés jelenlegi módszereivel nem érhető el. Új megoldásokat, korszerű eszközöket kell alkalmazni, ehhez a hazai kutatás és a külföldi tapasztalatok egyaránt segítséget nyújtanak.

Ezekről a kérdésekről beszélt bevezető előadásában *dr. Valter Ferenc*, a Magyar Posta távközlésszolgáltatási igazgatója, a KTE Postai és Távközlési Tagozat elnöke, aki vázolta azokat a technikai lehetőségeket, amelyeket a közeljövőben alkalmazni lehet. A korszerű módszereket tükrözték az elhangzott hazai és külföldi előadások is. Nagy súlyt kapott a fénytávközlés bevezetése, ami a jelenlegi alépítmények jobb kihasználását és a csatornaszám gyors növelését teszi majd lehetővé. Átfogó előadást tartott ebben a témában *prof. Diodato Gagliardi*, az Olasz Postai Kutatóintézet igazgatója, és a CCITT XV. Tanulmányi Bizottságának elnöke. Előadása a jelenlegi helyzet ismertetésén túlmenően a közeljövő lehetőségeit és a fejlesztés irányait is megmutatta. Ehhez kapcsolódott *Márkus Edit* (PKI) „Fényvezető szálak és kábelek mérése” c. előadása, amely a legutolsó időszak hazai eredményeit tartalmazta.

A másik kiemelkedő témakör a digitális technika lehetőségeinek kihasználása, amelyre vonatkozólag *dr. Sallai Gyula* (PKI) tartott átfogó előadást „A kapcsolat- és átviteltechnika fejlődésének hatása a helyi hálózatok felépítésére” címmel. A hálózatépítési koncepciókat és a meglévő hálózat digitális átvitelre való felhasználását ismertette *Gerhard Schweiger*, az NSZK Postai Kutatóintézetének osztályvezetője „Az NSZK Posta hálózatfejlesztési koncepciója” című előadásában. Szorosan kapcsolódott ehhez a témához *Balás Miklós* (PKI) „Szimmetrikus kábelek szélessávú kihasználása” c. előadása, amelynek eredményei összevethetők az NSZK hasonló kutatásaival.

A digitalizálással kapcsolatos további kérdéseket tárgyalt *Kolláth Gábor* (PKI) „Digitális előfizetői hálózatok tervezése” és *Horst Lamers* (NSZK) „Digitális távközlési hálózatok átviteltechnikai követelményei” c. előadása.

A fénytávközlés és a digitális átvitel témaköre nemcsak a hazai távközlési hálózat fejlesztőit és építőit érinti, hanem döntő befolyása van a hazai ipar távlati terveinek kialakítására is. Ezért ezeket az előadásokat 1984. I. félévében a lap hasábjain folyamatosan közölni fogjuk. Ugyancsak általános érdeklődésre tarthat számot *Varjú György* előadása, amely a nagyfeszültségű távvezetésekből származó zaj és az összeköttetések szimmetriacsillapítása között adott meg összefüggéseket. Ennek a témának az ad jelentőséget, hogy az országot egyre jobban behálózó nagyfeszültségű vezetékek és a villamos vasúti vontatás a CCITT által javasolt 3 pW/km zajértékből nagy hányadot venne igénybe kellő szimmetria nélkül. A tervezési módszereket és számítási elveket tartalmazó előadás indokolta a sok esetben túlzottan tartott szimmetria előírásokat.

A légköri eredetű túlfeszültség témakörével, amely főként a biztosító eszközök tervezői számára érdekes, *Zdenek Rous* (CSSZK) és *Janklovics Zoltán* (PKI) előadása foglalkozott. Nagy gazdasági jelentősége van *Verebélyi Tibor* (PKI) előadásának, amely az erősáramú és távközlési vezetékek közös oszlopsoron történő építésének tapasztalatait ismertette. Gazdaságilag igen jelentős és újszerű volt *Vámos Péter* (PKI) előadása DM-kábelek számítógépes kiegyenlítési módszereiről. Meg kell még említeni azokat az előadásokat, melyek a postai alépítmények és közműalagutak fejlesztésével, építésével és üzemeltetésével foglalkoztak. Itt a hazai és az NDK tapasztalatokat lehetett összevetni *Ghymes György* és *Georg Dalski* előadása nyomán.

Jelentős fejlesztési munkát csak úgy lehet végezni, ha a meglévő eszközök javítása, karbantartása nem köt le túlzottan nagy erőket. Ezeket a kérdéseket vizsgálta *Vágner Tiborné* (PKI) „A minőségvédelem helye és szerepe a távközlési hálózatok fenntartásában” c. előadása.

Az előadások és az azokat követő élénk vita egyértelműen bebizonyította, hogy új létesítmények esetén már most érdemes a digitális technikát is figyelembe venni, túltelített irányok esetén pedig segítséget nyújthat a meglévő kábelek kiváltása fényvezető összeköttetésekkel. Ugyanakkor az előadások azt is hangsúlyozták, hogy a meglévő létesítmények további üzemeltetése mindaddig gazdaságos lehet, amíg fenntartásuk megoldhatatlan problémák elé nem állítja az üzemeltetőt. A külföldi tapasztalatok és a hazai eredmények összevetése számos területen jól körülhatárolta a hazai fejlesztés lehetőségeit és célszerű irányait.

*Dr. Lajtha György*



# LC szűrők korszerű tervezési módszerei

SZENTE LÁSZLÓ—RADVÁNY JENŐ

Telefongyár



## ÖSSZEFOGLALÁS

Szűrőáramkörök tervezésére a gyakorlatban elterjedt módszerek alapvetően egyetlen, a specifikációt kielégítő áramkör tervezésére alkalmasak. Az átviteltechnikai gyakorlatban azonban sorozatban gyártott szűrők tervezése a cél. Szükséges volt tehát olyan tervezési módszer kidolgozása, mely a specifikációt kielégítő valamennyi áramkör tervezésére alkalmas és már a tervezés során figyelembe veszi a gyártási körülményeket, valamint a környezeti hatásokból származó bizonytalansági tényezőt. Egy ilyen módszert ismerttet a cikk. (↔)

LC szűrők tervezésére az irodalomban és a gyakorlatban többféle módszert alkalmaznak. Ezek a módszerek alkalmasak arra, hogy egyetlen, az előírásokat kielégítő, LC elemekkel megvalósítható hálózatot hozzanak létre a segítségükkel. A különféle módszerekkel létrehozott hálózatok a tervezési előírásokat teljesítik, bár elemértékkészletük és topológiájuk nagymértékben különbözhet. Azt mondhatjuk tehát, hogy a különféle módon tervezett különféle áramkörök a specifikáció szempontjából ekvivalensek. Nem célunk itt a számítási módszerek ismertetése és kritikája. Csak utalunk dr. Herendi Miklós: LC szűrők tervezése c. munkájára, mely véleményünk szerint teljes áttekintést nyújt a tárgyban. A telefongyári gyakorlatban mi az ún. üzemi paraméteres tervezési módszert alkalmazzuk. (E módszer hazai alkalmazását Darington 1938-ban megjelent értekezése alapján Radvány Jenő dolgozta ki.)

Eddigi tapasztalataink szerint az átviteltechnikai igények által követelt szűrők számítására a módszer teljes mértékben alkalmas. Az irodalomból ismert összes módszerrel együtt ennek is vannak korlátai. Az alapvető problémát az okozza, hogy *csak egyetlen áramkör tervezését* valósíthatjuk meg, igaz, hogy hétjegynyi pontosságra.

A gyakorlatban azonban az adott specifikációt kielégítő, *valamennyi áramkör* tervezése a feladat. Nyilvánvaló, hogy ennek a feladatnak a megoldása eredményül névleges elemértékeket, és azok szórási (tolerancia) intervallumát adja.

Az eddigiekben E192 sor szerinti 1%-os elemeket alkalmazzunk, és ezzel elértük azt, hogy a tolerancia-kiosztás következtében behangolhatatlan áramkörök aránya egy nagyságrenddel a meghibásodásból származó selejtarány alatt maradt. Természetesen ez az eredmény csak a tervező oldaláról nézve kielégítő. A berendezés szempontjából a selejtarány és a ráfordítandó eleven munka megnövekedése az ár megnövekedését jelenti. 4–5% selejtráta, pl. az induktív alkatrészek gyártása során csak abból származhat,

## SZENTE LÁSZLÓ

A Budapesti Műszaki Egyetemet 1969-ben végezte — esti tagozaton. 1958-tól 1972-ig az Orion gyárban dolgozik, majd 1972–1973-ban az MTA—KUTESZ mér-

nöke. A Telefongyárba 1973-ban lépett be, és az Átviteltechnikai Fejlesztési Főosztályon dolgozik fejlesztő mérnökként. Témája a szűrőfejlesztés. 1983-tól megbízott csoportvezető.

hogy túlzottan szigorú követelményeket írunk elő a tekercsgyártás számára. Ezeket a követelményeket az esetleg nem is képes teljesíteni.

Fentiek alapján világos a következő:

Szükséges olyan módszer, mely az eddigi egyetlen áramkör tervezése helyett a specifikációt kielégítő *valamennyi* áramkör tervezésére alkalmas. Vegye figyelembe a módszer behangolhatósági lehetőségét is. Hogy a különféle topológiákból származó problémákat megkerüljük, a lehetséges áramköri struktúrák tekintetében szelekciót alkalmazzunk. Ez azt jelenti, hogy: a Telefongyárban csak tekercs-takarékkapcsolású létrastruktúrájú áramköröket alkalmazzunk. A létraágakban max. 3 elem megengedett, a tekercsek lehetőség szerint nem megcsapoltak, és minden tekercsel párhuzamosan *van* elegendően nagy értékű kondenzátor, hogy az önkapacitás kompenzálása lehetséges legyen. A tekercsek hangolhatóak, és a működési tartományban elérhető maximális jósági tényezőt teljesítik.

Az új tervezési módszerhez feltétlenül szükséges volt az előírható specifikációk felülvizsgálata is. Mivel az LC elemek értéke hőmérsékletfüggő, továbbá az időben változik, kell, hogy legyen egy elvi határ, melynél szigorúbb követelmény fizikailag nem realizálható LC szűrővel. Mi ezt a következőképpen köttük ki: áteresztő tartományban a megengedhető csillapítás-ingadozás  $\pm 0,05$  dB, az előírható reflexiós csillapítás max. 30 dB. Az átmeneti tartomány meredeksége legyen kisebb, mint 10 dB/frek.% sávközépre vonatkoztatva, itt az előírható tolerancia  $\pm 3$  dB. A zárótartomány tetszőleges, de 100 dB feletti csillapításelőírás kivitelezési és mérés-technikai okokból értelmetlen.

Fentiektől szigorúbb specifikáció teljesítésére a Telefongyár nem LC szűrőt alkalmaz.

Az új — korszerű — méretezési eljárás lényege ezek után a következő: Legyen adva egyetlen, pl. üzemi paraméteres úton megtervezett és a specifikációt kielégítő hálózat, topológiájával és kapcsolási elemeivel. Oldjuk meg a következő feladatot:

Beérkezett: 1983. X. 21.

1. Határozzuk meg a kondenzátorok max. toleranciamezejét, úgy, hogy a tekercsek valamilyen hangolásával az áramkörök A%-a teljesítse a specifikációt.
2. Vizsgáljuk meg, hogy adott struktúra megtartásával létezik-e olyan névleges értékkiosztás, melyre a megengedhető tolerancia maximális.
3. Adjuk meg azt a beállítandó karakterisztikát, melyhez a hőmérséklet hatására bekövetkező változások következtében a minimális selejtarány tartozik.
4. Határozzuk meg a specifikációnak azt a pontját, mely döntően befolyásolja a kihozatalt.

A feladat megoldásához tételezzük fel, hogy ismerjük a specifikációt kielégítő elemértékek halmazát, vagyis ismerjük  $M$  megengedett tartományát (1. ábra).

Az ábra két dimenzióban ( $x_1, x_2$ ) ábrázolja, ez a viszonyok szemléltetéséhez elegendő. Fedjük le ezek után a tartományt valamilyen analitikus  $A_1, A_2$  formaidommal (négyzet, téglalap, ellipszis, kör stb.) akkor  $A_1$  és  $A_2$  formaidom geometriai középpontja lesz az optimális toleranciakiosztáshoz tartozó  $x_{11}, x_{21}$  új névleges érték és az idom  $x_1$ , ill.  $x_2$  irányú méretei jelentik a kiosztható toleranciákat ( $\Delta x_{11}$  és  $\Delta x_{21}$ ). Ha feltételezzük, hogy pl.  $x_1$  hangolható,  $x_2$  értékeire a kiosztható toleranciák tartománya  $\Delta x_{21}$  lesz, és nyilván ennek a középpontja a névleges érték.

Belátható tehát, hogy bár a kiinduló tervezés során kapott  $x_{1i}$  és  $x_{2i}$  érték biztosan eleme  $M$ -nek, semmi sem biztosítja, hogy  $A$ -nak is eleme legyen. Igaz továbbá az, hogy 1-ben és 2-ben megfogalmazott feladat megoldásához  $M$  meghatározása szükséges. Két-három dimenziós esetben  $M$ -et határoló felületek felírása analitikusan esetleg lehetséges. A gyakorlati áramkörök elemszáma azonban néhányszor 10 db, továbbá különféle frekvenciákon különféle követelmények adódnak. A megengedett tartomány felírása helyett a megengedett tartomány becslése lehet a cél; ezt a célt a valószínűségi számítás módszereivel érhetjük el.

Legyen pl. (2. ábra) a kiindulási tervezés eredménye  $T(x_{1i}, x_{2i})$  pont. Sorsoljunk elemértékeket  $T$  kör-



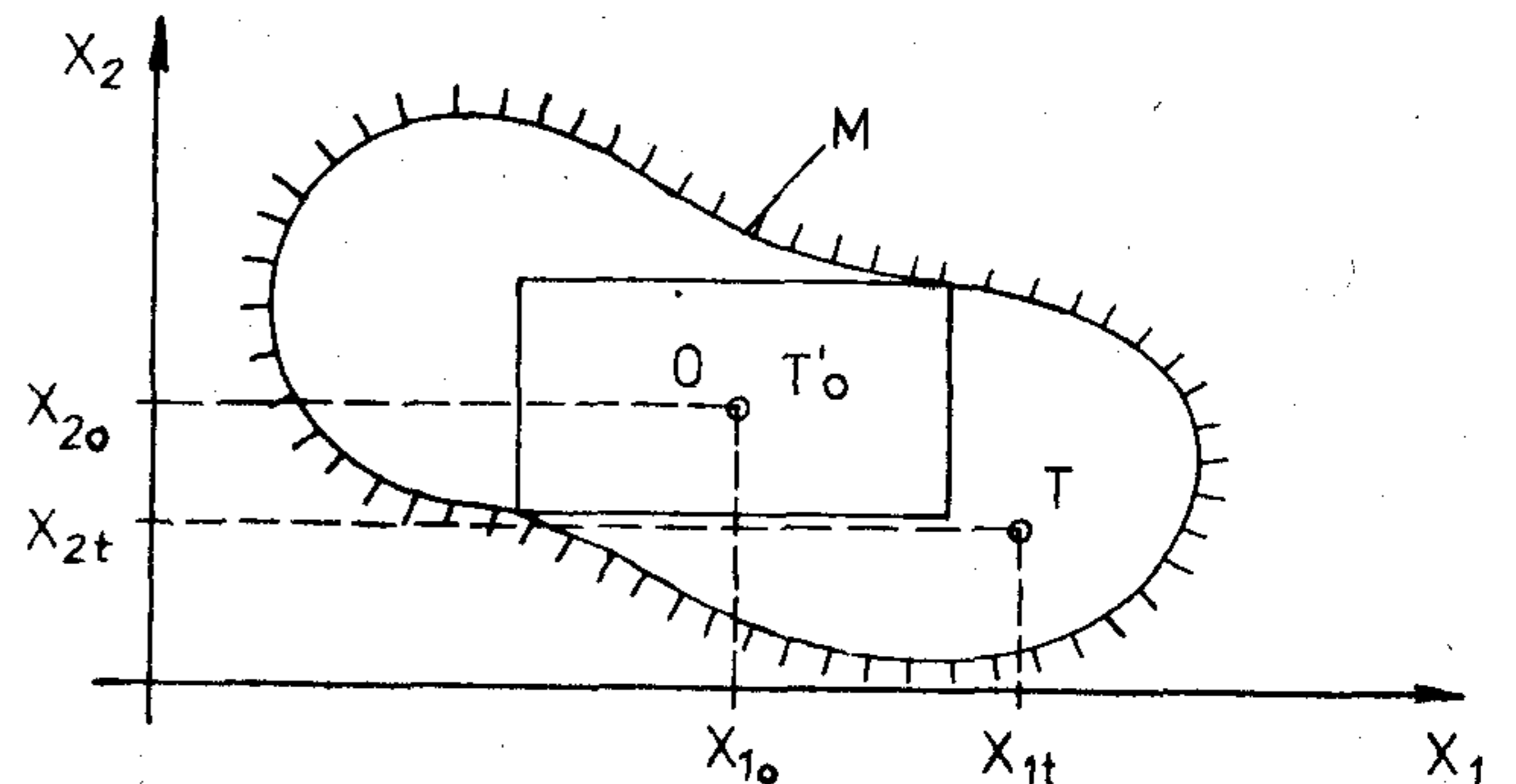
RADVÁNY JENŐ

A Budapesti Műszaki Egyetemet 1950-ben végezte el. 1950 és 1965 között a Beloiannisz Híradástechnikai Gyár fejlesztő mérnöke. 1965-től a Telefongyár Átviteltechnikai Fejlesztési Főosztály fejlesztő mérnöke, tanácsadó-osztályvezető beosztásban. Speciális témája a szűrőtervezés, a Virág-Pollák-díj kiöntetettje.

nyezetében és állapítsuk meg a találati valószínűséget. Ha ez pl. 100%, akkor növeljük a sorsolási intervallumot, addig, míg a találati valószínűség pl. 50% lesz. Határozzuk meg a közelítő testet stb. az 1. ábránál mondottak szerint. Kapjuk  $T'$  pontot.

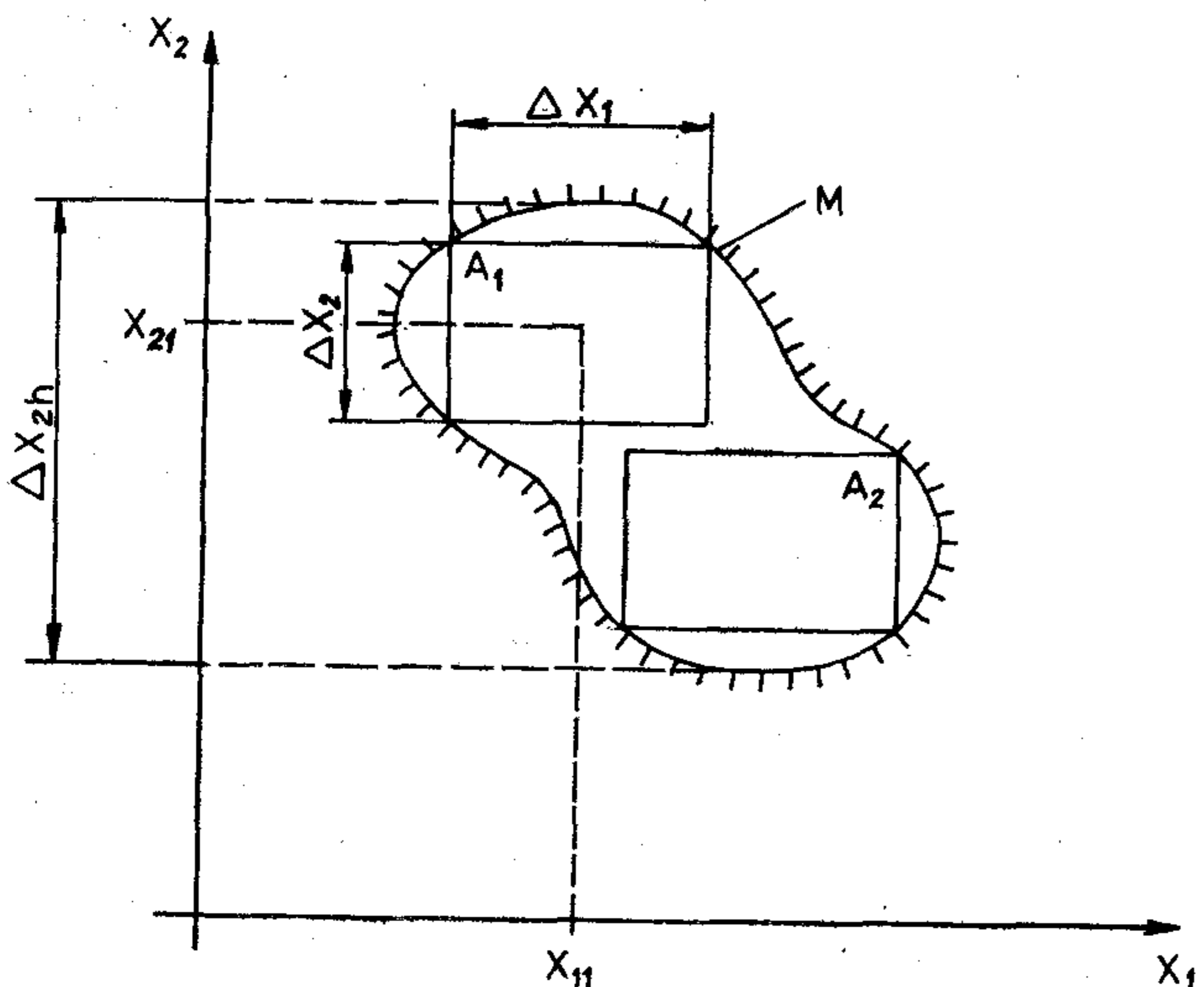
Az eljárást ismételjük mindaddig míg 0 kis környezetére jutunk. Ezáltal 1. és 2. szerinti feladatot megoldottuk. A 3. szerinti feladat megoldására tekintünk a 3. ábrát.

A sorsolások során adódó  $x_{1i}, x_{2i}$  eleme ugyan a megengedett tartománynak, de a hozzá tartozó  $x_{1i} + \Delta x_1; x_{2i} + \Delta x_2$  hőmérséklet hatására megváltozott elemérték nem. Két lehetőség adódik: vagy  $A$  tartomány méreteit csökkentjük  $A'$ -re, vagy megtartjuk



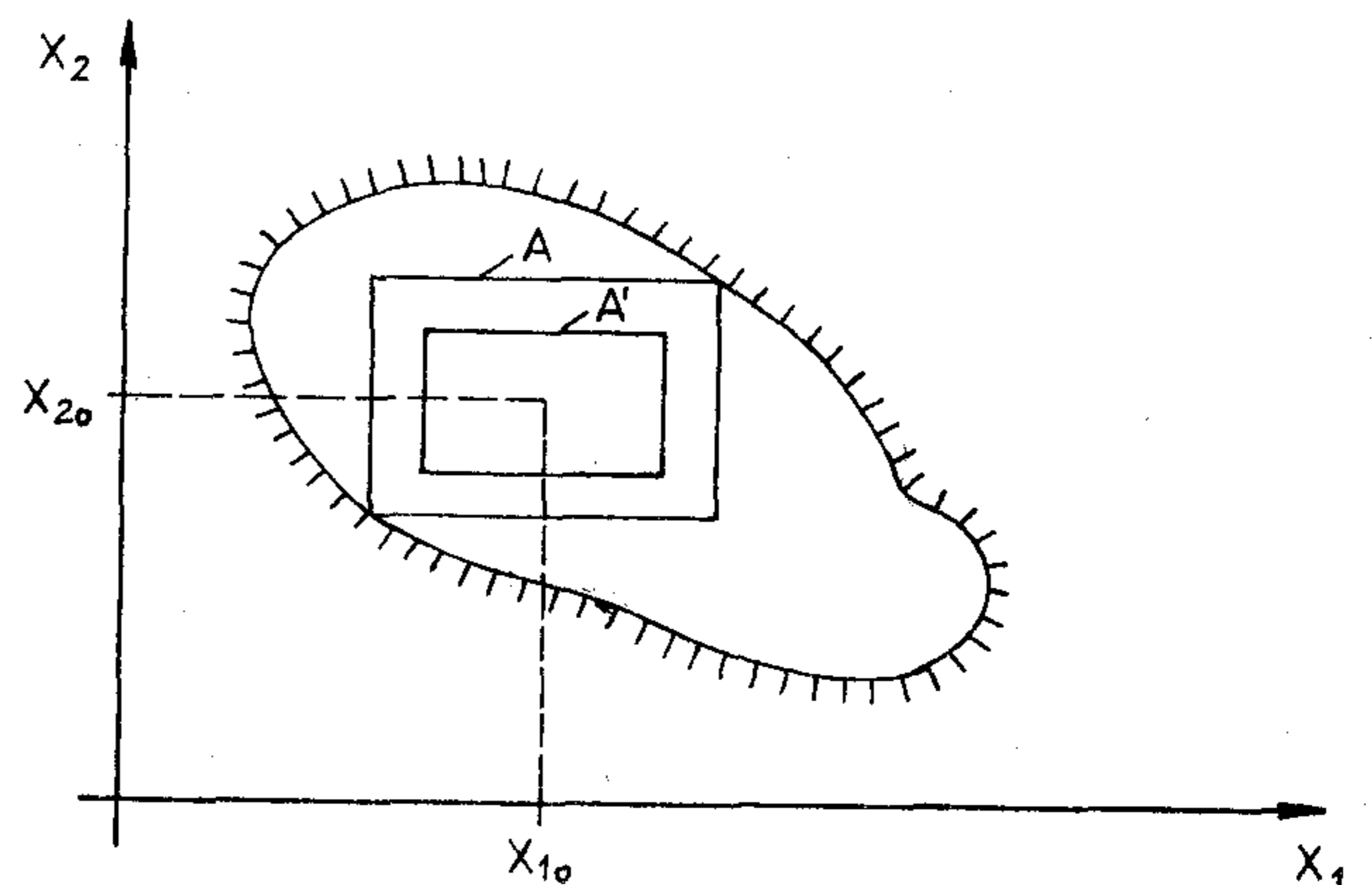
H909-2

2. ábra



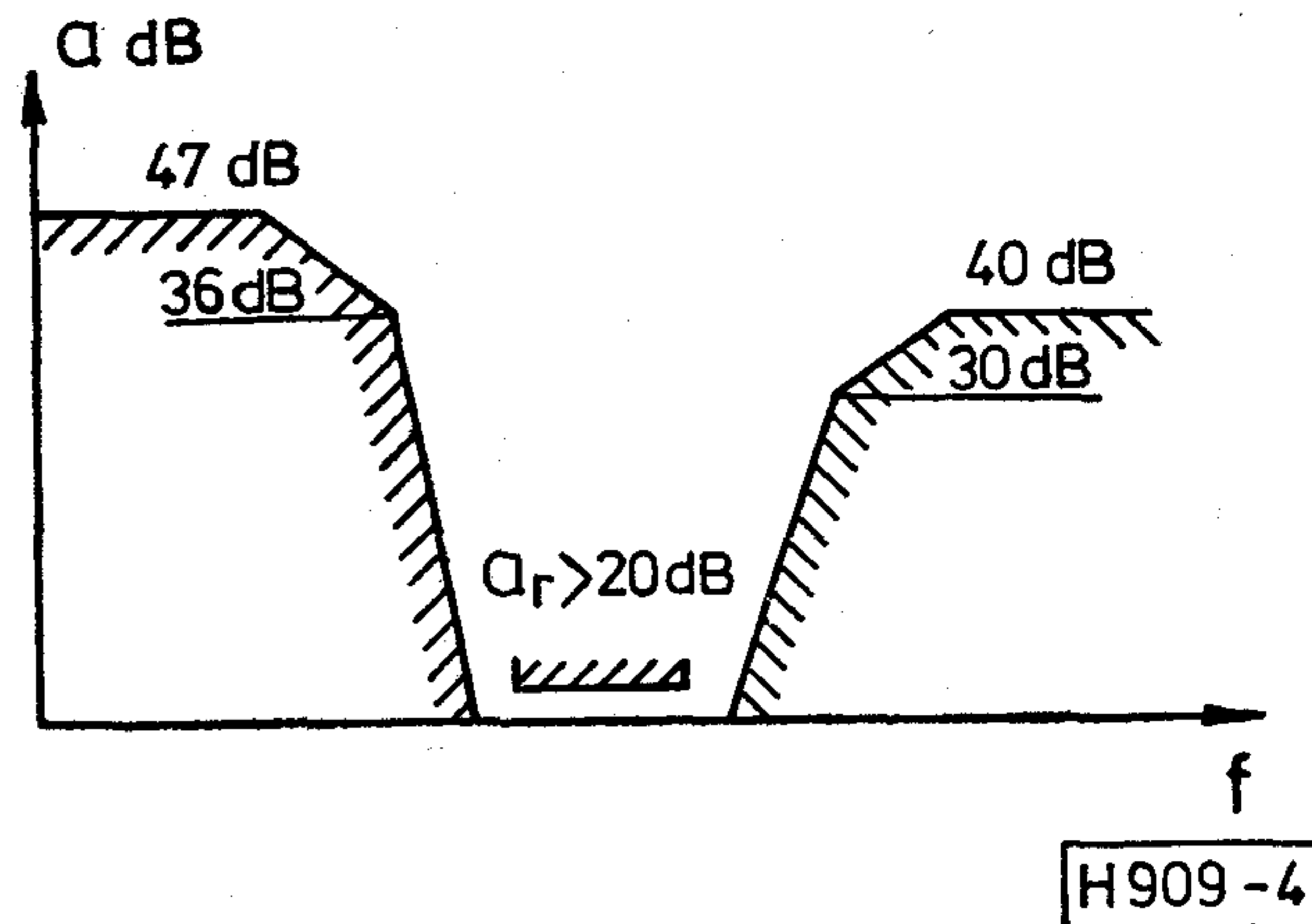
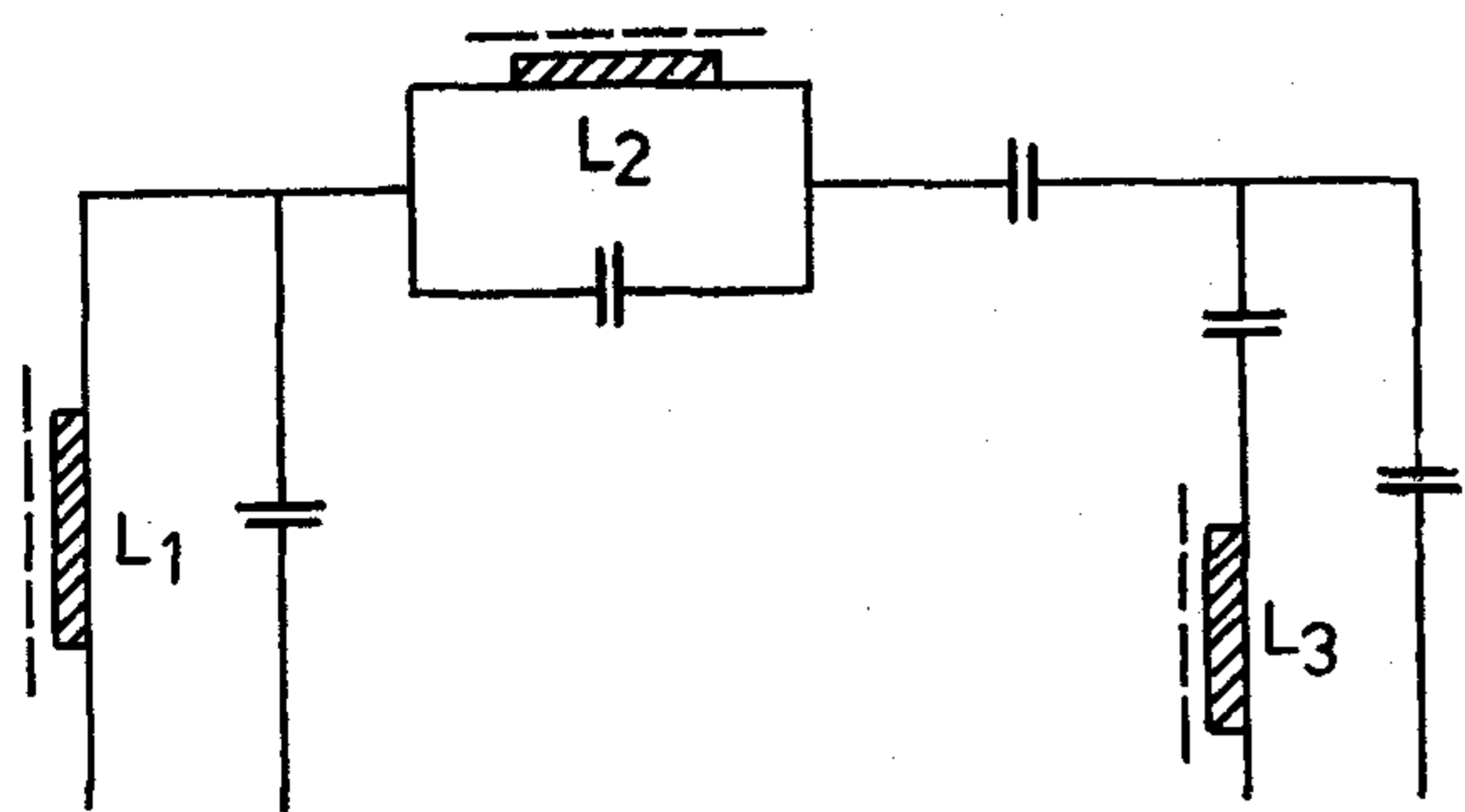
H909-1

1. ábra



H909-3

3. ábra



4. ábra

ugyan A-t, de a beállítandó karakterisztikát szigorítjuk úgy, hogy ha  $x_{1i}$  és  $x_{2i}$  eleme A-nak  $\Delta x_1$  és  $\Delta x_2$ -vel megváltozott értékük más hangolható elemértékkel legyen ugyanennek eleme. Ezáltal más (szigorúbb) beállítási előírás adódik.

A 3. szerinti feladat megoldására más lehetőség is van. Végezzük el a tolerancia-központosított ( $x_{10}$  és  $x_{20}$  elemértékű) áramkör behangolását,  $\Delta x_i$  elem-szórás feltételezésével. Minden behangolt példány elemértékeit változtassuk meg véletlenszerűen  $\Delta x_{ih}$  hőmérsékletváltozást reprezentáló mennyiséggel. Válasszuk ki most azokat a példányokat, melyek a specifikációt teljesítik. Határozzuk meg ezek kiinduló karakterisztika-seregének a burkolóját: ez lesz a max. kihozatalhoz tartozó gyártási előírás.

Ez a módszer egyben lehetőséget nyújt a 4.-ben felvetett probléma megoldására is.

Az általunk használt nagyszámítógépes programokat (RMC és INTOPT néven) a BME—HEI szakértői dolgozták ki dr. Géher Károly irányításával. A módszert tolerancia-központosításnak nevezzük (centering design). A két program a sorsolás módjában, és a hangolhatóság, valamint a hőmérsékletváltozás figyelembevételének matematikai modelljében különbözik egymástól. Eddigi tapasztalat szerint a két

program egyenértékű, bár más elemkiosztású hálózatokat ad eredményül.

A továbbiakban az új tervezési módszer egy konkrét eredményét ismertetjük.

A 4. ábrán látható szűrő üzemi paraméteres módon tervezve 1% kondenzátorokkal és valamennyi tekercset Wobbler-technikával állítva a szimulációs program 1500 ETU (gépidő) futtatását igényelte, hőfoktartományban 30% selejttel.

Tolerancia-központosítva E48 sor szerinti 2%-os elemekkel, L2-t és L3-ot csak rezonanciára állítva és L1-et Wobblerezve a felhasznált gépidő 180 ETU, a selejtarány 0% lett.

**Összefoglalva:** A korszerű szűrőtervezés alapelve a technológiai lehetőségek figyelembevétele kell, hogy legyen. Ez egyrészt a tervezés módszereinek a felülvizsgálását igényelte, másrészt az LC szűrők alkalmazhatóságának korlátait kellett felmérni.

Arra az eredményre jutottunk, hogy a probléma megoldása megnyugtató módon csak számítógépes módszerek alkalmazásával lehetséges. Azt is elmondhatjuk, hogy a korszerű módszerek követelően előírják az ad hoc struktúrameghatározás bizonyos szabványosítását.

## Tudományos nap a Távközlési Kutató Intézetben

A Távközlési Kutató Intézet első alkalommal rendezett tudományos napot 1983. november 2-án, amelyen nagy érdeklődés mellett számos előadás hangzott el az intézet tudományos eredményeiről. Dr. Kiss István vezérigazgató elnöki megnyitójában üdvözölte a híradástechnikai ipar és a Műszaki Egyetem meghívott szakembereit, és méltatta a tudományos nap jelentőségét. Ezután dr. Tófalvi Gyula, a TKI tudományos igazgatója tartott bevezető előadást, melyben részletezte az intézet egyes tématerületein folyó kutató és fejlesztő tevékenységet. Elsőnek a szerteágazó távközléstechnikai munkákat foglalta össze, kiemelve a témakör nemzetközi fejlődé-

sének két meghatározó tényezőjét, a digitalizációt és a mikroelektronikát. Felhívta a figyelmet arra a konvergenciára, amely egyfelől a távközléstechnika, másfelől a számítástechnika, a műsorszórás és a közszükségleti elektronika között fennáll, és vázolta a berendezés- és alkatrészkutatás egyre fokozódó integrációját. A következőkben ismertette a távközlési rendszertechnika, a kapcsolástechnika és az átviteltechnika tématerületein folyó főbb intézeti tevékenységeket, kiemelve a legújabb optikai és úrtávközlési rendszerek fejlesztését. Az alapanyagok és alkatrészek tématerületéről szólva a mikrohullámú ferrites eszközök, YIG-szűrők, mikrohullámú diódák és mik-

rohullámú integrált áramkörök fejlesztéséről, az intézetben folyó anyagvizsgálatokról és a tantál kondenzátorok gyártásáról beszélt. Az intézet egyik hagyományos területe a műszerfejlesztés, ezzel kapcsolatban megemlékezett a mikrohullámú csőtápvonal-műszerek, valamint a digitális PCM műszerek fejlesztéséről, különös tekintettel a mikroprocesszor bázisú mérőrendszerekre. A számítógéppel segített tervezés feladatai közül kiemelte a korábban sikeresen bevezetett AUTER rendszer továbbfejlesztését az adatbázis és az interaktív grafikus munkahelyek megteremtésével. Befejezésül hangsúlyozta, hogy a kutatásfejlesztési munkákon túlmenően a TKI-nak több nagy jelentőségű országos programban van koordinációs tevékenysége a magyar távközlési ipar munkáit megalapozó kutatások összehangolásában. Ezután átadta a szót az egyes szakterületek előadóinak.

*Hutter Ottó* integrált előfizetői távközlő rendszer fejlesztését ismertette (PRS—PCM REMOTE SYSTEM), amely meglévő elektromechanikus távbeszélő-főközpontok kis beruházással történő néhány ezer vonalas bővítésére alkalmas, rurál vagy városi környezetben. A rendszer olyan elektronikus központot tartalmaz, amely moduláris felépítésű, hasznosítja a mikroelektronika legújabb eredményeit, és főbb jellemzői az egycsatornás PCM kódolás, a multimikroprocesszoros vezérlés és az időosztásos multiplikálás. Az elektronikus központ kívánatra kihelyezhető a főközponttól távoli, 200...4000 előfizetőből álló csoportok közelébe (pl. elővárosi lakótelepekhez), és optimálisan illeszkedik kábeles, mikrohullámú vagy optikai digitális összeköttetésekhez. A kihelyezett központ automatikus tartalékolással rendelkezik, a főközpontból távfelügyelhető és kívánatra konténerben is telepíthető.

*Battistig György, Marczy Aladár és dr. Róna Péter* előadása pont—többpont rendszerű rádióhálózat fejlesztéséről számolt be, amelynek rendeltetése vidéken elszórtan elhelyezkedő kisforgalmú előfizetői csoportok bekapcsolása egy közeli távbeszélő-központba. Az 1,5 GHz-es frekvenciasávban működő rádióhálózat egy központi állomásból és az előfizetői csoportoknál elhelyezett alállomásokból áll. Az alkalmazott rendszer vonal-koncentrációs funkciót is tartalmaz: 10 PCM csatorna áll 64 előfizető rendelkezésére szabad hozzáféréssel, vagyis az előfizetők bármelyik csatornát megkaphatják a forgalmi lehetőségeknek megfelelően. A központtól max. 40 km-re levő alállomásokkal digitális időosztás elvén jön létre a rádiókapcsolat: a központi állomás folyamatosan sugárzott FSK jelét valamennyi alállomás egyidejűleg veszi, az alállomások adói azonban egymás után kapcsolódnak be, a PCM-keret szerint sorra következő időtartományokban.

*Dr. Herpy Miklós* a TKI-ban fejlesztett harmadik generációs analóg rádiórelé berendezéseket tekintette át előadásában. Ezek közül a GTT—80 típusjelű változat a 4 és 6 GHz-es frekvenciasávban működik és gerinchálózati összeköttetések felépítésére alkalmas, max. 1920 távbeszélő-csatorna FDM rendszerű átvitelével, míg a KTT—80 típusjelű változat körzeti összeköttetésekre szolgál a 7 és 8 GHz-es sávokban, és maximális kapacitása 1020 távbeszélő-csatorna. A berendezés-családra az azonos felépítési koncepció és a moduláris kialakítás jellemző. A szolgálati multi-

plex berendezés, a korszerű mikroprocesszoros vezérlésű távkezelő berendezés és a csatornatartalékoló berendezés járulékos kidolgozásával a TKI komplett gyártmányválasztékot bocsátott a magyar híradástechnikai ipar rendelkezésére.

*Dr. Frigyes István* digitális mikrohullámú rádiórelé berendezésekről szóló előadásában arról beszélt, hogy a távközlő-hálózat rohamos digitalizálódása a földi mikrohullámú rendszerek kidolgozásában is a digitális rádióberendezések felé irányította a TKI figyelmét. Elsőnek 1975-ben az adatátviteli célra alkalmas, 8 GHz-es sávban működő MIDAS berendezés kidolgozására került sor, amely 64 kbit/s sebességű, és többek között számítógépek közötti kapcsolat kiépítésére alkalmas. Az 1979 és 1981 között elektromos minta szinten kifejlesztett RANDOM berendezés, amely 13 GHz-en működik és 34 Mbit/s kapacitású, elsősorban a műholdas távzondázással nyert információ földi átvitelére szolgál, de alkalmas postai hálózatban is 480 távbeszélő-csatorna átvitelére. E berendezés tapasztalatait az Orion gyár a Thomson—CSF vállalattól vásárolt licenc honosítása során hasznosítja. A TKI kifejlesztett 34 Mbit/s kapacitású digitális KF modem is, amelynek fő felhasználási területe analóg rádiórelé-berendezések FM-modemjének helyettesítése, működő mikrohullámú láncokon történő digitális átvitel megvalósítására. Jelenleg az Orion megbízásából a nyugatnémet SEL vállalattal együttműködve folyik a 8 GHz-es, 2×34 Mbit/s kapacitású rádiórelé-berendezés kidolgozása.

*Dr. Bercei Tibor* a műholdas TV-műsorszórás földi vevőberendezéséről tartott előadást, amelynek az adott időszereket, hogy néhány év múlva Magyarországon is számos műhold TV-adásának közvetlen vétele válik lehetővé. A várható igények kielégítésére a TKI olyan mikrohullámú vevőt fejleszt, amely a műholdról sugárzott öt TV-csatorna egyidejű vételére alkalmas a 11,7—12,1 és a 12,1—12,6 GHz-es frekvenciatartományokban. A vevő a lakótelepi kábeles TV elosztó hálózatokat fogja ellátni TV kép- és hangjelekkel. A vevő teljes mikrohullámú része a KF-előerősítővel együtt az antennatükörhöz erősített fémcsőben van elhelyezve. A zajtényező csökkentésére opcionálisan alkalmazható mikrohullámú előerősítő is rendelkezésre áll. A vevő áramköri elemei egyszerű felépítésűek a tömeggyártás szempontjainak megfelelően.

A földi vevő antennáját *Gránásy József* elődása ismertette. A fejlesztés jelenlegi fázisában az antenna 1,5 m átmérőjű paraboloid-tükörből és olyan primer sugárzóból áll, amelyet kétkarú logaritmikus spirál alkot szélessávú balun-transzformátorral. Az antenna nyeresége min. 41,5 dB, feszültség-állóhullámaránya max. 1,5; nyalábszélessége a félteljesítményű pontok között 1,2 fok. Folyamatban van egy Cassegrain-rendszerű körpolarizált tölcsért tartalmazó tápfej kifejlesztése is, melynek érdekessége a polarizáció forgásirányának távvezérléssel történő átkapcsolása.

*Dr. Baranyi András* az INTERCSAT elnevezésű SCPC (single channel per carrier) elven alapuló csatornaképző berendezésről tartott előadást, melyet a TKI a moszkvai NIIR intézettel együttműködve fejleszt. A berendezés a műholdas távközlési rend-

szer földi állomásain a mikrohullámú adó-vevők KF pontjaihoz csatlakozik. Rendeltetése az, hogy az 52–88 MHz-es KF sávban egymástól 45 vagy 80 kHz távolságra elhelyezkedő vivőhullámok mind-egyikével egy-egy telefonbeszélgetést vagy adatjelet továbbítson a műholdas hálózat földi állomásai között. Egy-egy állomás max. 60 különböző frekvenciájú adót tartalmazhat, a hálózat összes vivőhullámainak száma maximálisan 800 lehet. A berendezés érdekessége az ún. burst-üzem: az adó csak a beszéd ideje alatt sugározza a vivőhullámot, ami a műhold retranszlorának terhelését csökkenti. A csatorna-képző berendezés bemenetére érkező jelek szint- és frekvenciaingadozását külön pilotjel alkalmazásával egyenlítik ki. A berendezés kidolgozásához kis zajú frekvencia-szintetizátor, kiváló minőségű PSK demodulátor és kistorzítású KF erősítők fejlesztésre volt szükség. A telefon- és adatjelek digitális feldolgozása mikroprocesszoros technikával történik. Az előadó kiemelte az INTERCSAT berendezés magyarországi fejlesztésének jelentőségét az INTERSZPUT-NYIK űrtávközlési hálózat korszerűsítési munkáiban.

*Esztó Péter* az INTERCSAT berendezés szolgálati összeköttetéséről tartott beszámolót, összefoglalva azokat az általános követelményeket, amelyeket a nemzetközi űrtávközlési rendszerben a szolgálati összeköttetésekkel szemben támasztanak. Ezt követően ismertette a tervezett szolgálati végberendezés felépítését és működését; e végberendezés a csatorna-képző berendezés egyik csatorna adó-vevőjén keresztül kapcsolódik a műholdas hálózathoz.

*Dr. Markó Szilárd* és *dr. Bársony Péter* a mikrohullámú nonreciprok ferrites eszközökről tartott előadásában hangsúlyozta, hogy a ferrites eszközök berendezésorientált kutatása már 1956 óta folyik a TKI-ban. Azóta csőtápvonalas, szalag- és mikro-szalag-tápvonalas, valamint koncentrált paraméteres izolátorok világszínvonalon álló családjai jöttek létre a TKI-ban az 50 MHz-től 18 GHz-ig terjedő frekvenciatartományban, elsősorban a TKI-ban fejlesztett mikrohullámú rendszerek számára. Legújabbban a harmadik generációs mikrohullámú berendezések számára készültek korszerű cirkulátorok és izolátorok, az 1,5 és 2 GHz-es frekvenciasávban beültetett és dobozolt kivitelben, a 4–6–7–8 GHz-es frekvenciasávban pedig a teljes kommunikációs sávot átfogó, koaxiális csatlakozós kivitelben.

*Dr. Tardos Lászlóné* a mikrohullámú ferrimágneses anyagok kutatásáról és laboratóriumi előállításáról számolt be. A TKI-ban kifejlesztett spinel és gránát kristályszerkezetű polikristályos és egykristály anyagok a felhasználói igényeknek megfelelő telítési mágneszettséggel készülnek (270–3200 G), világszerte

minőségben. A meglévő anyagok előállítási technológiájának és vizsgálati módszereinek korszerűsítése mellett újabb anyag típusok fejlesztésével is foglalkoznak.

*Dr. Vértessy Miklós* és *Kósa Géza* a mikrohullámú hibrid integrált áramkörök kutatásáról beszélve vázolták azt a tevékenységet, melynek során a TKI-ban közel 15 év óta állítanak elő különféle hibrid áramköröket a 40 GHz-ig terjedő frekvenciasávokban. Az előadás részletezte a teflon hordozón nyomtatott áramköri technológiával előállított hibrid áramkörök paramétereit, kiemelve a szalagvonalak veszteségeit és az előállítás költségtényezőit.

*Zorkóczy Zoltán* előadása a szabadtéri optikai hírközléssel foglalkozott, és ismertette azokat a zavaró tényezőket, amelyek az ilyen összeköttetések minőségét befolyásolják (szcintilláció, abszorpció, diszperzió, háttér-sugárzás). Beszámolt arról, hogy a TKI és a Ferenc-hegy között kb. 500 méteres szakaszon kísérleti összeköttetés létesült az optikai fading-adatok regisztrálása céljából. A 12 hónapon át folyamatosan mért adatok kiértékelése azt mutatta, hogy jól méretezett szabadtéri optikai összeköttetéssel az időnek legalább 99%-ában megbízható átvitel biztosítható. A szabadtéri átvitel alkalmazási lehetőségeinek tisztázására a TKI kisméretű, kis fogyasztású és gyorsan telepíthető berendezést fejlesztett ki, amely max. 5 km-es duplex összeköttetés létesítésére alkalmas 820 nm hullámhosszon, 2,048 Mbit/s átviteli sebességgel.

*Benedek Andor* előadásában a kiskapacitású digitális rádiórelé-berendezésekben alkalmazható FSK átvittel foglalkozott, áttekintve az energetikai, áramkörtechnikai és spektrális jellemzőket. Ismertette az ilyen átvitel hibaarány-analízisét, valamint a bináris FSK-átvitel energetikai szempontból való optimalizálásának számítási eredményeit. Megvizsgálta az átviteli jellemzőket egyenáramú összetevő nélküli kódolt jelek esetére és megállapította, hogy energetikai szempontból a bifázisú kódolás kedvezőbb, mint az AMI-kódolás.

*Scsaurszki Péter* előadása az automatikus tervezésre készített AUTER programrendszer továbbfejlesztésének koncepcióját részletezte. Ennek keretében az interaktív NYÁK tervezés céljára grafikus display-vel ellátott munkahelyek felállítását tervezik. Emellett fontos célkitűzés az AUTER rendszer egységes adatbázisának megteremtése. A meglévő programcsomagok kiegészítésével az AUTER rendszert berendezésorientált integrált áramkörök félautomatikus tervezésére is alkalmassá teszik.

*Dr. Sárkány Tamás*

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület, a Mérés és Automatizálási Tudományos Egyesület és a Neumann János Számítógéptudományi Társaság, a Magyar Tudományos Akadémia, az Ipari Minisztérium és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával 1983. október 18–21. között harmadízben rendezte meg a  $\mu$ P '83 (mikroprocesszorok, mikroszámítógépek és alkalmazásuk) című szimpóziumot.

A szimpóziumon 125 külföldi és 393 hazai szakember vett részt 79 előadással. Az előadások a szimpózium angol nyelvű kiadványában megjelentek.

A konferencia témaköre igen széles területet ölel fel. A fontosabb szekciók témái az alábbiak voltak:

- programozási nyelvek,
- szabályozás- és mérés technika,
- jelfeldolgozás,
- kommunikáció,
- ember—gép kapcsolat,
- számítógéppel segített tervezés és szimuláció,
- adat- és szövegfeldolgozás,
- elosztott rendszerek,
- fejlesztőrendszerek,
- hardware felépítés.

Az előadások jól szolgálták a gyorsan fejlődő területen elért eredmények bemutatását, napjaink színvonalának ismertetését. A szimpózium ismét lehetőséget biztosított a hazai és külföldi szakembereknek újabb kapcsolatok kiépítésére.

A fentiekén kívül nem elhanyagolható eredménye a szimpóziumnak, hogy világhírű szakemberek számoltak be a mikroszámítógépek és mikroprocesszorok, valamint alkalmazásuk egy-egy területéről.

Kiyoshi Agusa a Kyoto University professzora átfogó előadásban ismertette a mikroprocesszorok ipari eredményeit és piaci lehetőségeit Japánban.

A karlsruhei egyetem professzora, U. Rembold, áttekintést adott a mikroszámítógépek ipari alkalmazásáról. Talán nem érdektelen előadásának három alapmegállapítását idézni, amelyet a mikroszámítógépek ipari alkalmazásával kapcsolatosan kiemelt:

- az energia- és alpanyagtakarékos technológiák fejlesztése megkívánja a hatékony gyártási folyamatok kialakítását,
- a termékeknek a csökkenő élettartama, a fogyasztók által megkívánt nagyszámú termék és a nemzetközi verseny szükségessé teszi a programozható gyártórendszerek alkalmazását,
- a fejlett ipari országok magas bérszínvonala is megkívánja, hogy új koncepciójú automatizált rendszerek kerüljenek kifejlesztésre.

A fentiek közül a harmadik közvetlenül nem vonatkozik ránk, de az itt készülő exportra szánt termékeknek a világpiacra ilyen módon előállított berendezésekkel kell versenyezniük. Ezt a tényt nem hagyhatjuk figyelmen kívül a technológiai fejlesztéseink megítélésénél.

A leningrádi egyetem professzora, L. A. Sumilov, a bit-szeletelt chipékből felépített komputerrendszertek kérdéseivel foglalkozott.

A Brunel Universityről R. M. Lea professzor a strukturált adatfeldolgozás kérdéseit tárgyalta meg részletesen.

L. Richter, a dortmundi egyetem professzora, a 32-bites gépek kapcsán az architektúrában bekövetkező változásokat tárgyalta, kitérve a redukált és komplex utasítás rendszerű gépekre.

A szimpóziumnak nagy érdeklődést kiváltó rendezvénye már évek óta a kerekasztal-megbeszélés. Ebben az évben ezt a „Jelenlegi helyzet és a jövő” címmel L. Richter professzor vezette. A kerekasztal-megbeszélés előre felkért hozzászólói a következők voltak: K. Agusa, Bogdány J. a KFKI—MSZKI-ból, A. C. Davies, Dömölki B. az SZKI-ból, R. M. Lea és P. Ignatjev a leningrádi Elektronikai Intézetből. A kerekasztal-megbeszélés az alábbi izgalmas kérdésekkel foglalkozott:

- a VLSI áramkörök területén jelentkező eltérő fejlődés az LSI áramköröktől (ezek az áramkörök már nemcsak nagyobb elemszámúak, hanem más konstrukciós és rendszerteknikai elveken épülnek fel),
- az előre tervezett és előre gyártott áramkörök, a növekvő software fejlesztési költségek,
- a nem Neumann-architektúrájú gépek,
- periférák és programozási nyelvek.

A nemzetközi szimpózium keretében a Híradástechnikai Tudományos Egyesület a Magyar Sakkszövetség felkérésére elvállalta a 3. Mikroszámítógépes Sakkvilágbajnokság megrendezését, a Központi Statisztikai Hivatal segítségével.

A világbajnokságot a Nemzetközi Számítógépes Sakkszövetség (ICCA) és a Nemzetközi Sakkszövetség (FIDE) patronálta. A két esemény egyidőben való megrendezése sikeresnek tekinthető, mert szép számmal akadtak a konferencia hazai és külföldi résztvevői sorában, akiket a sakkprogramozás, a számítástechnikának ez a különleges alkalmazási területe érdekelt.

A szimpózium sikerét emelte még az egyidejűleg megrendezésre került sakkiállítás, melyet a KSH védnökségével a MTESZ Rendezvény Iroda szervezett meg 13 magyar vállalat és intézet közreműködésével.

A kiállítás célja az volt, hogy az elektronikus eszközök bemutatása mellett azok széles körű felhasználási lehetőségeire is felhívja mind a szimpózium résztvevői, mind a széles körű szakmai közönség figyelmét.

Összefoglalva: a szimpózium jó lehetőséget biztosított a résztvevő szakembereknek a jelenlegi világszínvonal áttekintésére, a várható fejlődés főbb irányairól, de emellett még új, gyümölcsöző kapcsolatok kiépítésére is mód nyílt.

*Ribényi András*

# Diszkrétidejű hálózatok átviteli karakterisztikájának Bode-diagramja

BAGI ANDRÁSNE

BME Elméleti Villamosságtan Tanszék



## ÖSSZEFOGLALÁS

Folytonos idejű hálózatokra az átviteli karakterisztika Bode-diagramjának törtvonalas közelítése könnyen megrajzolható. A cikkben eljárást adunk, mellyel diszkrét idejű hálózatra az átviteli karakterisztika Bode-diagramjának törtvonalas közelítése megszerkeszthető. Az eljárást példával illusztráljuk. (H)

## 1. Bevezetés

A folytonosidejű, koncentrált paraméterű hálózatok átviteli függvénye az  $s$  komplex frekvencia racionális függvénye, átviteli karakterisztikája az  $\omega$  körfrekvencia (vagy  $s=j\omega$ ) racionális függvénye. Az ilyen hálózatok Bode-diagramja, azaz átviteli karakterisztikájának logaritmusos amplitúdó- és fázisgörbéje könnyen felvázolható, ha ismerjük az átviteli függvény pólusait és zérusait. Az ezek által meghatározott törésponti frekvenciáktól távol ugyanis az egyes gyöktényezőkhöz tartozó görbék aszimptotája meghatározott meredekségű egyenes.

A diszkrétidejű, koncentrált paraméterű hálózatok Bode-diagramjára ez nem érvényes. Ezek átviteli függvénye a  $z=e^{sT}$  függvénye, ahol  $T$  a mintavételi ciklusidő, így az átviteli karakterisztika  $e^{j\omega T}$  racionális, tehát az  $\omega$  körfrekvencia transzcendens függvénye.

A közismert bilineáris transzformációt  $\left(z = \frac{1+w}{1-w}; \text{ ill. } w = \frac{z-1}{z+1}\right)$  alkalmazva azonban a diszkrét hálózatok átviteli függvénye az új  $w$  változóban racionális marad, sőt az átviteli karakterisztika is racionális a  $v = \text{Im } w$  változóban. Az így értelmezett  $v$  transzformált frekvenciát tekintve függetlően változóknak, a Bode-ábrázolásmód diszkrét hálózatokra szinte változatlanul alkalmazható, vagyis a logaritmusos amplitúdó- és fázisgörbe egyszerűen felvázolható, az átviteli függvény egyes pólusainak és zérusainak hatása a görbére könnyen követhető. Az eljárás már E. I. Jury könyvében [3] megtalálható és Csáki F. is említi [4]. Más művek [1, 2] azonban nem ismertetik a módszert, ezért a következőkben [3]-nál részletesebben foglalkozunk vele.

## 2. Elvi alapok

Tekintsük adottnak egy diszkrét idejű hálózat átviteli függvényének:

$$W = W_z(z) = K z^{-r} (1-z^{-1})^k (1+z^{-1})^h.$$

Beérkezett: 1983. XI. 3.

BAGI ANDRÁSNE

Budapesten szerzett villamosmérnöki diplomát. Az egyetem elvégzése után három évig a Központi Fizikai Kutató Intézet elektronikus főosztá-

lyán dolgozott. Ezután a BME Villamosmérnöki Karra került, azóta az Elméleti Villamosságtan tanszéken dolgozik. Elméleti munkássága az oktatással kapcsolatos.

$$\frac{\prod_{i=1}^{m_1} (1-s_i z^{-1}) \prod_{i=1}^{m_2} (1+b_{1i} z^{-1} + b_{2i} z^{-2})}{\prod_{i=1}^{n_1} (1-q_i z^{-1}) \prod_{i=1}^{n_2} (1+a_{1i} z^{-1} + a_{2i} z^{-2})} \quad (1)$$

normál alakját, ahol  $r, m_1, m_2, n_1, n_2, h, k$  természetes számok. A másodfokú tényezőknek komplex gyökei vannak, aminek feltétele:

$$b_{2i} > \left(\frac{b_{1i}}{2}\right)^2, \quad \text{ill.} \quad a_{2i} > \left(\frac{a_{1i}}{2}\right)^2 \quad (2)$$

Stabil hálózat átviteli karakterisztikája ebből  $z = e^{j\omega T}$  helyettesítéssel adódik. A hálózat stabilitásának feltételei:

$$\text{minden } |q_i| < 1, \text{ továbbá} \quad (3)$$

$$\left(\frac{a_{1i}}{2}\right)^2 < a_{2i} < 1 \quad (4)$$

A  $W_z/(e^{j\omega T})$  átviteli karakterisztika  $2\pi/T$  szerint periodikus, az  $|W_z(e^{j\omega T})|$  amplitúdó-karakterisztika az  $\omega$  páros, az  $\text{arc } W_z(e^{j\omega T})$  fáziskarakterisztika az  $\omega$  páratlan függvénye, ezért elegendő a  $0 < \omega < \pi/T$  intervallum vizsgálata. Célunk a

$$k = k_z(\omega) = 20 \lg |W_z(e^{j\omega T})| \text{ dB} \quad (5)$$

és a

$$\varphi = \varphi_z(\omega) = \text{arc } W_z(e^{j\omega T}) \quad (6)$$

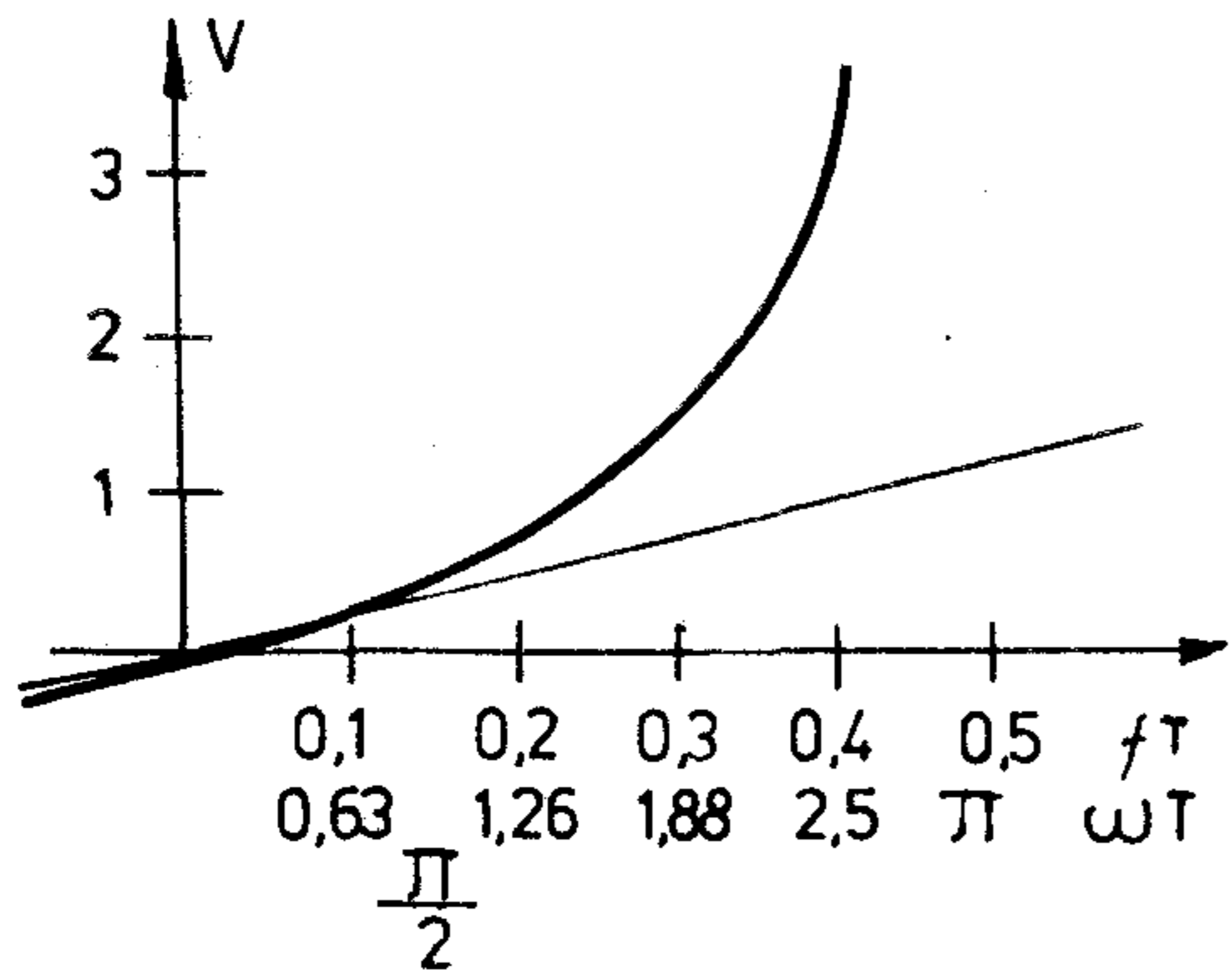
függvények diagramjának felvázolása. A megszokott Bode-technika alkalmazása nem célszerű, mert a gyöktényezők ábrái nem közelíthetők jól egyenesekkel.

Vezessük be azonban az ismert

$$z = \frac{1+w}{1-w}, \quad \text{ill.} \quad w = \frac{z-1}{z+1} \quad (7)$$

bilineáris transzformációval az új  $w = u + jv$  változót! Speciálisan  $z = e^{j\omega T}$  esetén (1. ábra)

$$e^{j\omega T} = \frac{1+jv}{1-jv}; \quad v = \text{tg } \frac{\omega T}{2} = \text{tg } \pi f T \quad (8)$$



H910-1

1. ábra. Az új  $v$  változó és a frekvencia, ill. a körfrekvencia kapcsolata

Kellően kis frekvencián  $v \approx \omega T/2 = \pi f T$ , vagyis a  $v$  „transzformált frekvencia” arányos az  $\omega$  körfrekvenciával. Ez a közelítés  $\omega T < 0,77$ , ill.  $f T < 0,12$  alatt 5%-nál kisebb hibával érvényes. Az információt hordozó  $0 < \omega < \pi/T$  vagy  $0 < f < 1/2T$  intervallumnak a  $0 < v < \infty$  tartomány felel meg. Ebben a tartományban a transzformáció szigorúan monoton. A bilineáris transzformáció az  $|z| < 1$  körlemez a  $\text{Re } w < 0$  bal félsíkba viszi át.

Az új változó bevezetésével az átviteli függvény:

$$W = W_w(w) = W_z(z) \Big|_{z = \frac{1+w}{1-w}} \quad (9)$$

Az (1) alapján némi rendezéssel az alábbi alakhoz jutunk:

$$W = W_w(w) = K_w \left( \frac{1-w}{1+w} \right)^r \frac{w^k}{(1+w)^l} \cdot \frac{\prod_{i=1}^{m_1} \left( 1 - \frac{w}{z_i} \right) \prod_{i=1}^{m_2} \left( 1 + 2\zeta'_i \frac{w}{V_i} + \frac{w^2}{V_i'^2} \right)}{\prod_{i=1}^{n_1} \left( 1 - \frac{w}{p_i} \right) \prod_{i=1}^{n_2} \left( 1 + 2\zeta_i \frac{w}{V_i} + \frac{w^2}{V_i'^2} \right)} \quad (10)$$

ahol:

$$l = k + h + m_1 + 2m_2 - n_1 - 2n_2 \quad (11)$$

$$K_w = W(z) \Big|_{z=1} = \frac{\prod_{i=1}^{m_1} (1-s_i) \prod_{i=1}^{m_2} (1+b_{1i}+b_{2i})}{\prod_{i=1}^{n_1} (1-q_i) \prod_{i=1}^{n_2} (1+a_{1i}+a_{2i})} \quad (12)$$

$$z_i = \frac{s_i - 1}{s_i + 1}; \quad p_i = \frac{q_i - 1}{q_i + 1} \quad (13)$$

$$V_i'^2 = \frac{1+a_{1i}+a_{2i}}{1-a_{1i}+a_{2i}}; \quad V_i^2 = \frac{1+b_{1i}+b_{2i}}{1-b_{1i}+b_{2i}} \quad (14)$$

$$\zeta_i = \frac{1-a_{2i}}{\sqrt{(1+a_{2i})^2 - a_{1i}^2}}; \quad \zeta'_i = \frac{1-b_{i2}}{\sqrt{(1+b_{2i})^2 - b_{1i}^2}} \quad (15)$$

Az átviteli függvény (10) alakjának első- és másodfokú gyöktényezőihez a közismert Bode-alapábrák rendelkeznek. Ezek összegzésével adódik a

$$k = k_v(v) = 20 \lg |W_w(jv)| \text{ dB} \quad (16)$$

$$\varphi = \varphi_v(v) = \text{arc } W_w(jv) \quad (17)$$

logaritmusos amplitúdó és fázisgörbe. A  $v$  tengelyen logaritmusos léptéket felvéve a Bode-diagram a szokásos módon rajzolható. Mivel a Bode-diagramra  $\omega$ , ill.  $\omega T$  függvényben van szükség, célszerű mindjárt egy  $\omega T = 2 \arctg v$ , ill.  $f = 1/\pi T \arctg v$  skálázást is bejelölni, amelyen a keresett frekvenciák, ill. körfrekvenciák  $T$  ismeretében leolvashatók. Megfontolandó, hogy a boltokban kapható lin-log-papír mintájára előre nyomtatott papírokon ez a kettős skálázás háziromdában elkészíthető.

### 3. A gyöktényezők ábrái

Emlékeztetőül tekintsük át röviden a (10) alakban szereplő tényezők Bode-diagramjait.

#### 3.1. Az állandó

A  $K_w$  állandó amplitúdó görbéje az abszcisszával párhuzamos egyenes, fázisgörbéje  $K_w > 0$  esetén a  $0^\circ$ -os tengely,  $K_w < 0$  esetén a  $+180^\circ$ -os vagy a  $-180^\circ$ -os egyenes.

#### 3.2. Valós zérus, ill. pólus

Egy valós  $z_i$  zérushoz tartozó

$$W_i = 1 - \frac{w}{z_i}; \quad v_i = |z_i| \quad (18)$$

gyöktényező logaritmusos amplitúdó görbéjének aszimptotái a  $v_i$  transzformált frekvenciától balra a  $0$  dB tengely, ettől jobbra egy  $+20$  dB/dekád meredekségű egyenes, amelyek a  $v_i$  helyen metsződnek. A logaritmusos fázisgörbe két aszimptotája a  $0^\circ$ -os tengely és  $z_i < 0$  esetén a  $+90^\circ$ -os egyenes és  $z_i > 0$  esetén a  $-90^\circ$ -os egyenes; a fázisszög értéke a  $z_i$  helyen  $\pm 45^\circ$ . Mindkét függvény monoton.

A valós pólushoz tartozó

$$W_i = \frac{1}{1 - \frac{w}{p_i}}; \quad v_i = |p_i| \quad (19)$$

ábrái az előzőnek az abszcisszára vonatkozó tükörképei.

Értelemszerű a többszörös zérusok, ill. pólusok ábrája.

#### 3.3. Késleltetés

A  $z^{-r}$  késleltetésnek megfelelő tényező az amplitúdó görbét nem befolyásolja. A fázisábrája viszont  $r$  előjelétől függően  $-r \cdot 180^\circ$ -hoz tart nagy  $v$  értékek esetén, míg kis  $v$  értékekre  $0^\circ$ . A  $v=1$  helyen a fázisszög értéke pedig  $-r \cdot 90^\circ$ .

A  $W_i = \frac{1}{(1+w)^l}$  tényezőhöz  $l$  előjelétől függően

többszörös pólus vagy zérus tartozik, amelyhez a többszörös pólusnak, ill. zérusnak megfelelő ábrák rendelkeznek.



### 3.4. Konjugált komplex zéruspár, ill. póluspár

A konjugált komplex zéruspárhoz tartozó másodfokú gyöktényező:

$$W_i = 1 + 2\zeta'_i \frac{w}{V'_i} + \frac{w^2}{V_i'^2} \quad |\zeta'_i| < 1 \quad (20)$$

A logaritmusos amplitúdógörbe aszimptotái a 0 dB tengely, ill. egy 40 dB/dekád meredekségű egyenes, amelyek a  $V_i$  transzformált frekvenciánál metsződnek. A függvénynek  $0 < \zeta'_i < 1/\sqrt{2}$  esetén minimuma van,  $1/\sqrt{2} < \zeta'_i < 1$  esetén monoton. A logaritmusos fázisgörbe aszimptotái a  $0^\circ$ -os tengely és  $\zeta'_i > 0$  esetén a  $+180^\circ$ -os egyenes, ill.  $\zeta'_i < 0$  esetén a  $-180^\circ$ -os egyenes, a függvény monoton.

A konjugált komplex póluspárhoz tartozó

$$W_i = \frac{1}{1 + 2\zeta_i \frac{w}{V_i} + \frac{w^2}{V_i^2}} \quad |\zeta_i| < 1 \quad (21)$$

másodfokú gyöktényező ábrái az előzők tükörképei az abszcisszára.

## 4. Példák

### 1. példa

Itt a módszer illusztrálására vizsgáljunk meg először egy  $z$ -ben másodfokú átviteli függvényt!

Tekintsük adottnak a

$$W = W_z(z) = K_z \frac{1}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}} \quad (22)$$

átviteli függvényt. Ennek transzformáltja:

$$W = W_w(w) = K_w \frac{(1+w)^2}{1 + 2\zeta \frac{w}{V} + \frac{w^2}{V^2}} \quad (23)$$

ahol  $K_w$ ,  $\zeta$  és  $V$  értékét (12, 14, 15) összefüggésekkel határozhatjuk meg. További számítások nélkül is látható, hogy ennek a  $W(w)$  függvénynek máshol van szélsőértéke, mint a nevezőben szereplő másodfokú tagnak. A szélsőérték helye:

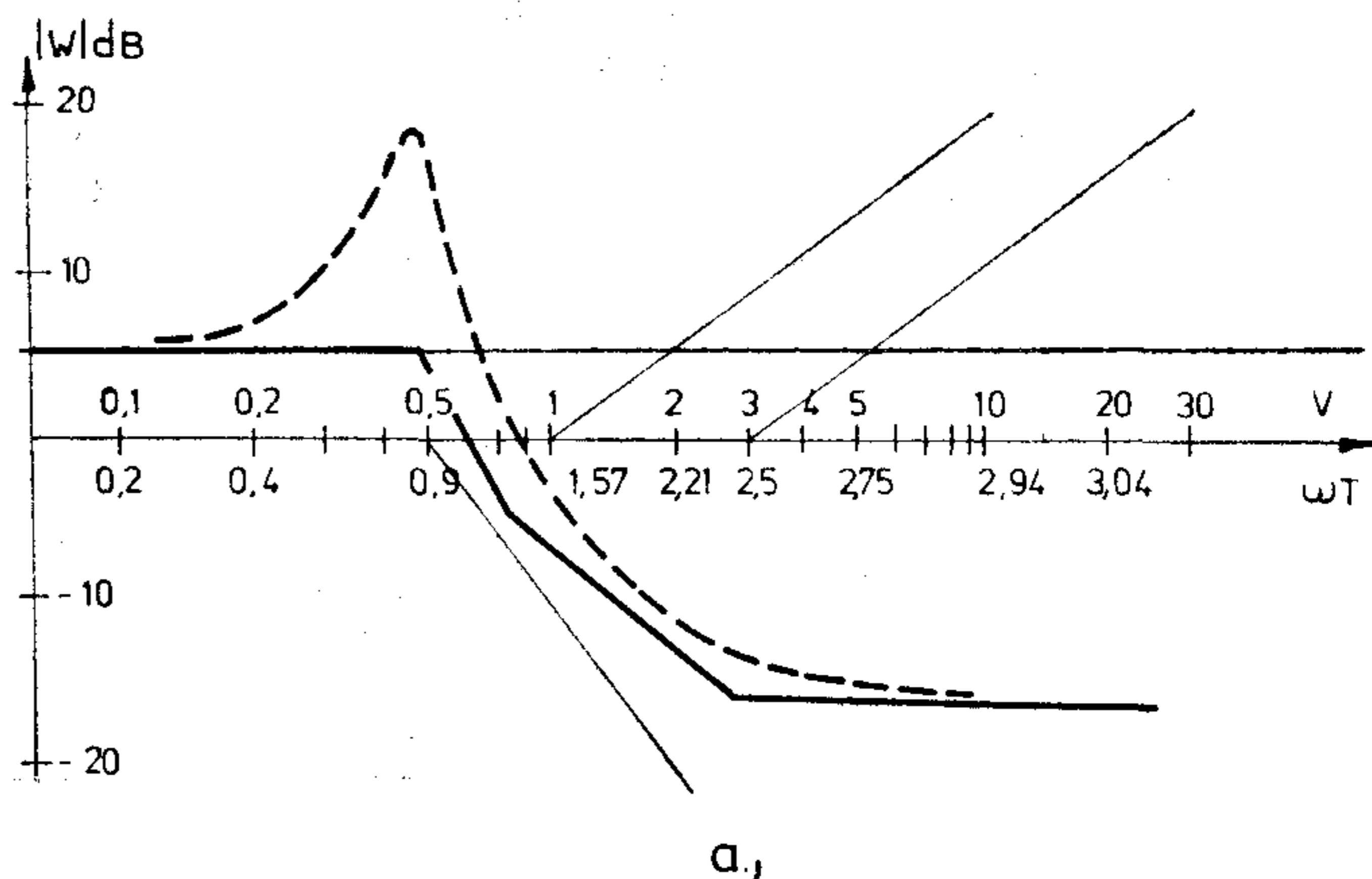
$$v_{\max}^2 = V^2 \frac{2\zeta^2 - 1 - V^2}{V^2(2\zeta^2 - 1) - 1} \quad (24)$$

azaz, ha  $W_z(z)$  átviteli függvényt tekintjük építőelemnek, a Bode-diagram ránézésre nem vázolható fel. A fenti szélsőérték helyet bonyolultabb példákban nem mindig érdemes felhasználni, mint ezt a következő példánkban látni fogjuk, mégis szükségesnek tartottuk ennek megemlítését, mivel a (22) függvényhez tartozó átviteli karakterisztika önmagában is érdekes lehet.

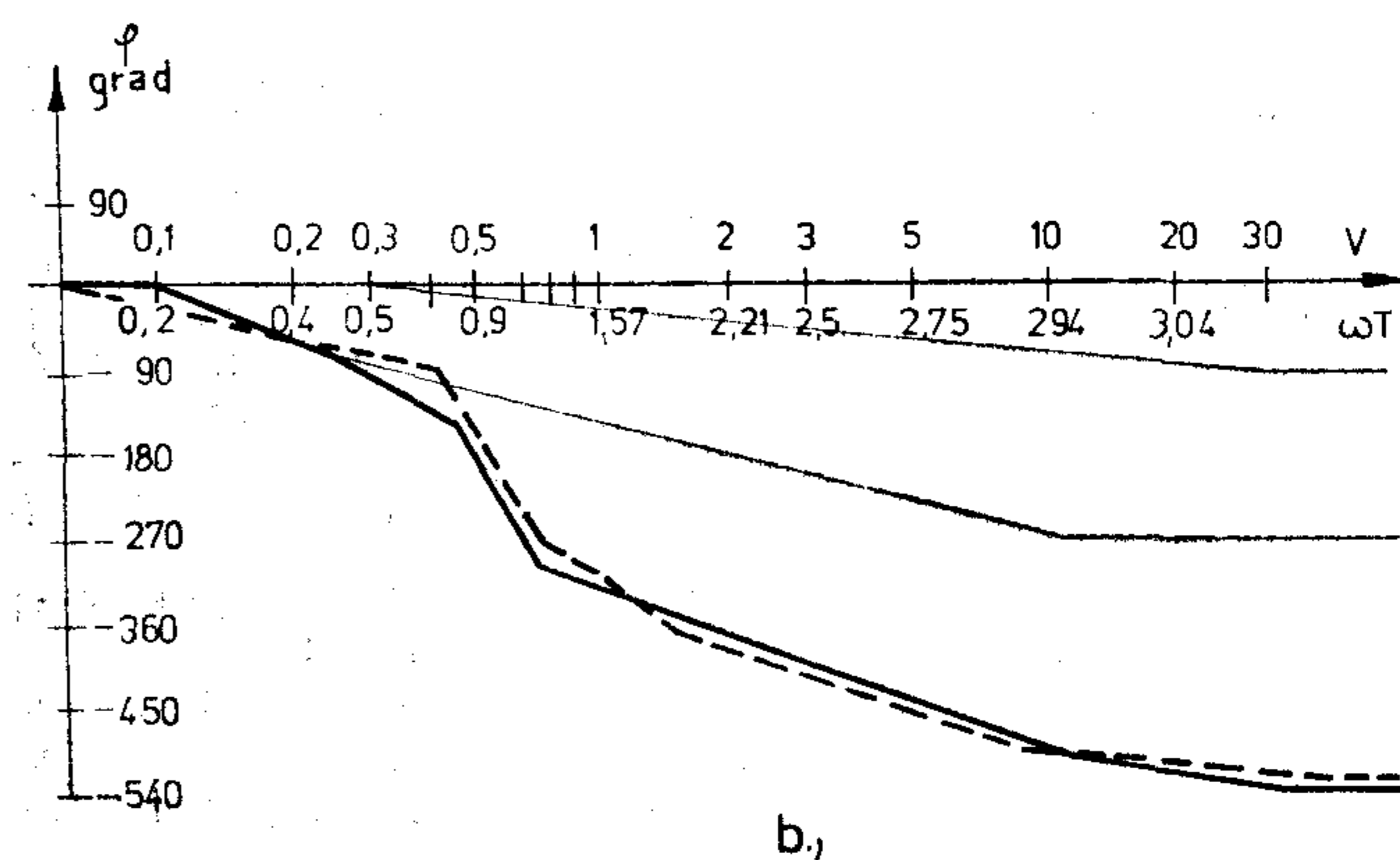
### 2. példa

Ábrázoljuk végül az alábbi diszkrét átviteli függvényhez tartozó átviteli karakterisztika Bode-diagramját!

$$W_z(z) = 0,5 \frac{z^{-2}(1+2z^{-1})}{1-z^{-1}+0,8z^{-2}} \quad (25)$$



2a ábra. Az amplitúdókarakterisztika Bode-diagramja



2b ábra. A fáziskarakterisztika Bode-diagramja

A nevezőben levő másodfokú gyöktényezőnek konjugált komplex gyökei vannak, és a rendszer stabil, mert együtthatói eleget tesznek a (4) feltételeknek.

Határozzuk meg a transzformáláshoz szükséges konstansokat! (11–15) összefüggések:

$$K_w = K_z \frac{1 - s_1}{1 + a_1 + a_2} = 1,875 \rightarrow 5,46 \text{ dB}$$

$$z_1 = \frac{s_1 - 1}{s_1 + 1} = 3$$

$$V^2 = \frac{1 + a_1 + a_2}{1 - a_1 + a_2} = 0,28; \quad V = 0,53$$

$$\zeta = \frac{1 - a_2}{(1 + a_2)^2 - a_1^2} = 0,13$$

Így a konstansok beírása után a transzformált átviteli függvény az alábbi:

$$W_w(w) = \frac{1,875 \left(1 - \frac{w}{3}\right) (1+w)}{1 + 2 \cdot 0,13 \frac{w}{0,53} + \frac{w^2}{0,28}} \frac{(1-w)^2}{(1+w)^2}$$

Az átviteli karakterisztika Bode-diagramja a 2. ábrán látható. A 2a ábra az amplitúdó-, a 2b ábra a fáziskarakterisztikát mutatja. A szaggatott vonal

mindkét karakterisztikában a számított pontokból adódó görbe. A szélsőérték helye akár a (24) formulából, akár a Bode-diagramnál megszokott formulából 0,52-re adódik. Ez az érték  $\omega T = 0,96$ -nak felel meg, a szélsőérték nagysága 19,6 dB.

## 5. Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm dr. Fodor György professzornak a téma kidolgozásában nyújtott hathatós segítségét, vala-

mint dr. Zombory László docensnek a téma felvetését.

## I R O D A L O M

- [1] A. Antoniou: Digital Filters: Analysis and Design. McGraw-Hill Book Co. New York 1979.
- [2] R. A. Gabel, R. A. Roberts: Signals and Linear Systems. John Wiley & Sons, Inc. Toronto 1980.
- [3] E. I. Jury: Sampled-Data Control Systems John Wiley & sons Inc. 1958.
- [4] Csáki F.: Korszerű szabályozásmélet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1970.

### Folytatás a 112. oldalról

1983-ban volt 50 éve, hogy dr. Lothar Rohde és dr. Hermann Schwarz műszaki-fizikai fejlesztőlaboratóriumot alapított Münchenben. Időközben világszerte ismertté vált a precíziós híradástechnikai és mérés-technikai berendezéseket gyártó Rohde und Schwarz cég, melynek az NSZK-ban 3500 alkalmazottja van, ezenkívül több száz munkatárs dolgozik 50 külföldi kereskedelmi kirendeltségénél.

A két alapító (75, ill. 76 évesek) ma is aktívan részt vesz a vállalat irányításában, amelynek üzleti forgalma a jubileum évében első ízben haladta meg a félmilliárd márkát. Az utolsó három év során a forgalom évi 12%-kal nőtt, és ugyanekkora összeget fordítanak évente a kutatás-fejlesztés finanszírozására is. (Rohde und Schwarz Presse Informationen, 1983. szept.)

\*

A SEIKO csoporthoz tartozó két japán vállalat, a SUWA SEIKOSHA és az EPSON 1983-ban sikeresen kifejlesztette a 43,2 mm x 34,2 mm nagyságú folyadék-kristályos kijelzőjű színes zsebtélevíziót.

Folyadékkristály kijelzőt a képcső helyettesítésére a fekete-fehér tévékhez már korábban kidolgoztak. Ezt a rendszert felhasználva, a SUWA SEIKOSHA cég már tavaly a piacra hozott fekete-fehér televíziós karórákat.

Mindamellet, a szín egyensúly irányításának nehézségei és a képfelbontás javítása miatt, a folyékony kristályos képernyővel ellátott kis színes tévé gyakorlatban való megjelenését néhány évvel későbbre tették.

A most kifejlesztett folyadékkristályos színes televíziókészüléknél, színes folyadékkristályokat használnak a kijelző egységben.

Ez a színes kristályos egység 57 600 képelemet jelenít meg egy 240 x 240-es mátrixban. A kijelzőlap 2,5 mm vastag, a képernyő pedig két hüvelyk átmérőjű, vagyis 43,2 mm széles és 34,2 mm hosszú.

Az új színes TV képernyőjét a következő új technológiák egyesítésével fejlesztették ki:

- technológiai folyamat, melynek során egy egyszerű szerkezetű, igen megbízható, tartós vékonyréteg tranzisztort ráépítenek egy átlátszó testre;
- technológia tiszta, extra finomságú színszűrő kialakítására a kijelzőlapban;
- a folyadékkristály részecskék kifejlesztése, melyek nagy sebességgel képesek mozogni;
- olyan különlegesen kis méretű szalagkábel kifejlesztése, amellyel lehetséges 480 kimenővezeték-összekapcsolása a folyadékkristály lappal.

A kísérleti színes tv-készülék méretei a következők: szélessége 16 cm, magassága 8 cm, vastagsága 2,8 cm, súlya pedig megközelítőleg 500 gramm.

Akár kis lügos elemmel (kb. négyórás tévézésre elegendő), akár újratölthető elemmel (kétórás élettartam) is működtethető.

A vállalat elképzelései szerint egy éven belül piacra kerül az új tv-készülék.

(Hírek Japánból, 1983/5. szám)

\*

A Matthey Printed Products Ltd. angol cég új video késleltető egysége mindössze 1,75 hüvelyk magas részt foglal el egy szabványos 19"-es állványban és 20 csatorna késleltető egységét tartalmazza. Minden csatornának külön be-, ill. kimeneti BNC csatlakozója van. A csatornák közötti áthallás-leválasztás jobb, mint 60 dB. Egy-egy csatorna max. késleltetése 1830 ns, a késleltetés a készülék előlapján 2 ns-os lépcsőkben és  $\pm 1$  ns finombeállítással állítható be. (Matthey Press Release)

\*

Az International Resource Development Inc. amerikai cég új tanulmánya szerint a „videotex” szolgáltatások igazi fellendülése csak akkor várható, ha a felhasználók már elfogadták a beszédalapú „audiotex” szolgáltatásokat (pl. telefonos bevásárlási vagy bankszolgálat). Mindkét szolgáltatás alapját a jelenlegi telefonhálózat képezi. Az „audiotex” és „videotex” szolgáltatások bevétele a becslések szerint a következőképpen alakul (millió USA dollárban):

3. táblázat

	1983.	1985.	1988.	1993.
Videotex	45,0	200,0	1200,0	3700,0
Audiotex	90,0	200,0	550,0	1200,0

(News from IRD, 1983. augusztus 15.)

A Francia Távközlési Igazgatóság (PTT) 300 000 Minitel videotex terminált rendelt három francia cégtől. A TELIC, a TRT-Radiotechnique és a Matra cég 1983 végéig egyenként 100 000 Minitel terminált száll

Folytatás a 140. oldalon

# Digitális optikai átviteli rendszerek

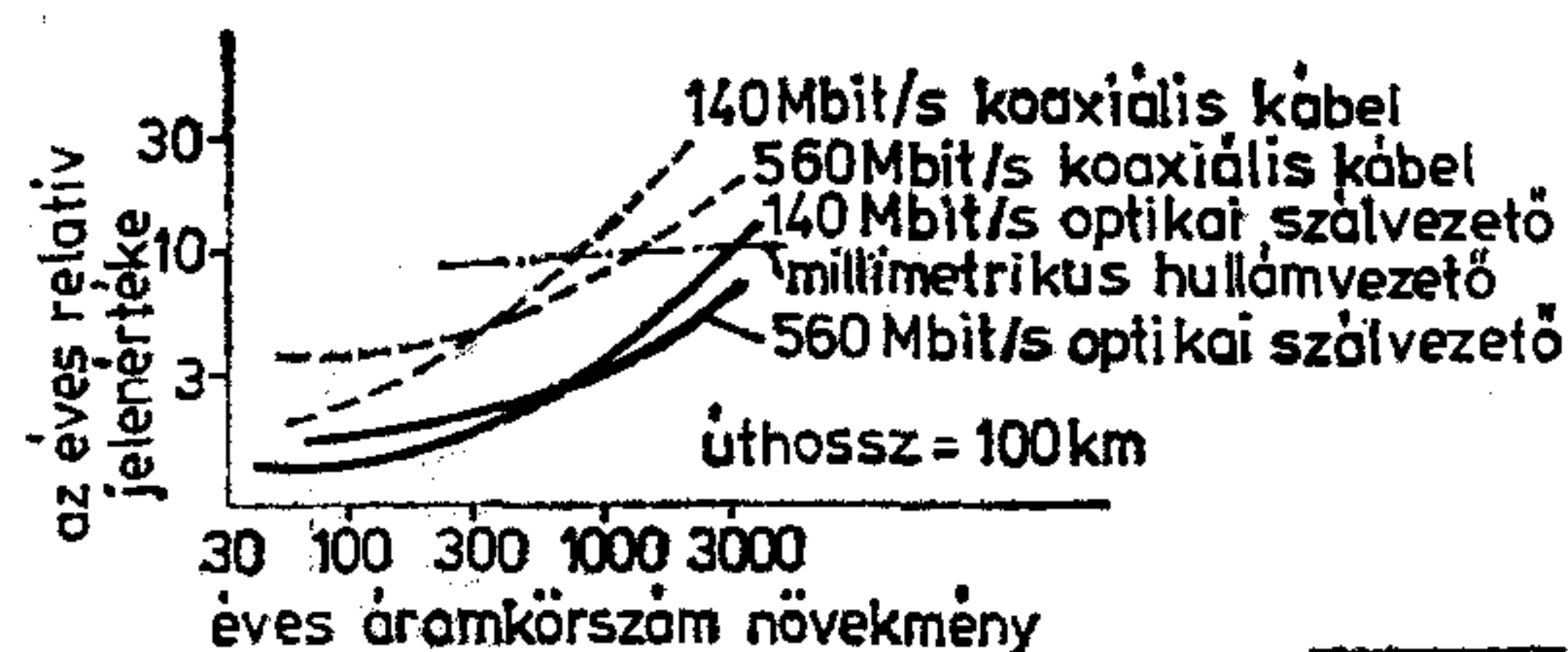
LŐRINCZ ENDRE  
BHG

A cikk a Telecommunication Journal 1981/11. és 1982 „optical fibres” különszámaiban megjelentek alapján készült.

A szobahőmérsékleten folyamatosan működő félvezető lézer 1970-ben történt előállításától a digitális optikai átviteli rendszerek több generációja jött létre, amelyek megalapozott alternatívát kínálnak a koaxiális átviteli rendszerekkel szemben. Az 1. ábrán szemléltetett gazdasági előny a szálvezető alacsonyabb anyagköltségéből és — a nagyobb ismétlő távolságból eredő — alacsonyabb berendezésköltségéből adódik.

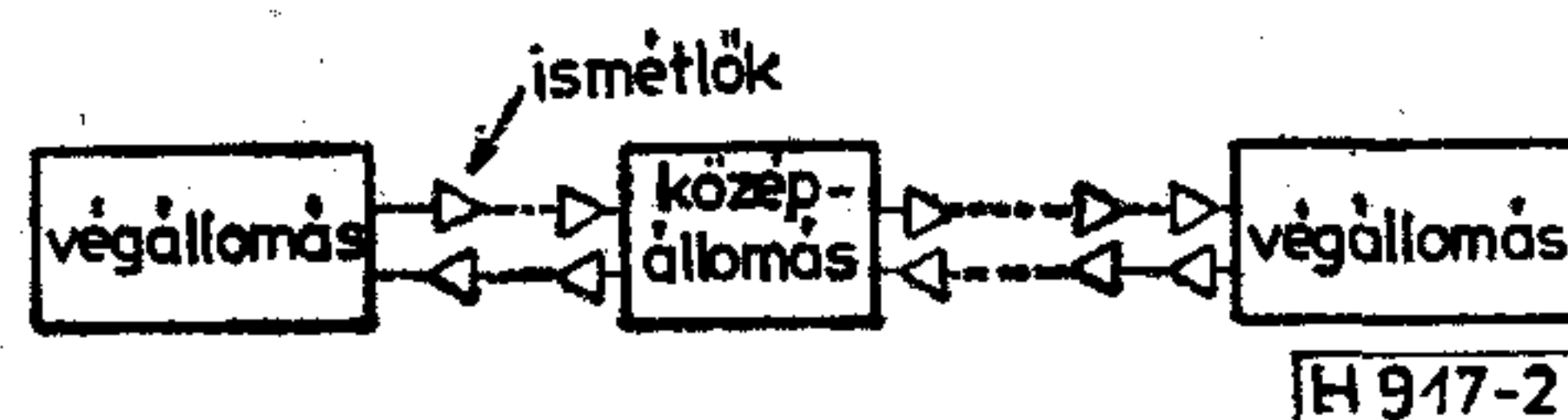
A szárazföldi rendszerek általános felépítését a 2. ábra szemlélteti. A vég- és középállomási berendezéseket épületekben helyezik el, az ismétlőket pedig kábelaknákban, tartályokban vagy tartóoszlopokon. A tenger alatti kábeleknél a középállomási berendezések helyét is a végberendezések által távtáplált és távfelügyelt ismétlők foglalják el. Az átviteli rendszer sebességét a tervezés fázisában gazdasági szempontok szerint választják ki a CCITT digitális hierarchiáiból. Ezt követi az ismétlő távolság és egyben a szálvezető típus meghatározása: 30 km-ig multimódusú szálvezetőt alkalmaznak a 0,8–0,9  $\mu\text{m}$  vagy az 1,3  $\mu\text{m}$  hullámhossz tartományban, 30 km felett pedig egymódusú szálvezetőt az 1,3–1,55  $\mu\text{m}$ -es tartományban (3. ábra).

A 0,8–0,9  $\mu\text{m}$ -es tartományban fényforrásként GaAlAs lézer diódát (LD), valamint felületsugárzó vagy élsugárzó fényemittáló diódát (LED vagy ELED) használnak. Fotodetektáló eszközként Si lavalina fotodiódát (APD) vagy Si p-i-n diódát alkalmaznak térvezérlésű műveleti erősítővel (PIN—



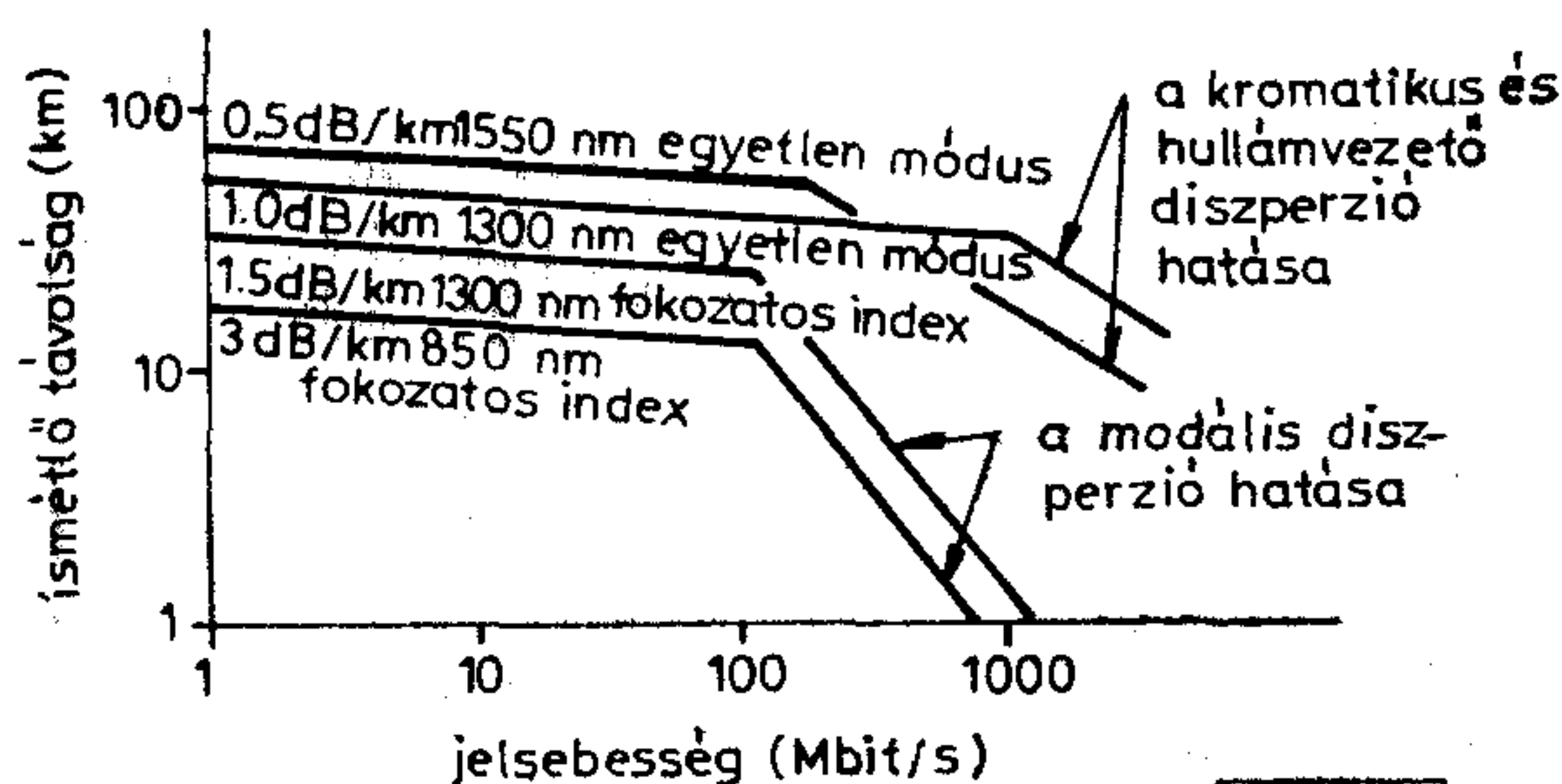
H 917-1

1. ábra. A különböző átviteli közegek gazdasági összehasonlítása



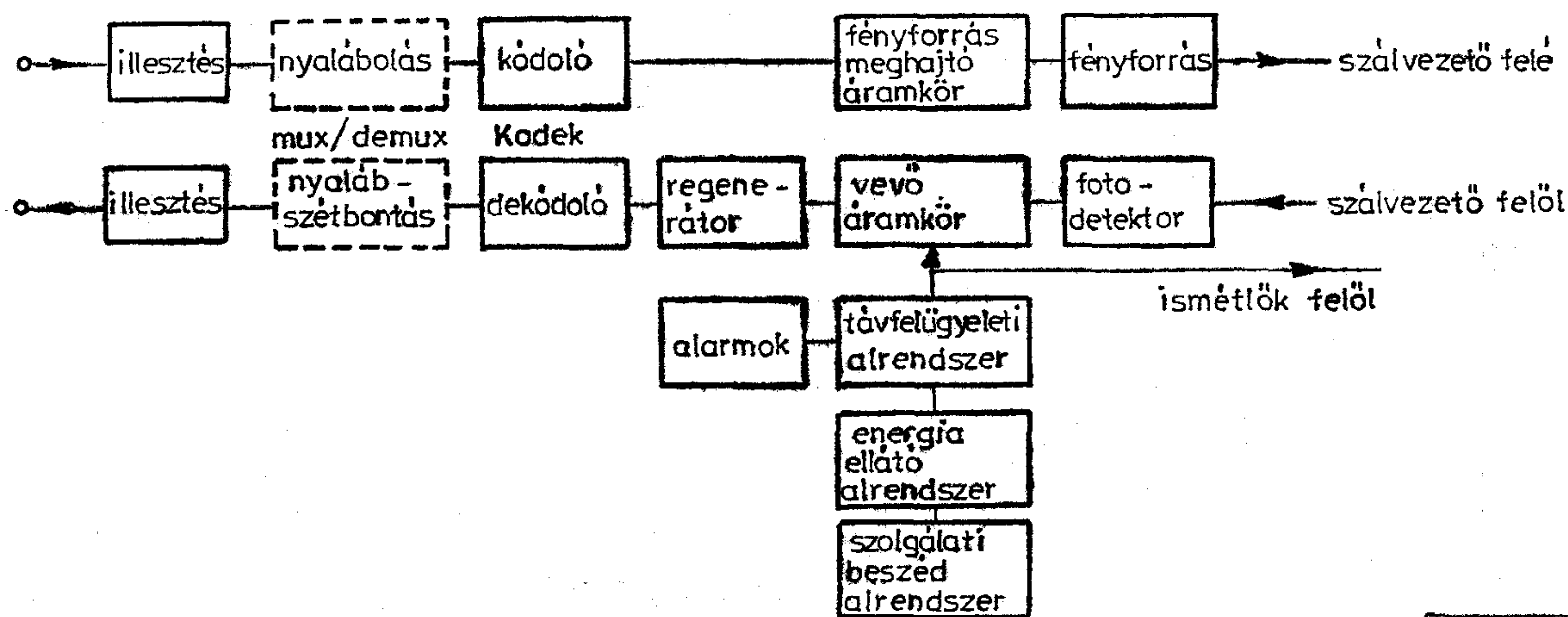
H 917-2

2. ábra. Az optikai átviteli rendszer blokkvázlata



H 917-3

3. ábra. Az ismétlők távolságának jelsebességfüggése



H 917-4

4. ábra. A végállomási berendezés blokkvázlata

FET). Az  $1,3-1,55 \mu\text{m}$ -es tartományban fényforrásként InGaAsP lézer dióda vagy fényemittáló dióda szolgál, fotodetektorként pedig Ge lavina fotodióda vagy InGaAs p-i-n dióda (I–II. táblázat).

A 4. ábrán látható végállomási berendezés illesztés után multiplexeli a különböző sebességű csatornákat, majd kialakítja a *vonali kódot* (III. táblázat). A 8 és 34 Mbit/s sebességű rendszerekben korábban a *HDB3 kódot* alkalmazták, a 140 Mbit/s-os rendszerekben pedig a számjegy invertáló *CMI kódot*. Újabban a *kiegyensúlyozott nB/n+1/B bináris blokkkódot* használják: a 34 és 140 Mbit/s-os rendszerekben alkalmazott *5B6B kód* biztosítja a legkedvezőbb arányt a kódolás bonyolultsága és a járulékos redundancia között, a *7B8B kód* pedig nagyon egyszerű hibaarány detektálást tesz lehetővé az ismétlőkben. Igen nagy sebesség esetén (560 Mbit/s felett) a részleges átvitel technikájával alakítják ki a vonali kódot.

A kódolt digitális jelsorozat a meghajtó áramkörön át vezérli a fényforrást. A két fényforrástípus közül a lézerhez viszonyítva a fényemittáló diódának kisebb a modulációs sebessége, nagyobb a spektrumvonalszélessége és kisebb az emittált fényenergiája, viszont nagyobb az élettartama és egyszerűbb meghajtó áramkört igényel. A *LED* bináris meghajtó áramkörét a lézer esetében egy szabályozó áramkörrel egészítik ki, amely a moduláló áram vezérlésével csúcshatárolja az emittált fényenergiát, és megszünteti a rezonancia áramkűszöbének hőmérséklet-függését.

A *fotodetektorok* közül a Si lavina fotodiódát a  $0,8-0,9 \mu\text{m}$  hullámhossz tartományban előnyben részesítik a Si PIN–FET-tel szemben nagyobb vételi érzékenysége miatt – annak ellenére, hogy magas tápfeszültséget (200–400 V) igényel, és nagy a hőérzékenysége. Az  $1,3-1,55 \mu\text{m}$ -es tartományban alkalmazható Ge lavina fotodiódának már jóval kedvezőtlenebbek a paraméterei, ezért ebben a tartományban inkább az InGaAs PIN–FET-et használják. A kis sebességű rendszerekben a PIN diódát egy kis bemenő impedanciájú visszacsatolt erősítő terheli, a nagy sebességű rendszerekben viszont egy nagy bemenő impedanciájú nyílthurkú erősítő. A dióda kapacitásának és az erősítő bemenő kapacitásának együttes integráló hatása elhanyagolhatóvá teszi a termikus zajt. A hasznos jelek nem kívánatos integrálódását a regenerátor egy differenciáló hatású digitális szűrővel egyenlíti ki, majd a bitsebességre hangolt erősítő jitter-simítást végez a visszanyert hullámformán. A dekódoló áramkör a *vonali kódot* adatkóddá alakítja át, amely demultiplexelés után az illesztő áramkörön át hagyja el a végállomási berendezést.

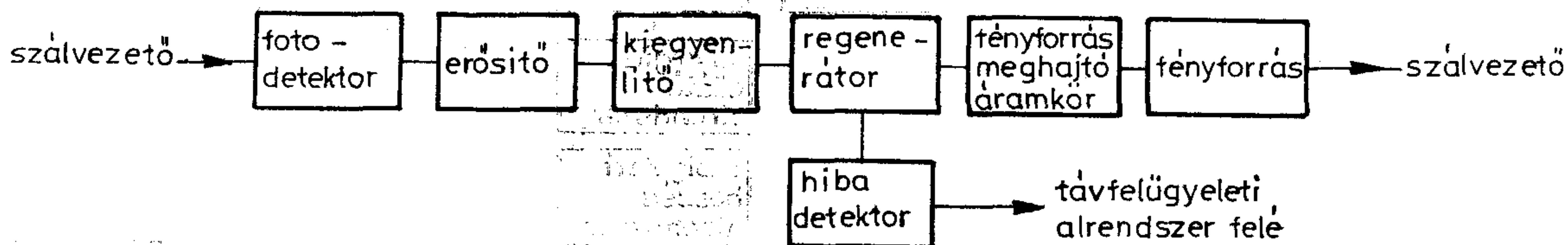
Fényforrás-típus	Hullámhossz (nm)	Anyag	Tipikus kimenő teljesítmény az 50/125 $\mu\text{m}$ átmérőjű fokozatos indexű szálvezető felé (nW)	Tipikus modulált spektrumvonalszélesség (nm)	Maximális moduláló frekvencia (MHz)
Lézer	850	GaAlAs	1–3	3	500
	1300	InGaAsP	0,1–2	8	500
	1550	InGaAsP	0,1–2	10	500
ELED	850	GaAlAs	1–1,5	40	100
	1300	InGaAsP	0,5–1,5	60	200
LED	900	GaAs	0,5–0,8	40	50–150
	1300	InGaAsP	0,1–0,5	110	50–150

II. táblázat

Fotodetektor típus	Anyag	Hullámhossz tartomány (nm)	Kvantumhatásfok %	A vett teljesítmény minimuma 140 Mbit/s-nál $P_e=10^{-9}$ -re vonatkoztatva (dBm)
APD	Si	800–900	$\approx 80$	– 50
	Ge	1300–1550	$\approx 70$	– 40
PIN/PIN FET	Si	800–900	$\approx 90-95$	– 45
	InGaAs	1300–1550	$\approx 40-70$	– 44

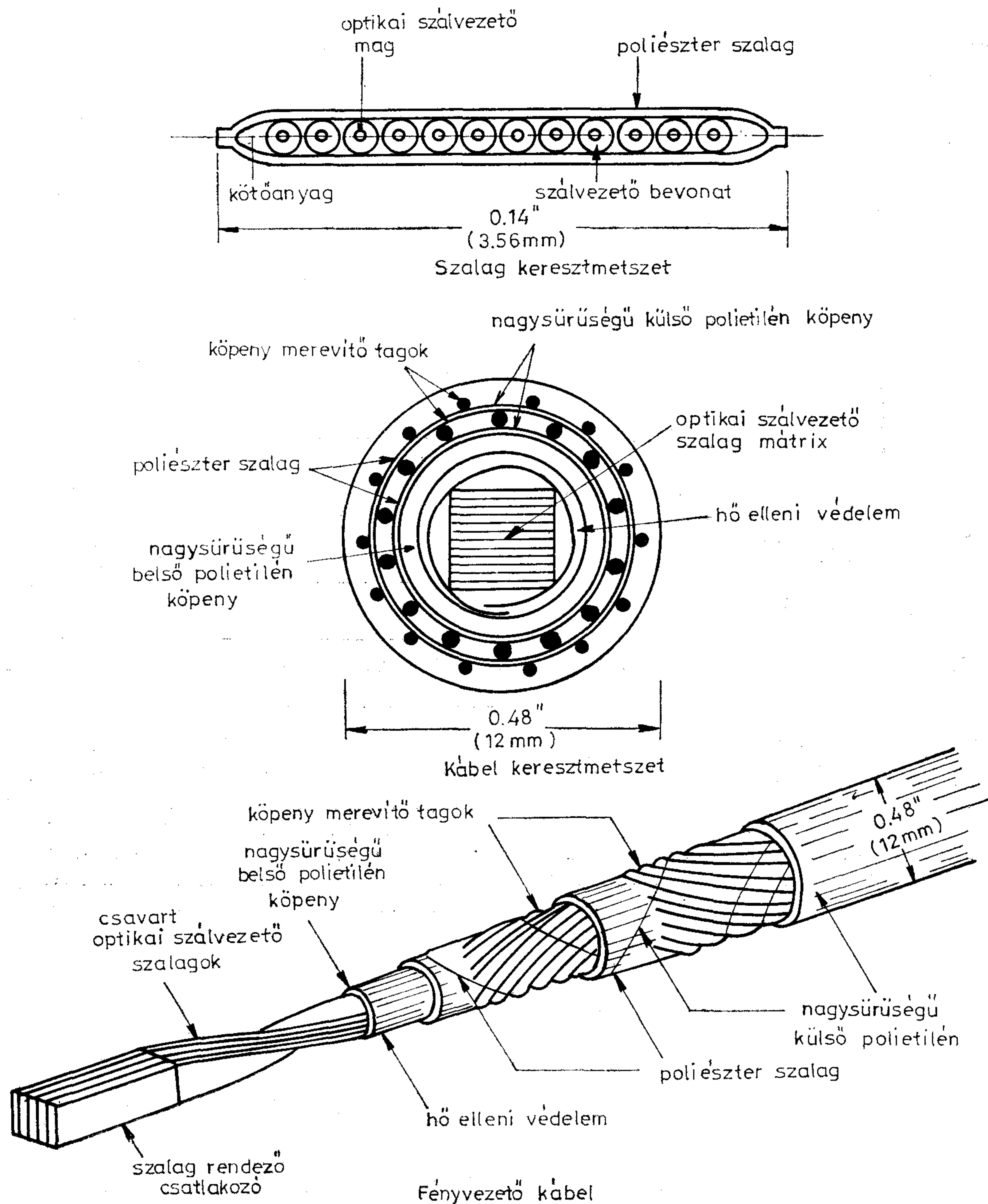
III. táblázat

Kategória	Diszparitás	Példa
Alfabetikus	Kiegyensúlyozott (kötött diszparitás)	$nB(n+1)B$
	Kiegyensúlyozatlan (kötetlen diszparitás),	Optikai rendszerekben nem használatos
Nemalfabetikus	Kiegyensúlyozott (kötött diszparitás)	
	Kiegyensúlyozatlan (kötetlen diszparitás)	Paritásvizsgálat komplementer bit hozzáadásával
Speciális	–	Részleges átvitel



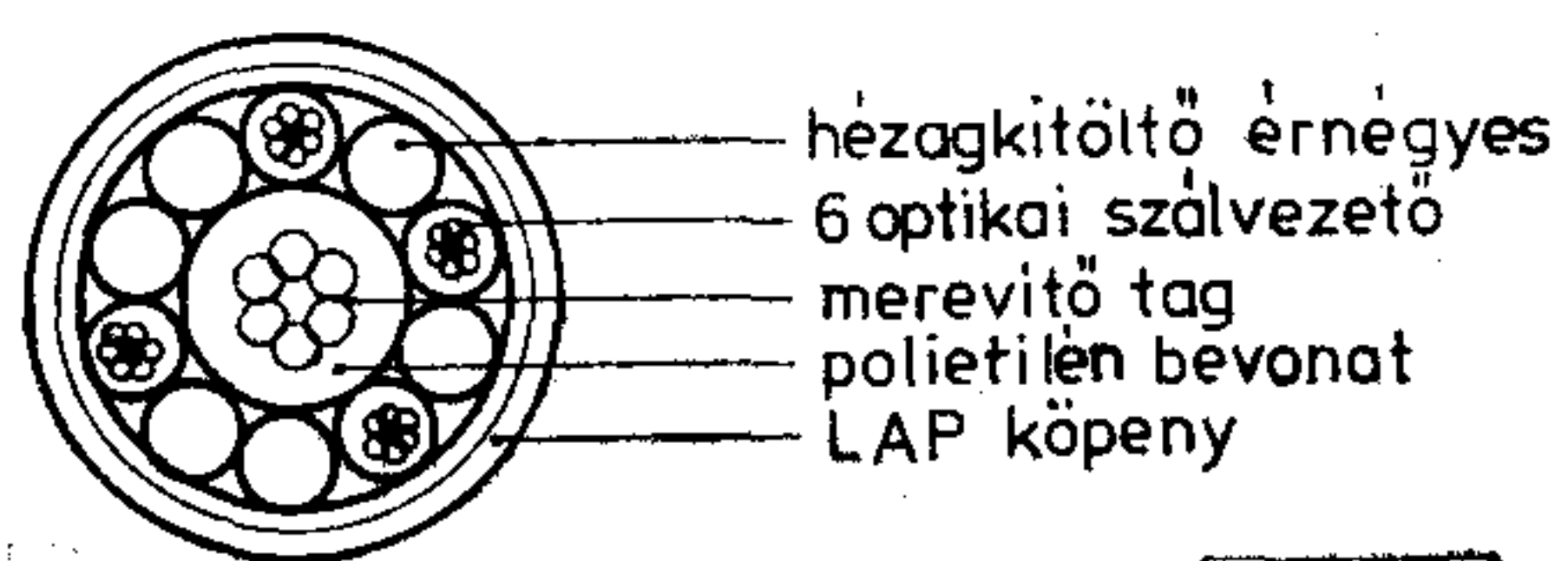
H 917-5

5. ábra. Az ismétlők blokkvázlata



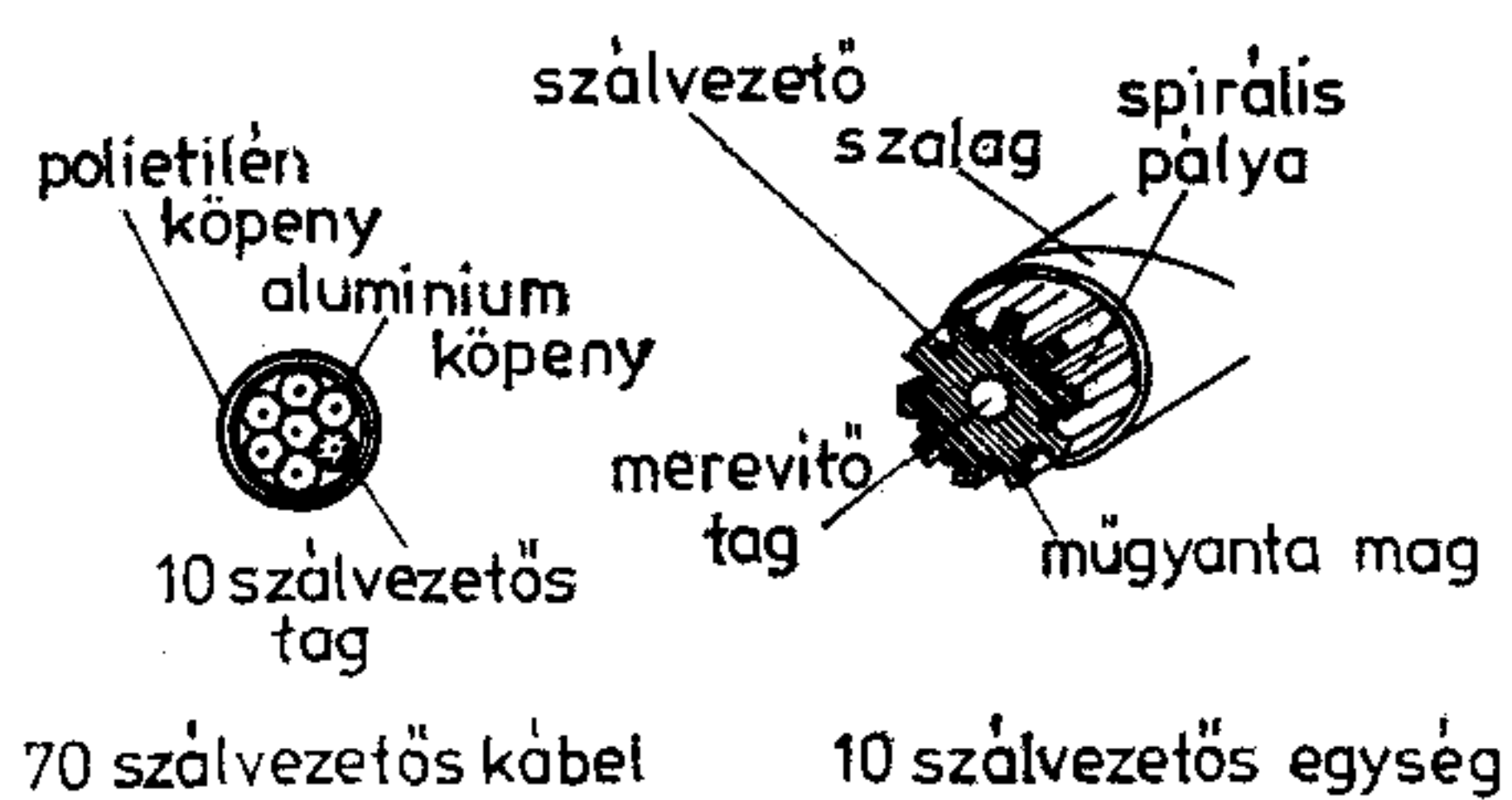
H 917-6

6. ábra. A Bell System FT3 rendszerének 144 szálvezető optikai kábele



H 917-7

7. ábra. Az NTT 24 szálvezetőt tartalmazó optikai kábele Kawasaki helyi hálózatában



H 917-8

8. ábra. A Francia PTT 70 szálvezetőt tartalmazó optikai kábele Párizs trónkhálózatában

IV. táblázat. Néhány kísérleti optikai átviteli rendszer eredményei Japánban

Szálvezető-típus		Fokozatos indexű multimódus		Egymódus		
Jelsebesség (Mbit/s)		100	400	100	400	800
Fényforrás	Lézertípus	InGaAsP/InP	GaAlAs	InGaAsP/InP		
	Hullámhossz (nm)	1295	850	1510		1310
	Spektrális szélesség (nm) Kibocsátott energia (dBm)	1 -5,3	1 -6,5	1 -7,8	3 -4,7	3 -4,0
Szálvezető	Átlagos csillapítás (dB/km)	0,6	2,6	0,5		0,6
	Diszperzió	1,3 GHz-km		16 ps/km/nm		2 ps/km/nm
Fotodetektor	Típus Kvantumhatásfok Többletzaj tényező	Ge-APD 40-70% 0,8-1,0	Si-APD 65% 0,3	Ge-APD 40-70% 0,8-1,0		
Megvalósított ismétlő távolság (km)		52,6	8	58	20	40
A vett teljesítmény átlaga $P_e = 10^{-11}$ -re vonatkoztatva (dBm)		-38,7	-38,5	-39,5		-29,0

Az 5. ábrán látható ismétlő táplálását szárazföldi rendszereknél helyileg oldják meg (pl. napelemekkel), vagy pedig — a tenger alatti kábelekhez hasonlóan — a kábel e célra szolgáló vörösréz vezetékén keresztül. A kábel vagy az ismétlő hibájának behatárolását a *távfelügyeleti alrendszer* a hibaarány figyelésével végzi. A végállomási alrendszerhez az ismétlők riasztójelzése többféleképpen is visszacsatolhatók:

- vörösréz vezetőkkel,
- külön szálvezetőkkel,
- az átvitelre használt szálvezetőkön át hullámhossz multiplexeléssel (WDM), a vonali kód redundanciájával, a vonali kód órafrekvenciájának modulálásával, vagy egy járulékos modulált vivő beékelésével.

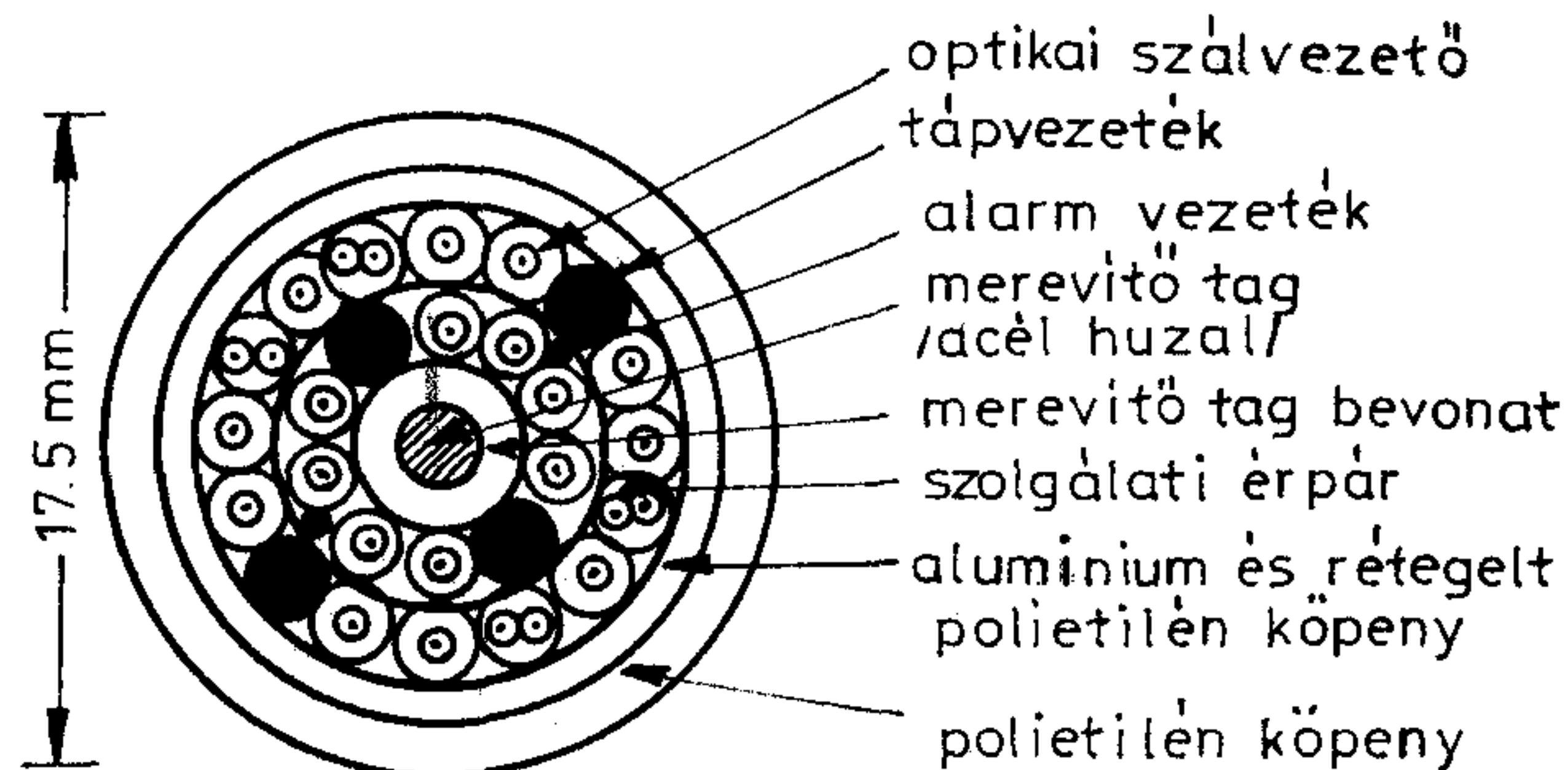
A hibaelhárításhoz szükséges *szolgálati beszédcsatorna* a következőképpen biztosítható:

- vörösréz vezetőkkel,
- az acél merevítőtagok vagy az alumínium védőréteg felhasználásával (csak kis távolságú rendszerekben)
- az átvitelre használt szálvezetőkön át a vonali kód redundanciájával (csak vég-vég között)
- rádiótelefonnal.

Az optikai szálvezetőket elsőként a városi trónkhálózatban alkalmazták. Az USA-ban az első FT3 rendszert Atlanta városi trónkhálózatában helyezték üzembe 1980-ban: 45 km hosszúságú optikai kábellel kötötték össze a város 4 főközpontját, és 5 ismétlőt alkalmaztak 6,5 km-es maximális távolság mellett. A *Bell System* által üzemeltetett 20 darab 45 Mbit/s-os átviteli összeköttetést a 0,82  $\mu\text{m}$  hullámhosszon GaAlAs kettős heteroszerkezetű lézerral, 50/125  $\mu\text{m}$ -es multimódusú fokozatos indexű

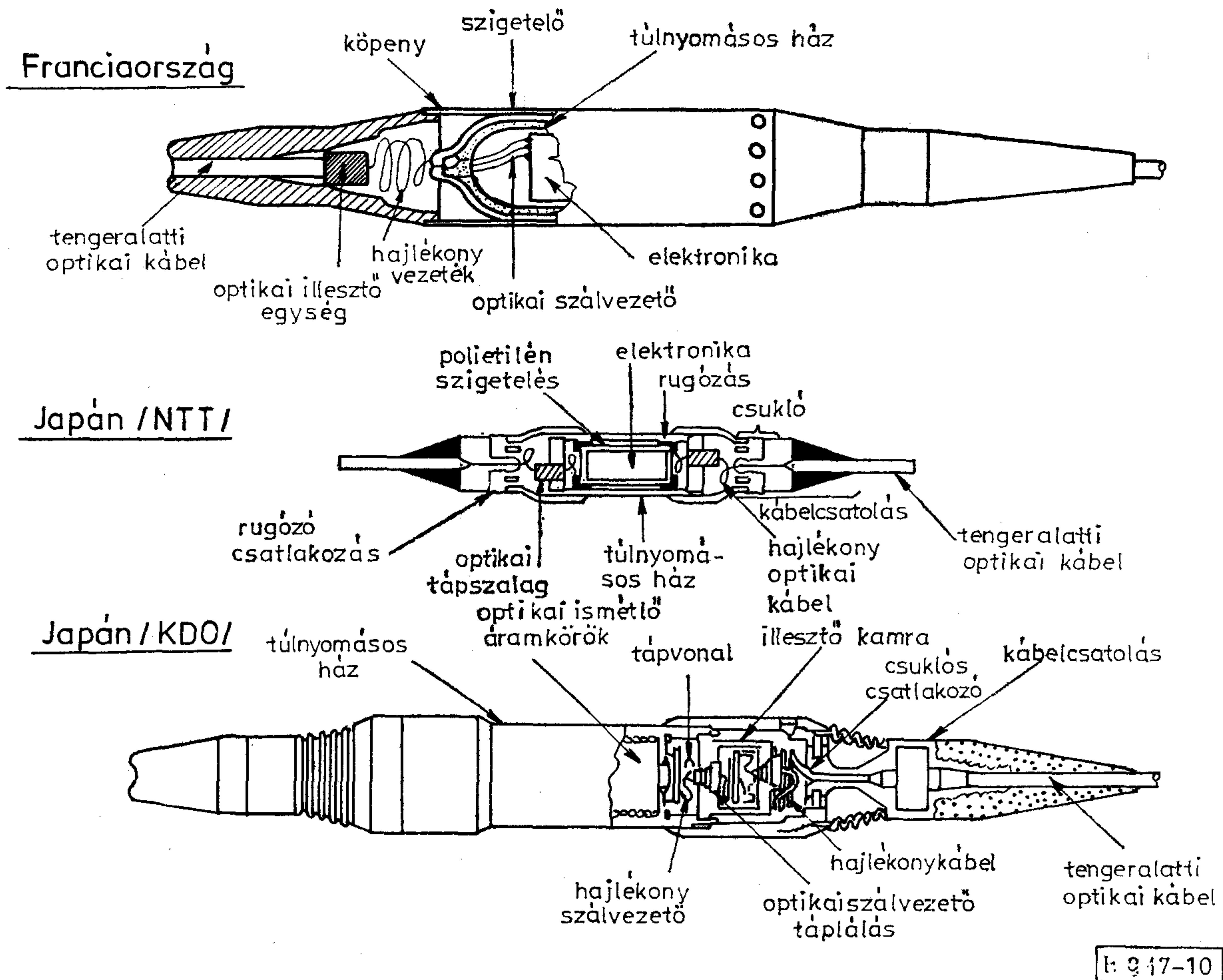
szálvezetővel, és Si lavina fotodiódával valósították meg. Az alkalmazott kábel csak optikai szálvezetőket tartalmaz, tekintettel az ismétlők helyi táplálására, és a szomszédos kábelek segítségével megvalósított távfelügyeletre. A távfelügyeleti alrendszer  $10^{-6}$  hibaarány esetén automatikusan kiiktatja a kérdéses összeköttetést, és csak  $10^{-7}$  nél jobb hibaarány esetén helyezi újra üzembe. A 6. ábrán látható kábel szalag szerkezetű mátrixa  $12 \times 12$  szálvezető befogadására alkalmas, azonban kisebb kapacitás esetén sem változik a kábelátmérő.

Az NTT 1980-ban Kawasaki város 3 főközpontját kötötte össze egy 11,5 km-es földkábellel és egy 6,3 km-es légkábellel. A rendszerben háromféle jelsebességet (6,3; 32 és 100 Mbit/s-ot) alkalmaznak, ezenkívül egy analóg video csatornát is továbbítanak. A kisebb sebességeket a 0,85  $\mu\text{m}$  hullámhosszon valósítják meg GaAlAs lézerral, 50/125  $\mu\text{m}$ -es multimódusú fokozatos indexű szálvezetővel és Si lavina fotodiódával; a 100 Mbit/s sebességet pedig az 1,3



H917-9

9. ábra. Az ASST 18 szálvezetőt tartalmazó optikai kábele Róma trónkhálózatában



10. ábra. Tenger alatti optikai kábelek ismétlőinek mechanikai felépítése

$\mu\text{m}$  hullámhosszon működő InGaAsP lézerrel és LED-del, 50/125  $\mu\text{m}$ -es szálvezetővel és Ge lavina fotodiódával. A 7. ábrán látható 24 mm átmérőjű kábelben 24 szálvezető és 6 vörösréz érnegyves található, de létezik egy kettős hengeres szerkezetű változat is, amely 48 szálvezetőt tartalmaz. Japán néhány kísérleti optikai rendszerének eredményeit mutatja be a IV. táblázat.

Ugyancsak 1980-ban helyezte üzembe a francia PTT az első 34 Mbit/s-os optikai rendszerét Párizs két főközpontja között. A 0,85  $\mu\text{m}$  hullámhosszon működő rendszer 8. ábrán látható kábele 7 darab olyan egységet tartalmaz, amelyek mindegyike 10 szálvezetőt foglal magában a spirálisan csavarodó műgyanta mag hornyáiban.

Az ASST és SIP 1981-ben helyezett üzembe Róma 7 főközpontja között egy 16 km összhosszúságú optikai rendszert. A 0,85 és 0,9  $\mu\text{m}$  hullámhosszon üzemelő rendszerben a 34 és 140 Mbit/s sebességet GaAlAs lézerrel és LED-del, 62/125  $\mu\text{m}$ -es multimódusú fokozatos indexű szálvezetővel és Si lavina fotodiódával valósították meg. A 9. ábrán látható koncentrikus szerkezetű kábel 18 szálvezetőt tartalmaz, továbbá tápáramvezetőket, szolgálati érpárakat és vízbehatolást jelző alarmvezetőket.

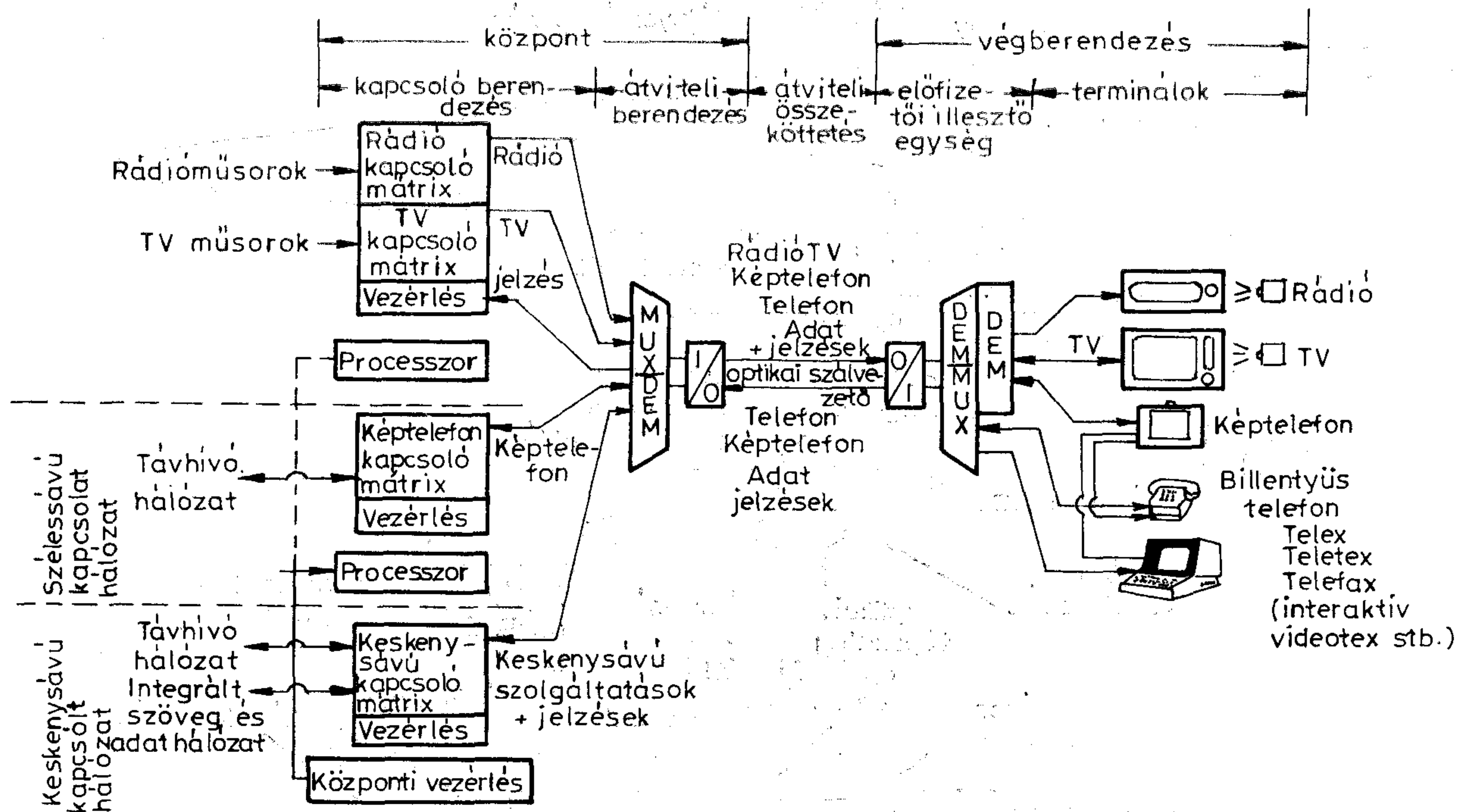
A Német Szövetségi Posta első optikai rendszerét Nyugat-Berlin két főközpontja között helyezte üzembe 1979-ben. A 4,5 km hosszúságú összeköttetés a 0,85  $\mu\text{m}$  hullámhosszon üzemel 34 Mbit/s sebességgel.

A British Telecom 8 és 34 Mbit/s sebességű optikai rendszereket alkalmaz a trónkhálózatában. A korábbi összeköttetésekhez a 0,85–0,9  $\mu\text{m}$  hullámhossz tartományban üzemelő GaAlAs lézert és LED-et, valamint Si lavina fotodiódát használt fel, újabban az 1,3  $\mu\text{m}$  hullámhosszon üzemelő InGaAsP LED-et és InGaAsP PIN-FET-et alkalmaz 16 km-es ismétlő távolsággal.

Az optikai szálvezetők felhasználási területének bővülését jelentik a szálvezető tenger alatti kábelek. A tervcélok szerint a 8000–10 000 km hosszúságú kábeleknek — amelyek 6000–8000 m mélységben haladnak az óceán szintje alatt — 8–15 éves MTBF értékkel kell rendelkezniük, amelyet a 25–50 km-es ismétlő távolság mellett tartalékolással kívánunk biztosítani. A tervezett MTBF értékből kiindulva az ismétlők megbízhatóságának 15–150 fit\*-nek kell lennie, ezért igen magas integrátsági szintet alkalmaznak az elektronikus egységekben (5 chip/egyirányú egység), továbbá a lézer diódákból 1–3 tartalékot képeznek.

A tenger alatti kábel szakítószilárdságának 75–100 kN-nak kell lennie, hogy kibírja a fektetéssel járó igénybevételt és a víz 80 MPa nagyságú hidrosztatikus nyomását. A 10. ábrán bemutatott túlnyomásos házakban helyezik el az ismétlőket, amelyek mérete és szerkezete hasonló a hagyományos rendszerekéhez.

\* 1 fit = 1 hiba/10<sup>9</sup> óra × az alkatrészek száma.



H917-11

11. ábra. A Német Szövetségi Posta BIGFON hálózatának egyik változata

Az első 10 km hosszúságú 140 Mbit/s-os tenger alatti kábelt Nagy-Britanniában helyezték üzembe 1980 februárjában, ezt Japán követte 1980 októberében egy szintén 10 km hosszúságú kábellel, amelyet több más optikai szálvezetős rendszer követett világszerte.

A széles sávú integrált szolgáltatás megvalósításához az optikai szálvezetőket az előfizetői hálózatban is alkalmazni kell. Az előfizető és a helyi központ közötti távolság valamint a szolgáltatás függvényében a különböző csillapítású és sáv szélességű szálvezetőket gazdasági szempontok szerint választják ki. Az előfizetői készülékek (rádió, tv, telefon, képtelesfon, telex, fakszimile, teletex, interaktív videotex stb.) energiaellátását a kizárólag szálvezetőket tartalmazó kábelek esetében helyileg kell megoldani (hálózat + akkumulátor, napelem stb.).

A francia PTT Biarritzban helyezi üzembe kísérleti optikai szálvezetős előfizetői hálózatát 1983-ban, amely a telefon és képtelesfon mellett két egyidejű tv-programot és egy hifi sztereo programot is továbbít. A kanadai Elie rurál hálózatban a 4 mellékállomásos party-line telefon mellett egy FM sztereo csatornát, egy analóg tv-csatornát és egy 56 kbit/s-os szinkron adatcsatornát is továbbítanak az előfizetői kábeleken.

A Német Szövetségi Posta BIGFON hálózata 1986-ra készül el 7 városban, amely egyidejűleg 2 vagy több integrált keskeny sávú csatornát, 2...4 választott tv-csatornát, 24 egyidejű vagy 4 választott FM sztereo csatornát és 1 képtelesfon csatornát tartalmaz (11. ábra).



# Digitális áramkörök és mikroprocesszorok alkalmazása a tv-vevőkészülékekben

PÁLFALVI JENŐ  
ORION



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a mikroprocesszoroknak és digitális áramköröknek tv-vevőkészülékekben való alkalmazását tárgyalja. Ismerteti az FBAS jelek feldolgozására alkalmas digitális áramköröket és a hozzájuk kapcsolódó képminőséget javító megoldásokat. A cikk ismerteti, hogy a jövőben a tv-készülékekben az egységek vezérlését adatbusszal (I<sup>2</sup>C) kell megvalósítani. Megemlíti a különböző elektronikus készülékek (perifériák) összekapcsolásának lehetőségét és ezzel kapcsolatban is az egységes busz használatának szükségességét (Domestic Digital BUS = D<sup>2</sup>B). (\*)

## PÁLFALVI JENŐ

1966 óta dolgozik az Orion tv-fejlesztési osztályán, ahol tv-vevőkészülékek tervezésével és irányításával foglalkozik. Több cikke jelent már meg a Rádiótechnika és a

Híradástechnika folyóiratban. 1982-ben került kiadásra a „Színes tv-készülékek dekódolói” című könyve. Jelenleg a tv-fejlesztési osztály vezetője. A KGST 7. szekciójának munkájában aktívan részt vesz.

A színes tv-vevők fejlődését az elmúlt évtizedben a gyártás erőteljes felfutása és ezzel párhuzamosan olyan újítások bevezetése jellemezte, amelyek a színes tv-készülékeket a fogyasztók számára egyre vonzóbbá tették.

Új képcsövek bevezetése jelentősen növelte a fényerőt és csökkentette a méreteket.

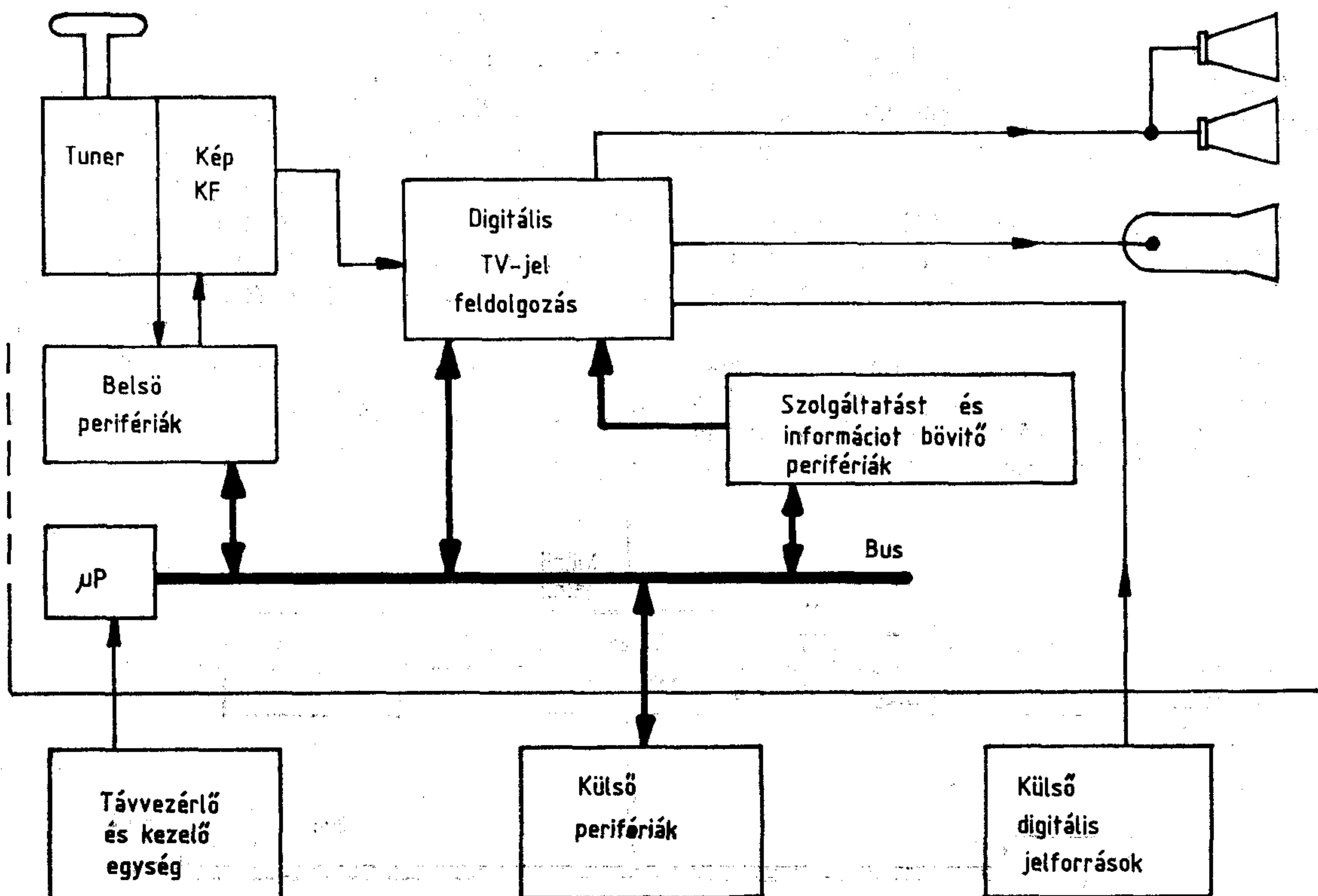
A csövekről a teljesen félvezetőre való áttérés jelentősen javította az üzembiztonságot és egyúttal csökkentette az energia fogyasztását. A tv-vevőkben az integráltságot a jelfeldolgozás területén majdnem ki-

zárólag az analóg áramkörök határozták meg, ha a távkezelőtől és a digitális hangolástól eltekintünk.

Az analóg technikában a további integrálás határai nyilvánvalóak.

Ezért célként kell tekinteni a jelfeldolgozás digitális úton való megvalósítását, ily módon nagy integráltságú, beállítást nem igénylő tv-vevőhöz jutunk.

Így az elkövetkezendő években még erőteljesebb műszaki fejlődésre lehet számítani.



1. ábra

H907-1

A tv-készülékekben megjelennek a

- FBAS jelek feldolgozására alkalmas digitális áramkörök,
- képminőség javítását szolgáló áramkörök,
- mikroprocesszoros vezérlések,
- szolgáltatásokat és információkat bővítő egységek (külső és belső perifériák).

A digitális tv-technika nem fogja megszüntetni a mai képcsöveket és az analóg tv-szabványt az évszázad végéig. Így célként kell tekinteni azt, hogy optimálisan használjuk ki azt, amit a nagyintegrált-ságú félvezető technika nyújtani tud. A színes tv-vevőket belsőleg digitalizálni fogjuk. Ezzel a mai tv-szabványban meglévő zavaró hatások, mint amilyen a kép villogása, a zaj, zavaró echójelek stb. csökkenni fognak.

A mikroprocesszorok és a táruk a tv-készülékekben nem új alkatrészek, néhány éve lényeges szerepet játszanak a kezelő és hangolórendszerekben.

Ezek segítségével a hangolófeszültséget digitálisan tárolt értékből egy D/A átalakítóval állítjuk elő. A mikroprocesszorokkal akár 90 tárolható program számára valósítottak meg hangolórendszereket.

A mikroprocesszor szinte már alapalkatrésszé vált és csak programozás után lesz speciális alkalmazási IC.

A programfejlesztés (software) és chip-gyártáshoz szükséges viszonylag csekély időszükséglet következtében igen gyorsan ki lehetne elégíteni a műszaki fejlesztés és piaci igények változó követelményeit.

Ezek az előnyök azonban csak akkor lesznek teljesen hatásosak, ha rendelkezésre áll megfelelő perifériaáramkör. Ezeknek lehetőleg minden készülék-osztályhoz alkalmazhatónak kell lenni, másrészt nem lehetnek túlzottan komplex kivitelűek, mivel az igen magas árat eredményez. Szintén lényeges, hogy hozzájáruljanak a periféria és huzalozási ráfordítás érezhető csökkentéséhez.

A vezérlő funkciók átviteléhez túl sok vezetékre és csatlakozóra volt szükség. Ezért a tv további digitalizálásához egy buszrendszert (I<sup>2</sup>C) kellett bevezetni.

Azért, hogy ennek a vezetékszámra alacsonyan maradjon, egy soros buszvezérlés látszott optimális megoldásnak. Egy ilyen belső busz így már alkalmas szórakoztató, szolgáltató, információs és kommuni-

kációs központ, továbbá digitális tv-készülék megvalósítására, és ezzel összefüggésben a képjavításra szolgáló digitális jelfeldolgozásra (lásd 1. ábra).

## 1. Digitális jelfeldolgozás

Dekódolók PAL és SECAM jelek feldolgozására. Két megoldás kínálkozik. Az elsőnél az adat busz közvetlenül nem kapcsolódik be a jelfeldolgozásba (dekódolásba), csak a videoprocesszor vezérlését biztosítja (lásd 2. ábra).

A PAL és a SECAM jelek dekódolását egy nagybonyolultságú, egy chipes analóg IC végzi.

A frekvenciamodulációval továbbított SECAM jeleket és fázisban modulált PAL jeleket szorzómodulátorok dolgozzák fel.

A második változatnál (lásd 3. ábra) a központi  $\mu P$  busz vonala aktívan részt vesz a jelfeldolgozásban, ahol a videoprocesszor fő feladata az Y-jel és színjel szétválasztása és a színjelek detektálása. A jelek szétválasztására processzorvezérelt digitális szűrőket alkalmaznak (fázislineáris aluláteresztő és sáváteresztő). Egy ilyen programozható digitális transzverzális szűrő általános struktúrája a 4. ábrán látható.

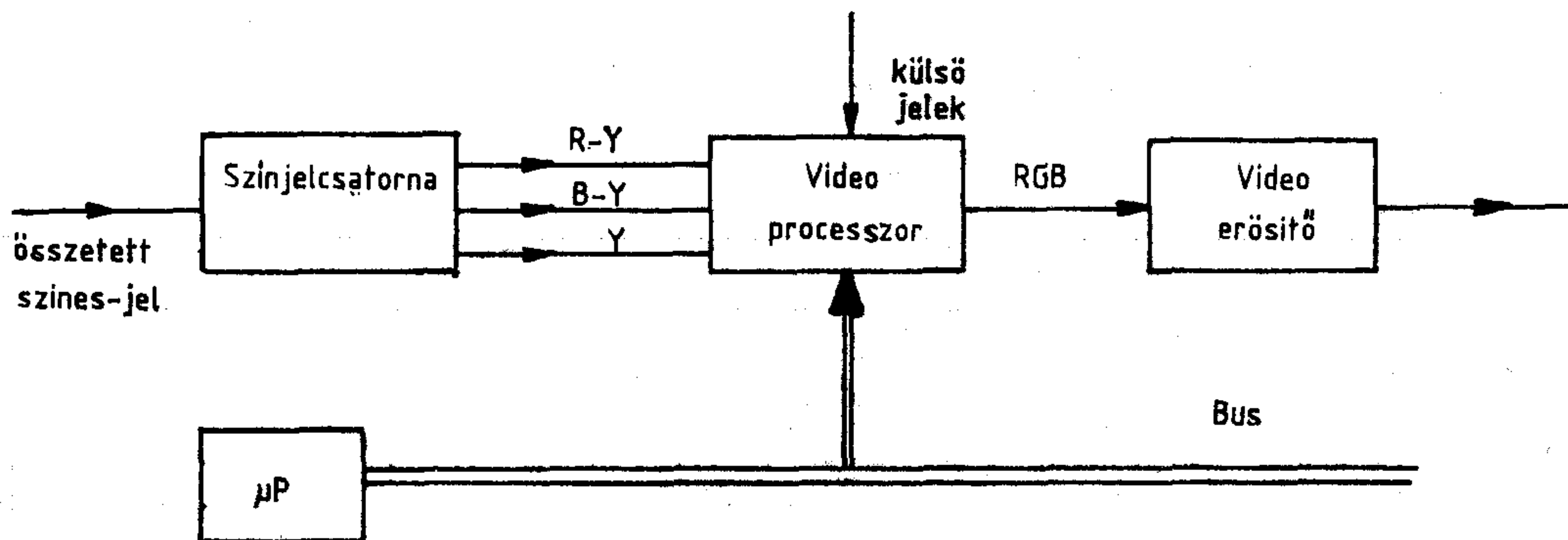
A digitális szűrők maximum 18 MHz-es órajel frekvencián működnek és késleltető összeadó és szorzó áramköröket tartalmaznak.

Így viszonylag egyszerűen lehet biztosítani a PAL (illetve NTSC) jelek számára a szükséges átviteli karakterisztikát. Ez a koncepció sajnos a SECAM rendszerű jeleknél nem kivitelezhető, mert a színsegédvívó frekvenciamodulált. A problémát egy megfelelő átkódoló áramkörrel lehet megoldani.

Az 5. ábrán láthatók a digitális PAL demodulátor lényegesebb egységei, amelyek előállítják az R—Y és B—Y digitális jeleket.

A kvadratúramodulált színvívó dekódolása rögzített fázisú, letapogatással a színsegédvívó frekvencia többszörösével, 17,7 MHz-cel történik. Ennek eredményeképpen az analóg szűrőkkel szemben a követelmények csökkennek és nem lesz költséges az optimális digitális szűrő a világosságjel és a színjel szétválasztásához sem. A PAL és SECAM rendszerénél használt késleltető művonal egy RAM, amely a színjelet

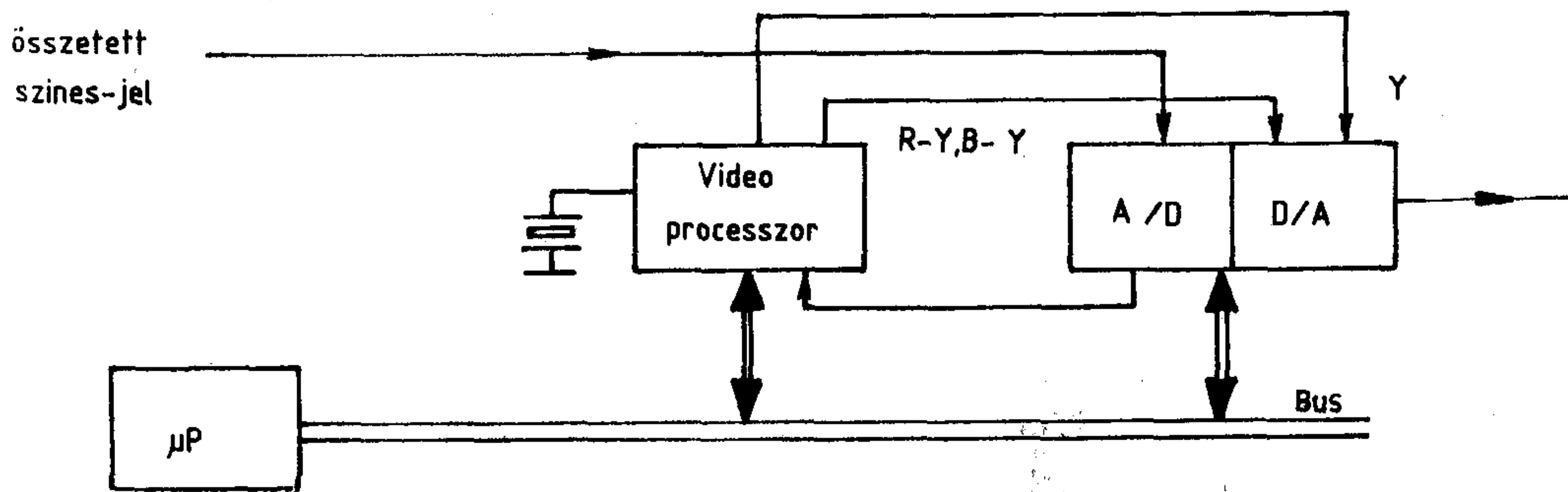
$t = 283,5 \frac{1}{f_{sz}}$  időre tárolja (ahol  $f_{sz}$  a színsegédvívó frekvenciája).



A. Változat a színes video-jel feldolgozására

H907-2

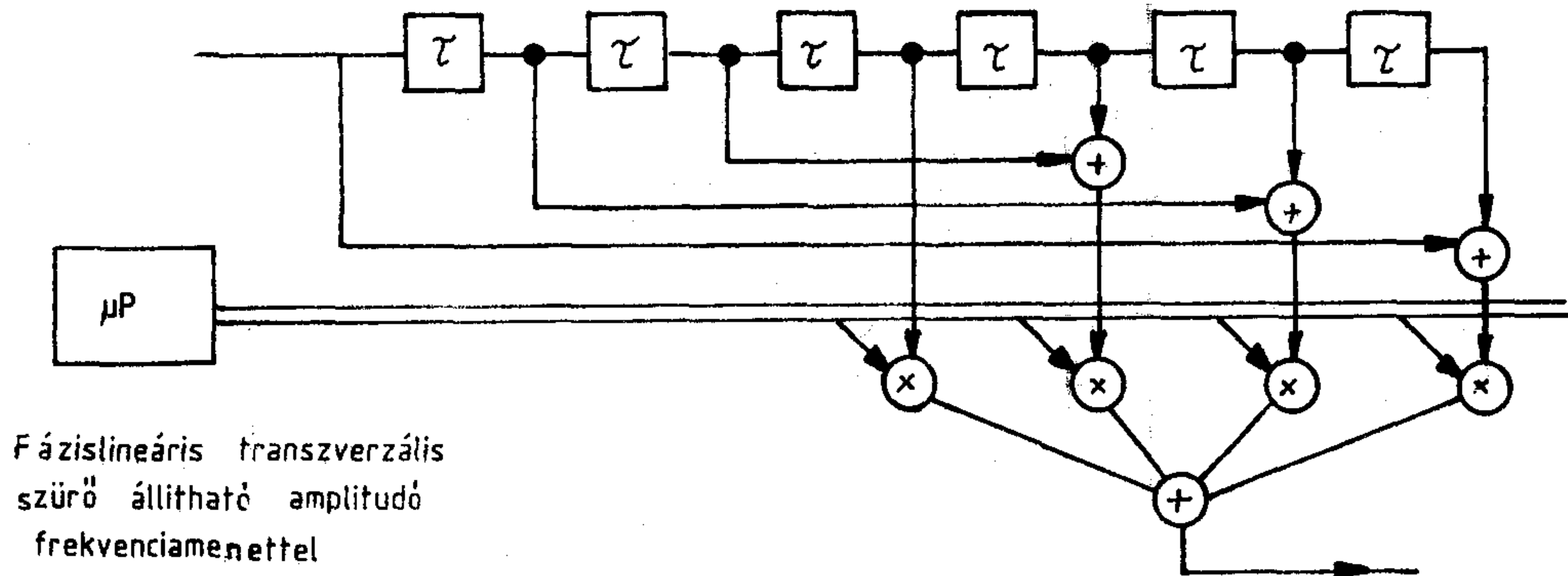
2. ábra



B, Változat a színes video-jel feldolgozására.

H907-3

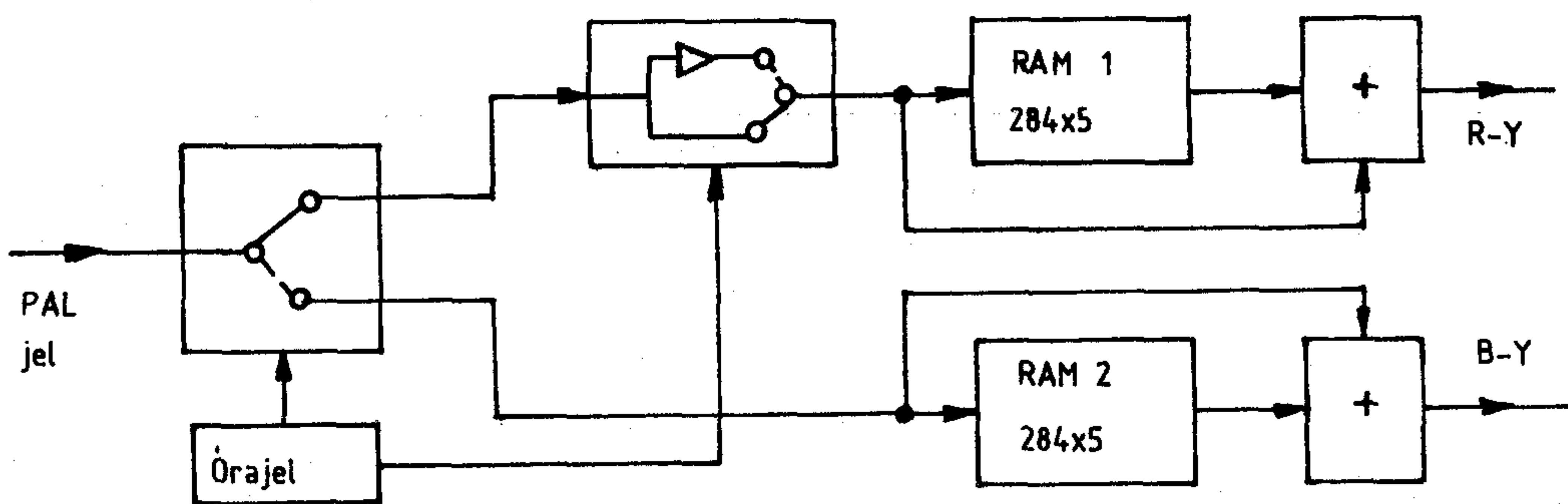
3. ábra



Fázislineáris transzverzális szűrő állítható amplitudó frekvenciamenettel

H907-4

4. ábra



PAL-jelek detektálása fázisszinkronizált letapogatással.

H907-5

5. ábra

A SECAM jelek detektálását (lásd 6. ábra) számológép demodulátorokkal lehet megvalósítani és digitális áramkörökkel szintén realizálható.

A digitális rész utolsó feladata az Y, B-Y és R-Y három digitális jel analógra alakítása és az RGB jelek biztosítása a képső számára (mátrixolás).

A visszaalakításhoz szorító 8 bites NMOS-D/A átalakító szolgálhat, amely megvalósíthatja a szükséges szabályzó funkciókat (kontraszt, szintelített-ség).

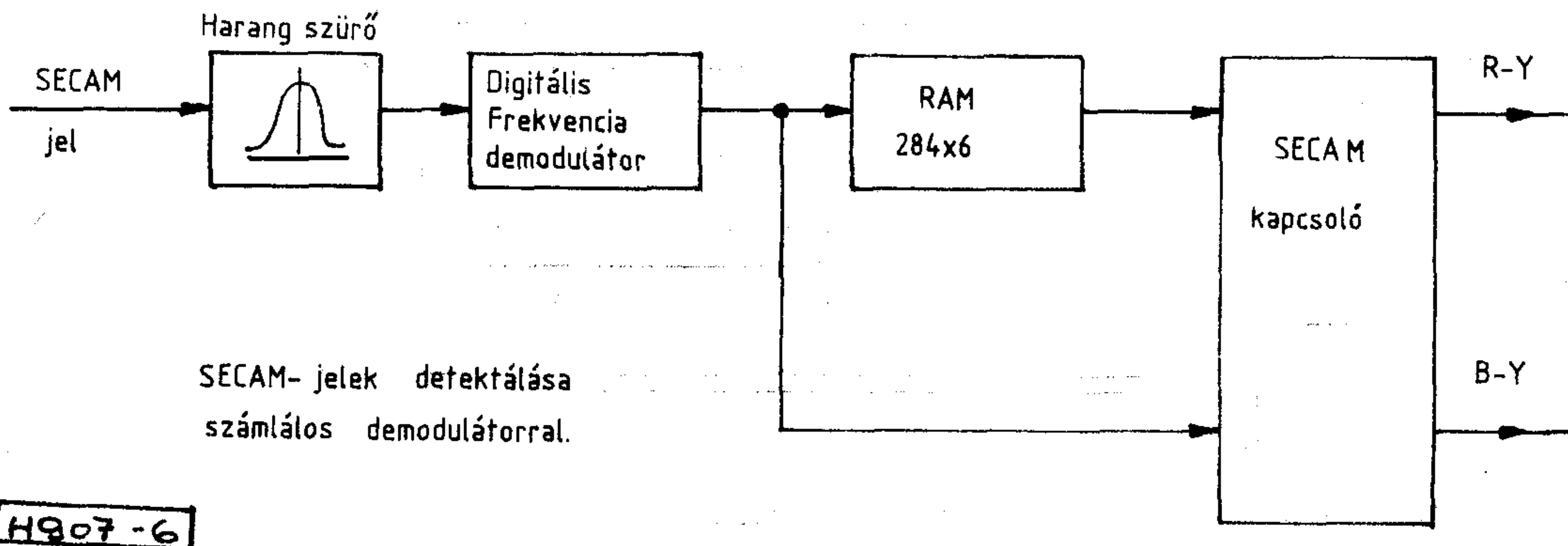
#### Eltérítő processzor

A videoprocesszorból jövő digitális jel, amely tartalmazza a sor- és képszinkronjeleket, olyan fokozatra kerül, amely meghatározza a videojel fekete szintjeit (lásd 7. ábra).

Ennek a fokozatnak a kimenőjelét arra használjuk, hogy a fekete szintet a videoerősítőben állandó feszültségértékre rögzítsük azért, hogy az A/D átalakító teljes átalakítási tartományát teljesen ki lehessen használni.

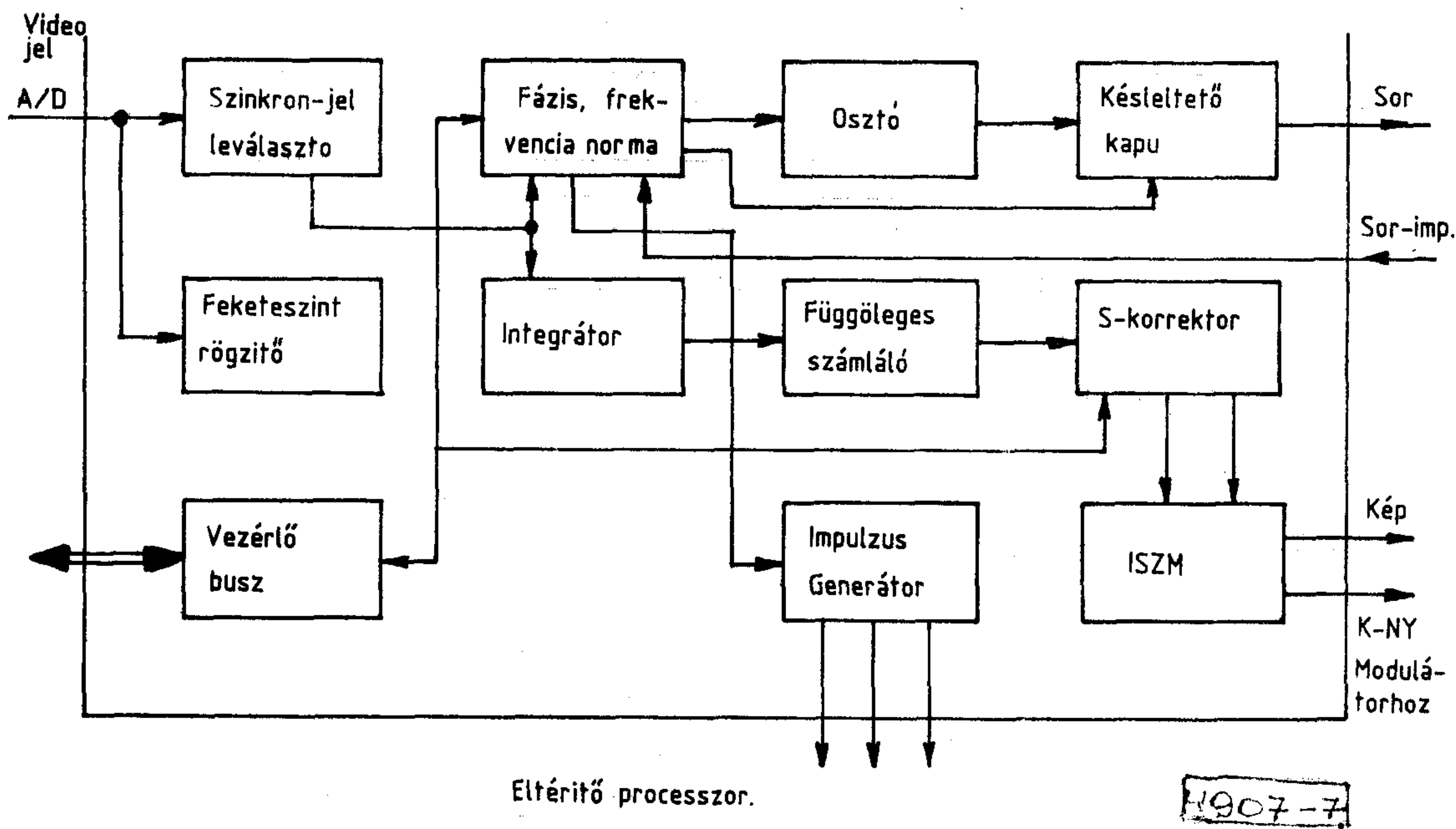
A szinkronimpulzusok leválasztási szintje a fekete-váll és a szinkronimpulzusok teteje közötti szakasz felében van.

A felfutó és lefutó élek középpontját referenciapontként használják a sorszinkronizációhoz. A képszinkronimpulzus a leválasztott szinkronimpulzusok digitális integrálása útján jön létre. Egy digitális fáziskomparátor határozza meg a sorvisszafutási impulzus és a sorszinkronimpulzus fázishelyzetét. Ez egy frekvenciaosztót vezérel, amelynek segítségével a primer ütemjelet a 15,625 kHz-es sorszinkronizációra leosztják.



SECAM- jelek detektálása számlálos demodulátorral.

6. ábra



Eltérítő processzor.

7. ábra

Hogy az áramkört pl. videorecorderhez, vagy tv-játékokhoz is kifogástalanul illeszteni lehessen, az időállandóját változtatni lehet.

Ha olyan jel kerül feldolgozásra, amelyben a színsegédvívó, a sor- és képfrekvencia közötti viszony rögzített értékű, akkor lehetőség van arra, hogy az eltérítő processzor a sor- és képfrekvenciás jelet belsőleg állítsa elő a színsegédvívó leosztásával. Ennek az lesz az eredménye, hogy az eltérítés messzemenően érzéketlen lesz a zavarjelekkel szemben.

Ekkor a fázis és frekvenciaösszehasonlító áramkörök tovább működnek, és folyamatosan vizsgálják, hogy a jelfogásokkal szemben támasztott feltételezés érvényes-e még, vagy hogy az eltérítő processzort át kell-e kapcsolni automatikus üzemmódra. Az eltérítő processzor kimenete egy hagyományos sorvégfokot vezérel.

A képoszcillátort nullázható számláló képezi. A számlálót a képimpulzus, amennyiben az aktív ablakba esik, alaphelyzetbe állítja vissza. Maga az ablak az üzemi állapottól függően háromféle értékre állítható be ( $\pm 64$  sor,  $\pm 3$  sor és 0).

A képeltérítő végfokozat vezérléséhez szükséges impulzusszélesség modulált jel (ISZM) előállítására a pillanatnyi számláló állapot szolgál.

Az áramkör a szükséges S-korrekciót is figyelembe veszi és a kelet–nyugat korrekciós jelet is kiszámítja.

Az eltérítő processzort célszerű kiegészíteni egy olyan rendszerrel, amely alkalmas a kelet–nyugat korrekció beállításának automatikussá tételére.

Megvalósítására egy speciális érzékelő fotódiódát helyeznek a képernyő elé, amely érzékeli a rastergeometria és a szimmetria hibáit.

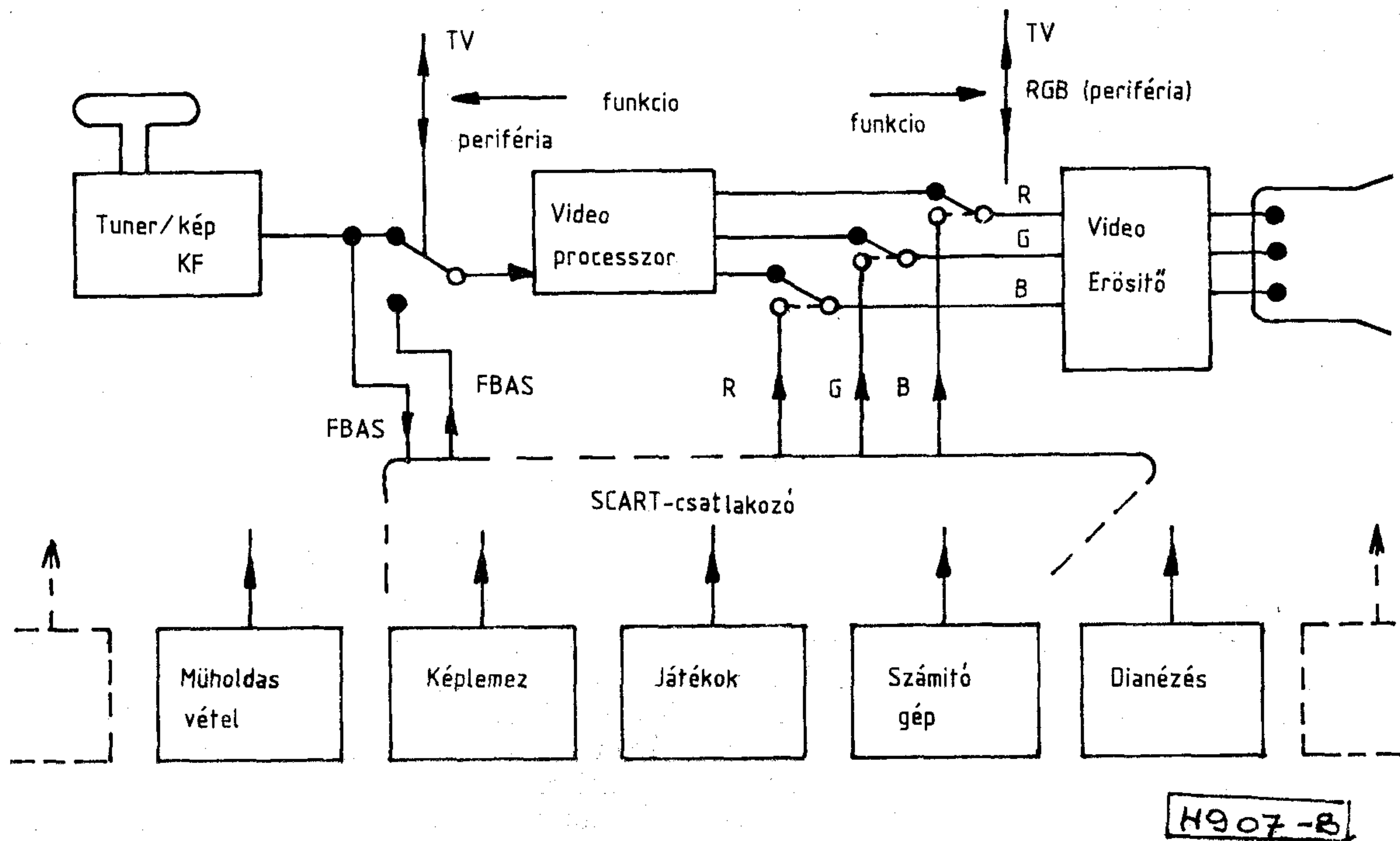
A fotódióda jelét összehasonlítják egy előre meghatározott alapjellel, majd a központi  $\mu P$  ezt értékeli, és meghatározza a kiegyenlítéshez (optimális beállításhoz) szükséges korrekciós értéket. Majd egy külső adatbuszon keresztül a készülék tárolójába írja be. Az analóg paraméterek beadásának feladatát egy D/A átalakító veszi át, amelyet így az eltérítő logika memóriajel fogja vezérelni.

## 2. Képmínőség javítása

### Villogásmentes tv-kép

A képvillogás két fajtáját kell megszüntetni.

- A felületi villogást, amely nagyobb világosságú képrészeknél látható.



8. ábra

b) A szélek villogása, amely a két félkép különböző sorhelyzete miatt keletkezik.

A villogási effektus növekvő képismétlődési frekvenciával csökken és 75 Hz-nél a ma szokásos 67 cm-es színes képcsövek normál sugáráramánál eltűnik.

Ebből az következik, hogy a teljes képet (625 sor) 75 Hz-es függőleges eltérítőfrekvenciával kell a képernyőre kiírni. Ez  $625 \times 75 \text{ Hz} = 46\,875 \text{ Hz}$  vízszintes eltérítőfrekvenciát jelent. A három teljes kép kirajzolása a képernyőre — míg az adó ugyanabban az időben csak egy teljes képet sugároz ki (két félkép alakján) — csak akkor valósítható meg, ha a tv képet tárolni tudják és azután háromszoros sebességgel a tárolóból ki tudják olvasni.

Egy másik megoldásnál a vevő saját függőleges frekvenciáját 100 Hz-re választják, tehát a szabvány szerinti félképteremnek a kétszerese. A változatlan sorszámánál ebből egy új 31 250 Hz-es vízszintes frekvencia keletkezik. Mivel a mozgási fázisok természetes sorrendjét megtartották, azért egy félképtárolóból minden félképet egymás után kétszer olvasnak ki és viszik a képernyőre. Sajnos bármelyik megoldást alkalmazzák, a digitális képtároló használata nélkülözhetetlen, melynek olcsó megvalósítása nem egyszerű feladat.

Ugyanis, ha a digitalizáláshoz a színes tv-jelek komponenseit külön kezelik és az Y-jelek 12 MHz-cel és 8 bittel, a színelkülönbségi jeleket egyenként 4 MHz-cel és 6 bittel kvantálják, akkor is a tároló összkapacitásának a 4,34 M bit-et el kell érni. Ami egyelőre 265 db 16 kbit-es beíró/kiolvasható tárral valósítható meg. (100 Hz-es megoldásra vonatkozik.)

Jelenleg tanulmányról és kísérletről lehet csak szó. Ennek segítségével pedig elemezni kell a képtárolók optimális szervezéseit és struktúráját. Célkitűzés lehet a megfelelő kapacitású gyors tároló előállítása

olyan árért, amely a szórakoztató elektronika készülékeiben való alkalmazást megalapozza.

#### Echo automatikus kompenzálás

A rövid visszaverődések nem szükségszerűen zavarják a tv-képet, de teljesen eltorzítják a teletext adatokat.

Mint ismeretes, a visszaverődéseket a felületeken való reflexiók, vagy helytelen lezárások okozhatják.

A visszaverődések hatásának csökkentésére az egyik megoldás az, hogy a jelet egy változtatható súlyozású leágazásokkal rendelkező transzverzális szűrőn átvezetik és a leágazások súlyozását automatikusan vezérlik. A vezérléshez kihasználják a teletext jel tulajdonságait, így speciális beállító jelalakra nincs szükség. Az analóg megvalósítás lehetővé teszi, hogy az egész áramkör egy chipen készülhessen. Egy másik megoldás lehet az, hogy a videoproszorból jövő digitális jelet egy transzverzális szűrőn átvezetik, melynek maximális késleltetési ideje  $64 \mu\text{s}$ .

A lineáris torzítások tökéletes kompenzálásához több mint 200 megcsapolásra, szorzóra és összegzőre volt szükség. A kísérletek és előtanulmányok kimutatták, hogy öt-tíz megcsapolás is elegendő a visszaverődés kompenzálására.

A szellemkép ugrásfüggvényválaszának vizsgálatára a képszinkronizáció alatti szinkron impulzusokat lehet felhasználni és amelynek segítségével a megcsapolás helyeit automatikusan változtatni lehet.

#### 3. Egy chipes mikroprocesszorok a tv-készülékekben

A maszkprogramozott memóriával rendelkező egy chipes mikroprocesszor általános célú berendezés,

amely olyan feladatot lát el, amelyet ROM-jának tartalma határoz meg.

A mikroprocesszorok fokozott felhasználása a szórakoztató elektronikában, ahol a feladatok nagyrésze inkább ellenőrzés és nem számolás, ezeknek a berendezéseknek a hardware funkciói megváltoztatásának igényét hozták meg.

Bevezetésre kerül az egységes soros I/O (SIO) adatkommunikáció. Célszerű az olyan SIO berendezés kialakítása, amely érzékeli, fogadja és konvertálja a soros adatokat párhuzamos adatokká anélkül, hogy megszakítaná a futó program végrehajtását. Megszakításra csak akkor kerül sor, amikor egy már teljes byte beérkezett, így az adatbyte-ot egyetlen utasítással be tudják olvasni.

A SIO rendszerek bevezetése lehetővé teszi bármennyi  $\mu P$  összekapcsolását a kétvonalú sorbusz segítségével.

Ezen természetesen bármilyen két berendezés kommunikálni tud anélkül, hogy megzavarná bármilyen másik berendezés (periféria) működését az adott buszon, ez egy ilyen rendszer kiemelkedően előnyös tulajdonsága lehet. Ezt azáltal lehet elérni, hogy minden berendezéshez kijelölnek egy meghatározott 7 bites címet, és kialakítanak egy olyan rendszert, amelyben az egyes berendezések csak azokra az utasításokra reagálnak, amelyek saját címükkel vannak kódolva.

A fentiekből az következik, hogy egy ilyen  $\mu P$ -hez minden nehézség nélkül olyan külső és belső perifé-

riákat kapcsolhatunk, amelyek a tv-készülékek szolgáltatásait nagy mértékben növelni tudják.

#### 4. A szolgáltatások és információk bővítése

A szolgáltatásokat és információkat bővítő egységek nemcsak a készülék belsejében nyerhetnek elhelyezést (teletext, sztereó hang, óra stb.), hanem a jövőben a legkülönbözőbb berendezéseket lehet a tv-készülékhez csatlakoztatni. Mivel sokrétűbbek lesznek a periférikus kiegészítések a televízióhoz ezért egy univerzális dugaszoló csatlakozó (SCART) bevezetése fog megtörténni.

Így szükségessé válik a készülékek közti illesztések szabványosítása (Szabványtervezet PrEN 50 049).

Az audio és video analóg jeleken kívül szükséges lesz a vezérlőjelek átvitelére is.

A szabványosítás egyik része közös buszrendszer bevezetése — vagyis a közös nyelv bevezetése — a tv-k és a perifériák között. Így a szórakoztató elektronikában is valamiféle szabványos stúdiótechnika kerül bevezetésre.

Az audio- és a videojelek összekapcsolása mikroprocesszoros vezérlésű elektronikus kapcsolókkal történik.

A közös nyelv a D<sup>2</sup>-B-busz (Domestic Digital Bus = háztartási digitális busz).

A rendszerkapcsolókkal szinte tetszés szerinti készülékkombinációk kapcsolása lehetséges.

#### Folytatás a 128. oldalról

lítására vállalt szerződéses kötelezettséget (az első 300 000 Minitel terminált a TELIC helyezte üzembe). 1984-ben további 600 000 Minitel terminált szándékozik vásárolni a PTT, és 1987–88-ig egész Franciaország területére ki akarja terjeszteni a videotex szolgáltatást.

(Prodinform Vezetői Gyorstájékoztató — Híradástechnikai ipar 1983/3 — VHi 23/83)

Az év elején a berlini körzetben 18 km hosszú kísérleti száloptikás rendszert adtak át. Az új rendszer része az NSZK szövetségi kormány által is támogatott, az átviteltechnika kutatására és fejlesztésére szolgáló programnak. A rendszer kiépítésében hat vállalat vett részt.

A cégek mindegyike — közös nyomvonalon — saját kábeléből egy-egy száloptikás rendszert fektetett le. A rendszerek mindegyike — az adó- és vevőberendezésekkel együtt — kb. 1,1 millió DM költséggel létesült. A nyomvonal hossza  $2 \times 9$  km. A kábelek átmé-

rője következtében egy 100 mm átmérőjű kábelcsatornában három üvegszálkábél volt elhelyezhető, kábelenként négy, egyenként 50  $\mu m$  magátmérőjű 125  $\mu m$  külső átmérőjű gradiens szállal. Valamennyi berendezés a kb. 1300 mm-es hullámhosszon üzemel, 140 Mbit/s-os átviteli tényezővel, amely pl. egy 1920 digitális távbeszélő-csatornás vagy egy, a hangjelet is átvivő, digitális színes televíziócsatornás átviteli kapacitásnak felel meg.

Az új kísérleti rendszerrel az optikai átviteli szakaszok távolsági átviteli tulajdonságait akarják vizsgálni. Ide tartozik a bithiba meghatározása, az impulzusidőtartam növekedésének vizsgálata, a lehetséges legnagyobb átviteli kapacitás és a spektrális szálcsillapítás, a későbbi gyakorlati alkalmazás szempontjából a fektetés és a csatlakozások vizsgálata is. Az egyik kábelgyártónak már sikerült 36 km-es kísérleti szakaszt külön vonalerősítő nélkül áthidalni. Jelenleg az egész száloptikás rendszer legkritikusabb részét a dugaszolós csatlakozások jelentik, ezeket a jövőben tovább kell javítani.

(Prodinform Vezetői Gyorstájékoztató — Híradástechnika 1983/9 — VHi—239/83)

# Elektroakusztikai készülékek szubjektív vizsgálata

KECSKÉS FERENC  
ORION

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk ismerteti az e téren felmerülő problémákat és a vizsgálatok nehézségeit. Mivel nem kiforrott a vizsgálati módszer, ismertet egy lehetséges értékelési indexet, amely alapja lehet a hazai ilyen irányú vizsgálatoknak. (\*)

Az 1950-es évek végéig az elektroakusztikai készülékek vizsgálata kevés esettől eltekintve objektív mérésekből és azok számszerű adatainak felsorolásából állt, illetve az összehasonlítások ezen számadatok egymáshoz való viszonyítása döntötte el a készülékek magasabb minőségét.

Az ezen időszakot megelőzően is végeztek meghallgatásos, szubjektív vizsgálatokat, azonban ezek főleg színházak épületakusztikai megfelelőségére, vagy egy-egy hasonló intézmény hangosításának megfelelőségére vonatkoztak csupán. E szórványos jelenségből természetesen következett, hogy az értékelések sem voltak azonos elveknek megfelelőek, így az összehasonlítás igen nehéz volt.

A közszükségleti-szórakoztató elektroakusztikai készülékek nagyobb tömegben való gyártása, az erősödő konkurrencia a piacon egyre több műszaki újdonságot eredményezett. Ezért az 1950-es évek közepén egyes gyártók bevezették a hangtechnika területén a már feledésbe merült „High Fidelity” fogalmát, felelevenítve ezzel H. A. Hartley angol mérnök által 1932-ben használt dinamikus hangszórójának reklám jelzőjét. A jó szándékú kezdeményezés az Egyesült Államokból indult el megkülönböztető jelzőként, az átlagos minőségtől. Európában a Német Szövetségi Köztársaság ipara vezette be elsőként, egyben az azonos értelmezés megteremtése céljából nyilvánosságra hozta a DIN 45 500 Hi-Fi szabványsorozatot, amelynek alapján nagyon sok nemzeti, illetve nemzetközi szabvány született.

A technika és a technológia rohamos fejlődése nagyon hamar lehetővé tette e szabványok jellemző előírásainak teljesítését. Egy bizonyos idő múltán a gyártók már nem csak egymással versenyeztek, hanem a szabvány túlszárnyalásának mértékében is. A szakemberek a megsokasodott adathalmazban még el tudtak igazodni, a laikusok — és ezek teszik ki a vásárlók többségét — azonban nem tudták a lényeges és számukra lényegtelen adatokat különválasztani.

Ezért szükségessé vált, hogy az elektroakusztikai termékeket bemutató, leíró folyóiratok mindenki számára megérthető minősítést tudjanak adni a különböző készülékekről. Ebben az időszakban vált



## KECSKÉS FERENC

1957 óta az Orion Akusztikai Fejlesztésének vezetője. Vezetése alatt készültek el a hazai gyár-

tású első ovál hangszórók és később a zárt hangszugárzó dobozok. Több IEC és KGST szabványalap kidolgozója.

nyilvánvalóvá, hogy az objektív mérések egymagukban nem elegendőek a hangminőség meghatározásához. Filozófiai értelemben az objektív mérések szükségesek, de nem elégségesek az ember, mint szubjektum ítéletének helyes kialakításához. Ezen megfigyelések, tapasztalatok azt eredményezték, hogy mindinkább elterjedt a szubjektív akusztikai vizsgálat.

A történeti bevezető után a továbbiakban a hangszugárzók szubjektív összehasonlító vizsgálatának szükségességéről, feltételeiről és a vizsgálati módszerben rejlő nehézségekről kívánom véleményemet kifejteni. Egy tapasztalt fejlesztő, vagy vizsgáló szakember már egy egyszerű frekvenciahangnyomás jelleggörbéről is nagyon sokat leolvashat, következtethet a szubjektív benyomásra. Míg a korábbi időszakokban az objektíve mérhető frekvencia jelleggörbét próbálták vonatkoztatni a hallott élményre, ma ez megfordítva igaz. A hallott hangbenyomást vélik igazolni az objektíve mért átviteli frekvencia jelleggörbével. A hangszugárzók minőségének kiértékeléséhez szubjektív értékelési kritériumokat kell alkalmazni. Ezen kritériumok szélesebb skálán való szóródást eredményeznek, mint a mérések. A meghallgatásos vizsgálatok alapján adódó minőségi ítéletek ennek megfelelően kevésbé elfogadhatónak tűnnek, sőt önkényes egyedi véleménykülönbségeket is lehetővé tesznek.

Az, hogy a vélemények gyakran eltérőek, sőt egyes esetekben ellentmondóak, azzal függ össze, hogy a meghallgatást végző személyek különféle pszichológiai és külső okokból eltérő módon súlyozzák a hallott jelenségeket. Ilyen tényezők például a tesztben részt vevő személyek eltérő meghallgatási tapasztalatai, környezeti tényezők hatásai, ismert vagy nem ismert zenei anyag, a meghallgatásban részt vevők különböző érdeklődési területe stb. Előzőekből következik, hogy a minőség megítéléséhez szükséges megbízható eljárás kifejlesztésekor a közönséges értelemben vett „szubjektivitásokat” lehetőleg ki kell küszöbölni. E cél érdekében a hangjelenségek leírásához meghatározott és pontos, körvonalazott szavakat kell használni. Ezen fogalmakat úgy kell megválasztani, hogy azok segítségével minél pontosabban lehessen a hangvisszaadás jellemzéséhez számí-

Beérkezett: 1983. X. 21.

tásba vehető hangzási jellegzetességet megfogalmazni.

Olyan ellentétes fogalompár-gyűjtemény összeállítására van szükség, amely lehetővé teszi a két végleten kívül a meghatározott jelenség között az árnyalati különbségek leírását is. Számos európai szakfolyóirat használ szubjektív megítéléséhez ilyen fogalompárok által való minőségi leírást. Ilyen fogalompárok például:

Csillogó	— Tompa
Közelinek hangzó	— Távolinak hangzó
Áttetsző	— Tömör
Tiszta	— Homályos
Térbeli	— Lapos
Nyílt	— Elfojtott
Kemény	— Lágy
Finom	— Nyers
Száraz mély hangok	— Zengő mély hangok
Kellemes	— Nem kellemes

E felsorolást lehetne folytatni számtalan hasonló fogalompár felállításával, azonban a megítélés szét-szórtságát növelné a számuk növelése.

A hallott hangélmény osztályozása természetesen erős függést mutat az egyedi, illetve összehasonlító vizsgálattal végzett megítélés esetén. Az I.E.C. 543-as publikáció az összehasonlító vizsgálatot, az O.I.R.T. és a C.C.I.R. stúdió ellenőrző hangszóró minősítő vizsgálatok az egyedi megítélést helyezik előtérbe. A minőség ilyenfajta megítélései közötti ellentmondások, nehézségek akadályozták meg eddig az egységes nemzetközi előírások megalkotását. A fenti fogalompárok alkalmazásával szakemberek, laboratóriumi körülmények között nagyon jó ítéletet tudnak alkotni. Ha azonban szélesítjük a vizsgáló személyek körét — laikus, fiatal, idős, zenekedvelő, nő, férfi, vagy egyéb más szempontok szerint — az értékeléskor kapott válaszok szóródása nagyon tág határok közé fog esni úgy, hogy egyértelmű értékelést adni nagyon nehéz. E nehézség ellenére a fentiekből következik, hogy az ítéletmondók körét szélesre kell választani, mind nem és életkor szerint, mind pedig

érdeklődési körük szerint. Más szempontból kritérium, hogy azonos résztvevőkkel, hosszabb időszakban kell a vizsgálatokat végezni. A sűrűn változó személyek az időben egymás utáni értékelés eredményét fogják megkérdőjelezni.

Mint azt az előbbieken már említettem, a szubjektív kiértékelés körülményei is döntőek a megítélés objektivitásában. Ezért feltétlen fontos, hogy a meghallgatás mindig azonos elektroakusztikai láncban — magnetofon, erősítő — felvételek mellett történjen, azonos helyiségben. A lehallgatóhelyiség legalább  $6 \times 4 \times 3$  m legyen. Utózungési ideje feleljen meg egy átlagos lakoszobáénak. Ez 500 Hz frekvencián 0,5 s körül legyen és ne legyenek kiugró rezonanciák a 100—5000 Hz közötti frekvenciatartományban. A lehallgatóhelyiség alapzajsintje ne haladja meg a 35 dB/A értéket. Egy ilyen feltételeknek megfelelő helyiségben maximum 10 fő vehet részt a meghallgatásban egyidőben. Mivel a statisztikai módszer szerinti kiértékelés annál biztosabb, minél magasabb a vizsgálati ítéletbe bevont személyek száma, célszerű legalább háromszor ismételni a vizsgálatot, összesen 30 fővel.

A különböző helyeken végzett szubjektív vizsgálatok eddigi eredményei azt mutatják, hogy egyáltalán nem közömbös, hogy a meghallgatás milyen zeneművekkel történik. Ezért célszerű általános zenei műveltséget feltételező, stílusban nem szélsőségeket prezentáló zenei részletek kiválasztása.

E válogatásnak azonban meg kell felelnie annak a kritériumnak, hogy legyen benne nagy zenekar, kórus, szólóénekes, szólóhangszer és a többi. Lehetőleg kerülni kell az érzelmekre ható zenei műveket, mivel ezek károsan befolyásolják a pontozás eredményét, főleg az egyedi meghallgatásos rendszerben.

Az előzőekben elmondottakból kitűnik, hogy nagyon sok problémával áll ma még szemben az a tervező szakember, aki széles skálán óhajtja kielégíteni a különböző, „szubjektív értékkel megáldott” hallgatót. A tervezőknek sokkal nagyobb gondot kell a jövőben fordítani a hangsugárzók pszichológiai vizsgálatára.



Д-р Берцели, Т.—д-р Гордош, Г.—д-р Лайта, Д.—д-р Сеп, И.—  
д-р Тофалви, Д.:

**Оптическая связь**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

В статье описывается настоящее положение оптической связи на основе международной литературы. Особенно подчеркивается то, что данная техника находится выше опытной стадии. Оптическая связь в ближайшие годы будет являться хорошо определяемым, эффективным элементом построения сети.

Керечен, И.—Варади Сабо, М.—Гимеш, Б.:

**Универсальная система телесигнализации для сетей связи**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Новая система телесигнализации, базирована на микроЭВМ, была разработана для применения в сетях связи. Система тк — 80 с микропроцессорами обладает несколькими новыми обслуживаниями телесигнализации, позволяющими постройку интегральных сетей контроля и телеуправления. После обзора обычных и новых обслуживаний телесигнализации описываются методы передачи данных, свойственные процессы собрании данных и разработка данных телесигнализации. После представления структуры и программных свойств оборудования излагаются некоторые конкретные варианты оборудования.

Д-р Тот, Э.:

**Институт по проектированию при администрации связи**

Расчет коэффициента потерь оптимальной сети РСЛ на основании среднего значения и производной квадратичного рассеивания

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Статья знакомит с быстрым и точным расчетом поперечных систем сети РСЛ на основании производной числа поперечных цепей общего расхода сети. Для расчета использует производные по числу цепей коэффициента потерь, а также переливания трафика на квадратичного рассеивания трафика.

Сэнте, Л.—Радван, Я.:

**Современные методы проектирования фильтров LC**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Методы проектирования цепей фильтров распространенные в практике в основном пригодны для проектирования одиночной цепи, удовлетворяющей специфическим требованиям. В практике техники уплотнения однако целью является проектирование серийно выпускаемых фильтров. Появилась необходимость в разработке такого метода проектирования, который годен для проектирования всех цепей удовлетворяющих специфическим требованиям и уже по ходу проектирования учитывает особенность производства, а также коэффициент недовольности, вытекающего из воздействия окружающей среды. Такой метод излагается в данной статье.

Баги, А-не:

**Бодэ диаграмма передаточной функции дискретной цепи**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Легко нарисовать кусочно линейное приближение Бодэ диаграммы передаточной функции для аналоговой цепи. В статье дан метод, как сконструировать дискретно линейное приближение Бодэ диаграммы передаточной функции для дискретной цепи. Метод иллюстрирован примером.

Палфалви, Й.:

**Применение в ТВ приемнике цифровых схем и микропроцессоров**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Статья обсуждает применение в ТВ приемнике цифровых схем и микропроцессоров. Автор знакомит с цифровыми схемами служащими для обработки сигналов FBAS и решением улучшения качества изображения. Статья излагает то, что в будущем управление блоками в ТВ приемнике следует осуществить шиной данных (D<sup>2</sup>C). Упоминает возможность соединения различных электронных приборов (периферийных) и в связи с этим потребность в применении единых шин данных (Domestic Digital BUS=D<sup>2</sup>B).

Кечкеш, Ф.:

**Субъективное испытание электроакустических аппаратов**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 3.

Статья знакомит с возникшими проблемами и затруднениями в испытаниях в данной области. Ввиду того, что еще метод испытаний не созрел, знакомит с одним индексом возможной оценки, который может служить основой для испытания такого рода в стране.

\* \* \*

Dr. Berceli, T.—Dr. Gordos, G.—Dr. Lajtha, Gy.—Dr. Szép, I.—  
Dr. Tófalvi, Gy.:

**Optische Fernmeldetechnik**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

In diesem Artikel wird die gegenwärtige Zustand der optischen Fernmeldetechnik auf Grund internationaler Daten vorgeführt. Es wird besonders betont dass diese Technik schon über die experimentale Phase hinaus ist. Die optische Fernmeldetechnik wird in den folgenden Jahren ein gut bestimmtes, ökonomisches Element des Netzbaues sein.

Kerecsen I.—Várady Szabó M.—Ghymes B.,:

**Universales Fernbedienungssystem für Nachrichtennetzwerke**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Das neue mikrorechnerbasierte Fernbedienungssystem ist für Anwendung in Nachrichtennetzwerken erzeugt. Das System TK—80 mit Mikroprozessoren verfügt über mehrere neue Fernbedienungsfähigkeiten die den Ausbau von integrierten Aufsichts- und Fernsteuerungssystemen ermöglichen. Nach der Übersicht von gewöhnlichen und neuen Fähigkeiten werden die im System TK—80 angewandten Datenübertragungsverfahren, die charakteristischen Datensammelungsprozesse sowie die Verarbeitung der Fernbedienungsdaten dargelegt. Nebst der Vorstellung des Hardware-Aufbaus und der Software-Charakteristiken der Einrichtungen werden auch einige Einrichtungsvariante ausführlich dargelegt.

Dr. Tóth, E.:

**Berechnung des optimalen Leitungsbündelnetzes, auf Grund der Derivierten des Verlustfaktors, des Durchschnittwertes und der Streuungsquadratgleichung**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Der Artikel berichtet über die genaue und schnelle Dimensionierung des Leitungsbündelnetzes vom transversalen System, auf Grund der Derivierten nach der transversalen Stromkreiszahl, der Gesamtkosten des Netzes. Bei der Berechnung werden die Derivierten nach der Stromkreiszahl, bzw. nach dem Streuungsquadratbetrieb, sowie nach dem Überlaufbetrieb des Verlustfaktors angewendet.

Szente, L.—Radvány, J.:

**Moderne Planungsmethoden der LC-Filter**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Die zur Planung von Filterstromkreisen in der Praxis verbreiteten Methoden sind grundlegend nur für die Planung eines einzigen der Vorschriften entsprechenden Stromkreises geeignet. In der Praxis der Übertragungstechnik ist jedoch das Hauptziel, die Planung von solchen Filtern, welche in grossen Serien gefertigt werden. Daraus erfolgend war also die Ausarbeitung so einer Planungsmethode nötig, welche zur Planung aller solchen Stromkreisen geeignet ist, welche der Vorschriften entsprechen und die Produktionsbedingungen schon bei der Planung berücksichtigen, sowie den, von der Umwelteinwirkung Stammenden Unsicherheitsfaktor in Betracht nimmt. Der Artikel macht so eine Methode bekannt.

Bagi, A-né:

**Das Bode Diagramm der Übertragungscharakteristik zeitdiskreter Netzwerken**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Die stückweise lineare Annäherungskurve des Bode-Diagramms von Übertragungscharakteristik zeitkontinuierlicher Netzwerken ist leicht zu zeichnen. Im Aufsatz geben wir ein Verfahren, womit die stückweise lineare Annäherungskurve des Bode-Diagramms der Übertragungscharakteristik von zeitdiskreten Systemen konstruiert werden kann. Wir illustrieren das Verfahren mit zwei Beispielen.

Pálfalvi, J.:

**Verwendung von Digitalschaltkreisen und von Mikroprozessoren in Fernsehgeräten**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Der Artikel berichtet über die Verwendung von Mikroprozessoren und Digitalschaltkreisen in Fernsehgeräten. Es werden die zur Verarbeitung von FBAS Signalen geeigneten Digitalschaltkreise und Methoden für die Verbesserung der dazugehörigen Bildqualität bekanntgegeben. Vom Artikel erfahren wir, dass in der Zukunft die Steuerung der Einheiten mit Databus (I<sup>2</sup>C) verwirklicht sein muss. Der Artikel erwähnt die Verkopplungsmöglichkeit der verschiedenen elektronischen Geräte (Periferie) und hinsichtlich dessen, auch die Notwendigkeit des einheitlichen Busses. (Domestic Digital Bus = D<sup>2</sup>B.)

Kecskés, F.:

**Die subjektive Prüfung von elektroakustischen Geräten**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 3.

Der Artikel berichtet über die auf diesem Gebiet auftauchenden Probleme, sowie über die Schwierigkeiten dieser Prüfungen. Infolge der Tatsache, dass die Prüfmethode noch nicht ganz gereift ist, gibt uns der Artikel einen möglichen Auswertungsindex, welcher die Basis der in solcher Richtung in Ungarn durchgeführten Prüfungen sein kann.

\* \* \*

Berceli, T.—Gordos, G.—Lajtha, G.—Szép, I.—Tófalvi, G.:

**Optical communication**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

The paper presents the state of art in the field of optical communication on the basis of international publications. It is emphasized that this technique is already over the experimental stage. The optical communication will be a well established and economic part of new network installations in the next years.

Kerecsen, I.—Várady Szabó, M.—Ghymes, B.:

**Universal supervisory and remote control equipment for telecommunication networks**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

A new microcomputer based supervisory and remote control system, intended primarily for telecommunication networks, is presented. The TK—80 system offers several new facilities not available in conventional supervisory systems, rendering it suitable for applications in integrated supervisory networks. Following a review of the traditional and the novel supervisory functions, the applied systems of information transmission, data collection and information processing are detailed. Finally, the hardware structure and software properties are dealt with, and the main technical data of a few equipment variants are presented.

Dr. Tóth, E.:

**Optimum Trunk Network Computation on the Basis of Derivatives of Loss-Factor, Mean Value and Variance**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

The paper introduces a fast and accurate method for engineering high usage junction networks on the basis of the derivative of total cost of the network with respect to the number of high usage circuits. In the computation the derivatives of Erlang's B formula and mean and variance of traffic with respect to the number of circuits are used.

Szente, L.—Radvány, J.:

**Up-To-Date Design Methods for LC Filters**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 2.

The general practical methods for designing filter circuits essentially are suitable for designing single circuits meeting the requirements only. In transmission practice, however, the design of filters manufactured in series is aimed. Thus the development of such a new design method was necessary, which is suitable for designing each circuits meeting the requirements and already in the course of designing considers the manufacturing circumstances and the factor of uncertainly deriving from environmental influences. One method of such type is introduced in the article.

Bagi, A.:

**The Bode-Plot of Transfer Functions of Digital Networks**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

Section-wise linear approximation of the Bode-plot of analog networks is easy to draw. In this short paper a method is given to draw step-wise linear approximation of the Bode-plot of discrete networks. The procedure is illustrated by examples.

Pálfalvi, J.:

**Digital Circuits and Microprocessors Used in TV-Sets**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

The paper discusses the use of microprocessors and digital circuits in tv-sets. The digital circuits suitable for processing FBAS signals and connecting solutions for improving picture quality are reviewed. The paper introduces, that the control of units in tv-sets is to be realized by data bus (I<sup>2</sup>C) in the future. The interconnection possibility of different electronic equipment (peripheries) are mentioned and talking of that the necessity of using uniform bus (Domestic Digital Bus = D<sup>2</sup>B).

Kecskés, F.:

**Subjective Test of Electroacoustic Instrument**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 3.

The paper introduces the questions and difficulties of tests arising in this field. Since the test method is not a fully developed one, a possible evaluation index is introduced, which can be the basis of such type of tests in Hungary.

---

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 Hírlap-irodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postatutalványon, 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—1839 Budapest, Postafiók 149.



Egyetemi Nyomda — 84.2113 Budapest, 1984. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

# DPS 80 DECENTRALIZÁLT „PARTY-LINE” ELEKTRONIKUS TÁVBESZÉLŐ RENDSZER

A Party-Line és Asterisk távbeszélő rendszerek mellett a felhasználók olyan társasvonalai távbeszélő rendszereket is igényelnek, melyeknél az egyenjogú állomások egymást szelektíven hívhatják. Ezeket az igényeket elégítik ki a Decentralizált Party-Line (DPS) rendszer berendezései, melyek önállóan, vagy a fenti rendszerekkel kiegészítve a kívánt szolgáltatások teljes választékát nyújtják.

A decentralizált rendszerű távbeszélő hálózat alkalmazható minden felfűzős, illetve csillagponti-elágazású felfűzős hálózatnál, ahol az előfizetők között egyenjogú kapcsolat és rendszeres forgalom szükséges.

A rendszer előnyösen alkalmazható távbeszélő központ végződéses társasvonalai rendszerre való csatlakoztatására, de alkalmas teljesen automatizált faluközpontok kialakítására is. A rendszer dugaszolható kivitelű integrált elemeket tartalmazó nyomtatott áramköri lapokból épített berendezésekből áll. Az alapegység a mellékállomások számának könnyű bővítését teszi lehetővé. Az alapszolgáltatásokat tárolt program biztosítja.

## SZOLGÁLTATÁSOK

### — Egyéni hívás.

A kívánt mellékállomás hívása két számjeggyel történik, a hívó csengetési visszhangot kap. Ha a hívott fél másfél percig nem jelentkezik, a vonal foglaltsága megszűnik.

### — Bontás.

A vonal akár a hívó, akár a hívott mellékállomás kézibeszélőjének letevése után szabaddá válik.

### — Lepakcsolódás.

Lepakcsolódik a vonalról az a mellékállomás, amelyik kézibeszélőjét leemelte, de másfél percen belül nem hív. Az ilyen állomás hívásakor a hívó megkülönböztetett csengetési visszhangot kap.

### — Konferencia hívás.

Konferencia beszélgetésbe max. nyolc állomás vonható be. Ilyen csoportból kilenc létesíthető úgy, hogy bármely mellékállomás bármely konferenciacsoportba programozható.

### — Csengetés bontás.

A hívó állomásnak lehetősége van arra, hogy a csengetést másfél perc letelte előtt is megszüntethesse. Ez különösen konferencia behívásnál előnyös, mert ha a hívott állomás nem jelentkezik és a csengetési visszhang zavarna, a csengetés korábban is megszüntethető.

### — Kimenő hívás.

Tárcsázással lehetőség van külső hálózatba való beválasztásra is.

### — Erőszakos felkapcsolódás.

Meghatározott mellékállomásoknak a vonal foglaltsága esetén is lehetőségük van felkapcsolódásra. Ebben az esetben a felkapcsolódott állomás a vonalra figyelmeztető jelzőhangot ad. Négy különböző jelzőhang adására van lehetőség.

Gyártó:

BHG HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

H-1509 Budapest, Postafiók 2. — XI., Fehérvári út 70.

Telefon: 453-300 — Telex: 22-59-33

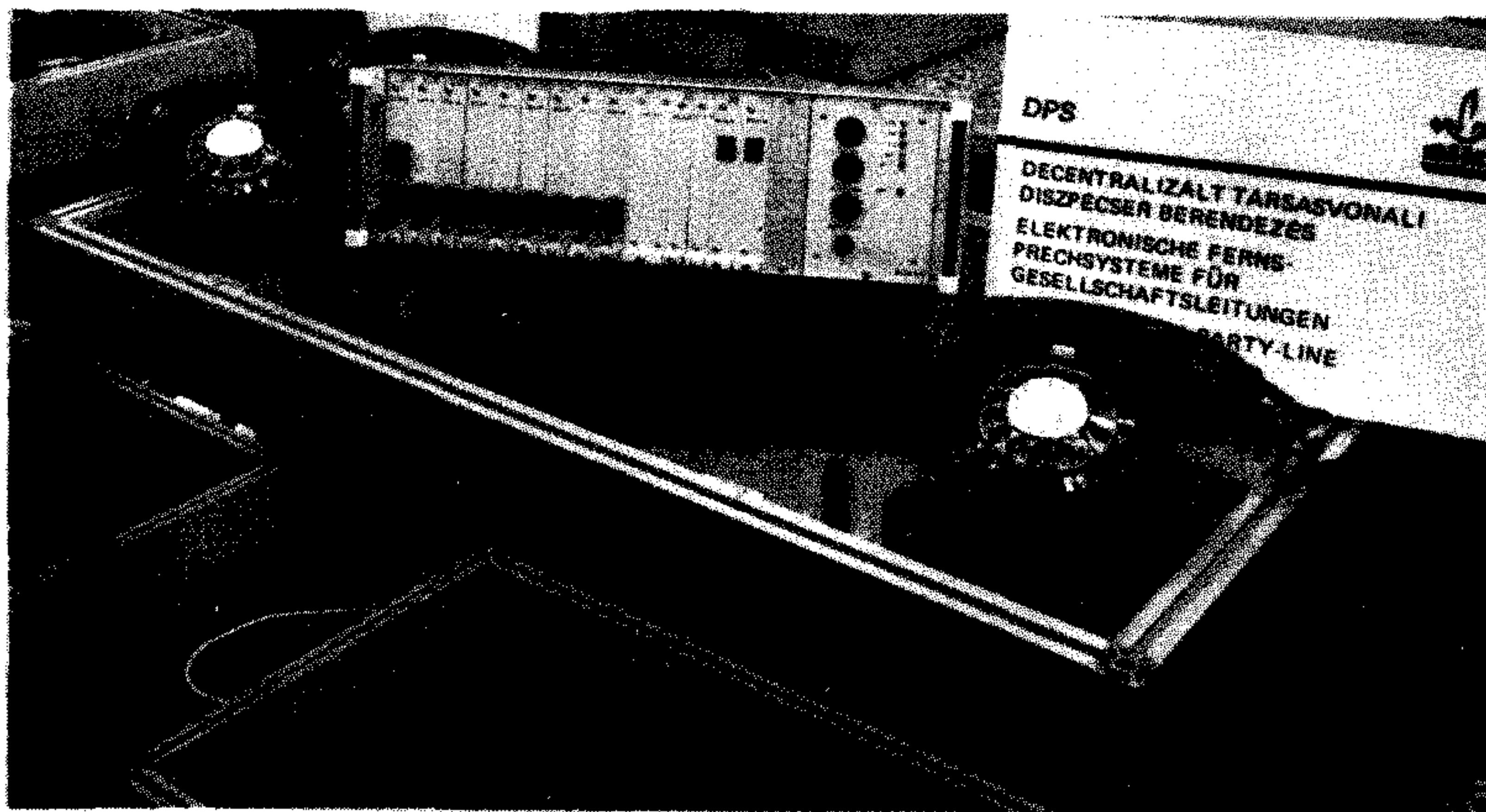
Export:

BUDAVOX HÍRADÁSTECHNIKAI KÜLKERESKEDELMI RT

H-1392 Budapest, Postafiók 267.

Telefon: 215-910 — Telex: 22-50-77

# DPS 80 DECENTRALIZÁLT „PARTY-LINE” ELEKTRONIKUS TÁVBESZÉLŐ RENDSZER



## MŰSZAKI ADATOK

Mellékállomások száma	max. 81	Hurokellenállás	max. 1000 ohm
Átviteli út	4 huzalos erősített, vagy erősítetlen áramkör	Jelzésátvitel	CCITT ajánlás szerint
Alállomás és mellékállomás között	2 huzalos	Mellékállomások egyéni és konferencia hívása	két számjeggyel kilenc csoportban
Hangfrekvenciás átviteli sávsatlakozási szintek	300–3400 Hz	Konferencia lehetőség	
a távkábel felé	+5...–25 dBmO	Áramellátás (átkapcsolás, automatikus, szünetmentes)	220 V ± 10% 50 Hz
adásirányban	–25...+5 dBmO	hálózatról	24 V ± 10%
vételirányban		telepről	
Be- és kimenő impedanciák	600 ohm	Üzemi környezeti	+5 °C... +45 °C
névleges értéke		hőmérséklet	
Csatlakozási szintek	0 dBmO	Méreték (mm-ben)	
a mellékállomás felé	–6 dBmO	mellékállomási berendezés	
adásirányban		szélesség	530
vételirányban		magasság	160
		mélység	355
		Mellékállomás	asztali távbeszélő készülék

**BHG Híradástechnikai Vállalat**

**1509 Budapest Pf. 2.**

**Telefon: 453-390**

**Exportálja BUDAVOX H–1392**

**Budapest P.O.B. 267.**

