



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI Tudományos Egyesület

Folyóirata

XXXIX. évfolyam

BUDAPEST

1988

12

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXIX. évfolyam 1988. 12. szám

BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIV. évfolyam 1988. 12. szám

MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VI. évfolyam 1988. 12. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Dr. Flesch István

Forintos György

Gál Ferenc

Dr. Prónay Gábor

BHG

Rovatvezető: Angyal László

Tudományos szerkesztő: dr. Frajka Béla

Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,

Fazekas László, dr. Gosztony Géza,

dr. Kerpán István, Kling Miklós,

Laczkó Endre, Sztaiacs Ákos

MEV

Rovatvezető: Kászonyi László

Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,

Balogh Albert, Csornai László,

Czermann Mihály, Hidas György,

Huszka Zoltán, dr. Ligeti Róbertné,

dr. Mátrai Géza, dr. Motál György,

Schödl Ervin

ORION

Rovatvezető: Dr. Somogyi András

Tudományos szerkesztő: dr. Frigyes István,

Denk Attila, Froemel Károly,

Nóvik Lajos, Szász Gerő

REMIK

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,

Balanyi Szilveszter, Bodnár László,

Kovács Gyula, Mészáros Sándor,

Molnár László

TKI

Rovatvezető: dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: dr. Lajtha György,

dr. Henk Tamás, dr. Kása István,

Megyesi Csaba, dr. Sárkány Tamás,

dr. Simonyi Ernő

TERTA

Rovatvezető: Szalay Tibor

Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,

Keller János, Márik Zoltán,

Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,

Török László, Veress Péter

*

Szerkesztőségi ügyekben
és kéziratokkal kapcsolatban
felvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné.
Telefon: 495-098

ROVATOK

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

ROVATGAZDÁK ROVATTÁRSÁK

HTE	(H)	BEAG	HTV
TKI	(□)	BME	KONTAKTA
BHG	(#)	BRG	KŐPORC
TERTA	(↔)	EMO	KFKI
ORION	(*)	El. Szöv.	M. Posta
MEV	(↑)	FMV	ML
REMIK	(△)	GAMMA	MM
		HTSZ	MFKI
		HAGY	TUNGSRAM

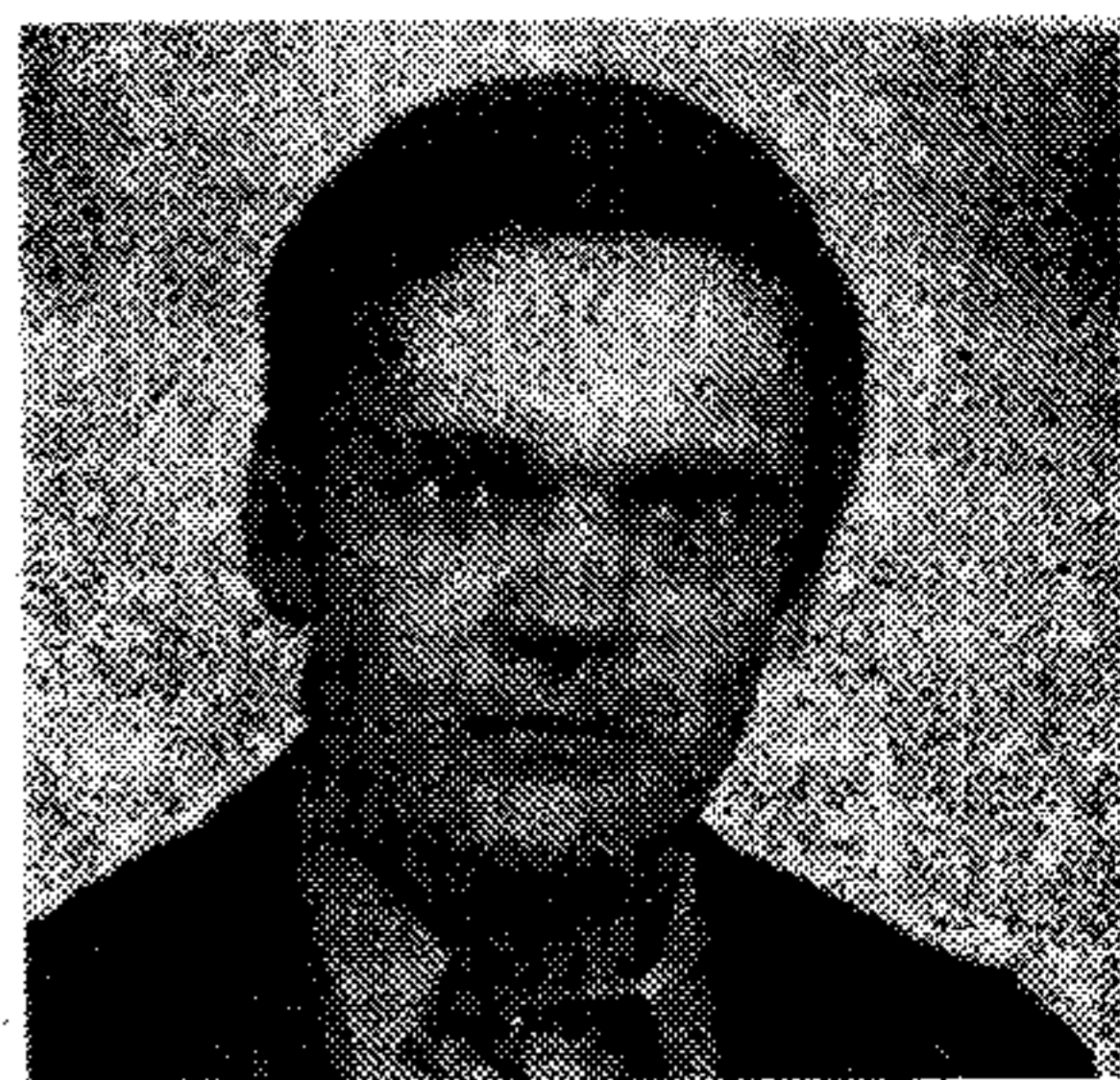
TARTALOM

DR. GOTTWALD PÉTER: Mikrohullámú félvezető eszközök optikai vezérlésének alapjai. I.	529
N. O. JOHANNESSEN: Hangossági mérték az átviteli tervezésben.	536
Kína távközlésének jelene és fejlesztési tervei az ezredfordulóig (Dr. Sallai Gy. — Dr. Szekeres B.)	541
NÁNDORFINÉ DR. SOMOGYVÁRI MAGDOLNA: A Használhatósági és Megbízhatósági Terv	543
KÁLMÁN ISTVÁN: Saját fejlesztésű automatikus mérőrendszer TAM 1200 adatátviteli modem méréséhez	551
X—BYTE	553
Digitális jelfeldolgozó- és mérőrendszer (Fodor G.—Somogyi G.)	554
Az innováció, mint gazdasági előrehaladásunk fontos tényezője (Dr. Pungor E.)	559
Automatizálás a távközlésben (Nyerges E.-né)	562
Magyar szerző könyve japán kiadásban	562
A mikrohullámú technika első száz éve (Dr. Mojzes I.)	563
MEV:	567
MTA: Beruházás helyett — kölcsönözzön műszert	568
HEXT 30 V videotex terminál	569
Híradástechnikai Szövetkezet:	570
MEV:	574
Tartalmi összefoglalások	575

Mikrohullámú félvezető eszközök optikai vezérlésének alapjai. I.

DR. GOTTWALD PÉTER

Budapesti Műszaki Egyetem,
Elektronikus Eszközök Tanszék



DR. GOTTWALD
PÉTER

ÖSSZEFOGLALÁS

Az optikai technológia alkalmazása a mikrohullámú jelek feldolgozásában olyan új módszer, melynek segítségével a mikrohullámú technikában számos feladat — pl. oszcillátorok injektálása, visszahatásmentes vezérlések, ps-os kapcsolástechnika — előnyösebben oldható meg, mint a hagyományos módszerekkel. A cikk általában a félvezető alapú mikrohullámú eszközök fényérzékenységeinek okaival foglalkozik, ezen belül részletesen tárgyalja a MESFET és a HEMT eszközök optikai vezérlésének alapjait. A kutatási témát az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatja.

1. Bevezetés

A mikrohullámú jelek optikai úton történő befolyásolása, előállítás a mikrohullámú elektronika legmodernebb irányzatai közé tartozik. Bár a kezdeti felismerések a 70-es évek végéről származnak, e technika rohamos fejlődése a legutóbbi évek nagy eredménye.

A témakör jelentőségét felismerve és támaszkodva a GaAs alapú mikrohullámú félvezető eszközök hazai fejlesztésében meglévő eredményekre [1], [2], az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság megbízásából és támogatásával kutatómunka indult a Budapesti Műszaki Egyetem Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékének irányításával. Ennek keretében néhány cikk megjelentetésével szeretnénk áttekintő képet adni e perspektivikus szakterületről.

Bevezető áttekintésként — a teljesség igénye nélkül — az optikai és mikrohullámú kölcsönhatásban rejlő néhány érdekes lehetőségről ejtünk szót. Ilyen lehetőség pl. a mikrohullámú jelek optikai úton történő előállítására az optikai keverés. Ekkor két, kismértékben eltérő frekvenciájú lézer fény keverésével állítanak elő igen magas frekvenciájú mikrohullámú rezgést. A mikrohullámú frekvencia stabilizálását a lézerfény frekvenciájának elektromos úton történő szabályozása teszi lehetővé, amelyet egy fáziszárt hurok hibajele végez.

A legtöbb alkalmazás alapja, hogy a félvezető anyagok elektromos és optikai paraméterei a megvilágítással befolyásolhatók. Félvezető rétegekben optikai úton gerjesztett töltéshordozókkal pl. ps-os sebességű elektronikus kapcsolók készíthetők. Ezekkel nagyteljesítményű mikrohullámú „burst” jelek is előállíthatók.

Igen gyakori, hogy a beeső fényvel a mikrohullámú félvezetőeszközök ill. monolitikus integrált áramköri elemek elektromos paramétereit befolyásolják. Passzív elemeknél pl. a csatolási

félvezető eszközök fejlesztésével kapcsolatban.

1978. óta műszaki doktor. Szakmai ismereteit több külföldi tanulmányút keretében gazdagította. 1983. óta munkatársa az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetének is, ahol a GaAs mikrohullámú eszközök fejlesztésén dolgozik. ÖMFB és OTKA kutatásokban is részt vesz. Szerzője a Mikrohullámú félvezetők c. nívódíjas szakkönyvnek és a Mikrohullámú Kézikönyv egy fejezetének.

Dr. Gottwald Péter 1966-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen, ahol azóta is dolgozik. Az Elektronikus Eszközök Tanszék oktatójaként a mikrohullámú aktív eszközök elméletével, technológiájával és oktatásával foglalkozik. Számos nagyfrekvenciás mérés-technikai problémát oldott meg ipari megbízásra a

tényezők és a fázistolások megváltozása használható ki, míg az aktív eszközök klasszikus képviselőinél (pl. MESFET ill. HEMT) a komplex erősítés megváltozása révén a velük épített oszcillátorok frekvenciája (és esetleg amplitúdója) befolyásolható. A futási idő eszközöknél [3] (pl. IMPATT, TRAPATT, BARITT) befolyásolható az eszközben futó töltéscsomag injektálásának időpontja, így ez esetben is az oszcilláció frekvenciájának változtatására van lehetőség. Az aktív eszközökre felsorolt eddigi hasznosításokat oszcillátorok direkt optikai injektálásának nevezük. Az ilyen megoldásnak igen nagy előnye, hogy a vezérlés parazita áramköri elemek keletkezésével is együttjáró áramköri elemek alkalmazása nélkül és mindemellett visszahatásmentesen valósítható meg. Több félvezetőeszközben a fényfluxussal arányos forrásáram (foto-áram), vagy a fluxus logaritmusával arányos üresjárás feszültség (foto-feszültség) keletkezik. Ezen ún. fotodetektorokban számos esetben az érzékenységet fokozó más fizikai jelenségek (pl. lavinasokszorozódás) is lejátszódnak. Megemlítjük, hogy a fotodetektorok által szolgáltatott áram vagy feszültség az általános elmélet szerint (Kurokawa, Proc. IEEE, 1973.) alkalmas oszcillátorok közvetett optikai injektálására. Ilyen esetben a fotodetektort az injektálandó aktív eszköz közelében helyezik el, esetleg azzal monolitikus integrált áramköri egységet képezve. A mm-es hullámsávban működő és dielektromos rezonátorral megvalósított oszcillátorok (DRO-k) optikai injektálására olyan módszert alakítottak ki, amelyben a rezonátor egyik határfelületére kis vezetőképességű félvezető réteget visznek fel. Ennek megvilágításával a réteg vezetőképessége jelentősen megnő és ezzel befolyásolja a dielektromos rezonátor rezonanciafrekvenciáját.

Beérkezett: 1988. VI. 1. (↑)

Az egyes eszközök tárgyalása előtt már itt kiemeljük, hogy a mikrohullámú félvezetőeszközök geometriai méretei nagyon alkalmasak az optikai vezérlés megvalósítására, hiszen a felületmenti lineáris méretek néhány μm és nagyságrendileg $100 \mu\text{m}$ közé esnek. A megvilágításhoz szükséges néhányszor $10 \mu\text{m}$ átmérőjű fényfolt akár optikai vetítéssel, fényszállal vagy integrált optikai tápvonallal is megoldható. Fényforrásként jól használhatók a heteroátmenetes félvezető lézerek, amelyek $700\text{--}800 \text{ nm}$ körüli hullámhossz mellett $2\text{--}10 \text{ mW}$ fényteljesítményt szolgáltatnak. (A szükséges optikai teljesítménysűrűség $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ nagyságrendű.)

Fontos, hogy az eszközök optikailag árnyékoló kontaktusai között a szabad félvezető felület gyakran a hullámhossz nagyságrendjébe eső szélességű rések mentén látszik, amelyen a fényelhajlás miatt a fény jól bejut az eszköz aktív térfogatába. Tekintve, hogy a fénygerjesztésre érzékeny rétegek általában μm alattiak, ugyanakkor a felület alatt sekélyen fekszenek, a fény a teljes aktív területhez jól eljut.

2. A GaAs MESFET optikai vezérlésének alapjai

A GaAs MESFET Schottky vezérlőelektrodával ellátott térvezérlésű tranzisztor, amely Mead első kísérlete óta (1966) már a mikrohullámú félvezető elektronika egyik legfontosabb eszközévé vált.

Alkalmazása kiszajú erősítőkből, logikai áramkörökben, mikrohullámú oszcillátorokban egyaránt széleskörben elterjedt. Az elméletével kapcsolatos kérdéseket és a bőséges nemzetközi irodalmat két hazai forrásmunka [3] [4] is tárgyalja.

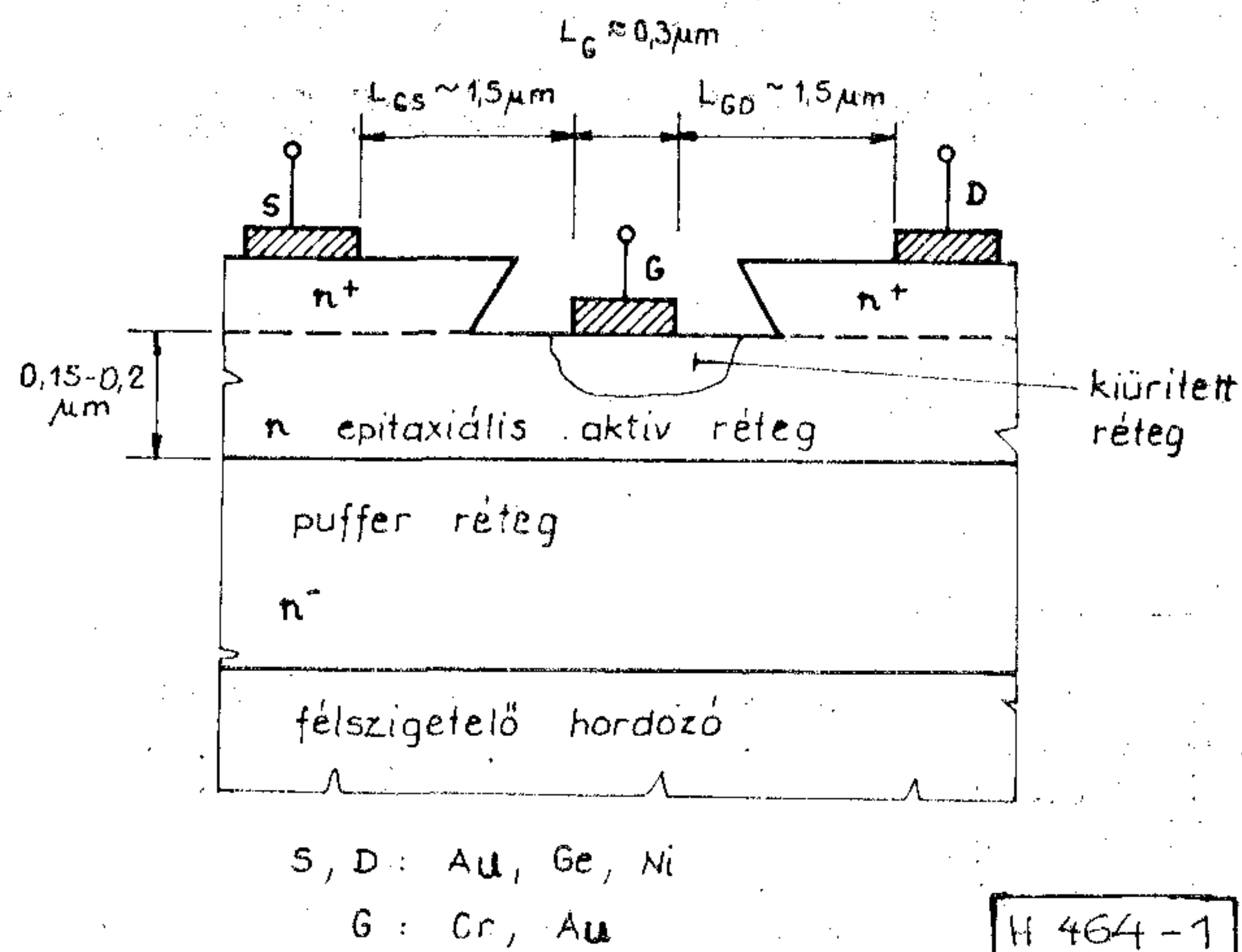
A mai modern konstrukciókban a vezérlőelektroda közel esik a $0,1 \mu\text{m}$ -hoz, a maximális oszcillációs frekvencia pedig már 50 GHz felett van. A legjobb zajtényező értékek 1 dB körüliek, és logikai áramkörökben a működési ciklushoz tartozó energia néhányszor 10 fJ körül van. A teljesítménytranzisztorokkal elért kimenőteljesítmény speciális konstrukcióval ma már $40\text{--}50 \text{ W}$ -ot is elér.

A gyors működés alapja a szubmikrométeres GaAs csatornában nagy térerősségek mellett (néhányszor 10 kV/cm) lejátszódó nemegyensúlyi elektrontranszport, amely az aktív csatornaszakaszban ps nagyságú tranzit időt eredményez. (Azonos méretek és térerősségértékek mellett Si MESFET-ben e tranzit idők $3\text{--}4$ -szer nagyobbra adódnak, míg az InP-ből készült tranzisztorokban még a GaAs-hez képest is rövidebbek a csatornaáthaladási idők.)

Bár az InP MESFET-ek intenzív fejlesztés alatt állnak, mind az alapanyag, mind az eszköztechnológia vonatkozásában meglévő technológia nehézségek miatt ma még széleskörűbb a GaAs MESFET-ek alkalmazása.

Az 1. ábrán egy modern GaAs konstrukció metszete látható, amelyben a vezérlő elektróda (G) egy marással készített árokban süllyesztve helyezkedik el („recesszált gate”).

A félszigetelő hordozó és a csatornát alkotó aktív réteg között egy epitaxiálisan növesztett,



1. ábra. GaAs MESFET konstrukciója és tipikus méretei

mérsékeltén adalékolt ún. puffer réteg van, amelynek szerepe az aktív csatornaszakasz lehető hibamentes kristályszerkezetének biztosítása. Az aktív réteget fedő n^+ kontaktusréteg a parazita csatornaszakaszok ellenállásait csökkenti és segíti az ohmos kontaktusok kialakítását.

A szubmikronos GaAs MESFET pontos karakterisztika egyenletei nem adhatók meg zárt alakban, mivel a számítások csak két- (esetleg három-) dimenziós numerikus analízissel végezhetőek el. Az analízisben szokásos módon a folytonossági és a Poisson egyenletet kell szimultán megoldani a nemstacionárius és nagyenergiájú elektrontranszportot leíró mozgásegyenletek figyelembevételével.

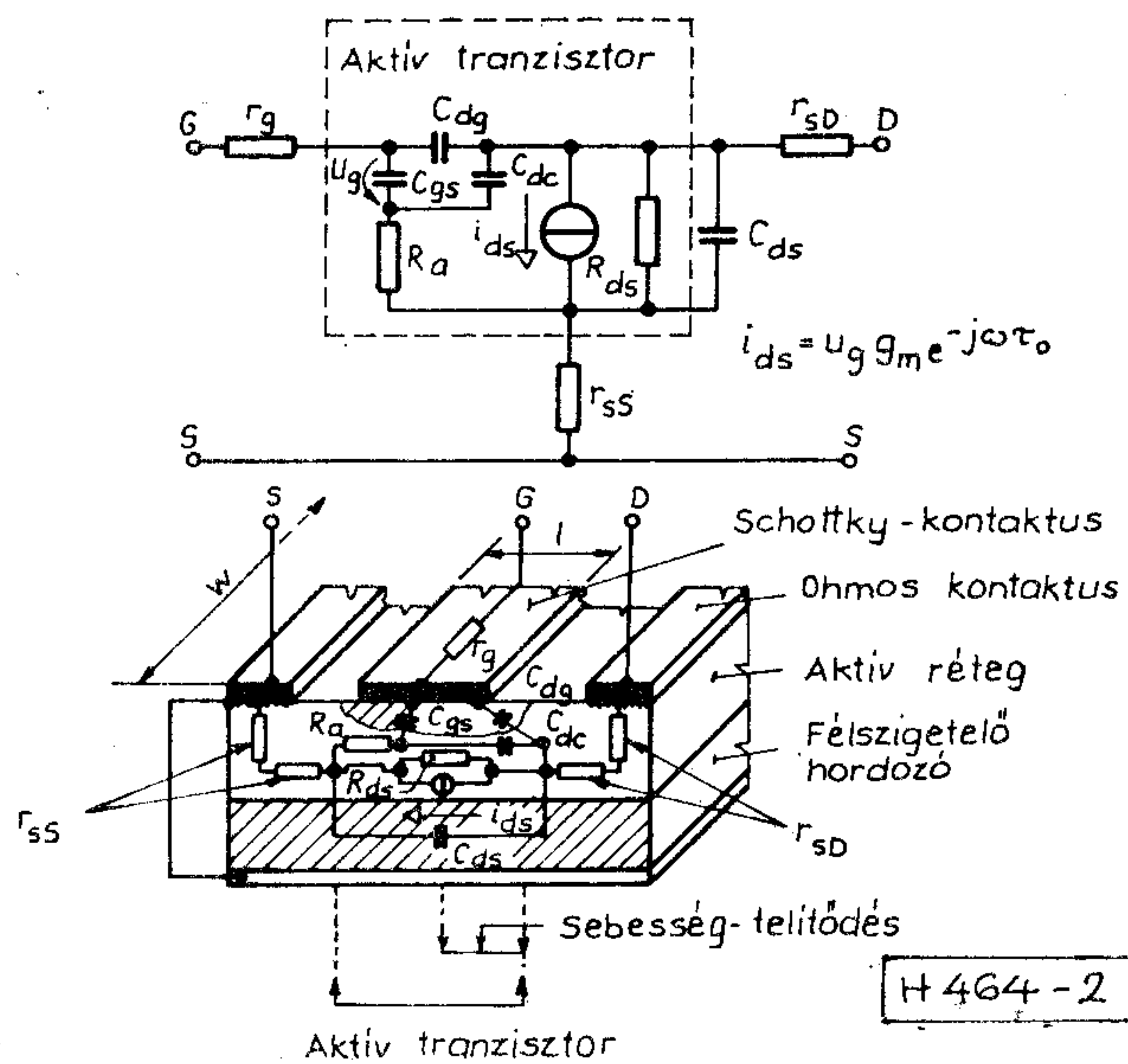
A kvalitatív viszonyok tárgyalásához vannak elegendő pontosságú analitikus modellek, amelyek Shurtól [5], [6] származnak. Az optikai vezérelhetőség kvantitatív számításánál az irodalom általában ezeket az összefüggéseket alkalmazza.

A 2. ábrán a MESFET koncentrált paraméteres helyettesítő képe látható. Ebben kulcsszerepe van a C_{gs} és C_{gd} kapacitásoknak, amelyek a Schottky vezérlőelektroda alatti kiürített rétegben tárolt töltés feszültségfüggését modellezik. E kapacitások munkapontfüggőek, és rajtuk keresztül az eszköz mikrohullámú paraméterei (S-görbéi) is munkapontfüggővé válnak. (Kisebb mértékben természetesen a helyettesítőkép többi elemén keresztül is létrejön munkapontfüggés.)

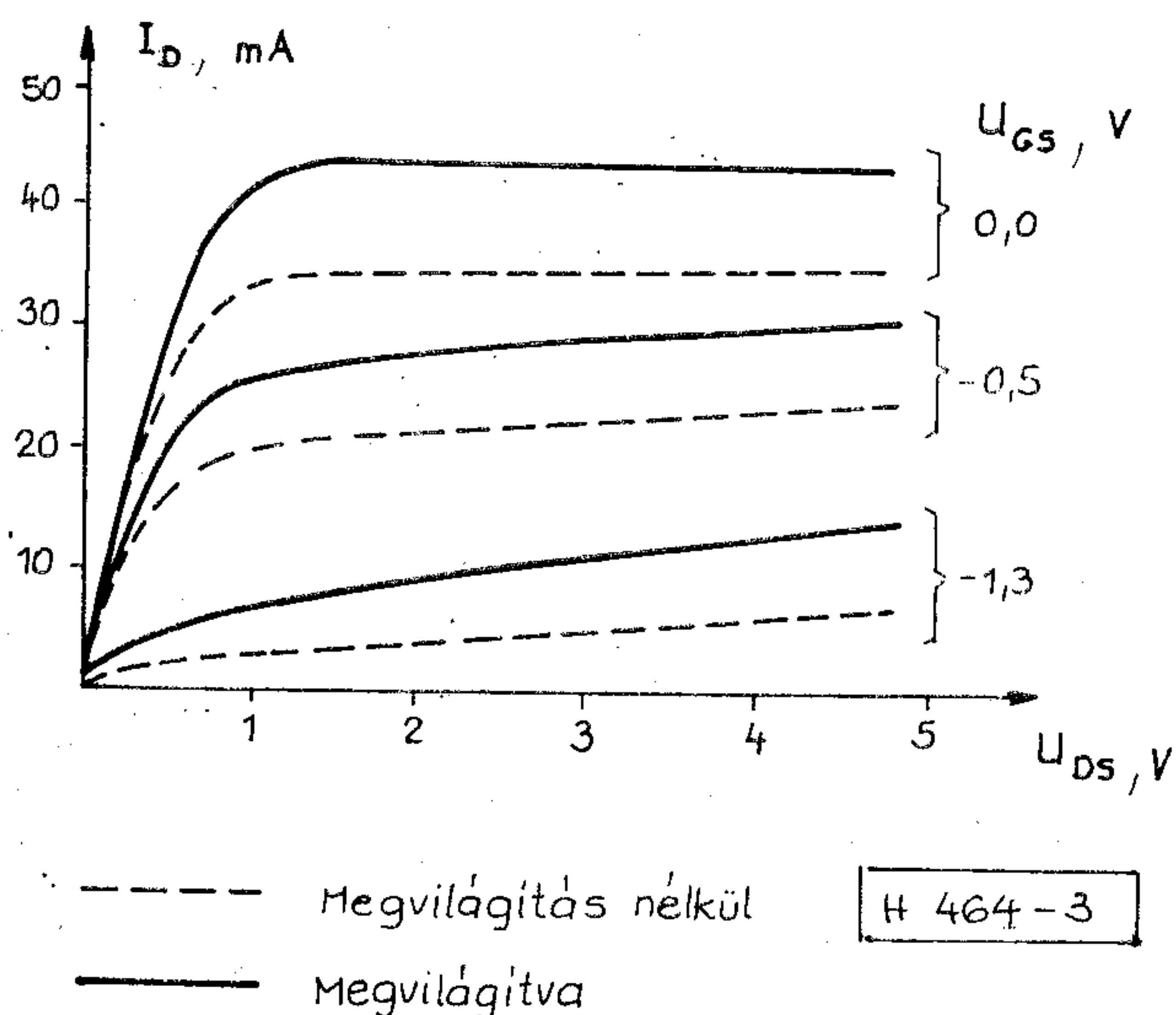
Számos megfigyelés, mérés mutatja, hogy a GaAs MESFET egyenáramú és nagyfrekvenciás paraméterei az eszközre eső megvilágítással befolyásolhatók [7]...[13].

A kimenőkarakterisztika tipikus változása pl. a 3. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a kimenő áram a megvilágítás hatására megnövekszik oly módon, mintha a vezérlőelektroda feszültségét kismértékben pozitív irányba toltuk volna el.

Kimutatható, hogy az áramnövekedés jelentős része a vezérlőelektrodaként működő Schottky átmenetre eső feszültség tényleges megváltozásából ered, amelyet az átmeneten fellépő fotofeszültség idéz elő. A megvilágítás hatására a fotofeszültség nagyságának megfelelően csökken a csatorna



2. ábra. A GaAs MESFET kisjelű helyettesítő képe. A helyettesítő kép és a MESFET szerkezete közötti kapcsolat



3. ábra. A MESFET kimenő karakterisztika serege megvilágítás mellett és anélkül [9]

U_p kiürülési (pinch off) feszültsége is, amely viszont egyben jól mérhető eszközparaméter is.

Graffeuil és munkatársai [7] mérték a kiürülési feszültség változását a beeső fényintenzitás függvényében, és a kvantitatív elméletnek megfelelően logaritmikus összefüggést tapasztaltak.

Shur elmélete alapján [5], [6] számítva a meredekség relatív változását a megvilágítás függvényében, erre szintén logaritmikus összefüggés adódik. A [7] alatt publikált mérési eredményeket a 4. ábrán mutatjuk be.

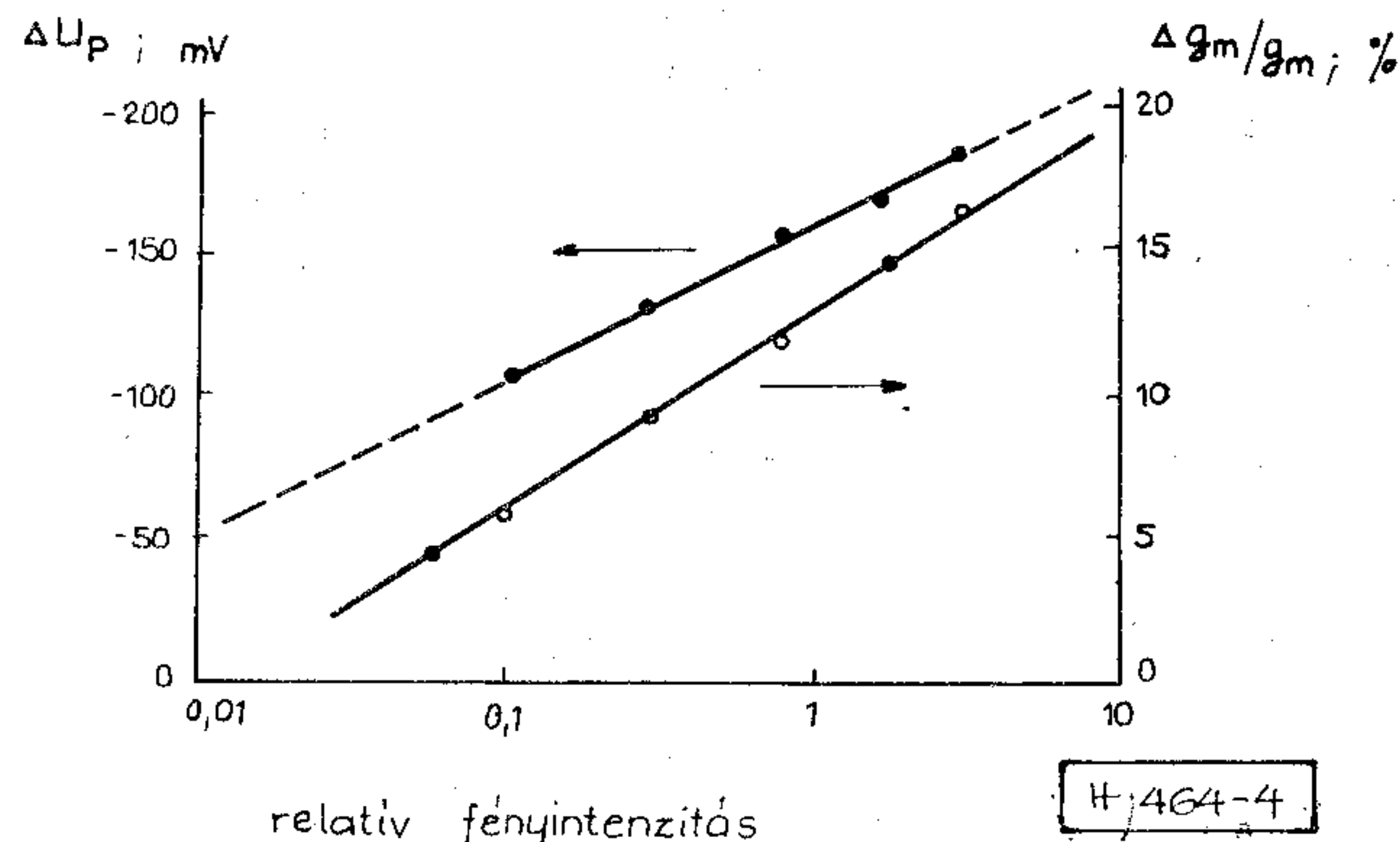
Visszatérve a kimenő karakterisztikán látható áramnövekedésre, amelyet a megvilágítás okozott, a fotofeszültség mellett ebben szerepe van a fotokonduktív hatásnak is. Ez nem más, mint az aktív csatornában a fény által generált töltéshordozók miatt adódó többlet vezetőképesség.

Vezérlőelektróda nélküli strukturákon végzett mérések alapján Graffenil és munkatársai [7]

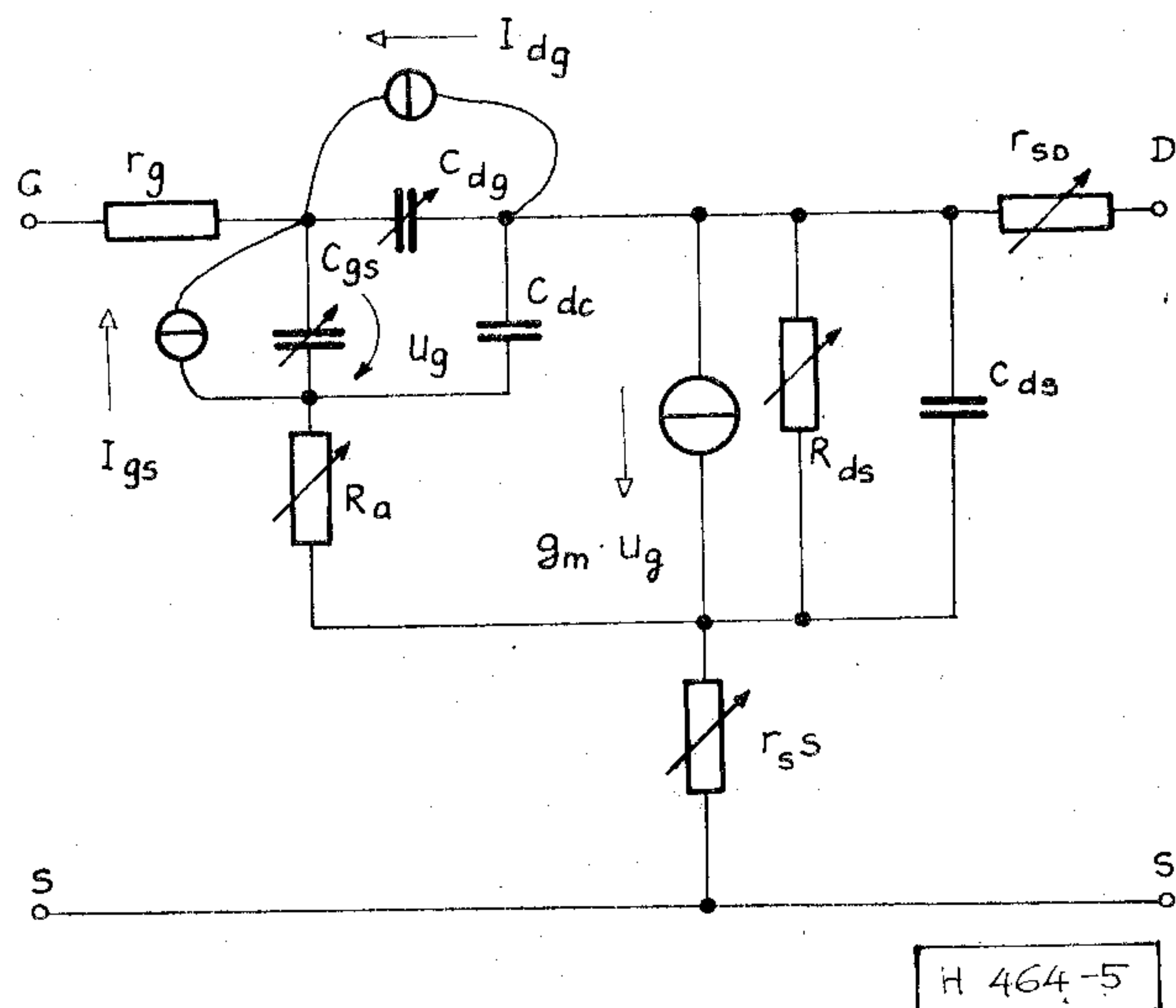
arra a következtetésre jutottak, hogy a fotokonduktív hatás az áramnövekedésben csak csekély mértékben vesz részt. Gammel és Ballantyne [8] viszont végigpásztázták egy MESFET felületét egy $1,1 \mu\text{m}$ -es átmérőjűre fókuszált lezérfényvel, és kimutatták, hogy a vezérlőelektróda és a nyelő közötti (gate-drain: G-D) rész érzékenysége különösen nagy. Mivel az alkalmazott He-Ne lézer fényére a GaAs-beli abszorpciós hossz nagyjából azonos a csatorna vastagságával ($0,25 \mu\text{m}$), így a fénygerjesztés túlnyomórészt a csatornában és nem az alatta fekvő félszigetelő hordozóban jött létre.

Ilyen körülmények között a G-D szakasz nagy érzékenysége azzal magyarázható, hogy az itt uralkodó nagy térerősségű zónában gerjesztett elektronok nagy sebességgel futnak a nyelő (drain: D) felé, míg a lassan mozgó lyukak jelentős pozitív tértöltést alkotva a G alatti aktív csatornaszakasz [3] felé mozognak, és benne növelik a térerősséget. A növekvő térerősség miatt pedig az aktív csatornaszakasz növekvő elektronáramot szállít a nyelő (D) felé.

Lényegesen csekélyebb, de elvileg nem elhanyagolható hatás adódik abból, hogy a MESFET



4. ábra. A kiürülési feszültség (U_p) és a meredekség (g_m) tipikus változása a relatív fényintenzitás függvényében [7] (U_p : kiürülési feszültség, g_m : meredekség)



5. ábra. MESFET helyettesítő képe a fotovezérelt elemekkel

parazita csatornaszakaszaiban is fellép a fotokonduktív hatás. Ebből a szempontból a G-S közötti parazita csatornaellenállás megvilágítás okozta csökkenésének van jelentősége, mert ez a parazita ellenállás egyébként az áramot és a meredekséget csökkentő belső visszacsatolást okoz.

A MESFET helyettesítőképében a fotokonduktív hatások az ellenállásértékek megvilágításfüggésével vehetők figyelembe. A vezérlőelektróda áramkörében ébredő fotoáramot (vagy üresjárás körülmények között az átmeneten fellépő fotofeszültséget) az átmenet-kapacitásokkal párhuzamosan kapcsolódó fényvezérelt áramforrásokkal vehetjük figyelembe.

Az így kiegészített helyettesítőkép az 5. ábrán látható. A helyettesítőképben a C_{gs} és a C_{gd} kapacitások az átmenetre eső feszültség függvényei, viszont ezt a feszültséget a fotofeszültség módosítja.

A fotoáramok miatta vezérlőelektróda és a csatorna közötti átmeneten keletkező fotofeszültség annál nagyobb, minél nagyobb a vezérlőelektródához kapcsolódó külső áramkör impedanciája.

Ez a magyarázata a Salles [10] által mért S paraméter görbék (1. táblázat) nagyobb megvilágításfüggésének, ha a vezérlőelektróda áramkörében nagyobb R_G impedancia van.

Simons és Bhasin [11] mért és számított értékek alapján hasonlítják össze a C_{gs} kapacitás függését az U_{gs} feszültségtől megvilágítás mellett és anélkül. Az eredmények a 6. ábrán láthatók.

Az alkalmazásokkal összefüggésben megemlítjük, hogy a MESFET oszcillátorok fényel történő frekvenciamodulációja akkor a leghatékonyabb, ha az oszcillátor frekvenciáját meghatározó egyik reaktáns elem lényegében a MESFET bemenő kapacitása [12], [13].

Az eddig részletezett hatások a GaAs-ben a sávtól-sávig történő fénygerjesztés hatására álltak elő, és jellemzőjük, hogy a gerjesztést az eszköz olyan sebességgel követi, mint ahogyan az a normál működés közben az elektromos jelekkel szemben is bekövetkezik.

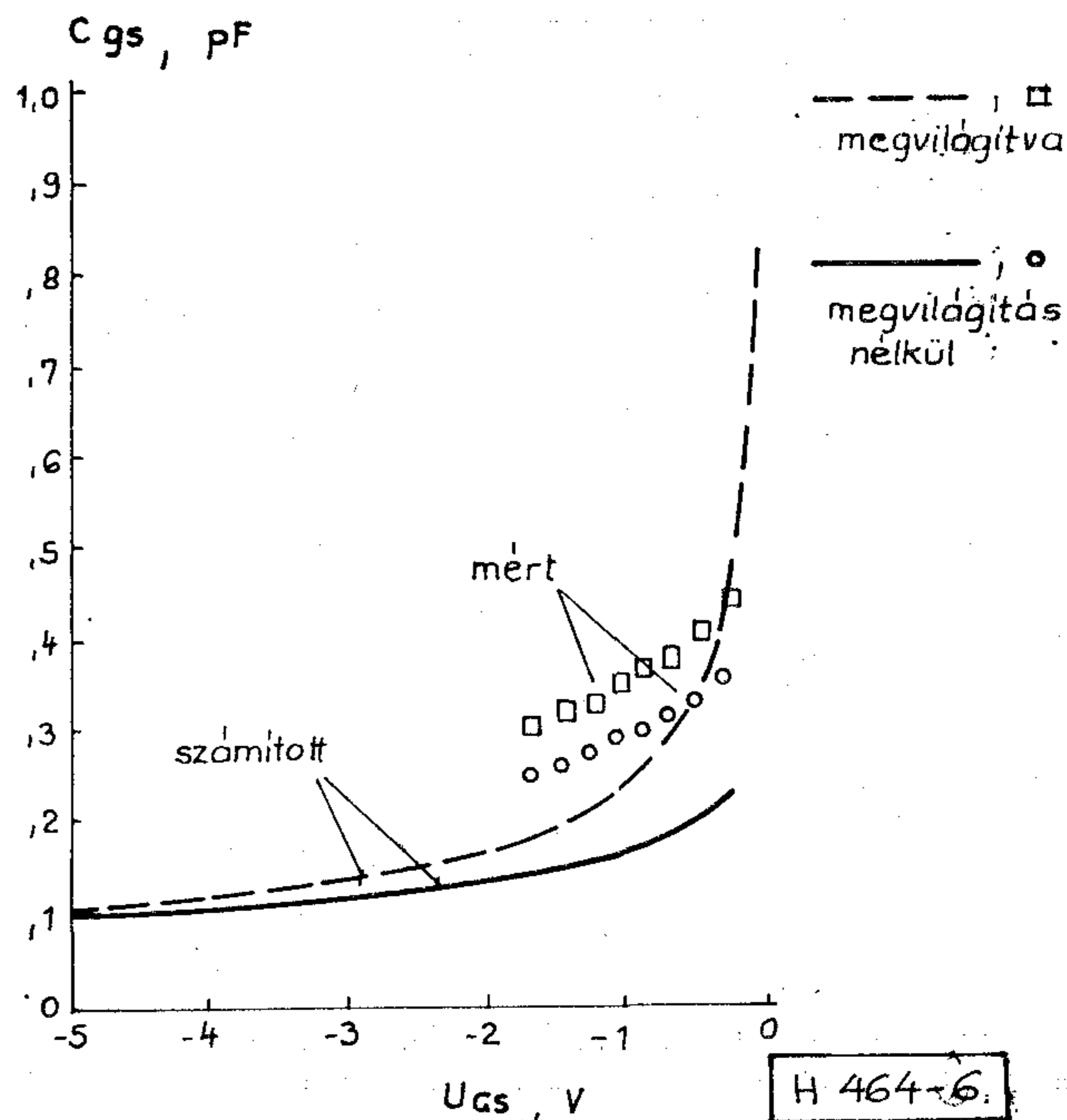
A tapasztalatok azt mutatják, hogy a MESFET-ben a fénygerjesztést sokkal lassabban követő foto-

1. táblázat

MESFET S paramétereinek változása a megvilágítás hatására, ha a vezérlőelektróda áramkörében kicsi vagy nagy impedancia van

f GHz	$R_G=1k\Omega$				$R_G=1M\Omega$			
	sötétben		megvilágítva		sötétben		megvilágítva	
	ABS	fázis	ABS	Fázis	ABS	Fázis	ABS	Fázis
2	2,37	133	2,37	133	2,34	133	2,60	132
3	2,19	117	2,19	117	2,16	116	2,40	115
4	2,26	110	2,26	110	2,32	100	2,57	97
5	2,24	83	2,24	83	2,21	81	2,43	78
6	2,07	66	2,07	65	2,11	67	2,29	64
7	1,80	54	1,80	54	1,80	54	1,97	51
8	1,48	29	1,48	29	1,48	28	1,64	25

U_G	-1 V	-0,98 V	-1 V	-0,23 V
I_D	38 mA	46 mA	39 mA	69 mA
I_G	-4 μ A	-9,7 μ A	-4,0 μ A	-4,7 μ A



6. ábra. C_{gs} függése a megvilágítástól [11]. A számításhoz felhasznált adatok:

- az aktív réteg vastagsága: $0,3 \mu\text{m}$; adalékolása: 10^{17}cm^{-3} ; mozgékonyág: $5300 \text{cm}^2/\text{Vs}$
- a vezérlő elektróda hossza: $1 \mu\text{m}$; szélessége: $500 \mu\text{m}$; potenciálgátja: $0,8 \text{V}$

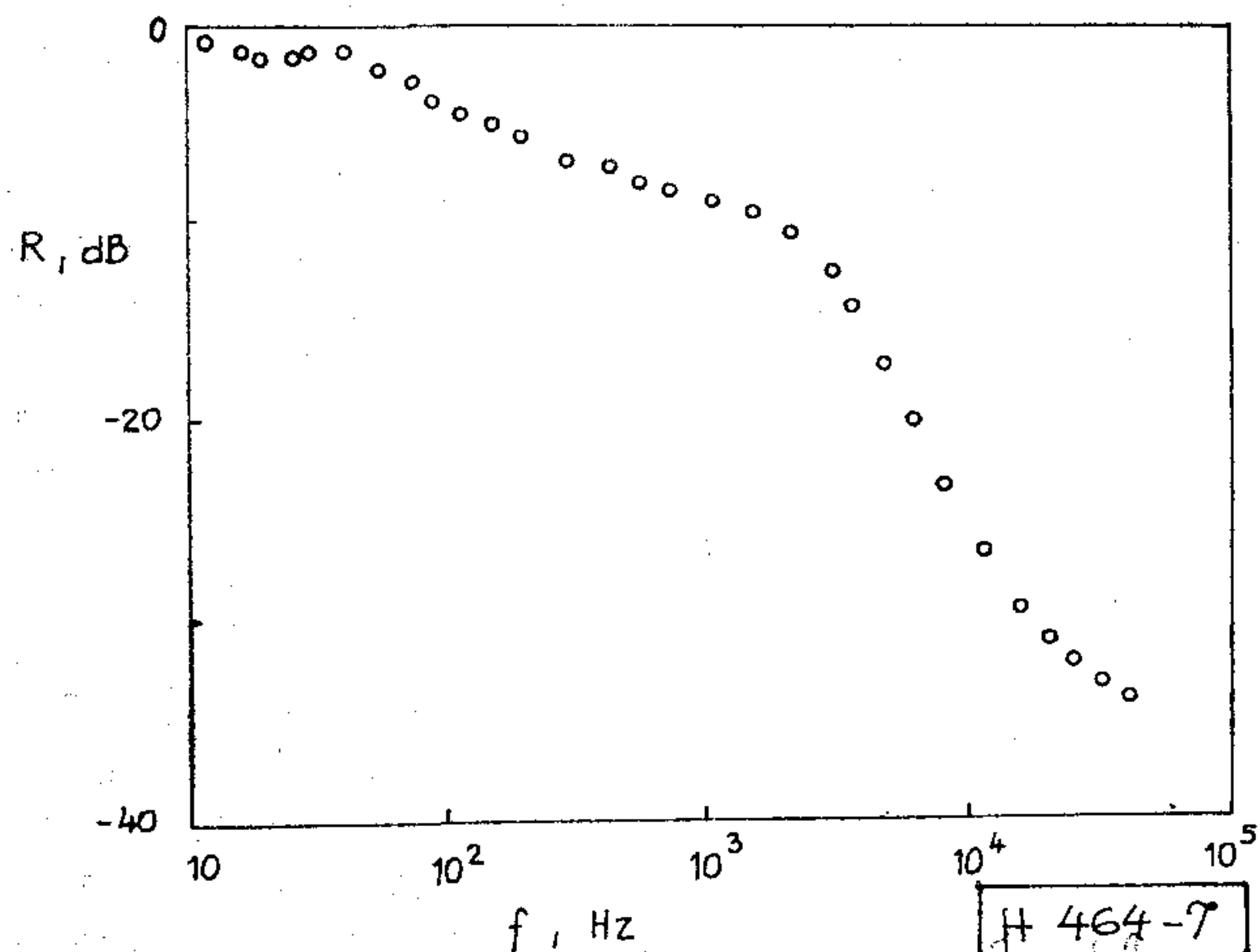
elektromos jelenségek is fellépnek, melyek az aktív csatorna és a pufferréteg közötti átmenet elektromos állapotának fény okozta változásaival hozhatók kapcsolatba. A jelenséget az irodalom „backgate”-effektusnak, a csatorna hátoldali vezérlésének nevezi.

MESFET-ben az aktív réteg olyan vékony, hogy a besugárzott fény jelentős része eléri a puffer réteg határát, és itt lyuk-elektron párokat gerjeszt.

A csatorna és a pufferréteg által alkotott $n^+ - n^-$ átmenetben a töltéskonzentráció változását egyensúlyozó elektromos tér keletkezik, amelynek forrása a csatorna alján keletkező részlegesen kiürült réteg.

Ha ebben az átmenetben a fény lyuk-elektron párokat generál, az elektronokat a térerősség a csatornába, a lyukakat pedig a nagyellenállású hordozó felé sodorja. Mivel a fotoáram csak a nagyellenállású hordozón keresztül haladva képes a forráson (S) és a csatornán keresztül záródni, az átmeneten fotofeszültség lép fel, amely csökkenti az átmenet csatorna felőli oldalán a kiürülés mértékét. Ez a hatás a csatorna áramának megnövekedésével jár.

A megvilágítás megszűntével az átmenetben felhalmozódott fotogerjesztett töltés csak az átmenet által képviselt kapacitással (pF nagyságrend) és a hordozó ellenállásával (megvilágítás mellett $100 \text{k}\Omega$ nagyságrend) számítható időállandó szerint képes kisülni és ezzel visszaállítani a csatorna megvilágítás előtti állapotát. (A rekombinációt a fotogerjesztett töltések nagy élettartama miatt nem kell figyelembe vennünk [14]).



7. ábra. A csatorna és a pufferréteg közötti átmenet relatív fényérzékenységének frekvenciamenete [15] alapján

Papaionannou és Forrest [15] mérései alapján mutatunk példát a 7. ábrán a csatorna és a pufferréteg közötti átmenet fényérzékenységének frekvenciamenetére.

A „back-gate” effektushoz hasonló lassú fényelektromos válasz a tiltott sáv által meghatározottnál kisebb fotoenergiák mellett is ($\lambda < 870$ nm) kiváltható. Ennek fizikai oka az, hogy a GaAs tiltott sávján belül gyakran és jelentős térfogatsűrűségben fordulnak elő megengedett energiaállapotok, melyeket amiatt, hogy ezek energianívói a sávhatároktól távol esnek, mély nívóknak (deep-level-nek) nevezünk.

A mély nívók nem teljesen betöltöttek, így azok elektronok befogására és emittálására képesek. A mély nívók és a sávok közötti elektronforgalmat a tiltott sávnál kisebb energiatávolság miatt már kisebb energiájú ($\lambda > 870$ nm) fotonokkal is befolyásolhatjuk.

(A mély nívók jelenléte a kristályszerkezet hibáival, idegen atomok jelenlétével, ezek esetleges „komplexeivel” magyarázható. A nem elhanyagolható térfogatsűrűség összefügg azzal, hogy a GaAs az egykomponensű félvezető anyagokkal szemben kristályhibák képződésére sokkal érzékenyebb, bonyolultabb félvezető anyag.)

MESFET-ben a pufferréteg és a félszigetelő hordozó határán van nagy valószínűsége a mélynívókat okozó kristályszerkezeti eltéréseknek.

Mivel a mély nívók gerjesztéséhez szükséges nagyobb hullámhosszúságú fényre a GaAs réteg átlátszó, a besugárzott fény könnyen eljuthat az eszköz mély nívókban gazdag mélyebben ($3-5 \mu\text{m}$) fekvő részeibe.

Mint azt mérések és kvantitatív vizsgálatok egyaránt mutatják, a mélynívókkal összefüggő fényérzékenység frekvenciamenetében az adott nívó befogási és emissziós állandójával összefüggő törésfrekvencia adódik [15].

A gyakorlatban előforduló sokféle mélynívó miatt a fényérzékenység frekvenciamenetében a MHz-től a GHz-ig terjedő frekvenciasávban több egymást követő töréspont mutatható ki.

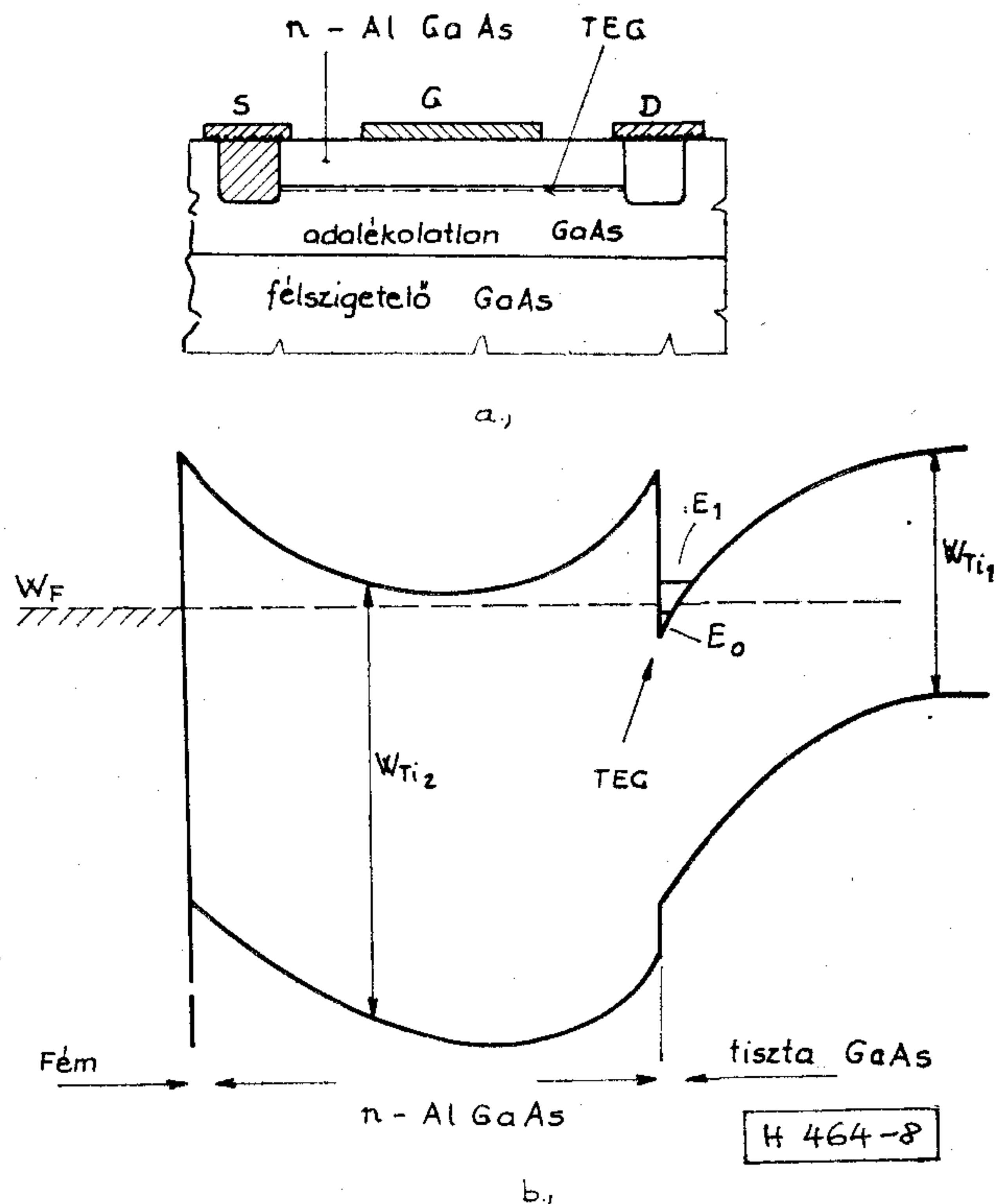
3. A HEMT tranzisztor optikai vezérlése

A HEMT (High Electron Mobility Transistor) a ma ismert leggyorsabb tervezérlésű tranzisztor. Benne a forrás (S) és a nyelő (D) közötti vezető csatornát egy heteroátmenet mentén eloszló két-dimenziós elektrongáz (TEG) alkotja. Az elektrongáz felületegységre eső koncentrációja a heteroátmenet felett fekvő Schottky vezérlő elektródával vezérelhető.

HEMT tranzisztorokkal épített DRO-k (di-elektromos rezonátorral működő oszcillátor) 100 GHz felett néhányszor $10 \mu\text{W}$ kimenő teljesítményt szolgáltatnak, erősítő üzemben pedig a zajtényező 60 GHz frekvenciáig 3 dB alatt marad. Digitális áramkörökben a működési ciklushoz tartozó energia 10 fJ nagyságrendjébe esik. A nagy működési sebesség abból ered, hogy erősen lehűtve (pl. 77 K-re) a heteroátmenetet, az elektrongázban mozgó elektronok mozgékonyasága több $100\,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ értéket is elérhet.

A HEMT-ben alkalmazott heteroátmenet az $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ átmenet ($x=0,2\dots0,3$), amelyben már a 70-es évek végén megfigyeltek nagy elektronmozgékonyaságot. (Az $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_x/\text{GaAs}$ heteroátmenet rácsilleszkedése jobb, mint 0,1%, az $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ tiltott sáv szélessége pedig kényelmesen beállítható az Al mól-arányával. Ha pl. $x=0,2$, a tiltott sáv szélessége 1,65 eV körüli érték.)

A HEMT szerkezetre vonatkozó egyik legkorábbi publikáció Morkoc-tól származik (IEEE Trans. on El. Dev., 1978), majd őt követték Mimura (Jap. J. of Appl. Phys., 1980), és Delagebeaudeuf (Electronics Lett., 1980).



8. ábra. a) a HEMT vázlatos szerkezete; b) Az AlGaAs/GaAs rendszer sávdigramja

A szerkezeti felépítés lényegét a 8. ábrán, a heteroátmenet környezetében és az n-GaAs-ben kialakuló sávdiagramot pedig a 8. b ábrán rajzoltuk meg.

A heteroátmenet GaAs felőli határán kialakuló energiaminimumban (kvantum-völgy-ben) feltüntettük az elektrongázra vonatkozó két diszkrét energiaértéket. Ez a kvantáltság azért alakul ki, mert az elektronok hullámfüggvényei az átmenetre merőleges irányban egy nagyon rövid szakaszra (≈ 10 nm) lokalizálódnak.

A TEG-ben az elektronok mozgékonyasága azért nagy, mert az átmenet GaAs-felőli oldala (ahol a TEG kialakul) adalékolatlan, a termikus rácszórás pedig az erős hűtéssel lehet kiküszöbölni.

Az AlGaAs-ben lévő donorionok potenciálterének „áthatása” a heteroátmenet GaAs felőli oldalára a TEG elektronjainak szóródását okozná, és ezzel csökkentené a mozgékonyaságukat. E nemkívánatos hatás is kiküszöbölhető azáltal, hogy az n-alGaAs és a GaAs réteg közé egy vékony (pl. 5 nm vastagságú) adalékolatlan AlGaAs réteget növesztenek.

A TEG töltéskoncentrációját az AlGaAs-ben fekvő Schottky elektródával vezérelni lehet [16], [17].

A vázolt HEMT szerkezetenél számos bonyolultabb megoldást is kifejlesztettek, amelyekben elsősorban a mély nívók által okozott zavaró hatások [18], [19] kiküszöbölésére törekedtek. E megoldásokat itt most nem részletezzük, csupán a fizikai probléma lényegét érintjük, tekintve, hogy ez a HEMT fényérzékenységgel kapcsolatban áll.

Megfigyelések azt mutatták, hogy a HEMT működésében fénybehatás nélkül, erős lehűtés mellett zavarok keletkeznek [18], [20], [21], amelyek az AlGaAs-ben keletkező mélynívók betöltöttségi viszonyaival kapcsolatosak. Ezek ugyanis lehűtve elektronokat fognak be, negatív tértöltést alkotnak és rendszerint erősen csökkentik a TEG koncentrációját. A megvilágítás hatására fénygerjesztés útján a mélynívók a befogott elektronokat visszaemittálják, és a működés zavarmentessé válik.

A mély nívók közül az ún. DX centrum a legzavaróbb, amely egy donorként típusú nívó és nem más, mint egy Ga rácshelyre beépült Si atom, amely egy As vakanciával alkot komplexet.

A Si-ot az AlGaAs-ben donorként alkalmazják, mert amfotér jellege a Ge-nál lényegesen enyhébb, a felületi szegregációs hajlama pedig a Sn-nál sokkal kisebb.

A DX centrumok képződése összefügg az Al és a Ga mól-arányával, és sajnos épp olyan mól-arány mellett (Al% 20%) kezd erősen növekedni a DX centrumok sűrűsége, amely mellett a TEG elektron-dinamikai viszonyai is a legkedvezőbbek.

A mélynívók által okozott fényérzékenység igen drasztikus. Alkalmos lehet HEMT tranzisztorokkal épített erősítő és oszcillátor áramkörök ki és bekapcsolására, de semmiképpen nem alkalmazható finomabb és nagysebességű vezérlés megvalósítására. (Ez többek között azért van, mert a mélynívók véges befogási és emissziós

állandói korlátozzák a gyors működést. A jelenséget a szakirodalom persistent photoconductivity: PPC néven tárgyalja [18].)

Megfigyelések szerint a HEMT struktúra mutat a mikrohullámú jelek processzálására is alkalmas fényérzékenységet [11], [22], [23], bár ennek mechanizmusát tételesen még az irodalom nem rendszerezte. Tekintve, hogy a AlGaAs-ben a nagyobb tiltott sáv szélesség miatt a sávok közötti direkt töltéshordozó gerjesztés csak rövidebb hullámhosszúságú (pl. $\lambda < 750$ nm) fényvel valósítható meg, a 800 nm körüli hullámhosszúságú lézer fény csak csekély veszteséggel éri el a TEG-et magába foglaló GaAs réteget. Az itt uralkodó nagy térerősség ($\approx 10^5$ V/cm) a generálódott elektronokat a TEG felé, a lyukakat pedig a GaAs réteg belseje felé hajtja. (Feltételezhető, hogy a lyukak árama a TEG alatti mélyebb rétegen áthaladva végülis a forrás (S) felé záródik.)

A megvilágítás hatására változás következik be az eszköz töltéselrendeződésében és ez az elektromos paraméterek (munkaponti áram és pl. a töltéselrendeződést modellező kapacitások) megváltozásával jár.

Az irodalomban fellelhető legújabb mérési eredmények Simons-tól származnak [23]. Ezek azt mutatják, hogy a fénygerjesztés növeli a munkaponti áramot, csekély mértékben (≈ 2 mS) változtatja a meredekséget és így az S_{21} paraméter abszolút értékét, de nincs jelentős hatással az S_{21} paraméter fázismentére.

4. Összefoglalás

A mikrohullámú félvezető eszközök fényérzékenysége a jelfeldolgozásban új módszerek alkalmazását tette lehetővé.

A témakör kapcsán megemlítettünk néhány alkalmazási lehetőséget, majd a MESFET és a HEMT fényérzékenysége okaival foglalkoztunk. Az eszköz működés alapvető ismertetése után láttuk, hogy a paraméterek megváltozását az optikai úton gerjesztett töltéshordozók okozzák foto-áramok ill. foto-feszültség valamint vezetésmoduláció létrehozásával. A sáv-tól-sávig történő gerjesztés az eszköz határfrekvenciájával megegyező sebességű, a mélynívók gerjesztése viszont csak lassú optikai vezérlést tesz lehetővé. Megmutattuk, hogy a megvilágítás hatására a kisjelű helyettesítőkép elemei illetve az S paraméterek értékei megváltoznak. A HEMT fényérzékenységgel kapcsolatban kitértünk a DX centrumok hatására.

5. Köszönetnyilvánítás

A témakör feldolgozásához az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság nyújt támogatást. Ezért, valamint számos hasznos beszélgetésért dr. Frigyes Istvánnak tartozom köszönettel.

IRODALOM

- [1] Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete Közleményei. Finommechanika-Mikrotechnika, 25. évf. 1986. 2—3 szám, február—március.

- [2] Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete Közleményei. Finommechanika-Mikrotechnika, 26. évf. 1987. 6—7 szám, június—július.
- [3] Dr. Gottwald Péter: Mikrohullámú félvezetőeszközök Műszaki Könyvkiadó, 1985. Budapest.
- [4] Sze, S. M.: Félvezető eszközök fizikája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (megjelenés alatt) Kiegészítő rész: F.1.1.
Gottwald P.: A mikron alatti csatornahossz problémái és hatása a MESFET működésére.
- [5] Shur, M. S.: Analytical Model of GaAs MESFET's. IEEE Trans. on El. Dev. 1978. June, Vol. ED-25., pp. 612—618.
- [6] Shur, M. S.—Eastman, L. F.: Current-voltage characteristics, small-signal parameters, switching times and power-delay products of GaAs MESFET's IEEE MTT's Int. Microwave Symp. Dig., 1978. pp. 150—152.
- [7] Graffeuil, J. et al.: Light-Induced Effects in GaAs F. E. T. s. El. Lett., 1979. July, Vol. 15, No. 14., pp. 439—441.
- [8] Gammel, J. C.—Ballantyne, J. M.: Comments on „High Speed Photoresponse Mechanism of GaAs-MESFET”. Jap. Journal of Appl. Phys., 1980. May. Vol. 19., pp. L273—L275.
- [9] Forrest, J. R.—Salles, A. A.: Optics Control Microwaves. Microwave Syst. News, 1981. June, pp. 112—122.
- [10] Salles, A. A.: Optical Control of GaAs MESFET's IEEE Trans. on MTT., 1983. Oct., Vol. MTT-31., pp. 812—820.
- [11] Simons, R. M.—Bhasin, K. B.: Analysis of Optically Controlled Microwave/Millimeter-Wave Device Structures. IEEE Trans. on MTT., 1986. Dec., Vol. MTT-34., pp. 1349—1355.
- [12] Sun, H. J. et al.: Photoeffects in Common-Source and Common- Drain Microwave GaAs MESFET Oscillators. Sol. State El., 1981. Oct., Vol. 24., pp. 935—940.
- [13] Sun, H. J. et al.: DC and pulse-light illuminated optical responses of microwave GaAs-MESFET oscillators. IEE Proc., 1984. Febr., Vol. 131., Pt. I, pp. 31—37.
- [14] Sheinkman, M. K.—Shin, A. Y.: Long term relaxation and residual conductivity of semiconductors (review). Sov. Phys. Semicond., 1976. Vol. 10. pp. 128—143.
- [15] Papaioannou, J. G.—Forrest, J. R.: On the Photoresponse of GaAs MESFET's: Backgating and Deep Traps Effect. IEEE Trans. on El. Dev., 1986. March, Vol. ED-33., pp. 373—378.
- [16] Delagebeaudeuf, D.—Linh, N. T.: Charge Control of the Heterojunction Two-Dimensional Electron Gas for MESFET application. IEEE Trans. on El. Dev., 1981. July, Vol. ED-28., pp. 790—795.
- [17] Dr. Valkó I. Péter: Új tranzisztorok. Híradástechnika. 36. évf. 1985., 9. szám, szeptember 385—393 old.
- [18] Nathan, M. I.: Persistent Photoconductivity in AlGaAs/GaAs Modulation Doped Layers and Field-Effect Transistors: A Review. Sol. State El., 1986. Febr., Vol. 29., pp. 167—172.
- [19] Heuken, M. et al.: Deep Level Analysis in Heterostructure Field-Effect Transistors by Means of the Photo-FET Method. IEEE Trans. on El. Dev., 1986. May. Vol. ED-33., pp. 693—697.
- [20] Chi, J. Y. et al.: Effect of Traps on Low-Temperature High Electron Mobility Transistor Characteristics. IEEE El. Dev. Lett., 1984. Sept., Vol. EDL-5., pp. 381—384.
- [21] Dhar, S. et al.: A Detailed Investigation of the DX Center and Other Trap Levels in GaAs-Al_xGa_{1-x}As Modulation-Doped Heterostructures Grown by Molecular-Beam Epitaxy. IEEE Trans. on El. Dev., 1986. May, Vol. ED-33., pp. 698—706.
- [22] Simons, R. M.—Bhasin, K. B.: Microwave Performance of an Optically Controlled AlGaAs/GaAs High Electron Mobility Transistor and GaAs MESFET. IEEE MTT's Int. Microwave Symp. Dig., 1987. pp. 815—818.
- [23] Simons, R. M.: Microwave Performance of an Optically Controlled AlGaAs/GaAs High Electron Mobility Transistor and GaAs MESFET. IEEE Trans. on MTT., 1987. Dec., Vol MTT-35. pp. 1444—1454.

21. GYEL ÖN IS NYER!

MECMAN 21 ÉVES SVÉD-MAGYAR KOOPERÁCIÓ

FINOMSZERELVÉNYGYÁR EGER

Hangossági mérték az átviteli tervezésben

N. O. JOHANNESSON

(Ellemtel, Alusjö, Svédország)

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk teljes áttekintést nyújt a CCITT által bevezetett új átviteli jellemzőről, a hangossági mértékről, amely a hálózatok tervezése és a telefonátviteli minősége szempontjából egyaránt jelentős minőségi paraméter. A kérdések elvi tisztázása után tervezési megfontolásokkal és gyakorlati alkalmazási problémákkal foglalkozik.

1. Bevezetés

Számítógépes vezérlésű, fejlett kapcsolástechnika esetén is a telefonrendszerek alapvető követelménye, hogy az összeköttetésen keresztül beszélni tudjanak a telefonálók. A hangossági mértékek éppen ennek a minőségi vonásnak a jellemzésére szolgálnak.

A CCITT értelmezése szerint a hangossági mérték a hangossági veszteség *objektív* mértéke, azaz egy súlyozott elektroakusztikai csillapítás a telefonhálózat bizonyos pontjai között. (Akusztikai szempontból az előfizetőket műszáj és műfül helyettesíti. A súlyozás egyes kérdéseit az alábbiak részletezik.)

Az *additivitás* fontos jellemzője a hangossági mértékeknek. Ez azt jelenti, hogy valamely hálózat teljes hangossági mértéke a hálózatrészek hangossági mértékeinek összegével egyenlő.

A hangossági mértékek a beszélőtől egészen a hallgató előfizetőig fejezik ki a minőségi ítéletet az összeköttetésről, valamint néhány nemkívánatos jelenségről, mint a túl hangos önhang, visszhang és áthallás.

Az összeköttetésre nézve a fontosabb hangossági mértékek:

ORL — *teljes hangossági mérték* (overall loudness rating). A hangossági veszteség a beszélő előfizető szájától a hallgató előfizető füléig az összeköttetésen keresztül.

SLR — *adási hangossági mérték* (send loudness rating). A hangossági veszteség a beszélő előfizető szája és a hálózat meghatározott elektromos csatlakoztatási pontja között. (A hangossági veszteséget itt a meghajtó hangnyomás és a mért feszültség hányadosának súlyozott átlagaként definiáljuk és dB-ben mérjük.)

RLR — *vételi hangossági mérték* (receive loudness rating). A hangossági veszteség a hálózat meghatározott elektromos csatlakoztatási pontja és a hallgató előfizető füle között. (A hangossági veszteséget itt a meghajtó elektromos feszültség és a mért hangnyomás hányadosának súlyozott átlagaként definiáljuk és dB-ben mérjük.)

CLR — *áramköri hangossági mérték* (circuit loudness rating). A hangossági veszteség (csillapítás)

a hálózat két elektromos csatlakoztatási pontja között. Minden csatlakoztatási pont a névleges impedanciájával zárandó le, mely komplex is lehet. (A hangossági veszteség itt az elektromos csillapítás súlyozott átlagértékével egyenlő, dB-ben mérjük.)

A nemkívánatos jelenségek számszerű jellemzésére az alábbi hangossági mértékek szolgálnak:

STMR — *önhang elfedési mérték* (sidetone masking rating). A hangossági veszteség az előfizető szája és a kézibeszélőnél lévő füle között az elektromos önhangúton keresztül.

LSTR — *hallgatói önhang mérték* (listener's sidetone rating). A hangossági veszteség egy Hoth spektrumú teremzaj és az előfizető füle között az elektromos önhangúton keresztül.

TELR — *beszélői visszhang hangossági mérték* (talker echo loudness rating). A beszélő személy hangjának hangossági vesztesége, mely a füléhez késleltetett visszhangként érkezik.

LELR — *hallgatói visszhang hangossági mérték* (listener echo loudness rating). A beszélő közvetlen hangja és a fülénél mért késleltetett visszhang közötti csillapítás.

XRLR — *áthallási hangossági mérték* (crosstalk receive loudness rating). A zavaró elektromos csatlakozási ponttól a zavart előfizető füléig az áthallási úton fellépő hangossági veszteség.

A 2. pontban a hangossági mértékekkel kapcsolatos néhány pszichoakusztikai elvi kérdés tárgyalása kerül sorra. A 3. pont a telefonkészülék mérésekkel foglalkozik, a 4. pont a G sorozatú ajánlásokban való alkalmazásokat tartalmazza.

2. A hangossági mértékek alapjául szolgáló pszichoakusztikai modell

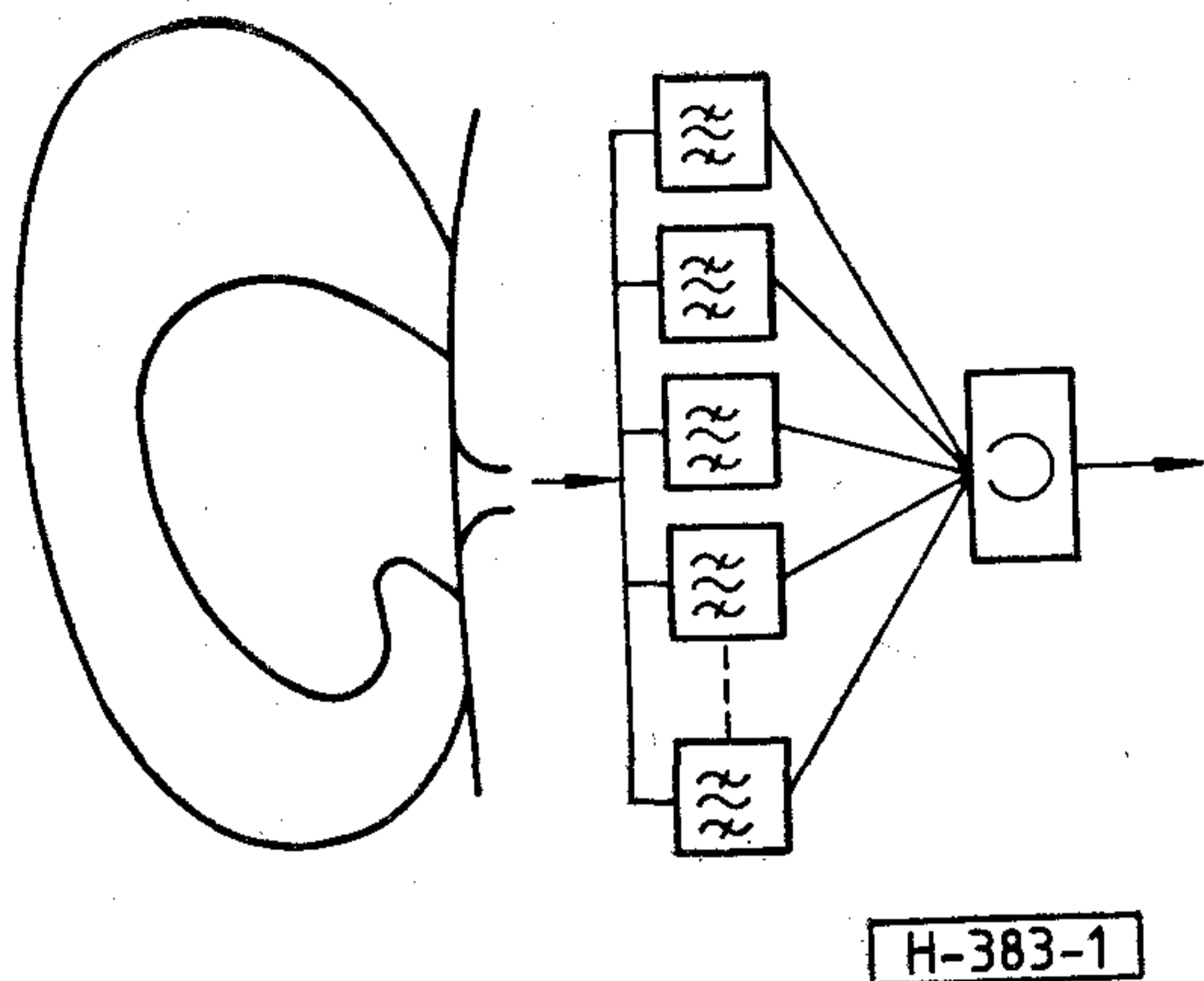
A hangossági mértékek definíciója szerint az átviteli útba iktatott frekvenciafüggetlen csillapítás a hangossági mértéket a csillapítás értékével növeli. Amikor a frekvenciafüggő csillapítás hatását értékeljük, akkor olyan pszichoakusztikai modellre van szükségünk, mely figyelembe veszi az agy hangosságérzékelő tulajdonságait. Ezért megadjuk a hangossági mértékeknel felhasználható egyszerű modell rövid leírását. (További részleteket a P.79 ajánlás tartalmaz.)

A fül az 1. ábra szerint sávszűrők sorozatával modellezhető, melyek a logaritmusos frekvenciaskálán azonos távolságra helyezkednek el. Ha a hangjel egy bizonyos sávban meghaladja a hallásküszöb értékét, akkor a megfelelő szűrőn megjelenik a kimenő érték. A szűrőkimenetek összeadódnak és a hangosságérzet ezekből áll össze. Az összegzési szabály a hangszinttől függ.

Normális beszéd szint tartományban a teljes hangosság mértéke körülbelül a szűrőkimenetek logaritmusának összegével egyenlő. Nagyon halk hangoknál (a hallásküszöb közelében) a szűrő-

Beérkezett: 1987. X. 8. (□)

Angolból fordította: Takács György (PKI)



1. ábra. A fül és az agy hangosságérzékelésének egyszerűsített elektromos modellje

kimenetek teljesítményei adódnak össze. Az eljárást a (1) összefüggés írja le.

$$LR = L_0 - \frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-0,1mL_i} \right\} \quad (1)$$

ahol:

L_0 — konstans, értéke attól függ, hogy melyik hangossági mértéket használjuk.

N — a sávszűrők száma, az i index az f_i frekvenciára hangolt szűrőre vonatkozik. (A szűrők rendszerint 1/3 oktávos felosztásúak. A frekvenciatartomány később részletezésre kerül.)

L_i — a vizsgált átviteli út f_i frekvenciasávjában a csillapítás. (A hangnyomásszinteket a hallásküszöbhez viszonyítva.)

m — a hangosságot növelő tényező — a hangnyomásszinttől függő konstans: $m = 0,2$ normál beszédszinteknél $m = 0,5$ kisebb hangnyomásszinteknél (a feszültség-összegzésnek megfelelően) $m = 1$ nagyon kis hangnyomásszinteknél a hallásküszöb közelében (a teljesítmény-összegzésnek megfelelően). $m = 0,2$ alkalmazható *ORL*, *SRL*, *RLL*, *CLR* és önhangjelenségeknél, míg $m = 0,5$ és 1 a visszhangoknál és áthallásnál megfelelő.

K_i — az f_i frekvenciához tartozó súlytényező. A K_i tényezők általános tulajdonsága, hogy összegük egységnyi:

$$\sum_{i=1}^N K_i = 1 \quad (2)$$

A K_i mennyiségeket az alábbi tényezők határozzák meg:

- Az „átlagos” beszélő hangspektruma.
 - Az „átlagos” hallgató hallásérzékenysége.
 - Az érintett hangossági mértéknek megfelelő névleges átviteli út átviteli karakterisztikája.
- A K_i súlyozás nem nagyon kritikus. Átviteli tervezésnél legtöbbször megfelel az egyenes karakterisztika. Ezt a 3. és 4. pont tárgyalja.

Az (1) és (2) kifejezésekből kitűnik, hogy L dB frekvenciafüggetlen csillapítás a hangossági mértéket L dB-lel növeli. Kiderül az is, hogy ha az L_i

értékek kevésbé szórnak, akkor az (1) kifejezés az alábbi formára egyszerűsödik:

$$LR = L_0 + \sum_{i=1}^N K_i L_i \quad (3)$$

Ezen lineáris közelítés alapján az áramkör teljes hangossági mértéke a részek hangossági mértékének összegzésével számolható. A követendő eljárást a 4. pont tárgyalja. (Egy ökölszabály: ha $m = 0,2$ és az L_i ingadozása kisebb, mint 10–15 dB, akkor a (3) összefüggés használható.)

3. Telefonkészülékek hangossági mértékének mérése

Analóg telefonkészülékek hangossági mértékeit a P.64 és a P.79 ajánlásoknak megfelelő speciális mérőberendezések és az ott leírt számítási algoritmusok segítségével határozhatjuk meg. A mérési összeállításnak tartalmaznia kell megfelelő áramú táphidat és tartalmazhat különféle hosszúságú terheletlen előfizetői vonalakat. A szokásosan mért jellemzők: *SRL*, *RLL*, *STMR*.

Az eredmények az átviteli tervezésre közvetlenül nem használhatók, amíg a sáv szélességgel és a lezáró impedanciákkal kapcsolatban néhány előzetes megfontolást nem teszünk. A P.79 ajánlás szerinti kereskedelmi mérőműszerek 200–4000 Hz vagy 100–8000 Hz sáv tartományt használnak. Ez jóval szélesebb, mint a CCITT ajánlásokban a biztonságos átvitelre specifikált 300–3400 Hz-es sáv. (Lásd pl. a G.151 ajánlást.)

Így egy nemzeti hálózatban — mely egy nemzetközi összeköttetés része lehet — úgy kell tekinteni, hogy az analóg telefonkészülék valamivel halkabb, mint a P.79 ajánlás szerinti érték.

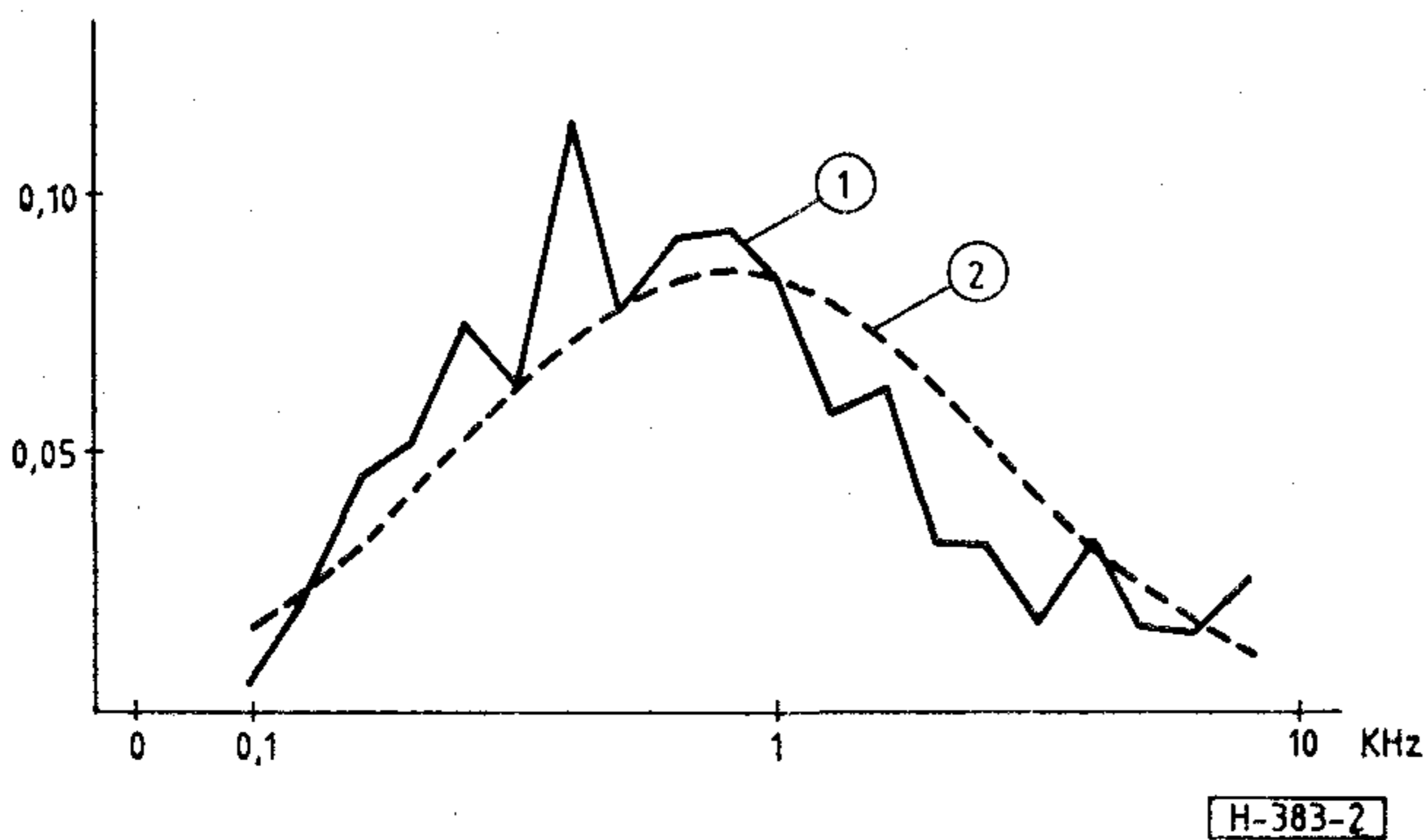
Megjegyzendő az is, hogy a P.64–P.79 szerinti hangossági mérték mérések 600 ohmos lezáró impedanciát írnak elő. Kéthuzalos hálózatrészeknél legtöbbször nem ez az impedancia jelenik meg. Különböző szempontok alapján több igazgatás most komplex névleges impedanciát specifikál. Így illesztetlenségi problémák lépnek fel.

Az *SLR* és *RLL* mérésekhez vizsgálatokat végeztek egy sor analóg telefonkészüléken, érzékenység- és impedancia-karakterisztika, valamint névleges impedancia tekintetében. Az eredmény az volt, hogy elegendő gyakorlati pontossággal az analóg telefonkészülékeken mért *SLR* és *RLL* értékek 1 dB-lel növelendők, ha hálózat tervezésre használjuk. A mért értékeket *SLR* (P.79) és *RLL* (P.79) jelöléssel ellátva:

$$\begin{aligned} SLR &= SLR(P.79) + 1 \\ RLL &= RLL(P.79) + 1 \end{aligned} \quad (4)$$

Megjegyezzük, hogy ugyanez a korrekció használható, ha a P.79 ajánlás szerinti mérés terheletlen előfizetői kábelt tartalmaz. Digitális készülékeknél azonban nincs szükség erre a korrekcióra, mivel a kodek és a szűrők mindenképpen korlátozzák a sávot.

Megjegyzendő, hogy az *STMR* méréseknél úgy kell specifikálni a vonalat lezáró impedanciát, hogy valóságos hálózati helyzetet képviseljen,



2. ábra. A teljes hangossági mérték ki súlyozó értékei
 1. A P.79 ajánlásból származtatva;
 2. Átlagos emberekkel végzett szubjektív mérésekből származtatva

azaz a lezáró impedancia nem szükségszerűen 600 ohm.

Célszerű az *STMR* méréseken túlmenően a Z_{s0} úgynevezett „önhangmentes” vonalimpedanciát vagy másnéven az önhangot kiegyenlítő impedanciát is meghatározni. Az *SLR* és *RLLR* értékeken túl a Z_{s0} ismerete lehetővé teszi a hálózattervező számára az önhangviszonyok jobb kézbe tartását a hálózatban előforduló változó körülmények között. További részletek a 4.3. pontban találhatók.

A hallgatási önhang modern, nagyérzékenységű lineáris mikrofont tartalmazó készülékek zajos környezetben okozhat nehézségeket. A probléma számszerű megoldására úgy juthatunk, hogy meg kell mérni a készülék érzékenységi görbéket direkt (beszéd) hangnál és diffúz (teremzaj) hangnál. A részletek a „Telephonometric Handbook” c. könyvben megtalálhatók. Az eredmény jobban kifejezhető különbségként:

$$D_{el}SM = S_s(\text{diff.}) - S_s(\text{direkt}) \quad (5)$$

Lásd még a 4.3.3. pontot.

1. Megjegyzés: a $D_{el}SM$ a frekvenciával alig változik. A tervező számára további érdekes jellemző természetesen a telefonkészülék Z_c bemeneti impedanciája, illetve a visszafordulási csillapítás a névleges áramköri impedanciánál.

2. Megjegyzés: A P.79 ajánlás algoritmusában a K_i súlyozótényezők frekvenciafüggő alakjának aktuális értékei nem a hálózattervezőre tartoznak. Úgy tűnik azonban, hogy a P.79 ajánlás súlyozása nem jól képviseli az átlagos emberi beszédet és hallást. Ezért, ha valaki megpróbálja elemezni a csillapítástorzítás és a sávkorlátozás hatását a hangosságra, a P.79 ajánlás szerinti eredményeket óvatosan kell kezelni. A 2. ábrán összehasonlíthatók a P.79 ajánlás K_1 értékei emberekkel végzett szubjektív vizsgálatok átlagos K_1 értékeivel.

3. Megjegyzés: Mostanáig a legtöbb Igazgatás a nemzeti átviteli tervek készítésénél a telefonkészülékek jellemzésére másféle objektív mérőberendezést használt. Az ilyen tervek átformálása hangossági mérték alapúra azt jelenti, hogy a telefonkészülékek „rég” adatait az újakkal kell felváltani. Ez ténylegesen a tipikusan használt telefonkészülékek hangossági mértékének méréseivel vé-

gezhető el. Túl nagy a bizonytalanság az *RE*, *CRE*, *OREM-B*, *IEEE-obj LR* stb.-ből számolt *LR* átváltási formulákban.

4. Megjegyzés: Az átviteli tervet úgy kell megalkotni, hogy valamennyi elfogadott telefonkészülék használható legyen — legalábbis a kategóriája szerint specifikált tartományban. Ez azt jelenti, hogy az átviteli tervnek az elfogadott készülékekre a specifikált (nemzeti) hangossági mértékeken kell alapulnia. Csak kivételes esetekben használhatók fel a statisztikailag megbízható részletes adatok (mint pl. tényleges érzékenység-görbék). A G.121 ajánlás a telefonkészülékek tényleges *SLR* és *RLLR* hangossági mértékein alapszik. Ebben az értelmezésben a névleges érték tipikus körülményekre vonatkozó ésszerű mérnöki átlagot jelent. Telefonkészülékekre manapság a legtöbb Igazgatásnak el kell fogadnia a típusok széles választékát, ami eleget tesz a gyakran meglehetősen széles határokkal rendelkező nemzeti specifikációnak. (Az *SLR* és *RLLR* értékekre a gyártási tolerancia tipikusan ± 3 dB.) A telefonkészülékekre vonatkozó névleges *SLR* és *RLLR* értékek az előírt maximum és minimum értékek számtani középértékeként értelmezhetők, melyben a vonaláram táplálási körülmények függvénye is beleérthető.

4. A hangossági mértékek alkalmazása a G sorozatú ajánlásokban

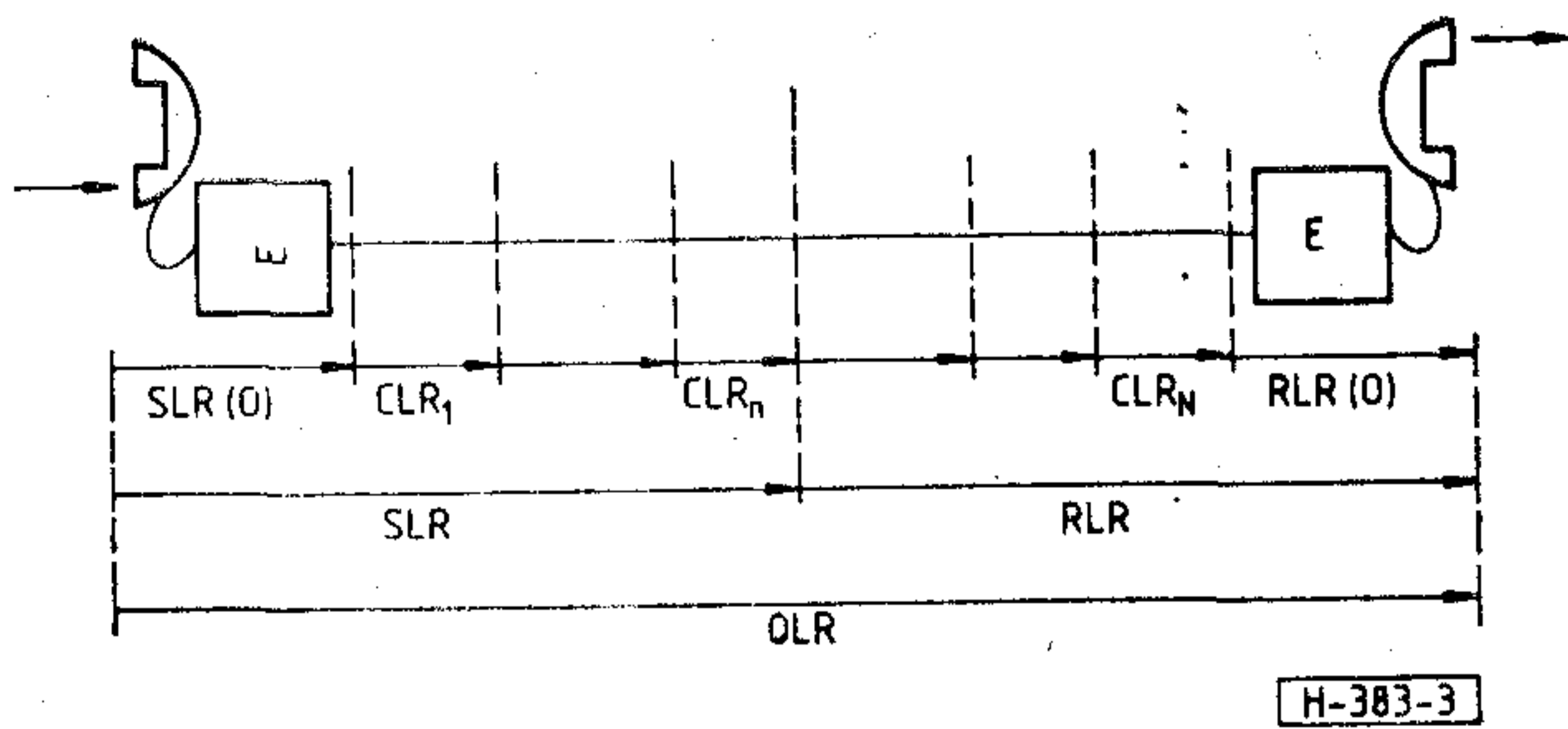
4.1. Általános megjegyzések

Elvileg a bemeneti és kimeneti pontok közötti teljes csillapítás-frekvencia karakterisztika mérhető és a kérdéses hangossági mérték a 2. pontban foglalt algoritmus szerint kiszámolható. Hálózattervezésnél azonban sokkal kényelmesebb az egyedi hálózatrészek külön történő értékelése. A jelenlegi helyzetben ez különösképpen igaz a legtöbb Igazgatás hálózatában megengedett sokféle telefonkészülék típus tömeges elterjedése miatt. Ezért a telefonkészülék hatását a hangosságra a *SLR* és *RLLR* értékekkel jellemezzük.

Az a legfontosabb, hogy a hangosság alapú tervezésben szilárd, de egyszerű szabályok álljanak rendelkezésre. Teljesen hiú ábránd a számításokban nagy pontosságra törekedni. Csak egyetlen példa erre: a telefonáló széles tartományban szabályozhatja az érzett hangosságot a kézibeszélőjével. Azáltal, hogy önkényesen szorosabban vagy lazán tartja a füléhez a kagylót (10 dB-es tartomány) és persze önkéntelenül is, amikor a mikrofont kimozdítja a legkedvezőbb helyzetből. A P.79 ajánlás algoritmusának is vannak belső korlátai, amint a 2. pontban már említettük.

4.2. Normál beszédátvitel

A 3. ábra két előfizető között több láncbakapcsolt áramkörrel felépített beszédösszeköttetést mutat. A telefonkészülék adási és vételi hangossági mértékeit *SRL(0)* és *RLLR(0)* jelöli, míg az áramköri hangossági mértékeket *CLR*. A definíciók az 1. pontban megtalálhatók. Az $i=n$ csatlakoztatási pontban, W-től E irányban:



3. ábra. Normál beszédösszeköttetés hangossági mértékei

$$SLR = SLR(0) + \sum_{i=1}^n CLR_i$$

$$RLR = RLR(0) + \sum_{i=n+1}^N CLR_i$$

$$OLR = SLR + RLR \quad (6)$$

Az SLR és RLR értékek a 3. pont szerint határozhatók meg.

A CLR értékek a vonatkozó csatlakoztatási pontok relatív szintkülönbségeivel egyenlők, azaz megegyeznek az 1020 Hz vonatkozási frekvencián mérhető csillapítással az érintett végzódések névleges impedanciájú lezárása mellett. Ez nyilvánvalóan igaz, ha az áramköri csillapítás lapos frekvenciakarakterisztikával rendelkezik, ami a legtöbb modern átviteli berendezésnél fennáll. Ugyanez a terheletlen előfizetői kábeleknél is igaz.

Csak különleges csillapítástorzítások ritka esetében szükséges kissé komplikáltabb számítás: a CLR ilyenkor a logaritmikus skálán 300–3400 Hz között mért átlagos csillapítással egyenlő. (Azaz egy lapos súlyozással a (3) egyenletben.)

Megjegyzés: $OLR = 9$ dB tekinthető az összeköttetés optimális hangosságának. Érdekesképpen ennél az értéknél a logaritmikus skálán mért átlagos akusztikus csillapítás a beszélő szájától a hallgató füléig kb. 0 dB-t tesz ki.

4.3. Önhang

4.3.1. Általános megjegyzés

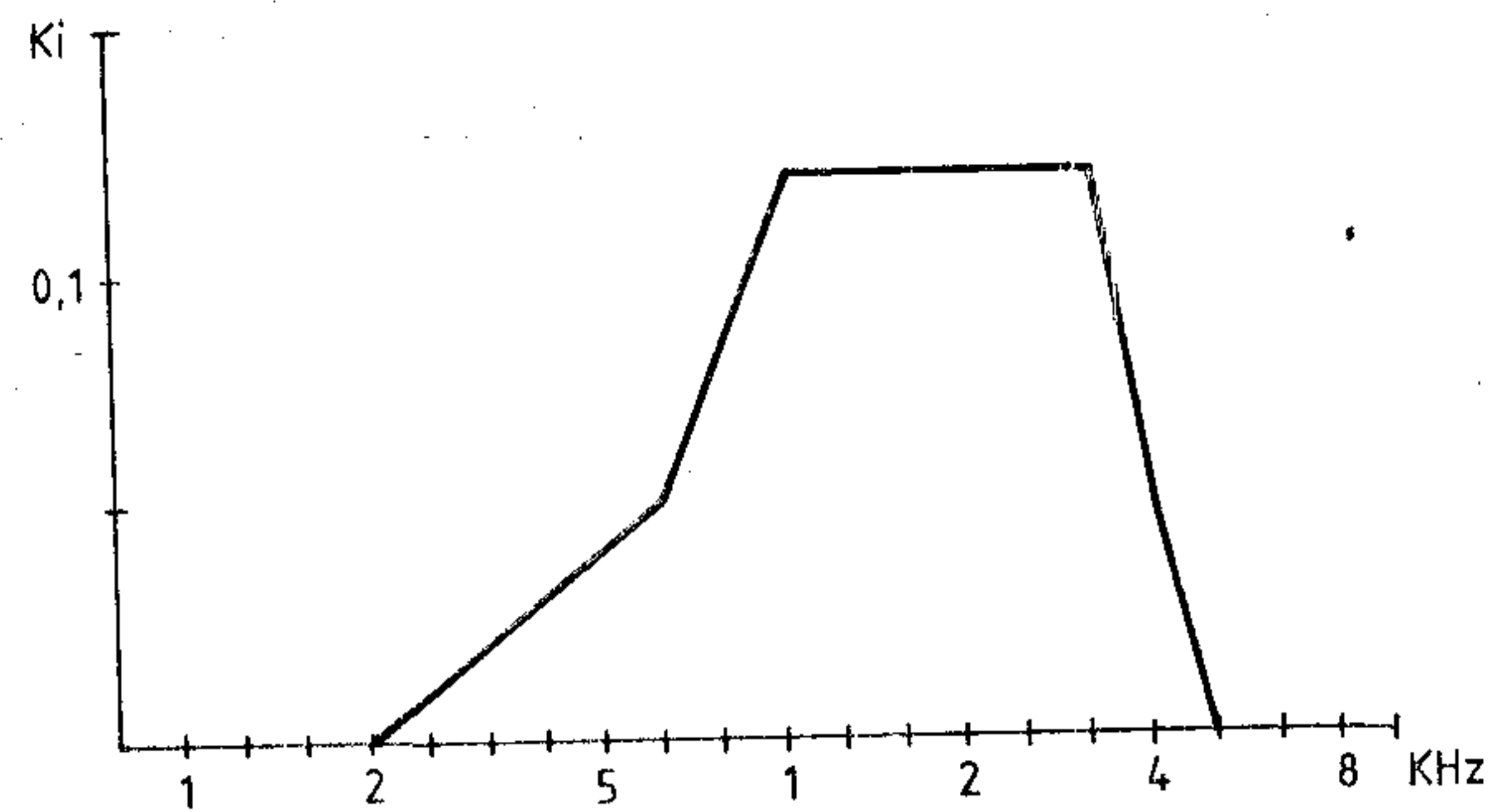
Amint az előzőekben említettük az $STMR$ és $LSTR$ önhang értékek a fület az elektromos önhangúton keresztül érő jelre vonatkoznak.

4.3.2. Önhang elfedési mérték, $STMR$

Az $STMR$ a 3. pontban tárgyaltak szerint mérhető a hálózatban előforduló aktuális lezáró impedanciát használva. Számos esetben kényelmesebb lehet a telefonkészülék és a hálózat adataiból számolni. Átviteli tervezés céljaira felhasználhatók a telefonkészülékek hangossági mértékei és az önhang kiegyenlítési, valamint a vonalimpedancia közötti visszafordulási csillapítás értékei. Gyakorlati célra kielégítő pontosságú az alábbi algoritmus:

$$STMR = SLR(0) + RLR(0) + A_m - 1 \quad (7)$$

ahol $SLR(0)$, $RLR(0)$ a készülékre vonatkozik, mint előbb. A_m az A_{rst} önhang visszaverődési csillapításának súlyozott értéke.



4. ábra. A G.111-ben szereplő K_i önhang súlyozás

1. táblázat

STMR súlyozás		
i	F_i [kHz]	K_i
1	0,2	0
2	0,25	0,01
3	0,315	0,02
4	0,4	0,03
5	0,5	0,04
6	0,63	0,05
7	0,8	0,08
8	1	0,12
9	1,25	0,12
10	1,6	0,12
11	2	0,12
12	2,5	0,12
13	3,15	0,12
14	4	0,05

$$A_m = -\frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N K_i 10^{-0,1m A_{rst}} \right\} \quad (8)$$

$m = 0,2$ és K_i értékei az 1. táblázatban megtalálhatók és

$$A_{rst} = 20 \lg \left| \frac{Z_c + Z_{s0}}{2Z_c} \cdot \frac{Z + Z_c}{Z - Z_{s0}} \right| \quad (9)$$

Ahol:

Z_c —a telefonkészülék bemeneti impedanciája,
 Z_{s0} —a készülék önhang kiegyenlítő impedanciája,
 Z —a fölépített összeköttetésnél a készülék által látott vonalimpedancia.

Megjegyzés: Az A_{rst} közelítően egyenlő a Z és Z_{s0} közötti visszafordulási csillapítással.

Amint az 1. táblázatban és a 4. ábrán látható, az alsó frekvenciatartományt az $STMR$ súlyozás nem emeli ki. Ennek az az oka, hogy a szubjektív önhangút a csontvezetésen keresztül túlsúlyba kerül ebben a frekvenciatartományban az elektromos úthoz képest.

Megjegyzés: $STMR = 7$ vagy 7 dB esik a beszélő önhang kívánatos tartományán belül. Ennél az értéknél az átlagos akusztikus csillapítás a beszélő szájától a füléig az elektromos önhangúton keresztül tipikusan kb. 8 dB. (Az átlagolást az 1. táblázat szerinti súlyozással végezve.)

4.3.3 Hallgatói önhang, LSTR

Nagy teremzaj a hallgató előfizetőhöz érkező beszédét többféle úton zavarja:

a) A „szabad” fül is hall zajt. Ez a zavaró hatás figyelmen kívül hagyható itt, mivel a hallás az irányfüggő analízis képességével rendelkezik és „kikapcsolja” a rossz irányból jövő, beszéd-től idegen jelet.

b) A zaj „beszivárog” a kézibeszélős fül mellett is.

c) A zajt veszi a kézibeszélő mikrofonja és az elektromos önhangúton keresztül ez a fülhöz jut.

A gyakorlatban a c) pontban említett jelenség zavar leginkább. (Természetesen ez egyben az egyetlen, melyet az átviteli tervező befolyásolni tud.) Kimutatták a kísérletek, hogy kisfrekvenciákon a kézibeszélő menti szivárgás kerül túlsúlyba az elektromos önhangúthoz képest, hasonlóképpen, mint a csontvezetés a beszélői önhangnál. Emiatt alkalmazható ugyanaz a K_i súlyozás, mint a beszélői önhangnál. (Akkor legalábbis, ha a hallgató fedele nem túlságosan ügyetlen kialakítású.) Így az LSTR hallgatói önhang számolható az STMR-ből és a $D_{ei}SM$ súlyozott átlagából, mely a készülék direkt és diffúz érzékenységi görbéje közötti különbség, a 3. pontnak megfelelően.

$$LSTR = STMR + D$$

$$D = - \sum_{i=1}^N K_i (D_{ei}SM)_i \quad (10)$$

1. Megjegyzés: Lineáris mikrofonnal rendelkező modern telefonkészülékeknél a D értéke 1,5 és 4 dB közé esik. Bizonyos mértékig függ D értéke a kézibeszélő geometriai alakjától, de nem függ a teremzaj szintjétől. A szénmikrofonos készülékek azonban jellegzetes érzékenység küszöbvel rendelkeznek, ami által kevésbé bántó a teremzaj hatása. Ezek D értéke a 6–8 dB tartományba esik 60 dBA teremzajszintnél.

2. Megjegyzés: Fizikailag árnyékolja a hallgatófedél a hallgató fülét 600–800 Hz felett a teremzaj hatása elől de az elektromos önhangút közvetetten hozzájárul az önhanghoz. Ha mind a teremzaj szintje, mind az összeköttetés csillapítása nagy, a hallgatói önhang értéknek 13 dB fölötti értéknek kell lennie. Ez megfelel kb. 5 vagy 6 dB teremzaj-árnyékolásnak magasabb frekvenciákon.

4.4. Visszhangok és áthallások

4.4.1. Általános megjegyzések

A visszhangok és áthallások sokkal halkabbak, mint a normális beszéd. Ezért az (1) kifejezés algoritmusában az m hangosság-növelő tényezőt 0,2-nél nagyobbakra kell választani. A tapasztalatok azt mutatták, hogy az alábbi eljárások megfelelők: A teljes hangossági mértéket célszerű ebben a megfontolásban két részre vontani. Ezek:

1. A készülék(ek) adási és vételi áramkörei.

2. A tisztán elektromos áramkörök.

A telefonkészülékekre a normál SLR és RLR értékek használatosak. Az elektromos áramkörökre az LC hangossági veszteséget $m=0,5$ vagy 1 értékkel számoljuk a feszültség vagy teljesítmény összegzésnek megfelelően. (Később tárgyaljuk, hogy melyik érték használandó.) Az elektromos áramkör hangossági vesztesége az (1) összefüggés szerint számolandó egyenes súlyozással a 300–3400 Hz (logaritmikus) frekvenciasávban. A logaritmikus sáv $N-1$ egyforma szakaszra osztható fel N ponttal.

$$LC(m) = - \frac{10}{m} \lg \left\{ \sum_{i=1}^N K_i 10^{-0,1m L_i} \right\} \quad (11)$$

ahol

$$K_1 = K_N = \frac{1}{2(N-1)}$$

$$K_i = \frac{1}{N-1}; \quad i = 2 \dots (N-1) \quad (12)$$

Ha az összegezést (vagy integrálást) lineáris frekvenciaskálán végezzük, akkor a (11) formula az alábbira módosul:

$$LC(m) = \frac{1}{m} 3,85 - \frac{10}{m} \lg \left\{ \int_{300}^{3400} 10^{-0,1m L(f)} \frac{1}{f} df \right\} \quad (13)$$

4.4.2. Beszélői visszhang hangossági mérték, TELR

A 4.4.1-ben lefektetett alapelvek szerint

$$TELR = SLR(0) + RLR(0) + L_e \quad (14)$$

ahol: $SLR(0)$, $RLR(0)$ a telefonkészülékekben foglaltakra vonatkozik. Az L_e visszhang veszteség a (12) vagy (13) összefüggés szerint számolható $m=1$ értékkel.

$$L_e = LC(m=1) \quad (15)$$

Megjegyzés: A $TELR=9$ dB értékhez a beszélő személy hangjának a logaritmikus frekvenciaskála szerint átlagolt kb. 0 dB veszteséggel kell elérnie saját fülét.

4.4.3. Hallgatói visszhang hangossági mérték, LELR

A LELR nem más, mint a hallgatói visszhangnak a 300–3400 Hz frekvenciasávban súlyozással számolt átlagértéke. A súlyozást a (11) vagy (13) összefüggés szerint $m=0,5$ értéke mellett kell végrehajtani.

Megjegyzés: Amerikában a WEPC, a „súlyozott visszhangút veszteség” kifejezés használatos. A WEPL számításánál $m=0,5$ értékű, de a súlyozás egyenes a lineáris frekvenciaskálán. Általában a LELR és WEPL számértéke nem nagyon különbözik.

4.4.4. Áthallási hangosság mérték, $XRLR$

Az áthallás káros hatása természetesen a zavaró csatornában átvitt beszéd szintjével kapcsolatos. Amint a vizsgálatok kimutatták sajnos nincsen szilárd kapcsolat az adási hangosság mérték és a hálózatban lévő beszéd szint között. Emiatt félrevezető lenne az adási hangosság mértéket beleírni az áthallási hangosság mértékbe. A beszéd várható szintjeit (átlag, szórás) más hálózatadatokból kell becsülni. A problémát a 39/XII kérdés tanulmányozza.

A 4.4.1-ben kifejtett elveket követve:

$$XRLR = RLR(0) + L_x \quad (16)$$

ahol: $RLR(0)$ a telefonkészülékben lévő részekre vonatkozik. Az L_x áthallás a (12) vagy (14) összefüggés alapján $m = 1$ értékkel számolandó.

$$L_x = LC \quad (m = 1) \quad (17)$$

Megjegyzés: A gyakorlatban az áthallás 1100 Hz-en jól reprezentálja az L_x értéket. (Lásd a G.134 ajánlást a Vörös Könyvben.)

Kína távközlésének jelene és fejlesztési tervei az ezredfordulóig

Kína, ez a hatalmas távolkeleti ország mindig is a közvélemény érdeklődésének középpontjában állt. A korábbi információhiánnyal, illetve kedvezőtlen hírekkel szemben ma már pozitív változásokról szóló hírek érkeznek hozzánk. A jelenlegi politikai vezetés eredményes reformokat hajtott végre, amely a gazdaságot a kibontakozás és a gyors fejlődés útjára vezeti. Már is szembetűnőek az eredmények. Az üzeletekben van áru, van választék. Új terveik reálisak, megvalósíthatók és minden jel arra mutat, hogy következetesen végre is hajtják azokat.

Nagyszabású terveik vannak a távközlés fejlesztésére is, amelyet a kormány kiemelten, stratégiai feladatként kezel. E tervekkel, a kapcsolódó kutatási eredményekkel ismerkedhettünk meg az 1987. novemberében Nankingban rendezett Nemzetközi Távközléstechnológiai Konferencián (ICC '87). A konferenciáról rövid, átfogó áttekintést lapunk 1988. évi 2. száma adott. Jelen cikk Kína távközlésfejlesztési terveit összegzi, amely hasznos információkat nyújthat mind az ipari, mind a postai szakemberek számára. Ahhoz, hogy érzékeljük terveik nagyságát, meg kell ismerkednünk a kínai távközlés jelen helyzetével.

A kínai távközlés 1986-ban

1986 végén az összes nyilvános telefonvonalak és készülékek száma Kínában 6,7 millió volt. 44 000 nagytávolságú telefontrónk vonallal és 10 000 táviró vonallal rendelkeztek. A falvak 95,5%-ában van legalább egy telefon és 205 város van bekapcsolva a távhívásba, 17 ország felé, illetve felől van nemzetközi távhívó szolgálat. Több mint 60 városnak van telexe. A megindult változásokat jelzi, hogy 1986-ban a postai és távközlési szolgáltatások teljes volumene 11%-kal növekedett a megelőző évi szinthez képest. A nagytávolságú telefonhívások 10,5%-kal, ezen belül a nemzetközi forgalom 39,5%-kal növekedett. A telex 50%-kal futott fel. A telefonkészülékek száma 14,4%-kal emelkedett, amelyen belül a lakossági előfizetők számának növekedése 77,7% volt.

1980 óta foglalkoznak a hazai műhold hírközlő rendszer létrehozásával. 1984-ben lőtték fel az első kísérleti

távközlési műholdjukat TV műsor és távközlési szolgáltatások nyújtása céljából. Hazai műholdhírközlő hálózatukat az INTELSAT átviteli csatornáinak bérletével és megvásárlásával 1986-ban hozták létre. Ma a nyilvános és bérelt szolgáltatások céljára 16 földi állomásuk van és 3000 TV átjátszó állomást telepítettek. Az országos műholdas rendszer a 90-es évek elejére 50 földi állomással épül ki, amely többek között két oktatási programot is továbbítani fog.

Ma még nagy a feszültség a távközlési igények és lehetőségek között, de a távközlést a népgazdaság növekedési ütemét meghaladó mértékben fejlesztik a következő években. A tervek szerint a kínai távközlés teljesítőképessége 1990-ig az 1980-as szinthez képest megduplázódik, míg 2000-ig megnyolcszorozódik. A telefonállomások száma 1980-ban még 4,2, 1986-ban már 6,7 millió volt; 1990-re 10 millióra, 2000-ig pedig 34 millióra tervezik növelni.

Tervek 1990-ig

A telefonhálózat fejlesztésében elsőbbséget élveznek a tartományi fővárosok és egyes tengerparti helységek helyi hálózatai. Itt kiterjedten alkalmazzák az új fejlett technológiájú berendezéseket, mint a digitális kapcsolást és a fényvezető átvitelt. 1990-ig több mint 2 millió vonal és 100 ezer trónk összkapacitással létesítenek digitális előfizetői, ill. tandem központokat. További 60 ezer trónk áramkört állítanak szolgálatba az előfizetői távhívás fejlesztése érdekében e helyiségekben.

A meglévő analóg mikrohullámú vonalakon és kábeles rendszereken végrehajtott technikai változtatásokkal megnövelik potenciális kapacitásukat. Ezzel egyidejűleg mono-módusú nagykapacitású fényvezető kábeles rendszerek telepítését kezdik meg gerinchálózati célokra. Peking és Sanghai között, és néhány tengerparti tartományban nagykapacitású digitális mikrohullámú összeköttetéseket fognak telepíteni. 1990-ig több mint 20 műholdhírközlő földi állomást létesítenek. Az új digitális rendszerek összehangolt és koncentrált telepítésével néhány regionális integrált digitális hálózat is létrejön az évtized végéig (Peking és Nanking környékén stb.).

A vonalkapcsolt adatátviteli szolgáltatás fejlesztését mind a telexhálózaton (50—300 bit/sec), mind a távbeszélő hálózaton (600—2400 bit/sec) folytatják. Csomagkapcsolású központokat építenek ki Pekingben, Sanghaiban, Kantonban és más nagyvárosokban, amelyek egy országos csomagkapcsolású adathálózat alapját fogják képezni.

Cellás mobil telefon hálózatokat létesítenek 1990-ig a legnagyobb városokban. Fokozzák a fejlesztés ütemét a rurál területeken is és főleg a tengermelléki körzetekben, előtérbe helyezve a digitális központokat, VHF és mikrohullámú vezeték nélküli megoldásokat.

Tervek 2000-ig

Az ezredfordulóra a 100 lakosra számított telefonállomások száma a tervek szerint országos átlagban 2,8 lesz. A városokban 10, a nagyvárosokban 25, a vidéki területeken pedig 1 lesz az állomások száma átlagosan. A városokban és fejlődő területeken is megvalósul a távhívás, rendelkezésre fog állni az előfizetői távmásolás, a telex és más szolgáltatások. Kiegészül az országos adathálózat, lehetővé téve mind a belföldi, mind a nemzetközi adatbázisok elérhetőségét. A nagyvárosok közötti távközlést a fényvezetés és műholdas technikára alapozzák. Új szolgáltatások bevezetését is tervezik, mint video konferencia, nagysebességű távmásolás stb. Kísérleti integrált szolgáltatású digitális hálózatok (ISDN) létesítését ugyancsak elhatározták.

Tudományos és ipari háttér

Ahhoz, hogy fogalmat alkothassunk arról, milyen tudományos és ipari háttér áll ma rendelkezésre Kínában távközlési tervei megvalósításához, lássunk néhány példát.

Fényvezetéses hírközléssel a 70-es évek eleje óta foglalkoznak és ma 70 intézmény (egyetem, kutatóintézet, üzem) tevékenykedik e területen. 1980-ban, ill. 82-ben Pekingben és Vuhanban létesültek az első kísérleti vonalak 12, ill. 13,5 km hosszal, 850 nm hullámhosszon 8448 kbit/sec jelsebességgel. Az első monomódusú fényvezető vonal 1984-ben létesült Vuhanban 1300 nm hullámhosszon 140 Mbit/sec jelsebességgel. 1985-ben sikeres koherens optikai átviteli kísérletet hajtottak végre. Ma már a rövidebb-hosszabb helyközi fényvezetéses vonalaik együttes hossza 639 km. Előreléptek az üvegszál gyártástechnológiájában a PCVD technológia bevezetésével. Az 1984 óta gyártott fluorral doppolt szálaik csillapítása 0,21 dB/km az 1500 nm hullámhosszon. Gyártanak ún. polarizáció tartó ellipszis magú kábeleket is. Több mint 40-féle passzív optikai eszközt fejlesztettek ki, csatlakozókat, kapcsolókat, csillapítókat, hullámelosztó multiplexereket stb. Az 1×4-es optikai kapcsolóelemük beiktatási csillapítása kisebb mint 1,5 dB, zárócsillapítása nagyobb mint 55 dB.

Kínai kutatók jelentős eredményeket értek el a beszéd és képjel feldolgozás területén is. Távközlési szem-

pontból fontos a beszéd kompresszió. Vektorkvantáláson alapuló legújabb kódolóik 8...16 kbps sebességgel valósítanak meg beszédátvitelt. A beszéd felismerés során az ismeretlen beszéd szavainak hullámformáját tárolt mintákkal hasonlítják össze. A 4 féle hanglejtésű kínai beszéd felismerésére egy új dinamikus programozáson alapuló algoritmust (SGDP rendszer) fejlesztettek ki.

Képek digitális feldolgozása nagy jelentőséggel bír a robottechnikában, a távérzékelőknél, és a videotelefon fejlődése szempontjából is. A videotelefon egymást követő képsorozatának statisztikus tulajdonságait kihasználva ők is elérték a 64 kbps sebességre való komprimálást, kielégítő minőség mellett. Egy pekingi kutatócsoport megvalósított egy 6763 nyomtatott kínai karaktert felismerő rendszert. Újabb erőfeszítéseik az írott kínai jelek felismerését célozzák.

A távközlés további területei, ahol Kína jelentős kutatás-fejlesztést folytat és számottevő eredményeket ért el az utóbbi években:

- műholdas hírközlés, (pl. C sávú rendszerek TV program elosztására, 5...20 m átmérőjű antennák, hordozható földi állomások),
- földfelszíni mikrohullámú átvitel (pl. digitális rendszerek, nagyhatékonyságú QAM moduláció),
- URH rádióhírközlés (pl. 160 és 450 MHz sávú és digitális 900 MHz-es sávú mobil hálózatok elemei),
- adat- és számítástechnika (pl. csomagkapcsolás, kínai karaktereket is kezelő lokális hálózatok),
- telefon- és telex kapcsoló rendszerek (pl. tárolt-program vezérelt alközpontok, kis kapacitású előfizetői és tranzit központok).

Számos kínai üzemből olyan színvonalú termékek készülnek, amelyek megállják helyüket a világ legigényesebb piacain is. Ilyen pl. a „Panda” mikrohullámú rendszert kifejlesztő Nanjing Radio Factory, ahol 6400 dolgozóból 1600 mérnök. Termékeik közé tartozik hordozórakéták kilövő- és irányítórendszerének elektronikája is. Megemlíthetjük a Tianjin Comm. and Broadcasting Corporationt, ahol a nálunk is kapható „BEIJING” márkájú jóminőségű kis TV-k készülnek.

A jelenlegi politikai vezetés meghirdette a külvilágra való nyitás politikáját, a nemzetgazdaság erősítését. A távközlési ipar és a távközlési infrastruktúra fejlesztését kiemelten kezelik. Szívesen fogadják azokat az országokat, akik a kölcsönös megértésen és jóindulaton alapuló széleskörű műszaki együttműködést kívánnak kezdeményezni velük. Számos lehetőséget említenek az együttműködésre, a közös kutatás-fejlesztésre, szemináriumok közös rendezésére stb. És hogy ezek nemcsak tervek, elképzelések szintjén maradnak, azt az 1988. áprilisában Budapesten rendezett közös kínai—magyar optikai szeminárium is mutatja.

Dr. Sallai Gyula
PKI

Dr. Szekeres Béla
Tungsram RT

A Használhatósági és Megbízhatósági Terv

NÁNDORFINÉ DR. SOMOGYVÁRI MAGDOLNA
Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink társadalmi információ orientált és így a távközlés jelentősége megnövekedett. Egyre nagyobb szükség van „megbízható” hálózatokra és szolgáltatásokra. Ez a tény a CCITT és a Magyar Posta figyelmét is ráirányította a Használhatósági és megbízhatósági terv kidolgozásának sürgősségére. Az ezzel a tervvel kapcsolatos munkákról számolunk be egy háromrészes cikksorozatban, amelynek első tagja az előzményekkel foglalkozik. A második rész a használhatóság és megbízhatóság célszerű mértékeit-, a harmadik rész pedig a használhatósági célkitűzések meghatározását ismerteti.

1. A HMT és a CCITT ajánlások

A HMT megalkotásánál az egyik kiindulási pontot a CCITT tanulmányi bizottságai által kiadott dokumentumok és az érvényes CCITT ajánlások adták.

A CCITT használhatósági és megbízhatósági kutatásainak több korszaka volt. Mérföldkőnek a G.106-os ajánlás tekinthető, amely jelenlegi formájában 1984-ben, a Piros könyv III/1-es kötetében jelent meg. Ennek megfelelően megkülönböztetjük az 1984 előtti CCITT kutatásokat és azokat az ajánlásokat, amelyek a G.106-os ajánlás alapján, annak birtokában születtek.

1.1 A G.106-os ajánlás előzményei

1968-ban a CCITT IV. közgyűlésén a C speciális tanulmányi csoportot bízták meg a távközlési rendszer megbízhatóságának tanulmányozásával. A kutatások az 1977—80-as tanulmányi periódusban gyorsultak fel és a témával kapcsolatos fogalmakat, szakkifejezéseket és definíciókat tartalmazó G.106-os ajánlás első fogalmazása bekerült a Sárga könyvbe.

Már az első időszakban is küldött hozzászólást a Magyar Igazgatás a megbízhatósági kérdésekhez. Ezen hozzászólásnak két új eleme volt:

- javaslatot tett a megbízhatóság és a használhatóság jellemző mutatójára és
- javaslatot adott megbízhatósági és használhatósági értékekre és ezek felosztására a referencia áramkör mentén.

a) A magyar javaslat az $R(t)$ megbízhatósági függvény helyett, a megbízhatóság jellemzésére, az egymástkövető két meghibásodás közötti átlagidőt ($MTBF$ -et) vagy a hibaarányt (FR -t) ajánlotta fit egységben ($1 \text{ fit} = 10^{-9} \text{ hiba/óra}$). Ez utóbbit n -nel jelöljük hiba/óra egységben.

Beérkezett: 1988. VI. 1. (H)

NÁNDORFINÉ DR.
SOMOGYVÁRI
MAGDOLNA

A szerző először az ELTE matematika-fizika szakát végezte el, majd 1972-ben a BME villamos karán

átviteltechnikai szakmérnök diplomát szerzett. 1975-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett a rendszertechnika tudományban. Jelenleg megbízhatósági kérdésekkel foglalkozik a távközlő szolgáltatások területén.

A magyar javaslat az $A(t)$ használhatósági függvény, ill. az A használhatósági mutató helyett a használhatóság jellemzésére A reciprokának logaritmusát ajánlotta dB egységben, ill. OTL egységben. ($A \text{ OTL} = 10^{-3} \text{ dB}$) Az OTL rövidítés az itt ajánlott működési idő veszteség angol elnevezésére utal (Operating Time Loss).

Definíció szerint a működési idő veszteség:

$$h = 10 \lg \frac{1}{A} = 10 \lg \frac{M+L}{M} = 10 \lg \left[1 + \frac{L}{M} \right]$$

ahol:

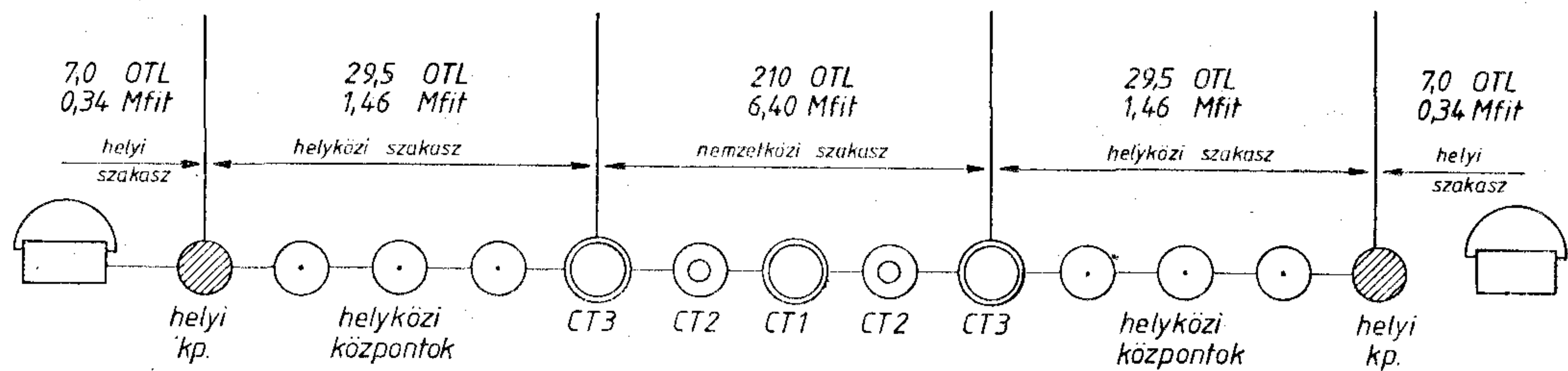
- A : a használhatósági mutató,
- M : az MTBF értéke órában,
- L : az átlag javítási idő órában,
- L/M : a szolgáltatás foka vagy mértéke

Mivel $L/M < 1$, érvényes a következő közelítés:

$$h = 4,3 \frac{L}{M} \text{ dB} = 4,3 \cdot 10^3 \frac{L}{M} \text{ OTL}$$

b) A magyar hozzászólás 100 óránként egy hibát, azaz 10 Mfit hibaarányt és 300 OTL működési időveszteséget javasolt a Fehér könyv G.103-as ajánlás 3. ábrájának megfelelő tipikus nemzetközi összeköttetésre. Ezeket az értékeket ne lépje túl n ill. h . A fenti n és h értékekre a következő felosztást javasolta. Az 1. ábra és az 1. és 2. táblázat szemlélteti, hogy a fenti összeköttetés milyen elemekből áll. Az 1. és 2. táblázat tartalmazza ezen elemek hibaarányát és működési időveszteségét. Ezek alapján érvényes az $FR = 10,0 \text{ Mfit}$ alábbi megoszlása:

1. nemzetközi szakasz:	6,4 Mfit
egy-egy nemzeti szakasz:	1,8—1,8 Mfit
összesen:	10,0 Mfit
2. nemzetközi szakasz	
kábeles összeköttetés	4,7 Mfit (erősítővel)



	helyközi szakaszon	CT2-CT3 között	CT2-CT1 között	Összesen
csatorna modem	3-3	1-1	1-1	10
csoport modem	4-4	2-2	2-2	16
főcsoport modem	6-6	2-2	4-4	24

[H467-1]

1. ábra. Megbízhatóság és használhatóság kiosztás

1. táblázat

Megbízhatóság kiosztás

Hálózat elem	db	hibaarány hálózat-elemenként Mfit	hibaarány összesen Mfit
előfizetői készülék és vonal	2	0,19	0,38
belföldi (helyi és helyközi) központ	8	0,15	1,20
nemzetközi központok	5	0,10	0,50
belföldi kábeles vonalszakaszt (750 km)	2	0,24	0,48
nemzetközi kábeles vonalszakasz (10 ezer km)	1	3,20	3,20
belföldi szakasz vonalerősítői	400	0,0006	0,24
nemzetközi szakasz vonalerősítői	2500	0,0006	1,50
csatornamodem berendezés	10	0,05	0,50
csoportmodem berendezés	16	0,065	1,04
főcsoportmodem berendezés	24	0,04	0,96

nemzetközi központok 0,5 Mfit
négy csatorna modem 0,2 Mfit
nyolc csoport modem 0,52 Mfit
tizenkét főcsoport modem 0,48 Mfit
összesen: 6,40 Mfit

2. táblázat

Használhatóság kiosztás

Hálózatelem	db	átlagos idő L	javitási óra	összes működési idő veszteség OTL
előfizetői készülék és vonal	2	5		8
belföldi (helyi és helyközi) központok	8	5		26
nemzetközi központok	5	5		11
belföldi kábeles vonalszakasz (750 km)	2	12		25
nemzetközi kábeles vonalszakasz (10 ekm)	1	12		164
belföldi szakasz vonalerősítői	400	5		6
nemzetközi szakasz vonalerősítői	2500	5		32
csatornamodem berendezés	10	1		2
csoportmodem berendezés	16	1		5
főcsoportmodem berendezés	24	1		4

3. nemzeti szakasz

helyközi szakasz 1,46 Mfit
helyi szakasz 0,34 Mfit
összesen: 1,80 Mfit

4. helyközi szakasz

kábeles összeköttetés	0,36 Mfit (erősítővel)
helyközi központok	0,45 Mfit
három csatornamodem	0,15 Mfit
négy csoportmodem	0,26 Mfit
hat főcsoportmodem	0,24 Mfit
összesen:	1,46 Mfit

5. helyi szakasz

előfizetői készülék és vonal	0,19 Mfit
helyi központ	0,15 Mfit
összesen:	0,34 Mfit

Valamint érvényes a 283 OTL alábbi megoszlása:

1. kábeles vonalszakaszokra berendezésekre	189,0 OTL 94,0 OTL
Ennek megfelelően a javaslat a következő volt: OTL megengedett értéke	
átviteli utakra	200 OTL
berendezésekre	100 OTL
2. nemzetközi szakaszra egy-egy nemzeti szakaszra:	210,0 OTL 36,5 OTL
összesen:	283,0 OTL

3. nemzetközi szakasz

kábeles összeköttetés	196,0 OTL (erősítővel)
nemzetközi központok	11,0 OTL
modemmek	3,0 OTL
összesen:	210,0 OTL

4. nemzeti szakasz

helyközi szakasz	29,5 OTL
helyi szakasz	7,0 OTL
összesen:	36,5 OTL

5. helyközi szakasz

kábeles összeköttetés	15,5 OTL
helyközi központok	10,0 OTL
modemmek	4,0 OTL
összesen:	29,5 OTL

6. helyi szakasz

előfizetői készülék és vonal	4,0 OTL
helyi központ	3,0 OTL
összesen:	7,0 OTL

Mind a megbízhatóság, mind a használhatóság kiosztás látható az 1. ábrán.

A használhatóság és a működési idővesztés közötti kapcsolat alapján, a használhatóság kiosztás megadható a használhatatlanságra vonatkozó-

an is ($A = e^{-\frac{h}{4,3}} = 10^{-\frac{h}{10}}$ és $U = 1 - A$). Így a 3. táblázatot kapjuk.

A használhatatlanság kiosztás

	h OTL	A	U
átviteli utak	200,0	0,9551	$4,49 \cdot 10^{-2}$
berendezések	100,0	0,9775	$2,25 \cdot 10^{-2}$
kábeles vonal szakaszok	189,0	0,9569	$4,31 \cdot 10^{-2}$
berendezések	94,0	0,9785	$2,15 \cdot 10^{-2}$
nemzetközi szakasz	210,0	0,9524	$4,76 \cdot 10^{-2}$
nemzeti szakasz	36,5	0,9921	$7,9 \cdot 10^{-3}$
helyközi szakasz	29,5	0,9931	$6,9 \cdot 10^{-3}$
helyi szakasz	7,0	0,9990	$1,0 \cdot 10^{-3}$

A használhatóság kiosztás mindkét egységben megadva a 2. ábrán látható.

A Magyar Igazgatás másik jelentős munkája volt az 1968—72-es periódusban a CCITT XV. T. B. 191-es számú körlevelére beküldött válaszok összesítése. Ez a körlevél a *belföldi hálózatok megbízhatóságára vonatkozó adatok gyűjtésére* szólít fel. Tizenkét Igazgatás választ értékelve a következő adatok és következtetések adódtak:

Vivőfrekvenciás multiplex berendezések átlagos hibagyakorisága és normál szórása 15 főcsoportos rendszerekre vonatkoztatva:

$$\bar{n} = 1,5 \text{ hiba/év} \quad \sigma = 1,9$$

Vonali berendezések hibagyakorisága 4 és 10 MHz-es koaxiális kábelek esetén, 100 km-es hosszra vonatkoztatva:

$$\bar{n} = 4,0 \text{ hiba/év} \quad \sigma = 5,0$$

Vivőfrekvenciás multiplex berendezések használhatósága a kiesési időhányaddal ($DTR =$

$$= \frac{L}{L+M} = 1 - A) \text{ jellemezve:}$$

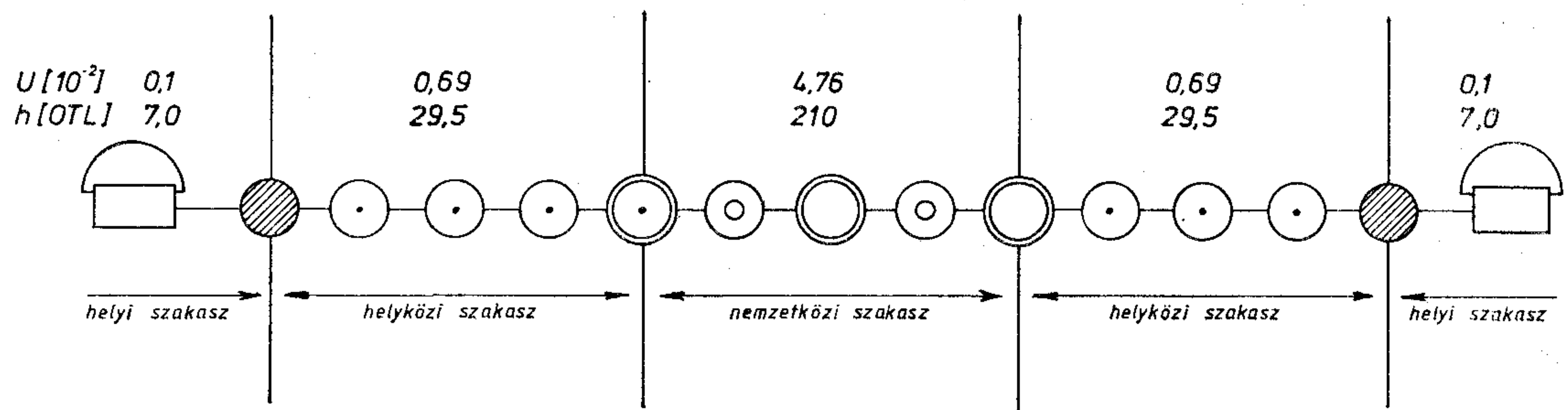
$$\overline{DTR} = 0,6 \cdot 10^{-3} \quad \sigma = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ (15 főcsoportos rendszerekre)}$$

$$\overline{DTR} = 1,2 \cdot 10^{-3} \quad \sigma = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ (100 km-es hosszra vonatkoztatva)}$$

Az átviteli rendszer megbízhatósági és használhatósági jellemzésére n és DTR alkalmas.

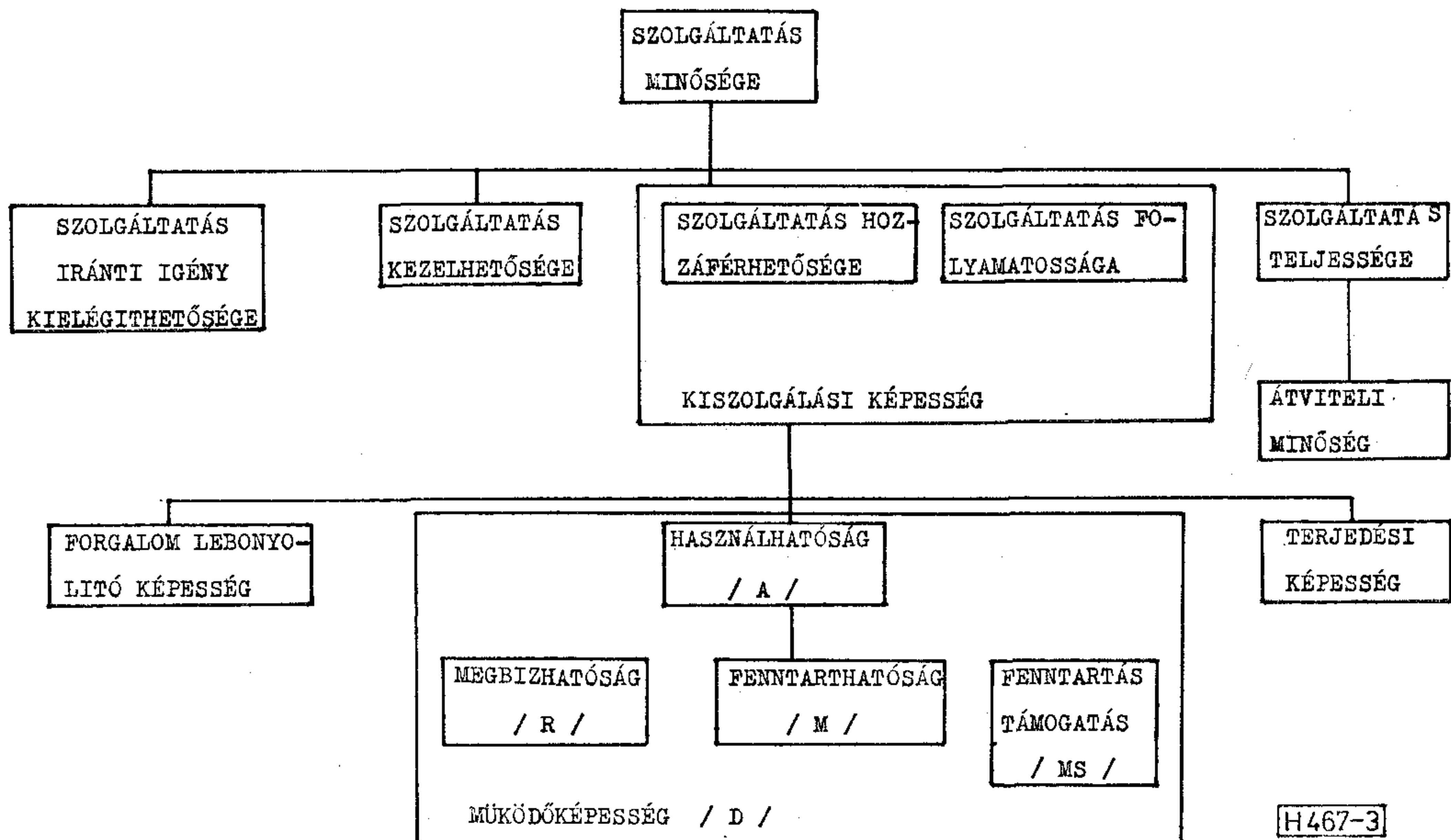
n a berendezések megbízhatóságát adja meg. DTR (vagy L) a fenntartási rendszer „megbízhatóságára” jellemző. A berendezések megbízhatóságával csak közvetett a kapcsolata.

n és L a használhatóságot együtt szabja meg. Tervezési jellemzőként célszerű DTR ill. n és L megadása. Előnyük, hogy független paraméterek és így szakaszonként és egységenként additívak.



H467-2

2. ábra. Használhatóság kiosztás



H467-3

3. ábra. A szolgáltatás minőség összetevői

Látható a fentiekből, hogy az átlagértékeknél a normál szórás általában nagyobb. Ezért az ajánlások nem az átlagot, hanem a kvantilist adják meg.

(Ezen adatok átviteltechnikai eszközök reprezentatív használhatósági és megbízhatósági jellemzőinek becslésére alkalmasak. Megadják, hogy vívőfrekvenciás (multiplex- és vonali rendszereken hányszor fordult elő hiba és emiatt az idő hányad részéig nem volt a rendszer üzemképes. (Ezen adatok nem jellemzőek a kiesett csatornák számára.) A számítások elve és gyakorlata a hivatkozott irodalomban található.)

1.2 A G.106-os ajánlás

Ez egy terminológiai ajánlás. A szolgáltatás minőséggel kapcsolatos fogalmakat foglalja rendszerbe a 3. ábrának megfelelően. Eszerint a használhatóság és a megbízhatóság is a szolgáltatás minőség egy-egy összetevője és így az ajánlás az ezekkel kapcsolatos fogalmakat is tartalmazza.

1.3 A CCITT további használhatósági ajánlásai A G.602-es ajánlás

Analóg, kábeles átviteli rendszerre vonatkozik. A használhatóság értékére a következőket ajánlja:

- 2500 km-es HRC-re: $A = 99,6\%$ (egyirányban és egy évre),

- átteví berendezésre: $A = 99,9\%$ (egyirányban és egy évre),

- vonalszakaszra: 1.-ből származtatandó. (HRC: elvi referencia áramkör.)

A G.821-es ajánlás

Az ISDN részét képező, digitális összeköttetésre vonatkozik. Hang- és adat szolgáltatásra használt 64 Kbit/s-os összeköttetés BER-jére ad ajánlást. Valamint a romlás felosztására tesz javaslatot a 4. táblázat szerint.

Megjegyzés: BER = bit error rate (bit hibaarány)

A Q.504-es és 514-es ajánlások

Digitális helyi- és tranzit központokra vonatkoznak. Ajánlott értékek:

egy központ végződésre és egy évre az összegzett üzemkiesési idő nem haladhatja meg a 30 percet.

1.4 A CCIR használhatósági ajánlásai

A CCIR-nek a megbízhatósággal és a használhatósággal kapcsolatban három érvényes ajánlása van.

Az 522. ajánlás

PCM modulációt alkalmazó fix műholdas rendszerek digitális hipotetikus referencia áramkörének kimenetén megengedett bit hibaarányra vo-

A romlás %-os felosztása

	a teljes romlás %-a
nemzetközi rész a két nemzetközi résszel együtt	70 %
a két helyi rész összege	30 %

natkozik. Ennek a magyar hálózat ismeretében nincs jelentősége a HMT-re.

Az 557. ajánlás

Digitális és nem digitális hipotetikus referencia áramkörökre ad meg használhatósági ajánlást. Eszerint egy 2500 km hosszú mikrohullámú referencia áramkörre ill. digitális átviteli útra a használhatósági célkitűzés egy évnél hosszabb időre 99,7%.

Az 579. ajánlás

Fix műholdas rendszereken üzemelő távbeszélő szolgáltatásra vonatkozik és a referencia áramkörre ill. digitális átviteli útra 99,8%-os használhatósági célkitűzést ad.

1.5 CCITT felmérések eredményeit tartalmazó dokumentumok [6] [7]

A CCITT az 1981—84-es periódusban kérdőívet körözött a Posta Igazgatások között, amelyben a helyi hálózatok megbízhatóságával kapcsolatban tett fel kérdéseket. A kapott információk hasznosak a HMT célértékeinek felállításánál, ezért itt ismertetjük a CCITT összesített eredményeit:

- az előfizetői hibajelentésekből nyerhető a legtöbb információ mind a hálózati, mind a központ hibákra vonatkozóan,
- az előfizetői vonal MTBF értéke: $(4,5 \div 17)$ év,
- a teljes hibákra vonatkozóan MTBF: $(1,0 \div 20)$ év,
- a hibák átlagos helyreállítási ideje: 1 nap

2. Példák használhatósági és megbízhatósági tervekre

2.1 Más Igazgatóságok használhatósági tervei

A HMT megalkotásánál támpontot jelentettek más országok, Posta Igazgatások ill. nemzetközi szervezetek által készített, javasolt tervek.

Most ezekből ismertetünk néhányat, amelyek számunkra elérhetőek voltak.

Svéd használhatósági terv [8]

Ez a terv megkülönbözteti a teljes- és részleges hibát. A teljes hiba egy vagy több előfizetőt teljesen elvág a szolgáltatástól. Ez a hiba a helyi hálózatban jellemző. Az előfizetői készülék, az előfizetői vonal vagy az előfizetői szerelvény hibája idézi elő a teljes hibát. A részleges hiba nem zárja ki az előfizetőt vagy előfizetőket teljesen a szolgáltatásból. Alapvető formái a következők:

A teljes hibára vonatkozó előírás

	Mutató	Előfizető szám	Előírás nagyvárosi hálózatra [8] szerint
Megbízhatóság	MTBF	10^0	4 év
		10^1	7 év
		10^2	11 év
		10^3	18 év
		10^4	30 év
Használhatóság	átlagos üzemkiesési idő	10^0	42 óra
		10^1	15 óra
		10^2	10 óra
		10^3	6 óra
		10^4	4 óra

— a hálózathoz való hozzáférés korlátozott (a hálózat forgalomáteresztő képessége csökken) és/vagy

— az átvitel minősége romlik.

Ezen megfontolások alapján külön előírást célszerű adni a teljes- és részleges hibákra, más jellemzőkkel és értékekkel.

A teljes hibára vonatkozó előírásokra mutat példát az 5. táblázat, amellyel kapcsolatban az alábbiakat jegyezzük meg:

- a példa digitális hálózatra vonatkozik,
- rurál hálózatban a nagyobb távolságok miatt nagyobb átlagos üzemkiesési időket kell megengedni,
- *R*-re és *A*-ra több értéket kell megadni aszerint, hogy a teljes hiba egy előfizetőt, vagy 10-, 100- stb. előfizetőt tartalmazó csoportot érint,
- az átlagos hibaszám megengedett értéke csökken az érintett előfizetőszámmal,
- a megengedett átlagos üzemkiesési idő is csökken az érintett előfizető számmal.

A részleges hibákra vonatkozó előírásokra mutat példát a 6. táblázat. Ritka esetben a trónk és a helyközi hálózatban is lehet teljes hiba, de ezekre a hálózati síkokra inkább a részleges hiba jellemző.

A részleges hiba hatását a teljes hálózati forgalom százalékos csökkenésével (veszteséggel) lehet jellemezni (DTR) és ezt az értéket kell az egyes hálózatrészekre szétosztani. Kivételes esetekben az esetek $(2 \div 4)\%$ -ában az átlagtól való eltérés a 6. táblázatban szereplő maximumot is elérheti (DTR).

A részleges hibára vonatkozó előírás

Mutató	Előírás	Mutató	Előírás
$\overline{DTR}_{\text{teljes hálózat}}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$\widehat{DTR}_{\text{teljes hálózat}}$	$2 \cdot 10^{-2}$
$\overline{DTR}_{\text{helyközi hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{helyközi hálózat}}$	$4 \cdot 10^{-3}$
$\overline{DTR}_{\text{trónk hálózat}}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{trónk hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-3}$
$\overline{DTR}_{\text{helyi hálózat}}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$\widehat{DTR}_{\text{helyi hálózat}}$	$8 \cdot 10^{-3}$
DTR = átlag érték			
\widehat{DTR} = csúcs érték			

Japán (NTT) használhatósági terv [1]

A követelményeket az előfizetőtől-előfizetőig terjedő összeköttetésre állapították meg, majd felosztották előfizetői- és központok közötti szakaszra.

Az előfizetői szakaszra a követelményt a meghibásodási gyakoriságra vonatkozóan adták meg. A 7. táblázat tartalmazza a részekre bontott követelményt.

A központok közötti szakaszra a követelményt a használhatatlanságra vonatkozóan adták meg az alábbiak szerint. Megkülönböztettek kisebb hibából (pl. rossz kapcsolat) eredő használhatatlanságot és erre megkövetelik, hogy legyen $\leq 6 \cdot 10^{-3}$ -nál, valamint súlyos hibából (pl. alapáramkör 30 sec-nél hosszabb időre szakad meg) eredő használhatatlanságot és erre előírták, hogy legyen $\leq 1 \cdot 10^{-3}$ -nál. Ez utóbbit a 8. táblázat szerint osztották fel.

2.2 A CEPT által készített használhatósági terv [9]

A CEPT a használhatósági tervet (AP) a hálózat műszaki minőségét meghatározó tervek egyikeként tárgyalja. (A további tervek az átviteli terv és a forgalom átbocsájtó képesség terve.) A használhatósági tervet már ISDN hálózatokra adja meg. A használhatósági terv követelményeit a teljes hálózatra és annak részeire (helyi, helyközi, nemzetközi) fogalmazza meg. Itt elsősorban a terv felépítésével foglalkozunk. A CEPT szerint az AP követelményeit meg kell adni hívás fázisonként, tehát:

- a hívás felépítésre,
- az összeköttetés fennállásának esetére és
- a bontás fázisára.

Az AP követelmények ilyen szempontok szerinti megfogalmazása még további tanulmányozást kíván a CEPT-nél is.

7. táblázat

A hibagyakoriság előírás kiosztása

	előírás [10^{-5}]
előfizetői állomás (készüléket is beleértve)	$\leq 1,0$
előfizetői kábel	$\leq 0,5$

8. táblázat

A használhatatlanság követelmény kiosztása

	követelmény [10^{-5}]	
kapcsolástechnikai elemekre	helyi központ	$\leq 3,0$
	helyi központ	$\leq 0,8$
átviteli részre	helyi kp. és elsőrendű tranzit kp. között	$\leq 42,0$
	első és másodrendű tranzit kp. között	$\leq 10,0$
	magasabbrendű tranzit központok között	$\leq 2,5/500$ km

A másik szempont az AP követelmények megadása aszerint, hogy a hálózat elfogadható- vagy nemelfogadható minőségű. Az elfogadhatóság, ill. a nem elfogadhatóság definíciójának egyik fő szempontja, hogy a felajánlott forgalom függvényében mennyi a forgalmi veszteség. A további szempontokat a CEPT még tanulmányozza.

Figyelembevéve, hogy a használhatósági terv készítésénél a fenti szempontokra tekintettel kell lenni, az AP-t a következő lépésekben állítja elő:

- rögzíti azokat a paramétereket, amelyekkel a hálózatnak és részeinek az AP követelményeit meg fogja adni,
- osztályozza a hibákat (Javaslat a következő:
 - a $(0 \div 10)$ mp időtartamú, átmeneti meghibásodásokat kirekeszti a használhatósági számításokból,
 - a használhatósági számításoknál két hibaosztályt különböztet meg:
 - rövid időtartamú hibák: $(10 \text{ mp} \div 15 \text{ perc})$
 - hosszú időtartamú hibák: $> 15 \text{ perc}$

— megadja a használhatósági követelményeket hibaosztályonként,

— a használhatósági értékeket szétosztja a hálózat elemei között.

Az eddig felsorolt feladatok közül eddig csak néhányat oldott meg a CEPT.

Példaként ismertetjük a nem elfogadható minőségű helyi hálózatokra vonatkozó használhatósági követelményeket rövid időtartamú hibák esetén. A követelmény megadja a rövid idejű hiba fellépése valószínűségének megengedett értékét (P_m) az érintett előfizetői szám (ÉESZ) függvényében (9. táblázat).

A nem elfogadható minőségű hálózatok és hálózat-részek használhatósági követelményeit 15 percnél hosszabb hibák esetén, számításokon alapuló görbeseregekkel adja meg, ahol a görbék a hibák közötti átlagidőt adják meg a hiba időtartamának a függvényében. A forgalom, ill. az előfizető szám paraméterként szerepel. Ezeknek a görbeseregeknek a tanulmányozása még folyamatban van.

A CEPT másik ajánlása arra vonatkozik, hogy a minőségi paramétereket két értékkel kell megadni:

- az átlag értékkel és
- a 90%-os kvantilissal.

2.3 A használhatósági tervek összehasonlítása

Az eddig tárgyalt tervek közül a svéd és a japán használhatósági terv olyan, hogy egymással és a

9. táblázat

Rövid időtartamú hiba fellépése valószínűségének megengedett értéke

ÉESZ	P_m
$\geq 10\,000$	$\leq 2 \cdot 10^{-5}$
$1000 \leq \text{ÉESZ} < 10\,000$	$\leq 8 \cdot 10^{-5}$
$100 \leq \text{ÉESZ} < 1000$	$\leq 2 \cdot 10^{-4}$
$10 \leq \text{ÉESZ} < 100$	$\leq 6 \cdot 10^{-4}$
$1 \leq \text{ÉESZ} < 10$	$\leq 2 \cdot 10^{-3}$

magyar HMT-vel is összevethetők az előírásai. Ezt az összehasonlítást végezzük el majd a cikksorozat további részeiben.

3. A használhatósági tervek továbbfejlesztése

A 3. ábra egy részletét kiragadva látható, hogy a használhatóság a működőképesség blokk egy eleme. A CCITT újabb törekvése, hogy a használhatósági követelmények helyett, működőképességi követelményeket kell felállítani [7]. A NORDTEL már kifejezetten működőképesség analízist végez [11] és ennek mintájára készült a magyar IDA (integrált digitális adathálózat) megbízhatósági terve [12] is.

A tervezés menete itt is a megfelelő mértékek kiválasztásával kezdődik. Ezeket a 4. ábrán foglaltuk össze.

A NORDTEL működőképesség analízise

A megfelelő mértékek kiválasztása után számos ISDN konfigurációt vesz fel. Megadja ezek funkcionális blokkdiagramját és megbízhatósági blokkdiagramját. Tapasztalati megbízhatósági és használhatósági adatok alapján megadja a működőképesség jellemző értékeit.

Tehát a működőképesség tervek tekinthetők a használhatósági tervek egyik továbbfejlesztésének.

A csehszlovák veszteségi terv

A másik általánosítás a cseh Postához fűződik. Ők a kiszolgáló képességet jellemző komplex veszteséget tervezik. Ez a torlódás és a hibák által együttesen okozott veszteség kiosztását jelenti [13].

Az ezen tervben alkalmazott módszerek közvetlenül alkalmazhatók a HMT-ben, valamint a felosztásban szereplő számértékek felső korlátként tekinthetők a HMT-ben kiosztott értékekre vonatkozóan.

Számításaik előfizető-centrikusak. Kiindulnak a CCITT E. 426-os ajánlásból, amely a hatásos hívás kísérleteket a 10. táblázat szerint három osztályba sorolja. Megcélozzák azt a távbeszélő szolgáltatást, amely magas szintű hatásos hívás-kísérlettel bír. A hatásos hívás-kísérlet feltétele, hogy

- a hívó ne hibázzon,
- a hívott otthon legyen és ne legyen foglalt és
- a hívás sikeresen befejeződjön.

Ezen eseményekhez tartozó valószínűségek:

P_1 : a használó hibázási valószínűsége,

P_2 : annak valószínűsége, hogy a hívott nem válaszol,

P_S : annak valószínűsége, hogy a hívás sikeresen befejeződik.

A megfelelő komplementer valószínűségek: B_1 , B_2 , B_S .

A következő gyakorlati értékeket tételezik fel: $B_1 = 0,1$ (10%) és $B_2 = 0,2$ (20%)

akkor P : a hatásos hívás-kísérlet valószínűsége, jelöléssel, a magas szintű hatásos hívás-kísérletre érvényes:

D A	
mértékek: használhatóság	A %
· használhatatlanság	$U = (100 - A) \%$
· egy évre összegzett kiesési idő	MADT perc

R	M	MS
mértékek: MTBF év (4)	átlag javítási idő	átlag adminisztratív késés
· átlagos meghibásodási intenzitás	MRT óra/hiba (6)	MAD óra/hiba (8)
MFJ hiba/év (5)	átlag aktív javítási idő	átlag logisztikus késés
	MART óra/hiba (7)	MLD óra/hiba (9)

CCITT SG II TD 612 mindegyiket javasolja
CEPT SGT/SPS EME (2), (4), (5)-t javasolja
Nordtel NT/R REP-5 (3), (5)-t javasolja

H4672

A D blokk elemeinek mértékei

4. ábra. A D blokk elemeinek mértékei

10. táblázat

A hívás-kísérletek osztályozása

Szint	Hatékonyság %
alacsony	< 30
közepes	30 ÷ 60
magas	> 60

$$P_S \cong \frac{P}{P_1 \cdot P_2} = \frac{0,6}{(1 - B_1) \cdot (1 - B_2)} = \frac{0,6}{0,9 \cdot 0,8} = 0,833$$

Ehhez

$$B_S \leq 0,167 \text{ tartozik.}$$

Célértéknek

$$B_S^+ = 0,165\text{-t választják, azaz } 16,5\% \text{-ot.}$$

Ennek felosztása a következő:

$B_{HK} = 1,0\%$ a helyi központra,

$B_K = 0,5\%$ az összes többi központ mindegyikére,

$B_{HH} = 2,5\%$ a helyi hálózatra a helyi központ nélkül,

$B_H = 1,0\%$ a központok közötti szakaszokra.

A magyar HMT-ben a hibákból adódó használhatatlanság értékek hasonló bontásban:

$$U_S^+ = 3,6\%, \quad U_{HK} = 0,4\%, \quad U_K = 0,3 - 0,2\%,$$

$$U_{HH} = 0,45\% \text{ és } U_H = 0,2\%.$$

Vagyis a hibából eredő használhatatlanság a cseh előírásban szereplő érték (teljes veszteség) (20 ÷ 40)%-a körül van.

Ezek a tapasztalatok a HMT-ben mint felső korlátok vehetők figyelembe.

4. A szolgáltatás minőség tervek [10]

A szolgáltatás minőség (QOS) tervek a használhatósági tervek legáltalánosabb továbbfejlesztései. A hálózattervezés kiinduló terve a QOS terv legyen és ennek részét képezi a használhatósági terv.

11. táblázat

A szolgáltatás- és hálózat minőség paraméterek közötti különbségek

QOS paraméterek	QON paraméterek
felhasználó orientált	szolgáltató orientált
szolgáltatás tulajdonsága	összeköttetés tulajdonsága
középpontban a felhasználó van	középpontban a tervezés, fejlesztés, üzemeltetés és fenntartás van
szolgáltatás hozzáférési pontok között értelmezett	végpontok között értelmezett

12. táblázat

A távbeszélő szolgáltatás 3×3-as mátrixa

Követelmény	Sebesség	Pontosság	Működőképesség
Funkció	S	P	D
Hozzáférés a szolgáltatáshoz <i>H</i>	tárcsahangra való várakozás (E.600) Válaszra való várakozás (E.543) Kapcsolási késleltetés (E.543) Utótárcsázási késleltetés (E.600)	Hálózat összeköttetési hibaarány (G.180)	Veszteségi valószínűség (E.520, E.521) Hálózati összeköttetési hibaarány (G.180)
Információ átvitel <i>IÁ</i>	Terjedési idő (G.144)	Hangosságvesztés (G.111) Csillapítás torzítás (G.132) Kvantálási torzítás (G.113) Áramkörü zaj (G.132)	Hívás megszakadási arány (G.181)
Lemondás a szolgáltatásról <i>LSz</i>			

A QOS terv elkészítéséhez kiindulásul kapcsolatot kell teremteni az előfizető számára fontos QOS paraméterek és a tervező valamint a szolgáltató számára lényeges hálózati minőség (QON) paraméterek között.

A két paraméter csoport közötti alapvető különbségeket a 11. táblázat mutatja.

A CCITT azt javasolja, hogy mindkét paraméter csoportot 3×3-as mátrixsal kell jellemezni. A 3×3-as mátrix elemeit meghatározó mutatók minden szolgáltatásra: a követelmények és a funkciók:

A követelmények az alábbiak:

- a sebesség (*S*),
- a pontosság (*P*),
- a működőképesség (*D*).

A funkciók a következők

- a szolgáltatáshoz való hozzáférés (*H*),
- az információ átvitel (*IÁ*),
- lemondás a szolgáltatásról (*LSz*).

A mátrix elemei az egyes funkciókra vonatkozó követelmény megadására alkalmas mérhető jellemzők. Például a 12. táblázat mátrixa a telefon szolgáltatásra vonatkozik.

A paraméterek egy másik osztályozását is bevezeti a CCITT:

- *elsődleges paraméterek*, amelyek a szolgáltatásra vagy hálózatra vonatkozó események direkt megfigyelése alapján meghatározhatók,
- *másodlagos paraméterek*, amelyek az elsődleges paraméterek értékének megfelelő küszöbértékel való összehasonlítása alapján határozhatók meg.

Cikksorozatunk egyik alapfogalma, a használhatóság másodlagos paraméter.

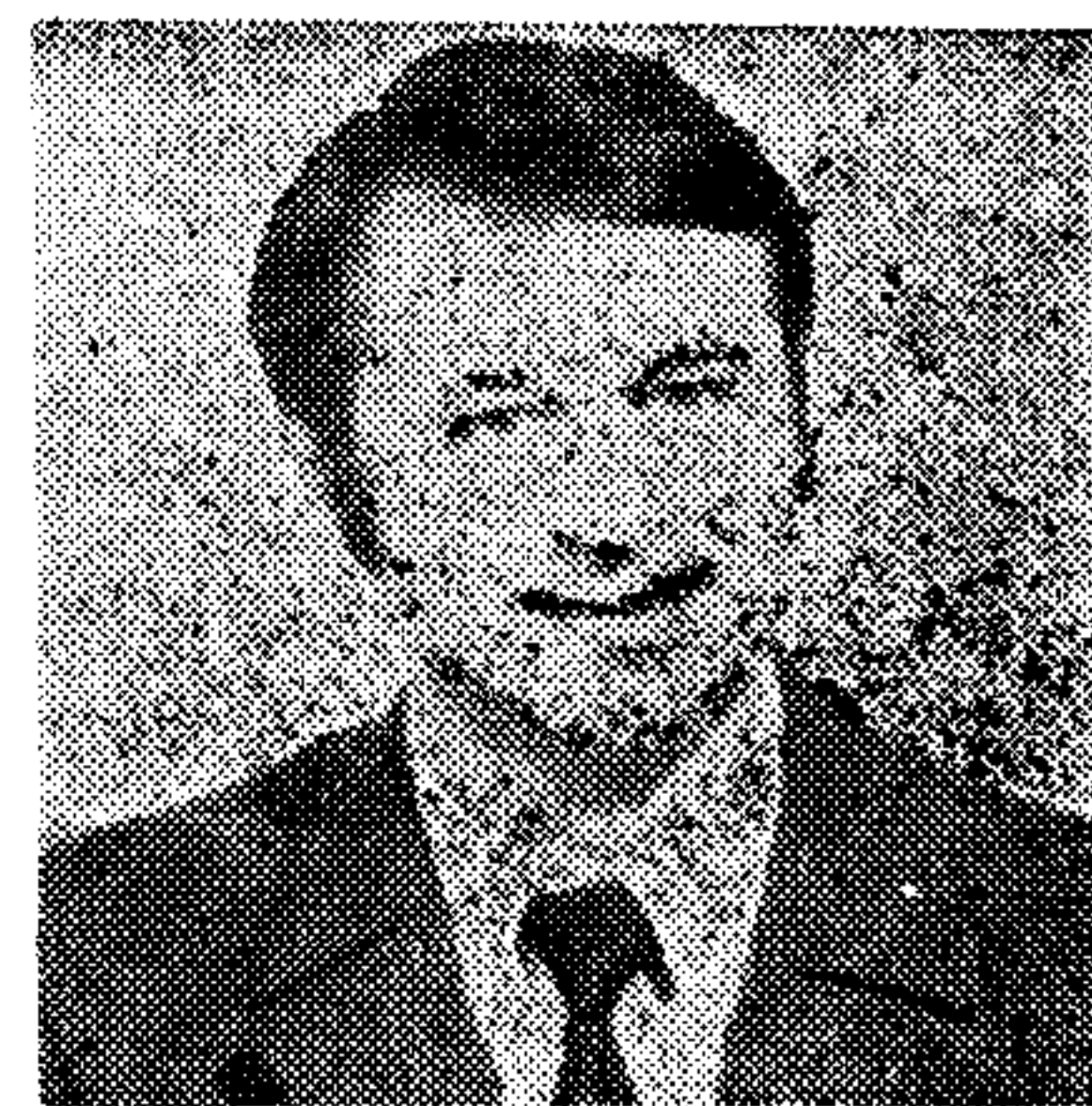
Ezeket, a még tanulmányozás alatt álló kérdéseket azért vetettük fel, mert ezek maguk után vonják, hogy a sorozat következő részében ismertető HMT-t is a későbbiekben, felfogását tekintve is, módosítani kell.

IRODALOM

- [1] General network planning, 1983. Genf.
- [2] CCITT Red Book III/1. 1984. Genf.
- [3] Ohyama, N.: Reliability engineering in telecommunications 1985. Relectronic, Bp.
- [4] CCITT Red Book III/3. 1984 Genf.
- [5] CCITT Red Book VI/5. 1984 Genf.
- [6] CCITT AP 29 1984 Genf.
- [7] CCITT II. R21 1986 Genf.
- [8] Almquist: Availability plan for Swedish Telecommunication 1982.
- [9] CEPT document SW. G. T/SPS-EME.
- [10] CEPT document NT/T-2N-B, DK/86-11-05/BHC
- [11] Nordtel document NT/R-REP-5
- [12] Az Integrált Digitális Adathálózat — IDA — paraméter kiosztási terve 1987.
- [13] TA 102 Csehszlovák postai dokumentum.

Saját fejlesztésű automatikus mérőrendszer TAM 1200 adatátviteli modem méréséhez

KÁLMÁN ISTVÁN
Telefongyár



ÖSSZEFOGLALÁS

A Telefongyárban, úgyszólván az adatátviteli profil bevezetése óta, folyamatosan van modem gyártás. A sorozat-nagyság az évek során annyira megemelkedett, hogy szükségessé vált a mérések automatizálása a készülékek végellenőrzésénél is. (A digitális áramköri lapok ellenőrzése kezdettől fogva mérőautomatán történik.) Elkészült az első, teljes egészében saját fejlesztésű célmérőautomata a TAM 1200 típ. modemek funkcionális ellenőrzésére, amelyet ebben a cikkben ismertetünk.

1. Bevezetés

Az automatizálás célja a munkaidő megtakarítás mellett főként a minőség javítása volt, az ún. emberi tényező minél teljesebb kiiktatása útján. A vizsgálatok lefedik a modem teljes működési algoritmusát és a műszaki jellemzőket. A mérésről nyomtatott jegyzőkönyv készül, amely támpontot ad az esetleges hibák felderítéséhez.

Felépítését tekintve a mérőrendszer azt a továbblépést jelenti a korábbi években kifejlesztett tekeresmérő és átviteltechnikai csatornamérő automatákhoz képest, hogy külső beszerzésű műszert már egyáltalán nem tartalmaz. A rendszervezérlő számítógép a Telefongyárban sorozatban gyártott TAP 34 intelligens terminál továbbfejlesztésével készült [1]. Hozzá kapcsolódik a Mannesmann licenc alapján gyártott TMT 120 típ. nyomtató. A további készülékek: távírótorzítás-mérő, frekvencia- és időmérő, szintadó, AC/DC-feszültségmérő, kapcsolómező. Közös bennük az, hogy műszaki jellemzőikkel az adott mérési feladathoz igazodnak, és vezérlésük IEC 625 rendszerben történik, egységesített interfészen keresztül [1].

2. Mérési feladatok:

- a tápfeszültségek ellenőrzése,
- a hálózati áramfelvétel mérése,
- a működés ellenőrzése 0 dB és -43 dB vételi szintnél,
- a működés ellenőrzése 220 V és 187 V hálózati feszültségnél,
- a kapcsolatfelvétel ellenőrzése,
- a hívásfigyelés ellenőrzése,
- az üzemi frekvenciák mérése,
- az adási szint mérése,
- a kimeneti ellenállás mérése,
- a bemeneti ellenállás mérése,
- a szintfigyelés ellenőrzése,
- az adási sebesség mérése,
- az egyoldalas torzítás mérése,
- a helyi üzem ellenőrzése.

KÁLMÁN ISTVÁN

Mérnöki és szakmérnöki diplomáját a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki karán szerezte 1966-ban illetve 1973-ban. 1966-tól a Telefongyárban dolgozik. Korábban célműszerek fejlesztésével foglalkozott, jelenlegi szakterülete a mérés-automatizálás. A Mérés-technológia Fejlesztés laboratórium vezetője. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán az „Elektronikus áramkörök mérései” c. tárgyat oktatja.

3. A mérőeszközök vázlatos ismertetése

3.1 Távírótorzítás-mérő

Adó-vevő, távírótorzítás-mérő, hibadetektor- és számláló, valamint interfész áramkörökből áll.

Az adó 600 Bd és 1200 Bd adatátviteli sebességű, CCITT V24 ajánlás szerinti feszültség szintű jelet állít elő. A mintázat lehet BIN0, BIN1, 1:1 és 511 bites álvéletlen jelsorozat. A vevő áramkör a beérkező V24 szintű jelet TTL jellé alakítja, és digitális fáziszárt hurok automatikusan rászinkronizálja a vevőt erre a jelre. A torzításmérő rész összehasonlítja a vett jelet az adó jelével, és a fáziseltérés mértékétől függően megállapítja a torzítás nagyságát. Ezt követi egy digitális komparátor áramkör, amely a legnagyobb torzítás értékét érzékeli és tárolja. A kijelezhető maximális torzítás 49%, a felbontás 1%. A hibadetektor áramkör összehasonlítja az adási és a vételi mintázatot, és eltérés esetén egy kétdigites hibaszámlálót léptet.

Az interfész áramkörök a vizsgálandó modem működtetéséhez szükséges, V24 ajánlás szerinti jeleket állítják elő.

A készülék összes funkciója az előlapról kézzel vagy a vezérlő készülék révén távvezérelten működtethető. Az eredmények és az állapot információk az előlapról leolvashatók és a vezérlő készülékhez is továbbíthatók.

A vezérelhető távírótorzítás-mérő készülék jelentőségét az adja, hogy sikerült benne megoldani a vett jel automatikus szinkronizálását az adási jelhez. Enélkül ugyanis az automatikus mérés nem valósítható meg.

3.2 Frekvencia- és időmérő

Mérési funkciók:

- frekvenciamérés,
- pozitív félperiódus és pozitív impulzus időtartam mérés,
- negatív félperiódus és negatív impulzus időtartam mérés,

- periódusidő és időtartam mérés lefutó élek között,
- esemény számlálás.

Az összes mérési funkció kézi kapcsolással és távvezérléssel is beállítható. A programozás egyszerűsítése és a vezérlési állapotok számának csökkentése érdekében a frekvencia mérés mindig 1 sec-ig történik. Időmérésnél az eredményt választhatóan 1, 10, 100 vagy 1000 mérés átlagából képezi a műszer. A készülékben megvalósított mérési funkciókat EPROM-okba beírt programok határozzák meg, így azok szükség szerint bővíthetők, megváltoztathatók.

3.3 Szintadó

Színuszos jelek előállítására szolgál. Kimeneti szintje 0 és -43 dB között dB-es lépésekben állítható, frekvenciája 16 előre beprogramozott érték közül kézi- vagy távvezérléssel választható.

Három fő részegysége:

- szinuszgenerátor,
- frekvencia programozó,
- feszültségosztó.

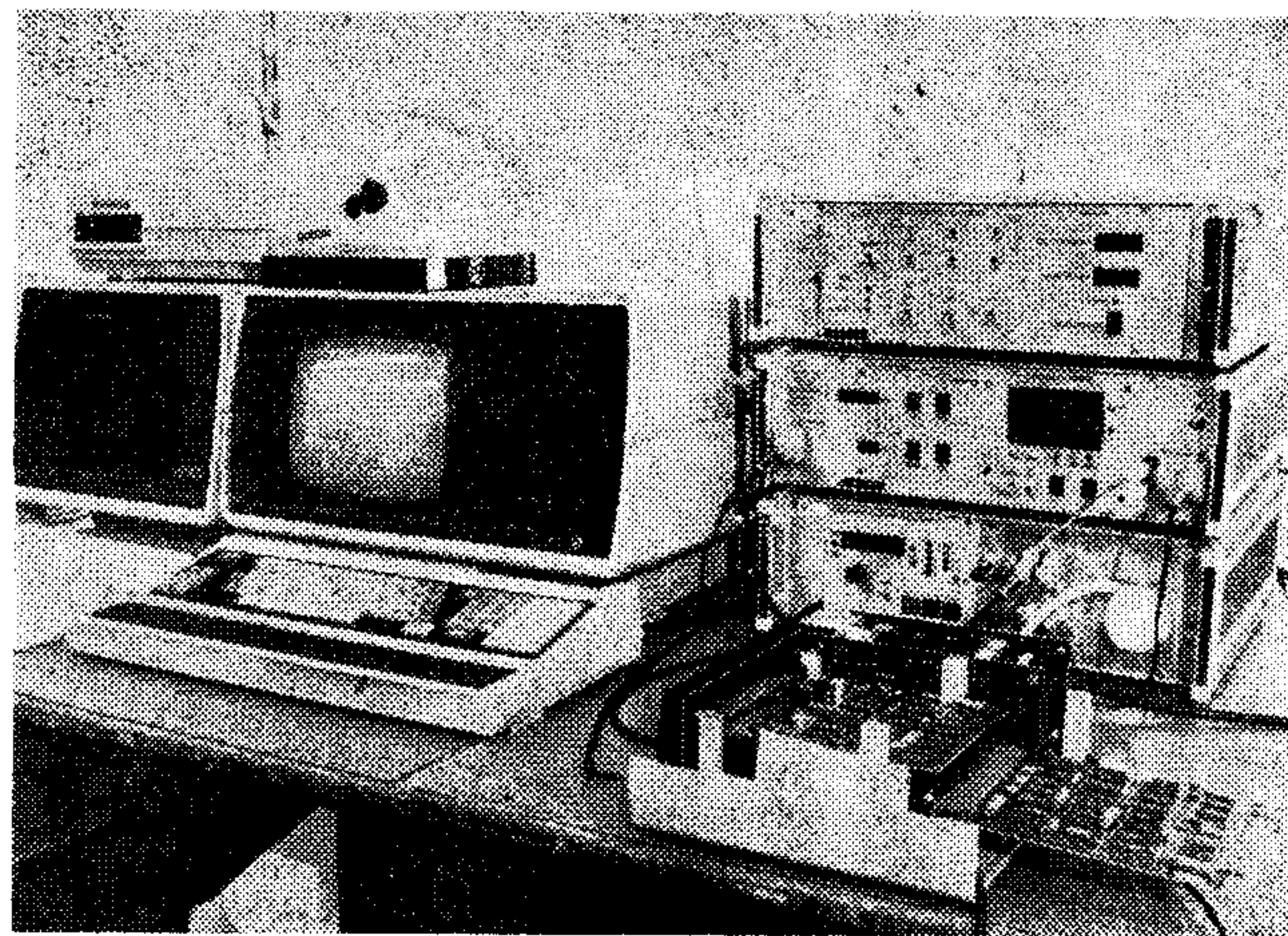
A szinuszgenerátor feszültségvezérelt frekvenciájú háromszöggenerátorból és háromszög/színuszátalakítóból áll. A frekvencia beállításához szükséges egyenfeszültséget D/A-átalakító szolgáltatja, így a frekvencia távvezérlése egyszerűen megoldható. A szinuszgenerátor kimeneti feszültségét BCD-kóddal programozható feszültségosztó állítja elő. A generátor aktuális paraméterei (frekvencia és kimeneti szint) az előlapról is leolvashatók. A kimenet 600 ohm impedanciájú, szimmetrikus.

3.4 AC/DC-feszültségmérő

Kettős feladatot lát el. Egyfelelől helyettesíti a hagyományos átviteltechnikai szintmérőt, másfelől alkalmas a mérőrendszerben előforduló egyenfeszültségek megmérésére. Szintmérőként alkalmazva a bemenet szimmetrikus, impedanciája 600 ohm vagy 100 kohm. Lényeges eltérés azonban, hogy logaritmikus átalakítót nem tartalmaz. A feszültséget mV-ban méri, és az eredményt a rendszervezérlő számítógép logaritmikus egységre számítja át (dB). Egyenfeszültség mérőként 100 kohm bemenő ellenállású és 0,5% pontosságú műszerként használható 0 V-tól 19,99 V-ig.

3.5 A kapcsolómező

A kapcsolómező egy jelfogókkal működtetett mátrixszerű kapcsolási elrendezés, amely a TAM 1200 modem méréséhez szükséges mérési összeállítások megvalósítására szolgál. Fogadja a vizsgálandó készülék és a műszerek csatlakozóit, és megteremti közöttük a mérőprogramban meghatározott összeköttetéseket. Ebbe az egységbe kerültek beépítésre a modem adási és vételi oldalának együttes (visszahurkolt) méréséhez a csillapító tagok, az áramfelvétel méréshez az áramváltóvalamint a hálózati feszültség ki-be kapcsolására szolgáló szilárdtest relé. A kapcsoló mező kialakí-



tása olyan, hogy a mérőrendszer egyes részegységeinek belső ellenőrzése is beprogramozható, pl. az adó által szolgáltatott jel szintjét az AC-feszültségmérővel, frekvenciáját pedig a frekvenciamérővel meg tudjuk mérni.

4. A mérőrendszer programozása

A mérőprogramot az átalakított TAP 34 vezérlőhöz kifejlesztett és IEC-vezérlő utasításokkal bővített BASIC-interpreterrel lehet megírni [1]. A program tárolása 8"-os méretű hajlékony mágneslemezen történik. Az eredmények a képernyőről leolvashatók.

A billentyűzetről működtethető futtatási változatok:

- A mérési eredmény kinyomtatása szükséges-e?
- Az éppen futó mérés ismétlődjön-e folyamatosan a billentyű újbóli megnyomásáig?
- Hiba esetén álljon-e le a mérés?

5. A mérőrendszer használata

A mérőrendszer az előzetesen beállított és ellenőrzött kártyákból összeépített TAM 1200 modem élesztésére és végellenőrzésére készült, de ugyanezeket a méréseket a TETA 1240E csoportos vonalcsatlakozó modem kártyáin is elvégezhetjük, a nagyfokú hasonlóság miatt. Az alkalmazási kör tovább bővíthető.

6. A célorientált kis mérőrendszerek helye a telefongyári mérésautomatizálásban

A TAM 1200 modem végellenőrzésére szolgáló mérőautomata elkészítése egy több évre tervezett gyártás automatizálási program részre, amely során alacsony költséggel, főleg saját erőből megvalósítható, célorientált, flexibilis mérőrendszerek bevezetését tervezzük.

A kis mérőrendszerek előnyei a központi, nagy rendszerekkel szemben:

- egy nagy rendszer árából 5—10 kis rendszer létesíthető, ami az átbocsájtó képesség hasonló mértékű növekedését jelenti;

- egyszerűbb a munkaszervezés, kevesebb a szállítás, mert a kis rendszerek a gyártóvonalba telepíthetők;
- jelentős devizamegtakarítás érhető el, mert a csak tőkés importból beszerezhető mérőeszközök — részben vagy egészben — helyettesíthetők az adott mérési feladathoz illeszkedő (tehát felesleges szolgáltatást nem tartalmazó) saját gyártású műszerekkel,
- biztonságosabb a gyártás, mert az esetleges meghibásodás csak egy terméket érint.

A gyártásbevezetés időtartamát tekintve nincs lényeges eltérés a központi nagy rendszer és a kis rendszer között, mert a nagy rendszerrel esetenként változó speciális mérőcsatlakozót kell készíteni.

IRODALOM

- [1] *Horváth István*: Telefongyár TAP 34 alkalmazása IEC—625 rendszervezérlőként. Híradástechnika 1988. évf.
- [2] *Radnai Rudolf*: Automatikus mérőműszerek és mérőrendszerek. (Műzaki Könyvkiadó, 1981.)

A mai számítógépek többsége már hálózatban működik — az Öné se maradjon egyedül!

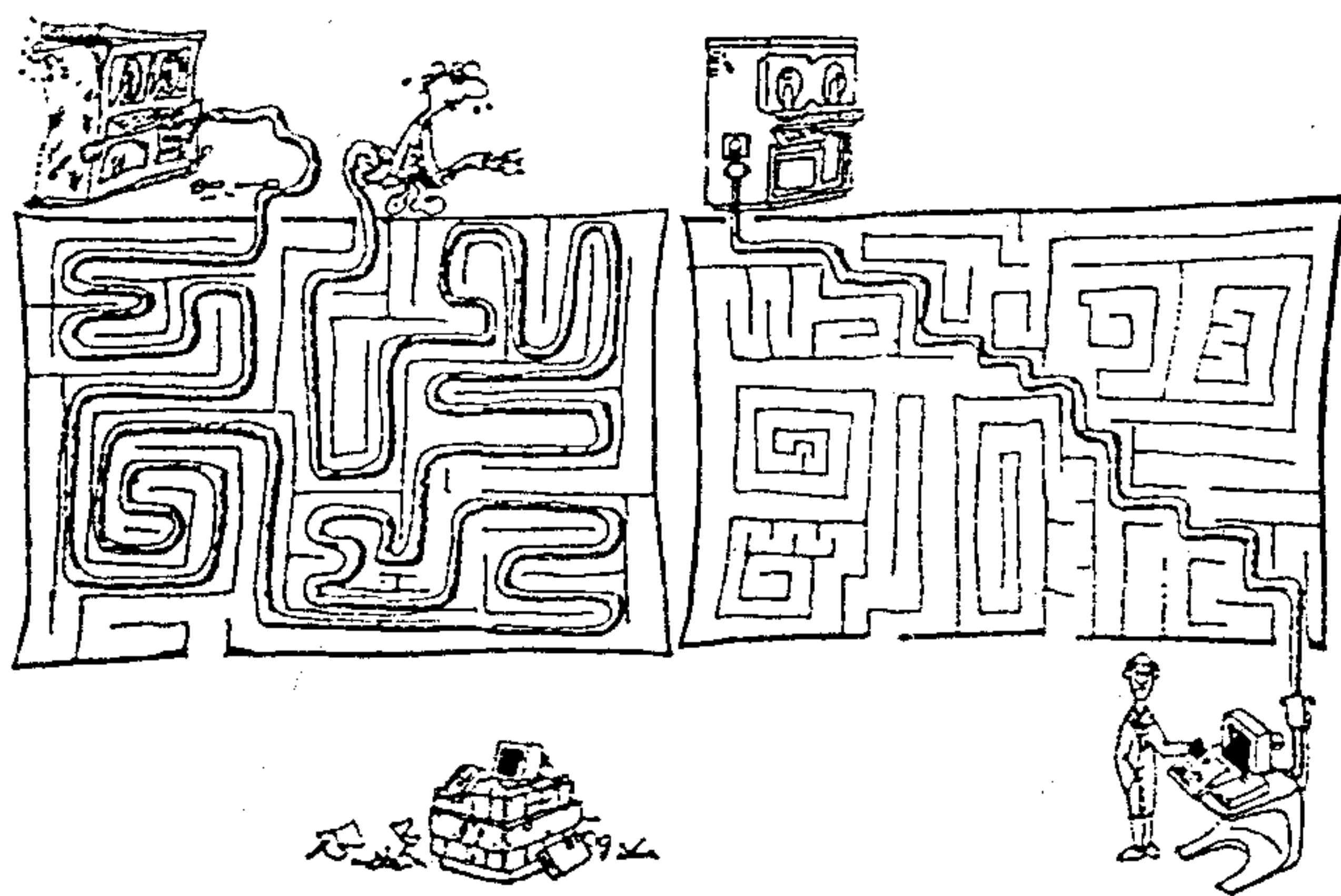
Az X-BYTE Számítástechnikai Kiszövetkezet vállalkozik az adatátviteli hálózat kiépítésére (is). Munkánkra két év garanciát vállalunk.

Ha minket választ — nem marad magára!

X-BYTE

**SZÁMÍTÁSTECHNIKAI
KISSZÖVETKEZET**

1138 Budapest, Népfürdő u. 21/e.
Telefon: 732-619



Digitális jelfeldolgozó- és mérőrendszer

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk ismerteti egy TMS 32010 mikroprocesszor alapú rendszer felépítését és alkalmazási lehetőségeit, valamint a rendszer tesztelésére kifejlesztett analóg hangolású digitális szűrő elvét. A cikk annak a dolgozatnak az alapján készült, amely 1987-ben a BME villamoskari TDK konferenciáján II. díjban részesült.

Bevezetés

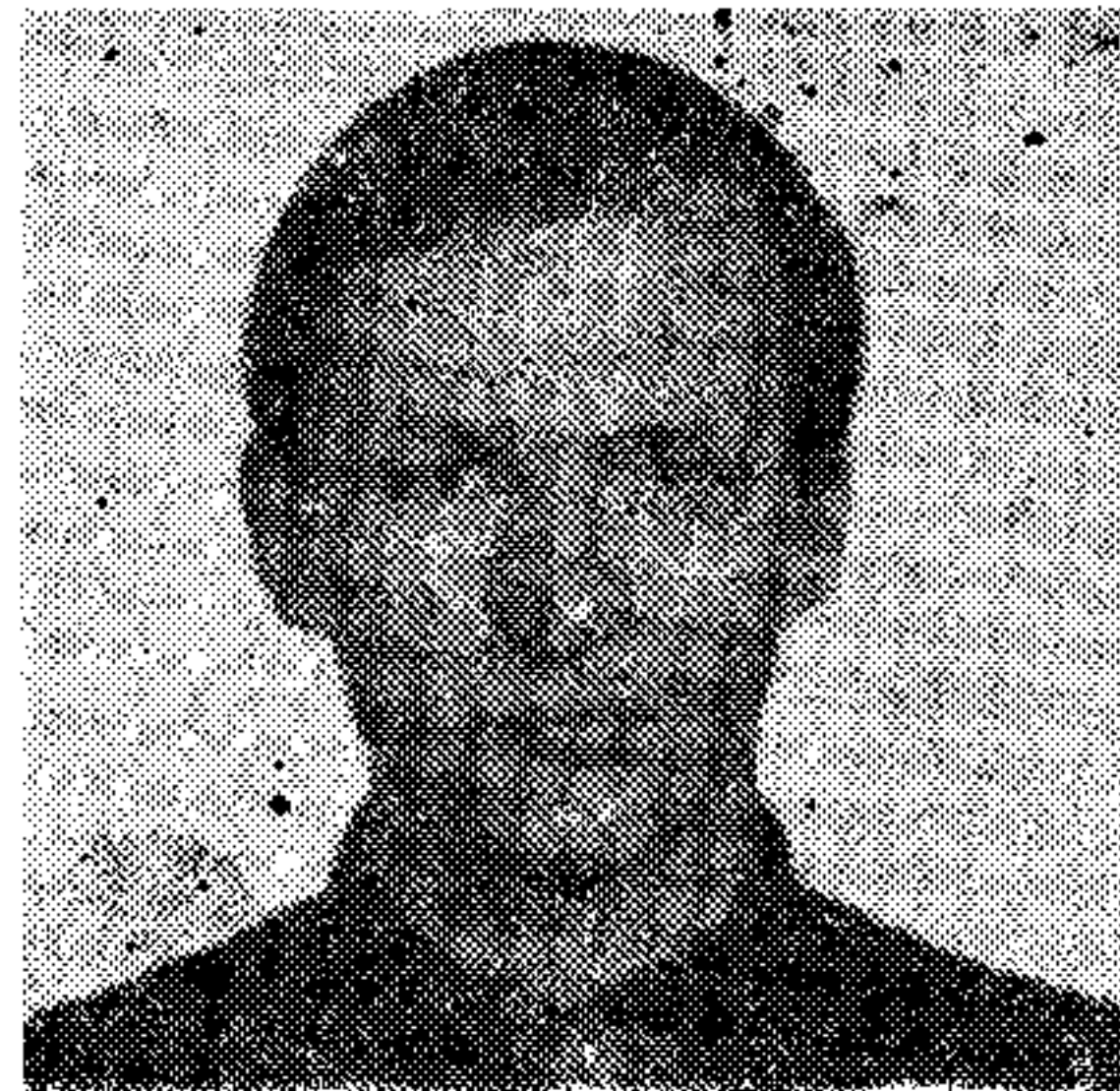
A '80-as évek elején piacra került nagybonyolultságú (VLSI) áramkörök a digitális jelfeldolgozás fejlődésére is hatással voltak; a jelfeldolgozó mikroprocesszorok megjelenése adta meg a szükséges technológiai háttérrel a spektrumanalízis, a digitális szűrés és általában az analóg jelek számítógéppel segített feldolgozásának újabb, gyakorlati fejlődéséhez.

Egy ilyen jelfeldolgozó mikroprocesszor a TEXAS cég 1982-ben megjelent TMS 32010 (a továbbiakban: TMS) áramköre is, mely max. 20 MHz-es órajelével, speciális utasításkészletével és a hagyományostól eltérő belső felépítésével (mely az ún. módosított Harvard struktúrát követi) lehetővé teszi digitális jelfeldolgozási feladatok hatékony végrehajtását.

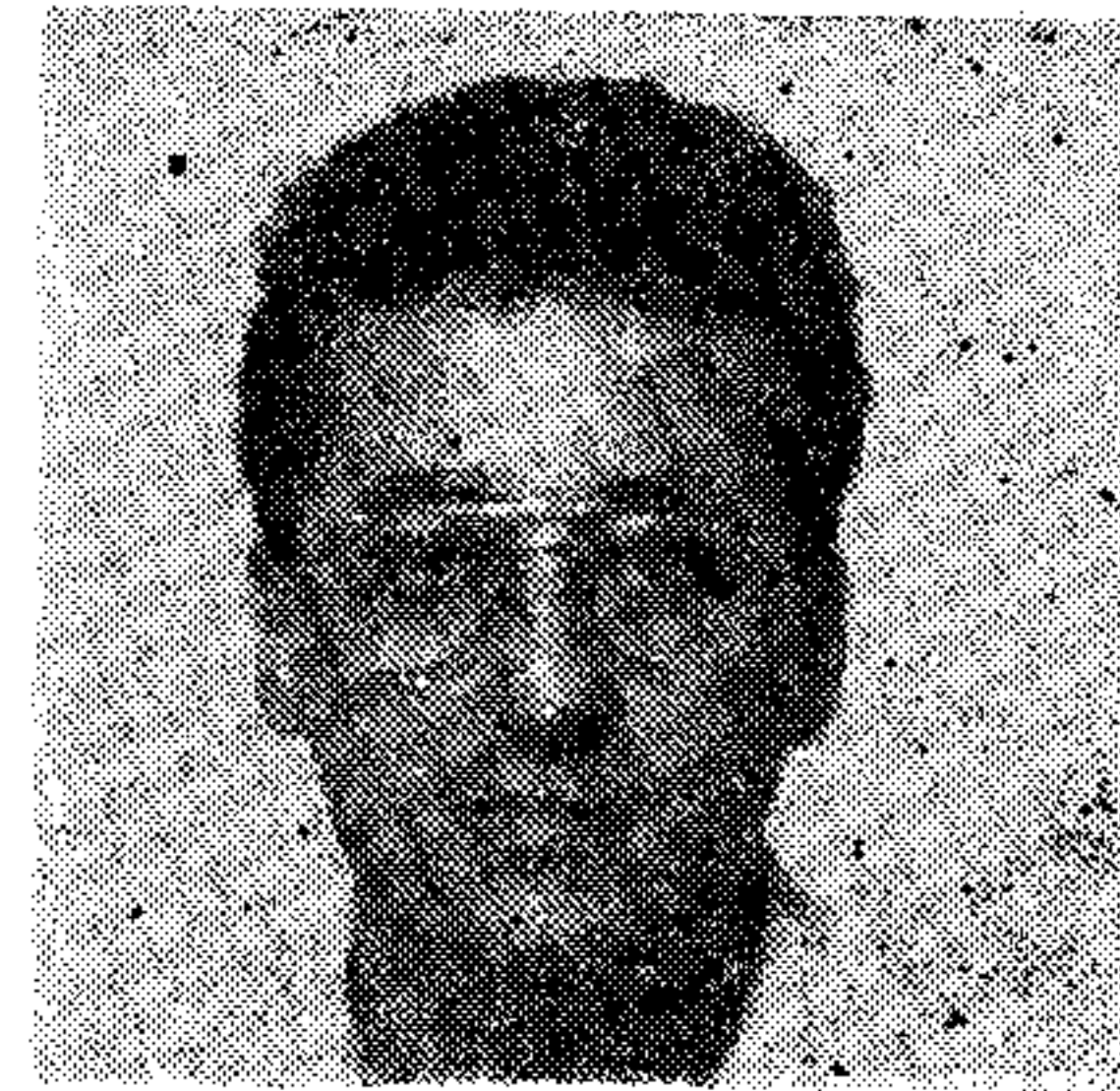
A Harvard architektúra lényege, hogy az adat- és a programfeldolgozó egységek különválasztottak. Ez azt jelenti, hogy külön sínek köré építve találjuk meg a program-memóriát az utasításkódoló-egységgel illetve az aritmetikai-logikai egységet az adatmemóriával. Ez a struktúrális különválasztás lehetővé teszi, hogy a processzor egyidejűleg hajtsa végre egy utasítás program-memóriából való lehívását és dekódolását, valamint egy előzőleg lehívott utasítás végrehajtását.

A TMS 320 processzor-család esetében ezt a struktúrát úgy módosították, hogy a két egység között egy adatutat létesítettek. Ez a módosítás lehetővé teszi, hogy a felhasználó a program-memóriában adatokat tároljon, oda írjon, illetve onnan olvasson. A processzorhoz tartozó esetleges perifériák és az adat-memória illetve a program-memória közötti adatforgalmat gépi utasítások szabályozzák.

A TMS speciális architektúrája, utasításkészlete, feladatorientáltsága miatt önmagában nem támogatja egy intelligens, felhasználóközeli fejlesztőrendszer kialakítását. A TMS kifejezetten jelfeldolgozó feladatok végrehajtására készült. Belső felépítése és utasításkészlete az e területen leggyakrabban előforduló utasítások (szorzás, lép-



FODOR GÁBOR



SOMOGYI GÁBOR

tesztelés, adat-tömbök kezelése stb.) gyors végrehajtását szolgálják. A TMS maximálisan 8 be- és kimeneti port csatlakoztatását teszi lehetővé egy szintű megszakítási rendszerrel, ami több periféria gyors kiszolgálását nem támogatja. Ezen kívül a TMS nem rendelkezik olyan kivezetésekkel, amelyek segítségével a program-végrehajtás menete közvetlenül szabályozható lenne (pl. a hagyományos mikroprocesszoroknál megszokott HOLD vagy WAIT jelekkel sem). Egy cél-orientált áramkörben nincs is szükség ilyenfajta kivezetésekre, ám ha fejlesztőrendszerrel van szó, melyen szükség van egy új program belövését segítő MONITOR-funkciók megvalósítására (pl. lépésenkénti végrehajtás, töréspontnál való megállítás), akkor e kivezetések hiánya kifejezetten hátrány.

A TMS memória-kapacitása (4 kszó) sem teszi lehetővé, hogy az olyan tárigenyes programok, mint általában a MONITOR programok és assemblerek, közvetlenül a TMS-n fussanak.

Mindezek indokolják, hogy az ilyen többretű feladatok ellátását, a felhasználóval való közvetlen kapcsolattartás feladatát célszerű egy általános célú mikroprocesszorra bízni: az így létrejövő rendszert joggal nevezhetjük jelfeldolgozó fejlesztő rendszernek.

Az általunk bemutatott fejlesztőrendszerben a host-funkciókat egy i8085 mikroprocesszor alapú számítógép (továbbiakban P85) biztosítja. Ez alkalmas TMS gépi kódú felhasználói programok fejlesztésére, memóriába töltésére, tárolására és egyéb, felhasználót segítő funkciók megvalósítására (pl. regiszterek tartalmának megjelenítése, töréspontok definiálása, lépésenkénti program-végrehajtás vezérlése stb.).

A TMS-P85 rendszer HW felépítése

A fejlesztő rendszer funkcionálisan három nagyobb egységből épül fel, melyek együttesen teszik lehe-

Beérkezett: 1988. VI. 1. (H)

tővé a fent említett funkciók megvalósítását és általában bizonyos jelfeldolgozó feladatok real-time (valós idejű) végrehajtását.

A három egység vázlatos felépítését, funkcionális kapcsolatát mutatja az 1. ábra.

Az első egység a P85 alapú számítógép, melynek memória-kapacitása maximális kiépítettségben 64 kB. Ezen memória egy része ROM, ebben helyezkedik el a P85-öt közvetlenül vezérlő ún. monitorprogram, melynek főbb szolgáltatásai a következők:

- 8080/85 assembler
- editor és file-kezelő
- töréspont és lépésenkénti végrehajtás
- DUMP, GO és REGISTER parancsok.

Ugyancsak ROM-ban helyeztük el a TMS-t vezérlő monitorprogramot is, melynek szolgáltatásai az előző monitoréhoz hasonlóak, természetesen azzal a különbséggel, hogy ez egy TMS cross-assemblert tartalmaz.

A P85-höz csatlakoztatott RAM egy része a P85 saját használatú területe, a másik rész közös a TMS-sel, azaz a két processzor egy szorosan csatolt rendszert alkot. A közös memória-területen keresztül történik a két processzor közti adatforgalom; a P85 ide helyezi be a cross-assembler által generált TMS kódot, és a TMS kimeneti adatai szintén ide kerülnek.

A második egység a TMS alapú mikrogép, melynek memóriája (maximális kiépítettségben 4 kszó) teljes egészében a P85-tel közös RAM. Ez a modul tartalmaz egy $4k \times 1$ bites RAM-ot is, (BREAK memória), amelyet a TMS futása közben állandóan címez. Így lehetőség van a TMS tetszőleges címen való megállítására, ugyanis a P85 a TMS elindítása előtt ebbe a RAM-ba tetszőleges címre „1”-et helyezhet, ami ezen bit címzése esetén megszakítást generál a TMS felé.

A fejlesztői rendszer kialakításánál gondot jelentett, hogy — mint említettük — a TMS nem rendelkezik a hagyományos processzoroknál meg-

szokott HOLD „lábbal”, valamint az, hogy írás esetén nem különbözteti meg azt, hogy az írás a memóriába történik, vagy pedig adatkivitel történik a perifériára.

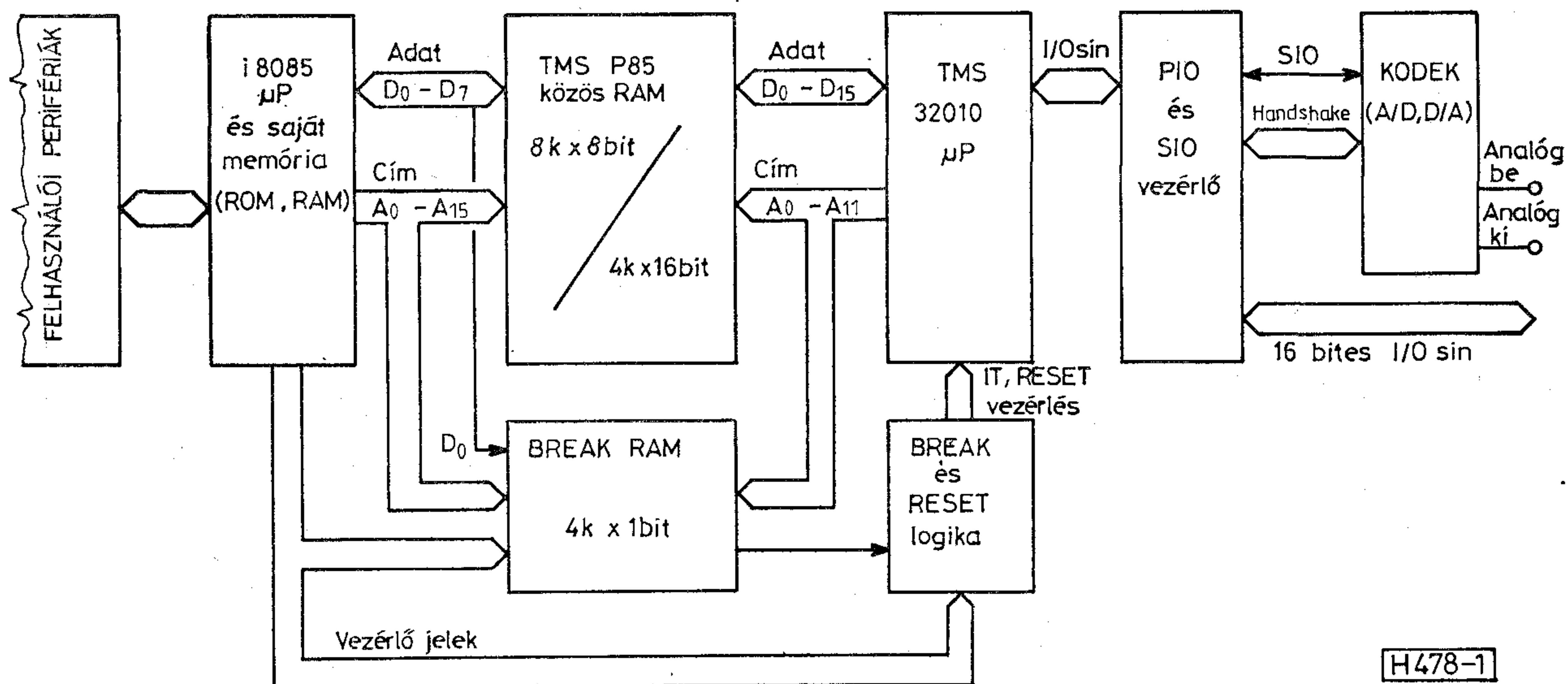
A TMS elindítását és megállítását ezért egy ún. be- és kirakodó rutin végzi, melyet a P85 helyez el a TMS memóriájában. A kirakodó feladata, hogy a TMS megállítása esetén annak belső állapotát a P85-tel közös memóriába mentse, a processzort „reset” állapotba juttassa, ennek megtörténtét pedig jelezze a P85-nek. A berakodó feladata ennek éppen ellentéte; az, hogy a TMS-t „reset” állapotából elindítsa, a közös memóriából betöltse a megfelelő belső állapotot és a TMS-t a felhasználói program végrehajtására irányítsa.

A rendszer harmadik nagyobb eleme egy KODEK kártya, melynek kódolási/dekódolási szabálya a logaritmikus kvantálás szerinti ún. „A”-törvény. Ez azt jelenti, hogy ez a kártya az analóg/digitális átalakítás két elvileg szükséges lépése — kvantálás és kódolás — közül az elsőt logaritmikus karakterisztika szerint végzi el. Erre a karakterisztikára jutunk, ha a kvantálás során fellépő relatív hibát kívánjuk minimalizálni, vagyis logaritmikus kvantálási törvény esetén valósul meg a szintfüggetlenül állandó jel/kvantálási zaj viszony. A gyakorlatban általában a logaritmikus karakterisztikát törtvonalas karakterisztikával közelítik. Erre javasolja a CCITT a táblázatos formában definiált „A” törvényt.

A KODEK modul teszi lehetővé, hogy analóg jelek real-time feldolgozása megtörténjen. A TMS és a KODEK közötti adatforgalom a TMS-hez kialakított soros I/O porton keresztül, handshake jelekkel időzítve történik.

A rendszer eme harmadik egységének TMS-hez való illesztését látja el az ún. KERNAL programcsomag. Ez a programcsomag alapvetően három feladatot old meg.

1. A processzor belső állapotának elmentése/betöltése. (Erre a programok fejlesztése során van szükség.)



1. ábra. TMS 32010 alapú fejlesztő rendszer felépítése

2. A KODEK-ről történő olvasás, illetve KODEK-re történő írás esetén a handshake jelek figyelésével az adatforgalom szabályozása. (Erre a KODEK és a TMS eltérő működési sebessége miatt van szükség.)
3. A KODEK kódolási/dekódolási szabályából adódó linearizálás és logaritmálás. A KODEK által szolgáltatott adatokat a TMS-sel való számítások elvégzése előtt linearizálni kell és a megjelenítés céljából a KODEK felé elküldött adatokat is „elő kell készíteni”, azaz logaritmálni kell.

E programcsomag egyes rutinjai bármilyen felhasználói programból közvetlenül hívhatók, így a rendszer felhasználója tulajdonképpen egy analóg I/O csatornával rendelkező TMS programfejlesztői környezetet lát.

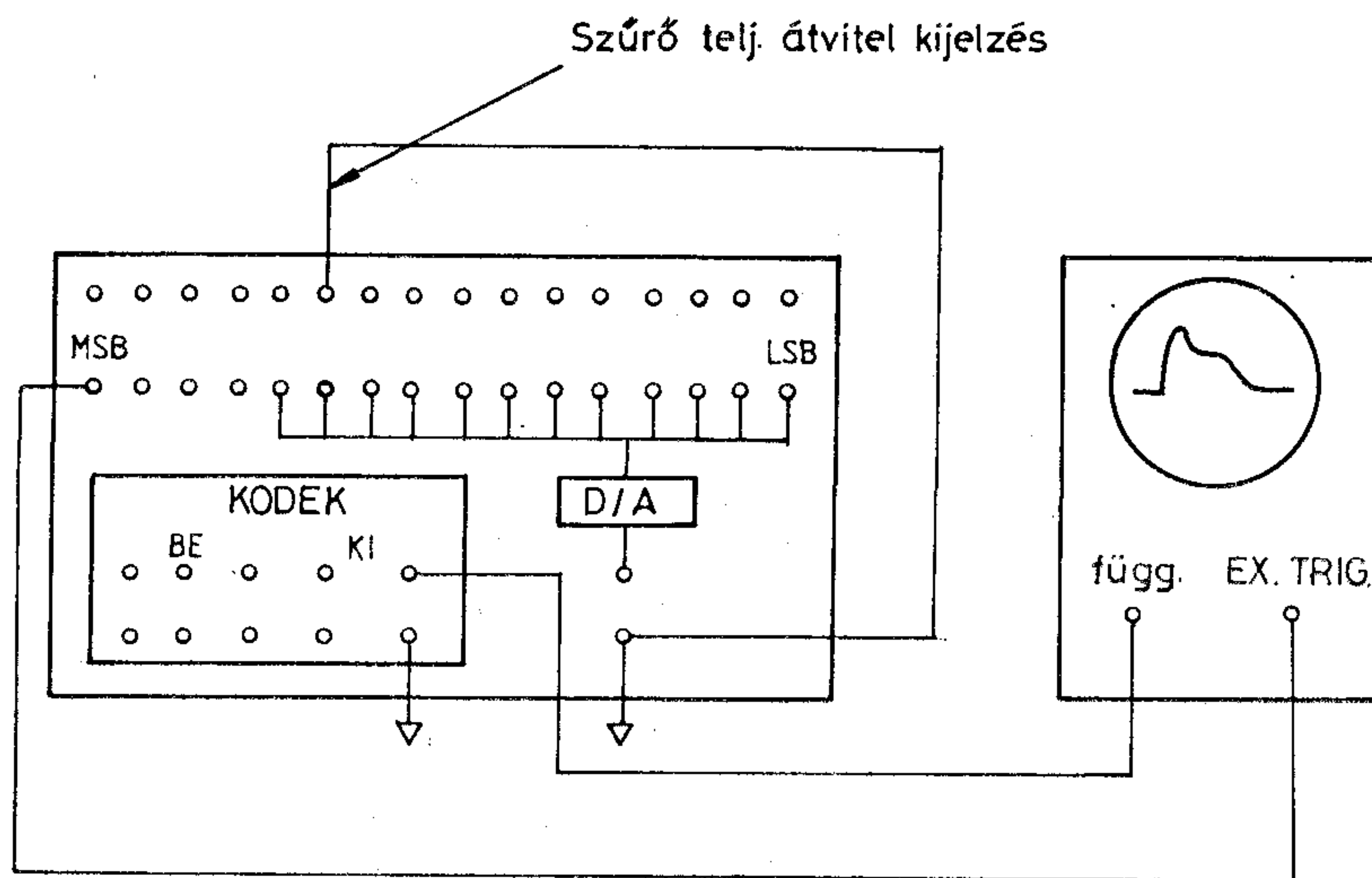
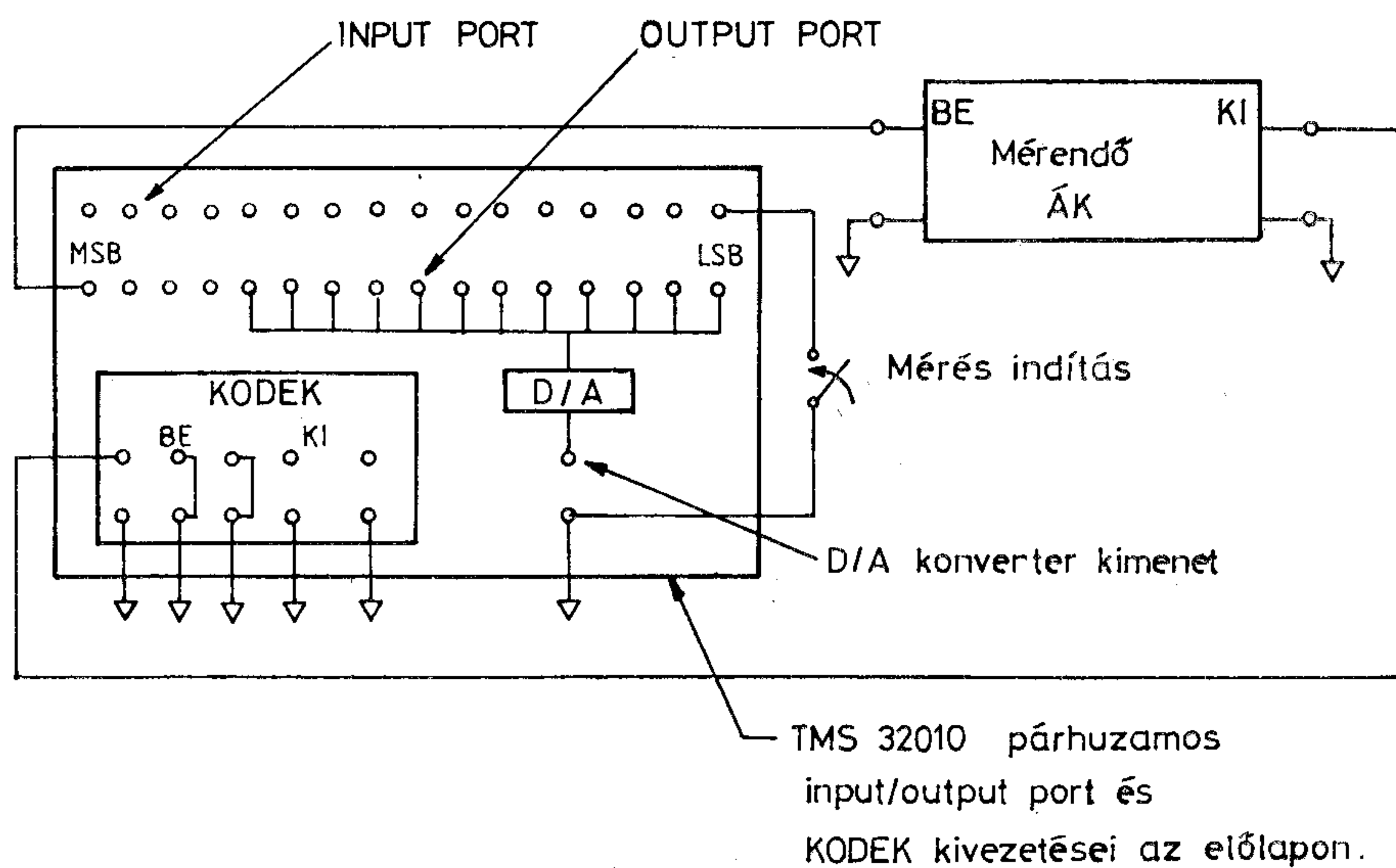
A továbbiakban e fejlesztőrendszer egy konkrét felhasználását mutatjuk be, mely egy általunk kifejlesztett áramkört analizál.

Áramköri méréseket megvalósító SW

A fejlesztőrendszer szolgáltatásait egy mérési feladaton kívántuk bemutatni, melyben a TMS-P85 rendszer mint mintavevő-kiértékelő-adatfeldolgozó egység működik. A mérést vezérlő SW (áramköranalízis programcsomag) a TMS-en fut, külső parancsokat a TMS párhuzamos input portjáról fogad el.

A SW a következő mérési lehetőségeket nyújtja:

1. trigger jel kiadása, majd mintavételezés (8 kHz órajellel)
2. numerikusan végzett deriválás vagy integrálás a mintákon, mely funkciók segítségével lineáris hálózatok esetén az egységugrás gerjesztésre adott válaszból előállítható az impulzusválasz, illetve a lineáris gerjesztésre adott válasz.
3. a mintasorozaton (annak deriváltján vagy integráltján) FFT (Fast Fourier Transform) végzése, a teljesítményspektrum számítása.



H478-2

2. ábra. Mérési elrendezések egységugrás-válasz felvételéhez és a felvett adatok megjelenítéséhez

A teljesítmény-spektrum a diszkrét Fourier-transzformáltból közvetlenül számítható, ugyanakkor szemléletes képet ad arról, hogy a mintavételezett jel teljesítménye hogyan oszlik meg a különböző frekvenciájú összetevők között. Ezt a mennyiséget igen gyakran használják jelek jellemzésére, például a beszédfelismerésben, rezgés-analízisben is.

A kijelzés a KODEK kártyán keresztül oszcilloszkópra történik, a tárolt adatsorozat periodikusan ismételt kiírásával.

A mérőrendszer alkalmazása

Az ismertetett konfiguráció és SW alkalmas egyes áramkörök analízisére is. Minthogy a KODEK egység átviteli frekvenciatartománya 300—3400 Hz (a mintavételi frekvencia 8 kHz), így természetesen az analizálandó áramkör frekvenciasávja sem lehet ennél szélesebb. Ennek figyelembevételével olyan szűrő áramkört terveztünk, mely a mérőrendszerrel jól mérhető, ugyanakkor változtatható karakterisztikájú és olcsón megvalósítható, így alkalmas hallgatói mérési célokra és (esetleg hibridizálva) különféle hangfrekvenciás szűrési feladatokra is.

Hallgatói mérési elrendezést mutat be a 2. ábra. A mérendő áramkör lehet például a később ismertetésre kerülő digitális szűrő is. Ebben az esetben az áramköranalízis programcsomag minden funkciója tanulmányozható, ugyanakkor megfigyelhető az is, hogy a szűrő egyes paramétereit (pl. szorzótényezők) változtatva hogyan változnak a szűrő átvitelét jellemző mennyiségek (pl. egységugrásra adott válasz teljesítmény-spektruma).

Lényeges szempont, hogy a szűrő-karakterisztika a felhasználó számára egyszerű módon (potenciométerek és banándugók elrendezésével) tág határok között változtatható. Az alábbiakban

azt is látni fogjuk, hogy egy olyan olcsó áramkör-ről van szó, mely moduláris felépítésű, így esetleges meghibásodás esetén az alkatrészcsere sem okoz problémát. (A kezelői hibákból származó meghibásodások javításának fontosságát a szerzők saját tapasztalatukból is jól ismerik.)

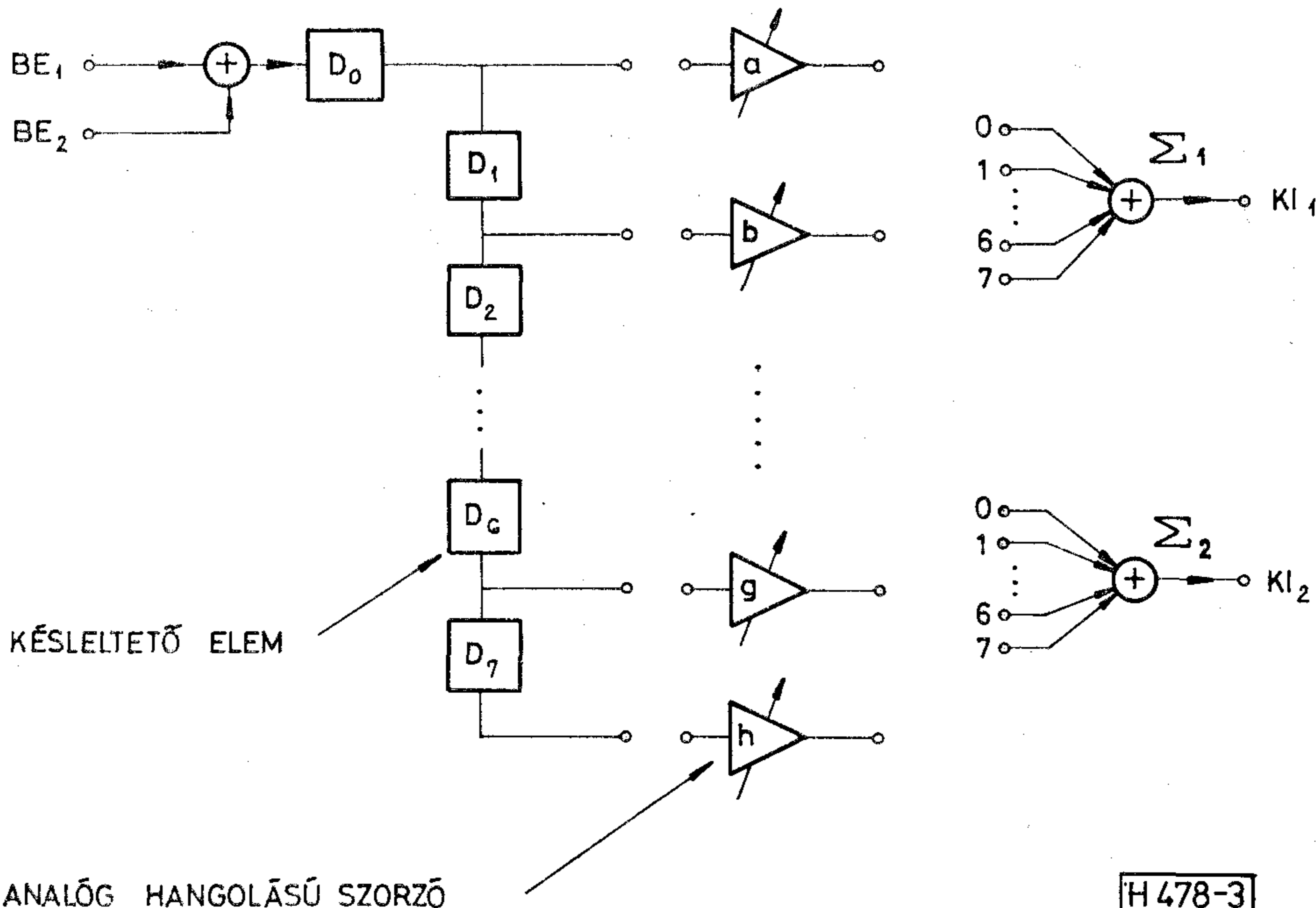
Az effajta kísérletezések nemcsak azért tanulságosak, mert kézzelfogható közelségbe hozzák a hallgatók számára az egyik legalapvetőbb digitális áramkört, hanem mert egyúttal egy digitális mérőrendszer használatát is megismertetik.

Analóg hangolású digitális szűrő

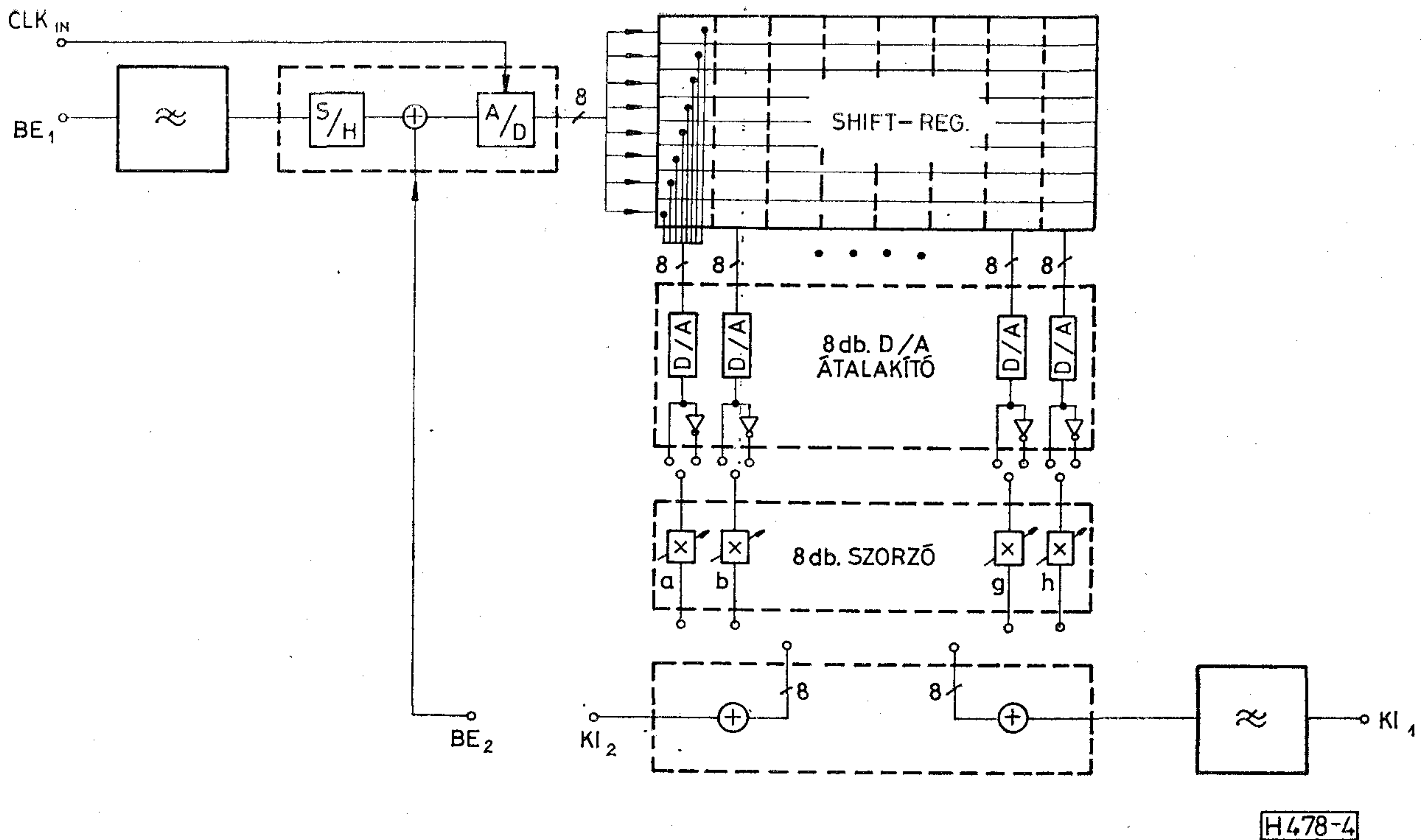
A digitális szűrők alapáramkörei a digitális szorzó, összeadó és a késleltetéseket megvalósító shift-regiszter áramkörök. Gyors működés eléréséhez vagy több szorzó együttes működtetése, vagy egy igen gyors szorzómű használata és az adatforgalom bonyolult megszervezése szükséges. Mindkét megoldás igen költséges. Ezért vetődött fel a gondolata egy olyan digitális szűrő megépítésének, ahol a késleltetések kivételével az adatok feldolgozása tisztán analóg módon történik. Ez viszont felveti a következő problémát:

— minden digitális késleltető-elem kimenetén gondoskodni kell a digitális adatok analóggá konvertálásáról. Amennyiben ez, a tisztán digitális megoldással összevetve, olcsóbban, de kielégítő pontossággal megoldható, akkor egy „vegyes” felépítésű szűrő áramkör gazdaságosan megépíthető. A konstans értékekkel történő szorzás analóg jelek esetében egyetlen ellenállással megvalósítható, így összehasonlíthatatlanul olcsóbb, mint egy digitális szorzómű használata.

Célunk volt univerzális, azaz tág határok között változtatható karakterisztikájú és variábilis strukturájú szűrő felépítése. Ennek érdekében a következő megfontolásokat tettük:



3. ábra. Analóg hangolású digitális szűrő elvi felépítése



4. ábra. Analóg hangolású digitális szűrő áramköri blokkjai

1. Transzverzális, direkt strukturájú szűrőkkel (FIR és IIR) minden elvileg lehetséges diszkrét idejű szűrő karakterisztika realizálható. Ennek alapján úgy döntöttünk, hogy a késleltetőelemeket sorba kötjük (transzverzális struktúra).
2. Minthogy a szűrő viselkedését alapvetően befolyásolja a szűrő rekurzív vagy nem rekurzív volta, a visszacsatolási pontok helye stb., ezért a fentiek a felhasználó által változtathatóak kell legyenek.
3. A szűrő kapcsolódása a „külvilághoz” minden ponton analóg jelekkel történjék és a digitális belső működés maradjon „rejtve” a felhasználó elől.
4. A szűrővel legyen realizálható minden olyan transzverzális szűrő, amelyet a rendelkezésre álló áramkörkészlet megenged, a szűrő-együtthatók legyenek folyamatosan változtathatók.

Mindezek alapján a 3. ábrán látható struktúra mellett döntöttünk, amelyet a 4. ábrán látható áramköri blokkok valósítanak meg. Ez utóbbi ábráról leolvasható, hogy a szűrőn áthaladó jelek csupán a shift-regiszter tömbben digitálisak, a szűrő minden további része analóg.

Úgy véljük, hogy a fenti elvek alapján megvalósított szűrőáramkörök — éppen a realizáció olcsósága miatt — gazdaságosan alkalmazhatók olyan nagy darabszámban iparilag előállított, — pl. közszükségleti célú — berendezésekben is, ame-

lyekben a hangfrekvenciás tartományban szükséges az üzem közbeni áthangolhatóság.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki konzulensüknek, dr. Jagudits László adjunktusnak a munka során nyújtott értékes segítségért.

Fodor Gábor
Somogyi Gábor
BME Villamosmérnöki Kar

IRODALOM

- [1] Dr. Simonyi Ernő: Digitális szűrők. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [2] Ronald N. Bracewell: The Fourier Transform and its Applications, McGraw-Hill Book Company 1978.
- [3] TMS 32010 Assembly Language Programmer's Guide TEXAS Instruments Inc. 1984.
- [4] TMS 32010 User's Guide. TEXAS Instruments Inc. 1983.
- [5] TMS 32010 Data Sheet. TEXAS Instruments Inc. 1983.
- [6] Pasztirák Gábor: Fejlesztőrendszer tervezése TMS 32010 mikroprocesszorhoz. (Diplomaterv) BME-HEI, 1985.
- [7] Tóth János: TMS 32010 fejlesztőrendszer integrálása. (Diplomaterv) BME-HEI, 1986.
- [8] Körösi Sándor: Assembler TMS 32010 mikroprocesszorhoz (Diplomaterv) BME-HEI, 1985.
- [9] Rajkai Gábor: Hazai gyors Fourier analízátor. Magyar Elektronika II. évf. 2. szám 16—24. old.

Az innováció, mint gazdasági előrehaladásunk fontos tényezője

Ismeretes, hogy a tudományban és a technikában ma már csak kollektívák tudnak elérni valamit. Magyarországon 13 éves az első innovációs műhely, melyet Gál Sándor professzor vezet, és amelyben a tanszék számos dolgozója jelentős szerepet kapott.

Mi is az innováció? Mindenki mást ért rajta. Magyarországon leginkább fejezi ki azt a helyzetet, amely szerint „jelbeszéd az életünk”. Ma, nálunk, az innováció jelszó. Sokan használják és sokszor nem is értik mi van mögötte. Kevés embernek van fogalma arról, ami a tartalmat érinti. Biztos, hogy egy ország gazdasági helyzetét, az illető országban működő agymennyiség és a természetbeni adottságok szabják meg.

Az első: amit Taivan elért, ahhoz az kellett hogy jól oktassák az embereket. Ahhoz viszont hogy az ország előrehaladjon, sok megújulás kell. De első a közerkölcs megújítása! A közerkölcs megjavításához tartozik az is, hogy a (K+F)-re írt, vagy az OKKFT témákra írt pénzekről számoljanak el azok, akik felvették. Mert milliárdok mentek ki az ország kasszájából, olyan milliárdok, amelyek ha ténylegesen azt a tényt szolgálták volna amire szánták, ma nem állnánk itt. Egy jól vezetett gazdaságban a (K+F), az ötszörösét, vagy még annál is többet termel vissza az új termékben, amely piacképes.

A közerkölcs megjavulásán kívül az is fontos, hogy a közvélemény világosan lássa, hogy az országban hová folynak a pénzek. Mit szolgált a 11 milliárd dollár? Miután ez a politikusok dolga, én inkább a műszaki területet elemzem.

A műszaki innovációnak szigorú feltételei vannak. Egyik az, hogy a szellemi tudásnak fel kell értékelődni a társadalomban. Magyarországon a szellemi tudás leértékelődött az elmúlt 30–40 évben. Olyan mértékben értékelődött le, amelyet ki lehet fejezni fizetésben, de ezen kívül sok minden másban is. Példaként nézzük az ideai Állami-díj, Kossuth-díj, Eötvös-díj ünnepségeket. Az Eötvös-díj kiosztás után a Népszabadság a kitüntetettek nevét sem közölte. Annál többet foglalkozott a tájékoztatási rendszer a művészekkel. Ez azért van, mert a tudós le van értékelve.

Az egyik alapvető feladat a szellemi tudás felértékelése. A másik, egy olyan gazdasági társadalmi környezet megteremtése, mely a tudásra gerjesztő hatással van. Ebbe sok minden tartozik. Szükséges, hogy az adott produkció ki legyen téve a piac hatásainak és hogy a vállalatok vezetősége értse a szakmáját.

* Elhangzott a MTESZ Seniorok Tanácsa által rendezett április 15-i vitaelőadáson.

Magyarországon ma még mindig jelentős számban vannak olyan vállalati vezetők, akik nem részesültek felsőfokú képzésben. Ez nem jelenti azt, hogy mindenkinek egyetemet kell végezni. Vannak zsenik is! De azt, hogy harminc százalék zseni lenne ezen a területen, nem lehet elhinni, miután akkor nem lenne annyi tömeges csődeljárás.

Nagyon fontos az egész műszaki fejlesztésben a közélet kontrollja. Enélkül elposványodik a terület. Tehát ha kapok X millió forintot pl. (K+F)-re, arról el kell számolni mire költöttem és mi lett a (K+F) munka eredménye. A feltételek közé még számos, nagyon komoly dolog tartozik, pl. az információ mértékének növelése, mely nagyon gyenge lábon áll nálunk. (Erre a későbbiekben még visszatérek.) Az információ, azaz a nemzetközi területen létrehozott új eredményekről szóló értesülés igen fontos, de szükséges a magyar eredményekről szóló információ is. Az már betegség, hogy két intézmény, mely 100 m távolságra van egymástól, nincsen informálva egymás eredményéről! Pedig az innováció nélkülözhetetlen a kutatáshoz, a kutatás irányításához és a megfelelő kiválasztási rendszer működtet

Mindezek mellett legfontosabb tényező az oktatás, az alapfokú oktatástól az egyetemi, majd a tudományos fokozatok elérésére irányuló oktatásig, nevelésig.

Mi van ezen a területen a világban? A szocialista országok keresik az utat, de ezen út eredményességét a magyar helyzetből is látjuk. Az Európai Közösség (EC), a 80-as évek elején megfogalmazta az innovációs feltételrendszert, amelyben kitűzték, hogy Európán belül milyen módon segítsék elő a különböző kutatóhelyek és szervezetek innovációs tevékenységét. Az 1985-ös, majd az 1988-as kiadvány már az eredményekről számol be. Az Európai Közösség óriási pénzeket fektetett be a 80-as évek során, hogy nagymértékű újdonságokat hozzon létre a Közösségen belül.

1980-ban megszületik az amerikai műszaki Innovációs törvény. Előzménye: az USA-ban a 60-as évek elején kialakult nagy kutatóintézetek, egyetemi kutatóhelyek, olyan szellemi gócek, ahol magas szinten képzett szakembereket tudtak formálni. Ilyen például a Szilikon-völgy, a San Francisco-i Egyetem mellett, vagy Bostonban MIT mellett. Ez a tudományos rendszer a 80-as évek második felében a visszafejlődés tüneteit kezdte mutatni. Ezzel, az első lehetőség kifutott. Európában ekkor vették át a módszert. Magyarországon például ezt importáltuk — háttér nélkül — amikor az Egyesült Államokban a centrumok létrehozásakor még jobb rendszert alakítottak ki az innovációs történet alapelvei alapján.

Néhány sor a törvényből: „A Kongresszus úgy találja és kijelenti, hogy:

- Műszaki- és ipari innováció, az Egyesült Államok állampolgárai, gazdasági környezeti és társadalmi jólétének központi kérdése;
- A műszaki- és ipari innováció magasabb élet-színvonalat, a magánszektorok nagyobb termelékenységét, új iparágak és munkahelyek létrejöttét, jobb közszolgáltatásokat és az amerikai termék fokozott világpiaci versenyképességét biztosítja. Az egyetemeken és szövetségi laboratóriumokban sok az új felfedezés, így az iparral való együttműködést meg kell újítani. Erősíteni kell a technológia átadását és a tapasztalatcserét, közös kutatási tevékenység formájában;
- Kisvállalkozások fontos szerepet játszottak az ipari- és műszaki innováció fejlesztésében;
- Lehetséges, hogy az Amerikai Egyesült Államok műszaki- és ipari innovációja lemaradásban van, történelmi előzményeihez és más fejipari országokhoz képest — kiált fel az amerikai Kongresszus 1980-ban. (A mi Parlamentünk, sajnos még most sem kiált fel.)
- A fokozott ipari és műszaki innováció csökkenti a kereskedelmi hiányokat, növeli a termelékenységet és a foglalkoztatást. Az ország érdeke, hogy elősegítse a műszaki újítások alkalmazását, javítsa a szolgáltatásokat mind állami, mind helyi szinten;
- A nemzetnek jobban el kell ismerni azokat a személyeket és vállalatokat, akik és amelyek jelentős mértékben hozzájárultak a technológia és a műszaki munkaerő fejlődéséhez, az Egyesült Államok gazdasági-, környezeti- és társadalmi jóléte fokozásának érdekében.

Ezért a törvény a következő célt tűzi ki: Létre kell hozni szervezeteket a végrehajtó ágazatokban a technológia felhasználása és ösztönzése érdekében. A műszaki fejlődés érdekében elő kell segíteni ipari technológiai központok létrehozását.

Ösztönözni kell a központilag támogatott műszaki fejlesztéseket és azok helyi kormányzatok és magánszektorok által történő jó kihasználhatóságát. Elismerésben kell részesíteni a személyeket és vállalatokat, és elő kell segíteni a tudományos és műszaki személyi állomány cseréjét, egyetemek és ipari laboratóriumok között.

Néhány szó arról, hogy 1980-ban, az Innovációs Törvény alapján, az Egyesült Államok megalapította az Országos Ipari és Műszaki Bizottságot. Feladatai: A Bizottság megtesz minden olyan intézkedést, mely a hivatal tevékenységéhez szükséges. Tájékoztatja a minisztert is, hogy végrehajtották-e azon tevékenységeket, amely az országba bejövő és országból kimenő új technológiákat figyeli. Külön kiemeli a japán műszaki irodalom követését. Megvizsgálják mi képződött az országban, milyen szervezetek felé lehet átvinni az új eredményeket. Segédkezik az elsőbbségek megállapításában. Tagjai olyan tudományosan képzett szakemberek, akik járatosak a technológiában és innovációban is.

A MTESZ már évekkel ezelőtt kidolgozta és előterjesztette azt a javaslatot, hogy a nagyobb ipari vállalatoknál létre kell hozni ipari és tudományos tanácsokat, amelyekben összegyűjtik az ország azon területén lévő legjobb szakembereket. Ezek a tudományos tanácsok közvetlenül az igazgatóhoz legyenek rendelve, mint független bizottságok. Ezzel két eredményt ér el a javaslat: először információkat szállít a vállalatnak, másodsor kiszállítja a gondokat a kutatóhelyre, hogy mit kellene megoldani.

Sajnos, ezen a területen még ma is nagyon kicsi a mozgás.

Ez a néhány gondolat is mutatja az innováció fontosságát. Most azt nézzük meg, milyen struktúrában kell gondolkoznunk. Nem is olyan régen, miniszterelnökünknek mondtam el a következőt: a magyar ipar jelenleg 680 milliárd forintot termel évente. Szeretnénk, ha ez a mennyiség a világpiacra eladható lenne, de ehhez el kell érni, amit a konkurens legfejlettebb ipar előír. Kb. átlagosan 5—6 év legyen a termékek kicserélődési sebessége. Ez azt jelenti, hogy kb. 130—140 milliárd forintnyi árut kellene kicserélni évente! Ezzel szemben a mai magyar valóság, 40 milliárd forint körül van és abban sem vagyok biztos, hogy ez valóban új, mert egy részében csak virtuálisan új. Ha 140 milliárd forint kell legyen az évenkénti új, akkor ennek egy olyan gazdasági gondolkodás felelne meg, hogy — rentábilis termelés esetén — ezen összeg egyötödét kellene a fejlesztésbe, vagyis a (K+F)-be visszaáramoltatni. Ezzel szemben Magyarországon mást ért ezen a kutató, és mást az iparos. Le kell világosan szögezni, hogy a fejlesztést az iparban kell csinálni. Tehát ennek az összegnek 80—90 százalékát az iparban kell felhasználni. Azt, hogy hogyan, arról most ne beszéljünk, mert ennek sok módja van. Például: nem adóztatjuk az új terméket egy ideig vagy adunk kedvezményes hiteleket stb. Ha ezen összeg 80—90 százalékát az iparba kell tenni, akkor mit várunk el a tudománytól? Megújulás nem épülhet csak egy ország tudományára. Akkor sem, ha az egy nagy ország. Hátha még ha kicsi.

A tudományos munka alapja, hogy először információs felkészülés szükséges, amely nélkül nincs megoldás. Minden mérnöknek el kell érni a szükséges információs forrásokat. Ennek is két feltétele van: meg tudja-e érteni a nyelvet és meg tudja érteni a szakmai tartalmat. Nyelvtudás és szakmai felkészültség együtt kell. Sajnos Magyarországon mindig vannak pótcselekvések. Ilyen például az, amikor a külföldi irodalmak magyarra fordításával oldjuk meg a műszaki információt. Ez egy másfél éves késést jelent. Már leértékelődik az információ, mire a szakemberek kezébe kerül. Kár volt kidobni a pénzt ezért. Lassúbb változású tudományágakban ez még valahogy megy, de nem a kémiában, ahol 4 és fél év a duplázódási idő.

Alapvető feladat tehát az, hogy nemzetközi területről azt a szakirodalmat kell behozni, amely a fejlődésben fontos. Magyar negatívum az is, hogy az ország monolitikus külkereskedelmet épít.

tett fel. A külkereskedelemben dolgozik egy sereg szakember, aki sok mindent tud, de nem alkalmasak arra, hogy műszaki információt áramoltassanak. A piackutatás alapvető kérdés és igen sokrétű munka. Az információk állandó figyelése, szabadalmi rendszerek, publikációk, új termékek megjelenésének figyelése stb. komplex felkészültséget igényel.

A fejlesztési pénzek nagy részét, a lokális fejlesztések miatt az iparba kell tenni, mint arra már utaltam. A tudománytól azt kell elvárni, hogy a tudományból adódó és már fejleszthető részekhez csinálja meg a csúcstechnológiát. Az alapkutatóból kiindulva, körülbelül 2—5% alapkutatói eredményt lehet és érdemes innoválni. Ezen érdemes gondolkodni, mert megéri gazdaságilag, ha azt mondjuk, hogy ennek a 30 Md-nak, az alapkutatóból adódó innovációra 10—15%-a megy el — ez a csúcstechnológia — akkor 30—40-szer annyi pénz kell, mint az alapkutatóra. Ha viszont azt mondjuk, hogy 4—5 Md Ft menjen erre, ez azt jelenti, hogy kb. 120—150 millió Ft értékű alapkutatót kell innoválni. Miután azt mondtuk, hogy 5% innoválható, akkor 20-szor ennyi pénz kell alapkutatóra. Hangsúlyozni szeretném, hogy nem megadóztatott pénzről van szó.

Értelmes országokban alapkutatóra, alkalmazott kutatásra és fejlesztésre nem rónak ki adót. Nálunk a tudományt is megadóztatják!

Szellemi termékeink, amelyekből innoválni lehet, mint szabadalmak jelennek meg. Magyarország szabadalmi rendszere nagyon jó, de van egy sereg szabályozó, amely ezt gúzsba köti. Így már nincs rendben! Ilyen például: egy feltaláló Magyarországon, mindaddig újító marad, amíg szabadalmát ki nem hirdetik. Ez, alapjában arra épül, hogy az ország becsülete nincs egészen rendben. Tudni illik arra is azt mondhatja valaki, hogy új, ami nem is új. Ezért egy szervezet megállapítja, hogy a gondolat tényleg új, vagy sem. A szabadalom kihirdetése azt jelenti, hogy köztudottá válik. Magyarországon a fejlesztést — a szabadalom meghirdetése után — bárki lekörözheti külföldön. Ebből az következik, hogy egy külföldi vállalat konkurrenssé válik a saját szellemi termékünk révén. Ha azonban nem hirdetik ki a szabadalmat, vagyis megvette az ipar és gyártja de fa tásnak minősíti, így pénzügyileg nem ösztönzi újfeltalálót. Ennél sokkal súlyosabb baj a külföldi szabadalmaztatás. Ez azt jelenti, hogy egy költségvetésből élő szervezet nem tudja kifizetni. Egy olyan intézmény, mint a mienk — amely ma Európa legjobb tanszéke, és amelynek évente csupán 2,5 millió Ft költségvetési pénze van — nem bír el egy ilyen költséget. Ha viszont nem biztosítják jogunkat külföldön, akkor kidobtuk a szellemi termékünket. Ezt is rendezni kellene.

A tudománytól azt kell várni, hogy a tudomány segítse, biztosítsa az ország csúcstechnológiáját. Meg az USA-ban is állami segítség kell az innovációhoz. Létre kell hozni egy olyan szervezetet, amely a magyar tudomány és ipar embereivel közösen értékeli azokat az új eredményeket, melyeket az innovációba be lehet vonni. Amerikában ezt törvény alapján csinálták.

Visszatérve az előbbi számításhoz: ha azt mondjuk, hogy a kutatóintézeteknél érdemes volna 4—5 millió forint értékű fejlesztést végezni, kérdés, hogy hová kell telepíteni? Szeretném kijelenteni eddigi ismereteim alapján, hogy ahol nincs tudományos iskola, oda bármennyi pénzt pumpálhatunk, abból csak pénzfogyasztó hely lesz.

A tudományos iskolák ellen hatott egy sereg dolog az elmúlt évtizedekben. Egyrészt a tudományos munka leértékelődése, másrészt az egyetemekről kijelentették, hogy oktatni és nem kutatni kell. Ma már ezekről más a vélemény, de ilyen hibák kijavítása, utólag nagyon nehéz.

Néhányan tudományos iskolákból nőttünk ki. Az, aki ezt nem kapta meg idejében, annak autodidakta módon, tudományos felső szintű kádernek lenni majdnem hogy lehetetlen. Ez különösen nem megy akkor, ha az illető, fiatalágát más célra használta el.

Saját ars poetica-m a következő: a huszas éveiben az embernek mindig tanulni kell, összes energiáját arra kell fordítania, hogy mindenkitől lesse a tudományt. Ha ilyenkor pl. politizál, akkor soha nem lesz kutató. A harmincas éveiben azt kell átgondolnia, hogy amit csinál, annak van-e értelme. Kapott eredményeit fel tudja-e használni a tudomány vagy a társadalom javára. A negyvenes éveiben ha van lehetősége, csináljon iskolát, vagy folytasson iskolát. Az ötvenes éveiben pedig segítenie kell a fiatalokat. Hatvanas éveiben meg kell írni a Mémoire-t. Ez az életvitel sok szenvedéssel jár.

Milyen gátjai vannak Magyarországon az innovációnak? A szakember bázis mindjobban csökkenő mennyisége (nem az egyetemekről kijövő szakember számáról van szó). Az input és az output között van egy függvény kapcsolat. Magyarországon, most abban a helyzetben vagyunk, hogy az alapképzésnek ma nem adnak megfelelő színvonalú bemenetet, így a kimenet is romlik. Valóban elismerik külföldön azokat, akik ott jól megállják a helyüket, vagy itthon, akik létrehoznak értékeket, de ez, csak a jéghegy csúcsa. Van egy ballaszt is, aki képtelenek erre.

Köztudott, hogy az értelmiség alacsony számában csak Albánia előz meg bennünket Európában, Kedvezőbb helyzetben van pl. Románia is. A Szovjetunió kétszer annyi szakembert termel százalékosan. Az NSZK háromszor annyi szakembert termel, mint mi. USA ötször, Japán hatszor annyit, ahol már 92% az érettségizett ember. A veszély igen nagy, mivel a világ már számítógéppel dolgozik körülöttünk, nekünk meg hiányunk van értelmiségben.

A következő kérdés: A kutatásnál egy sereg gond van. Nem nevelték ki a magyar kutatóhálózatot. A sajtó is sokat foglalkozik azzal, hogy nincs embercsere. Aki egyszer bekerült az egyetemre, vagy a kutatóintézetbe — ott is marad. Tehát ez azt jelenti, hogy nincs szellemi szelekció. Lehet számokat is mondani, de tény, hogy a kutatók, felsőfokú oktatók kb. fele nem felel meg a követelményeknek, Sajnos ez a fele már sehová sem való, hisz az ipar is igényesebb lett idővel. Ezt a réteget le kell írni az országnak, és ki kell

várni, amíg nyugdíjba mennek. Ehhez járul még a kutatás szervezetlensége. Itt voltak már különböző törekvések. Pl. országos kutatási tervet csinált az ország a 60-as években. mehet egy ország tudományos életét úgy tervezni, hogy megkérdezik az ország lakosságát, mit szeretne kutatni és mindenki beírja a hobbyját.

Szervezési megoldások: Mindegyikre az jellemző, hogy nincs számonkérés, Ebben az esetben, a legbecsületesebb embereket kivéve, a többi nem érdekelt. Mert az a számonkérés, amelyhez hasonlóak sokszor voltunk tanúi az Akadémián, mindig a Ferenc József-i mondással zárultak: Minden nagyon szép, minden nagyon jó, minden nel meg vagyunk elégedve. Ez aztán öröklődött a Kormányban is, emlékezzünk az 50-es évek kandidátusi címek felülvizsgálatára.

Ha nincsen kontroll, akkor a tudományos élet — kivéve ott, ahol a belső hajtó erő és belső tartás megvan — még jobban elposványosodik.

Kontroll nélkül elposványosodik a tudományos élet. Az iparnak önmagában nem elég az innovációs éhsége. Ha a szabályozó rendszer és a piac

arra készíti az ipart, hogy fejlesszen, mert szüksége van az innovációra, akkor fejleszt, de ha nem kényszeríti, sőt veszélyeket okoz ez, akkor nem fejleszt. Hiányzik az alkotáshoz szükséges piackutatás. Hiányoznak a segítő kis közösségek is. Ez a nagy baj. Minden társulást, ellenséges megmozdulásnak tekintettek 1948 után.

Befejezésül: Ahhoz, hogy Magyarország előrehaladjon, sok minden kell, de alapvetően szükséges a műszaki tudományos gárda nemzeti öntudata. Számos újságíró írt már arról, hogy az ország el volt maradva és most emelkedik ki az elmaradottságából. Le kell szögezni világosan, hogy ez az ország 1900-ban Európa technológiai vezető hatalmai közé tartozott, Ebből az országból indult el a Wolfram-lámpa, amikor Amerikában még szénszállal játszottak. Innen indult Bay Zoltán első elektronsokszorozója, és lehetne még sorolni sok mindent. Nem igaz, hogy az ország műszakilag elmaradott volt, de azzá lett az évek során. Ez a nagy baj. Ezt kell korrigálni, És vissza kell adni a tudás rangját, öntudatát, önbecsülését,

Dr. Pungor Ernő

Automatizálás a távközlésben

A Csehszlovák Természettudományi Egyesület szervezésében a „Sprava” Bratislava Radiokommunikációja” (Pozsonyi Távközlési Igazgatóság) nemzetközi konferenciát tartott Pozsonyban 1988. április 12—14-ig.

A Pozsonyi Távközlési Igazgatóság feladatköre hasonló, a Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság munkaköréhez. Üzemeltetik a műsorszóró hálózatot, a modulációs jelet továbbító mikrohullámú hálózatot, valamint a távbeszélő célú mikrohullámú hálózatot, továbbá frekvenciagazdálkodási feladatokat végeznek.

Az előadások többsége a Szlovák Igazgatóságnál alkalmazott számítógéppel támogatott rendszerek ismertetésével foglalkozott. Így hallhattunk előadást a diszpécsterszolgálat területén alkalmazott számítógépes rendszerről és terminál-hálózatról, a gazdasági számítások, nyilvántartások, számlázások számítógépes feldolgozásáról, a frekvenciagazdálkodás optimali-

zálásáról a számítógép felhasználásával, földi rádió-kommunikációs szolgálatok számítógépes tervezéséről stb.

Számomra a legizgalmasabb téma a Szlovák Igazgatóságnál éppen telepítés és beüzemelés alatt lévő távfelügyeleti rendszer — ennek szoftver-hardver kérdései, illesztése a felügyelni kívánt berendezésekhez, összekapcsolása a hasonló cseh felügyeleti rendszerrel stb. — volt.

A konferenciának szlovák, cseh, NDK, bolgár, szovjet résztvevői között mi a magyarokat két előadással hárman képviseltük, URH—FM adók $n+1$ rendszerű tartalékolását, illetve a magyar műsorszóró hálózatban megvalósítani tervezett számítógéppel támogatott mérő és ellenőrző rendszert ismertettük.

Nyerges Ernőné

Magyar szerző könyve japán kiadásban

Egyesületünk elnökségi tagja, Dr. Ambrózy András egyetemi tanár korábban angol nyelvű, magyar—amerikai kiadású könyvet írt Electronic Noise címmel. E könyv kiadásának jogát a tokiói Keigaku

Publicing Co. megvásárolta, a könyvet lefordította és kiadta 1988-ban. A fordítás T. Takagi professzor (Tohoku University, Sendai) munkája.

A mikrohullámú technika első száz éve

1. Bevezetés

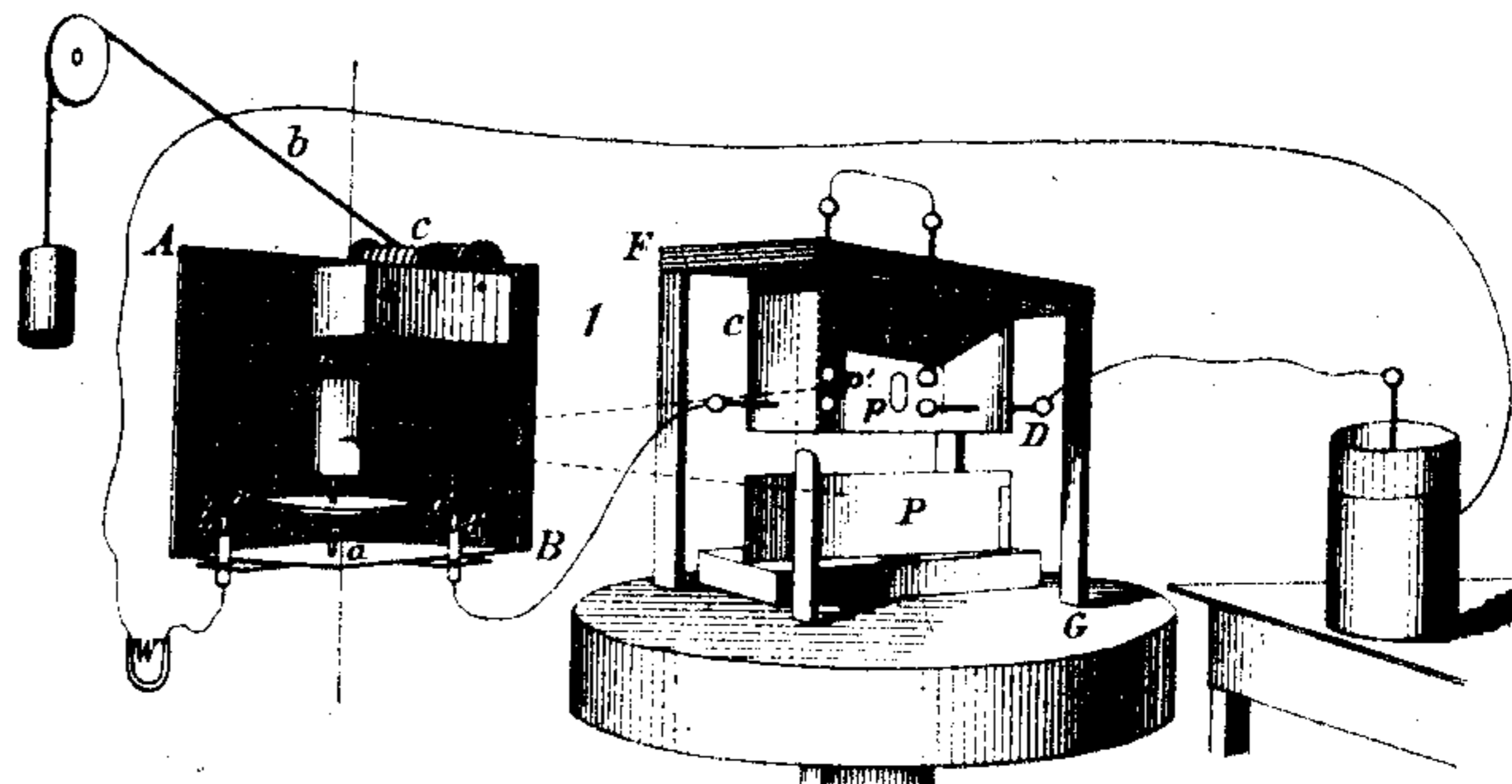
Nevezetes eseményre irányította a mérnök és természettudósok táborának figyelmét az IEEE, amikor az idén májusban New Yorkban megrendezett szokásos évi mikrohullámú konferenciáján Hertz-emlékülést tartott [1]. Idén ünnepelhetjük Hertz nevezetes kísérleteinek 100 éves évfordulóját. Olyan kísérletsorozat volt az, amelynek következményeit nem lehet túlbecsülni, hiszen ettől vette kezdetét a mikrohullámú technika, de tágabb értelemben a híradástechnika is. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk e kísérlet előzményeit, lényegét és néhány következményét.

2. Előzmények

Ósi vágya és szüksége az emberiségnek, hogy energiát, erőforrást tároljon. Teszi ezt élelmiszerek, víz, fa, szén alakjában. Természetes következményként merült fel tehát, hogy a dörzsöléssel előállított energiát is igyekeztek összegyűjteni és elraktározni. Ugyanilyen természetes esemény, hogy a tárolásra kéznél lévő edényt, például palackot használjanak. Ezt próbálta megtenni Cunaeus 1745-ben, amikor egy palackba vizet öntött és azt fémpálcán keresztül villanyozni, azaz fel-

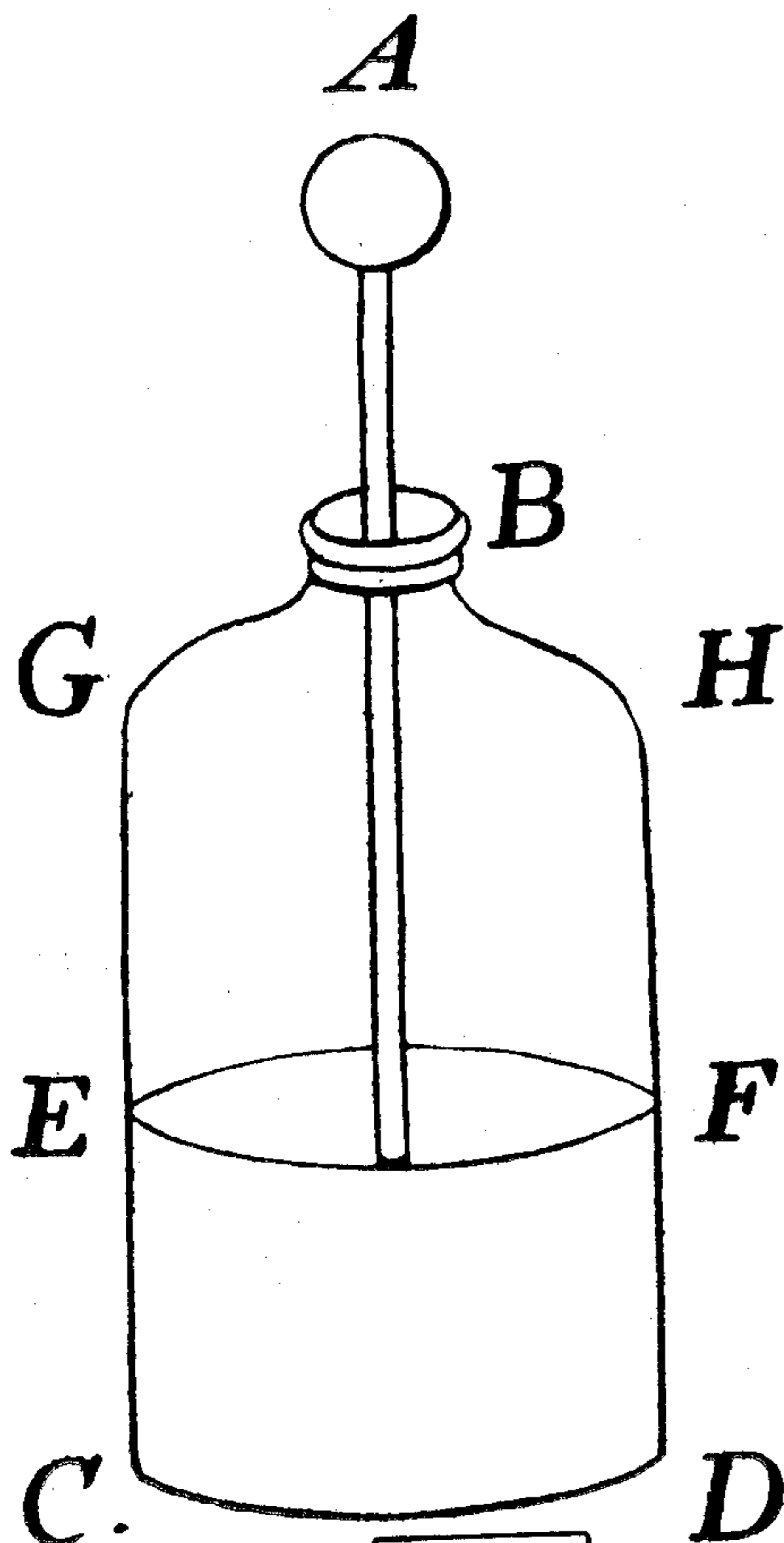
tölteni kezdte [2]. Erről írt Pieter von Musschenbroek (1662—1761) holland fizikus, kinek Cunaeus tanítványa volt — Leidenből Reaumurnek, s így tudta meg a világ a leydeni, vagy fegyverzett palacknak azt a tulajdonságát, hogy elektromosságot tud tárolni.

Hamar kiderült, hogy egy másik nagy nemzet is magának vindikálja az elsőbbséget, mert Ewald Jürgen von Kleist (1700—1748) [3] — egyébként plébános Pomerániában — 1745-ben szintén végzett hasonló kísérletet. A leydeni palack bevonult a klasszikus fizikai eszközök és kísérletek közé.



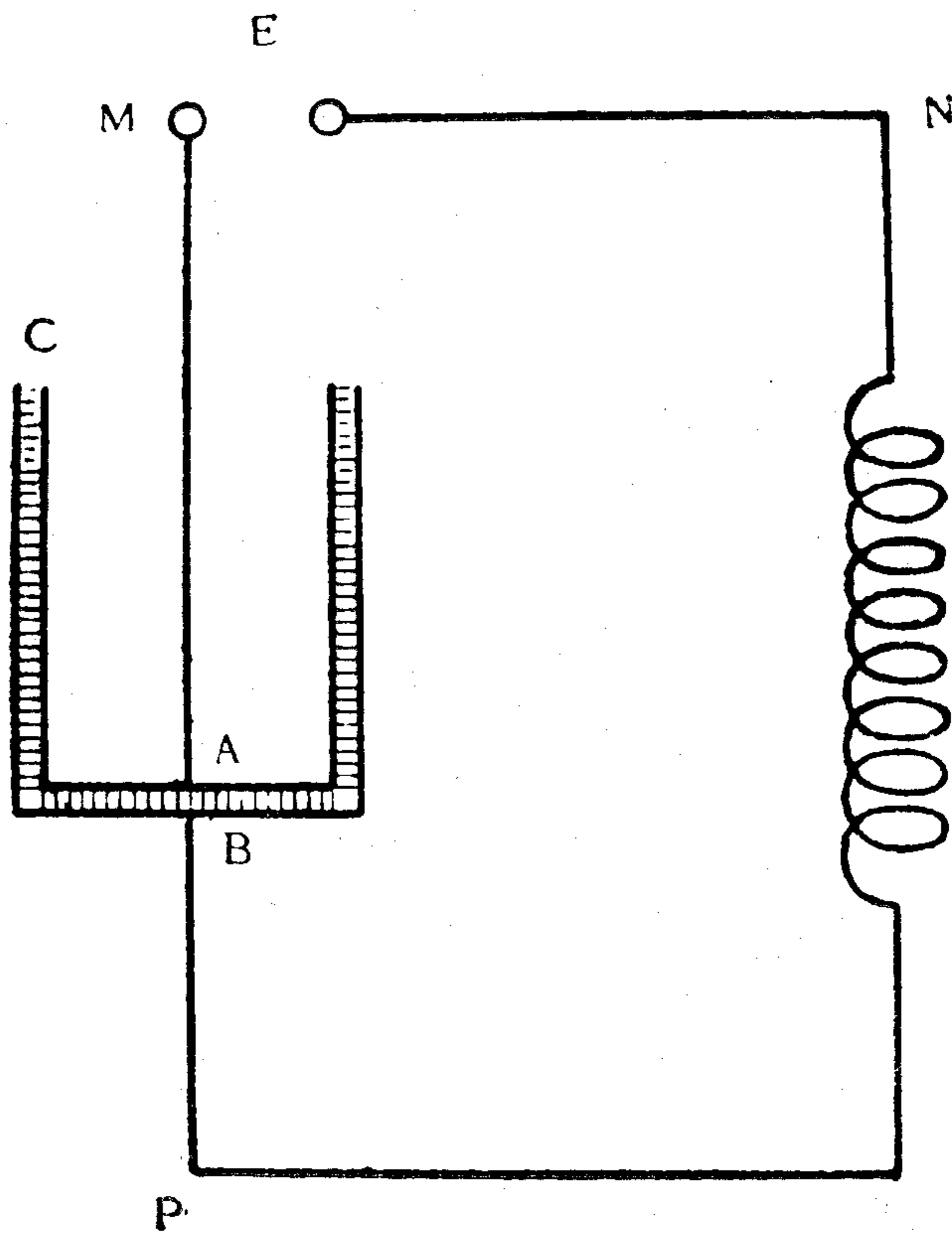
H490-2

2. ábra. Feddersen kísérleti elrendezése



H490-1

1. ábra. A leydeni palack



H490-3

3. ábra. Sűrítő áramköre, zárt oszcillátorként

Hosszú idő telt el, míg Faraday és Henry 1831-ben felfedezte az indukciót, majd Helmholtz 1847-ben az elektromos oszcillációt. A következő mér-földkő Lord Kelvin — még William Thompsonként — 1853-ban tett felfedezése, aki az áramoszcillációk hullámhossza és a kisülőkör ellenállása, kapacitása és induktivitása közötti összefüggést megalkotta. Nem kellett sokat várni a kísérleti bizonyítékra sem. B. W. Feddersen 1857-ben a Kieli Egyetemen készített doktori disszertációjában leírja, amit forgótűkör és fényképezés (!) segítségével sikerült kimutatnia a szikraköz kisülésekor keletkező hullámot, s meghatározni annak frekvenciáját. Kísérleti elrendezését mutatja a 2. ábra. Egy sűrítővel megvalósított oszcillátor képét 3. ábránkon mutatjuk be (4,5). (Vegyük észre, hogy milyen rövid idő telt el a fényképezés felfedezése és annak alkalmazása fizikai mérési eszközként...)

Feddersen sokat dolgozott módszere tökéletesítésén, Lipcsében jutott el odáig, hogy 1 MHz-nek megfelelő oszcillációt tudott létrehozni. Az ehhez tartozó hullámhossz 300 m még mindig nehezen kezelhető. A szemléleti problémákon túl ez is lehetett az oka annak, hogy sem Thomson, sem Feddersen nem vette észre, hogy a hővé alakuláson kívül sugárzási veszteségek is fellépnek az áramkörökben.

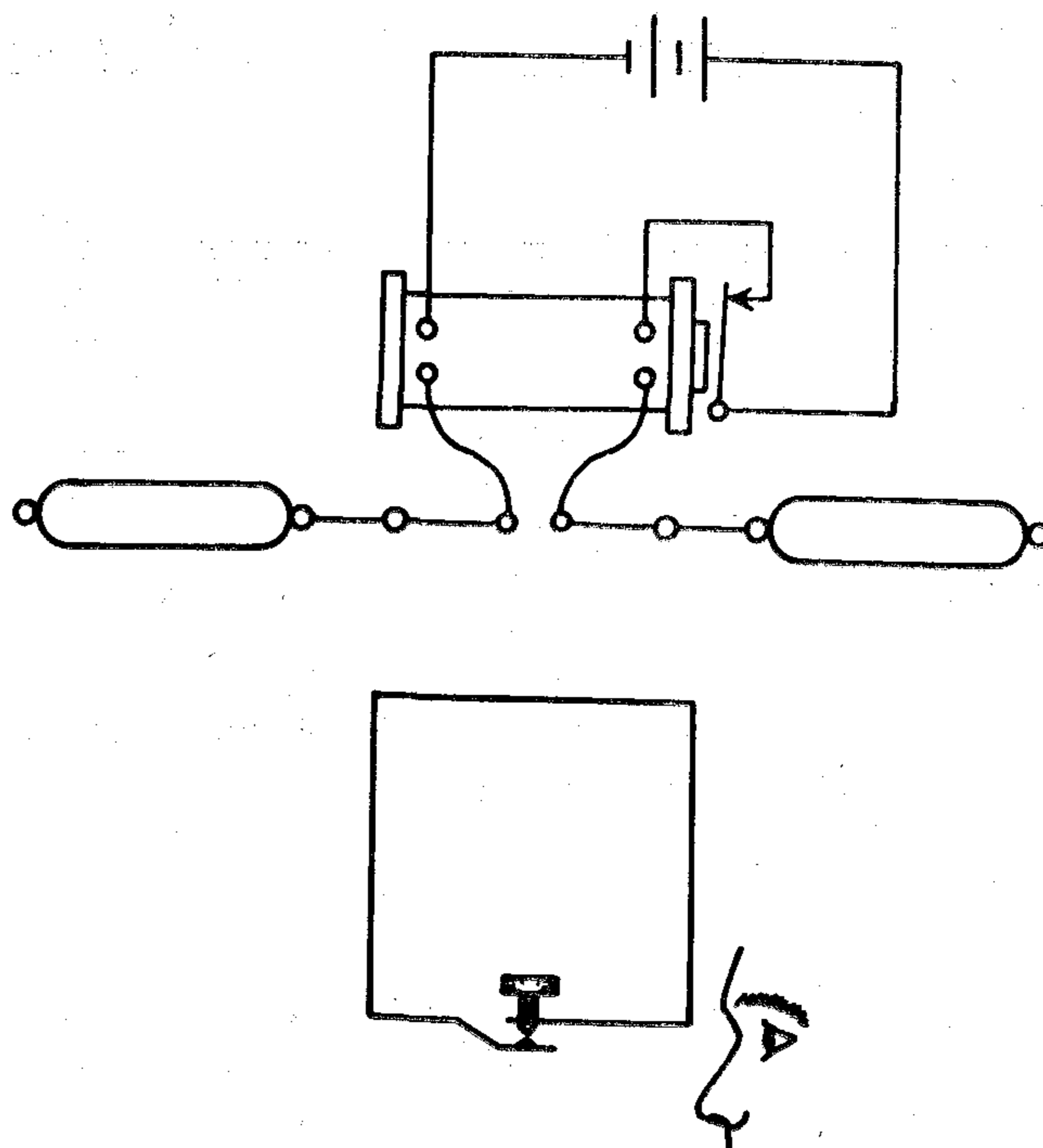
3. A hullámjelenségekkel kapcsolatos kísérletek

Hertz szemléletére erősen hatott, hogy sokat kísérletezett az ún. Knochenhauer-féle spirállal. Ez két párhuzamosan elhelyezett tekercs, vasmag nélkül, amelyben egyik tekercse szikraközben végződik, a másikra egyenfeszültséget kapcsolva, a felső tekercsen kisülés következik be.

Hertz érdeme volt a 4. ábrán bemutatott kísérleti elrendezés létrehozása. A telep energiáját egy induktor nagyfrekvenciás jelle alakítja át. A jellet egy kiegyenlített félhullámú dipol sugározza ki, melynek középpontjában szikraköz van, lényegében gyoskapcsolóként alkalmazva. A vevő egy félhullámú hangolt hurok. Vétel esetén az energia az állítható távolságú szikraközön keresztül kisül. Az adó és a vevő közötti kapcsolatot az elektromágneses hullámok hozzák létre. Hertz számítással kimutatta, hogy 36 kV-os feszültség mellett a kimenő csúcsteljesítmény 16 kW volt, a hullámhosszat ezzel az elrendezéssel 6 m-re sikerült lezorítani. Ez a hullámhossz már lehetővé tette a hullámjelenség laboratóriumi méretekben történő tanulmányozását.

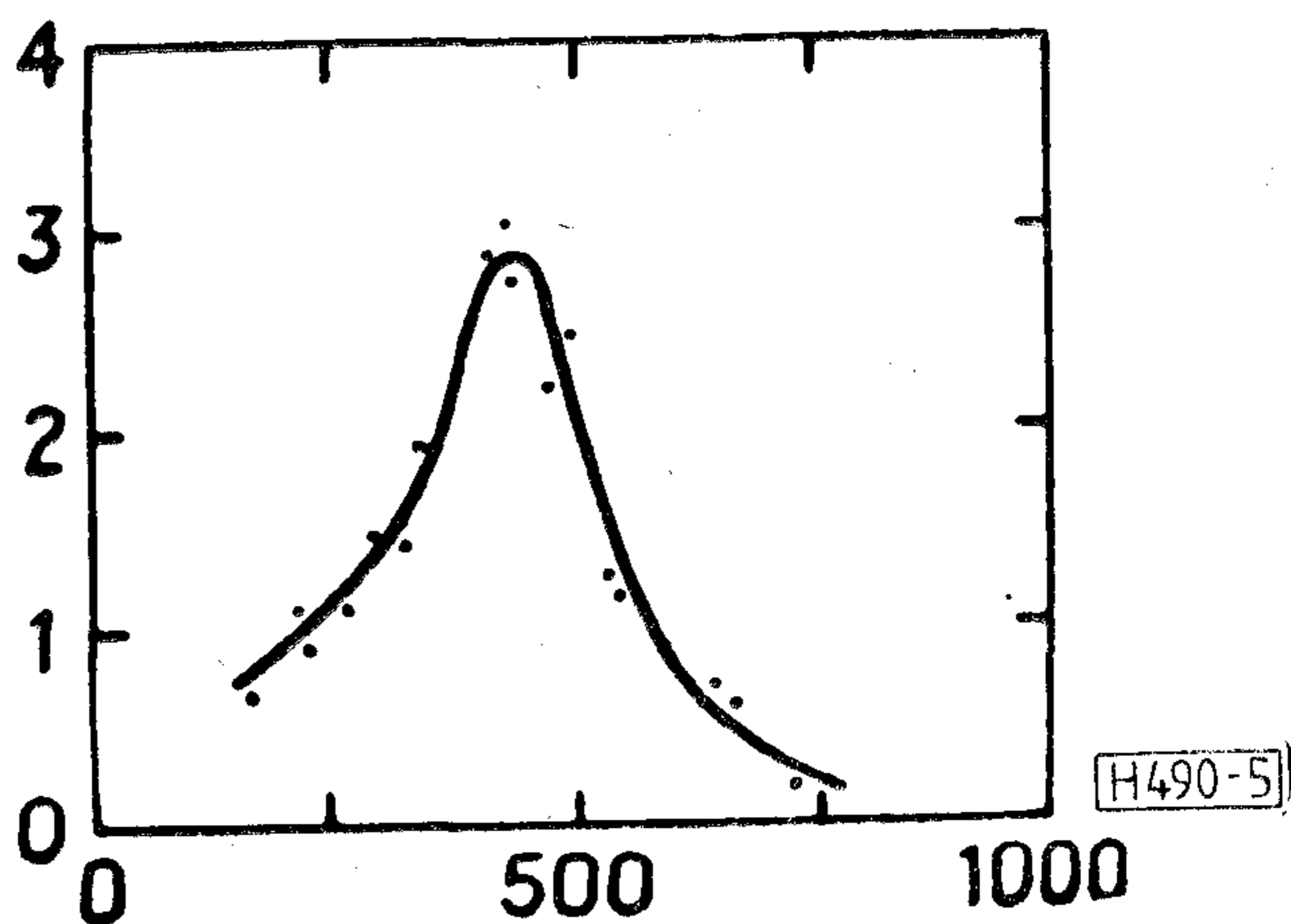
Hertz több kísérletet végzett a detektorral is. Próbál Galvani 1800-ban elvégzett kísérletéhez hasonlóan békacombot használni, de nem ért el eredményt. Ennek — mint ma már tudjuk — az az oka, hogy itt váltakozóáramot kellett volna detektálni, szemben az eredeti elrendezésben észlelt egyenáram helyett. Az adott kísérleti elrendezés lehetővé tette rezonancia kimutatását, amit elektromos hullámokra szintén Hertz végzett el elsőként.

A vevő kerületét változtatva változott az a távolság, amely a detektor szikraközében lehetett. Egy ilyen rezonanciagörbét mutat az 5. ábra. A



H490-4

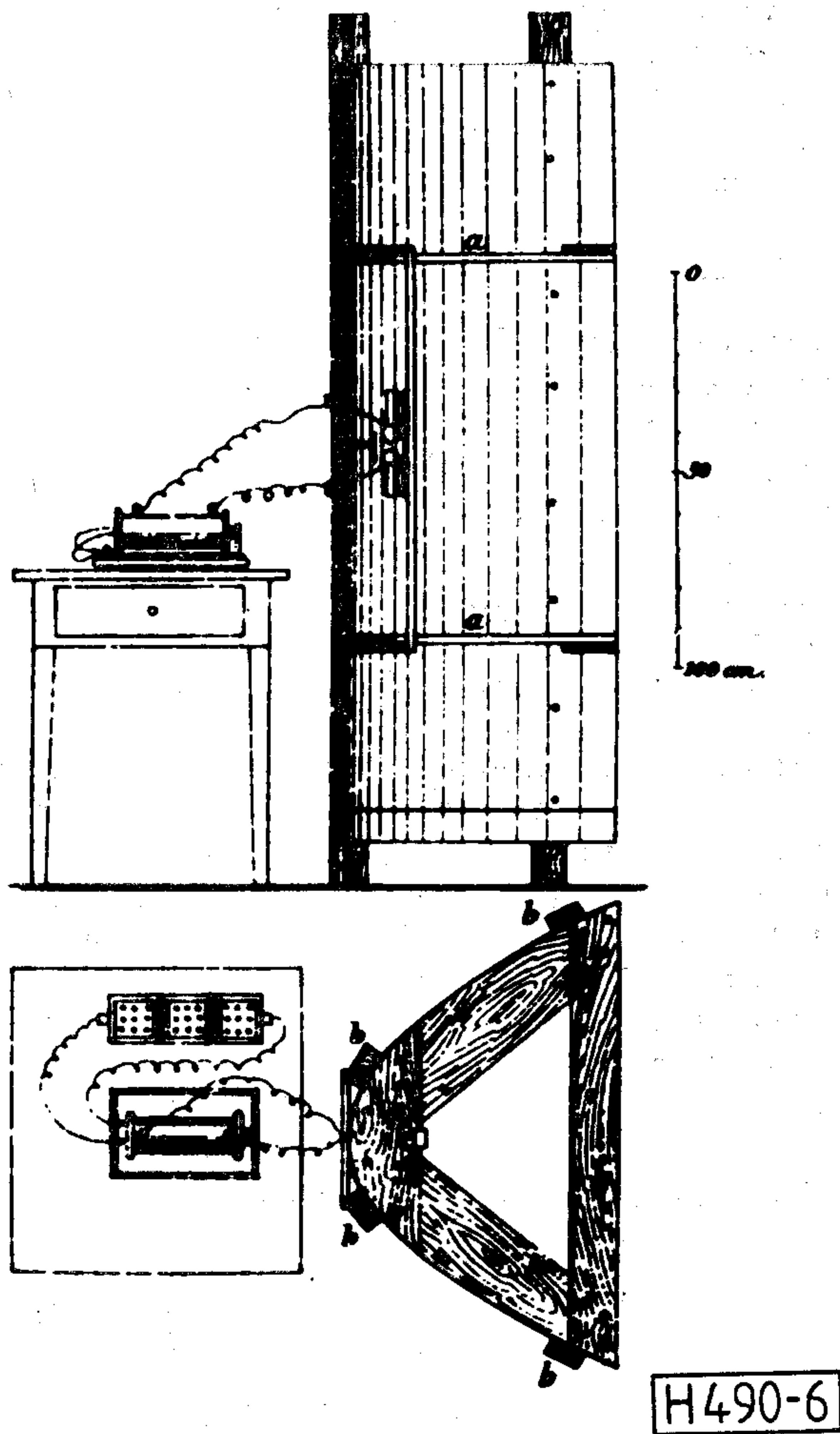
4. ábra. Hertz kísérleti elrendezése



5. ábra. Rezonancia kimutatása Hertz kísérleteiben

ban, a minimumban 0,1 mm-es résnél kapott ki-maximális szikraköz 3 mm volt a rezonanciapont-sülést. Ez feszültségarányban 1:10 arányt, azaz 20 dB-t jelent.

Hertz az elektromágneses hullámok sebességét is meghatározta. Bebizonyította ezzel egyrészt azt, hogy Maxwell elmélete ilyen szempontból is helyes, vagyis a terjedés sebessége véges mennyiség. A Hertz által meghatározott hullámhossz-frekvencia sorozat $2 \cdot 10^8$ m/sec-ként került publikálásra. Az eredmény — ugyan így is elég közel van a Maxwell által meghatározott $3 \cdot 10^8$ m/sec-os értékhez — azonban ha korrigáljuk a mérés publikálásában elkövetett számítási hibát [1] és visszszámoljuk helyesen, akkor $2,8 \cdot 10^8$ m/sec-os értéket kapunk, ami már csak 7% eltérést jelent a valós mennyiségtől.



6. ábra. Parabolikus tükör alkalmazása az elektromágneses hullámok terjedésének vizsgálatára

Ugyancsak sikerült Hertznek kimutatni a Maxwell által felvetett szkin-hatást is. Hertz ehhez ezüstözött árnyékolást használt. Azt tapasztalta, hogy 1/1000 mm vastag rétegen már áthaladtak a hullámok.

Koaxiális hullámvezetőkkel végzett kísérleteit Hertz egy 5 m hosszú és 30 cm átmérőjű vonallal végezte. A külső köpenyt nem folytonos fémből, hanem 24 tengelyirányú kifeszített rézdrótból alakította ki. Ez lehetővé tette számára, hogy méréseket végezhesen a vonal belsejében. Az elvégzett kísérletek azt mutatták, hogy a használt 6 m-es hullámoknál ez az elrendezés elegendő árnyékolást ad. A hullámvezető belsejében mozgatott tekercs segítségével sikerült állóhullámokat kimutatni, meghatározni a terjedés sebességét. Ezek a kísérletek az 1930-as években vonultak be a gyakorlati életbe a koaxiális vezetők megalkotása során.

Hertz kimutatta, hogy a módszerével keltett hullámok egyenes vonalban terjednek. Ehhez az oszcillátort parabolikus tükör gyújtóegyenesébe állította. A kísérleti elrendezést a 6. ábra mutatja. A hullámok törésére Hertz szurokból készült hasábot használt (7. ábra). Ha az elektromos hullámok a hasábon átmennek, irányuk megváltozik. A rezonátorral, mely itt kör alakú, meg lehet keresni a

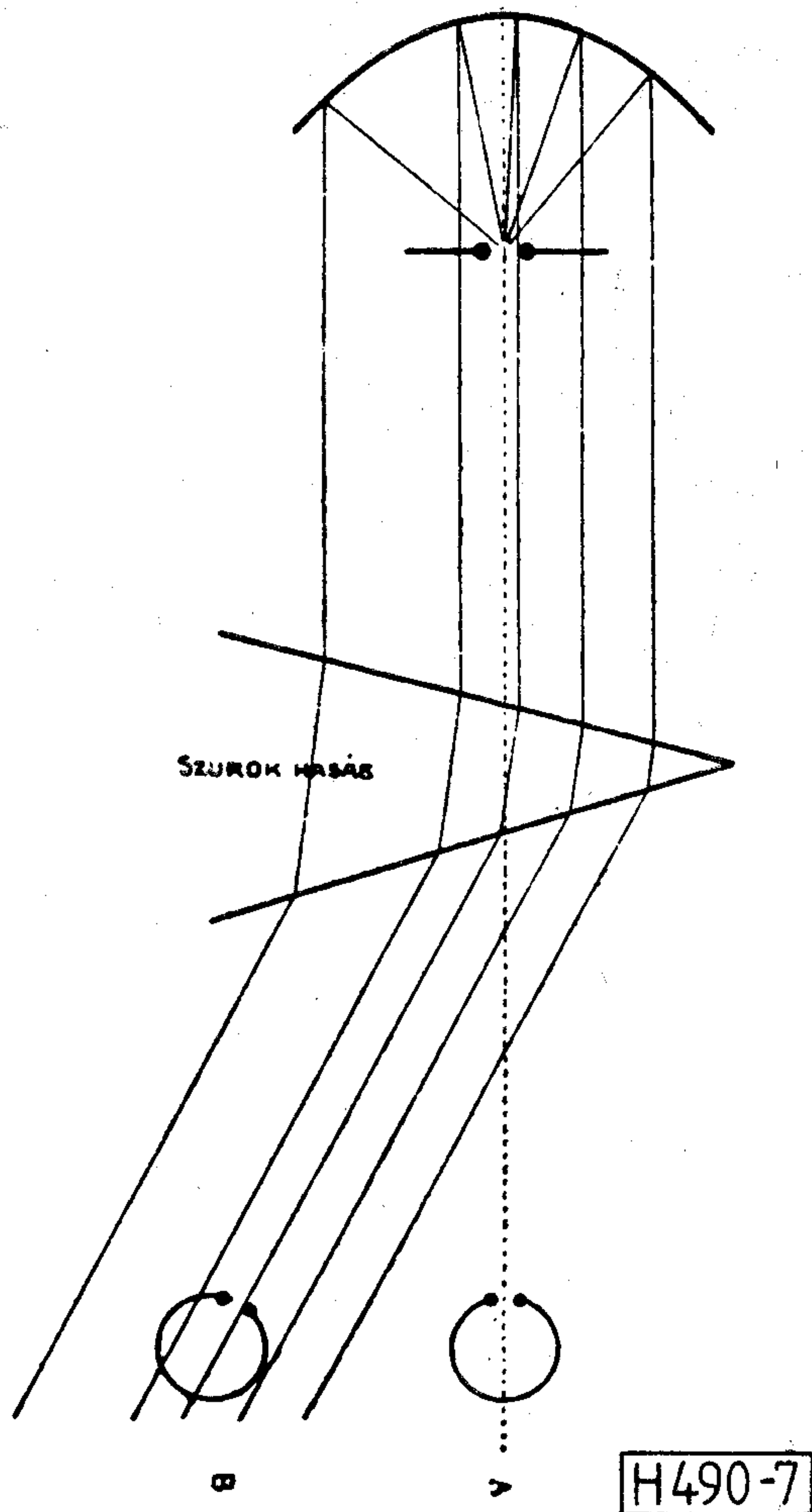
megtört hullámok irányát. (Mint érdekességet megjegyezzük, hogy szerző közreműködésével készített mikrohullámú hullámjelenségeket demonstráló készülék a 3 cm-es hullámsávban paraffinprizmát használ erre a célra.)

Hertz később az általa előállított jelek frekvenciáját már 500 MHz-re emelte.

Bár Hertz munkásságában a legismertebb részt az elektromágneses hullámokkal kapcsolatos kísérleti és elméleti munka tevékenységének hozzávetőleg csak a felét teszi ki. Ezeket a műveit az *Annalen der Physik* c. lapban publikálta 1888-ban. Ezek a művei később az „*Untersuchungen über die Ausbreitung der Elektrischen Kraft*” címmel 1892-ben könyvalakban is megjelentek. A munka jelentőségét mutatja, hogy ezt már a rákövetkező évben „*Electric Waves*” c., angolul is kiadták.

4. Egyéb munkák

Ezek életművének első kötetében lettek kiadva. Innen kiemeljük a fotoelektromos jelenség felfedezését, a szigetelőkben fellépő dielektromos polarizáció magyarázatát, a fény és az elektromos jelenségek közötti kapcsolat tisztázását. Új szempontokat felvonultató mechanikakönyvét asszisztense, Philipp Lenard (1862—1947) fejezte be.



7. ábra. Elektromos hullámok törése szurokból készített hasábbal



8. ábra. Heinrich Hertz

5. Záró megjegyzések

Hertz munkássága az akkor ún. „Tiszta tudomány” jegyében telt el. Felfedezéseit nem szabadalmaztatta, azokat igyekezett gyorsan publikálni. Munkásságának gyakorlati következményeit és gyümölcseit mások aratták le.

A Hertz-féle hullámok egyértelmű következménye a távközlés fejlődése. Egyéb tevékenységek is fontos eredményei lettek. Az ultraibolya sugárzás

és a gázkisülés kölcsönhatásaként felfedezett fotoelektromos jelenség a kvantumfizika kezdeteként értékelhető, és hozzásegítette Elstert és Gietelt ahhoz, hogy két évvel később felfedezzék a fotocellát.

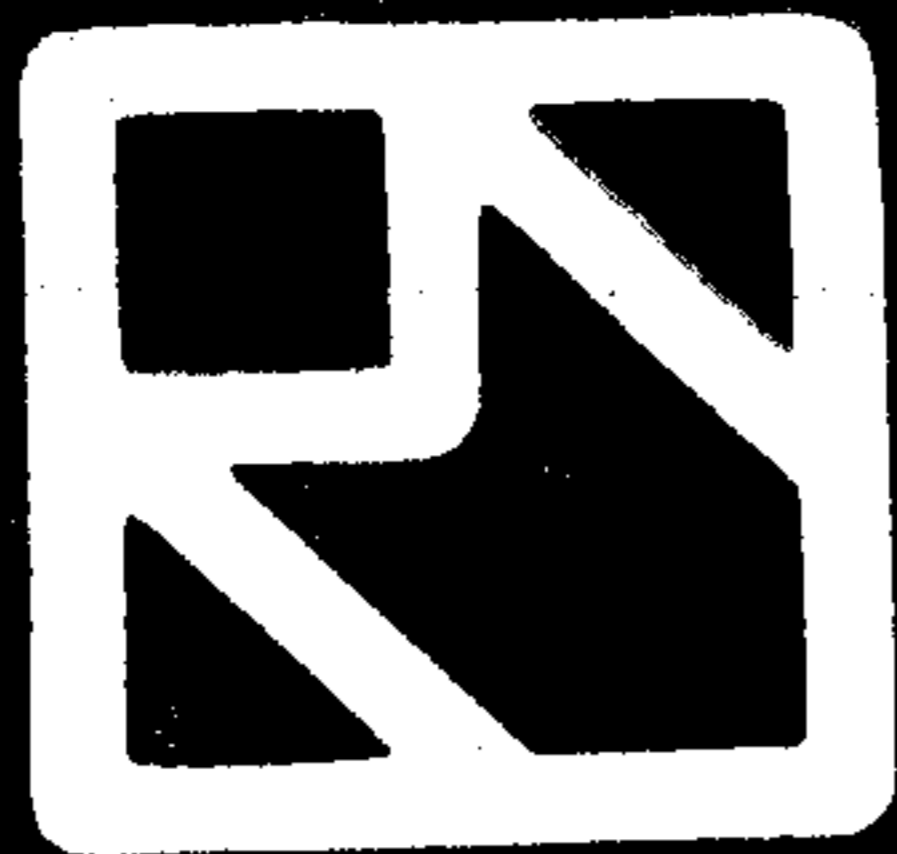
6. Néhány életrajzi adat

Heinrich Rudolf Hertz 1857-ben született. 1875-ben érettségizett. Felsőfokú mérnöki tanulmányait Drezdában, Münchenben és Berlinben végezte. Tanította őt Herman van Helmholtz (1821—1894) és Gustav Kirchoff (1824—1887). Doktori disszertációját 1880-ban mágneses térben forgó gömbindukciós jelenségeinek vizsgálatából írta. Ezután három évig dolgozott elméleti fizikusként. Itt publikálta 1884-ben első jeletősebb művét, amely elkötelezte a Maxwell-elmélet mellett. Hertz 1885. március 29-én érkezik Karlsruheba, ahol élete legfontosabb műveit alkotta. Itt már professzor, saját laboratóriummal, műhely és személyzet áll rendelkezésére. Egy kollégájának lányát, Elizabeth Dollt veszi feleségül 1886-ban. Karlsruheban 1889-ig marad, utána Bonnba megy. Itt is végez elektromágneses kísérleteket, de itt kezd el a katódsugarak fémen történő áthatolásával is foglalkozni. Itt hal meg — néhány hónappal 37. születésnapja előtt — vérmérgezésben, amelyet ma rutinszerűen gyógyítanak. Emlékének adózunk fényképének bemutatásával (8. ábra).

Dr. Mojzes Imre

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] J. B. Bryant: Heinrich Hertz — the beginning of microwaves. IEEE New York, 1988. ISBN 0—87 942—710—8.
- [2] J. S. T. Gehler's Physikalisches Wörterbuch. Band. IV. p. 397, Leipzig, 1827.
- [3] Simonyi K.: A fizika kultúrtörténete. p. 525, Gondolat, Bp., 1986.
- [4] Elektrotechnika. Szerk.: Kellner József és S. Pöschl Imre, Athenaum, Budapest, 1922.
- [5] W. Feddersen: Entladung der Leidener Flasche. Ostwald's Klassiker der Exakten Wissenschaften No 166. Leipzig, 1908.



MEV MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALAT

1325 Budapest, IV., Fóti út 56.



HASZNÁLJA

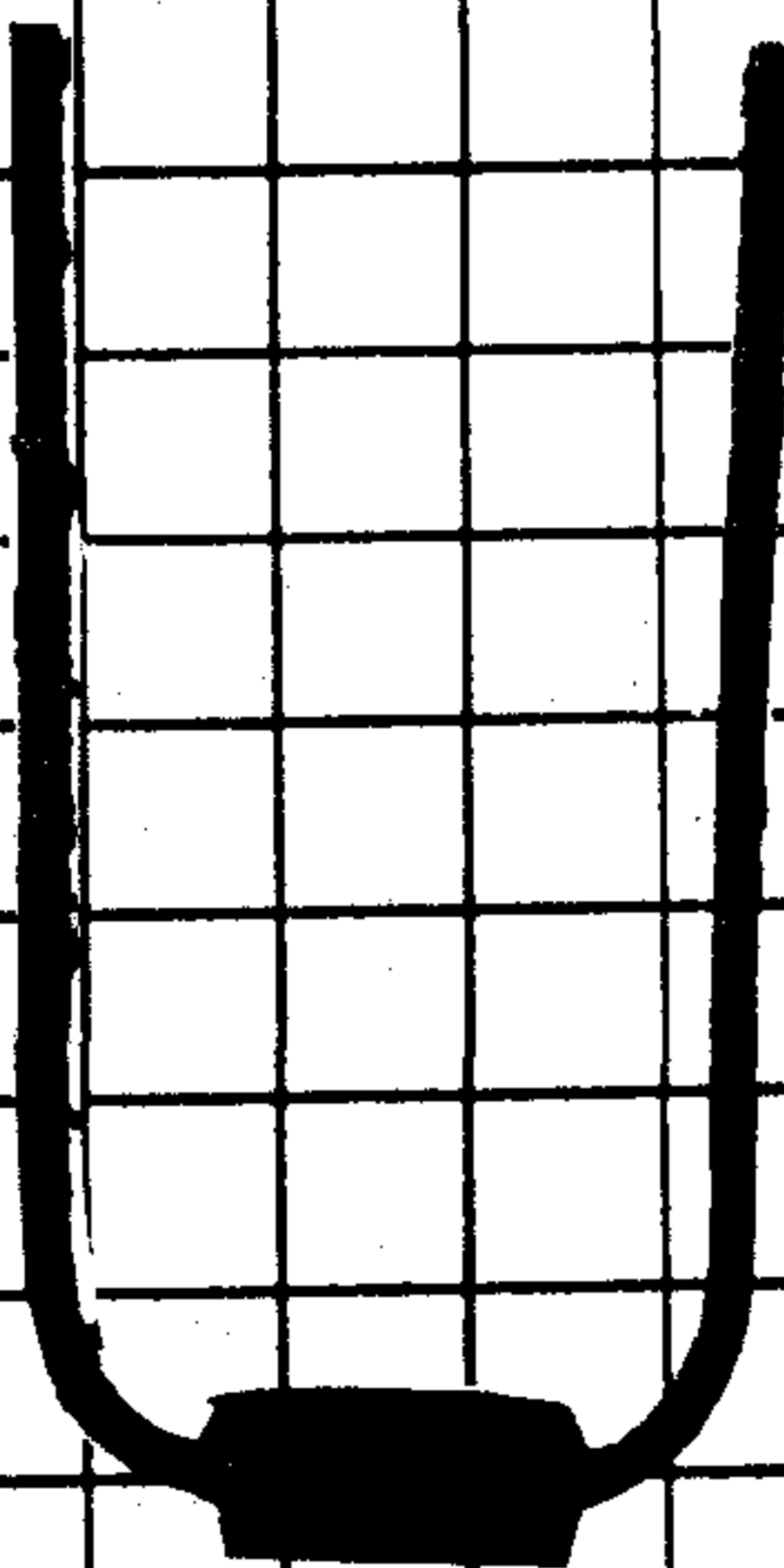
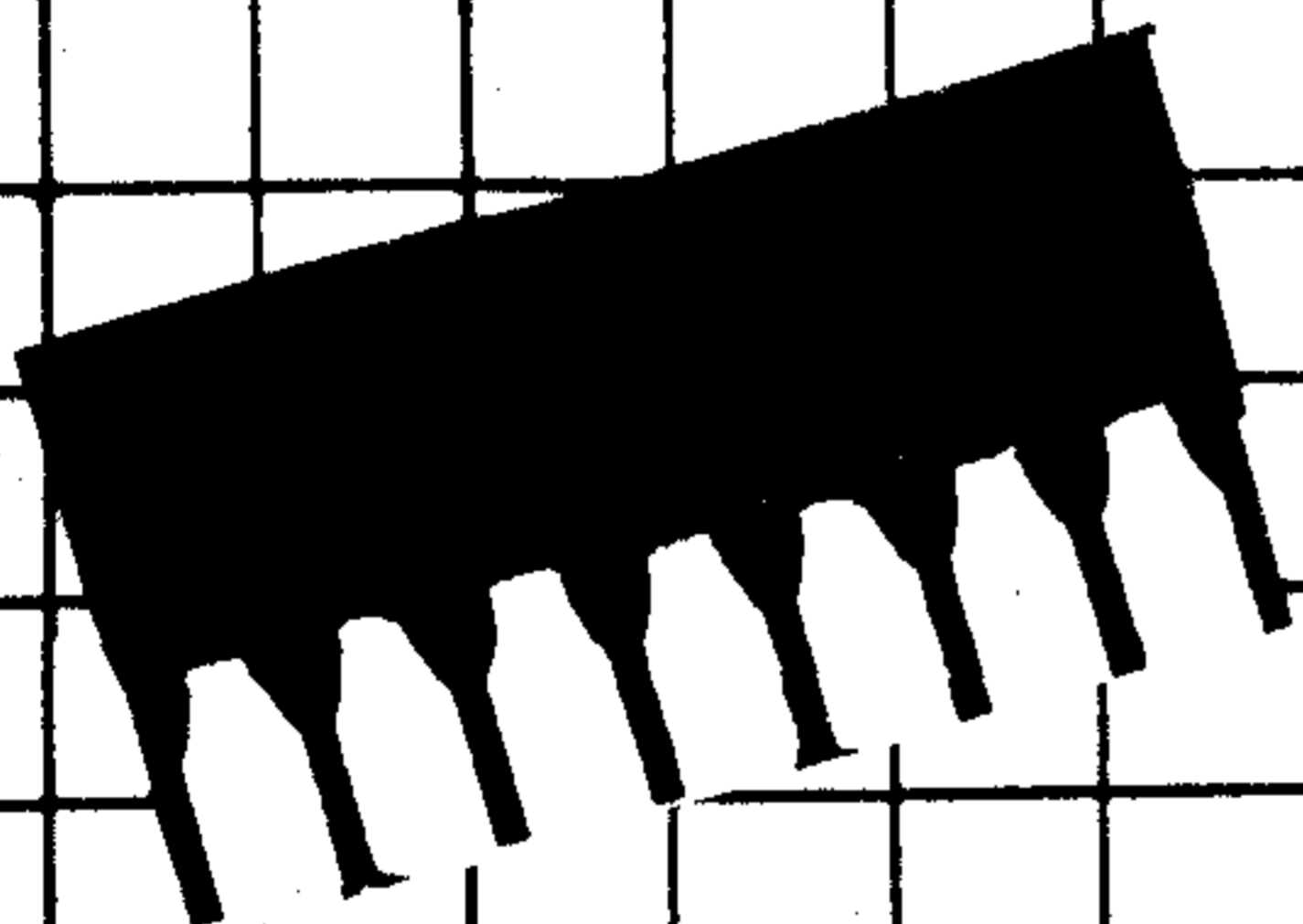
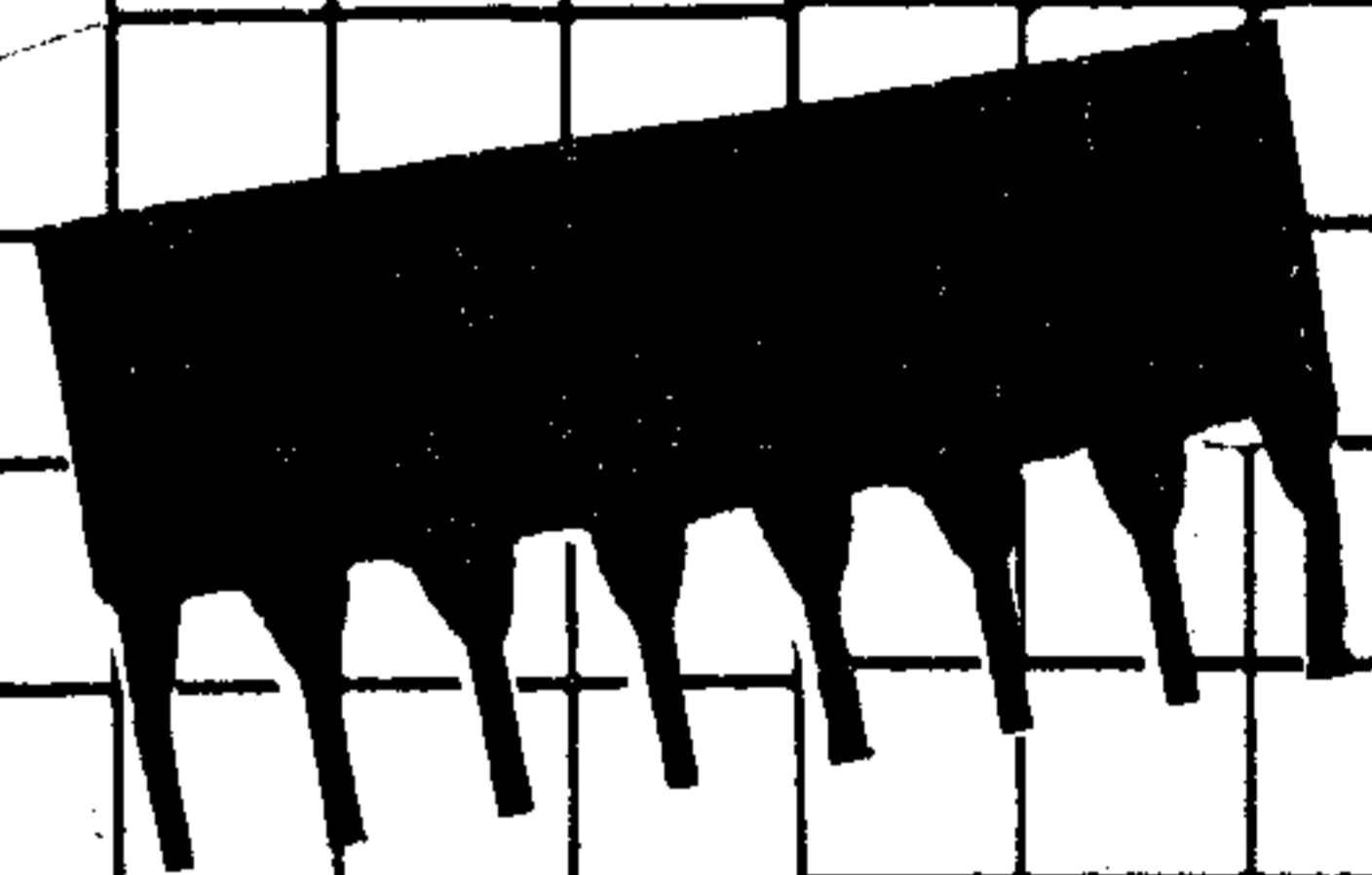
ELEMEIT

A MODERN ÉPÍTŐIPAR

VÁLLALAT

A MIKROELEKTRONIKAI

TERMÉKEIT!!!



MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

1325 Budapest, Pf. 21.



BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

A megfelelő időszakban rendelkezésre álló, MÉRÉSAUTOMATIZÁLÁSRA is alkalmas korszerű műszerek használatával időt, munkaerőt, adót, amortizációs költségeket, javítási-karbantartási költséget takarít meg.

NE FELEDJE: egy műszer haszna a mérésekből – nem pedig a tulajdonjogból ered!
NE SZAPORÍTSA KIHASZNÁLATLAN ESZKÖZEIT!

ÓRIÁSI VÁLASZTÉK: oszcilloszkópok, multiméterek, jelgenerátorok, analizátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlok, stb., stb.
ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE!

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZSZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!

FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 810-903 vagy 66-23-66/176 telefonon.
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY
Budapest XI., Szakasits Á. út 59-61. I. em. 107. szoba.
H-1502 Budapest Pf. 58



HEXT 30v

videotex terminál

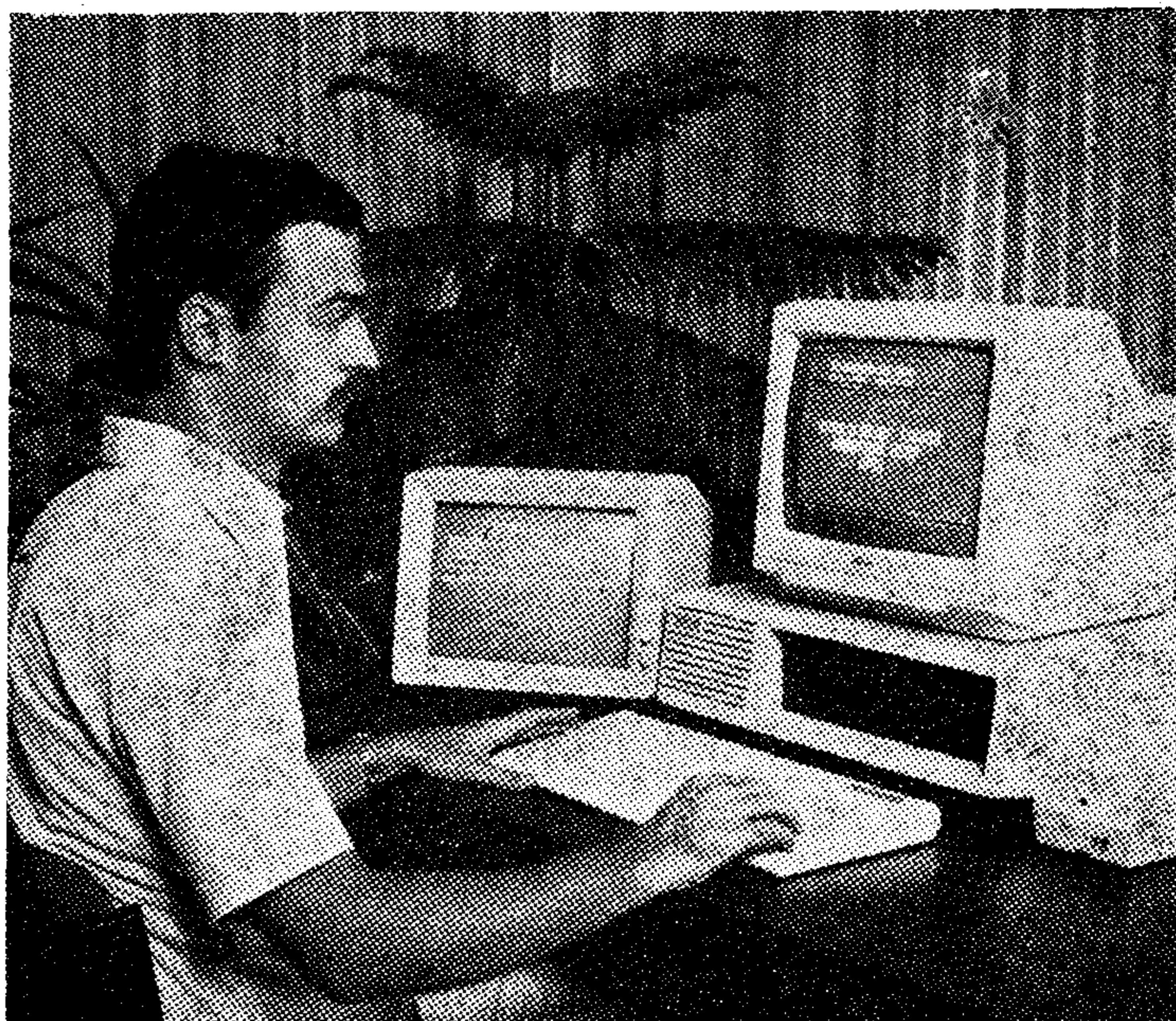
A HT 1988 végétől megkezdte a videotex terminálként is alkalmazható IBM PC/XT kompatibilis számítógépeinek forgalmazását. Az összeállítás a HEXT 30 alaptípusra épül, kiegészítve a videotex funkciók ellátásához szükséges hardver és szoftver elemekkel.

A HEXT 30v segítségével lehetőség nyílik a Magyar Posta nyilvános videotex hálózatába való bekapcsolódásra és a videotex központban, illetve más külső számítógépeken elhelyezett adatbázisokhoz való hozzáférésre.

A CEPT szabványra épülő videotex rendszerek a legkorszerűbb információ-lekérdező lehetőségek egyikének számítanak ma Európában. Az NSZK-ban több mint 70 000, Ausztriában kb. 6000 terminál működik már, a Franciaországban használt MINITEL terminálokról nem is beszélve.

A HEXT 30v megvásárlásával ehhez a nemzetközi hálózathoz való kapcsolódásra is lehetőség nyílik.

A videotex hálózatba való belépéshez a terminálon túl szükség van még egy — a Magyar Postától bérelhető — 1200/75 Baud-os MODEM-re, illetve egy SCART csatlakozós, analóg RGB bemenettel rendelkező színes tévére vagy monitorra.



A HEXT 30-as alapgép specifikációja:

- 4,77/10 MHz-es, XT kompatibilis anyakártya
- 640 KB RAM
- 32 MB-os formatált hard disk
- 360 KB-os floppy drive
- monochrome monitor
- 2 db RS 232 / 2 db CENTRONICS interface
- magyar billentyűzet
- 200 W-os tápegység

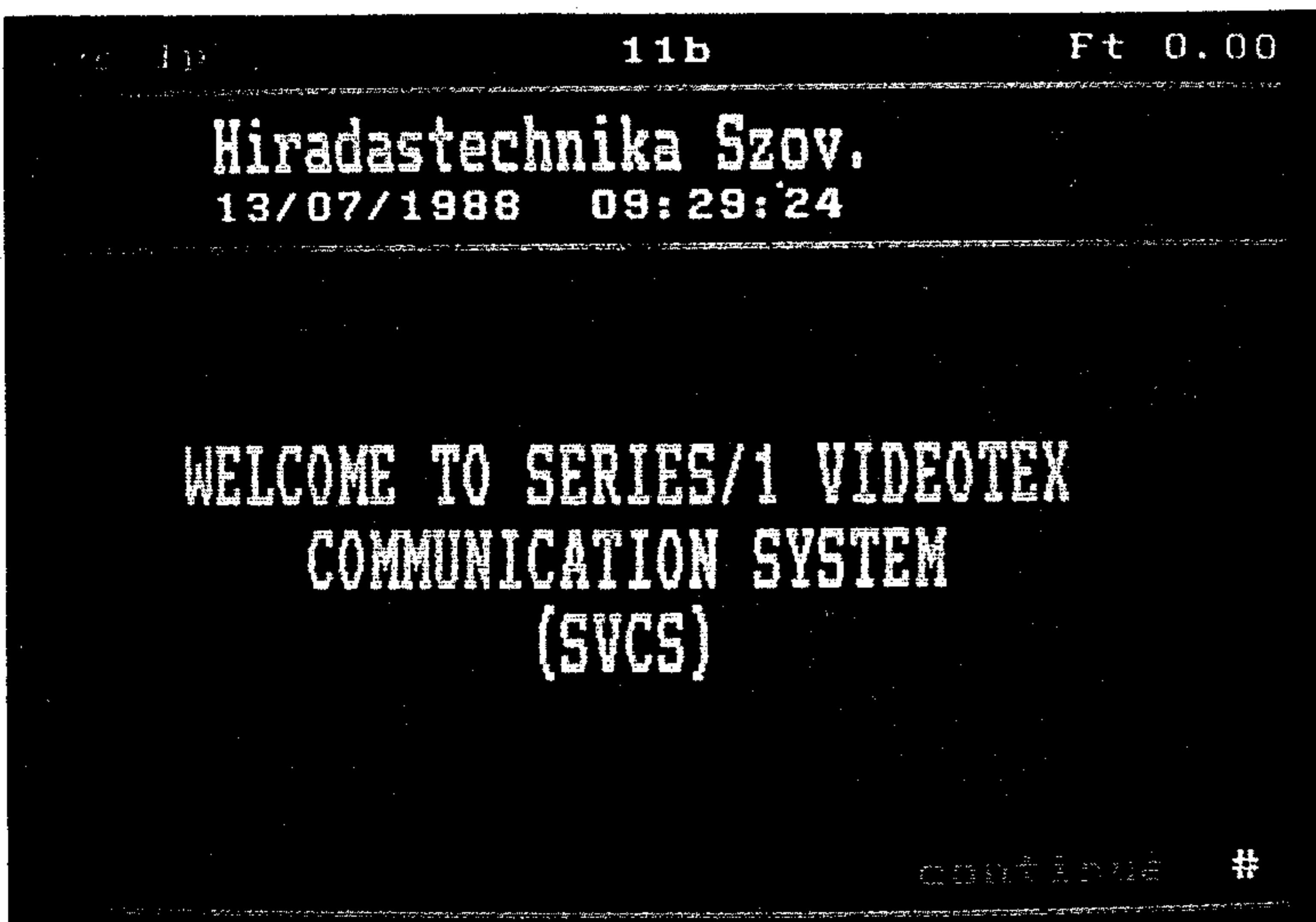
Az alapgép külön is megvásárolható

A videotex bővítés a következőket tartalmazza:

- videotex processzor kártya
- video kártya
- VTX operációs rendszer
- kézikönyv, monitor és MODEM kábelek.

FELVILÁGOSÍTÁS

kereskedelmi ügyekben:
TÓTH ENDRE, 869—522/151
műszaki kérdésekben:
ZOLTÁN FERENC, 869—522/130



Gyártja: HIRADASTECHNIKA SZÖVETKEZET • 1519 Budapest, Pf. 286. • Telex: 22—6151 htszh



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1519 BUDAPEST * PF. 268. * TEL.: 869-522 * TELEX: 22-6151

UNIVERZÁLIS VIZSGÁLÓÁBRA GENERÁTOR

Aki a műsor megkezdése előtt bekapcsolja a tv vevőkészülékét, megpillantja a Magyar Televízió monoszkópját. Mindazonáltal, hogy esztétikus látvány, számos információt hordoz, illetve számos készülékjellemző értékelhető a segítségével.

A képrajzolás geometriai hibái, az alapszínek fedési hibái, az eredetileg színtelen képrészletek elszíneződése, a színes képrészletek nem megfelelő színe, az impulzusátviteli tulajdonságok, a különböző reflexiók, az alacsonyfrekvenciás komponensek átvitele és még számos más paraméter szó szerint megjelenik a képernyőn. Bár számszerű eredményekhez igen nehézkesen lehet jutni mégis a televíziós stúdiókban és a vevőkészülék gyárakban állandóan üzemelnek az ún. monoszkóp-, vizsgálóábra-, testpattern generátorok. A siker titka: szinte egyetlen pillantással meg lehet győződni arról, hogy minden rendben működik.

A televíziózás technikai berendezései az állandó megújulás állapotában vannak, hiszen a szinte naponta bemutatkozó új alkatrészgyártási eljárások és az így készült alkatrészek mindig újabb és újabb lehetőségeket kínálnak. A mikroelektronika által nyújtott szinte hihetetlen alkatrészbőség és a számítástechnikában kifejlődött jelfeldolgozási eljárások együttese mind nagyobb teret hódít. Ma még csak az „in-door” berendezések, a tv stúdiók és a vevőkészülékek fejlődnek a digitalizálódás irányában, hiszen ma még a nagytávolságú összeköttetéseknel kritikus dolog a „csatorna kapacitás”.

A különböző nemzetközi szervezetek, az OIRT, a CCIR, szorgalmasan dolgoznak azon, hogy a digitális technika, legalábbis a fontosabb paraméterek tekintetében, egységesen alakuljon ki a világon. A megszületett ajánlások nem túl merevek (hiszen biztosítani kell a továbbfejlődés lehetőségét), de igen határozottak a berendezések közötti összeköttetések, interfészek vonatkozásában.

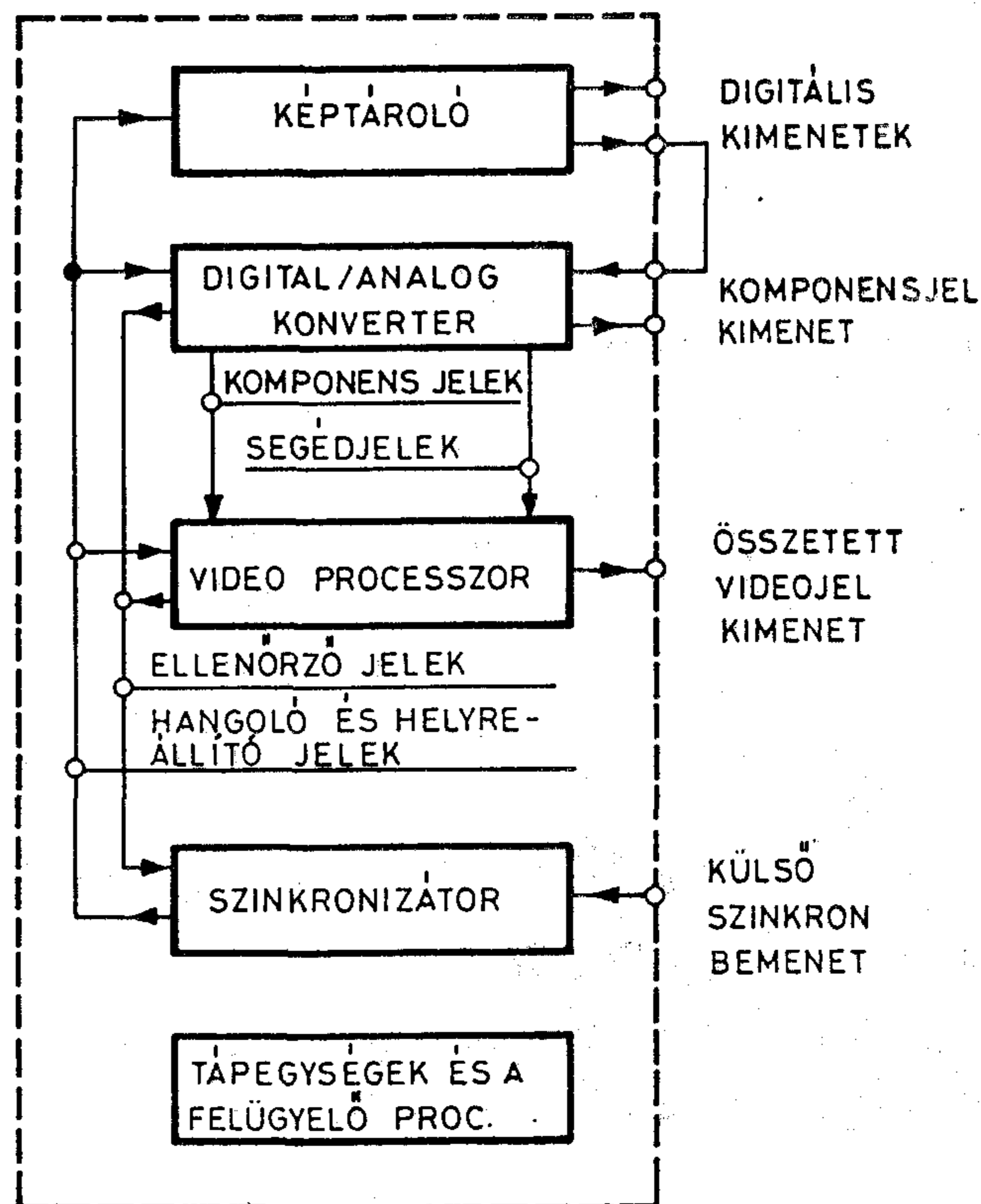
A HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET-ben létrehozott UNIVERZÁLIS VIZSGÁLÓÁBRA GENERÁTOR egy állókép jeleit állítja elő. A generátor többszörosen univerzális. Az állókép félvezető memóriában van letárolva, ezáltal (a digitális technika által biztosított felbontás keretein belül) az állókép összetétele tetszőleges lehet. Mind digitális, mind komponens-jel, mind összetett színes videojel kimenettel rendelkezik. A világ jelentősebb tv szabványainak megfelelő (NTSC, PAL, SECAM) összeállításban működhet.

A GENERÁTOR FELÉPÍTÉSE

A generátor moduláris felépítésű (1. ábra)

A műszerváz azon kívül, hogy helyet biztosít a kártyaegységek számára, tartalmazza a stabilizált tápfeszültség forrásokat és a hűtőművet. Önálló felügyelő processzorral és gyors védelemmel rendelkezik annak érdekében, hogy a tápegység hibája ne tegye tönkre a kártyaegységeket, ill. a kártyaegységek hibája ne tegye tönkre a tápegységet.

A képtároló kártyaegység lényeges eleme az az 1,5 MByte EPROM csoport, melybe a megrendelt vizsgálóábra van letárolva. Az egység önálló órajel generátorral rendelkezik, melynek a frekvenciája a kívülről való szinkronizálhatóság érdekében szabályozható.



1. ábra. A generátor tömbvázlata.

A digitál-analóg konverter kártyaegység a digitális tv jelből analóg világosság és színkülönbségi jeleket állít elő. A három D/A konverteren kívül tartalmazza azokat az aluláteresztő szűrőket, melyek a megfelelő jel tisztaságot biztosítják. A videoprocesszor kártyaegység lényegében egy kóder, amely a kért szabvány szerinti színes összetett tv jelet szolgáltatja. Kiegészítésként tartalmazza azokat a kiegészítő áramköröket, melyek a színsegédvívjel és a tv sor ill. képfrekvencia között szükséges frekvenciaviszonyt biztosítják.

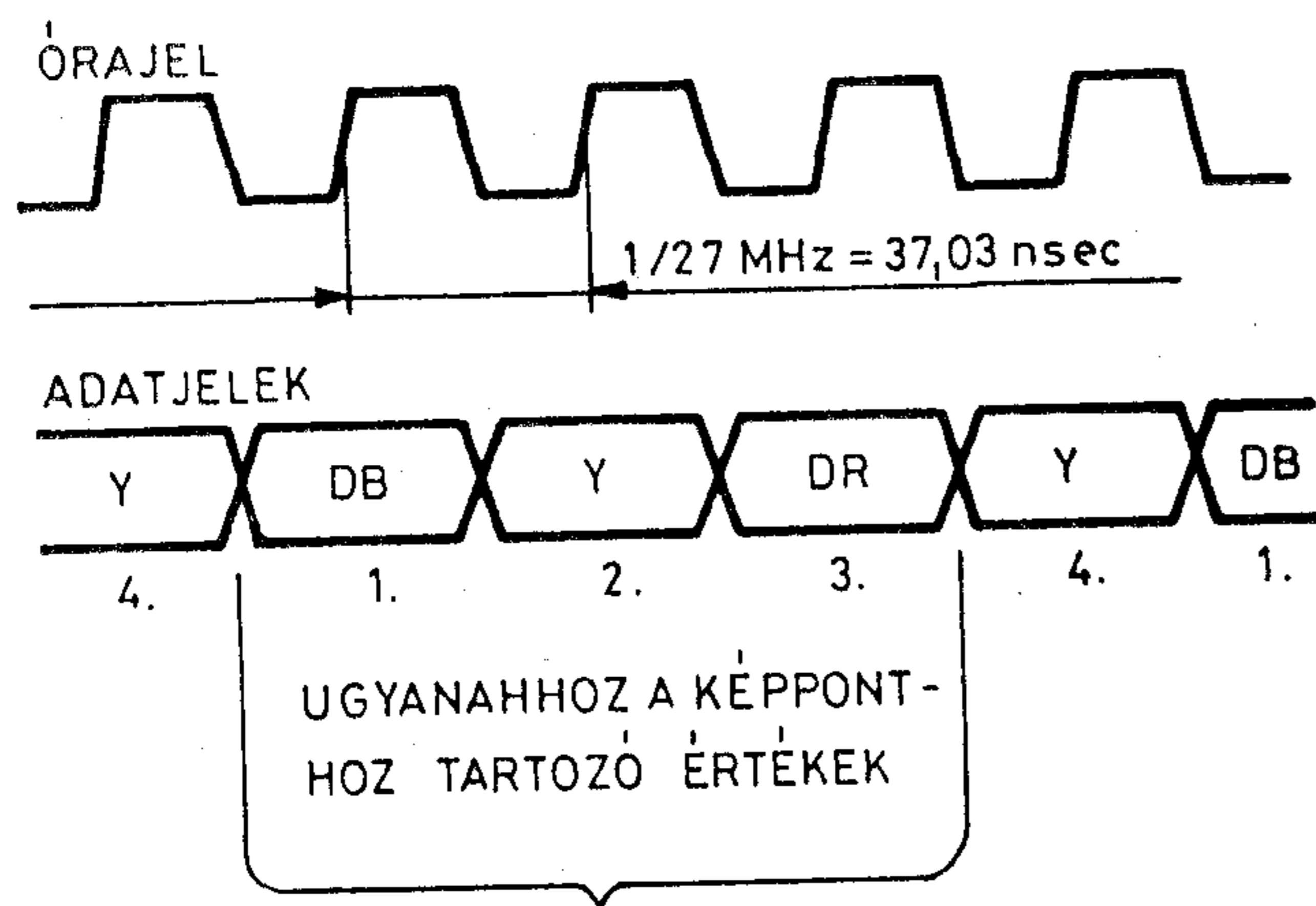
A szinkronizátor kártyaegységre akkor lehet szükség, ha a generátor jelét egy külső videojellel kell szinkronba állítani. Az egység mind a sor- és képfrekvenciás, mind a színsegédvív-frekvenciás összehasonlító áramköröket és szabályozójel forrásokat tartalmazza.

A KÉPTÁROLÓ KÁRTYAEGYSÉG

Bevezetőként talán nem érdektelen összefoglalni a tv jel digitalizálásával kapcsolatos ajánlásokból a fontosabb idevonatkozó paramétereket.

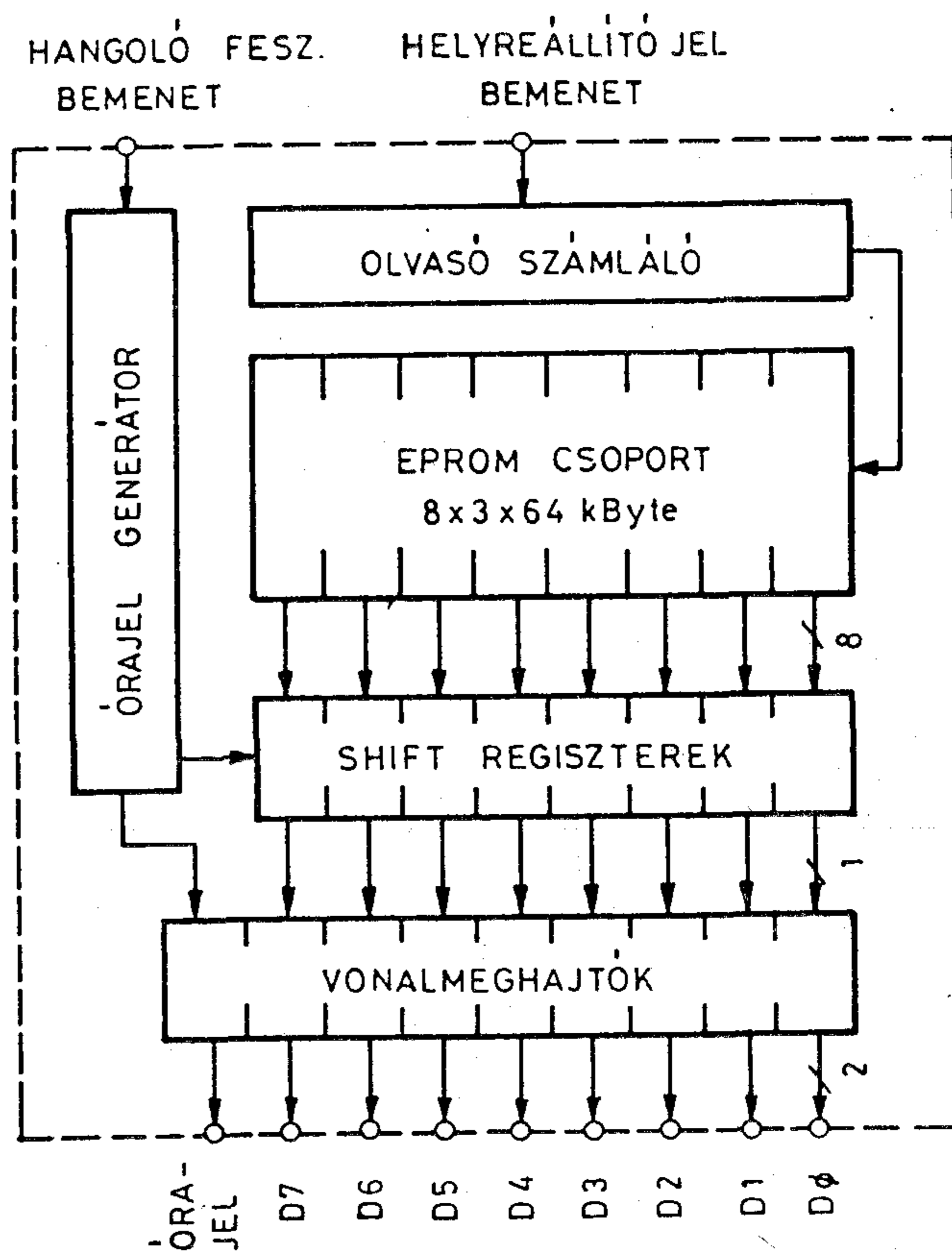
Az élőképből való mintavételezés ortogonális rendszerben történik. A világosságjelből való mintavételezés frekvenciája 13,5 MHz, a színkülönbségi jelekből pedig 6,75 MHz. Minden második világossági értékhez tartozik egy színkülönbségi értékpár. A felbontás 8 bites. A világosságjel dinamikatartományában a 16 értékhez tartozik a feketeszt, a 235 értékhez pedig a fehérszt. A színkülönbségi jelek dinamikatartományában a 128 érték a szintelen szint és a jelek a 16...230 szinthatárok között mozoghatnak. A 0 és 255 értékek jelzés átvitelre szolgálnak, a megmaradó védősávok a határolók működtetésére vannak fenntartva. Az interfészen való jelátvitel multiplexált formában 4 Byte-os csoportokban történik. Az adatsebesség 27 MByte/sec. (2. ábra).

A szinkronizáció olyan 4 Byte-os csoportokon keresztül történik, melyben az első 3 Byte értéke 255-0-0, a 4. Byte 3 bitje jelzi, hogy most kezdődik vagy most végződik az aktív soridő, hogy most a kép visszafutás ideje van-e, hogy most az első vagy a második félkép fut-e. A megmaradó védőbit hibajavítást ill. felismerést tesznek lehetővé. A sor és a képköltési idő alatt más jellegű adatokat is át lehet vinni, ez esetben a 4 Byte-os csoport 3 bevezető Byte-ja 0-255-255. Az adatátvitel 110 Ohm hullámellenállású szimmetrikus vonalakon történik, ECL jelszintekkel.



2. ábra. Az órajel és az adatjelek időzítése az interfészen.

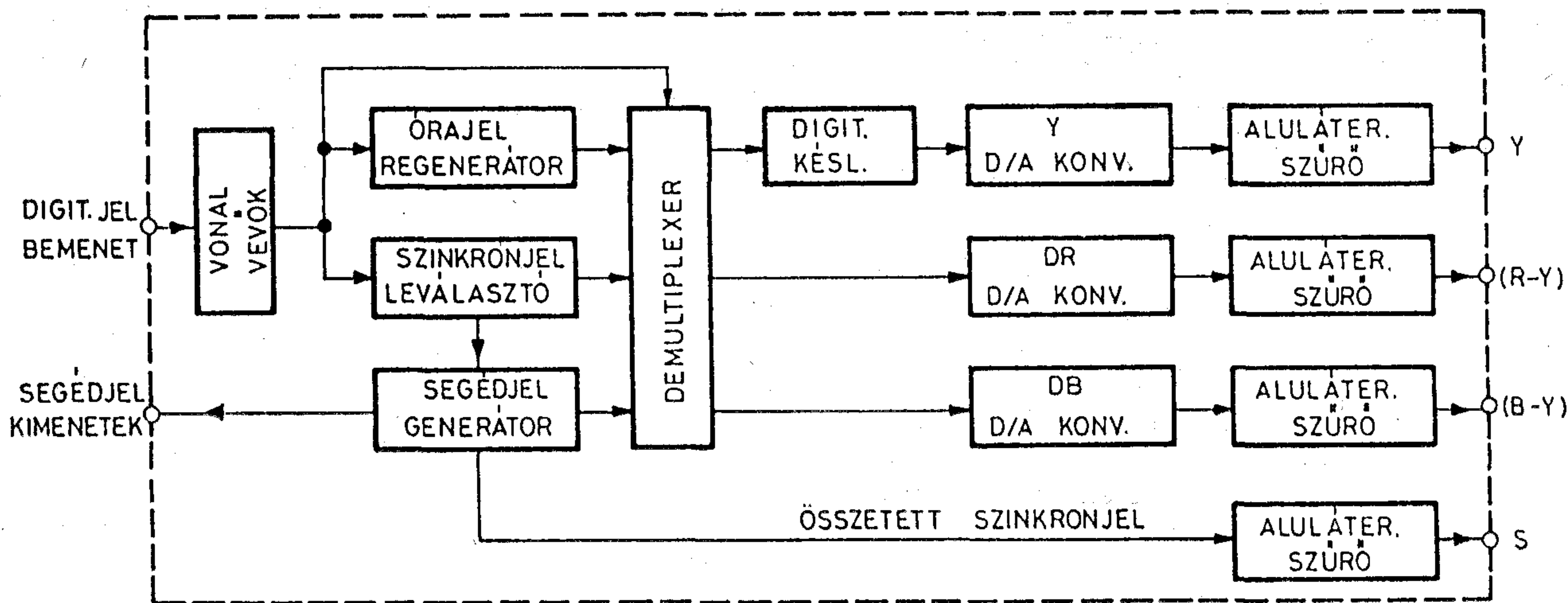
A 8 bit érpár mellett egy szinkron órajelet is kell vezetni. Visszatérve, a képtároló tömbvázlata látható a 3. ábrán. Az olvasó számláló által címzett adatok egy párhuzamos bemenetű, soros kimenetű shift-regiszter után jutnak az ECL vonalmeghajtókra. Minden egyes kimenő bithez tartozik egy shift-regiszter és egy 3 x 64 kByte-os memóriacsoport. A shift-regiszterek alkalmazása következtében a kimeneti 27 MByte/sec-os adatsebesség eléréséhez a memóriát 3,375 MByte/sec-os sebességgel kell olvasni, a memóriák maximális hozzáférési ideje tehát kb. 250 nsec lehet. Az órajel generátor kristályvezérlésű és egy kapacitásdióda segítségével kismértékben elhangolható. Az olvasó számláló egyetlen impulzussal alaphelyzetbe állítható, ami megfelel az első félkép kezdetének. A memóriák olvasása a kioltási idők alatt sem szünetel annak érdekében, hogy ezidő alatt lehetőség legyen különböző kiegészítő információk adására (a képidőnél nem hosszabb periódusidejű kísérőhang, forrásazonosító adatcsomag). Az egység két egyenrangú, szabványos interfész kimenettel rendelkezik.



3. ábra. A képtároló tömbvázlata.

A DIGITÁL-ANALÓG KONVERTER KÁRTYAEGYSÉG

Az egység tömbvázlata a 4. ábrán látható. A digitális tv jel feldolgozásakor az első fontos tennivaló az órajel regenerálása. Igaz, hogy az egység az interfészen keresztül kap órajelet, de az innen detektált órajel a forrás hibája vagy különböző áthallások következtében jitteres lehet. A jitter, ami nem más mint az egymást követő óraimpulzusok periódusidejének véletlenszerű ingadozása, igen súlyos hibát



4. ábra. A konverter egység tömbvázlata.

okozhat a konvertáláskor. Ugyanis a D/A konverter kimenetén kapott kvantált jelben az egyes lépcsőszintek energiataralma nem csak a lépcsőszint magasságától, hanem a szinten tartózkodás idejétől is függ. Ha tehát a konverter bemenetén nem egyenlő időközönként vált a digitális jel, akkor az interpoláló szűrő kimenetén nem csak a digitális számértékektől fog függeni az analógjel időbeli lefutása. Ez a zavar, természeténél fogva, az átmeneteknél, de különösen a folytonosan változó jeleknél okozhat jelentős torzulást.

Az órajel generátor egy olyan kristályvezérelt oszcillátorból áll, amely egy lassú működésű PLL segítségével szinkronban működik a kapott órajel átlagával. A digitális szinkronjel leválasztó a 255-0-0 adatsorozat utáni 4. byte bitjeit értékeli és kiinduló jelekként 4-es csoport azonosító jelet, valamint az analóg tv jelszabványoknak még nem megfelelő sorkioltó, képkioztó és félképzonosító jeleket szolgáltat a segédjel generátor számára. A demultiplexer a 4-es csoportokból különválasztja a világosság és a színkülönbségi adatokat, melyek a D/A konverterek bemenetére kerülnek. A konverterek kimenetén kapott kvantált jelek egy-egy aluláteresztő interpoláló szűrő után válnak folytonos analóg jellé.

A primer képet pillanatnyi mintavételezéssel kell digitalizálni, tehát a digitális jel folyam hűen hordozza a primer kép spektrumát. Visszaalakításkor, ahhoz, hogy a D/A konverter kimenetén kapott analóg jel lehető nagy energiájú legyen, véges idejű mintaértékeket kell szolgáltatni (a mintavételezés ütemidejének megfelelő időtartamúakat). A következmény az, hogy a jel spektruma eltorzul, a D/A átalakítás „frekvenciamenete” $(\sin x)/x$ alakú lesz. A hibát korrigálni kell. A korrektorok az aluláteresztő szűrőkbe vannak beépítve, melyek a szűrőn és a fáziskorrektoron kívül egy amplitúdó-korrektort is tartalmaznak.

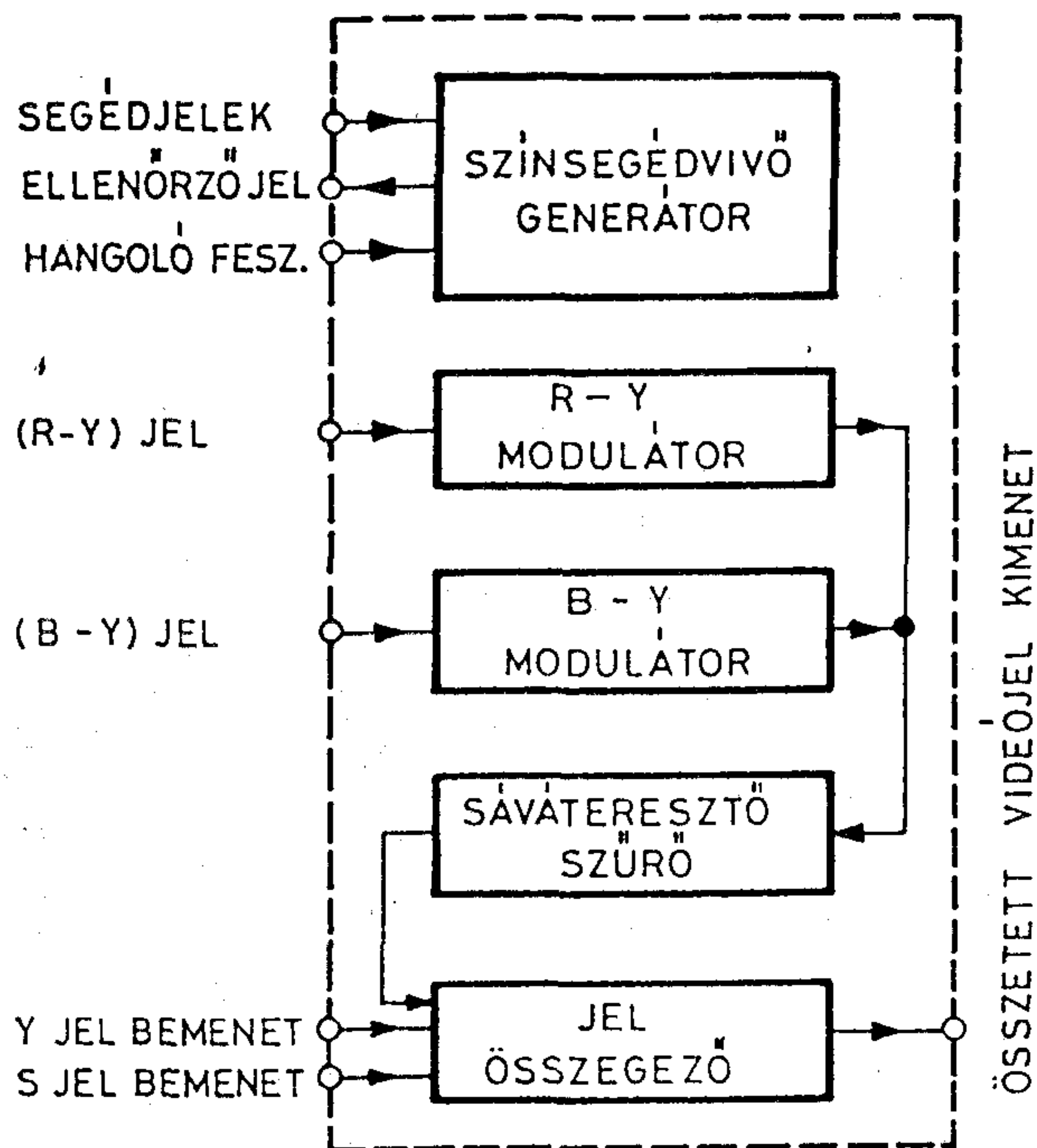
A világosság csatorna sáv szélessége duplája a színkülönbségi jelekének, emiatt a világosság-jel szűrőjén éppen feleannyi idő alatt fut át a jel, mint a színkülönbségi jelek szűrőjén. A futásidő különbség kiegyenlítéséről a világosság csatornába beépített digitális késleltető gondoskodik, tehát a szűrők kimenetein az egyes komponens-jelek együttállnak.

A segédjel generátor számos órajelet, ütemezőjelet ad az egység áramköreinek, ezenkívül más egységek számára is

szolgáltat alapjeleket (ellenőrzőjel a külső szinkronizációhoz, burst kapujel, SECAM ident jel, összetett szinkronjel, ablakjel a keveréshez stb).

A VIDEO PROCESSZOR KÁRTYAEGYSÉG

A hangzatos név mögött egy kóder család húzódik meg. Példaként az 5. ábra a PAL változat tömbvázlatát mutatja. A színsegédvívó generátornak kétféle üzemmódja van. Önállóan működve a színsegédvívó frekvenciáját a konverter egységtől kapott sorfrekvenciás és képfrekvenciás jelek határozzák meg, a PAL előírásoknak megfelelően. A kívülről szinkronizált üzemben a szinkronizátor egységhez küldött ellenőrzőjel és külső színsegédvívójel (burst-jel) alapján a szinkronizátor egy szabályozó jelet állít elő a színsegédvívó frekvenciás oszcillátor számára. A fáziskülönbség kiegyenlíthetőségéről a szinkronizátor egységben elhelyezett 360°-os fázistoló gondoskodik.



5. ábra. A PAL kóder tömbvázlata.

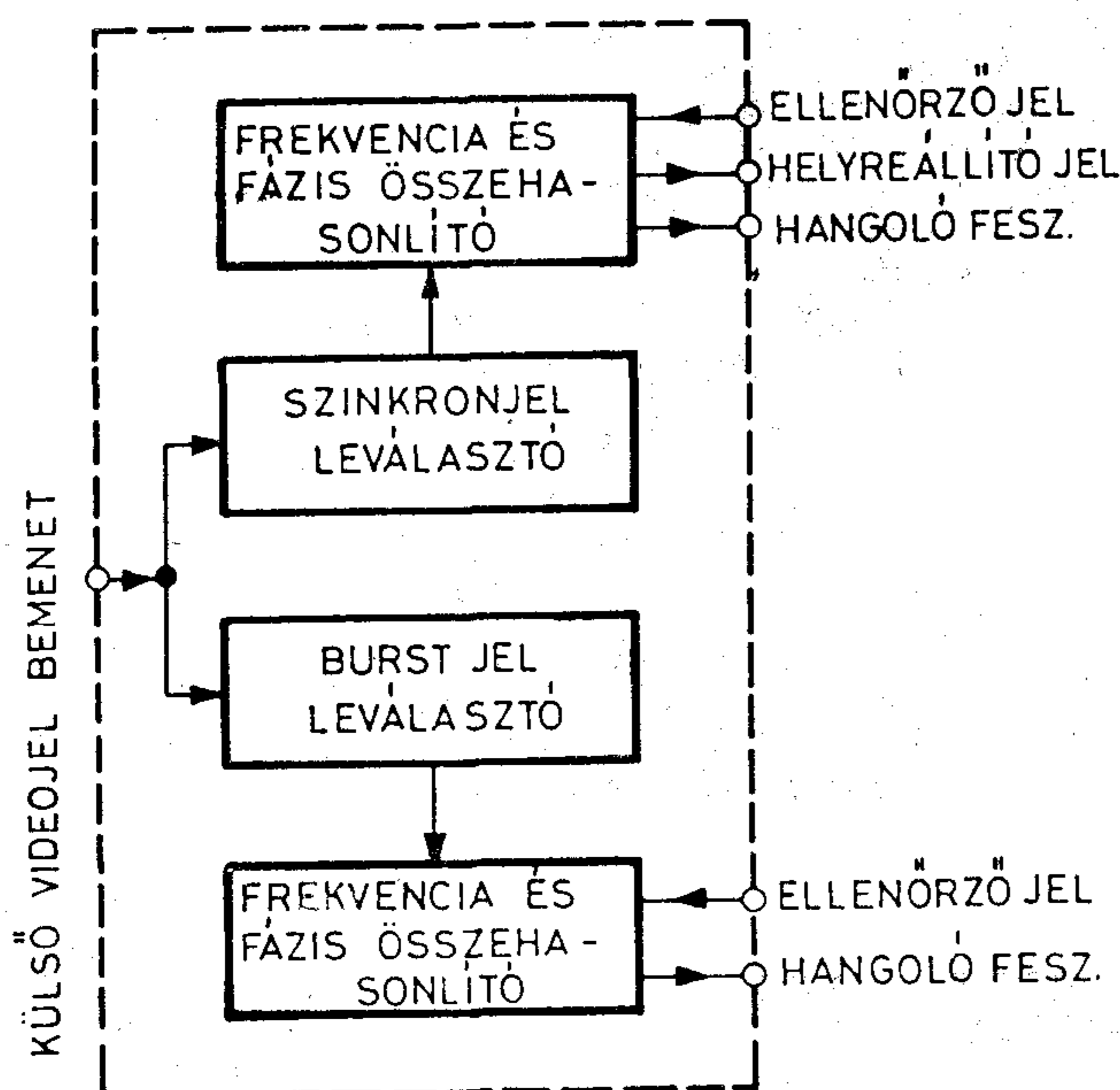
A színsegédvívó kvadratura modulációját a hagyományos módszerekkel, egy analóg szorzó pár hozza létre. A szorzót egy sáváteresztő szűrő követi, amely eltávolítja a modulációs melléktermékeket. A szűrő tovább növeli a színsegédvívó csatornában jelentkező futásidő többletet, ezt szintén a konverter egység digitális késleltetőjével lehet kiegyenlíteni.

Az egység kimenetén egy jelösszegező állítja össze a videojelet, nevezetesen a világosságjelből, a modulált színsegédvívóból és az összetett szinkronjelből.

A SZINKRONIZÁTOR KÁRTYAEGYSÉG

Feladatköre az eddigiek során már jórészt tisztázódott. Tömbvázlata a 6. ábrán látható.

Több jelforrás együttműködése esetén nemcsak arra van szükség, hogy a jelforrások szinkronban működjenek, hanem arra is, hogy a jelek bizonyos előretartással induljanak a generátoroktól. Mindez acélból kell, hogy a jelek egy



6. ábra. A szinkronizátor tömbvázlata.

központi helyre, pl. egy kapcsoló mátrixra, azonos fázisban érkezzenek. Az előretartás néhány μsec értékű lehet. A következmény az, hogy a szinkronizátor bemenőjele feldolgozásához szükséges segédjelek nem lehetnek helyi jelek, ezeknek a bemenőjelhez kell kötődni.

A bemenőjelből előállított sor és képfrekvenciás, valamint színsegédvívó-frekvenciás referenciajelek egy-egy összehasonlító áramkörbe kerülnek. Az összehasonlító áramkör először megvizsgálja, hogy a szinkronizáció létre jöhet-e. Ha igen, akkor kiadja a frekvenciaszabályozó és helyreállítójeleket a képmemória és a videoprocesszor egységek számára.

A KÉPTARTALOM ELŐÁLLÍTÁSA

A szóbjöhető vizsgálóábrák jórésze egyszerű geometriai alakzatokból (vonalak, négyszögek, körök) és ismert jel-szintekből (szürke skála, alap- és keverékszín) összeállítható. Következésképpen a képmemória tartalma viszonylag egyszerű generátorprogrammal kiszámítható.

A munkára való felkészülés során olyan súlyfüggvény és átmenetifüggvény formákat kell keresni, melyek egyik oldalról teljesítik az analóg jellel kapcsolatos elvárásokat (felfutási idő, impulzus idő, lyuk a spektrumban a színsegédvívó környékén), másik oldalról a spektrumuk nem nyúlik túl a sávhatáron. Ezekből az elemi jelekből a kép jórésze már összerakható. A megmaradó folytonosan változó jelek (fűrészel, parabola jel, multiburst jel) adatcsomagját egyszerű generátorfüggvényekkel ki lehet számítani.

Nagyobb problémát jelent az előállított adattömeg kezelése. A 625 soros tv rendszerben a generátor 40 msec periódusidővel, 27 MByte/sec sebességgel szolgáltat adatokat, az adattömb tehát 1,08 MByte méretű. Egy cél EPROM programozó készült ehhez a készülékhez, egy teljes kép beégetése így is kb. 15 percig tart.

A továbbfejlődés irányát az EPROM közbenső adathordozóról a floppy-disk-re való áttérés jelenti. A generátor által szolgáltatott vizsgálóábra ezúton néhány perc idő alatt lecserélhető lenne, és a személyi számítógépek képdigitalizálási és grafikai teljesítőképessége sem maradna kihasználatlanul.

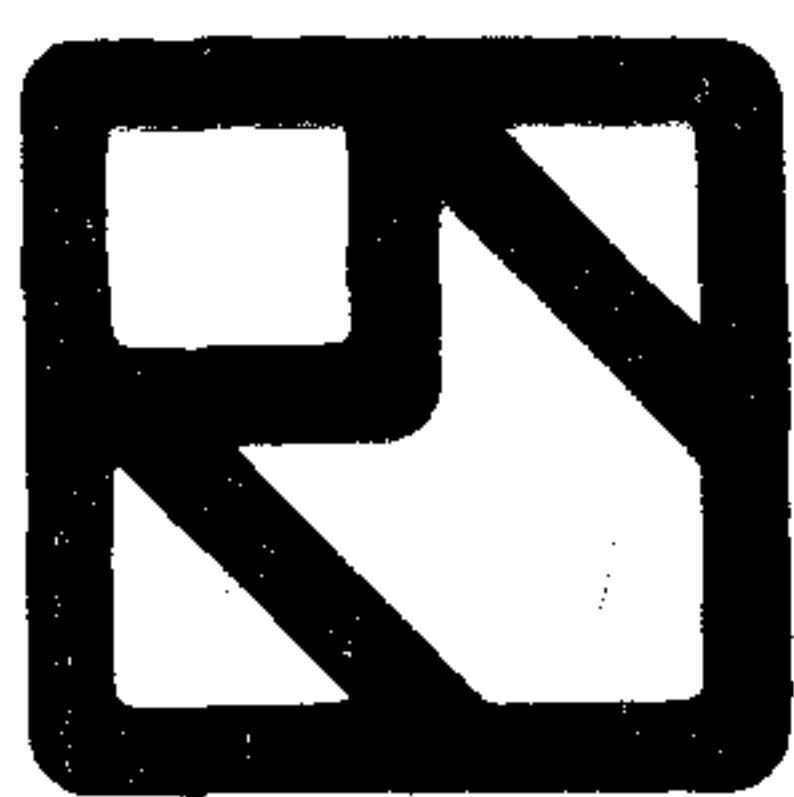
A berendezés sorozatgyártása 1989-ben indul.

Somodi József

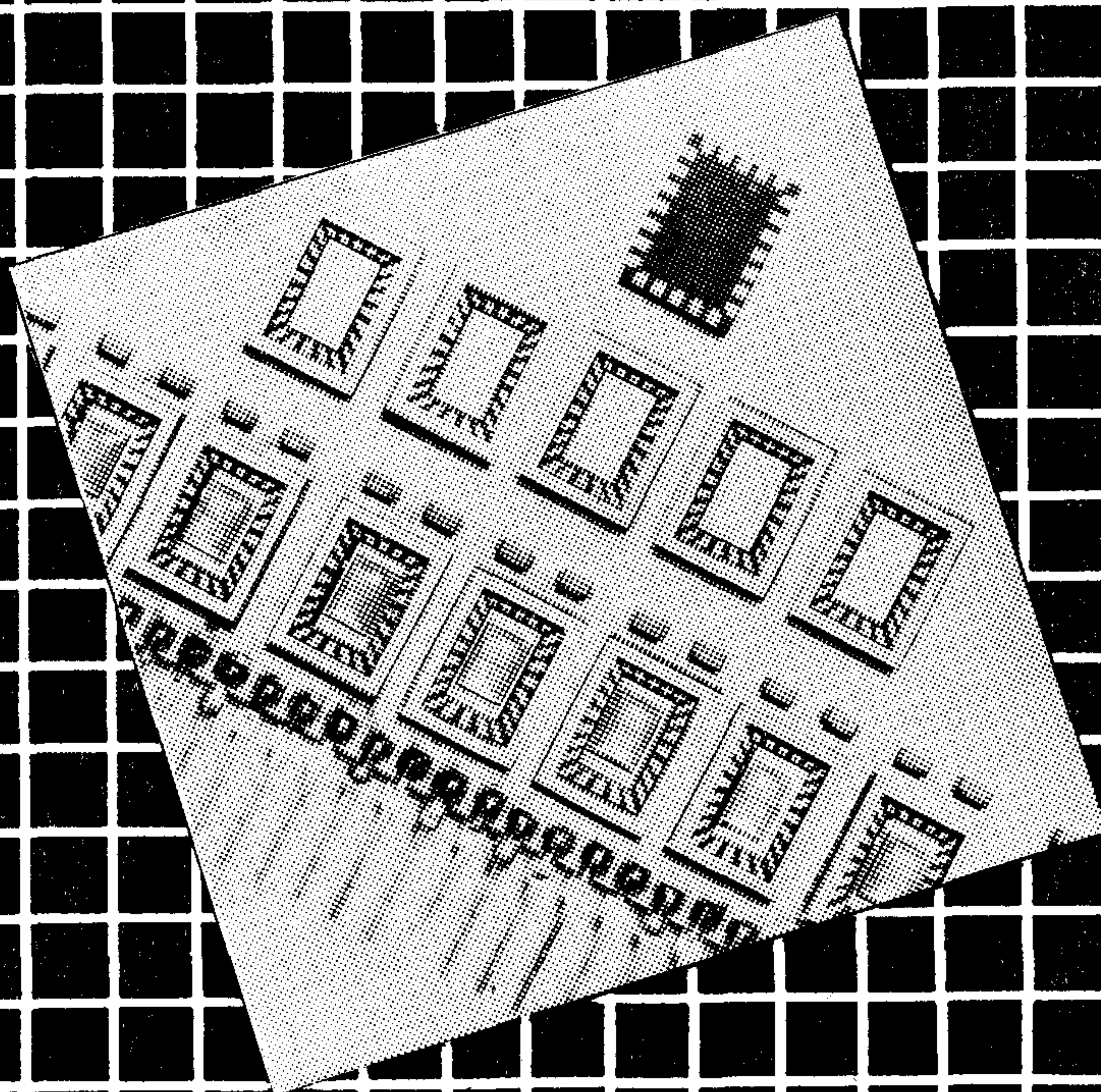
Az ismertett készülővel kapcsolatos bármely alkalmazástechnikai kérdésben készséggel állunk felhasználóink rendelkezésére (telefon: 869-522/163 Somodi)



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET



**MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT**



HASZNÁLJA

A



**MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT**

HIBRID ÁRAMKÖREIT

**Microelectronics
Company**

**Hungary
Budapest**

P.O.B. 21

H-1325

Telex: 22-7306

Telephone: 691-100

Д-р Готвальд, П.:

Основы оптического управления микроволновыми полупроводниковыми средствами

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 12.

Использование оптической технологии в обработке микроволновых сигналов является таким новым методом, с помощью которого по сравнению с традиционными методами более преимущественно можно решать некоторые задачи в микроволновой технике, как например: инъекция осциллятора, управление без обратного влияния, коммутационная техника с процессором. Статья в основном занимается причиной светочувствительности средств микроволновой техники на базе полупроводников, в рамках этого подробно рассматривает основы оптического управления средств MESFET и HEMT. Данная тема исследования пользуется поддержкой со стороны Государственной Комиссии Технического Развития.

Йоханнессон, Н. О.:

Мера громкости в проектировании передачи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 12.

В статье дается полный обзор о новых характеристиках передачи, введенных в рекомендациях МККТТ, о мере громкости, которая с точки зрения как и проектирования систем, так и качества передачи телефонии является существенным качественным параметром. Кроме принципиального рассмотрения вопросов в статье занимается рассуждениями проектирования и проблемами практического применения их.

Нандорфи, М.:

План готовности Венгерской телефонной сети

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 12.

В настоящие дни наше современное общество сталкивается с все нарастающим избытком информации. Поэтому возрастает потребность в надежности информационных служб и услуг. Мы пришли к выводу, что необходимо ускорить составление Плана готовности. Эта статья является первой частью серии, занимающейся Планом готовности Венгерской почты.

Калман, И.:

Автоматическая измерительная система собственной разработки для измерения модема передачи данных типа TAM 1200

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 12.

На заводе Телефондьяр почти со времени введения профиля передачи данных постоянно производятся модемы. В течение ряда лет, объем серийного производства настолько повысился, что автоматизирование измерений стало необходимым даже и при окончательной проверке оборудования. (Проверка цифровых печатных плат с самого начала производится на измерительном автомате.) В 1986 году изготовили первый измерительный автомат вполне собственной разработки для функциональной проверки модемов типа TAM 1200, который излагается в этой статье.

Фодор, Г.—Шомоди, Г.:

Цифровая система обработки сигналов и измерения

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. № 12.

Статья излагает построение и возможность использования системы на базе микропроцессора типа TMS 32010, а также принцип цифрового фильтра аналоговой настройки, разработанного для тестирования системы.

Dr. Gottwald, P.:

Grundlagen von der optischen Steuerung der Mikrowellen-Halbleiterbauelemente I.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 12.

Die Anwendung der optischen Technologie in der Verarbeitung von Mikrowellen-Signale ist im Vergleich mit den konventionellen Methoden eine wirksame, neue Methode zum Lösen vieler Probleme der Mikrowellentechnik wie z. B. Injektion von Oszillatoren, rückwirkungslose Steuerung von Mikrowellen-Schaltkreisen, Realisation der elektronischen Schaltvorgänge in dem ps Zeitbereich. In dem Artikel handelt es sich um die Ursachen der optischen Empfindlichkeit der auf dem Halbleiter-Material realisierten Mikrowellen-Bauelemente, und es wird eine ausführliche Diskussion der Grundlagen der optischen Steuerung von MESFET und HEMT Bauelementen gegeben. Die Arbeit wurde von dem Staatskomitee für Technische Entwicklung, OMFB unterstützt.

Johannesson, N. O.:

Lautheitmass als Mittel der Übertragungsplanung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 12.

Der Verfasser gibt einen kompletten Überblick dieser wichtigen und die Telefonqualität bestimmenden Planungs-Parameter. Er beschäftigt mit der Prinzipgrundlagen, der Empfehlungen und mit dem Benutzen.

Frau Nándorfi, M.:

Der Verfügbarkeits-Plan des Ungarischen Fernsprachnetzes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 12.

Die Gesellschaft unseres Tages ist informations orientiert. Fernmeldewesen bekommt dadurch eine wachsende Rolle und die verfügbare Fernmeldenetze und Dienste werden immer mehr benötigt. Die Dringlichkeit der Ausarbeitung eines Verfügbarkeits-Planes war bei uns zu Zeit erkannt. Dieser Artikel ist der erste Teil einer Serie die sich mit den Verfügbarkeits-Plan der Ungarischen Post und Fernmeldewesen beschäftigt.

Kálmán, I.:

Automatisches Messsystem eigener Entwicklung für das Messen des Datenübertragungsmoдемs TAM 1200

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 12.

In der Telefongyar geht die Modemfertigung seit der Einführung des Datenübertragungsprofils sozusagen ununterbrochen. Die Seriengröße steigerte sich im Laufe der Jahre in solchem Masse, dass die Automatisierung der Messen auch bei der Endprüfung der Geräte notwendig wurde. (Die Prüfung der digitalen Leiterplatten erfolgte sich auf Messeautomaten von Anfang an.) Im Jahre 1986 wurde der erste Zweckmessautomat voll und ganz eigener Entwicklung für die funktionelle Prüfung der Modem TAM 1200 fertig, der in diesem Artikel dargestellt wird.

Fodor, G.—Somogyi, G.:

Digitalsystem für Signalverarbeitung und Messung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 12.

Der Artikel erörtert den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten eines Systems auf Mikroprozessorbasis Typ TMS 32010, sowie das Prinzip des Digitalfilters mit Analogabstimmung, der zum Testen des Systems entwickelt wurde.

Dr. Gottwald, P.:

Fundamentals of the optical control of the microwave semiconductor devices I.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 12.

The optical technology used for processing microwave signals is a new method in the microwave technique having many advantages in comparison to the conventional methods in solving many practical problems as e. g. injection of oscillators, controlling microwave circuits without feed-back effects and electronic switching in the ps range. The article is generally dealing with the reasons for the optical sensitivity of the microwave devices realized on semiconductor material bases and gives a discussion in more detail for the fundamentals of the optical control of MESFET and HEMT devices. The work was supported by the State Office for Technical Development; OMF.

Johannesson, N. O.:

Loudness Rating as a Tool in Transmission Planning

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 12.

The author gives a complete overview about this very important telephone transmission performance and planning objective. The basic principles, the planning recommendations as well as the practical rules of the use are discussed in details.

Mrs. Nándorfi, M.:

Availability plan of Hungarian PSTN

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 12.

Now, society is information-oriented and importance of telecommunication is increased. Because of this we have to reliable networks and

services. We recognise urgency of preparing an availability plan. This article is the first part of a series, dealing with the availability plan of Hungarian Post Administration.

Kálmán, I.:

Self developed automatic measuring system for the measurement of the data modem TAM 1200

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 12.

The manufacturing of modems is going on unbroken virtually since the introduction of the data transmission branch. The series volume has been raised so much over the period of years, that the automatization became necessary at the final testing of the equipment too. (The testing of the digital cards takes place on a measuring automat from the beginning.) The first in full self developed purpose measuring automata for the functional test of the modems typ TAM 1200 has finished in 1986, is made acquainted in this article.

Fodor, G.—Somogyi, G.:

Digital signal processing and measuring system

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 12.

The paper presents the design and application possibilities of a system based on the microprocessor type TMS 32010, as well as the principle of the continuously tuned digital filter developed for testing the system.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat, Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 175-200. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,—Ft, egész évre 360,— Ft. Egyes szám ára 30,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279. 86-253. Révai Nyomda Egri Gyáregység. Felelős vezető: Horváth Józsefné dr. 88