



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam

BUDAPEST

1987

11

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam 1987. 11. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIII. évfolyam 1987. 11. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

V. évfolyam 1987. 11. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztőbizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné

Csepregi-Horváth Kázmér

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, Klug Miklós,

Laczkó Endre, Szaits 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

REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza

Tudományos szerkesztő: dr. Kormány Teréz,

Balanyi Szilveszter, Bodnár László,

Kovács Gyula, Mészáros Sándor,

Molnár László

TKI

Rovatvezető: dr. Baranyi András

Tudományos szerkesztő: dr. Lajtha György,

dr. Henk Tamás, dr. Kása István,

Megyesi Csaba, dr. Sárkány Tamás,

dr. Simonyi Ernő

TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál

Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,

Baján Tibor, Benedek Elek, Kovács Oszkár,

Schnürmacher Tamás, Márik Zoltán

*

Szerkesztőségi ügyekben

és kéziratokkal kapcsolatban

felvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné.

Telefon: 495-098

ROVATOK

Egyesületi élet

Rendszertechnika

Kapcsolástechnika

Vezetékes technika

Fénytávközlés

Vezeték nélküli technika

Adástechnika

Vételtechnika

Mikroelektronika

Alkatrésztechnika

Hálózatalmélet

Elektromágneses problémák

ROVATGAZDÁK ROVATTÁRSÁK

HTE

(H)

BEAG

HTV

TKI

(□)

BME

KONTAKTA

BHG

(#)

BRG

KÓPORC

TERTA

(↔)

EMO

KFKI

ORION

(*)

El. Szöv.

M. Posta

MEV

(↑)

FMV

ML

REMIX

(Δ)

GAMMA

MM

HTSZ

MFKI

HAGY

TUNGSRAM

TARTALOM

KESSELYÁK PÉTER: A hibatűrő rendszerek diagnosztikája IX. nemzetközi konferencia szakmai tapasztalatai.....	481
DR. BÁRSONY PÉTER: Mikroszalagvonalas cirkulátorok alkotó rezonátorai hőfokfüggése	485
ÖKRÖS TIBORNÉ—OPRIS GYÖRGY: Nyilvános és diszpécser célú országos URH rádiótelefon hálózatok	487
PETRE PÉTER: Hullámterjedés egydimenziós inhomogén közegben. Analízis végeselem módszerrel	491
Szemle	501, 523, 524
MTESZ a műszaki haladás meggyorsításáért	502
NÉMETH ATTILA—ZOTTER FERENC: Az EP32M és az EP64M elektronikus alközpontok hardware felépítése	503
Elektronik: Az Ön számára is a megfelelő kábelek!	508
AGGOD JÓZSEF—ASZTALOS ANDRÁS: A 24 bites soros szorzó áramkör tervezése	509
Versenytárgyalás (Balogh Győző)	516
BIHARI GYÖRGY: 1 kW-os URH adóberendezés	517
Beszámoló az International Switching Symposium ülészakáról (Dr. Eisler Péter—Horváth Imre)	520
Beszámoló a 9. Nemzetközi Konferencia a Fizikai Rendszerek Zajáról (Dr. Ambrózy András)	521
CeBIT'87 kiállítás (Halász Miklós)	522
BHG Áramellátó berendezések	523
BHG antennák.....	525
MTA: Beruházás helyett — kölcsönözzön műszert	526
Tartalmi összefoglalások.....	527

A hibatűrő rendszerek diagnosztikája

IX. nemzetközi konferencia szakmai tapasztalatai

KESSELYÁK PÉTER
BHG Fejlesztési Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A beszámoló áttekinti az integrált áramkörök és számítógépi rendszerek tesztelési eljárásaival, a szoftvermegbízhatóság növelésével, a rendszerek hibatűrő képességének fokozásával és mikroprocesszor bázisú eszközök szervizelésével kapcsolatos, legérdekesebbnek ítélt előadásokat.

1. Bevezetés

1986. június 25—27. között a Csehszlovák Mérnökegyesület (CSVTS) szervezésében Brnoban került megrendezésre a „Hibatűrő rendszerek diagnosztikája” c. IX. nemzetközi konferencia, 17 országból mintegy 250 résztvevővel.

A konferencia szóhasználatára szerint hibatűrő rendszereken nagy bonyolultságú integrált áramköröket, valamint számítógépeket és célorientált számítógépes hálózatokat kell érteni.

A jelen beszámoló az elhangzott előadásokból válogatva kíván ízelítőt adni e nemzetközi sereg-szemle szakmai mondanivalójából.

2. A konferencia előadásainak témái

Mintegy 60 előadás hangzott el, egyetlen szekció keretén belül. Az előadásokat az alábbi témakörökbe lehetett sorolni:

- Integrált áramkörök (főként memóriák) tesztelhetősége, tesztelési eljárások és hibafelderítési hatásfokuk;
- Integrált áramkörök tesztelhetőségre való tervezése. Önellenőrző áramkörök;
- Hibatűrő rendszerek (főként számítógépek és hálózatok) tulajdonságai, diagnosztikai és rekonfigurációs algoritmusok;
- Rendszer-megbízhatósági mutatók számítás-módja, Markov modellek;
- Integrált áramkörök és funkcionális számítógépi egységek tesztelő eszközei. Teszt-minta generátorok. Diagnosztikai műszerek.

Az előadásoknak kerekén 50%-a egyetemi, további 38%-a kutatóintézetitevékenységek eredményeiről számolt be — az ipari és szolgáltató (karbantartó) ágazat konkrét gyártmányokra vonatkozó tapasztalatai együttvéve az előadásoknak 12%-át tették ki.

KESSELYÁK PÉTER

A Szegedi Tudományegyetem matematika-fizika szakán 1958-ban szerzett diplomát. 1959 óta a BHG Híradástechnikai Vállalat fejlesztő mérnöke. Államközi műszaki-tudományos együttműködés keretében éveken át dolgozott szakértőként Dél-Kínában, majd Kubában híradástechnikai gyártmányok trópusállósági és megbízhatósági vizsgálatait végezve. E témában számos szakmai cikk és konferencia-előadás szerzője. Tagja az Európai Minőségügyi Szervezet és az IEC 56. Megbízhatósági Szakbizottságai hazai munkacsoportjának. A hibakapacitás, mint új rendszermegbízhatósági jellemző bevezetéséért megkapta az Európai Minőségügyi Szervezet 1983 évi nívódíját. 1986-ban a HTE Puskás Tivadar díjjal tüntette ki.

3. A szakterületen érvényesülő fejlődési irányzatok

John P. Hayes, a Michigani Egyetem Elektronikai és Számítástechnikai Intézetének professzora áttekintést adott a digitális eszközök és vizsgálati módszereik fejlődésének jelenéről és közeljövőjéről, a 90-es évek elejéig [1]. Az integrált logikai áramkörök funkciósűrűsége hamarosan eléri a 100 000 kapu/morzsa jellemző értéket, a RAM memóriák tároló képessége pedig a 4 Mbit/morzsa értéket. Megjelennek a RAM és ROM területeket vegyesen tartalmazó áramköri morzsák. A jövőben számolni kell a nagy tesztelési időmegtakarítást biztosító, párhuzamos szervezésű öntesztelő áramkörök tömeges megjelenésével.

A nagy bonyolultságú áramkörök gépi tervezési és gyártási ideje gyors csökkenésben van, ezzel együtt a számítógépes áramköri tervezés (CAD) eszközeinek és a VLSI technológiáknak az ára is csökken. — Ugyanakkor az áramköri tesztelő eszközök bonyolultsága és ára tovább növekszik, mivel a VLSI áramkörök növekvő kivezetés-száma, funkció-sűrűsége és működési sebessége ezt szükségsszerűvé teszi. A tesztelési költségek emelkedő irányzata miatt az alkalmazott kutatások már most is és a közeljövőben is az IC vizsgálatok költségeinek csökkentésére irányulnak, mégpedig új, hatékonyabb tesztelési elvek és nagyobb letapogatási sebesség bevezetése, valamint az IC tesztelhetőségre való tervezése útján. E törekvések közt fontos szerepet kap az az irányzat, hogy a tesztelési stratégia ne pusztán matematikai statisztikai megfontolásokra épüljön, mert ez az út az áramköri bonyolultság növekedtével egyre járhatatlannabb, hanem súlyozottan vegye figyelembe a konkrét hibalehetőségeket és a hibák feltárásához

Beérkezett: 1987. II. 12. (#)

vezető legcélrányosabb algoritmusokat. A műszaki-gazdasági optimumot jelentő tesztelési eljárás kiválasztása mindig kompromisszum a működési sebesség, a hibafeltérési hatások, a morzsanagyság, az áramkör rendeltetése és a külső eszköz igény között.

4. Integrált áramkörök tesztelési módszerei

E. J. McCluskey, a Stanfordi Egyetem Számítógépes Rendszerek Intézetének professzora „*Teszt-minta generálási módszerek összehasonlítása*” címmel [2] egyszerű logikai IC-k vizsgálatának példáján keresztül mutatta be, hogyan javítható a Boole-algebrán alapuló funkcionális tesztelés hibafeltérési hatásfoka és melyek a tesztelési módszer korlátai. A hatékony, jó hatásfokú hibafeltérás — a statisztikai megfontolások mellett — nem nélkülözheti a konkrét meghibásodási modellekre épülő, célirányos teszt-minta generálást. Emellett a funkcionális (logikai) és parametrikus áramköri vizsgálatok szétválasztása sem célszerű. Külön kitért az előadó a Boole-algebra segítségével nem tesztelhető hibák fajtáira. Ilyenek azok,

- amelyek az áramkör lehetséges logikai állapotainak számát megszorítják;
- amelyek az áramkörnek hardver szempontjából redundáns részében keletkeznek;
- amelyeket a belső logikai elrendezés kisöntöl.

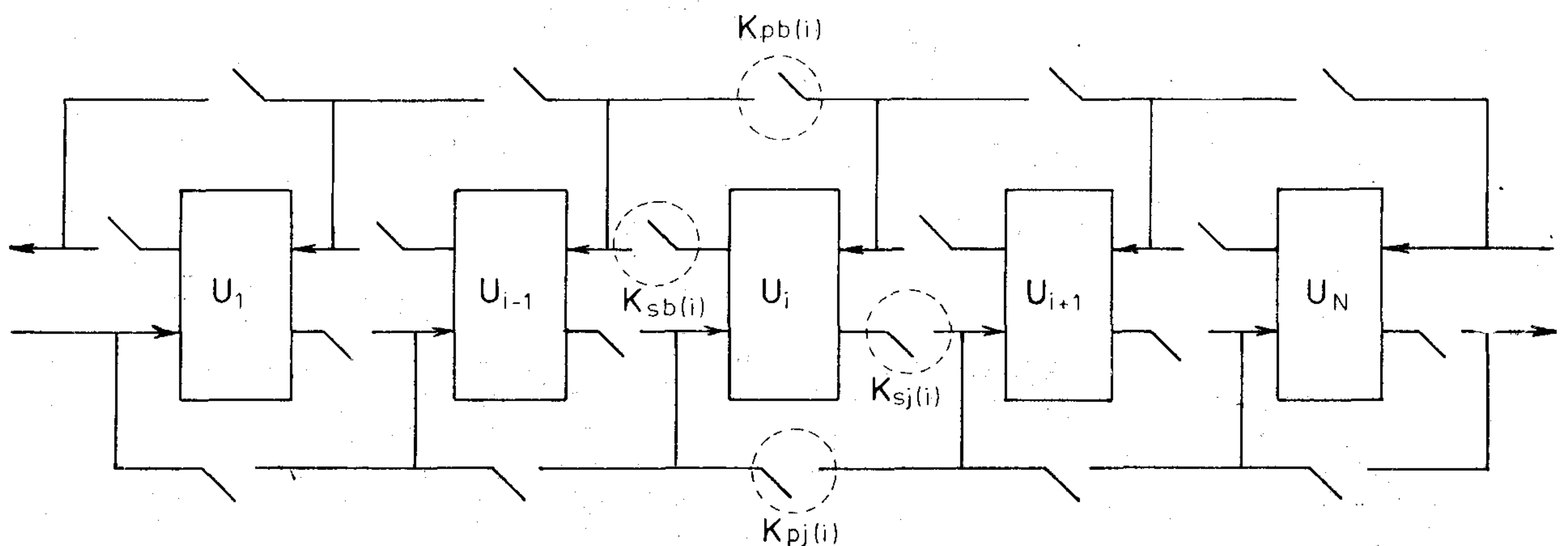
A hibafeltérás hatásfokának helyes becslése a vizsgált eszköz gyakorlati megbízhatóságának szempontjából igen lényeges feladat, bonyolultabb áramköri struktúrák esetén azonban még elvileg sem mindig megoldott kérdés.

Stephen Y. H. Su — a New-Yorki Állami Egyetem Számítástechnikai Intézetének professzora és *Kewal K. Saluja*, az ausztráliai Newcastle egyetemének munkatársa „*Hibatűrő VLSI szisztolikus architektúra*” címen [3] tartottak beszámolót a jel/képfeldolgozásban, számítástechnikai osztályozó és string-manipulációs műveletekben alkalmazott, több száz azonos típusú műveleti egységből sorosan felépített morzsaáramkörök öntesztelési módszeréről. Az 1. ábra egy ilyen szisztolikus

VLSI architektúrát mutat. A $K_{sb}(i)$, $K_{sj}(i)$, $K_{pb}(i)$, $K_{pj}(i)$ soros és párhuzamos kapcsolók megfelelő vezérlésével minden egyes i -edik műveleti egység egymástól függetlenül be- illetve kiiktatható a sorból. — A műveleti egységekbe öntesztelő áramköri rész is be van építve. Teszt üzemmódban mindegyik műveleti egység öntesztje szinkronban indítható, két közös jelvezeték felhasználásával. Az öntesztelés egységenként két beépített teszt-minta generátor segítségével történik, amelyeknek a jelsorozatából az önteszt során konvolúció képződik. Ez a konvolúció — mint komprimált adat és egyben az önteszt végeredménye — egy regiszterben eltárolódik. Szinkronban ugyanez az eseménysorozat játszódik le a szomszédos műveleti egységekben is. Amikor valamely egység az öntesztet befejezi, az eltárolt végeredményt közli szomszédjaival és várja azok viszont közlését. Ha megkapta, akkor a szomszédos eredményeket összehasonlítja a sajátjával és többségi elv alapján vagy jónak vagy rossznak minősíti önmagát. A minősítés eredményéről értesíti a szomszédokat. Ezen kívül ún. jobb- és baloldali szindróma jeleket is képez, melyeknek értéke $\emptyset$, ha az összevetett két szomszédos végeredmény egyezik és 1, ha nem egyezik. A műveleti egységek által kibocsátott szindróma jelek közös shift-regiszterbe kerülnek és — második lépcsőben — szekvenciális jelanalízis dönt arról, hogy a műveleti egységek „önértékelése” abszolút értelemben helyes volt-e. Az öntesztelés végső eredménye alapján azután a hibásnak minősült műveleti egységeket a hozzájuk tartozó, 1. ábra szerinti K_{sb} , K_{sj} , K_{pb} , K_{pj} kapcsolók megfelelő állásba vezérlésével automatikusan kiiktatják a műveleti sorból és helyettük a műveleti sor végén álló tartalékok közül iktatnak be újat.

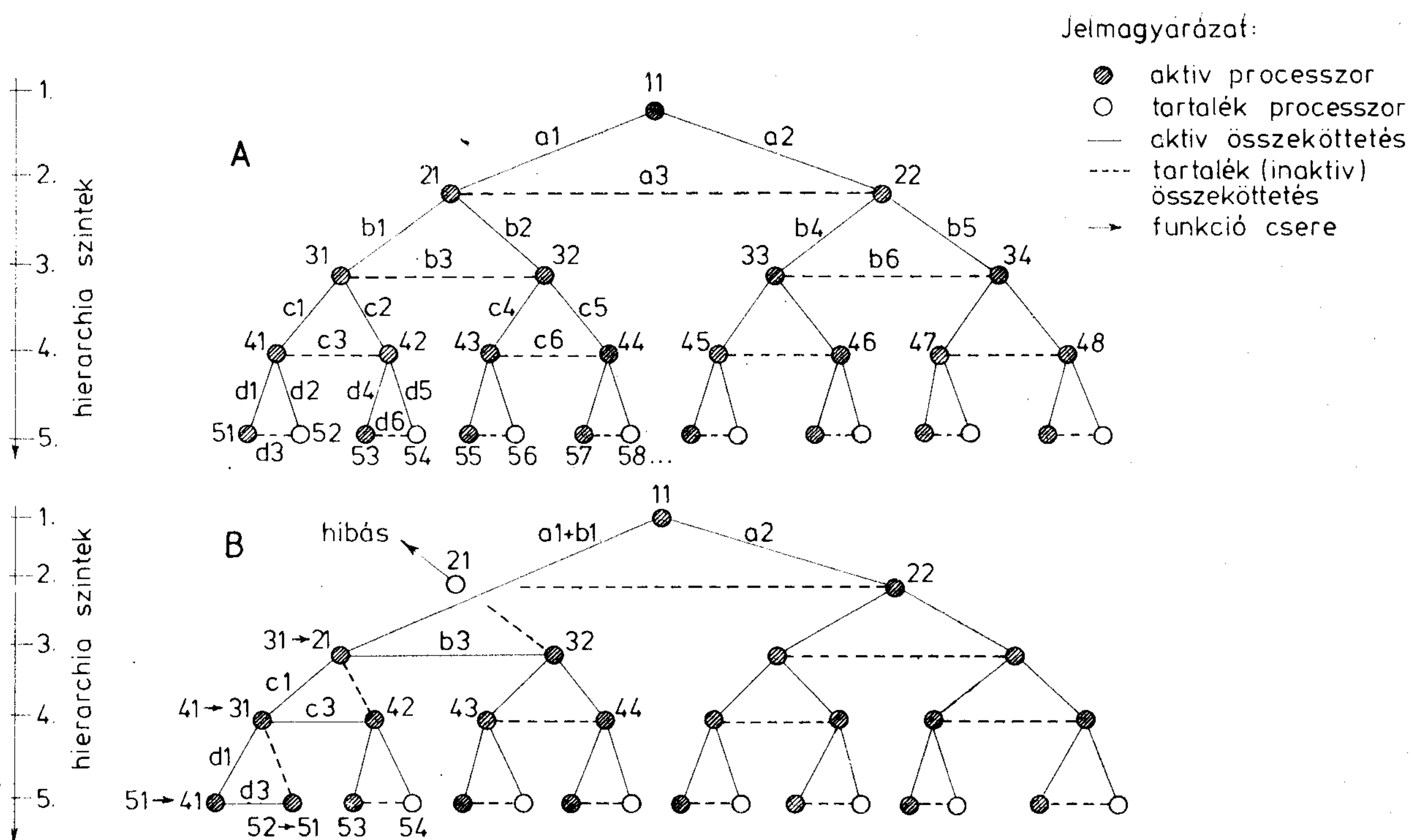
Az ismertett szisztolikus architektúrájú öntesztelés előnyei három pontban foglalhatók össze:

- a műveleti egységek (cellák) teszt-jel képzése és ön-minősítése időben párhuzamosan történik;
- a szekvenciális jelanalízis útján, második lépcsőben történő diagnosztizálás ideje sem nő arányosan a cellák számával;



H313-1

1. ábra



2. ábra

— hibásnak talált cella esetén az IC automatikusan átkonfigurálja önmagát.

5. Szoftver megbízhatóság növelése

C. Zurak—Owczarek, a lengyelországi Lodz egyetemének munkatársa *Szoftver megbízhatóság növelési modell* címen tartott előadásában [4] minden egyes szoftver programhoz hozzárendelte az input adatmezőnek azt a tartományát, amelyen operálva a program hibás eredményt szolgáltat, vagyis az output adatmezőnek egy hibás résztartományát generálja. Amikor egy programhibát elhárítanak, a kritikus input- és output-tartomány szűkülni fog és a következő programhiba észrevételéig a működési idő várható értéke növekszik. A programban rejlő szoftver hibák száma ismeretlen és mindegyik hibához tartozik egy jellemző meghibásodási intenzitás, amely valószínűségi változónak tekinthető. Ha feltételezzük, hogy az egyes szoftver hibákhoz tartozó meghibásodási intenzitások eloszlása azonos — pl. gamma-eloszlás (ami első közelítésben jogos feltételezés) — akkor az előadó bizonyítása szerint az eredő, közös eloszlás is csak gamma-eloszlás lehet. A meghibásodási intenzitás eloszlásának sűrűségfüggvényére a szerző rekurzív formulát adott az összes és az elhárított szoftver-hibák számának, valamint az első i db hiba elhárításáig eltelt időnek a függvényében. A formulának gyakorlati szempontból szépséghibája az, hogy a programban rejlő szoftver hibák ismeretlen N száma is szerepel benne, amire vonatkozólag feltételezéssel kell élnünk.

Ladislav Hudec, a Pozsonyi Műszaki Egyetem munkatársa „*Elosztott watchdog időzítés mikroszámítógépek programfutásának ellenőrzésére*” témájú előadásában [5] abból indult ki, hogy jelenleg a mikroszámítógépes rendszerekbe beépített watchdog időzítő eszközök nincsenek kellőképpen kihasználva. Sokkal intenzívebben lennének használhatók a hibás programfutás gyors felismerésére és a hibák elszigetelésére, a következőképpen: bontsuk a mikroszámítógép programját egészen rövid futásidejű (néhány száz 10 μ s-os) szegmensekre és mindegyik szegmens futásához rendeljünk hozzá watchdog időzítést. Ily módon a hibafeltérési késedelem nagyságrenddel csökkenthető és a hibafeltérési hatások jelentősen növelhetők. A Pozsonyi Egyetem gyakorlatában használt mikroprocesszoros eszközöknél a hiba keletkezésétől az indikációig eltelt időt 1000–4000 μ s-ról néha százszor 10 μ s-ra csökkentették, a hibafeltérési hatásfokát pedig 0–20%-ról 15–45%-ra sikerült növelniük.

F. Malabocchia és L. Simoncini, a torinói CSELT cég képviselőinek „*On-line adatvédelem osztott hozzáférésű számítógépes rendszereknél*” c. előadása [6] egy nagy biztonságú adatvédelmi módszernek az elvét ismertette, amely a fejlesztés szakaszában a hibahely behatárolását is segítheti. A módszer lényege az, hogy az előfizetők számára hozzáférhető szabad programkönyvtár és a tiltott programkönyvtár olyan memóriaterületeken van elhelyezve, melyeknek normál címkódja azonos, van azonban egy extra SELECT bit (jogossági kód) amelynek az értékét az előfizető nem képes befolyásolni. Ez a bit tesz különbséget a két

memória terület között. Ennek a jogossági bit-nek a beállítását a belső monitor program vezérli. Ha a monitor a tiltott területhez kíván hozzáférni, akkor a SELECT bitet egyszerű OUT utasítással, a programszámláló léptetése nélkül állítja be. További védelmet biztosít az a szervezés mód, hogy a tiltott programkönyvtár memória területén nincs minden cím hasznos információval betöltve. A kihasználatlan címekre interrupt-kérés van beírva, ezért ha az adott területre a program illegálisan vagy hiba folytán ráfut, akkor a rendszer késedelem nélkül leállítja az illegális programfutást és alarmjelzést ad.

6. Rendszerek hibatűrő képességének fokozása

A konferencia előadásai azt tükrözték, hogy a számítógép-vezérelt berendezések hibatűrő képességének fokozására továbbra is a „klasszikus receptek” vannak érvényben:

- redundáns egységek alkalmazása;
- az egységek közötti kommunikációs összeköttetések topológiájának megválasztása;
- üzenetek kódolása;
- szavazási elv alkalmazása;
- átkonfigurálási algoritmusok.

Elvi újdonságot ezen a téren nem hozott a konferencia, néhány hasznos gyakorlati módszert azonban körvonalazott.

Matthew B. Lowrie és W. Kent Fuchs, az Illinoisi Egyetem Tudományos Laboratóriuma Számítógépi Csoportjának munkatársai fa-struktúrájú multiprocesszoros rendszerek konfigurációs algoritmusairól tartottak érdekes előadást [7]. A 2. ábra egy 5-hierarchia szintű fa-struktúrát mutat. Az ábrán szaggatott haránt összekötő vonalak hideg-tartalékként meglévő összeköttetéseket jelentenek a processzor egységek között. Processzor tartalékolás csak a legalsó, ötödik szinten van. (A tartalék processzor egységeket az ábrán üres karika jelzi.) Ha valamelyik üzemelő processzor meghibásodik, akkor a hierarchiában alája rendelt egyik processzor (pl. először mindig a „baloldali”) lép be helyette és a szükséges haránt összeköttetések aktivizálódnak, bizonyos meglévők pedig bomlanak. Ha mondjuk az ábrán 21-gyel jelölt processzor egység meghibásodik, akkor az automatikus konfiguráció az alábbi szerepcseréket jelenti:

21 → hibás	a1 + b1 → a1
31 → 21	b3 → b2
41 → 31	c3 → c2
51 → 41	d3 → d2
52 → 51	

A rekonfiguráció vezérlését elláthatják maguk a csomóponti processzorok, vagy egy külön rekonfiguráció vezérlő egység mindegyik processzor mellett.

7. Mikroprocesszoros rendszerek tesztelő eszközei

E fontos szakterületen viszonylag kevés előadás hangzott el, amelyek közül említést érdemel *Jobbágy Á.—Pataricza A.—Selényi E.* beszámolója [8] a Budapesti Műszaki Egyetemen kifejlesztett μ SER'84 diagnosztikai szervíz műszerről.

Ez a hordozható, 2,8 kg súlyú műszer mikroprocesszor-vezérelt, 10—20 Euro-kártya terjedelmű kis berendezések széles skálájának szervizelését képes segíteni, elsősorban akkor, ha a javítandó berendezés ún. „kemény magja” hibásodott meg (CPU, tápellátás, buszrendszer). A műszer sokoldalú használatát a ROM tárolóban helyet foglaló és cserélhető, célorientált szervíz-programok biztosítják. (A szervíz programok PASCAL nyelven írhatók.) A műszer 7-szegmenses kijelzővel van ellátva. A szervíz-programok futása közben megjelenített kódolt üzenetek irányítást adnak a szervíz személyzet tevékenységéhez. A μ SER'84 Z 80 mikroprocesszort, 8K ROM és 2K RAM tárolót, analóg mérő egységet, jel-analizátort, buszkapcsoló adaptert, tasztaturát és kijelzőt tartalmaz.

8. A konferencia jelentősége

A konferencia hírt adott az elektronika és számítástechnika ágazatának teszteléssel és diagnosztikával kapcsolatos legfrissebb eredményeiről és körvonalazta a fejlődés irányvonalát. A hazai mikroelektronikai alkatrész- és berendezésgyártók részéről e konferencia sorozat témái nagyobb figyelmet érdemelnek a jövőben. A soronkövetkező X. konferenciát Várnában tartják 1987 szeptemberében, az 1988. évi konferenciára Gdanskban kerül sor. 1990-től kezdve lehetőség látszik arra, hogy Magyarország is bekapcsolódjék a rendezésbe.

I R O D A L O M

- [1] *John P. Hayes*: Trends in Digital System Testing. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 1—10, 1986. június.
- [2] *E. J. McCluskey*: A Comparison of Test Pattern Generation Techniques. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 11—20, 1986. június.
- [3] *Stephen Y H. Su—Kewal K. Saluja*: Fault Tolerant VLSI Systolic Architecture. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 36—44, 1986. június.
- [4] *C. Zurak-Owczarek*: Software Reliability Increasing Models. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 79—84, 1986. június.
- [5] *L. Hudec*: Distribution of Watchdog Timer into Program of Microcomputer. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 233—237, 1986. június.
- [6] *F. Malabocchia—L. Simoncini*: On-line Error Detection in the Access of Shared Resources. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 58—63, 1986. június.
- [7] *Matthew B. Lowrie—W. Kent Fuchs*: Reconfiguration Algorithms for Tree Architectures Using Subtree Oriented Fault Tolerance. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 45—50, 1986. június.
- [8] *Jobbágy Á.—Pataricza A.—Selényi E.*: Service System and Instrument for Microprocessor Based Devices, the Extension of the Self-test. IX. Fault Tolerant Systems and Diagnostics Conference Volume, pp. 293—289, 1986. június.

Mikroszalagvonalas cirkulátorok alkotó rezonátorai hőfokfüggése

DR. BÁRSONY PÉTER
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A mikroszalagvonalas cirkulátorok nagy többségénél a tervező munkát a cirkulátorok alkotó rezonátorainak tervezésére lehet alapozni. Ez a cikk az alkotó rezonátorok szuszceptancia meredeksége és rezonáns frekvenciái hőmérsékletfüggésének számításával foglalkozik. Az eredmények felhasználhatók a cirkulátorok hőmérsékletfüggésének analíziséhez és stabilizálásra.

Bevezetés

A mikrohullámú rendszerekre előírt klíma követelmények esetenként nagyon szigorú feltételeket szabnak a rendszerekben felhasznált mikroszalagvonalas cirkulátorok hőmérséklet stabilitására. Különböző típusú cirkulátorok hőmérsékletfüggésének csökkentését célozva már eddig is több eredmény született. Ezek többsége a cirkulátorokban levő mikrohullámú ferritek telítési mágnesezettsége hőfokfüggésének kompenzálásán alapult. A kompenzáció a külső mágneses tér hőmérsékletfüggvényében való változtatásával történt [1], [2], [3]. Más esetben a hőstabil cirkulátorok készítéséhez [4] a parciálisan mágnesezett ferritek stabil tartományát használták ki. A legjobb módszer természetesen — és a legtöbb erőfeszítés is erre irányult — hőstabil mikrohullámú ferritek és kvázi hőfokfüggetlen mágnesek használata. Több esetben azonban a szükséges telítési mágnesezettség tartományban jól hőkompenzált mikrohullámú ferritanyag nem szerezhető be, és néha a kompenzáció magasabb áteresztőirányú csillapítást eredményez. Ezért széles hőmérséklettartományú cirkulátorok készítéséhez továbbra is fontosnak tűnik a mikroszalagvonalas cirkulátorok hőmérsékletfüggésének analízise.

Ismert tény [5], hogy a mikroszalagvonalas cirkulátorok többségénél, melyeknél az impedancia-mátrix első sajátértéke zérus, a tervező munkát az alkotó rezonátorok tervezésére lehet korlátozni, és így az alkotó rezonátorok hőfokfüggésének ismeretében a cirkulátorok hőfokfüggése számolható.

Az alkotó rezonátor hőmérsékletfüggése

Az egyszerűség kedvéért számításainkhoz lineáris, veszteségmentes ferrit anyagot tételezünk fel. A cirkulátor alkotó rezonátor bemenő impedanciáját, amely egy mikroszalagvonallal csatolt tárcsa rezonátor — variációs módszerrel, közelítően az alábbiak szerint számíthatjuk [6]:

DR. BÁRSONY PÉTER

1964-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karának híradástechnika szakán. Azóta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, jelenleg tudományos főosztályvezető beosztásban. Kutatási és mérnöki munkája kezdettől fogva a mikrohullámú ferrites eszközökkel, elsősorban sza-

lag és mikroszalagvonalas cirkulátorokkal volt kapcsolatban. Ebben a témakörben szerzett 1971-ben egyetemi doktori fokozatot a BME-n, 1983-tól a műszaki tudományok kandidátusa. A HTE TKI helyi szervezete anyag, alkatrész és technológia csoportjának titkára, a Nemzetközi Ferrites Konferencia rendező bizottságának tagja.

$$Z_{in} = j \sum_{2m} \frac{2\omega \mu_0}{\gamma_{m0}} \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{R_{eff}}{W_{eff}} m\pi\right)^2\right]^2} - j \frac{\sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\omega}{\omega^2 - \omega_{nm}^2} C_{nm}^2 J_n^2(k_{nm} R_{eff}) I_{nr}^2 W_{eff} h}{4 \sin^2 \frac{W_{eff}}{2 R_{eff}}} \quad (1)$$

ahol J_n az n rendű Bessel függvény

$$\gamma_{m0} = \left[\left(\frac{m\pi}{W_{eff}} \right)^2 - \omega^2 \mu_0 \varepsilon_0 \varepsilon_{eff} \right]^{1/2}$$

W_{eff} , ε_{eff} a csatoló vonal effektív szélessége és effektív permittivitása

R_{eff} , h , ω_{nm} a tárcsarezonátor effektív sugara, magassága és rezonancia frekvenciái

$$C_{nm} = \frac{1}{J_n(k_{nm} R_{eff}) \sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon_{fdyn} V}} \left[\frac{\delta_m}{n^2} \right]^{1/2}$$

$$\delta_m = \begin{cases} 1 & m=0 \\ 2 & m \neq 0 \end{cases}$$

V , ε_{fdyn} , μ_{dyn} a ferrittárcsa rezonátor térfogata, dinamikus permittivitása és dinamikus demagnetizált permeabilitása

$$I_{nr} = \begin{cases} \frac{1}{2} \frac{W_{eff}}{R_{eff}} + \frac{1}{2} \sin \frac{W_{eff}}{R_{eff}} & n=1 \\ \frac{\sin(1-n) \frac{W_{eff}}{2 R_{eff}}}{1-n} + \frac{\sin(1+n) \frac{W_{eff}}{2 R_{eff}}}{1+n} & n \neq 1 \end{cases}$$

Az alkotó rezonátor hőmérsékletfüggésének számításához a demagnetizált permeabilitás hőfokfüggését kell figyelembe vennünk. A permittivitás és a méretek hőmérsékletváltozását — kicsiségük miatt — elhanyagoljuk. A demagnetizált permeabilitás hőmérsékletváltozását a ferrit telítési mágnesezettség hőmérsékletfüggése okozza.

Beérkezett: 1986. VII. 25. (□)

A hőmérséklet függvényében a ferrittárcsa rezonátor rezonanciafrekvenciái ω_{nm} , valamint k_{nm} és C_{nm} változnak. Célszerűen a bemenő impedancia hőmérsékletfüggését az 1. egyenlet alapján asztali számítógéppel számíthatjuk. A továbbiakban az alkotó rezonátor szuszceptancia meredekségének hőfokfüggését B_r' , érdemes számítani, mivel a mikroszalagvonalas cirkulátor hőmérsékletfüggésének az általános cirkulátor egyenlet felhasználásával történő számításához ez szükséges.

Az 1. ábrán néhány alkotó rezonátor szuszceptancia meredekségének hőmérsékletfüggését mutattuk be. A számítások [1] felhasználásával készültek. A gránát (ferrit) anyagok adatai:

$$Y1 \ M_s^{0^\circ} = 0,19T; \ \varepsilon_f = 15,2; \ \frac{\Delta M_s}{M_s} = -0,2\%/^\circ C$$

$$Y16 \ M_s^{0^\circ} = 0,143T; \ \varepsilon_f = 15; \ \frac{\Delta M_s}{M_s} = -0,15\%/^\circ C$$

$$Y51 \ M_s^{0^\circ} = 0,086T; \ \varepsilon_f = 14,5; \ \frac{\Delta M_s}{M_s} = -0,175\%/^\circ C$$

Cirkulátorok hőmérsékletfüggése

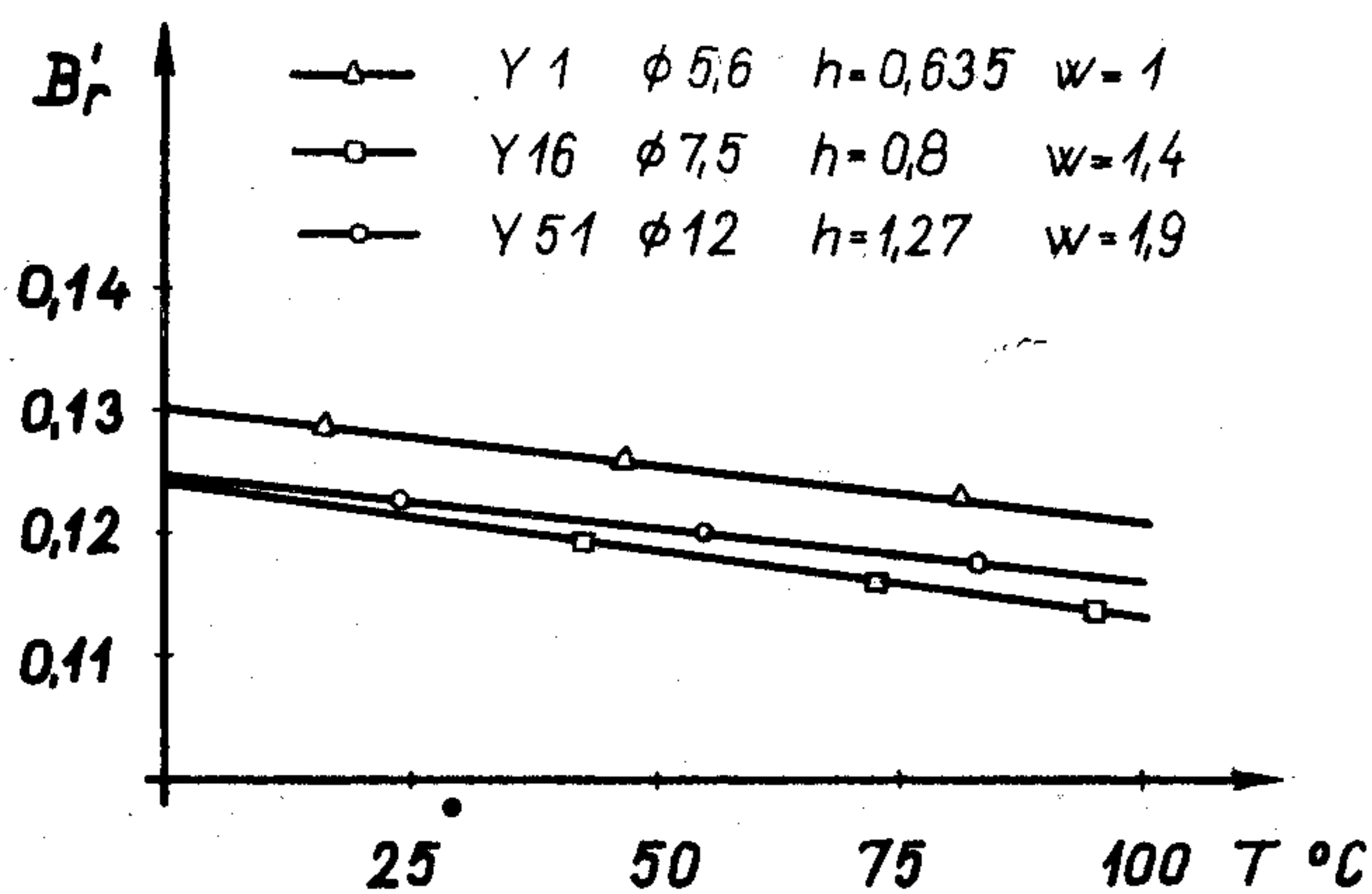
Mikroszalagvonalas cirkulátorok hőmérsékletfüggését közelítő jelleggel az általános cirkulátor egyenlet alapján számolhatjuk:

$$G \approx 0,9681 B_r' | \kappa / \mu | \quad (2)$$

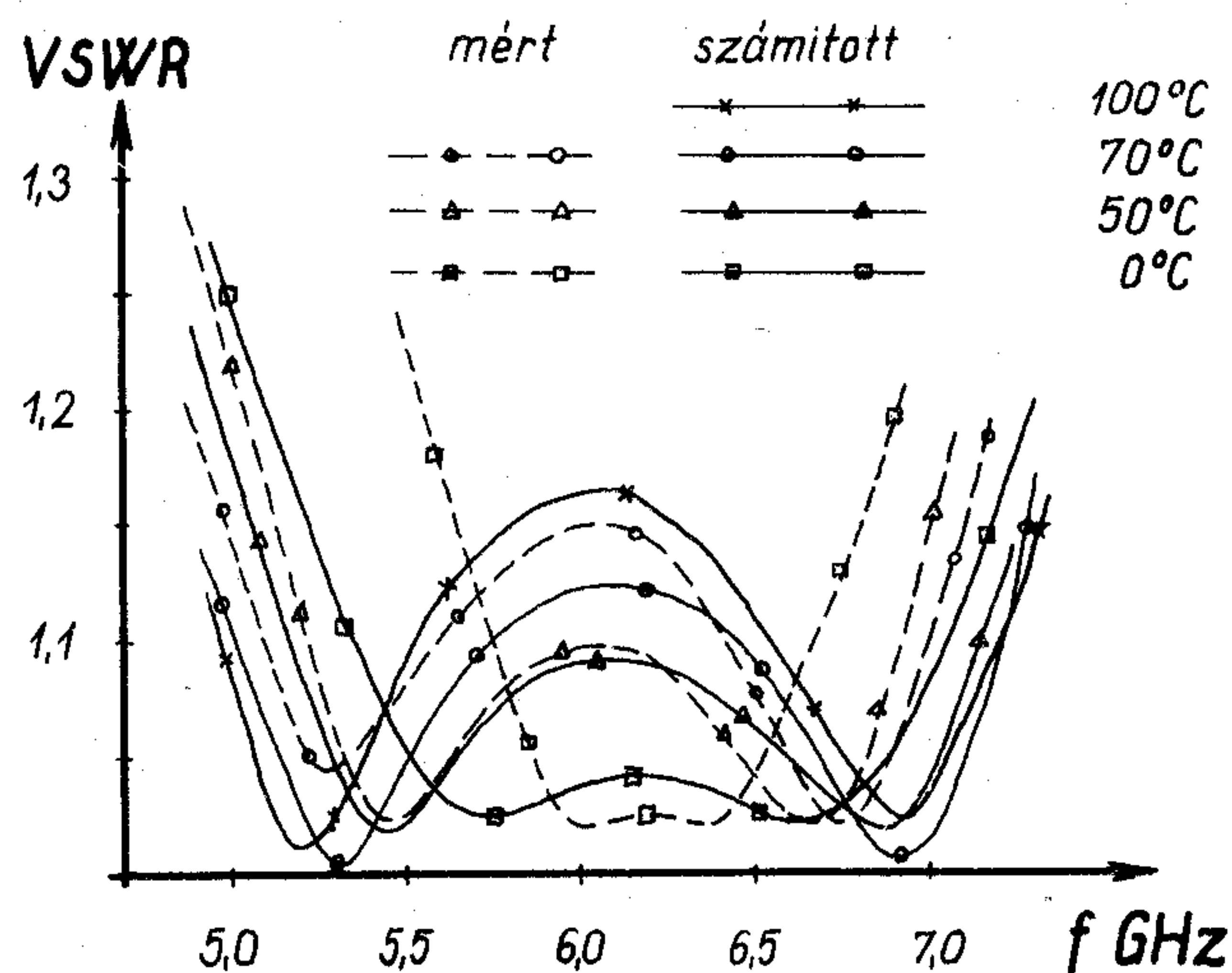
ahol G az egykapus cirkulátormodell vezetése a működési középfrekvencián, κ , μ a ferrit Polder tenzor komponensek. A (2) felírásánál a ferrittárcsarezonátor $n = \pm 1$ módusai rezonáns frekvenciáinak relatív eltolásánál, a Taylor sorfejtés első tagja figyelembevételével a κ/μ -höz való arányosságot írtuk. A κ/μ hőmérsékletfüggését a telítési mágneszettség és az állandó mágneses tér hőmérsékletfüggése okozza.

A 2. ábrán példaként $\lambda/4$ transzformátorokkal csatolt mikroszalagtápvonalas cirkulátor számított és mért bemenő feszültség állóhullámarányát mutatjuk be a hőmérséklet függvényében.

Az ábra számított görbéit az (1) és (2) egyenlet alapján számított egykapus cirkulátor helyette-



1. ábra. B_r' hőmérsékletfüggése



2. ábra. 6 GHz-es cirkulátor hőmérsékletfüggése

sítő kép admittancia $\lambda/4$ -es transzformátoron való transzformálása útján nyertük. A transzformátorokat is a ferrithordozón alakítottuk ki.

Összegezés

A mért és számított görbék közelségéből levonhatjuk azt a következtetést, hogy az alkotó rezonátorok hőmérsékletfüggésének felhasználásával a cirkulátorok hőmérsékletfüggése közelítően meghatározható, a mérnöki gyakorlatnak megfelelő tervezéshez az eredmények felhasználhatók, annak ellenére, hogy a görbék közt eltérés van. Az eltéréseket a számítások közelítő jellegének valamint annak a ténynek tulajdonítjuk, hogy a gyakorlatban az illesztő $\lambda/4$ -es transzformátorokat inhomogénan mágnesezzük és így ezen vonalszakaszok karakterisztikus impedanciáit valamint terjedési állandóit csak közelítően ismerjük és tudjuk a számításoknál figyelembe venni. Az illesztő hálózat hőmérsékletfüggése felhasználható a cirkulátorok hőmérséklet-stabilizálására.

I R O D A L O M

- [1] Y. Konishi: VHF-UHF Y Circulators, NHK Technical Monograph, No. 6., May 1965. Japan
- [2] P. Barsony: A Method for Temperature Stabilization of Stripline and Microstrip Circulators, Proc. of the Fourth Coll. on Microwave Communication, Vol. IV, 1970. Budapest.
- [3] H. Katoh: Temperature-Stabilized 1.7 GHz Broad-Band Lumped-Element Circulator, IEEE MTT-23, August 1975. pp. 689—695
- [4] Y. Tokumitsu et al.: A New Temperature Stabilized Waveguide Circulator, IEEE—MTT—S Digest, 1976, pp. 260—262
- [5] J. Halszajn: Nonreciprocal Microwave Junctions and Circulators, John Wiley and Sons, 1975.
- [6] P. Barsony: A Method for Analysing the Constituent Resonator of Circulators, Proc. of the Seventh Coll. on Microwave Communication, 1982. Budapest

Nyilvános és diszpécser célú országos URH rádiótelefon hálózatok

ÖKRÖS TIBORNÉ—OPRICS GYÖRGY
Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünk az országos kiterjedésű URH rádiótelefon hálózatok létesítésével kapcsolatos hazai kutatásokról számol be. A rendszerek részben vagy teljes egészében kapcsolódhatnak a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózathoz (PSTN) vagy attól elkülöníthetők. A továbbiakban ismertetjük a hálózatok kialakítására vonatkozó specifikációs javaslatainkat, különös tekintettel a PSTN-hez történő csatlakozás műszaki követelményeire.

Bevezetés

Az URH rádiótelefonok felhasználása egyre növekvő tendenciát mutat világszerte.

A távközlés területén új szolgáltatásként (új tarifával, új számkiosztással stb.) jelentkezik a mozgó rádiótelefon. Rurál környezetben új összeköttetés típus valósítható meg az állandóhelyű rádiótelefonok segítségével.

Sorolhatnánk még az alkalmazások egyéb újszerű változatait.

Működtetésükhöz megfelelő rendszerű hálózat kiépítése szükséges. A felhasználás célja szerint megkülönböztetünk

- nyilvános,
- diszpécser és
- biztonsági

rendszereket, melyek helyi, körzeti vagy országos kiterjedésűek lehetnek. A hálózatok kiépítésével mozgó rádiószolgálat biztosítható, országos kiépítés esetén nemzeti vagy nemzetközi mobilitással.

A továbbiakban a PSTN-hez csatlakozó mozgószo-
lgálati rendszerekről kívánunk szólni, majd a kapcsolatos teendőkről.

Határozzuk meg a következőkben a hálózatok mibenlétét. (A biztonsági rendszerekkel nem foglalkozunk a jelen cikkben.)

A nyilvános rádiótelefon hálózat a nyilvános távbeszélő szolgálat kiterjesztését teszi lehetővé mozgó és állandó helyű előfizetők részére. A rendszer a postai távközlési alaphálózat része.

A diszpécser rádiótelefon hálózat zártcélú vagy részben zártcélú távbeszélő szolgálatot biztosít mozgó járműállományok és diszpécseraik részére. A rendszer a postai távközlési alaphálózattól elkülönül, vagy ahhoz előírt mértékben és módon csatlakozik.

Napjainkban indokolt az országos urh rádiótelefon hálózat létesítése, amely kapcsolódik a PSTN-hez. Fontos tehát a távlati elképzelések megfogalmazása. A PSTN fejlesztésnél ezeket a műszaki terveket és koncepciót kell figyelembe venni,

ÖKRÖS TIBORNÉ

Villamos mérnöki oklevelét 1960-ban szerezte a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1958—67 között a Budapesti Rádiótech-

nikai Gyárban üzem-mérnökként, 1967 óta a Posta Kísérleti Intézetben tudományos kutatóként dolgozik. Tématerülete mindvégig az URH rádió-kommunikáció.

hogy az adott időben a PSTN alkalmas legyen az országos URH rádiótelefon rendszer fogadására.

A fenti típusú rendszerek (vagy esetleg egy kevert célú hálózat) tervezéséhez és létesítéséhez szoros együttműködés szükséges a kapcsolódó távbeszélő szakterületek között. Megvizsgáltuk tehát a lehetséges rendszer kialakítási változatokat, berendezés és rendszer specifikációs javaslatokat készítettünk a jelzett együttműködéssel [1].

A rendszer változatokra és a specifikációkra tett javaslataink széles körű postai vitára kerültek. A végső műszaki tervek rögzítése ezek figyelembevételével történik. További feladatunk, hogy a műszaki-gazdasági szempontból legmegfelelőbb kialakítású rendszerváltozatot kiválasszuk és ehhez az alapvető műszaki tervet kidolgozzuk.

Országos hálózat rádiótechnikai felépítése

A rendszerek létesítését megelőzően több kérdést kellett megválaszolni, melyek meghatározzák a hálózat rádiótechnikai kialakítását. Ezek a következők:

- Szolgáltatás iránti követelmények
 - rendszer célja és földrajzi kiterjedése,
 - felhasználói.
- Felhasználók száma és forgalma
 - igényalakulás,
 - rádióforgalom jellemzői.
- Frekvencia felhasználás paraméterei
 - rendszer felépítése,
 - rendszer jellemzők.

A vázolt csoportosításban foglalkoztunk a problémákkal. Nyilvános, diszpécser vagy kevert célú lehet az országos hálózat, nemzeti vagy nemzetközi mobilitással. Utóbbi esetben a rendszer egy nemzetközi hálózat részét képezi, azzal együtt kell működnie. A szolgáltatást mozgó és állandó helyű nyilvános távbeszélő előfizetők, ill. járműállománnyal rendelkező különféle felhasználók veszik igénybe.

A szolgáltatás iránti igény alakulása összefügg az ellátandó terület nagyságával, a lakosok, a főállomások, a gépjárművek számával, a települések kategóriájával. A lebonyolítandó forgalom jellemzői a szolgálat célja szerint alakulnak. A

Beérkezett: 1987. I. 16. (□)

A hazai országos URH rádiótelefon hálózatok alapvető jellemzői

1. táblázat

Országos URH rádiótelefon hálózat		
Alapvető jellemzők	Rendszerváltozatok	
Cél	nyilvános	diszpécser
Földrajzi kiterjedés	országos (nemzeti mobilitással)	országos (helyi, ill. nemzeti mobilitással)
Kapacitás	20 000	20 000
Felhasználók	stabil és mozgó előfizetők	járműállományok és diszpécseraik
Forgalom	500 erlang országosan	240 erlang országosan
Felépítés	nagycellás (a fővárosban kiscellás) szerkezetű	nagycellás (a fővárosban kiscellás) szerkezetű
Csatornaszám	812	560
Elvi nagycella méret	20 ~ 25 km (a fővárosban aláosztva)	20 ~ 25 km (a fővárosban aláosztva)
Elvi bázisállomás szám	60 ~ 80 (a fővárosi cellaaláosztással növekszik)	60 ~ 80 (a fővárosi cellaaláosztással növekszik)
Azonos/szomszédos csatorna távolság	126/73 km	82/48 km
Mozgó központok száma	9	19
Mozgó központokhoz tartozó bázis-állomások száma	átlagosan 9 (fővárosban kiscellásítás)	átlagosan 4 (fővárosban kiscellásítás)

nyilvános és diszpécser rendszerek forgalmának iránya és eloszlása eltérő. Előbbi esetben a PSTN felé irányul, míg utóbbi esetben a rádiórendszeren belül marad a forgalom túlnyomó része. Ismerni kell a felhasználói forgalmi szokásokat is, az átlagos beszélgetési időt, a napi hívásszámot (a fajlagos forgalmat). Ezen adatok birtokában számolható az előfizetők, ill. a felhasználók által felajánlott forgalom. Erre méretezzük a rendszer forgalom-áteresztő képességét.

A hálózat felépítése hagyományosan nagycellás vagy újszerűen kiscellás lehet. Az igen nagy városok (a főváros) koncentrált forgalma miatt szóba jön a kiscellás hálózati struktúra is. A bázisadó hálózatot optimálisan lehet kialakítani úgy, hogy a rádiófrekvenciás ellátási területek szabályos (hexagonális) rácshálót alkotnak és erre lineáris csatornakiosztás kerül.

Fontos a rendelkezésre álló frekvenciák hatékony felhasználását elősegítő módszerek alkalmazása (csatorna-nyalábolás, megfelelő jelzésrendszer, szinkron üzem, diversity vétel stb.).

A lebonyolítandó rádióforgalom függvényében számíthatók a rendszer további jellemzői. Az országos csatornaszám-szükséglet meghatározott frekvenciaraszterrel (sávval) történő többszöri lefedéssel, a frekvenciák ismételt kiosztásával biztosítható. Ehhez igazodnak a mozgó készülékek frekvenciakészletei is, a mobilitás szerint.

A hálózat- és frekvenciatervezés jellemzői fentieknek megfelelően kiadódnak. A különfrekvenciás elemi háromszögháló és a kongruens azonos- és szomszédos csatorna háromszöghálók méretei a megfelelő frekvenciájú bázisadók távolságai szerint alakulnak, megszabván ezzel az adott frekvencián lehetséges kölcsönös zavartatásokat.

Specifikációs javaslatok a rádióhálózatok hazai felépítésére

A vázolt elvek szerint kiszámoltuk a hazai rendszerváltozatok legfontosabb rádiótechnikai jellemzőit. A PSTN-hez való csatlakozásnál, az illesztő — mozgó — központok meghatározásánál (amely kapcsolja és vezérli a hozzárendelt bázisok forgalmát) ezek az adatok szolgálnak alapul (1. táblázat). A jellemzők 20 000 végkapacitású rendszerekre vonatkoznak. Az ezredfordulón a mozgóállomás sűrűség várhatóan a telefon sűrűség 1%-át teszi ki az ország területén. A kiadódó csatornaszám a becsült forgalom áteresztésére szolgál, a különböző bázisállomásokon megoszlik. Az elvi szabályos és lineáris bázisadóhálózatok méreteit is feltünteti a táblázat. Mint említettük a fővárosban és környékén kiadódó koncentrált forgalom, a megfelelő csatornaszám biztosítása külön problémát jelent. Ezen a nagyforgalmú területen az országos hálózat- és frekvenciaterv szerinti nagy cellákat több kis cellára kell aláosztani, az eltérő struktúrákat pedig egymáshoz illeszteni kell.

Nemzetközi trendek a hálózatok fejlesztése terén

Napjainkig kialakultak az 1. és 2. generációs klasszikus automata rendszerek, melyek hátrányai:

- a PSTN-hez viszonyítva rosszabb átviteli minőség az ellátottság határán,
- az egységesség hiánya, sokféle típus kifejlesztése.

Az 1. generációs kiscellás rendszerek sem egységesek, de már észrevehető az előforduló típusok számának csökkenése. Főleg nagyvárosi alkalmazásuk terjedt el.

Előnyeik:

- olcsó, jó minőségű távbeszélő- és adatátviteli szolgáltatás,
- nagy kapacitás.

A rendszer előfizetői szakasza még analóg kivitelű.

A rendszer tiszta digitális felépítésű. Ezeknél a rendszereknél van lehetőség az egységes paraméter rendszer megteremtésére.

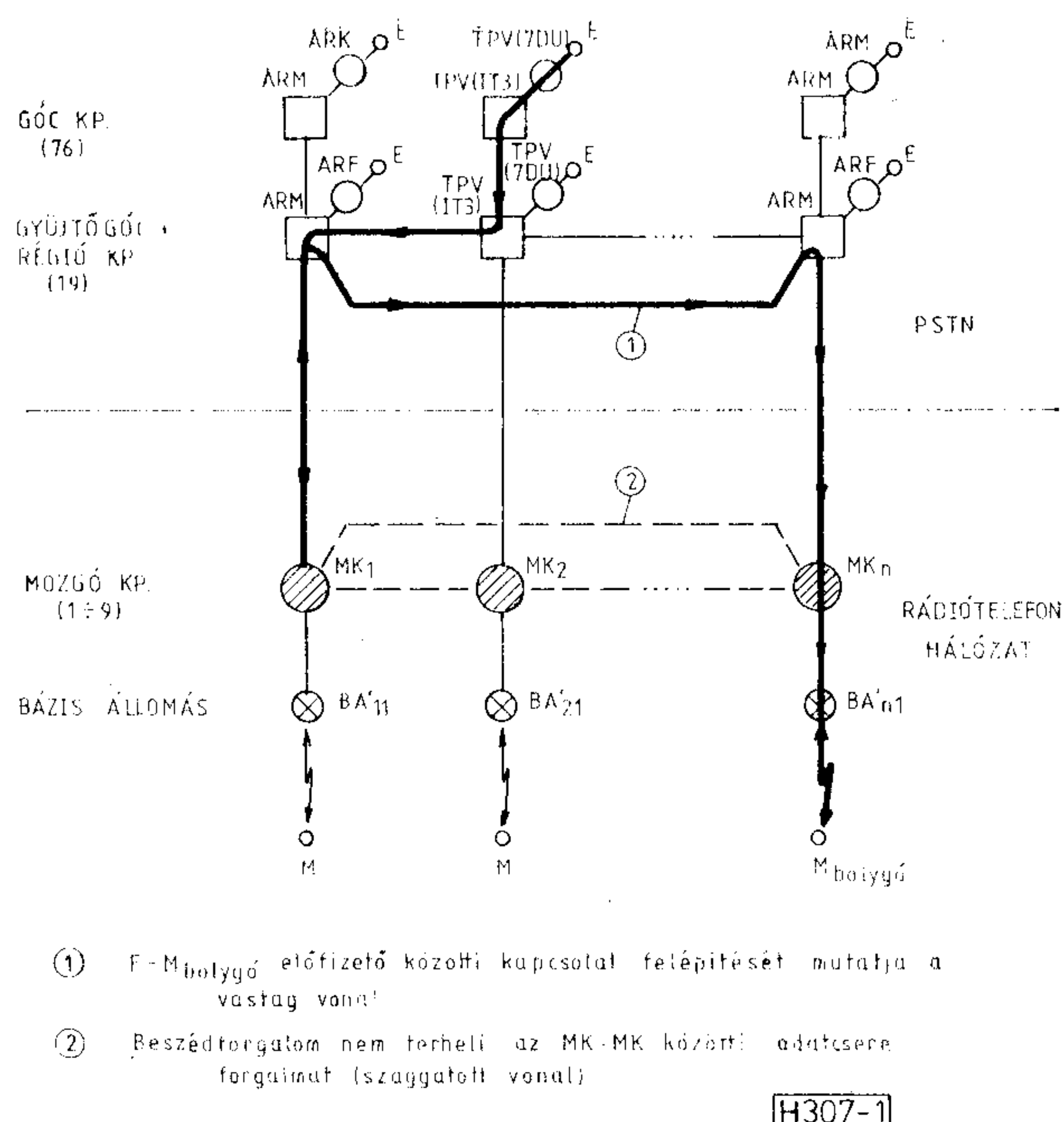
A kiscellás rendszerek főleg a 900 MHz sávban létesíthetők hatékonyan. Ezt követően megjelennek a mikrocellás rendszerek.

2. táblázat

Az országos távbeszélő hálózat tervezett körzetszámainak kihasználtsága és kapacitása

Körzetszámok	Elvi maximum	Kihasz-náltság	Számkapacitás/számjegy	
			Országos 7 számjegy	Országos 8 számjegy
Egy számjegyes (Budapest)	1	1	680 000	1 480 000*
Két számjegyes	72	72	80 000	800 000
Három számjegyes	80	22	18 000	80 000
Összesen:	153	95	—	—

*Megjegyzés: Műszaki kötöttségek miatt nem használható ki a 8 millió számkapacitás.



1. ábra. A PSTN-t igénybe vevő megoldás esetén az MK-k csatlakozása

Az országos URH rádiótelefon hálózatok csatlakozása a PSTN-hez

Nyilvános célú rádiótelefon hálózat

A két hálózat együttműködésére több megoldás lehetséges. Az egyik szempont, hogy az előfizetők egymás közötti forgalma milyen mértékben veszi igénybe a nyilvános kapcsolt távbeszélő hálózatot (PSTN-t).

A másik szempont, hogy a rádiótelefon előfizetők (M) hívószámai milyen módon illeszkednek be a jelenlegi és a tervezett számkiosztásba. A távbeszélő hálózat számkiosztási terve alapján megadjuk (a 2. táblázatban) a körzetszámok elvi maximumát és tervezett felhasználását. A táblázat mutatja az egyes körzetszámokhoz tartozó kiosztható számkapacitást a jelenlegi országos 7 számjegyes és az 1990 év után várható 8 számjegyes rendszerre.

A fenti két szempont alapján foglaljuk össze a két hálózat csatlakozásának megoldási változatait.

1. A PSTN-t igénybe vevő megoldások közös vonása az, hogy az egyes rádiótelefon körzetek között — melyek több bázisállomásból (BÁ), de egy mozgó szolgálati központi állomásból (MK) állnak — a hívások a meglévő gerinchálózatot, a központokat összekötő kapcsolt átviteli utakat veszik igénybe.

A jelenlegi körzetszámokat követő megoldás lényege, hogy az MK körzet előfizetői ugyanazt a körzetkijelölő számot kapják, mint az a góckörzet, ahová a saját mozgószolgálati központ csatlakozik. Egy-egy körzetben kiosztható előfizetői számon osztozik a PSTN és a rádiótelefon rendszer. Az országos 7 számjegyes rendszerben kiosztható 80 ezer, ill. 8 ezer számkapacitás egy nagyságrenddel növekszik a 8 hívószámjegyes rendszer bevezetésével.

Ez utóbbi bevezetése után a rádiótelefon rendszer távlati számkapacitása is biztosítható (2. táblázat).

Az új körzetszámokat igénylő megoldások jellemzője, hogy a rádiótelefon hálózat számmezejét kiemeljük a PSTN számmezejéből és részére egy vagy esetleg több körzetszámot, azaz önálló számmezejt biztosítunk.

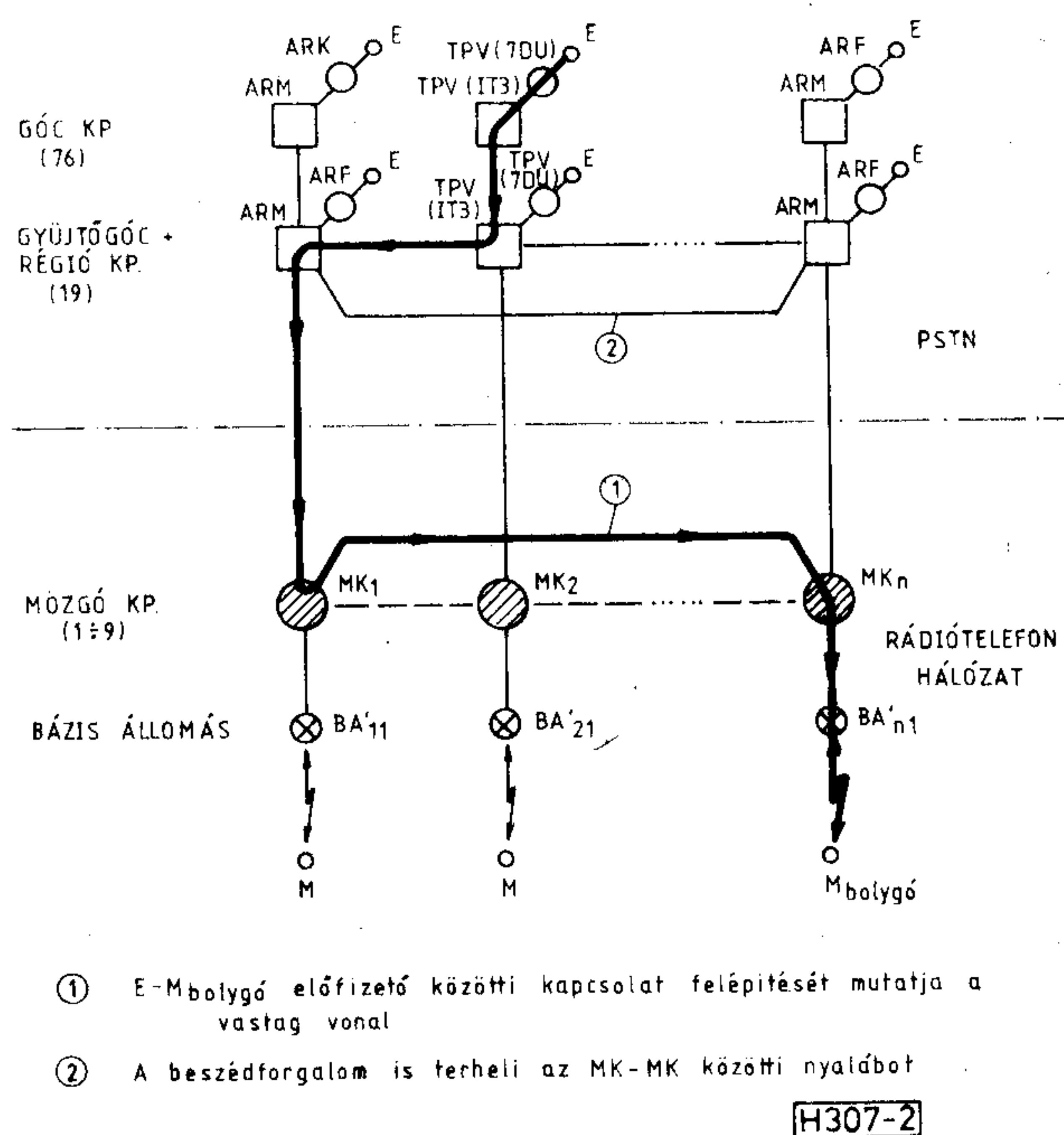
A távbeszélő hálózat távlati fejlesztési terve a következő körzetközpontok kiépítésével számol:

— régió-központok	6
— gyűjtőgóc-központok	13
— gócközpontok	76
Összesen:	95

A számkiosztási terv szerint a kétszámjegyes körzetszámok felhasználásra kerülnek, csak 58 db szabad háromszámjegyes körzetszám van. A háromszámjegyes körzetszámból használhatunk fel a rádiótelefon rendszer céljára (2. táblázat).

Az 1. ábra a rádiótelefon hálózat csatlakozását mutatja a PSTN-hez. Az MK a régió és a gyűjtőgóc-központokhoz csatlakozik. Az ábrán vastag vonallal jelöltük azt a kapcsolódást, amikor a távbeszélő hálózat egyik előfizetője (E) azt a mozgó rádiótelefonelőfizetőt (M-bolygó) hívja, aki nem tartózkodik a honos mozgó központ (MK₁) körzetében. Hívás átirányítás után a beszédkapcsolat a PSTN-en keresztül bonyolódik le.

2. Az overlay rendszer jellemzője, hogy a rádiótelefon körzetek központjai között egy, a jelenlegi hálózattal párhuzamos, külön hálózat jön létre. Ez a hálózat a mozgó állomások nyilvántartási adatforgalmán túl biztosítja a bolygó mozgó állomások MK-k közötti átirányított beszédforgalom lebonyolítását is. Az MK képességétől függően és a hálózat gazdaságossága alapján alakítható ki az MK-k közötti hálózat (csillag, szövevényes, multipoláris stb.). A fenti számkiosztások közül kiemelnénk azt, amikor egyetlen körzetkije-



2. ábra. Overlay rendszer esetén az MK-k csatlakozása a PSTN-hez



OPRICS GYÖRGY

Villamos mérnöki oklevelét 1968-ban szerezte a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1968—73 között a Budapesti Távhívíó Igazgatóság Alközponti Üzemben üzemmérnökként, 1973-tól a Posta Kísérleti Intézetben tudományos kutatóként dolgozik. Tématerülete a távhívíó hálózatok fejlesztésével és tervezésével kapcsolatos kutatások.

lő szám segítségével érhető el a rádiótelefon hálózat.

A már kiosztott, de nem használt egy darab kétszámjegyű körzetszám esetén 80 ezer számkapacitás biztosítható az országos 7 számjegyű rendszerben.

A fenti megoldásoknál az MK helyi központként csatlakozik a PSTN-hez régió, gyűjtő- esetleg gócközpont szinten. A csatlakozó távhívíó központok típusa: ARM vagy időosztásos TPV központ. Az IT3 típusú központhoz csatlakozással távlatban nem számolunk.

Az MK tehát a PSTN felé helyi központként működik, így a követelmény az MK-ra:

- a bolygó állomások nyilvántartása,
- a hívásirányítás,
- a tarifálás és
- a forgalomirányítás (ez utóbbi csak az overlay rendszer esetén).

3. A budapesti többközpontos hálózat különleges helyet foglal el az országos távhívíó hálózatban, a kapacitása, a központok száma, típusa és a forgalomirányítás módja miatt. Ezért az előző országos megoldásokon túl további megoldások vizsgálata vált szükségessé.

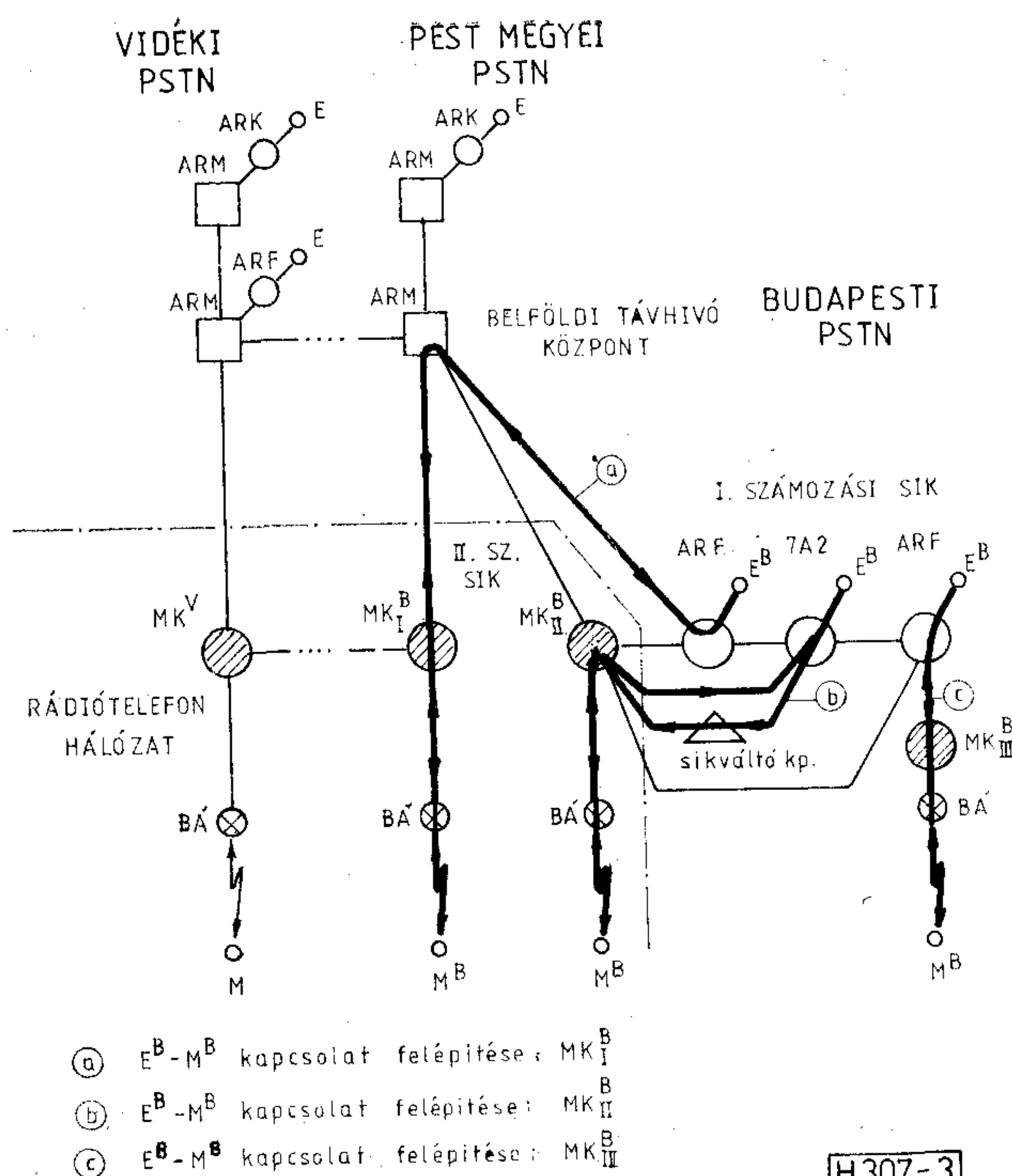
a) Az országos rendszerek kiterjesztése Budapestre biztosítja az országos egységességet, de a budapesti PSTN és a budapesti (és egyben Pest megyei) MK^B körzet közötti várható nagy forgalom a Belföldi Távhívíó Központot terheli (3. ábra a) változat).

b) Az MK új főközpontként történő üzemelése (MK_{II}^B) esetén, az előző forgalom elkerüli a Belföldi Távhívíó Központot. A megvalósítás műszaki feltétele a budapesti 7 számjegy bevezetése, azaz a II. számozási sík megnyitása. Az MK-t illeszteni kell a budapesti hálózat központjaihoz, így az ARF, a 7A2 és a síkváltó központokhoz (távlatban ta andemközpontokhoz) is (3. ábra b) változat).

c) Ha az MK valamelyik (AR rendszerű) főközpont részeként üzemel, akkor az MK az adott főközponton keresztül kapcsolódik a budapesti trónkhálózathoz. Az MK-t csak az adott AR rendszerű központhoz kell illeszteni. A kiosztható számkapacitás az AR rendszerű központtal együtt maximum 40 ezer lehet (MK_{III}^B). A fenti megoldást mutatja a 3. ábra c) változata.

Diszpécser célú rádiótelefon hálózat

A diszpécser célú rádiótelefon rendszernek a nyilvános kapcsolt távhívíó hálózathoz való



3. ábra. Megoldások a budapesti hálózatban

csatlakozása kétféle módon, trónk és előfizetői szinten lehetséges.

1. A trónk szintű csatlakozás esetén a hálózati hierarchia szempontjából MK egy kiterjesztett szolgáltatásokkal (diszpécser és alközponti funkciókkal) rendelkező végközpontnak felel meg. Ebben az esetben a csatlakozási és a megvalósítási variációk megegyeznek az előbbieken tárgyalt nyilvános célú rádiótelefon rendszerével.

2. Az előfizetői szintű csatlakozás esetén az MK egy alközpontnak felel meg és a PSTN egy helyi (vég) központjához csatlakozik. A rádiótelefon rendszer hívószámai PBX-vonalcsoport vagy egyéni előfizetői vonalak hívószámai.

Az MK-k közötti hálózat kialakítása lehet a PSTN-en keresztül (önálló diszpécser) vagy az overlay hálózaton (diszpécseret összekötő külön hálózat).

Megvalósítás

A vázolt megvalósítási variációkból ki kell választani a távlatban is optimális megoldást.

A nyilvános célú rádiótelefon rendszer mielőbbi bevezetése a legnagyobb igénytel jelentkező budapesti hálózatban indokolt. A rendszer országos kiterjesztését a további igénytel és forgalommal rendelkező úthálózathoz (M1, M3, M5) csatlakozó régióközpontokban (Győrben, Miskolcon és Szegeden) célszerű megkezdeni.

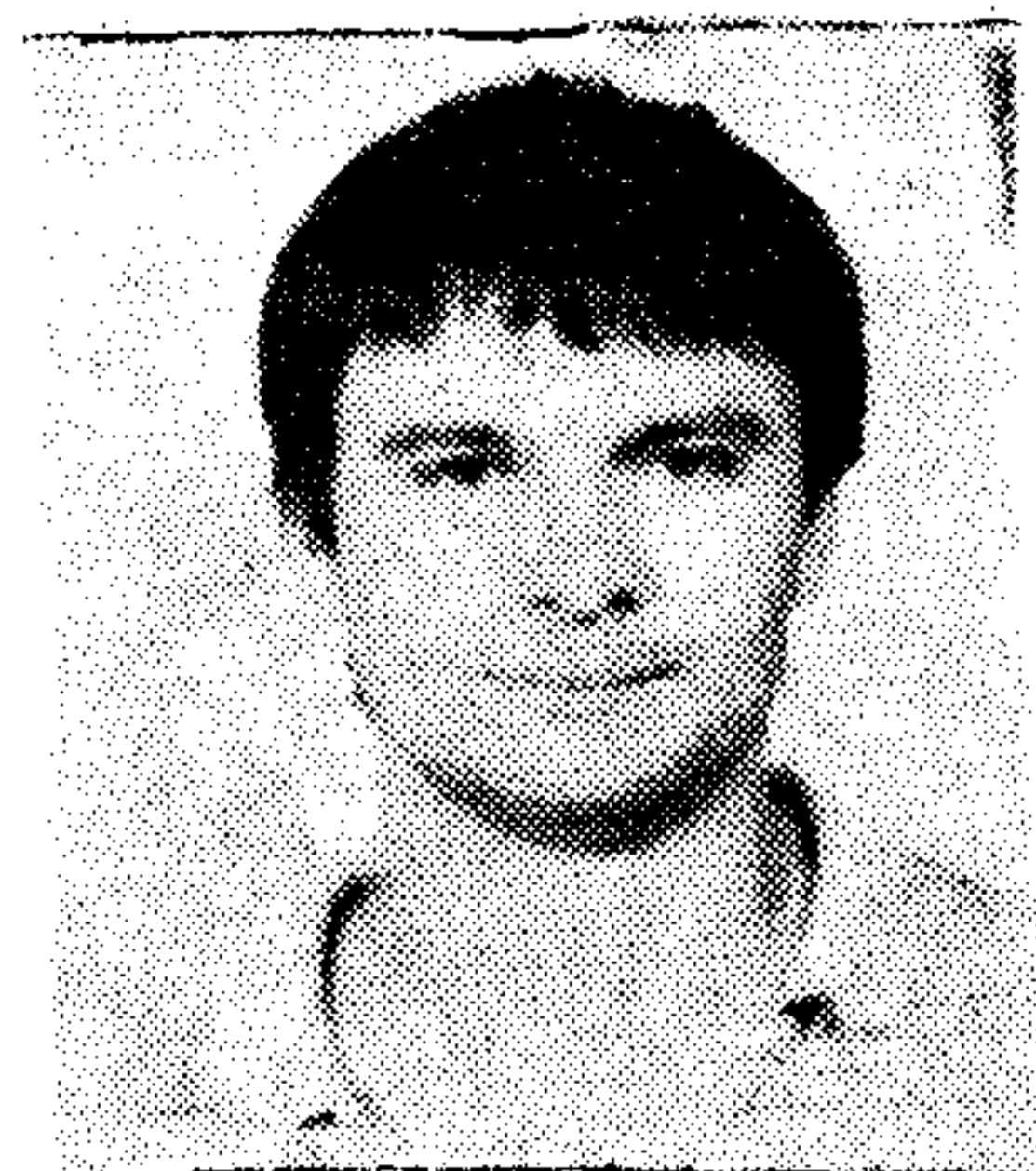
IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Ökrös Tiborné—Oprics György—dr. Plank György Brebovszky Judit—Szabó Károly: URH nyilvános és diszpécser célú országos automota rádiótelefon hálózat rendszereinek specifikálása, I—V. kötet, PKI, Bp. 1985.

Hullámterjedés egydimenziós inhomogén közegben. Analízis végeselem módszerrel

PETRE PÉTER

BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben egy hatékony numerikus módszer segítségével a síkhullámok terjedését vizsgáljuk egydimenziós, tetszőlegesen változó anyagállandójú inhomogén közegben.

A problémára megfogalmazunk egy peremérték-feladatot, majd erre alkalmazzuk a súlyozott reziduum formulát és a kapott egyenlet numerikus kiértékeléséhez a végeselem módszert hívjuk segítségül. A cikk végén néhány a gyakorlatban is előforduló feladatra (inhomogén tápvonal, reflexiómentesítő inhomogén réteg) adunk numerikus megoldást.

1. Bevezetés

A valóságban előforduló hullámterjedési problémák egy részét rendszerint leírhatjuk egy egydimenziós inhomogén réteget tartalmazó modell segítségével. Az ilyen modell számos gyakorlati feladat megoldására használható. Ilyen többek között az elektromágneses hullámok ionoszférában való terjedésének leírása [1], a különböző plazmatípusok reflexiós és átviteli tulajdonságainak vizsgálata [2, 3], az inhomogén tápvonalak és tápvonalátmenetek analízise és szintézise [4], vagy a reflexiómentesítő anyagok csillapítási tulajdonságainak vizsgálata.

Az egydimenziós inhomogén közeg analízisére a szakirodalomban számtalan módszer található, közülük némelyik csak speciális profilú rétegre használható. Néhány eljárás a teljesség igénye nélkül: a Wentzel—Kramers—Billouin (WKB), a fázisintegrál módszere, a homogén rétegekkel való közelítés [5], az általánosított WKB módszer [2], [5], az integrálegyenletre való visszavezetés módszere [6], továbbá a véges differenciák módszere [7] és a variációs elv [7]—[9]. Az általunk használt súlyozott reziduum módszer [7], [8] ez utóbbi kettőhöz áll legközelebb. Mint már említettük, választott módszerünk előnye, hogy tetszőlegesen változó inhomogén közeg esetén is használható.

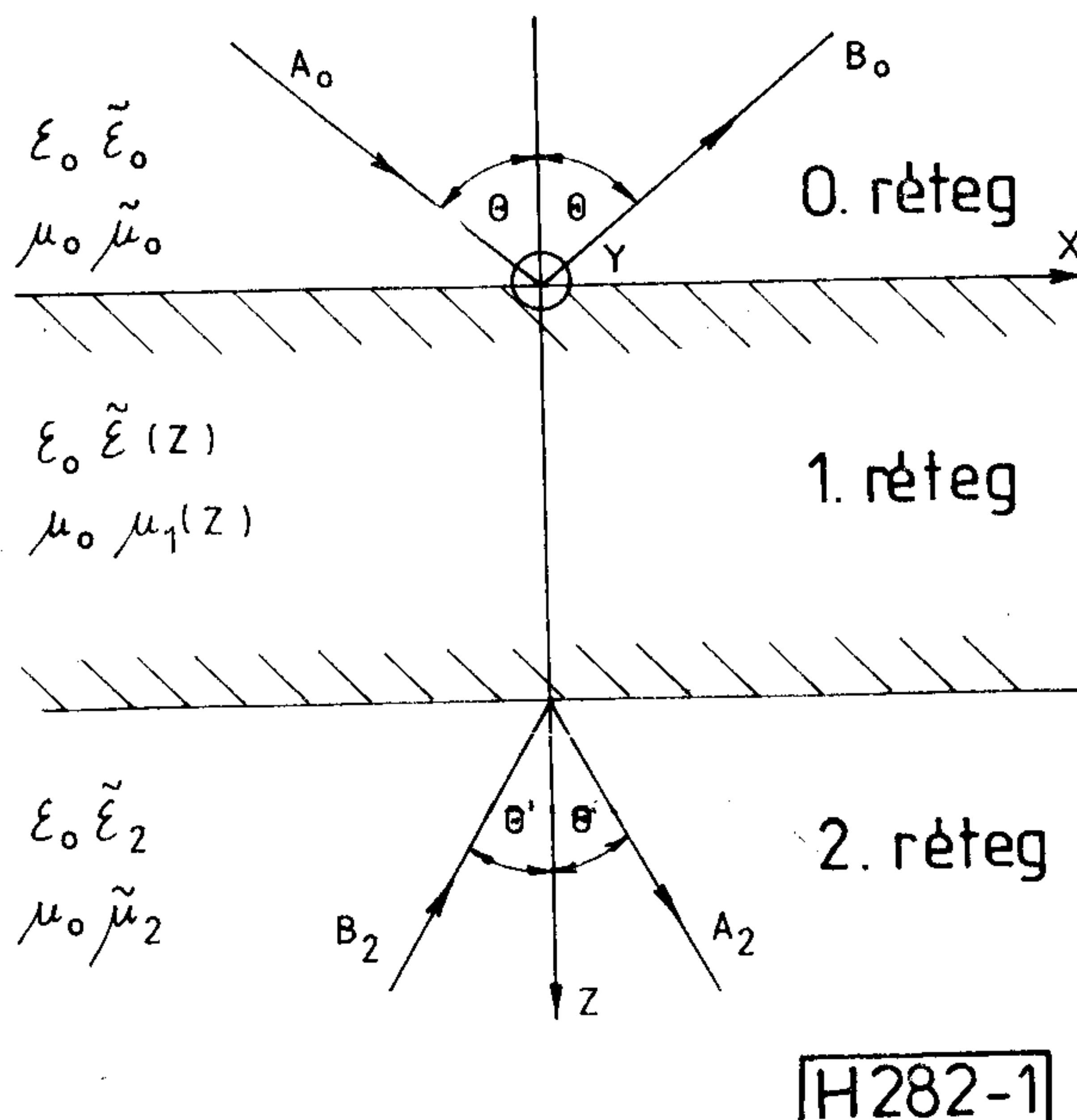
A véges differenciák módszerének hátránya, többdimenziós feladat esetén többek között az, hogy nem ad pontos eredményt, ha a vizsgált tartomány határvonala görbe, vagy ha a határon a peremfeltétel ún. „kevert határfeltétel” [8]. Ezt az eljárást főleg az időtől függő rendszerek leírására használják. A variációs elv lényege, hogy az adott peremérték-feladathoz egy funkcionált rendel és a funkcionál szélsőértékéhez tartozó függvényt határozza meg. Ez a módszer az elektromágneses térelméletben az utóbbi időben igen

PETRE PÉTER

1985-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. Diplomatervében az elektromágneses hullámok terjedésének elméleti leírását dolgozta ki rétegzett közegben, mellyel a HTE

1985. évi diplomaterv pályázatán III. helyezést ért el. Jelenleg a BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékén tudományos segédmunkatársként dolgozik. Kutatási területe: hullámterjedés elvi és kísérleti vizsgálata homogén és inhomogén közegekben.

népszerűvé vált és ezzel együtt rendkívüli mértékben megsaporodott az ide vonatkozó szakirodalom is [10]—[16]. A [15] és [16] egydimenziós inhomogén réteget vizsgál a variációs elv segítségével. A feladat tehát lényegében ugyanaz mégis lényeges különbség van a két megoldás között. Azért érezzük szükségesnek a feladat megoldását a súlyozott reziduum módszer segítségével, mert ez az eljárás általánosabb, mint a variációs elv [7], [8], ugyanis a variációs elv csak akkor használható, ha az adott peremérték-feladathoz hozzárendelhető egy megfelelő funkcionál. Ez a hozzárendelés viszont csak bizonyos típusú differenciál-egyenletekhez lehetséges. A súlyozott reziduum formula ezzel szemben tetszőleges peremérték-feladat esetén is megadható, és semmiféle megkötést sem kíván a vizsgált differenciálegyenlettől (differenciálegyenletektől) és a hozzá tartozó határfeltételtől (határfeltételektől).



1. ábra. Egydimenziós inhomogén közegben történő hullámterjedés modellje

Beérkezett: 1986. XI. 5. (H)

Mint minden numerikus módszernél természetesen itt is felmerül a megoldás pontosságának kérdése. Ezért a későbbiekben még visszatérünk a [15] [16] által is használt energiamegmaradás tételén alapuló hibabecslési módszerhez.

2. A feladat megfogalmazása

A feladat geometriája az 1. ábrán látható.

A 0. és a 2. réteg homogén izotróp az egyik irányban végtelen kiterjedésű. Az 1. inhomogén réteg anyagállandói $\varepsilon_0 \tilde{\varepsilon}_1(z)$, $\mu_0 \tilde{\mu}_1(z)$ és a $z \in [0, a]$ tartományban helyezkedik el. Itt μ_0 és ε_0 a szabadtéri permittivitás és permeabilitás, míg a $\tilde{\mu}_i$ és $\tilde{\varepsilon}_i$ ($i=0, 1, 2$) az i . réteg komplex relatív permittivitása és permeabilitása.

Az inhomogén réteg anyagállandói csak a z irányban változnak. Az időfüggés $e^{j\omega t}$ alakú, amit a következőkben elhagyunk. Ismeretes, hogy ferdeszögű beesés esetén a beesés síkjára merőleges (TE mód) és a beesés síkjával párhuzamos (TM mód) polarizációt meg kell különböztetni. A következőkben ahol lehet a kétféle polarizációt együtt kezeljük, ahol erre nincs mód, ott mind a két módusra külön felírjuk a megfelelő egyenletet.

Merőleges (TE mód) polarizáció esetén az elektromos vektornak ($\vec{E}$) csak y irányú komponense van.

$$\vec{E}_y(x, z) = E_y(z) \cdot e^{-\gamma_0 \sin \Theta \cdot x} \cdot \vec{e}_y \quad (1)$$

ahol $\vec{e}_y$ — az y irányú egységvektor, a terjedési

tényező $\gamma_0 = j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\mu}_0 \tilde{\varepsilon}_0}$ a 0. rétegben, λ_0 — a szabadtéri hullámhossz, Θ a beeső hullám és a beesési merőleges által bezárt szög.

Párhuzamos (TM mód) polarizáció esetén a mágneses vektornak ($\vec{H}$) csak y irányú összetevője van, ezért írhatjuk, hogy

$$\vec{H}_y(x, z) = H_y(z) e^{-\gamma_0 \sin \Theta \cdot x} \cdot \vec{e}_y \quad (2)$$

Mivel a 0. és a 2. közeg homogén izotróp, ezért itt a Maxwell egyenletek megoldása az alábbi formában írható [5], [16]

$$\Phi(z) = H_y''(z) = E_y(z) = A_0 e^{-\gamma_0 \cos(\Theta) z} + B_0 e^{\gamma_0 \cos(\Theta) z}, \quad z < 0 \quad (3)$$

$$\Phi(z) = H_y''(z) = E_y(z) = A_2 e^{-\gamma_2 \cos(\Theta')(z-a)} + B_2 e^{\gamma_2 \cos(\Theta')(z-a)}, \quad z > a \quad (4)$$

A $\Phi(z)$ jelölést azért vezettük be, mert a párhuzamos, és a merőleges polarizációra ugyanazt az egyenletet kaptuk, és ezzel a felírás tömörebb lett. A_0 , B_0 , A_2 , B_2 , Θ' jelentése az 1. ábrán látható. Az elektromágneses térelméletből ismert, hogy két közeg határán az $\vec{E}$ és $\vec{H}$ vektor tangenciális összetevői folytonosan mennek át, ha nincs felületi töltés és nem folyik felületi áram.

Ezt fölhasználva írhatjuk, hogy

$$\gamma_0 \sin \Theta = \gamma_2 \sin \Theta' \quad (5)$$

ahol

$$\gamma_i = j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_i \tilde{\mu}_i} \quad i=0, 2 \quad \text{Im } \gamma_i \leq 0$$

A (4)-ben szereplő kitevőt ezzel átírhatjuk az alábbi alakra

$$\gamma_2 \cos \Theta' = j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\mu}_2 - \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\mu}_0 \sin^2 \Theta} \quad (6)$$

Ha a feladat megoldása során előírjuk, hogy $A_0=1$ és $B_2=0$, akkor ez fizikailag megfelel annak, hogy egy egységnyi amplitudójú hullám érkezik az inhomogén rétegbe a 0. közegből a beesési merőlegeshez képest Θ beesési szöggel. Ekkor $B_0 = \Gamma(\Theta)$ és $A_2 = T(\Theta)$, ami nem más, mint a reflexiós és átviteli tényező Θ nagyságú ferdeszögű beesés esetén.

Teljesen hasonló módon definiálhatunk egy inverz terjedési modellt, ahol $A_0=0$, és $B_2=1$, vagyis most a 2. közegből érkezik egy egységnyi amplitudójú hullám az inhomogén rétegbe a beesési merőlegeshez képest Θ beesési szöggel.

I. táblázat

A (7)-ben szereplő paraméterek definíciója párhuzamos és merőleges polarizáció esetén

Kifejezések	TE mód (merőleges pol.)	TM mód (párhuzamos pol.)
$\Phi(z)$	$E_y(z)$	$H_y''(z)$
$p(z)$	$1/\tilde{\mu}_1(z)$	$1/\tilde{\varepsilon}_1(z)$
$q(z)$	$\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\right)^2 \left[\tilde{\varepsilon}_1(z) - \frac{\tilde{\mu}_0 \tilde{\varepsilon}_0}{\tilde{\mu}_1(z)} \sin^2 \Theta \right]$	$\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\right)^2 \left[\tilde{\mu}_1(z) - \frac{\tilde{\mu}_0 \tilde{\varepsilon}_0}{\tilde{\varepsilon}_1(z)} \sin^2 \Theta \right]$
α_1	$-j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\frac{\tilde{\varepsilon}_0}{\tilde{\mu}_0} \cos \Theta} \tilde{\mu}_1(0)$	$-j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\frac{\tilde{\mu}_0}{\tilde{\varepsilon}_0} \cos \Theta} \tilde{\varepsilon}_1(0)$
α_2	$j \frac{4\pi}{\lambda_0} \sqrt{\frac{\tilde{\varepsilon}_0}{\tilde{\mu}_0} \cos \Theta} \tilde{\mu}_1(0) A_0$	$j \frac{4\pi}{\lambda_0} \sqrt{\frac{\tilde{\mu}_0}{\tilde{\varepsilon}_0} \cos \Theta} \tilde{\varepsilon}_1(0) A_0$
β_1	$j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\mu}_2 - \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\mu}_0 \sin^2 \Theta} \frac{\tilde{\mu}_1(a)}{\tilde{\mu}_2}$	$j \frac{2\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\mu}_2 - \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\mu}_0 \sin^2 \Theta} \frac{\tilde{\varepsilon}_1(a)}{\tilde{\varepsilon}_2}$
β_2	$-j \frac{4\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\mu}_2 - \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\mu}_0 \sin^2 \Theta} \frac{\tilde{\mu}_1(a)}{\tilde{\mu}_2} B_2$	$-j \frac{4\pi}{\lambda_0} \sqrt{\tilde{\varepsilon}_2 \tilde{\mu}_2 - \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\mu}_0 \sin^2 \Theta} \frac{\tilde{\varepsilon}_1(a)}{\tilde{\varepsilon}_2} B_2$

Ekkor természetesen $A_2 = \Gamma(\Theta)$ és $B_0 = T(\Theta)$ a reflexió illetve az átviteli tényező.

A Maxwell egyenletekből a már korábban említett határfeltételek figyelembevételével — a $z=0$ és a $z=a$ helyen az $\vec{E}$ és $\vec{H}$ vektor tangenciális összetevői folytonosan mennek át — $\Phi(z)$ -re az alábbi Sturm—Liouville-féle paraméterérték-feladatot kapjuk [16]

$$-\frac{d}{dz} \left[p(z) \frac{d\Phi(z)}{dz} \right] + q(z)\Phi(z) = 0 \quad 0 < z < a \quad (7.a)$$

$$\left. \frac{d\Phi}{dz} \right|_{z=0} + \alpha_1 \Phi(0) + \alpha_2 = 0 \quad (7.b)$$

$$\left. \frac{d\Phi}{dz} \right|_{z=a} + \beta_1 \Phi(a) + \beta_2 = 0 \quad (7.c)$$

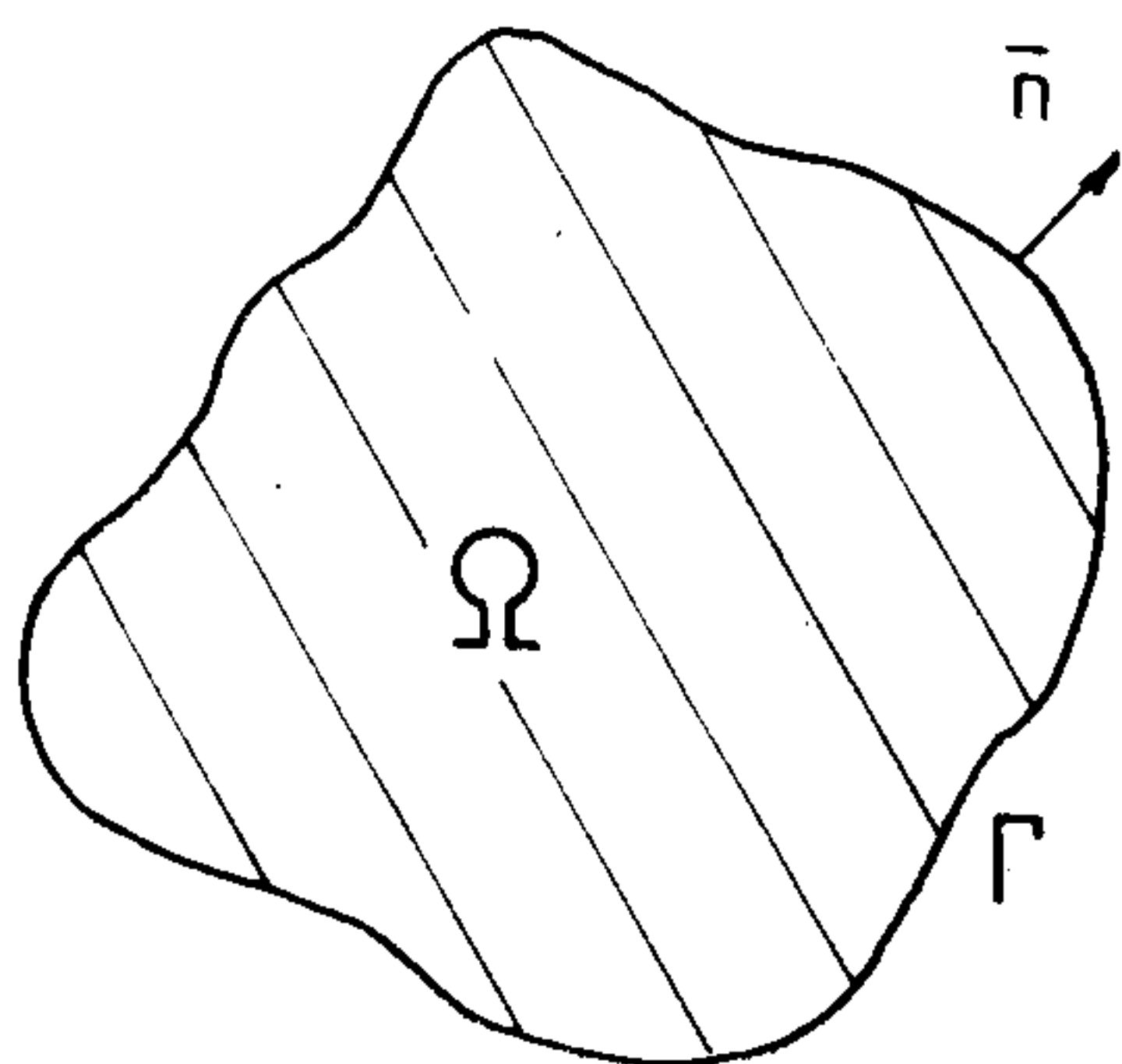
A 7. képletben szereplő $p(z)$, $q(z)$, α_1 , α_2 , β_1 , β_2 kifejezések jelentését mind a két típusú polarizációra az I. táblázatban közöljük.

Feladatunk ezek után a (7) paraméterérték-feladat megoldása. Ha ezt már megoldottuk, akkor könnyen meg tudjuk határozni a keresett B_0 és A_2 értéket az alábbi összefüggések segítségével:

$$\begin{aligned} B_0 &= \Phi(0) - A_0 \\ A_2 &= \Phi(a) - B_2 \end{aligned} \quad (8)$$

ahol A_0 -t és B_2 -t már korábban előírtuk, például a pozitív z irányú hullámterjedési modell esetén ($A_0=1$, $B_2=0$, $B_0 = \Gamma(\Theta) = \Phi(0) - 1$, $A_2 = T(\Theta) = \Phi(a)$).

Megjegyezzük, hogy a (7) egyenletrendszerrel az eredeti — $-\infty < z < \infty$ térre vonatkozó feladatot egy $0 \leq z \leq a$ véges térrészre vonatkozó feladatra redukáltuk, felhasználva a sugárzási feltételt a végtelenben és a határfeltételeket a $z=0$ és a $z=a$ helyeken. A (7) paraméterérték feladatnak több megoldási módja létezik [9], melyek közül a numerikus megoldásra legmegfelelőbb a bevezetőben már említett variációs elv és az általunk is használt súlyozott reziduum módszer.



H282-2

2. ábra. A paraméterérték-feladat geometriája. Ω a vizsgált tartomány, Γ az Ω -t határoló peremgörbe, $\vec{n}$ a Γ görbe kifelé mutató normálvektora

3. A súlyozott reziduum módszer elve

A súlyozott reziduum módszer elvét az alábbi kétdimenziós feladaton mutatjuk meg (2. ábra). A keresett függvénynek az Ω tartományon a következő differenciálegyenletet kell kielégítenie

$$D(\Phi) = L(\Phi) + p = 0 \quad (9.a)$$

ahol L lineáris differenciáloperátor, p a Φ -től nem függő, ismert függvény, Φ pedig a differenciálegyenletet kielégítő megoldás. Az Ω tartományt határoló zárt Γ görbén a megfelelő peremfeltételt általánosan az alábbi módon írhatjuk elő:

$$P(\Phi) = M(\Phi) + r = 0 \quad (9.b)$$

ahol M lineáris differenciáloperátor és r a p -hez hasonlóan Φ -től nem függő ismert függvény.

A leggyakrabban előforduló három nem homogén típusú peremfeltétel a következő:

Dirichlet típusú peremfeltétel

$$M(\Phi) = \Phi \quad r = -g \quad (10.a)$$

Neumann típusú peremfeltétel

$$M(\Phi) = \frac{\partial \Phi}{\partial n} \quad r = -h \quad (10.b)$$

„Kevert” peremfeltétel

$$M(\Phi) = \frac{\partial \Phi}{\partial n} + k\Phi \quad r = -f \quad (10.c)$$

ahol $\frac{\partial}{\partial n}$ a Γ görbén az $\vec{n}$ normális irányú deriválást jelenti, k , g , h , f pedig a Φ -től nem függő ismert függvények. A 9. a és 9. b-t egyszerre kielégítő Φ megoldást az alábbi függvényssal közelítjük

$$\Phi \cong \hat{\Phi} = \sum_{m=1}^M a_m N_m \quad (11)$$

ahol az N_m -k a választott bázisfüggvények és az a_m -k ezek együtthatói. Az N_m bázisfüggvényeknek az adott Ω tartományon szakaszonként n -szer folytonosan differenciálhatónak kell lenniük, ha itt a megoldandó differenciálegyenlet n -ed rendű (L n -ed rendű differenciáloperátor). Ha most a (9.a) és (9.b)-ben a pontos Φ megoldás helyett a (11) közelítő függvényt használjuk, akkor az Ω tartományon és a Γ peremen a hibát a következőképpen írhatjuk fel:

$$R_\Omega = D(\hat{\Phi}) = L(\hat{\Phi}) + p \quad (12)$$

$$R_\Gamma = p(\hat{\Phi}) = M(\hat{\Phi}) + r$$

A hiba súlyozott összegét az Ω tartományon és a peremen az alábbi integrál segítségével minimalizálhatjuk

$$\int_{\Omega} W_I R_\Omega d\Omega + \int_{\Gamma} \bar{W}_I R_\Gamma d\Gamma = 0 \quad (13)$$

ahol W_I és $\bar{W}_I$ alkalmasan választott súlyfüggvények, melyeket általában egymástól függetlenül választhatunk meg.

Ha a (13) egyenlet nagyszámú független W_l és $\bar{W}_l$ -re teljesül, akkor a $\hat{\Phi}$ egyre jobban közelíti a pontos Φ megoldást, feltéve, hogy a (11) közelítésben használt N_m bázisfüggvények száma ennek megfelelően tetszőlegesen növelhető. A (12) és (11) képletet (13)-ba behelyettesítve a kapott egyenletrendszert felírhatjuk az alábbi mátrix egyenlettel:

$$K a = f \quad (14.a)$$

ahol

$$K_{l,m} = \int_{\Omega} W_l L(N_m) d\Omega + \int_{\Gamma} \bar{W}_l M(N_m) d\Gamma \quad (14.b)$$

$$f_l = - \int_{\Omega} W_l p d\Omega - \int_{\Gamma} \bar{W}_l r d\Gamma \quad (14.c)$$

Itt $K_{l,m}$ a K mátrix l . sorának és m . oszlopának eleme, f_l pedig az f oszlopvektor l . eleme. A keresett a együtthatóvektort ezekután a következő egyenlet határozza meg:

$$a = K^{-1} f \quad (15)$$

A W_l és $\bar{W}_l$ választásától függően a megoldásra a gyakorlatban több módszer terjedt el.

a) Kollokáció

Ekkor $W_l = \delta(r-r_l)$, azaz súlyfüggvényrendszernek a Dirac-féle delta-függvények rendszerét választjuk. Ebben az esetben $l=m$.

b) Túlhatalozott kollokáció

Ez a kollokáció speciális esete, amikor a súlyfüggvényrendszer ugyanaz, mint az egyszerű kollokációnál, de $l > m$.

c) Galerkin módszer [7] [8]

Ebben az esetben a bázisfüggvények rendszere megegyezik a súlyfüggvényrendszerrel, azaz $W_l = N_l$.

Az irodalomban még számos módszer található (Rayleigh—Ritz módszer, legkisebb négyzetek elve stb.), amelyek szintén a súlyozott reziduum módszer elvére épülnek.

Megjegyezzük, hogy ha bázisfüggvényrendszernek olyan függvényosztályt választunk, amely automatikusan kielégíti a (9.a) egyenletet az Ω tartományon, akkor a (13) egyenlet az alábbi egyszerű formára redukálódik:

$$\int_{\Gamma} \bar{W}_l R_{\Gamma} d\Gamma = 0 \quad (16)$$

Ekkor csak a peremen kell a hibát a (16) segítségével minimalizálni. Ezt az eljárást határelem módszernek (Boundary Element Techniques) nevezik [17].

4. A feladat megoldása a súlyozott reziduum módszer segítségével

Az általános (13) súlyozott reziduum formulát alkalmazva a (7) peremérték-feladatra az alábbi egyenletet kapjuk

$$\begin{aligned} & \int_0^a W_l(z) \left[\frac{d}{dz} \left(p(z) \frac{d\hat{\Phi}(z)}{dz} \right) + q(z) \hat{\Phi}(z) \right] dz + \\ & + \left[\bar{W}_l(z) \left(\frac{d\hat{\Phi}(z)}{dz} + \alpha_1 \hat{\Phi}(z) + \alpha_2 \right) \right]_{z=0} + \\ & + \left[\bar{W}_l(z) \left(\frac{d\hat{\Phi}(z)}{dz} + \beta_1 \hat{\Phi}(z) + \beta_2 \right) \right]_{z=a} = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

ahol $W_l(z)$ és $\bar{W}_l(z)$ alkalmasan választott súlyfüggvények és

$$\Phi(z) \cong \hat{\Phi}(z) = \sum_{m=1}^M a_m N_m(z) \quad (18)$$

ahol az $N_m(z)$ -k a $\Phi(z)$ függvény közelítésében használt bázisfüggvények és a_m ezek együtthatói. A (7.b) és (7.c) egyenleteket a (17) mint természetes határfeltételt veszi figyelembe.

A (17) képletben az első tagot — Green tételét felhasználva — a következő alakra hozhatjuk:

$$\begin{aligned} & \int_0^a W_l \frac{d}{dz} \left(p \frac{d\hat{\Phi}}{dz} \right) dz = - \\ & - \int_0^a p \frac{dW_l}{dz} \frac{d\hat{\Phi}}{dz} dz + \left[W_l p \frac{d\hat{\Phi}}{dz} \right]_{z=0}^{z=a} \end{aligned} \quad (19)$$

(A függvények z -től való függésének jelölését a tömörebb írásmód kedvéért elhagytuk.)

Ezzel az átalakítással elértük, hogy a (17)-ben szereplő $\hat{\Phi}(z)$ -nek, illetve az $N_m(z)$ függvényeknek már csak egyszer folytonosan differenciálhatónak kell lenniük. Ez a bázisfüggvényrendszer megválasztásánál nagyobb szabadságot biztosít.

Mivel a W_l és $\bar{W}_l$ súlyfüggvények egymástól függetlenek, ezért $\bar{W}_l$ -t a következőképpen választjuk:

$$[\bar{W}_l]_{z=0} = [W_l \cdot p]_{z=0} \quad (20)$$

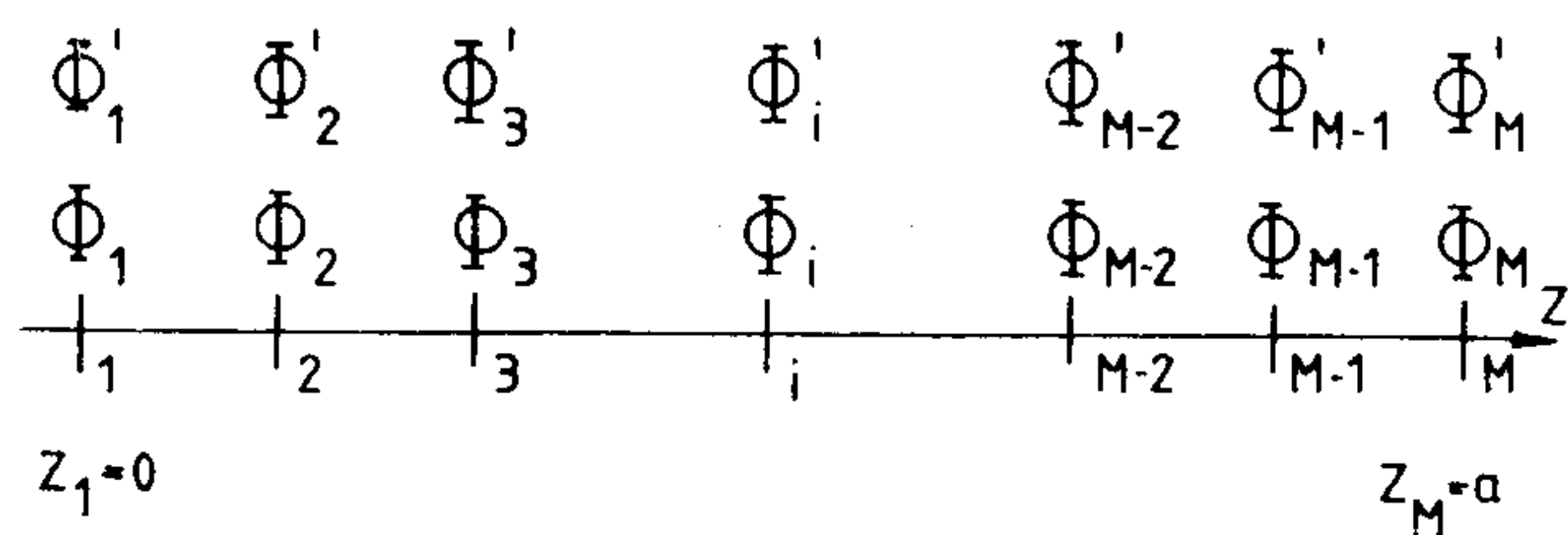
$$[\bar{W}_l]_{z=a} = -[W_l \cdot p]_{z=a}$$

W_l megválasztásánál Galerkin módszerét alkalmazzuk. Azért élünk ezzel a választással, mert ekkor a kapott egyenletrendszer együtthatómátrixa szimmetrikus lesz, ami megkönnyíti a numerikus kiértékelést. A (17) egyenlet ezek után (18), (19) és (20) felhasználásával és $W_l = N_l$ választással az alábbi lesz

$$\begin{aligned} & \int_0^a \left[p \frac{dN_l}{dz} \frac{d\hat{\Phi}}{dz} - q \hat{\Phi} N_l \right] dz - \\ & - [N_l p (\alpha_1 \hat{\Phi} + \alpha_2)]_{z=0} + [N_l p (\beta_1 \hat{\Phi} + \beta_2)]_{z=a} = 0 \\ & l = 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (21)$$

Itt jegyezzük meg, hogy a (21) egyenlet ebben a formájában csak akkor használható, ha az $\tilde{\varepsilon}_1(z)$ és $\tilde{\mu}_1(z)$ folytonosan változik az $z \in [0, a]$ tartományban.

Ha e függvények valamelyike is ugrást tartalmaz, pl. a $z_i \in (0, a]$ pontban, akkor a (21) integrál két részre válik szét:



H282-3

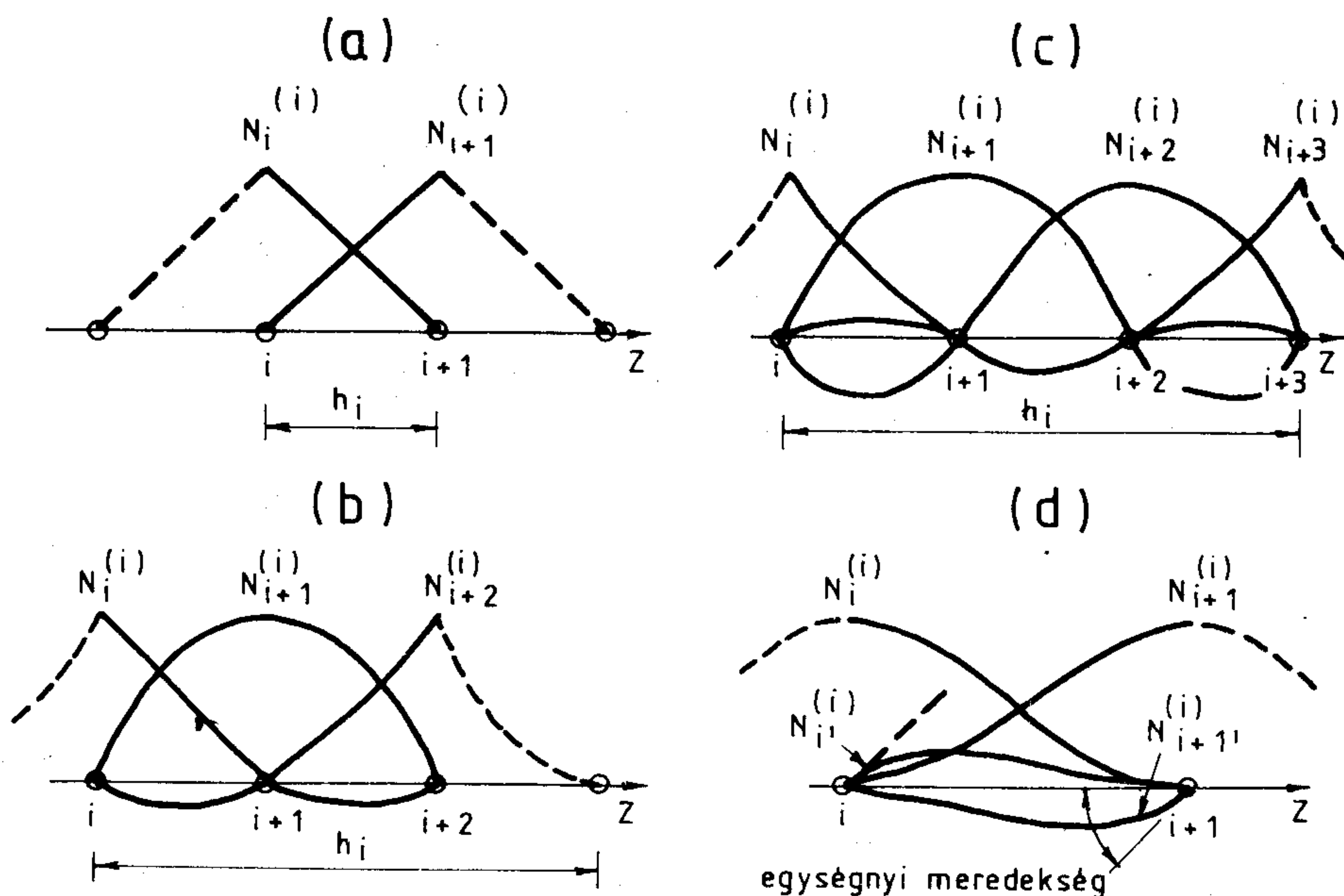
3. ábra. A $z \in [0, a]$ intervallum felosztása $(M-1)$ számú azonos hosszúságú szakaszra. $h=a/(M-1)$, $z_i=(i-1)h$

$$\left[\int_0^{z_i^-} + \int_{z_i^+}^a \right] \left(p \frac{dN_l}{dz} - \frac{d\hat{\Phi}}{dz} - q\hat{\Phi}N_l \right) dz =$$

$$- [N_l p(\alpha_1 \hat{\Phi} + \alpha_2)]_{z=0^+} + [N_l p(\beta_1 \hat{\Phi} + \beta_2)]_{z=a} \quad (22)$$

ahol $l=1, 2, \dots, M$

A (22)-t kielégítő $\hat{\Phi}(z)$ függvénynek eleget kell tennie a (7.a) differenciálegyenletnek a $(0, z_i^-)$ és a (z_i^+, a) tartományban, teljesítenie kell a (7.b) és (7.c) peremfeltételeket a $z=0$ illetve $z=a$ pontokban, valamint ki kell elégítenie a folytonossági feltételt a $z=z_i$ pontban, ami nem jelent mást, mint azt a két feltétel figyelembevételét, hogy $\overline{E}$ és $\overline{H}$ vektor tangenciális komponensei a $z=z_i$ pontban folytonosan mernek át, vagyis



H282-4

4. ábra. A négy leggyakrabban használt bázisfüggvényrendszer. h_i az i . elem hossza, $N^{(i)} \dots$ -k az i . elemen nemzérus bázisfüggvények, a. lineáris, b. négyzetes, c. köbös, d. Hermite bázisfüggvényrendszer esetén

$$\Phi(z_i^-) = \Phi(z_i^+)$$

$$p(z_i^-) \frac{d\Phi}{dz}(z_i^-) = p(z_i^+) \frac{d\Phi}{dz}(z_i^+) \quad (23)$$

A (23) nem más, mint a (22) súlyozott reziduum formula természetes folytonossági feltétele.

Az előbb említett eljárással a súlyozott reziduum formula már $\tilde{\varepsilon}_1(z)$ -ben és $\tilde{\mu}_1(z)$ -ben tetszőleges (véges) számú ugrást tartalmazó közegre is felírható.

Ez a két egyenlet — (21) és (22) — már minden szükséges információt tartalmaz, a folyamatot leíró differenciálegyenletet (7.a), a határfeltételeket a $z=0$ és $z=a$ helyeken (7.b), (7.c) és a folytonossági feltételt (23). Ezt az egyenletet fogjuk a következőkben a végelem módszer segítségével numerikusan kiértékelni.

5. Numerikus kiértékelés a végelem módszerrel

A végelem módszer alkalmazása a mi esetünkben nem jelent mást, mint azt, hogy a (18) közelítésben az N_m bázisfüggvényrendszert nem az egész $(0 \leq z \leq a)$ tartományban értelmezett függvények alkotják, hanem csak bizonyos részterületeken nem zérus értékű függvények. Hogy a numerikus kiértékelést megkönnyítsük, ahhoz N_m speciális választásával kell élnünk. Osszuk fel a $z \in [0, a]$ tartományt $(M-1)$ számú egyenlő hosszúságú szakaszra (3. ábra).

A $\Phi_i = \Phi(z=z_i)$, $\Phi'_i = \frac{d\Phi}{dz}(z=z_i)$ a $\Phi(z)$ illetve a $\frac{d\Phi}{dz}$ függvény $z=z_i$ pontban felvett értékét

jelenti. A $z \in [0, a]$ tartományt a bázisfüggvényválasztásnak megfelelően különböző hosszúságú elemekre osztjuk fel. A négy leggyakrabban használt bázisfüggvényrendszer (lineáris, négyzetes, köbös [7], Hermite [8]) részletesen is tárgyaljuk a következőkben (ld. 4. ábra).

Az N_m bázisfüggvényt úgy választjuk meg, hogy egy adott (i) pontban az értéke egységnyi legyen az összes többi metszéspontban pedig zérus $N_m(z=z_i)=1$ $i=1, 2, \dots, M$ és $N_m(z \neq z_i)=0$.

a) *Lineáris bázisfüggvényrendszer (4.a. ábra)*

Ekkor az i elem a z_i és z_{i+1} pont által meghatározott szakasz. Az i elem hossza $h_i = z_{i+1} - z_i = \frac{a}{M-1}$

Az i elemen a két nem azonos zérus bázisfüggvény az N_i és az N_{i+1} .

Ha helyi koordinátát definiálunk, ahol

$$\xi = \frac{2(z - z_c^i)}{h_i} \quad (24)$$

és z_c^i — az i elem középpontjának koordinátája, akkor $\xi \in [-1, 1]$ és ezzel a helyi koordinátával már könnyen fölírhatjuk az N_i és N_{i+1} -t.

$$N_i^{(i)} = -\frac{\xi - 1}{2} \quad N_{i+1}^{(i)} = \frac{\xi + 1}{2} \quad (25)$$

ahol $i=1, 2, \dots, M-1$.

(A felső zárójeles i betű az elem azonosítási számát jelenti.)

b) *Négyzetes bázisfüggvényrendszer (4.b. ábra)*

Ebben az esetben az i . elem a z_i és z_{i+2} pontok által meghatározott szakasz. Az elem hossza

$$h_i = z_{i+2} - z_i = \frac{2 \cdot a}{M-1}$$

ahol $i=2n-1, n=1, 2, \dots, (M-1)/2$

Az i elemen a három nem azonos zérus értékű bázisfüggvény $N_i^{(i)}$, $N_{i+1}^{(i)}$ és $N_{i+2}^{(i)}$ melyek az előzőekben definiált helyi koordináta (ξ) segítségével kifejezve a következők:

$$N_i^{(i)} = -\frac{\xi(\xi-1)}{2} \quad N_{i+1}^{(i)} = -(\xi-1)(\xi+1) \quad (26)$$

$$N_{i+2}^{(i)} = \frac{\xi(\xi+1)}{2}$$

c) *Köbös bázisfüggvényrendszer (4.c. ábra)*

Most az i elemet a z_i és a z_{i+3} pont határozza meg. Az elem hossza ebben az esetben

$$h_i = \frac{3a}{(M-1)}$$

Az i elemen a nem azonosan zérus négy bázisfüggvényt a (27) képlet adja, a ξ helyi koordinátát használva.

$$N_i^{(i)} = -\frac{9}{16} \left(\xi + \frac{1}{3} \right) \left(\xi - \frac{1}{3} \right) (\xi - 1)$$

$$N_{i+1}^{(i)} = \frac{27}{16} (\xi + 1) \left(\xi - \frac{1}{3} \right) (\xi - 1)$$

$$N_{i+2}^{(i)} = -\frac{27}{16} (\xi + 1) \left(\xi + \frac{1}{3} \right) (\xi - 1)$$

$$N_{i+3}^{(i)} = \frac{9}{16} (\xi + 1) \left(\xi - \frac{1}{3} \right) \left(\xi + \frac{1}{3} \right) \quad (27)$$

ahol $i=3n-2, n=1, 2, \dots, (M-1)/3$.

A kijelölt pontok száma M , természetesen illeszkedik a használt bázisfüggvényrendszerhez, ami azt jelenti, hogy négyzetes bázisfüggvényrendszer esetén M páratlan szám lehet csak, köbös bázisfüggvényrendszer esetén M -nek olyannak kell lennie, hogy az $(M-1)/3$ természetes szám feltétel teljesüljön, míg lineáris bázisfüggvényrendszer esetén M tetszőleges természetes szám lehet.

Ha az előző 3 esetben azonos hosszúságú elemeket használunk, akkor a legpontosabb eredményt és a leggyorsabb konvergenciát a köbös bázisfüggvényrendszerrel érhetjük el, míg a legkevésbé egzakt eredményt a lineáris bázisfüggvényrendszer szolgáltatja. Természetesen magasabb fokszámú polinomot tartalmazó bázisfüggvényeket is használhatunk, — ami növeli a pontosságot és gyorsítja a konvergenciát [7] — de, mint majd a továbbiakban látni fogjuk, a kapott egyenletrendszerhez tartozó együtthatómátrix sáv-mátrix lesz, melynek sáv szélessége a felhasznált polinom fokszámával egyenlő mértékben nő. Néhány esetben nemcsak a $\Phi(z)$ függvény szükséges, hanem annak deriváltja is $\Phi'(z)$, amit az a, b , és c , pontban leírt bázisfüggvényekkel nehezen és pontatlanul lehet csak meghatározni. E problémát könnyen áthidalhatjuk, ha a Hermite bázisfüggvényrendszert használjuk.

d) *Hermite bázisfüggvényrendszer (4.d. ábra)*

Ebben az esetben az i elem hossza $h_i = z_{i+1} - z_i$, ami a z_i és z_{i+1} pont által meghatározott szakasz. Mivel most nemcsak a keresett $\Phi(z)$ függvény értékét akarjuk meghatározni, hanem annak deriváltját is, ezért minden egyes elemen négy nem azonosan zérus bázisfüggvényt írunk elő.

Ezek közül kettő $N_i^{(i)}$ és $N_{i+1}^{(i)}$ a z_i illetve a z_{i+1} pontban veszi fel az egységnyi értéket, míg az $N_i^{(i)}$ és az $N_{i+1}^{(i)}$ olyan, hogy az előbbi két pontban a deriváltjuk lesz egységnyi. A már korábban bevezetett helyi koordinátát használva a függvények a következők lesznek.

$$N_i^{(i)} = \frac{1}{4} (2 - 3\xi + \xi^3) \quad N_{i+1}^{(i)} = \frac{1}{4} (2 + 3\xi - \xi^3) \quad (28)$$

$$N_i^{(i)} = \frac{h_i}{8} (1 - \xi - \xi^2 + \xi^3)$$

$$N_{i+1}^{(i)} = \frac{h_i}{8} (-1 - \xi + \xi^2 + \xi^3)$$

ahol $i=1, 2, \dots, M-1$.

Az előbbieken leírt bázisfüggvény választással a $\hat{\Phi}$ közelítő függvény az alábbi lesz (a, b, és c eset)

$$\Phi \cong \hat{\Phi} = \sum_{m=1}^M \Phi_m N_m \quad (29)$$

ahol Φ_m az m . metszéspontban a Φ értéke, N_m pedig ugyanabban a pontban a nem zérus értékű bázisfüggvény

$$N_m(z=z_m)=1$$

A d, esetben, azaz Hermite bázisfüggvény esetén, még a Φ deriváltjára is kapunk egy közelítő függvényt.

$$\Phi' = \hat{\Phi}' = \sum_{m=1}^M \Phi'_m N_m \quad (30)$$

A (29)-t illetve a (29) és (30)-t beírva a (21)-be egy komplex együtthatós lineáris egyenletrendszerhez jutunk.

Az egyenletrendszert tömören az alábbi alakban írhatjuk fel:

$$K \Phi = f \quad (31.a)$$

ahol

$$K_{l,m} = \int_0^a \left(p \frac{dN_l}{dz} \frac{dN_m}{dz} - q N_l N_m \right) dz - [p \alpha_1 N_l N_m]_{z=0} + [p \beta_1 N_l N_m]_{z=a} \quad (31.b)$$

$$f_l = [p \alpha_2 N_l]_{z=0} - [p \beta_2 N_l]_{z=a} \quad (31.c)$$

$$1 \leq l, m \leq M$$

és

$$\Phi = [\Phi_1 \Phi_2 \Phi_3 \dots \Phi_M]^T \quad (31.d)$$

lineáris, négyzetes és köbös bázisfüggvényrendszert használva, míg

$$\Phi = [\Phi'_1 \Phi'_2 \Phi'_3 \dots \Phi'_M \Phi_1 \Phi_2 \Phi_3 \dots \Phi_M]^T \quad (31.e)$$

Hermite bázisfüggvényt alkalmazva.

A $z \in [0, a]$ tartományt E számú elemre felosztva K és f felbontható az alábbi összegre:

$$K = \sum_{i=1}^E K^{(i)} \quad f = \sum_{i=1}^E f^{(i)} \quad (32)$$

ahol

$$K_{l,m}^{(i)} = \int_{\Omega_i} \left(p \frac{dN_l^{(i)}}{dz} \frac{dN_m^{(i)}}{dz} - q N_l^{(i)} N_m^{(i)} \right) dz - [p \alpha_1 N_l^{(i)} N_m^{(i)}]_{z=0} + p [\beta_1 N_l^{(i)} N_m^{(i)}]_{z=a} \quad (33)$$

$$f_l^{(i)} = [p \alpha_2 N_l^{(i)}]_{z=0} - [p \beta_2 N_l^{(i)}]_{z=a} \quad (34)$$

Ω_i — az (i) tartomány.

Megjegyezzük, hogy ha (22)-t oldjuk meg, akkor olyan felosztást kell használnunk, hogy a z_i pont egybeessen valamelyik metszésponttal és figyelembe kell vennünk a (23) természetes folytonossági feltételeket.

Ha az előbbieken leírt bázisfüggvényeket használjuk, akkor a K mátrix szimmetrikus sávmátrix

lesz, melynek sáv szélessége 1, 2 vagy 3, attól függően, hogy a lineáris a négyzetes, vagy a köbös illetve Hermite bázisfüggvényrendszert használtuk-e. Az eljárás konvergencia sebességét kétféleképpen gyorsíthatjuk. Az egyik esetben az azonos elemszámot megtartva ($E = \text{const.}$) a használt bázisfüggvényrendszer fokszámát növeljük és ezáltal gyorsul a konvergencia. A másik esetben a használt bázisfüggvényrendszert hagyjuk változatlanul, csak a felosztást finomítjuk, azaz E -t növeljük. Mi a számításaink során az utóbbi módszert választottuk.

6. A számítógépes analízis eredményei

Ebben a részben ahogy már a bevezetőben említettük, két gyakorlati feladatot oldunk meg, és részletesen elemezzük a kapott eredményeket. A problémát mindkét esetben egy pozitív z irányba történő hullámterjedési modellre vezetjük vissza. Ekkor $A_0 = 1$, $B_2 = 0$, $B_0 = \Gamma(\Theta)$ (reflexiós tényező) és $A_2 = T(\Theta)$ (átviteli tényező). A számítások eredményeit grafikusán közöljük.

A. Inhomogén tápvonalátmenet

A tápvonalelméletből ismert, hogy adott z pontban a tápvonal hullámimpedanciája

$$Z_0 = \sqrt{L(z)/C(z)} \quad (35)$$

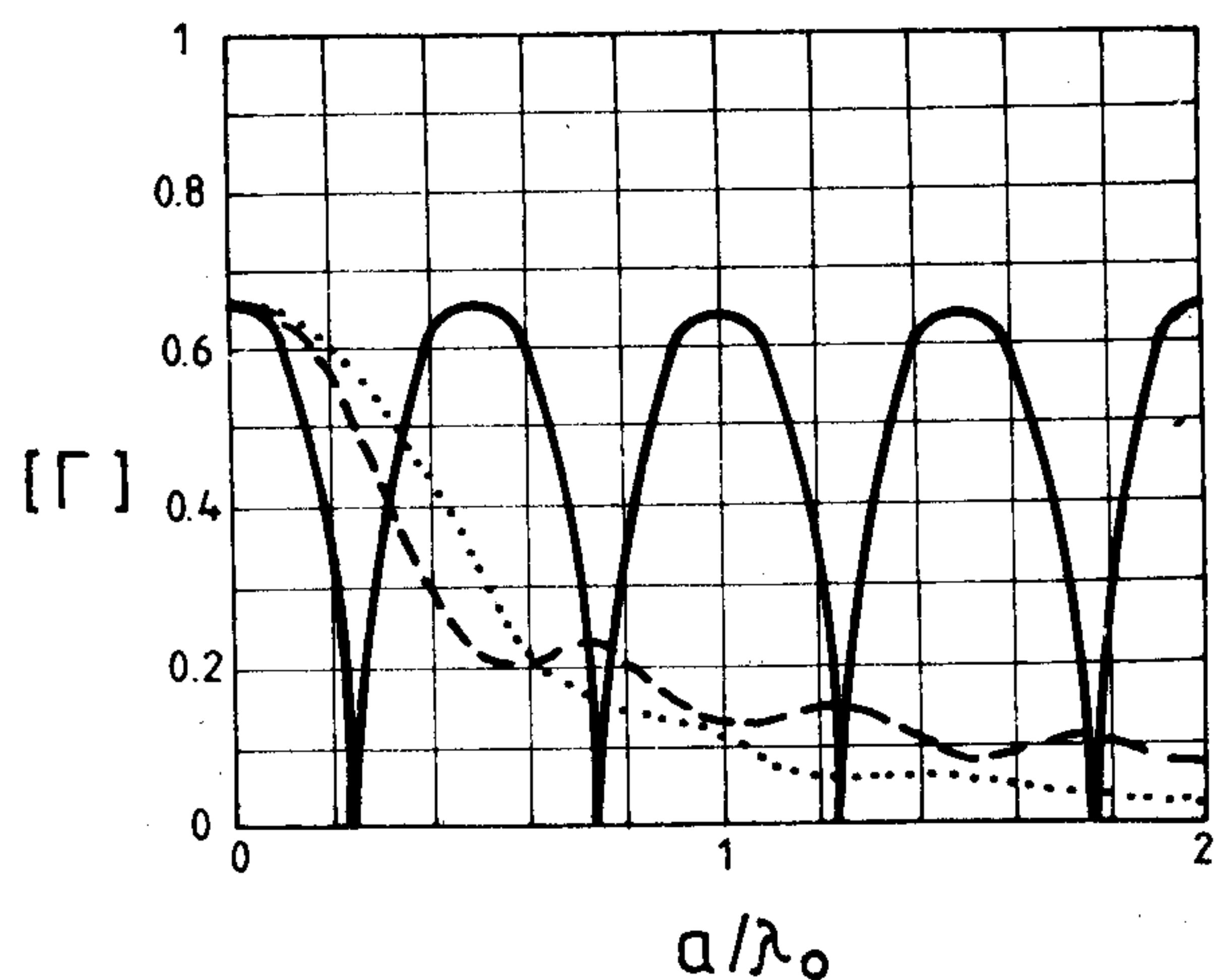
ahol $L(z)$ a tápvonal hosszegységre eső induktivitása és $C(z)$ a tápvonal hosszegységre eső kapacitása a z helyen.

$L(z)$ és $C(z)$ kifejezhető a közeg dielektromos és mágneses paramétereivel [4]

$$L(z) = \mu_0 \tilde{\mu}(z)$$

$$C(z) = \varepsilon_0 \tilde{\varepsilon}(z) \quad (36)$$

A hullámterjedést normál beesésnél vizsgálva ($\Theta = 0^\circ$) és a (35), (36) képletet figyelembe véve,



H282-5

5. ábra. A bemeneti reflexiós tényező abszolút értéke, a/λ_0 függvényében, ahol a az inhomogén átmenet hossza. Negyedhullámú transzformátor (folytonos vonal), lineáris átmenet (szaggatott vonal), köbös átmenet (pontosított vonal)

A három homogén rétegből álló rendszer egyes rétegeire vonatkozó elektromágneses paraméterek mért értékei

Réteg	$\tilde{\epsilon}$	$\tilde{\mu}$	$\tilde{\epsilon}$	$\tilde{\mu}$
1	1,3	—0,023	0,988	—0,161
2	1,38	—0,037	0,981	—0,256
3	2,141	—0,406	0,971	—0,806

hullámterjedési modellünkkel tetszőleges lezárások között működő veszteségmentes inhomogén tápvonalátmenet vizsgálható.

Mi Z_0 és $5 Z_0$ hullámimpedanciójú az egyik irányban végtelen hosszúságú ($z < 0$, $z > a$) tápvonalak között működő veszteségmentes inhomogén átmeneteket vizsgáltunk. Öt különböző átmeneten végeztünk analízist. Az 5. ábrán egy negyedhullámú transzformátor egy lineáris és egy a hullámimpedanciában harmadfokú függvény szerint változó inhomogén átmenetre adtuk meg a bemeneti reflexiós tényező abszolút értékét a/λ_0 függvényében. Itt a az inhomogén átmenet hossza, λ_0 pedig a szabadtéri hullámhossz. Az egyes rétegek paraméterei pedig az előzőeknek megfelelően a következők:

$$\tilde{\mu}_0 = \tilde{\epsilon}_0 = 1, \quad \tilde{\mu}_2 = 1/\tilde{\epsilon}_2 = 5 \quad (37.a)$$

$$\tilde{\mu}_1(z) = 1/\tilde{\epsilon}_1(z) = \sqrt{5} \quad \text{negyedhullámú transzformátor} \quad (37.b)$$

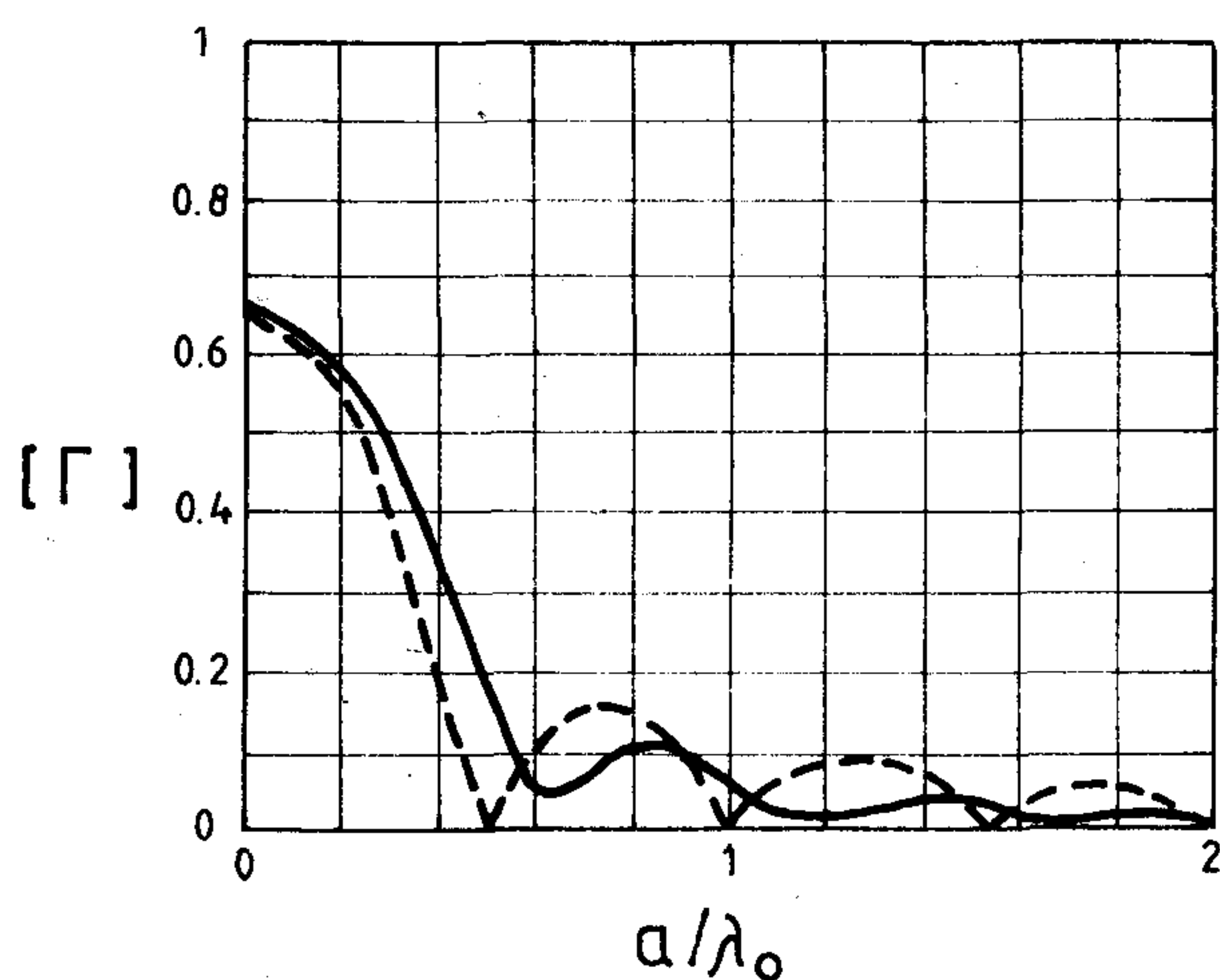
$$\tilde{\mu}_1(z) = 1/\tilde{\epsilon}_1(z) = 1 + 4z/a \quad \text{lineáris} \quad (37.c)$$

$$\tilde{\mu}_1(z) = 1/\tilde{\epsilon}_1(z) = 1 + 12(z/a)^2 - 8(z/a)^3 \quad \text{köbös} \quad (37.d)$$

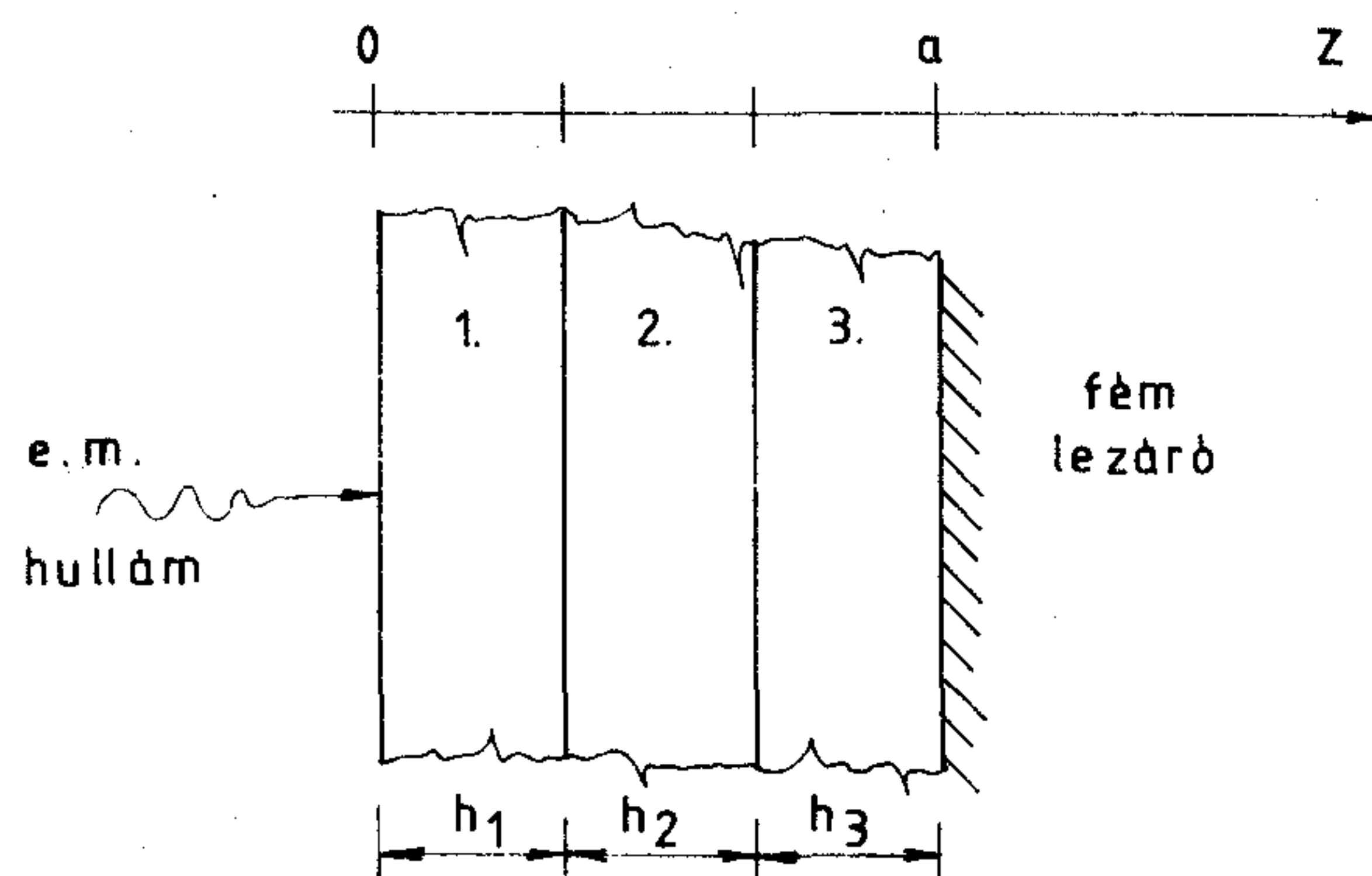
A 0 réteg megfelel a Z_0 hullámimpedanciájú, egyik irányban végtelen hosszúságú tápvonalnak, ($z < 0$), a 2. réteg pedig az $5 Z_0$ hullámimpedanciájú a másik irányban végtelen kiterjedésű ($z > a$) tápvonalnak.

A közbenső 1. réteg ($z \in [0, a]$) modellezi az inhomogén átmenetet, ahol a hullámimpedancia helyfüggését (35) képletbe helyettesítve a (37) b, c és d egyenletek határozzák meg, a három vizsgált esetben megfelelően.

A 6. ábra egy szinuszos és egy exponenciális átmenet esetén mutatja a bemeneti reflexiós tényező abszolút értékét a/λ_0 függvényében. Az egyes rétegek paraméterei pedig az alábbiak:



6. ábra. A bemeneti reflexiós tényező abszolút értéke a/λ_0 függvényében, ahol a az inhomogén átmenet hossza. Szinuszos átmenet (folytonos vonal), exponenciális átmenet (szaggatott vonal)



H282-7

7. ábra. Három homogén rétegből összeállított rendszer modellje. A harmadik réteget fémfal zárja le. Az egyes rétegek vastagsága $h_1 = h_2 = h_3 = a/3$

$$\tilde{\mu}_1(z) = 1/\tilde{\epsilon}_1(z) = 5 - 4 \sin\left[\frac{\pi}{2}(1 - z/L)\right] \quad (38.a)$$

szinuszos átmenet esetén

$$\tilde{\mu}_1(z) = 1/\tilde{\epsilon}_1(z) = e^{1,61 \cdot z/L} \quad (38.b)$$

exponenciális átmenet esetén:

$\tilde{\epsilon}_0, \tilde{\mu}_0, \tilde{\epsilon}_2, \tilde{\mu}_2$ pedig megegyezik a (37.a)-val.

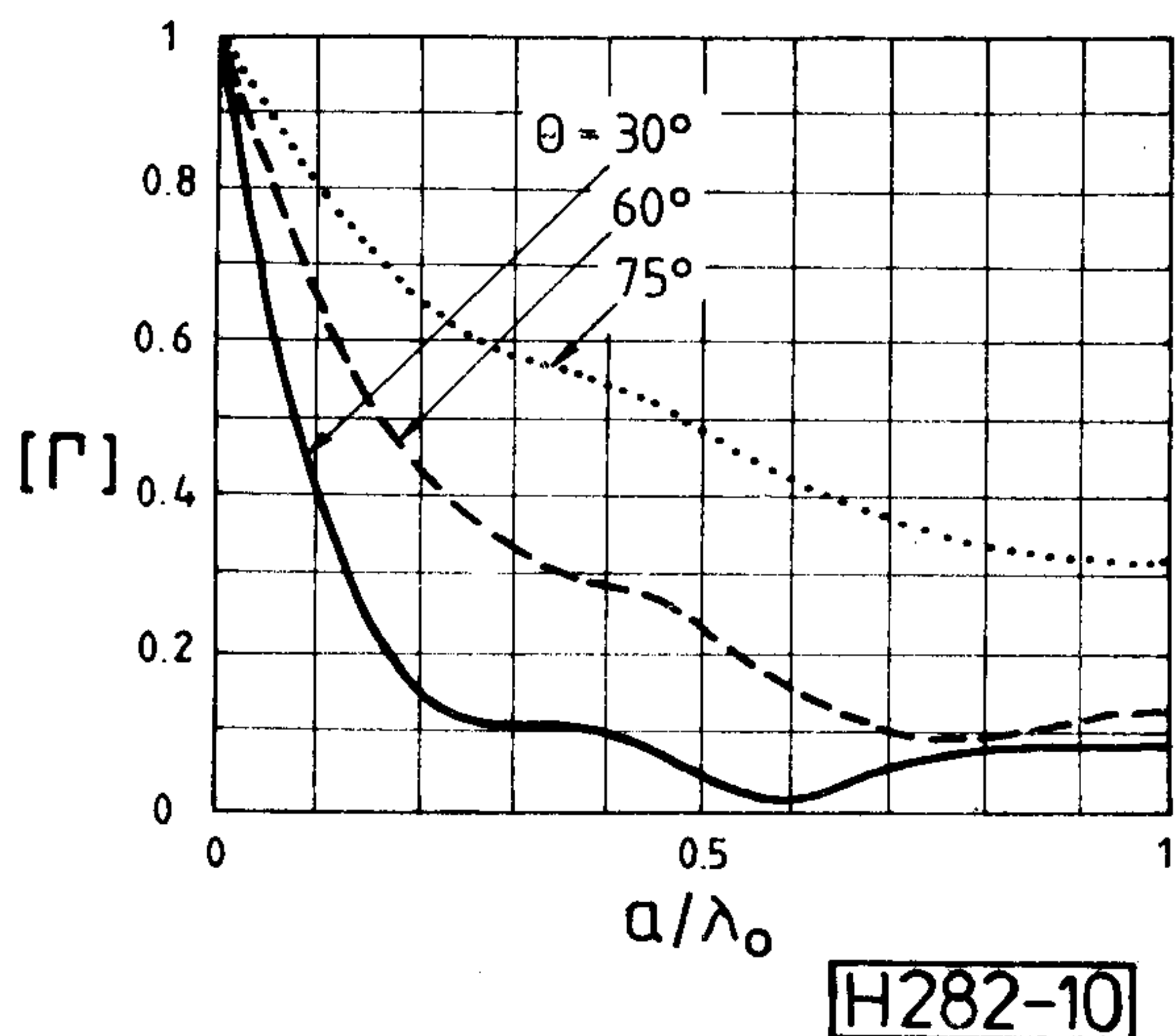
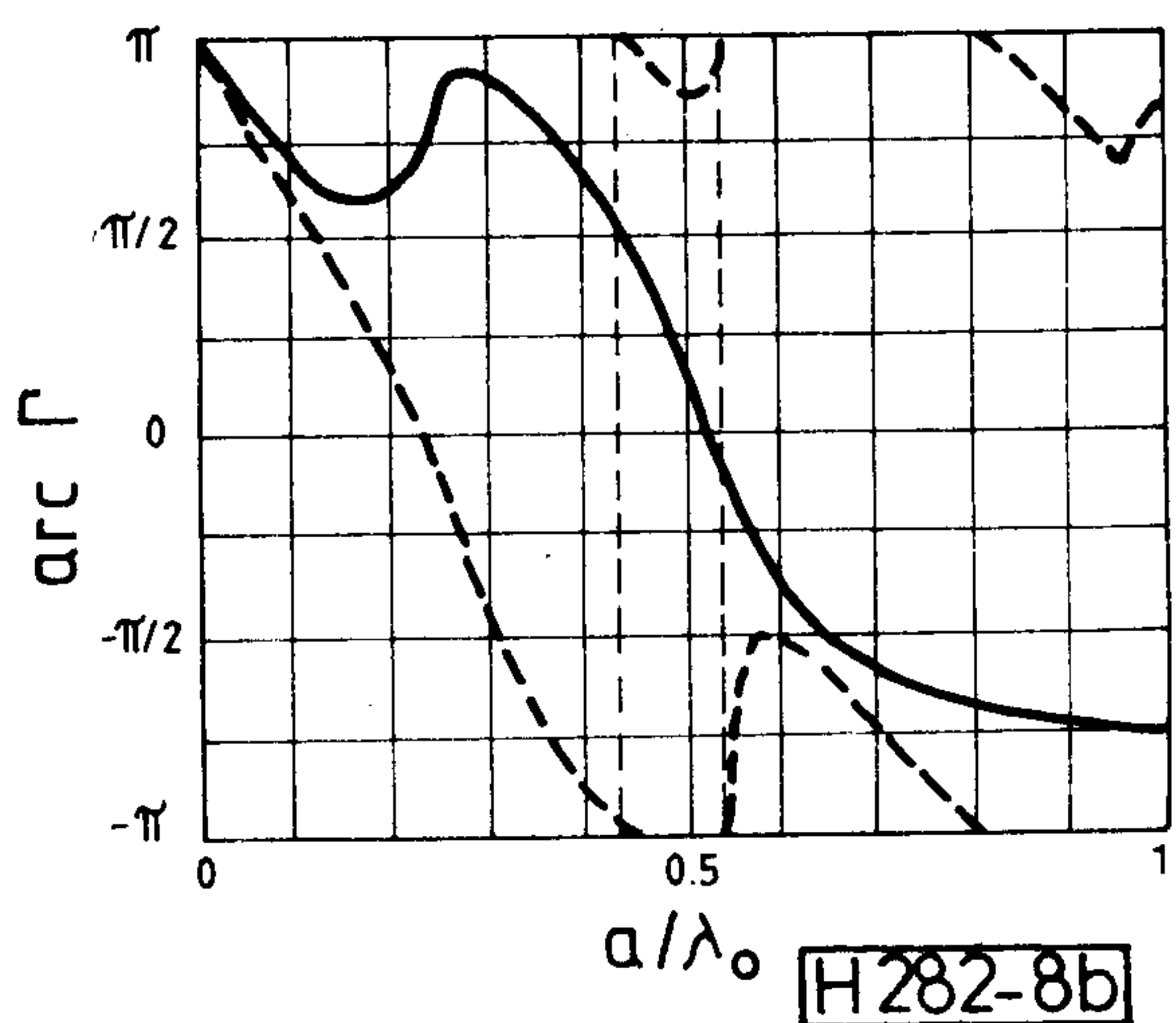
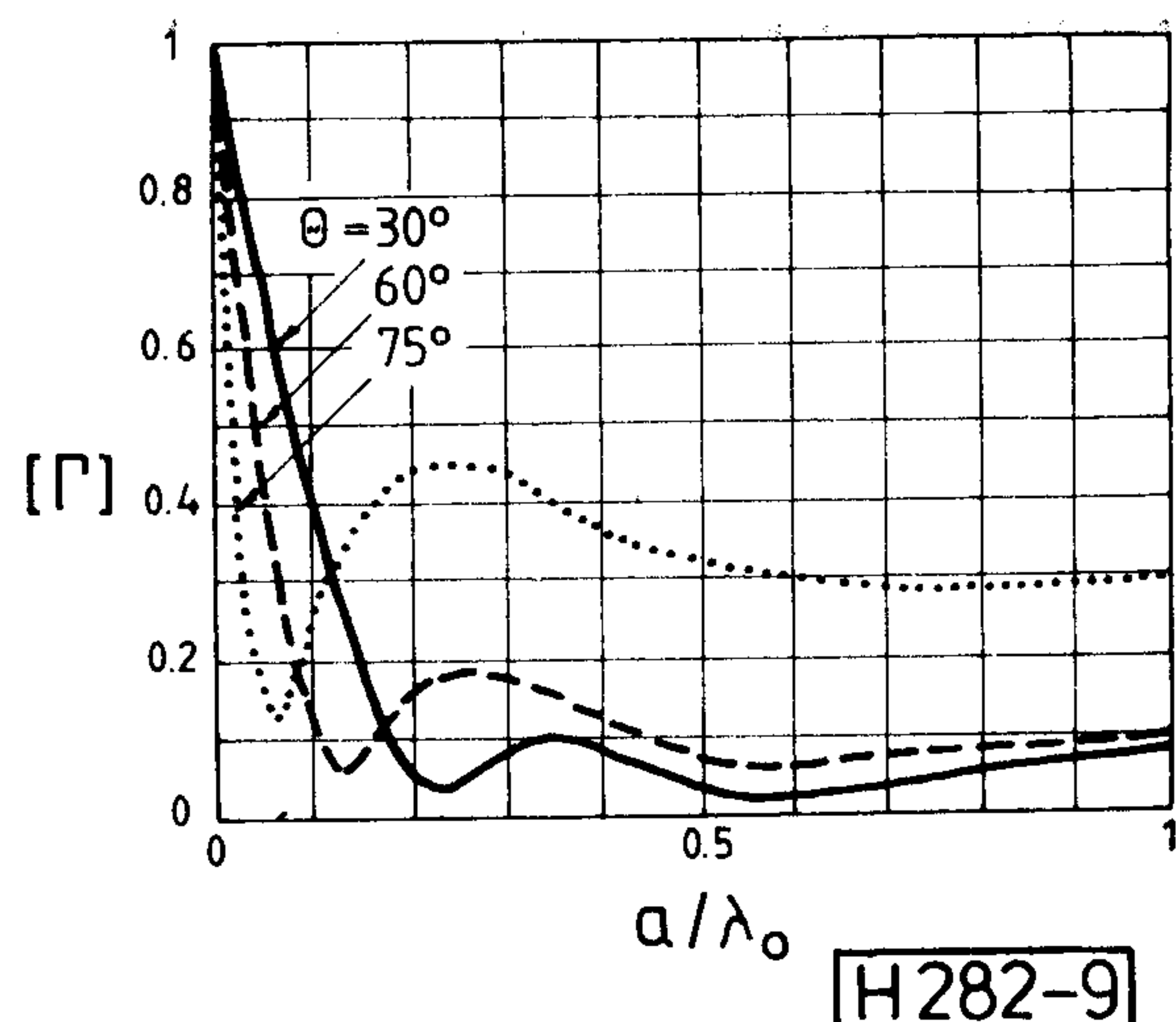
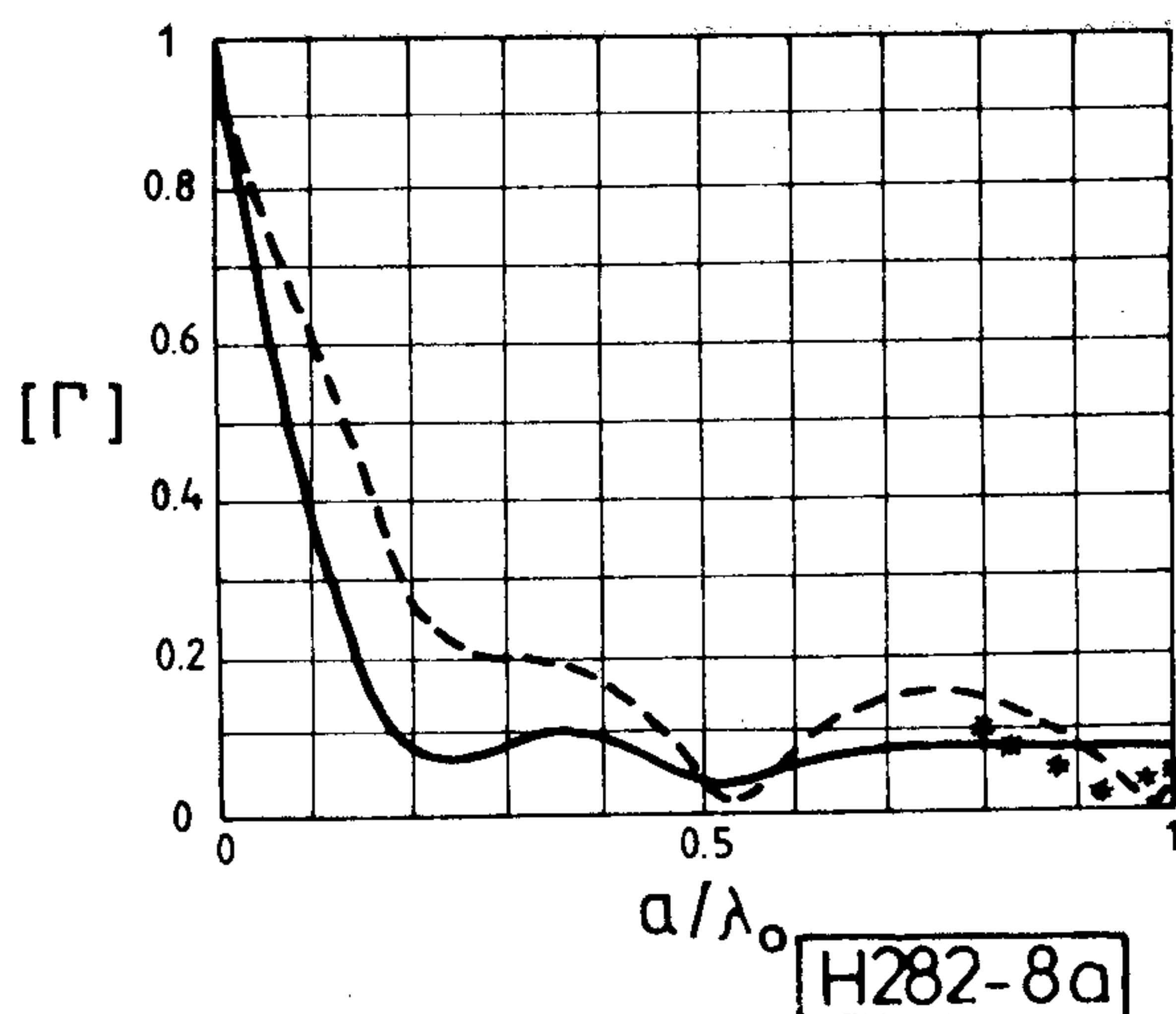
Az ábrákból jól látszik, hogy tökéletes illesztést ($\Gamma = 0$) csak a negyedhullámú transzformátor és az exponenciális átmenet biztosít. Az első esetben $a/\lambda_0 = 0,25n$ míg a másik esetben $a/\lambda_0 = 0,25(n+1)$ helyeken, ahol $n = 1, 3, 5, \dots$

Tökéletes illesztést egyik átmenet sem létesít széles sávban. A lineáris, a köbös és a szinuszos átmenetek ezzel szemben sehol sem adnak tökéletes illesztést. Gyakorlati jelentőségük mégis igen nagy, mert széles sávban kis reflexiójú illesztést eredményeznek. Impedanciaillesztés szempontjából a legkedvezőbb tulajdonságú a köbös és a szinuszos átmenet.

B. Reflexiómentesítő inhomogén réteg

Az inhomogén réteg analízisének az összehasonlítás érdekében először három homogén rétegből felépített rendszert vizsgálunk. A számított eredményeket ez esetben mérésekkel is ellenőriztük. Az egyes rétegek mért elektromágneses paramétereit a II. táblázat tartalmazza.

A méréseket a mikrohullámú tartományban végeztük. A vizsgált háromrétegű anyag modellje a 7. ábrán látható.



8. ábra. A felületi reflexiós tényező a. abszolút értéke, b. fázisa a/λ_0 függvényében, ahol a az inhomogén réteg hossza. Inhomogén réteg (folytonos vonal), háromrétegű anyag (szaggatott vonal), mérési eredmények (*). $\theta = 0^\circ$

10. ábra. A felületi reflexiós tényező abszolút értéke merőleges (TE mód) polarizáció esetén a/λ_0 függvényében különböző beesési szögek mellett ($\theta = 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ$)

E modellen végeztük a méréseket, és a számítások egy részét. Ezután e rétegelt anyagot egy inhomogén modellel közelítettük úgy, hogy előírtuk az elektromágneses paraméterek azonosságát három különböző pontban $\left(z = 0, z = \frac{a}{3}, z = \frac{2a}{3}\right)$.

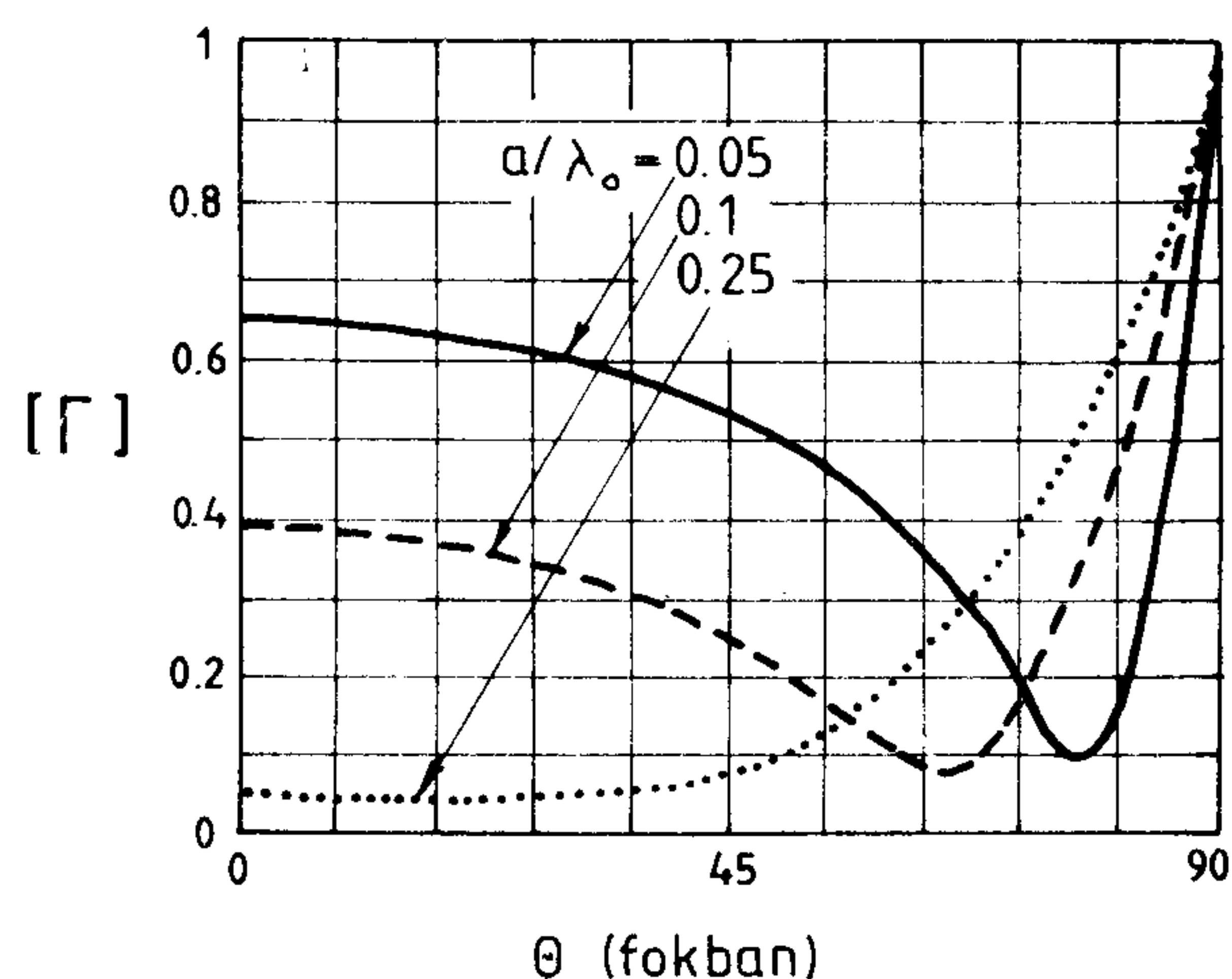
Az inhomogén rendszert leíró elektromágneses paraméterek az 1. ábrának megfelelően a következők:

$$\tilde{\varepsilon}_1(z') = 3,0645z'^2 - 0,7815z' + 1,3 - j[1,5975z'^2 - 0,49z' + 0,023] \quad (39.a)$$

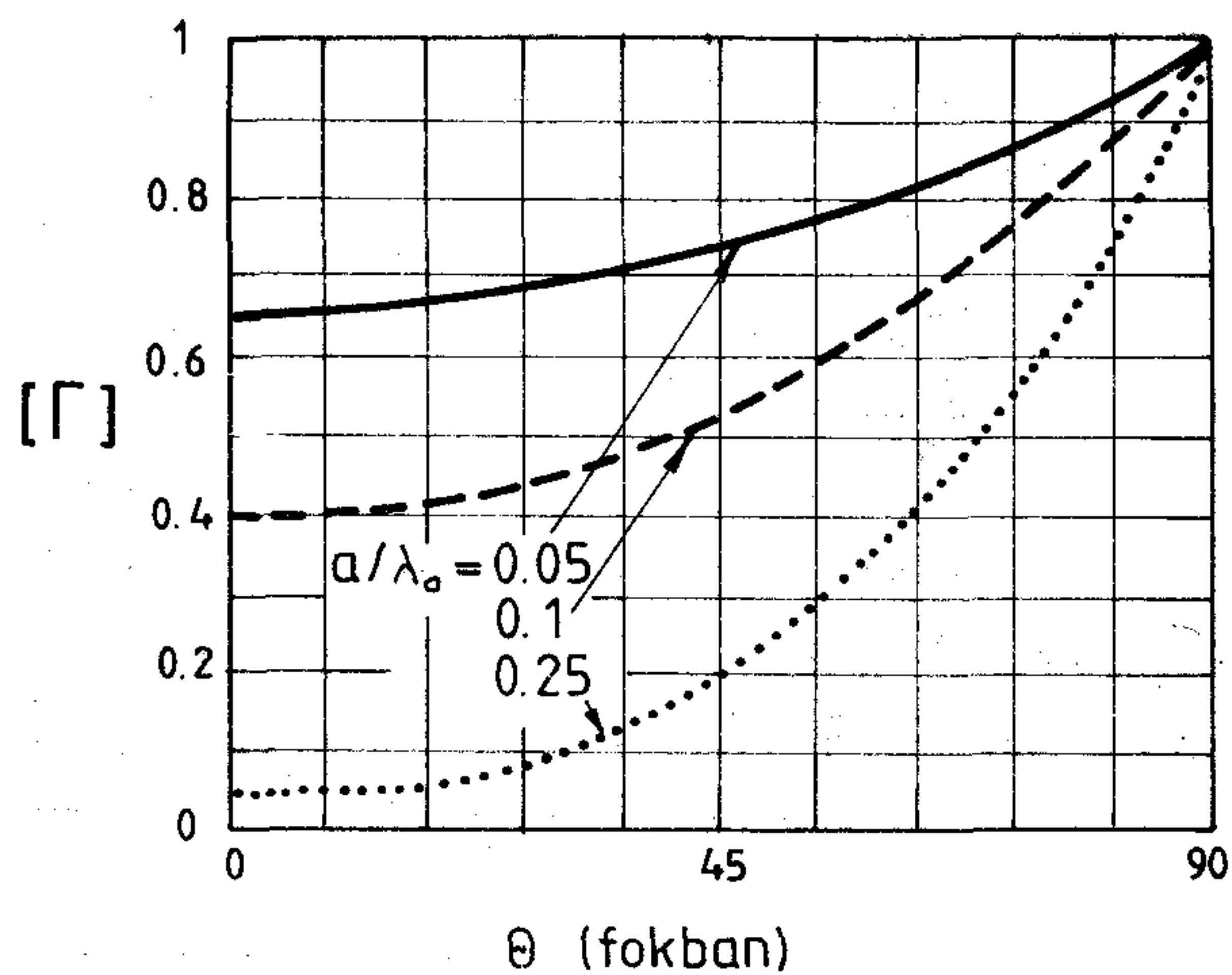
$$\tilde{\mu}_1(z') = -1,3635z'^2 + 0,4335z' + 0,988 - j[2,0475z'^2 - 0,3975z' + 0,161] \quad (39.b)$$

$$\tilde{\varepsilon}_0 = \tilde{\mu}_0 = \tilde{\mu}_2 = 1, \quad \tilde{\varepsilon}_2 = 1 - j10^{12} \quad (39.c)$$

$z' = z/a$



11. ábra. A felületi reflexiós tényező abszolút értéke párhuzamos (TM mód) polarizáció esetén a beesési szög (θ) függvényében, különböző a/λ_0 értékek mellett ($a/\lambda_0 = 0,05, 0,1, 0,25$)



H282-12

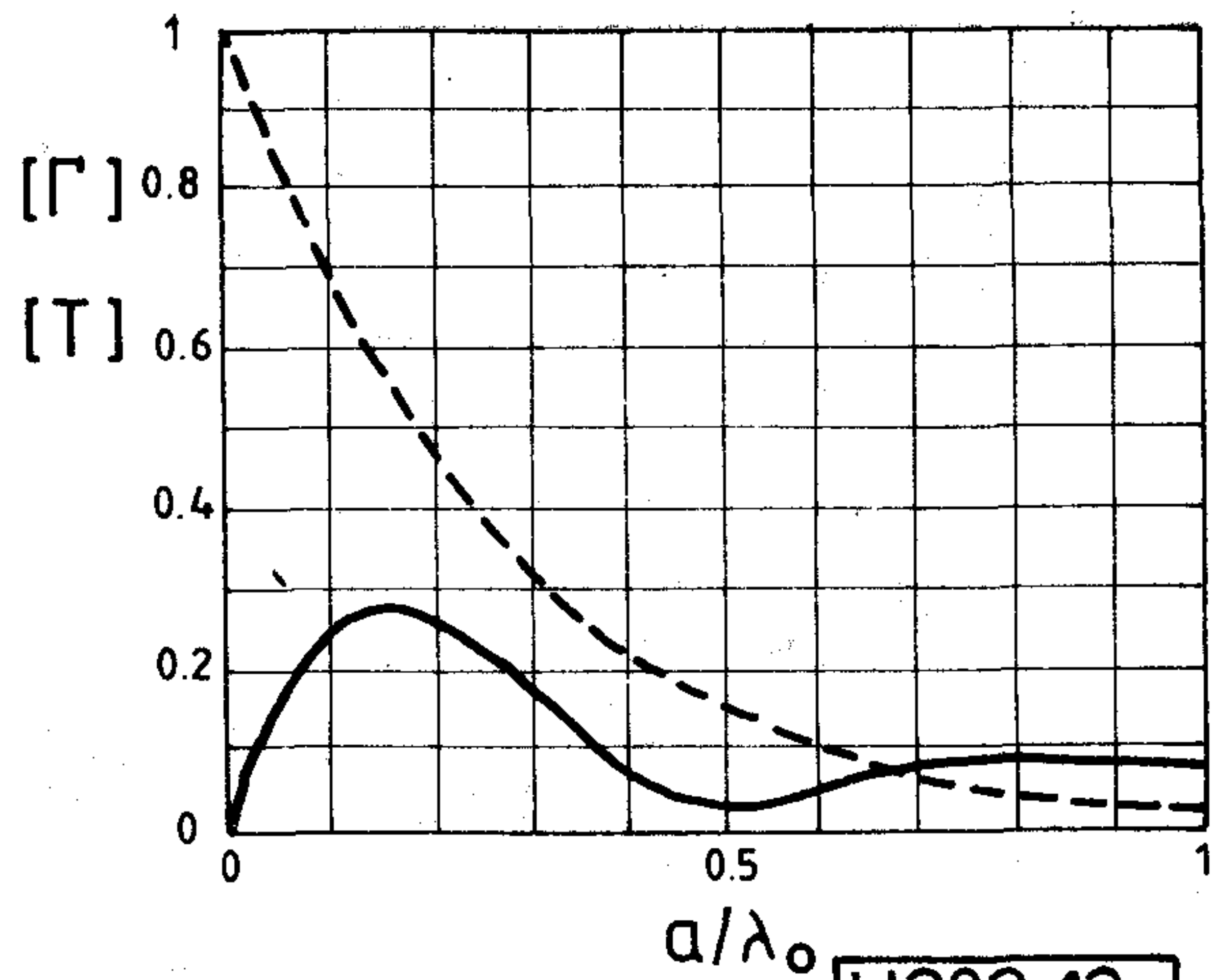
12. ábra. A felületi reflexiós tényező abszolút értéke merőleges (TE mód) polarizáció esetén a beesési szög (Θ) függvényében, különböző a/λ_0 értékek mellett ($a/\lambda_0 = 0,05, 0,1, 0,25$)

A 0. réteg ($z < 0$) megfelel a szabad térnek ($\epsilon_0 = \mu_0 = 1$) a 2. réteg ($z > a$) megfelel a fém lezárónak ($\epsilon_2 = 1 - j10^{12}$, $\mu_2 = 1$) a közbelső 1. réteg ($0 \leq z \leq a$) pedig az inhomogén anyagnak. Kiszámítottuk, és a 8. a, 8. b. ábrán ábrázoltuk a háromrétegű és az inhomogén anyagra a bemeneti reflexiós tényező abszolút értékét és fázisát a/λ_0 függvényében $\Theta = 0^\circ$ beesésnél. Ugyanezen az ábrán a háromrétegű anyagon mért reflexiós tényező értékeit is feltüntettük. A két modellre számított görbét összevetve, megállapíthatjuk, hogy a felületi reflexióra az inhomogén réteg kedvezőbb értékeket ad ($a/\lambda_0 > 0,2$ esetén $|I| < 0,1$). Az ábrából az is jól látszik, hogy a számított és a mért értékek igen jól egyeznek. Az inhomogén modellen további számításokat végeztünk, melyek eredményeit a 9, 10, 11, 12, és 13. ábrán közöljük. A 9. és 10. ábrán a párhuzamos és merőleges polarizációnak megfelelően a bemeneti reflexiós tényezőt ábrázoltuk $\Theta = 30^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ beesési szögre a/λ_0 függvényében. A 11. és 12. ábrán szintén a bemeneti reflexiós tényező látható a két polarizációra, a beesési szög (Θ) függvényében a/λ_0 -val paraméterezve. A 13. ábrán megadtuk az átviteli és reflexiós tényező értékét a/λ_0 függvényében $\Theta = 0^\circ$ beesési szögnél, de nem fémmel lezárással, hanem szabad térrel ($\epsilon_2 = \mu_2 = 1$).

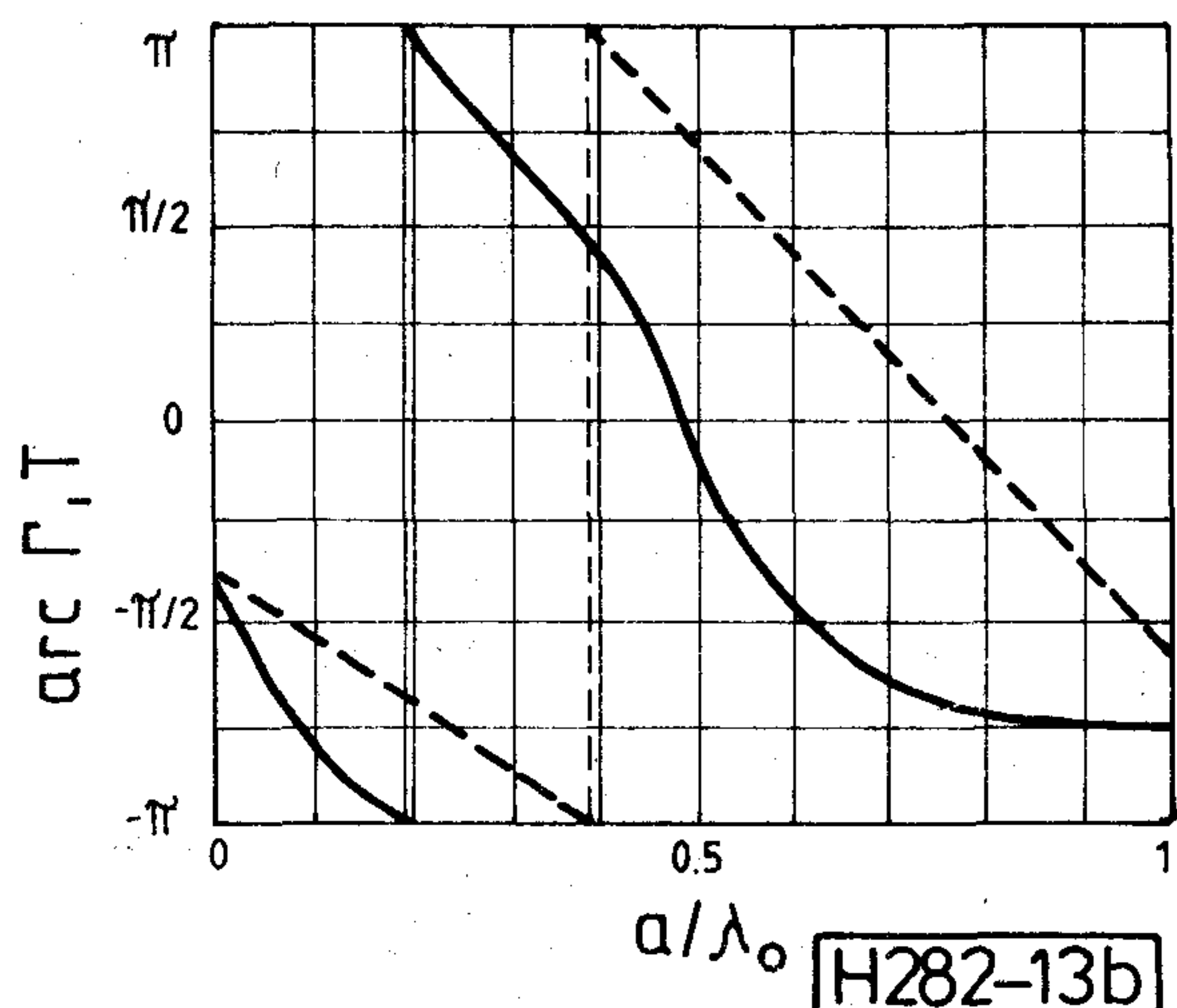
A reflexiós és átviteli görbe jellegéből jól látszik a csillapítás belső mechanizmusa vagyis, hogy miként növekszik meg nagyobb frekvenciákon az elektromos hossz, a réteg valós fizikai vastagságához képest.

Ez a jelenség a reflexiós görbén is jól látszik, ugyanis a reflexiós tényező itt már közel állandó, azaz a I értékét már csak a felületi reflexió határozza meg.

Számításaink során a numerikus kiértékelés hibáját úgy becsültük, hogy viszonylag nagy elemszámmal végeztünk egy futtatást ($E=100$), majd ezt mint referenciát elfogadtuk egzaktak.



H282-13a



H282-13b

13. ábra. A felületi reflexiós és átviteli tényező a. abszolút értéke, b. fázisa a/λ_0 függvényében. Reflexiós tényező (folytonos vonal), átviteli tényező (szaggatott vonal). $\Theta = 0^\circ$, $\epsilon_0 = \mu_0 = \epsilon_2 = \mu_2 = 1$

Ezután kisebb elemszámmal dolgoztunk ($E=20$) és összehasonlítottuk a két eredményt. $E=20 \times (a/\lambda_0)$ elemet és lineáris bázisfüggvényrendszert használva ez a hiba kisebb volt 3%-nál.

Természetesen gyorsabban változó közeg esetén ugyanilyen pontossághoz nagyobb elemszámot kell használni. Pontosabb hibabecslési módszert ad a [15], [16] közlemény. Ez az eljárás az energiamegmaradás tételén alapszik. Ezzel a módszerrel számolt maximális hibaérték 2%, $E=20 \cdot (a/\lambda_0)$ elem, és Hermite bázisfüggvényrendszer esetén. Ezt a hibaértéket a súlyozott reziduum módszerre is el kell fogadnunk, mert a variációs elv és súlyozott reziduum módszer ugyanezt a mátrixegyenletet adja, ha Galerkin módszerét használjuk és a folyamatot leíró differenciáloperátor (7.a) lineáris és szimmetrikus [7], [8]. Ez a Sturm—Liouville-féle feladatra teljesül.

7. Értékelés

Egydimenziós tetszőlegesen változó anyagállandójú inhomogén közeget vizsgáltunk a véges elem módszer segítségével. A problémára megfogalmaz-

tunk egy peremérték-feladatot, majd erre alkalmaztuk a súlyozott reziduum módszert, amelyről megmutattuk, hogy általánosan és igen jól használható tetszőleges peremérték-feladat esetén. Nagy előnye a variációs elvvel szemben, hogy olyan feladat esetén is használható, amikor nem létezik az adott peremérték-feladathoz tartozó funkcionál. Két gyakorlati feladatot, inhomogén tápvonalátmenet és reflexiómentesítő inhomogén réteg bemeneti reflexió és átviteli tényezőjének számítását, részletesen is tárgyaltuk. Mind a két feladatnál több megoldást is kipróbáltunk és ez utóbbi esetben méréseket is végeztünk. A számítások pontosságára becslést végeztünk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Dr. Zombory László docensnek a kézirat elkészítése során nyújtott szakmai segítségért, és Szekeres Béla adjunktusnak a szöveg gondos átnézéséért, a munka során nyújtott gyakorlati tanácsaiért, valamint a munkafeltételek megteremtéséért.

IRODALOM

- [1] K. G. Budden: Radio Waves in the Ionosphere, Cambridge University Press, 1966.
- [2] E. Bahar, —B. Agrawal: Horizontally Polarized Waves in Inhomogeneous Media. IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. AP—24. No. pp. 506—515, 1976.
- [3] E. Bahar—B. Agrawal: Transmission of Horizontally Polarized Waves and Trapped Waveguide Modes in Inhomogeneous Media. IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. AP—25. No. 6. pp. 807—813, 1977.
- [4] L. N. Dworsky: Modern Transmission Line Theory and Applications John Wiley, 1979.
- [5] J. R. Wait: Wave Propagation Theory, Pergamon, 1981.
- [6] C. H. Chen: An Integral Equation Formulation of the Direct Scattering Problem for an Inhomogeneous Slab IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. AP—26. No. 6. pp. 797—780, 1978.
- [7] O. C. Zienkiewicz—K. Morgan: Finite Elements and Approximation, John Wiley, 1983.
- [8] A. J. Davies: The Finite Element Method. A First Approach, Clarendon, 1980.
- [9] F. B. Hildebrand: Methods of Applied Mathematics, Prentice-Hall, 1965.
- [10] Zombory László—Koltai Mihály: Elektromágneses terek gépi analízise. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [11] Vágó István: Véges elem módszer csőtápvonalak elektromágneses terének meghatározására. Mikro-hullámú szeminárium, Budapest, 1985. jan. 15—16.
- [12] Bárdi István: Variational Principle of time-varying electromagnetic fields, Seventh Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 1982. Sept. 6—10.
- [13] S. K. Jeng—C. H. Chen: On Variational Electromagnetics: Theory and Application IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. AP—32. No. 9. pp. 902—907, 1984.
- [14] C. H. Chen—C. D. Lien: The Variational Principle for Non-Self-Adjoint Electromagnetic Problems IEEE Trans. Microwave Theory, vol. MTT—28. No. 8. pp. 878—886, 1980.
- [15] C. H. Chen—C. D. Lien: A Finite Element Solution of the Wave Propagation Problem for an Inhomogeneous Dielectric Slab IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol. AP—27, No. 6. pp. 877—880, Nov. 1979.
- [16] C. H. Chen—Y. W. Kiang: A Variational Theory for Wave Propagation in a One-Dimensional Inhomogeneous Medium IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol. AP—28. No. 6. pp. 762—769, Nov. 1980.
- [17] C. A. Brebbia—J. C. F. Telles—L. C. Wrobel: Boundary Element Techniques. Theory and Applications in Engineering, Springer-Verlag, 1984.

Szemle

Összeállította: Gál Ferenc

Huszonkilenc amerikai és nyugat-európai távközlési vállalat 335 millió dolláros beruházással tenger alatti telefonkábel fektet le az amerikai Tuckerton és az angliai Widemouth között. Az angol fogadóállomás azonban nem jelent egyúttal végállomást, innen ugyanis tovább ágazik a vezeték a franciaországi Penmarchba. A 3600 tengeri mérföld hosszúságú kábel lefektetésének nagy részét az AT and T telefontársaság végzi.

Az elmúlt 30 évben az Atlanti-óceán két partja között 7 telefonkábel fektettek le. Az első, a TAT 1 még mindössze 36 telefonbeszélgetés egyidejű továbbítására volt alkalmas, az 1983-ban lefektetett TAT—7-es kábel viszont kilencezer beszélgetést továbbít egyszerre. Az 1988-ban üzembe helyezendő legújabb tenger alatti kábel egyidejűleg 40 ezer telefonbeszélgetést tesz majd lehetővé, ugyanis ezúttal első ízben száloptikás kábelt fektetnek az óceán mélyére. A vezeték három pár kábelt üzemeltet: egy-egy pár bonyolítja le a kétirányú telefonforgalmat, a harmadik pár pedig tartalék.

A kontinensek közötti telefonbeszélgetések jelentős része ma már műholdak segítségével bonyolódik le, a TAT 8-nak tehát nem elsősorban a beszéd továbbításban lesz kiemelkedő jelentősége, hanem az adatátvitel-

ben. Az új kábel segítségével számottevően kibővíthető a két kontinens közötti adatátviteli forgalom, ugyanis ma még biztonságosabb kábel, mint műholdon keresztül.

A vállalkozásban részt vevő 29 távközlési cég ezenfelül is folytatja az együttműködést. Nemrégiben szerződést írtak alá egy másodszáloptikás transzatlanti kábelrendszer megépítéséről. A TAT 9, amely a tervek szerint 80 ezer telefonbeszélgetést képes majd egyidejűleg továbbítani, 1991-ben készül el, beruházási költsége mintegy 400 millió dollár. Ezzel párhuzamosan az amerikai Nynex Corporation és a brit Cable and Wireless cég is száloptikás kábelösszeköttetést létesít New York és London között, 600 millió dolláros költséggel.

Az érdekelt országokban már tervezik a csendes-óceáni száloptikás telefonkábelek építését is. Tenger alatti összeköttetés létesül majd a következő évtizedekben San Francisco és Japán keleti része között, s szó van arról, hogy leágazást építenek a Fülöp-szigetek irányába is.

(Világgazdaság, 1987. január 7.)

(Folytatás az 523. oldalon)

MTESZ a műszaki haladás meggyorsításáért

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége országos elnökségének március 16-i ülésén a testület — Fock Jenő elnökletével — megvitatta a MTESZ 1991-ig szóló cselekvési programjának tervezetét. Az ülésen részt vett és felszólalt Berecz Frigyes, a Minisztertanács elnökhelyettese is.

A műszaki fejlődés felgyorsítását szolgáló, a Szövetség tennivalóit meghatározó cselekvési programot dr. Tóth János főtitkár terjesztette elő. Az alábbiakban e program főbb irányelveit adjuk közre.

A kor műszaki-gazdasági kihívása válaszút elé állította hazánkat is — szögezi le előljáróban a dokumentum. A tudományos-technikai forradalom újabb szakasza, a megváltozott nemzetközi piacon uralkodó verseny óhatatlanul együtt jár a társadalmi munkamegosztás változásaival, az értékek átrendeződésével, valamint az új társadalmi struktúra kialakításával. Világossá vált, hogy a gazdasági élet felélénkítése, a műszaki fejlődés tempójának fokozása csak úgy valósítható meg, ha a vezetés az eddigénél gyorsabban hozza meg döntéseit, és a cél eléréseért megvalósul az egész magyar társadalomra kiterjedő összefogás. A Szövetség részt kíván venni ennek az egységnek a megteremtésében, a feladatok végrehajtásában, az új társadalmi közmegegyezés erősítésében.

A jövőben a társadalom- és gazdaságpolitikai célok megvalósításához a jelenleginél koncentráltabb figyelemre, nagyobb cselekvőkészségre van szükség. Mindez megköveteli a Szövetség szakmai-társadalmi tevékenységének további erősítését, egyáltalán megújulását. Ehhez azonban meg kell teremteni a megfelelő feltételrendszert is: ez tükröződik a társadalompolitikai feladatokban.

A MTESZ kiemelt fontosságot tulajdonít a műszaki-, az agrár-, a gazdasági és a természettudományi értelmiség helyzete javításának. Össztársadalmi érdekből szorgalmazza, hogy a reál-értelmiség elfoglalhassa az őt megillető helyét a társadalmi struktúrában, a kutatás-fejlesztési tevékenységben, a termelésben, az irányításban és az elosztásban. Meg kell tehát állítani — kormányzati és munkahelyi intézkedések kezdeményezésével egyaránt — a kutató-fejlesztő munkát végző szakemberek anyagi és erkölcsi helyzetének romlását. Olyan jövedelem és keresetszabályozási eszközrendszer létrehozására van emiatt szükség, hogy a vállalatoknak és intézményeknek egyszerűen elemi érdekük legyen a szellemi alkotómunkát végző szakemberek teljesítmény szerinti differenciált anyagi elismerése.

További társadalompolitikai kötelezettségeket ró a MTESZ-re az, hogy az eljövendő években minden valószínűség szerint továbbra is foglalkoztatni fogja a közvéleményt a műszaki fejlődés tempója és — ezzel kapcsolatban — hazánk helyzete. Napjainkra is jellemző hogy a közvéleményt élénken foglalkoztatják az olyan — műszaki hátterű — kérdések, mint például az atomenergia biztonságos felhasználása, az energetikai fejlesztés irányai (beleértve a Bős-nagymarosi vízierőművet), a környezetkárosodást, a talaj- és erdőpusztulás és a savasodás, a motorizáció okozta környezetszennyezés, a veszélyes hulladékok kezelése. További — és szinte kivétel nélkül mindenkit érdeklő — témát jelent a kutatásra-fejlesztésre fordított anyagi erőforrásoknak az átlagéletszínvonalra gyakorolt hatása, a szerkezetváltozással együttjáró, kényszerű munkaerő-mozgás és az abban résztvevők átképzése, a mind általánosabb differenciálódás a jövedelmekben.

A Szövetségnek ezekre a kérdésekre — a közgazdászokkal együttműködve — elfogadható, sőt, programnak tekinthető válaszokat kell adnia és foglalkoznia kell a technikai haladás társadalmi következményeivel is.

A dokumentum a 33 tudományos egyesület szakmai munkájának középpontjába hat fejlesztési téma kiemelt figyelemmel kísérését helyezte. Ezek a következők: az elektronizáció és az információs technológiák, a biotechnológiák fejlesztése, alkalmazásuk és elterjesztésük, a gazdaságirányítási rendszer további korszerűsítése, a termékekre vonatkozó minőségbiztosítás- és védelem (ismertebb nevén Magyar Márka mozgalom) a gazdaságos anyag- és energiafelhasználást, ez utóbbiak megtakarítását elősegítő eljárások (úgynevezett ráfordítás-csökkentő programok) hatékonyságának növelése, valamint a környezet- és természetvédelem. Ez utóbbi feladat teljesítéséhez a MTESZ az országos nagyságrendű programok véleményezésére, a tennivalók megsegítésére a különböző szakterületek képviselőiből még az 1987-es év folyamán szaktanácsadói testületet állít fel.

A Szövetség a jövőben nagyobb szerepet vállal abban, hogy összegyűjtse és országosan közreadja a tudományos kutatás eredményeit, valamint a máshol is hasznosítható, kiemelkedő jelentőségű vállalati módszereket. Tovább erősíti a nemzetközi tudományos életben meglévő kapcsolatait annak érdekében, hogy minél több magyar szakember jusson el külföldi kutatóintézetekbe és vállalatokhoz. Ugyancsak az élenjáró nemzetközi tudományos eredmények megismerésére alakul majd meg a Magyar Műszakiak Klubja, melynek rendezvényeire meghívják a külföldön élő, magyar származású mérnököket és kutatókat is.

A programtervezet vitájában az országos elnökség tagjai hangsúlyozták, hogy a MTESZ még határozottabban képviselje a műszaki értelmiség érdekeit. Szükségesnek tartották, hogy a Szövetség rendszeresen (2—3 évente) szakmánként és feladatkörönként elemezze a műszakiak jövedelmi viszonyait, valamint elrkölcsi elismertségét. Javasolták továbbá, hogy az egyetemi és főiskolai éveket számítsák be a nyugdíjalapba és emeljék a pályakezdő műszakiak fizetését.

Kiemelték továbbá, hogy a magyar gazdaság nemzetközi versenyképességének növelése érdekében a műszaki haladás ugrásszerű fejlesztésére van szükség. Az elkövetkezendő időszakban a jelenleginél több műszaki szakemberre lesz szükség — véget kell tehát vetni a pályaelhagyás jelenségének, amely elsősorban bérezés nem megfelelő gyakorlatából fakad. Ezen kívül alapvető változások szükségesek a műszaki szakemberek továbbképzésében is — a Diploma elnyeréséhez elsajátított ismeretek egy része alig néhány év alatt elavul. Ezért az elnökség tagjai javasolták, hogy a MTESZ-tanfolyamokon részt vett szakemberek kapjanak bizonyítványt a kurzusok elvégzéséről. A Szövetség arra is törekszik, hogy a vezetők kiválasztásánál, szakmai hozzáértésük megítélésénél az illetők vegyék figyelembe a tudományos egyesületek véleményét és javaslatát is.

Az országos elnökség — a vitában elhangzott javaslatokkal együtt — elfogadta a cselekvési program tervezetét, végleges szövegét pedig jóváhagyásra a VB áprilisi ülése elé terjesztette.

Az EP32M és az EP64M elektronikus alközpontok hardware felépítése

NÉMETH ATTILA—ZOTTER FERENC
BHG Fejlesztési Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalat közel 30 éve folytat önálló alközpont fejlesztési tevékenységet. Az utóbbi időszak sikeres gyártmányai között kell említeni az EPEX családot is. Ebben a cikkben a család két új kiskapacitású tagját mutatjuk be, elsősorban kapcsolástechnikai szempontból, kiemelve a másutt még nem ismertetett megoldásokat.

1. Bevezetés

A BHG Híradástechnikai Vállalat első tárolt program vezérlésű alközpontja a QA96 kvázi-elektronikus alközpont volt. A QA96 fejlesztése során szerzett tapasztalatokra és új eredményekre támaszkodva hamarosan kifejlesztésre került a QA család nagykapacitású tagja, a QA512 is. Ezeket a központokat a nagyfokú modularitás jellemezte. Ez a tulajdonság tette lehetővé, hogy a rendszer egy-egy modulját a többitől függetlenül korszerűsíthessük, továbbfejleszthessük.

A kvázielektronikus multireed kapcsolóelemeket elektronikus eszközökkel — tirisztorokkal — kiváltva egy új kapcsolómezőhöz jutottunk, amely elvi felépítését tekintve azonos volt a kvázielektronikus kapcsolómátrixszal. Alkalmazását azonban célszerűvé tette számos egyéb tulajdonsága. Ezek közül kiemelhető a nagyobb élettartam és megbízhatóság, a kisebb helyfoglalás és áramfelvétel, valamint a zajtalan működés. Az új elektronikus kapcsolómezővel rendelkező központok lettek az EPEX család tagjai. Az EPEX alközpontok vezérlését a MAT512/2 elnevezésű speciális telefontechnikai célprocesszor biztosítja.

Az EXCEL vezérlőrendszer fejlesztése során kialakításra került egy olyan mikroprocesszoros áramkör, ami az EPEX családnál alkalmazott vezérlő illesztő áramkört, sőt kisebb kapacitások esetén magát a MAT512/2 processzort is helyettesíteni tudja. Ezek a tulajdonságok lehetővé tették, hogy a család kisebb központjaiban vezérlőként felhasználjuk. A MAT512/2-vel ellátott központoktól való megkülönböztethetőség érdekében ezeknél a központoknál a típusjel után egy „M” betű utal az új vezérlő áramkörre.

A BHG alközpont fejlesztési tevékenységét az elmondottnál részletesebben az [1] irodalom foglalja össze.

Cikkünk célja, hogy az új mikroprocesszoros vezérlésű alközpontok elsőként elkészült két típusát az EP32M-et, és az EP64M-et bemutassa.

Beérkezett: 1987. I. 12. (#)

NÉMETH ATTILA

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai szakán 1971-ben szerzett

diplomát. 1978 óta a BHG Fejlesztési Intézet Kapcsolástechnikai Fejlesztési Főosztályán dolgozik. Jelenleg a Kapcsolómező Fejlesztési Osztály vezetője.

2. Az EP32M és az EP64M alközpontok főbb jellemzői

Az EP32M és EP64M központok tárolt program-vezérlésű kapcsolóberendezések, melyek elsősorban alközponti felhasználásra készültek.

A központok alapvető jellemzői a következők:

- Mind hardware, mind software szempontból moduláris felépítésűek.
- Vezérlőjük egykártyás, mikroprocesszoros áramkör.
- A kapcsolómező elektronikus, térosztásos, mellékállomási ívpontok között egy- vagy kétfokozatú visszahurkolt típusú, míg mellékállomásfővonal viszonylatban mindig egyfokozatú, teljes mátrix jellegű.
- A csatlakozó vonalak (mellékállomási és fővonalak) interface-ei az EPEX rendszerben általánosan használt áramkörök. A vett jelzések feldolgozásáról, valamint a szükséges jelzések kiadásáról a vezérlő gondoskodik.
- A központok táplálása a hálózati feszültségről történik, de lehetőség van akkumulátoros tápellátó rendszer használatára is.
- A központok mechanikai konstrukciója lehetővé teszi a hátlapra szerelt (beépített) rendező alkalmazását, de különálló rendezőszekrény használata is biztosított.

Ezek a tulajdonságok biztosítják, hogy az EP32M és EP64M alközpontok:

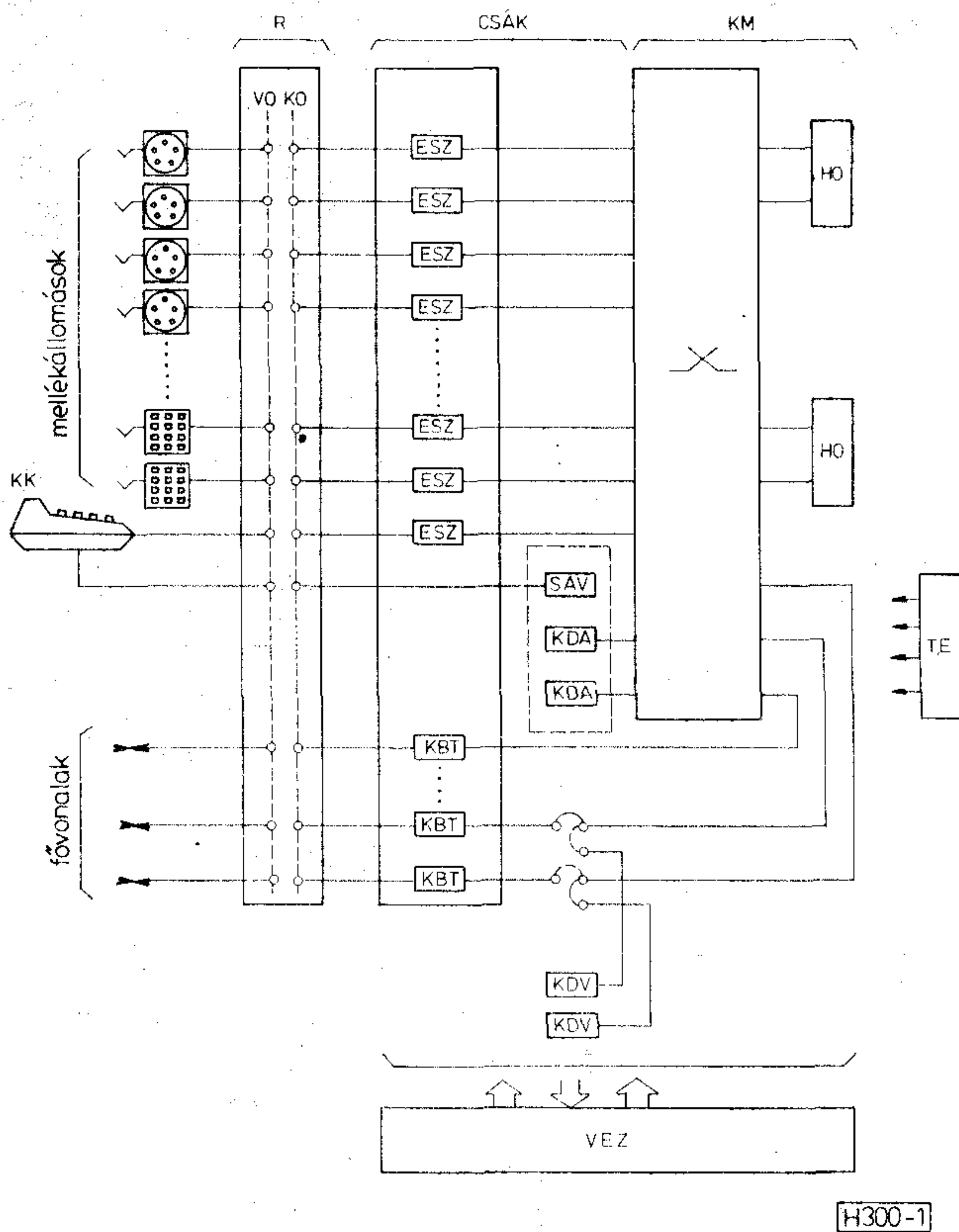
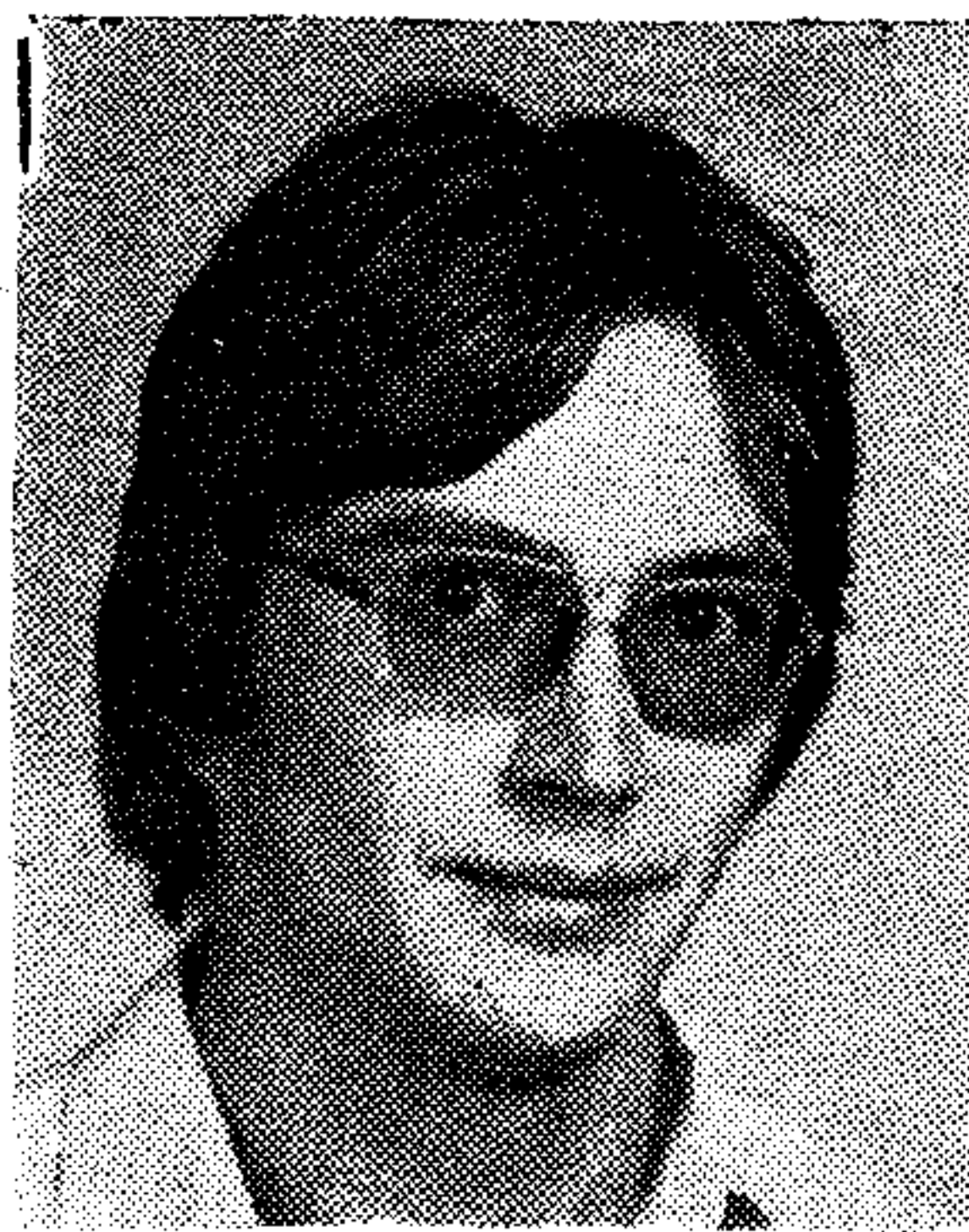
- Könnyen illeszthetők az egyes felhasználók igényeihez.
- Adott határokon belül bővíthetők.
- Üzembehelyezésük és karbantartásuk egyszerű.

3. Az alközpontok felépítése

Az alközpontok az 1. ábrán látható főbb funkcionális egységekből épülnek fel. Az egyes egységek főbb jellemzőit az alábbiakban ismertetjük.

- Vezérlőegység, melynek feladata a központtal kapcsolatos szokásos tevékenységen kívül a kezelő készülékkel, vagy más, speciális eszközökkel (pl. tarifanyomtató) való kapcsolattartás is. Az EP32M és 64M elektronikus alközpontokban egykártyás, mikroprocesszoros ve-

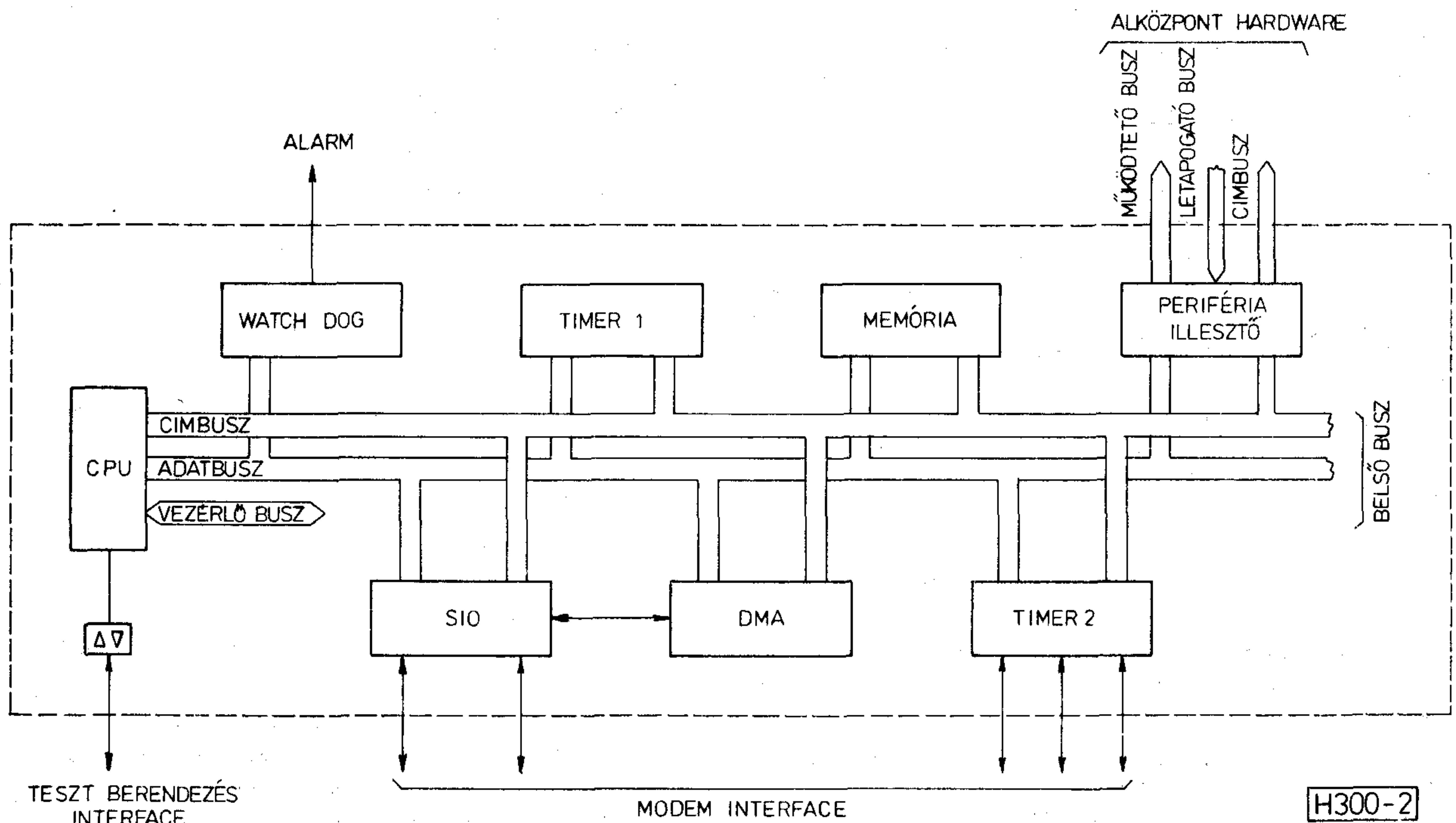
A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán végzett 1979-ben, műszer- és irányítástechnika szakon. Azóta a BHG Fejlesztési Intézetben dolgozik. 1985-ben távközlési szakmérnöki oklevelet szerzett. Egyéb munkái mellett részt vett az EP32M, EP64M alközpontok fejlesztésében is.



1. ábra. Az EP32M, EP64M tömbvázlata, VEZ: vezérlő egység; KM: kapcsolómező egység; CSÁK: csatlakozó áramköri egység; R: rendező, TE: tápegység; KK: kezelőkészlet; HO: helyi összekötő; ESZ: előfizetői (mellékállomási) szerelvény; KBT: fővonalai szerelvény; SAV: soros adó-vevő; KDA: DTMF kódadó; KDV: DTMF kódvevő

zérőt alkalmaztunk. Ugyanezen a kártyán található az ún. kapcsolástechnikai hardware interface, mely a vezérlő és a vezérelt perifériának tekintett alközponti hardware egységek közötti kapcsolatot biztosítja.

- A kapcsolómező egység feladata — a vezérlőegységtől kapott utasításoknak megfelelően — hangfrekvenciás összeköttetések biztosítása megadott ívpontok között, valamint az, hogy lehetővé tegye ezen útfelépítési utasítások végrehajtásának ellenőrzését. Az EP32M kapcsolómezeje 32 olyan ívponttal rendelkezik, amelyek között (8 dB beiktatási csillapítással) egyidejűleg maximálisan 4 összeköttetés valósítható meg, ezen kívül 8 olyan ívponttal, ami az előzőekben említett 32 ívpont bármelyikével korlátozás nélkül összeköthető, de egymás közötti kapcsolatra nem alkalmas. Az EP64M esetén a fenti ívpontok száma 64 (maximálisan 8 egyidejű összeköttetéssel), illetve 12.
- Csatlakozó áramköri egység, melynek feladata, hogy az alközpont-hoz csatlakozó vonalak (mellékállomási és fővonalak) illesztését megoldja,



2. ábra. Az EP32M és EP64M alközpontok vezérlő egysége

valamint lehetővé tegye a vonali jelzések kezelését. Az EP32M csatlakozó áramköri egységében összesen 32 interface áramkör elhelyezésére van lehetőség, míg az EP64M esetében erre a célra 96 hely áll rendelkezésre. A csatlakozó vonalak között olyanok is lehetnek, melyek több interface áramkört is igényelnek (pl. tarifavevővel ellátott fővonal).

- A kezelőkészlet segítségével egyrészt lehetővé válik a szokványos kezelői funkciók ellátása, másrészt segítségével különféle — a karbantartást segítő — tesztprogramok is futtathatók.
- A tápellátó áramkör általában a hálózati feszültségből állítja elő az alközpont működéséhez szükséges feszültségeket és hangokat, de megoldható a tápellátó rendszer akkumulátoros üzemeltetése is.
- A rendezőegység feladata a mellékállomási és fővonalak rendezhető módon való csatlakoztatása a központ felé. Ezen kívül a vonalakra túlfeszültségvédő és vonalváltó csatlakoztatását is lehetővé teszi.

3.1. A vezérlőegység

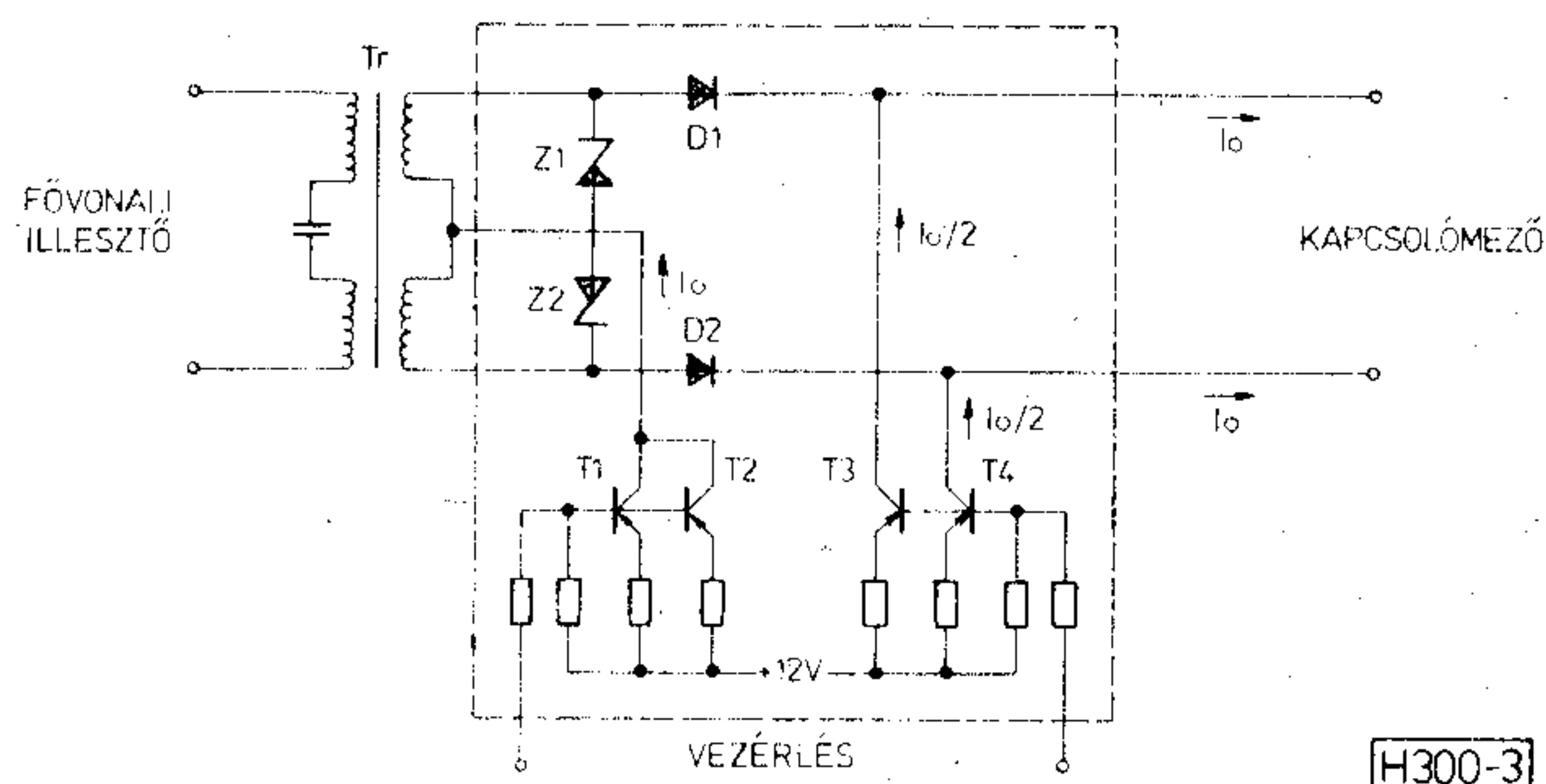
Az EP32M és EP64M alközpontok vezérlését egy 8085-ös mikroprocesszorral realizált vezérlőegység biztosítja. A vezérlő blokkvázlatát a 2. ábrán láthatjuk. Fő részei a következők:

- CPU: 8085-ös mikroprocesszor.
- Memória: maximálisan 40 kbyte EPROM, 22 kbyte RAM.
- Timer 1: számláló és időzítő áramkör.
- Watch-dog: a mikroprocesszoros rendszer megfelelő működését ellenőrző áramkör.
- Periféria illesztő áramkör: a vezérlendő hardware (kapcsolómező, vonali áramkörök stb.) működtetéséhez és letapogatásához.
- SIO: soros be- és kimeneti egység. Két független duplex csatornát tartalmaz.
- DMA: közvetlen memória hozzáférést vezérlő áramkör.
- Timer 2: számláló és időzítő áramkör a SIO és a modem interface számára.

A vezérlőegység fizikailag a PJ2 áramköri kártyán található. Megjegyzendő, hogy a vezérlő kialakítása olyan, hogy a kapcsolástechnikai hardware felől mind elektromosan, mind mechanikailag kompatibilis a nagyobb kapacitású EP központokban alkalmazott VJ2 vezérlő illesztő áramkörrel.

3.2. Kapcsolómező

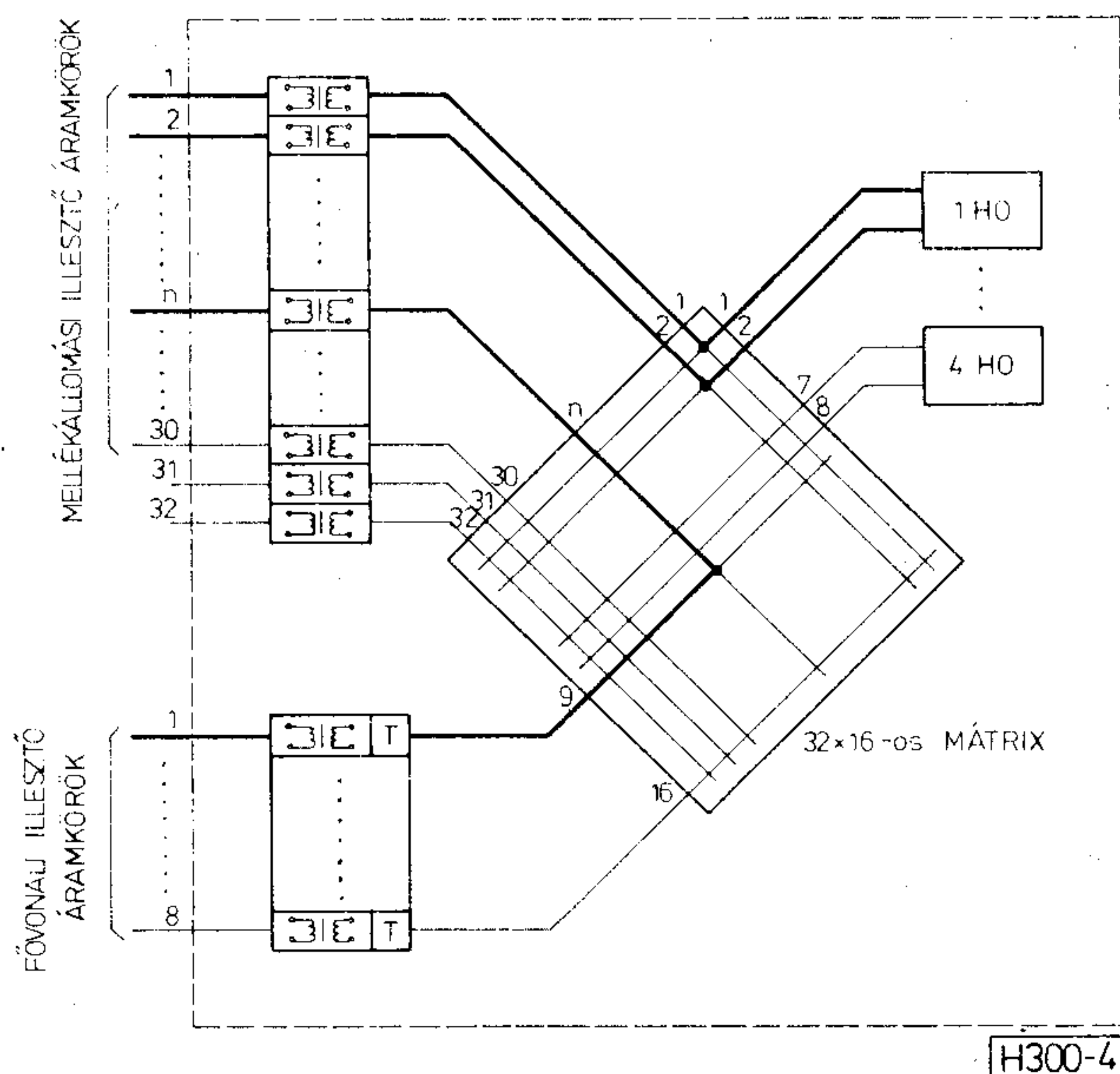
Az EP32M és az EP64M alközpontok térosztásos kapcsolómezeje — hasonlóan az EPEX család többi tagjához — $4 \times 4 \times 2$ -es elemi mátrixokat tartalmazó integrált áramkörökből épül fel. Az egyes kapcsolóelemek tirisztorok. Az elemi mátrixokból 8×16 -os részmatrixokat alkotva kapjuk meg az alközpontok kapcsolómezejének legkisebb funkcionális elemét. Két ilyen részmatrixot találunk az MC2 jelű áramköri kártyán. Ezekből a kártyákból lett mindkét alközpont kapcsolómezeje kialakítva. A kapcsolómátrix áramköri szintű ismertetésétől itt eltekintünk, bővebb információkkal a [2] irodalom szolgál.



3. ábra. Tartó- és zajvédő áramkör a kapcsolómező és a fővonalillesztő áramkör között

Mellékállomás-fővonal relációban a mátrixon keresztül létrejött beszédkapcsolat egyfokozatú mindkét alközpont esetében. Ennél az összeköttetés típusnál az út fenntartását, illetve bontását a 3. ábrán látható áramkör biztosítja. A tirisztorok tartóáramát részben a T1 és T2 tranzisztorokkal realizált áramgenerátor, részben a T3 és T4 tranzisztorokból álló segédáramgenerátorok szolgáltatják. Az áramgenerátor a galvanikus leválasztást és impedancia illesztést végző Tr transzformátor középmegecsapolására csatlakozik. A Z1, Z2 illetve a D1, D2 diódák feladata a túlfeszültség- és zavarvédelem biztosítása.

Mellékállomás—mellékállomás viszonylatban a kapcsolat visszahurkolt, az EP32M esetén egy-, az EP64M esetén kétfokozatú. Ennek kialakítása nagymértékben hasonlít a már említett [2] irodalom 4. ábráján található áramköri megoldáshoz, így a részleteket illetően erre hivatkozunk. Megjegyzendő, hogy a visszahurkolást biztosító HO helyi összekötő áramkörökben lehetőség van csillapítás vezérlésre, azonban ezeknél az alközpontoknál az



4. ábra. Az EP32M kapcsolómezejének funkcionális blokkvázlata. A működő keresztpontokat fekete karika jelzi. Az ábrán látható egy felépített mellékállomás-mellékállomás kapcsolat (az 1. és 2. mellékállomások között), valamint egy mellékállomás-fővonal kapcsolat (n. mellékállomás és az 1. fővonalillesztő áramkör között). HO: helyi összekötő, T: tartó és zajvédő áramkör

összekötő áramkörök csak a mellékállomás-mellékállomás kapcsolatban vesznek részt, így itt ez a lehetőség nincs kihasználva.

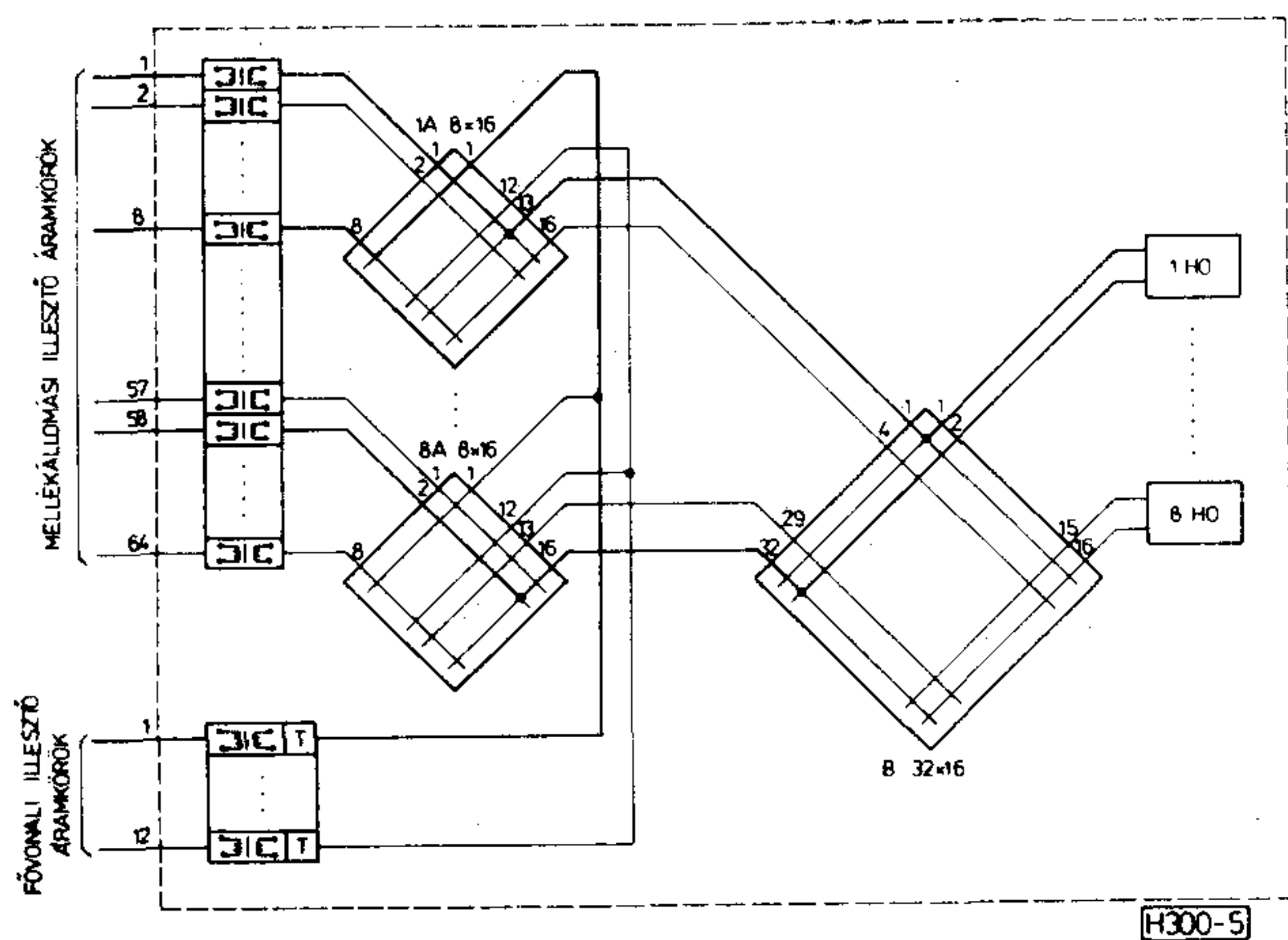
A kapcsolómező vezérlése, azaz egy út felépítése vagy bontása során a vezérlőegységnek egyrészt különböző áramköröket kell működtetnie, másrészt információt kell szereznie a kapcsolómező állapotról a letapogatás segítségével. Egy (fél)út felépítését például véve, a vezérlőnek a következő műveleteket kell elvégeznie:

- Bontott állapot ellenőrzése.
- A felépítendő út kijelölése, a működtetés engedélyezése.
- A tartóáramkörök aktiválása.
- Az út felépülésének ellenőrzése.

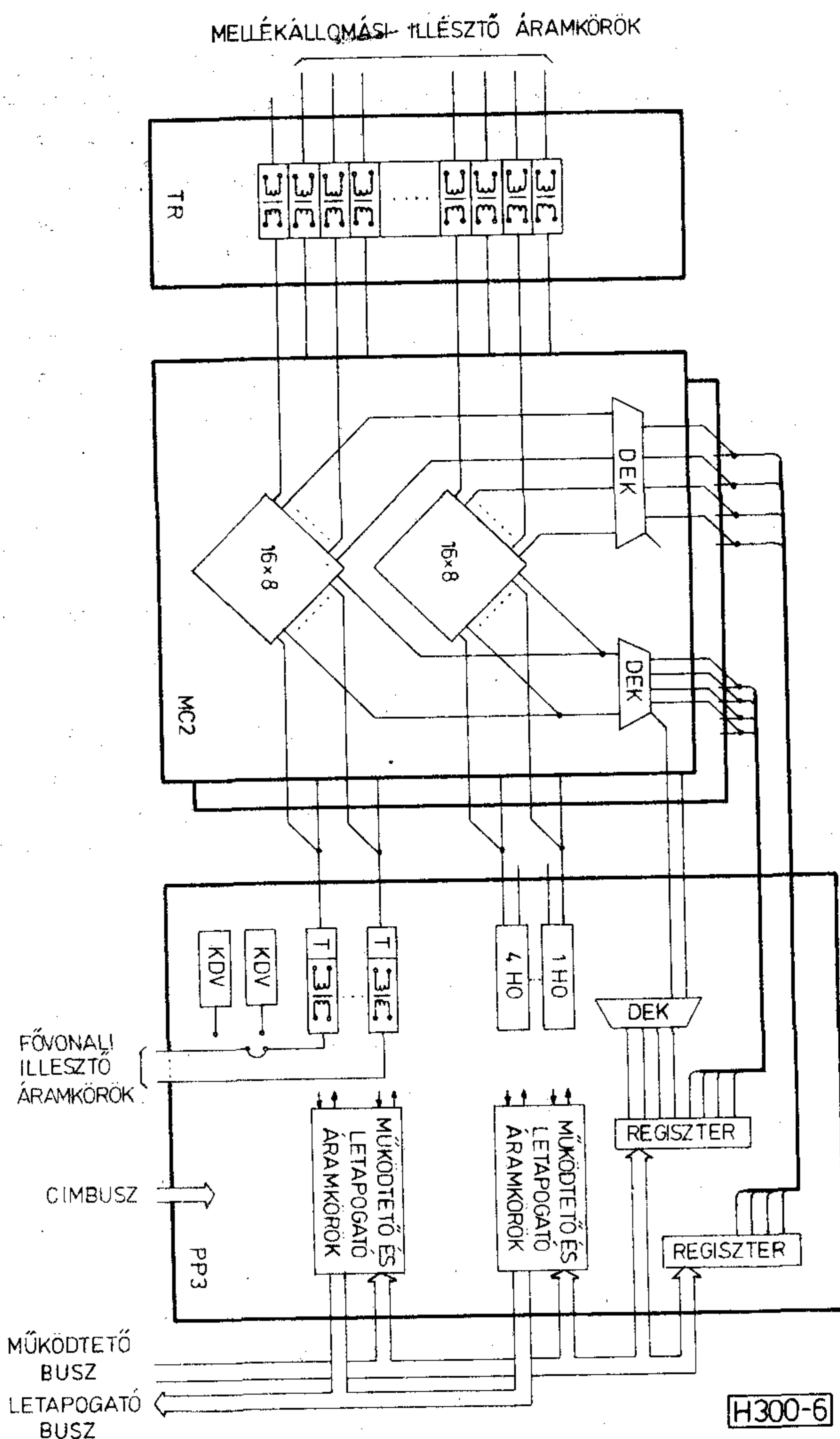
Egyidejűleg természetesen csak egy (fél)út felépítése vagy bontása játszódhat le, a felépült kapcsolatok maximális száma EP32M esetén 12, EP64M esetén 20 lehet. A 4. és 5. ábrán mutatjuk be a központok kapcsolómezőjének elvi felépítését. Az ábrákon látható a kapcsolómátrixok kialakítása és követhető a különböző kapcsolattípusok felépítése.

Gyakorlatban a kapcsolómezőt mindkét alközpontnál háromféle nyomtatott áramköri lap felhasználásával alakítjuk ki, nevezetesen:

- MC2 panel, ami 2 db 16×8 -as teljes mátrixot, valamint a be- és kimenetek kijelöléséhez szükséges dekódereket tartalmazza.
- TR panel, melynek transzformátorai a csatlakozó áramkörökben (CSÁK) található előfizetői áramkörök (ESZ) felé biztosítják a galvanikus leválasztást és az impedancia illesztést.
- PP3 panel, melyen a helyi összekötők (HO), a fővonalai tartó és illesztő áramkörök, opcionálisan (DTMF készülékek használata esetén) kódvevő áramkörök, továbbá az előbbiek, valamint a kapcsolómátrixok működtetéséhez és letapogatásához szükséges áramkörök találhatók.



5. ábra. Az EP64M kapcsolómezőjének funkcionális blokkvázlata. A működő keresztpontokat fekete karika jelöli. Ez az ábra is bemutat egy felépített helyi összeköttetést (1. és 58. mellékállomás között), illetve egy külső hívást (a 8. mellékállomás és az 1. fővonalai áramkör között). A: a kapcsolómező 1. fokozata; B: a kapcsolómező 2. fokozata; HO: helyi összekötő, T: tartó és zajvédő áramkör



6. ábra. Az EP32M kapcsolómezőjének fizikai realizálása

Példaképpen a 6. ábrán vázoltuk az EP32M-nél alkalmazott kapcsolómező fizikai realizálását. Látható, hogy az alközpont 32×16 -os kapcsolómátrixát a két MC2 panelen levő 2 db 16×8 -as mátrix kimeneteinek multiplikálásával alakítjuk ki. A kapcsolómező vezérlését (működtetés és letapogatás) a PP3 panelen keresztül a vezérlő végzi.

3.3. Vonali interface-ek

A vonali interface-ek — hasonlóan a nagyobb kapacitású EP központokhoz — a CSÁK egységben helyezkednek el. Az egyes vonali áramkörök kisméretű, ún. „fianyák” paneleken találhatók, melyekből 12 db szerelhető egy KP jelű kártyára. A CSÁK felépítésére vonatkozóan részletes ismertetést ad a már hivatkozott [2] irodalom.

Az EP32M és az EP64M maximálisan 3 illetve 8 KP panelt tartalmazhat, így a fianyákok száma 36 illetve 96 lehet. A KP kártyákba kerülő fianyákok típusa nagyrészt pozíciófüggő, mivel a CSÁK és a kapcsolómező közötti kábelezés rögzített. A jelenleg meglévő software a következő fianyák típusokat tudja kezelni:

- ESZ: mellékállomási (előfizetői) szerelvénny.
- KBT: CB rendszerű fővonalai interface.

- JV: tarifavevő, tarifaadóval felszerelt fővonalakhoz.
- MUS: zeneáramkör, használatával a tartásba tett fővonal fel várakoztató hang helyett zenét hall.

Megjegyzendő, hogy e két utóbbi speciális áramkör használata esetén az alközpontokhoz csatlakoztatható vonalak száma csökken. Bár nem fiányákon realizálódnak, de az ívponti áramkörökhöz sorolhatók a KDV kódvevő áramkörök, melyekre DTMF előfizetői készülékek használata esetén van szükség. Ezekről már a kapcsolómező tárgyalásakor említettük, hogy a PP3 kártyán helyezkednek el.

Ugyancsak DTMF jelzésrendszert használó fővonalak esetén a kódadó (KDA) áramkör biztosítja a megfelelő jelzések kiadását. Ez a kapcsolómező mellékállomások felőli oldalához csatlakozik, értelemszerűen csökkentve a központhoz csatlakozó vonalak számát. Végül a kezelőkészlet adatforgalmát biztosító soros adó-vevő áramkör (SAV) sorolandó még az interface áramkörök közé.

3.4. Rendező

Az alközpontok falhoz rögzített hátlapján rendező helyezkedhet el. Ezzel a megoldással a rendezési lehetőségeken kívül megoldható a vonalak villámvédelme is. Minden fővonalhoz csatlakoztatható továbbá olyan vonalváltó szerelvény is, amely a központ meghibásodása esetén az adott fővonal és egy előre kijelölt mellékállomás között állandó kapcsolatot létesít.

Alközpontjainkhoz kialakítottunk egy különálló fali rendező típust is, mely vonal oldal felől maximálisan 200, központ oldal felől pedig a szükséges számú csatlakozásra nyújt lehetőséget. A vonalak biztosítása, túlfeszültség védelme és mérhetősége biztosított. Ennél a rendező típusnál is elhelyezhető a már ismertetett vonalváltó áramkör.

3.5. Tápellátás

Az alközpontok táplálása általában a hálózati feszültségről történik. Az EP32M esetén beépített, az EP64M esetén különálló egységben szerelt teleppótló állítja elő a központ működéséhez szükséges -48 V-ot. A -48 V-os feszültségről működnek a CSÁK egységben szerelt ESZ áramkörök táphidjai, valamint azok a DC—DC konver-

terek, melyek a központ egyéb áramkörei számára szükséges $+5$ V, $+12$ V, $+24$ V feszültségeket állítják elő.

3.6. Kezelőkészlet

Működése során a kezelőkészlet biztosítja a hangfrekvenciás kapcsolatot a kezelő kézibeszélője és a hozzárendelt előfizetői szerelvény között. A központhoz ezen kívül egy adatvonallal is csatlakozik, az erről kapott információknak megfelelően az egység vezérlője működteti a kijelző és akusztikus áramköröket. A kezelő a billentyűzet segítségével közli kívánságait az egység vezérlőjével, mely azokat megfelelően kódolva elküldi a központ vezérlője felé.

4. Mechanikai felépítés

Az alközpontok KONTASET típusú, nyitható ajtajú szekrényekbe vannak szerelve. A szekrények alpmérete 342×582 mm mindkét típusnál, a magasság az EP32M esetén 446, az EP64M esetén 980 mm. A szekrénybe kerülő kártyarekeszek $19''$ szélesek. A kártyarekeszekben 320×220 mm méretű, kétoldalas, furatfémezett nyomtatott áramköri lapok helyezkednek el. A kártyák csatlakoztatására a rekeszek hátlapján 64 pontos csatlakozó aljzatok szolgálnak, ez utóbbiak wire-wrap kötésekkel kapcsolódnak össze.

5. Gyártási helyzetkép

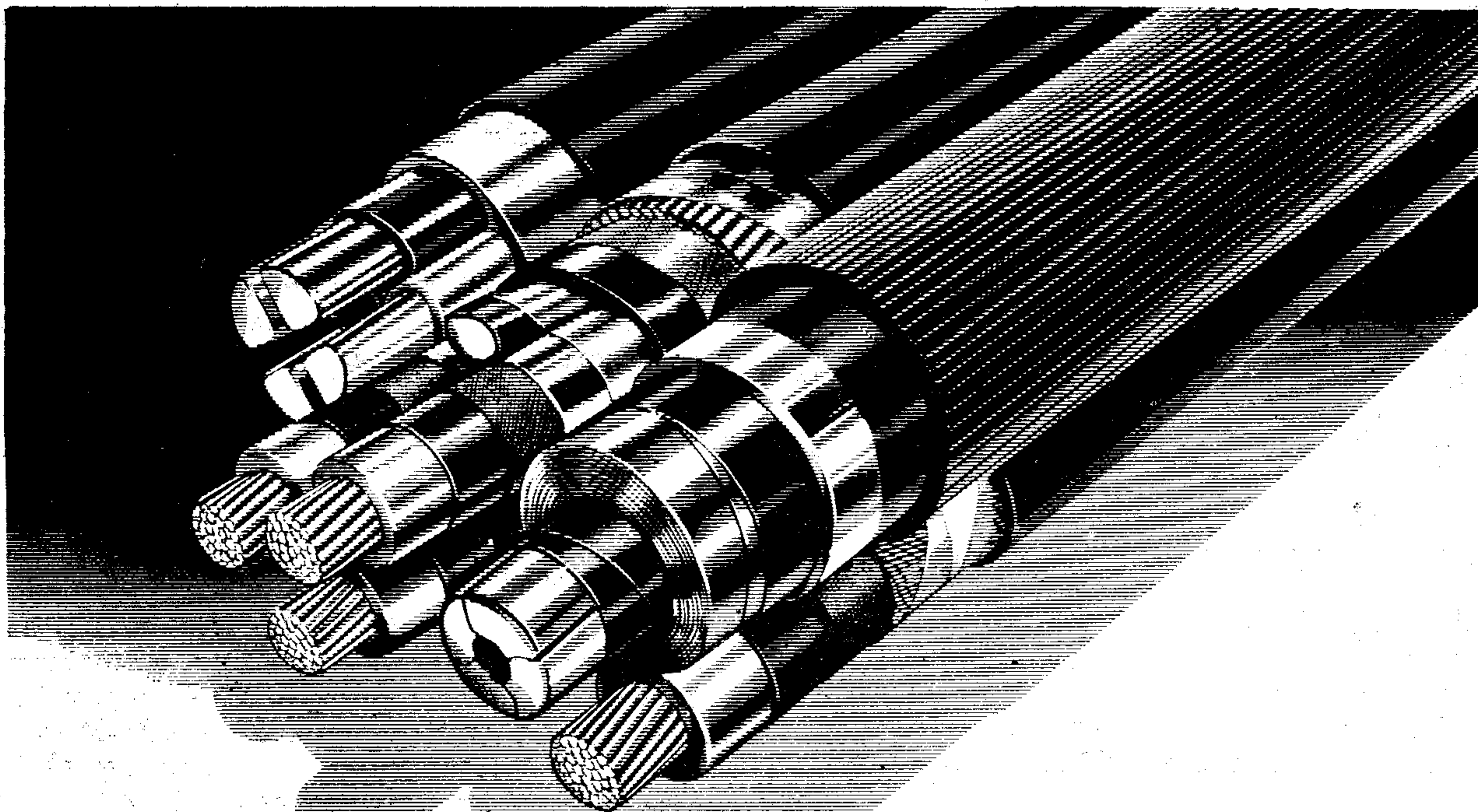
A cikkben ismertetett alközpontokat a Magyar Posta approbálta, rendszerbe állításuk megindult. A nullszéria gyártás eredményeinek felhasználásával vállalatunk felkészült a sorozatgyártásra. Az alközpontokból egy kisebb mennyiség külföldön került értékesítésre.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikk szerzői köszönetet mondanak Molnár Béla főosztályvezetőnek és a BHG Fejlesztési Intézet KFFO-I. Kapcsolómező Fejlesztési Osztály kollektívájának a cikk írásához nyújtott segítségükért.

I R O D A L O M

- [1] *Berecz Frigyes*: Az elektronikus kapcsolástechnika megjelenése és elterjedése Magyarországon Híradástechnika, XXXV. évf. 11. sz. 484. o.
- [2] *Molnár Béla*: EP512 TPV elektronikus alközpont Híradástechnika, XXXVI. évf. 10. sz. 433. o.



Az Ön számára is a megfelelő kábelek!

A biztos és gazdaságos energia-, hír- és adatátvitel érdekében. Nemzetközi szabványok és az Ön különleges kívánságai szerint. A legfinomabb lakkszigetelésű rézhuzaltól a korszerű térhálós polietilén szigetelésű közepesfeszültségű kábeleken át a nagyfeszültségű kábelekig, a kapcsolóhuzaltól a koaxiális vivőhullámú kábelekig és az optikai hullámvezető kábelig, a nagyfrekvenciás adó- és vevőkábelekig a tartozékaikkal együtt teljes készleteket gyártunk. Approbációkkal rendelkezünk. Felkínáljuk évtizedek alatt szerzett tapasztalatainkat,

műszaki know-how-t, tanácsot adunk Önnek alkalmazói problémáinak megoldásához, licenceket adunk el.

Vállaljuk teljes kábelrendszerek tervezését, szállítását, főszerelését, az alkalmazó szerelőinek betanítását, továbbá dolgozóinak oktatását kábeltechnikai berendezések szerelését és karbantartását illetően. A kombinát minden fontos nemzetközi vásáron és szakmai kiállításon képviselteti magát. A lipcsei vásáron a 18., illetve 22. csarnokban keresse képviselőinket!

Exportálja:



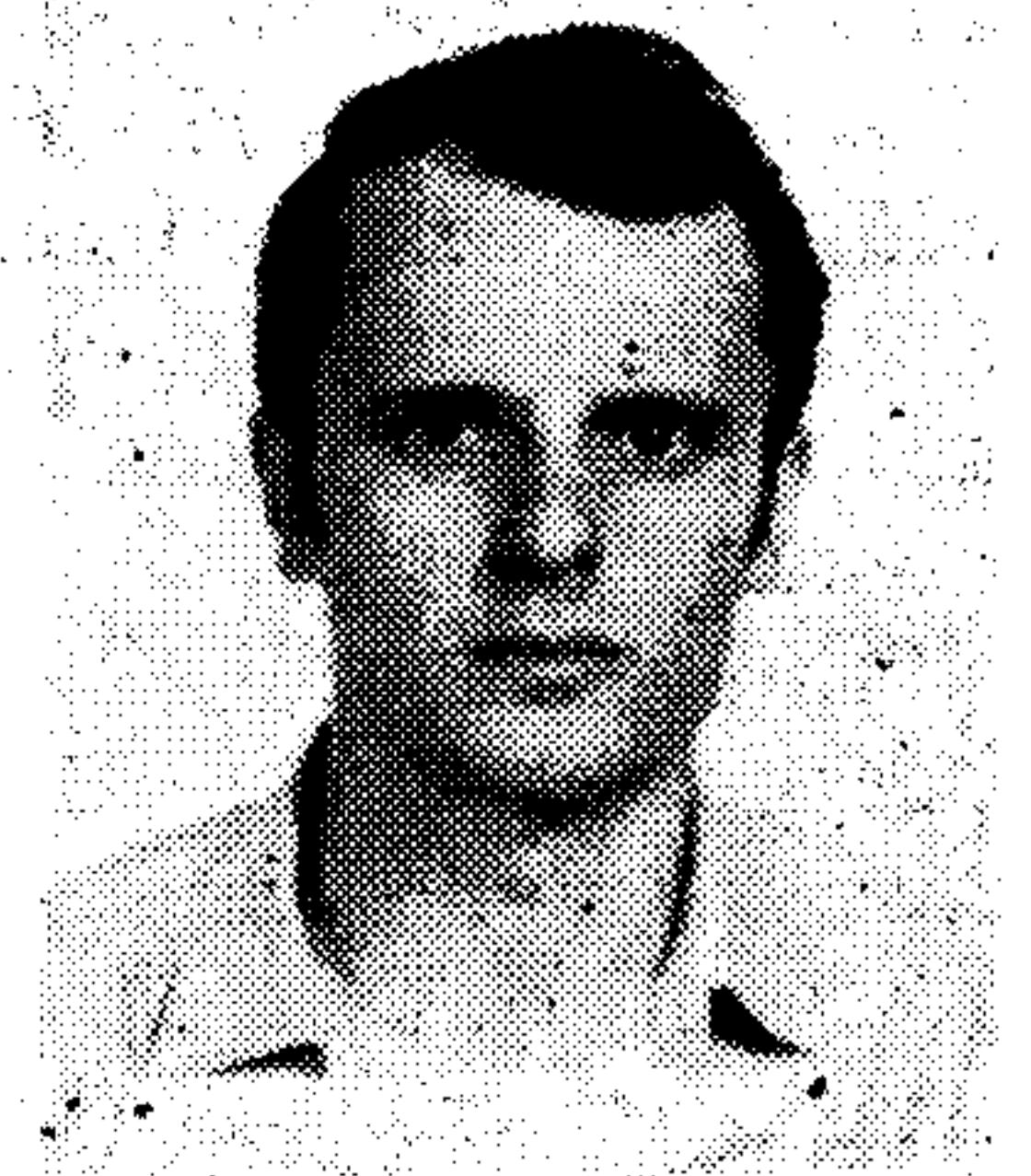
Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR-1026 BERLIN, ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Kombinat
VEB KABELWERK OBERSPREE (KWO)
„Wilhelm Pieck”
Wilhelminenhofstr. 76/77.
DDR-Berlin
1160

KWO-kapcsolatra kész az egész világon

A 24 bites soros szorzó áramkör tervezése

AGGOD JÓZSEF—ASZTALOS ANDRÁS
Mikroelektronikai Vállalat



AGGOD JÓZSEF

1985-ben szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmér-

nöki Karának félvezető ágazatán. Azóta diplomatervének témáját folytatva a Mikroelektronikai Vállalatnál dolgozik.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a Mikroelektronikai Vállalatnál megtervezett soros szorzó áramkört ismerteti, amely elsősorban digitális jelfeldolgozásra alkalmazható. A cikk első része a soros szorzók felépítésével és működésével foglalkozik. A második rész a chip tervezése kapcsán betekintést nyújt a cellakönyvtáras tervezési módszer és a számítógépes IC-tervezőrendszer lehetőségeibe. Végül néhány példát mutatunk be a szorzóval építhető digitális jelfeldolgozó áramkörökre.

1. Bevezetés

A Mikroelektronikai Vállalatnál folyó digitális jelfeldolgozó integrált áramkörök fejlesztésének egyik eredménye az itt ismertetésre kerülő 24 bites csőmodelles soros szorzó.

Ez az áramkör elsősorban digitális szűrőkben történő felhasználásra készült, de alkalmas egyéb szorzási feladatok elvégzésére is.

A maszkok tervezésénél — az igényelt közepes sorozatnagyság és a szükséges gyors átfutás miatt — a cellakönyvtáras módszert alkalmaztuk, amihez a számítógépes támogatást a MEV Hierarchikus Tervezőrendszere biztosította.

2. A szorzó működése

2.1 Bináris számok szorzása

$X \cdot Y = Z$, ahol X az N -bites adat, és Y a K -bites együttható.

Z eredmény maximum $N+K$ bites, mert:

$$(2^N - 1) \cdot (2^K - 1) = 2^{N+K} - (2^N - 1) - (2^K - 1)$$

pl. $N=4$; $K=3$ esetében:

$$\begin{aligned} & \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{0 0 0 0} \cdot y_2 y_1 y_0 \\ & + (y_0) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{a_3 a_2 a_1 a_0} X \cdot y_0 \\ & + (y_1) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0} X \cdot y_1 + \\ & + (y_2) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{c_6 c_5 c_4 c_3 c_2 c_1 c_0} X \cdot y_2 \end{aligned} \quad (1)$$

X és Y bevitelle alapján háromféle szorzót különböztetünk meg:

1. Párhuzamos szorzó (X és Y párhuzamos)
2. Soros-párhuzamos szorzó (X soros, Y párhuzamos)
3. Soros szorzó (X és Y soros)

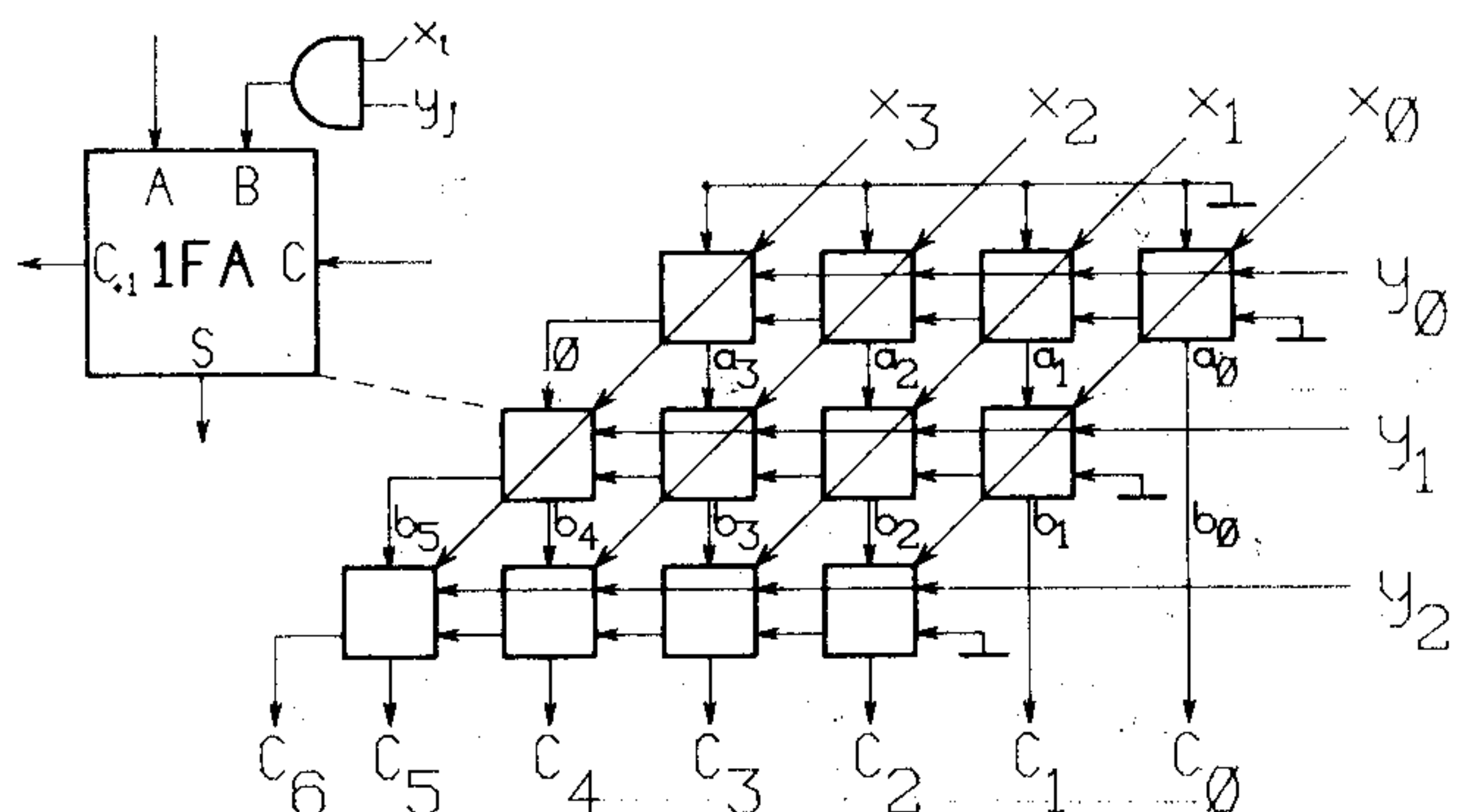
2.1.1 Párhuzamos szorzó

Ez a kapcsolás közvetlenül az (1) algoritmust valósítja meg. A szorzás ideje $N+K$ -val, a kapuk száma $N \cdot K$ -val arányos. A párhuzamos szorzóknak többféle változata létezik, ezekben az algoritmustovábbfejlesztésével, illetve különböző áramköri elrendezésekkel igyekeznek a műveletvégzési időt csökkenteni az alkatrészsúly növekedése árán.

2.1.2 Soros-párhuzamos szorzó

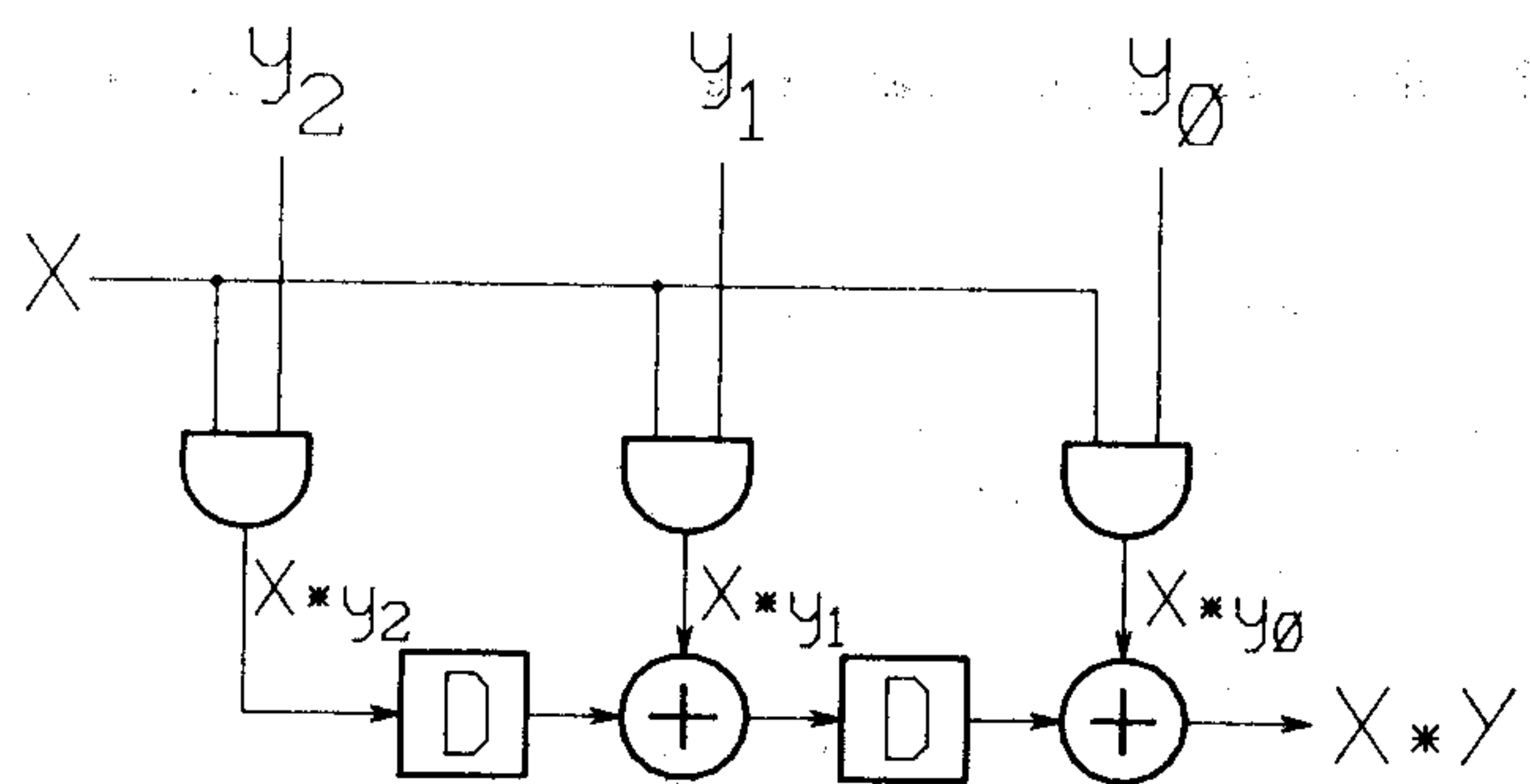
A soros adatbevitel előnye a párhuzamoséhoz képest, hogy jóval kevesebb vezeték és csatlakozó szükséges hozzá. Hátránya a lassabb működés.

Szorzóknál a soros adatbevitel a legkisebb helyiértékű bittel (LSB) kezdődik.



H 271 - 1

1. ábra. Párhuzamos szorzó



H 271 - 2

2. ábra. Soros-párhuzamos szorzó ($X \cdot y_i$ van shiftelve)

Beérkezett: 1986. XII. 3. (†)

Néhány lehetséges megvalósítás:

a) Az (1) algoritmus sorait ($X \cdot y_i$ -t) toljuk el [3]: A szorzás ideje $N+K$ ütem, a kapuk száma K -val arányos, az eredmény $N+K$ bites. Mint a 2. ábrán látható, a szorzó felépítése teljesen független az adat (X) hosszától, vagyis X tetszőlegesen hosszú lehet.

Ennél a szorzónál X első bitjének (x_0 -nak) beérkeztekor az összes együtttható-bitnek (y_i -nek) már rendelkezésre kell állnia.

b) X -t toljuk el [1]:

Ez a szorzó az (1)-ben bemutatott szorzásnak egyszerre egy oszlopát végzi el. Az órajel periódusideje:

$$\tau \geq \tau_p + (K-1) \cdot \tau_s \quad (2)$$

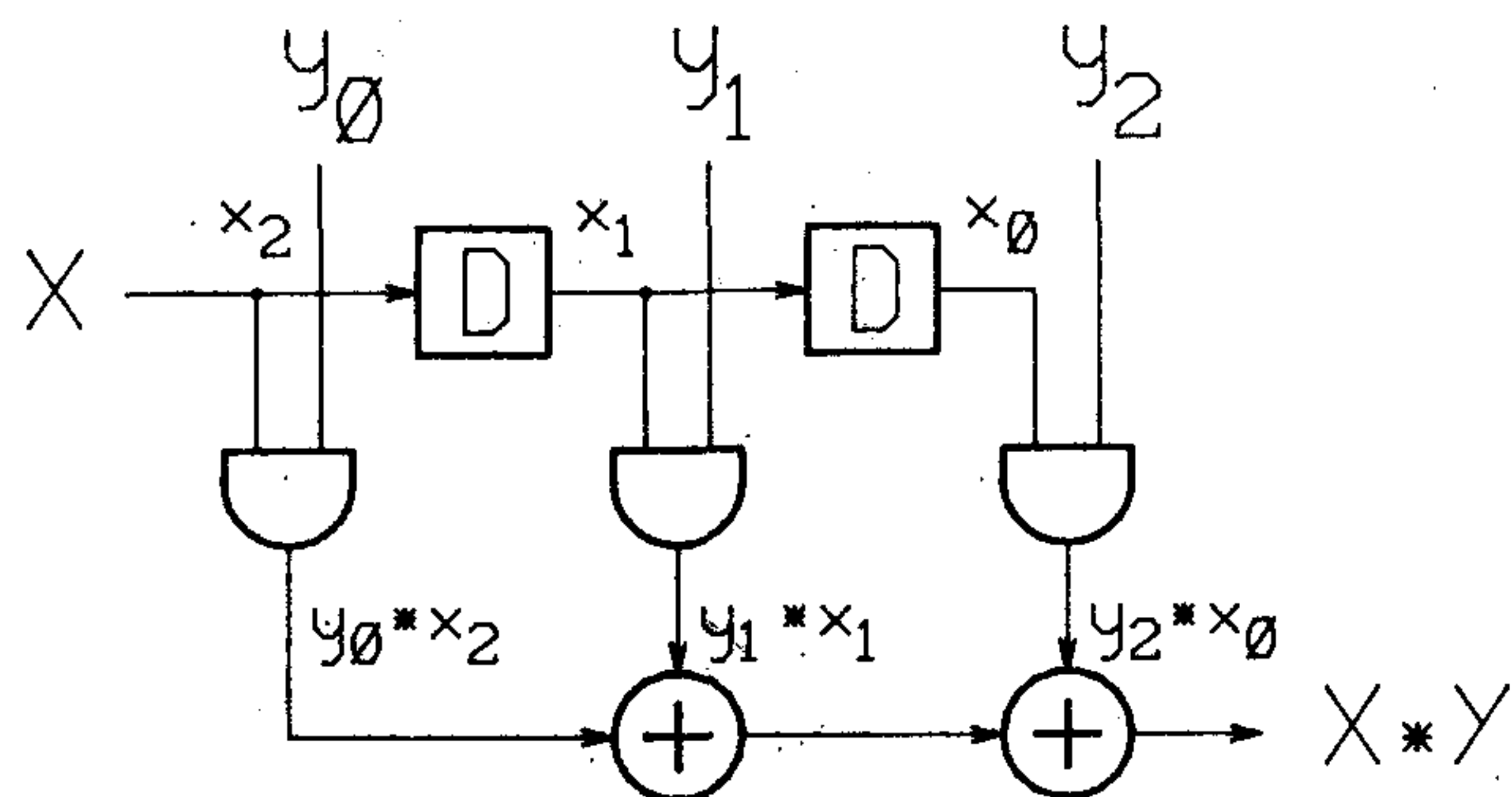
ahol τ_p az ÉS kapu késleltetése, és τ_s az összeadó késleltetése.

Az eredményt itt is $N+K$ ütem után kapjuk meg, vagyis a teljes szorzás ideje:

$$T_{XY} \geq (N+K)[\tau_p + (K-1) \cdot \tau_s] \quad (3)$$

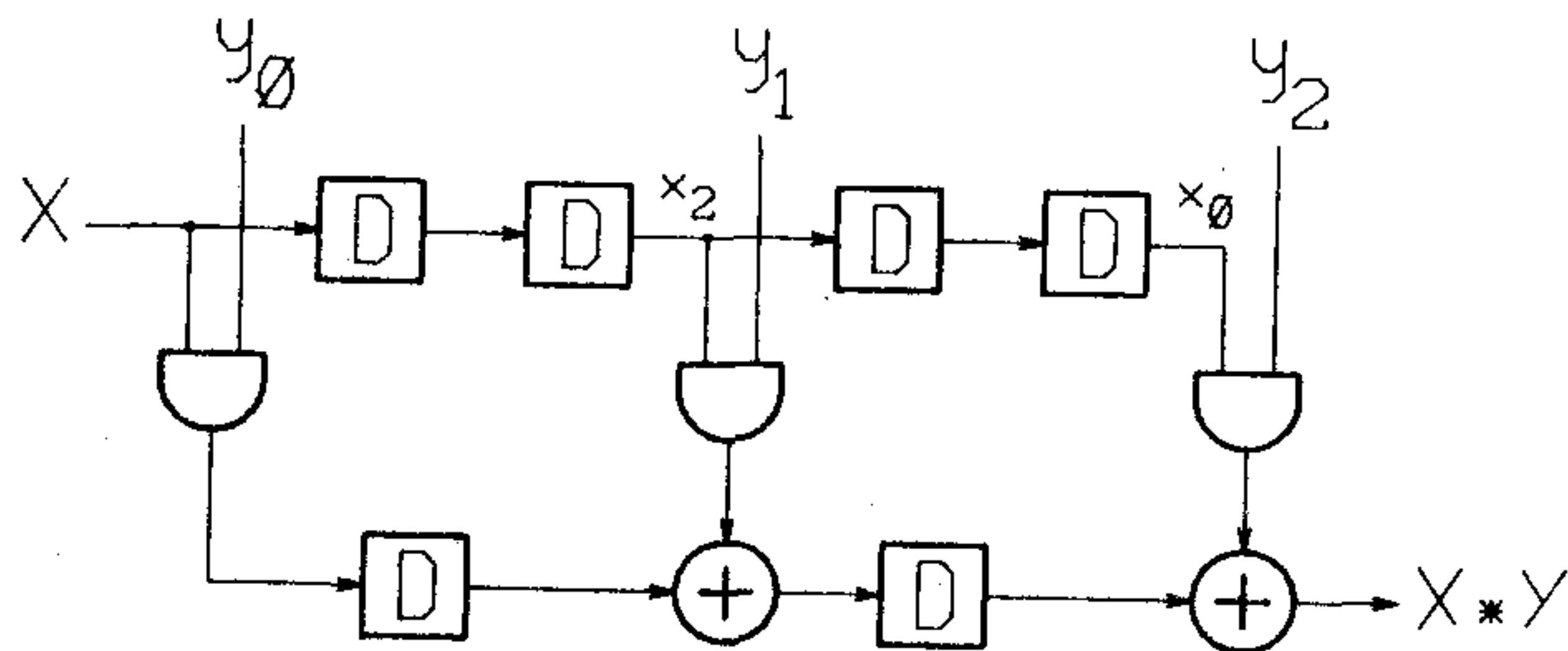
Ennél a szorzónál x_0 beérkeztekor az együtttható-bitek közül csak y_0 -ra van szükség. Minden további adatbit (x_i) belépésénél pedig csak egy új együtttható-bitnek (y_i -nek) kell belépnie, így lehetőség van Y bevitelének soros kialakítására (5. ábra).

c) Csőmodelles (pipeline) soros-párhuzamos szorzó: Ha a 3. ábra szorzóját függőlegesen elvagdossuk, és a vágási helyekre egy-egy késleltetőt teszünk, akkor a 4. ábrán látható csőmodelles soros-párhuzamos szorzót kapjuk.



H 271 - 3

3. ábra. Soros-párhuzamos szorzó (X van shiftelve)



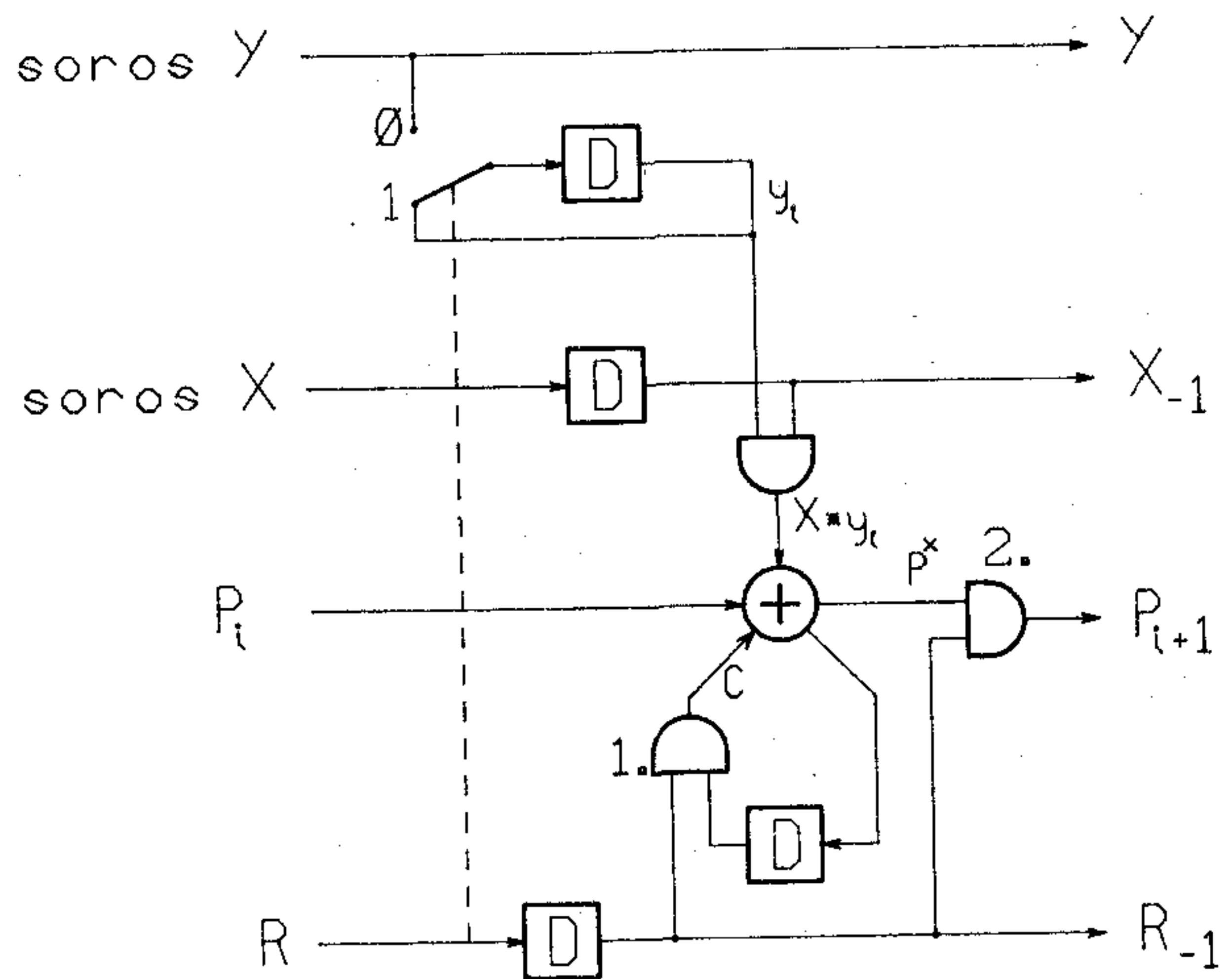
H 271 - 4

4. ábra. Csőmodelles soros-párhuzamos szorzó



ASZTALOS ANDRÁS

1974-ben végzett a BME Villamosmérnöki Karán, azóta a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben, illetve 1982-től a jogutód Mikroelektronikai Vállalatnál dolgozik. Kezdetben bipoláris integrált áramkörök tervezésével foglalkozott. Jelenlegi szakterületei: MOS LSI integrált áramkörök tervezése, tervezőrendszerek alkalmazástechnikai kérdései.



H 271 - 5

5. ábra. A soros szorzó egy cellája

Az órajel periódusideje: $\tau \geq \tau_p + \tau_s$

A nem csőmodelles áramkörhöz képest (3. ábra) ez nagyobb órajelfrekvencia alkalmazását teszi lehetővé. Magasabb órajelfrekvencián az adatok rövidebb időközönként követhetik egymást, tehát nagyobb lehet a mintavételi frekvencia, és ezzel a feldolgozható jel sáv szélessége is.

A szorzás ideje a járulékosan beiktatott késleltetők miatt $2K+N$ ütem:

$$T_{XY} \geq (2K+N) \cdot (\tau_p + \tau_s) \quad (4)$$

(4)-ben — (3)-al összehasonlítva — a teljes szorzás ideje K -nak csak lineáris függvénye, vagyis egy adott bitszámnál hosszabb szorzó esetén a csőmodelles megoldás a több órajelütemnyi számolás ellenére gyorsabb lehet.

2.1.3 Soros szorzó:

Ha a 3. ábra áramkörénél Y -t is sorosan visszük be, soros szorzót kapunk (5. ábra) [2].

$$\begin{array}{r} 0 \ a_3 \ a_2 \ a_1 \ P_i \\ + (y_i) \cdot x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \ X \cdot y_i \\ \hline b_4 \ b_3 \ b_2 \ b_1 \ b_0 \ P^* \\ \hline 0 \ b_4 \ b_3 \ b_2 \ P_{i+1} \end{array} \quad (5)$$

Ez a soros cella az (5)-ben leírt műveleteket végzi: az előző részösszeghez (P_i -hez) hozzáadja az $(X \cdot y_i)$ részszorzatot, majd az eredményt (P^* -t) b_1 levágásával csonkítja.

Itt már ábrázoltuk a különböző kiegészítő áramköröket, amiket a könnyebb érthetőség kedvéért eddig elhagytunk. A vezérlőjel (R) X első bitjénél (x_0 -nál) 0, egyébként 1. Az 1-gyel jelölt ÉS kapu a szorzás kezdetekor nullázza a Carry-bitet, a 2-vel jelölt pedig levágja b_1 -et. Ezzel a megoldással elérhető, hogy az adatok közvetlenül követhessék egymást, viszont az összeszorozható számok tartománya szűkül (X MSB bitjének 0-nak kell lennie: $X < 2^{N-1}$), mert (5)-ben a $P_i + X \cdot y_i$ összeadás csak akkor helyes, ha nincs túlcordulás.

2.2 Kettes komplement számok szorzása

Ha Y egy K-bites kettes komplement szám, akkor a definíció szerint:

$$Y = -2^{K-1} \cdot y_{K-1} + \sum_{i=0}^{K-2} 2^i \cdot y_i \quad (6)$$

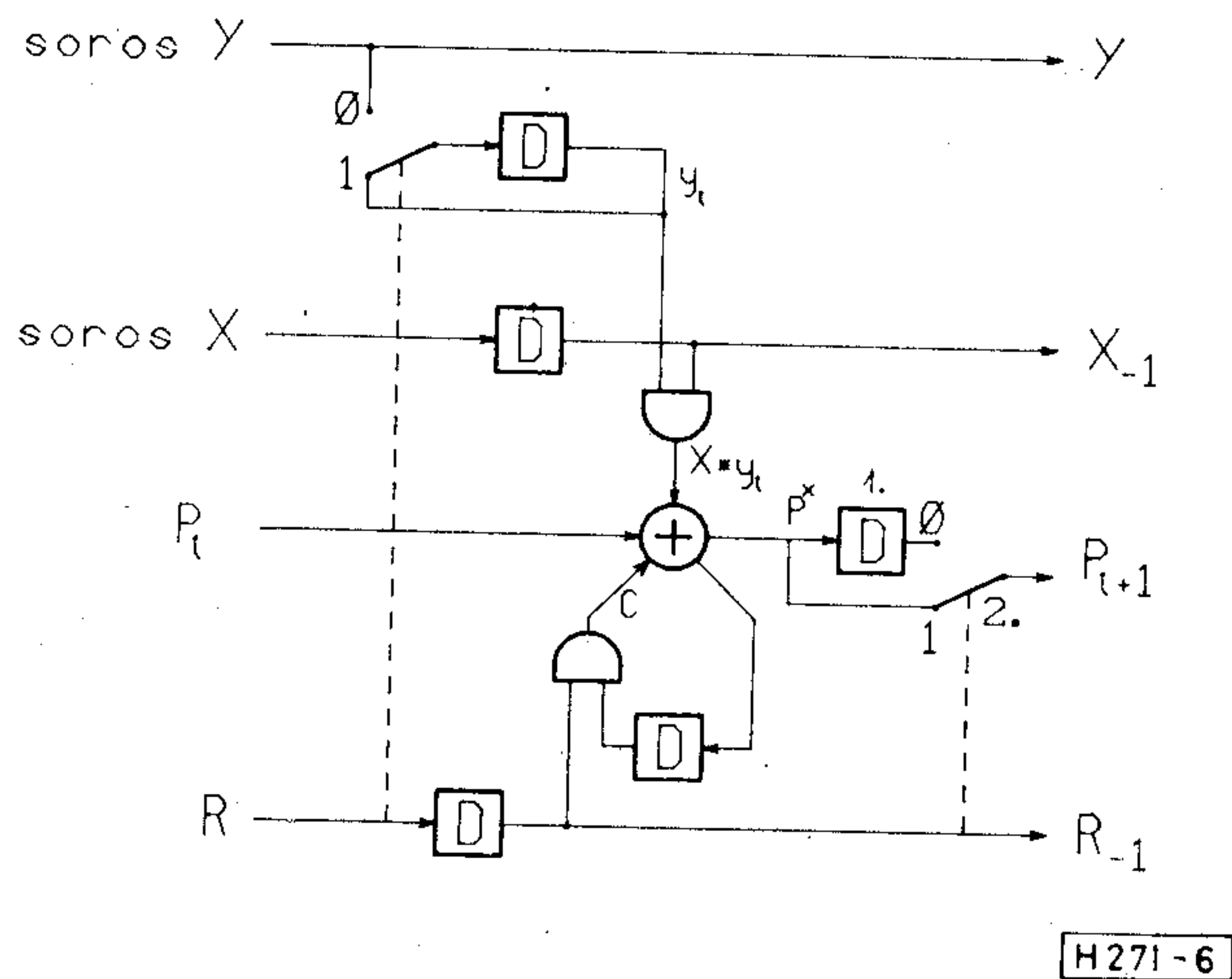
Két kettes komplement szám szorzata:

$$X \cdot Y = -2^{K-1} \cdot X \cdot y_{K-1} + \sum_{i=0}^{K-2} 2^i \cdot X \cdot y_i,$$

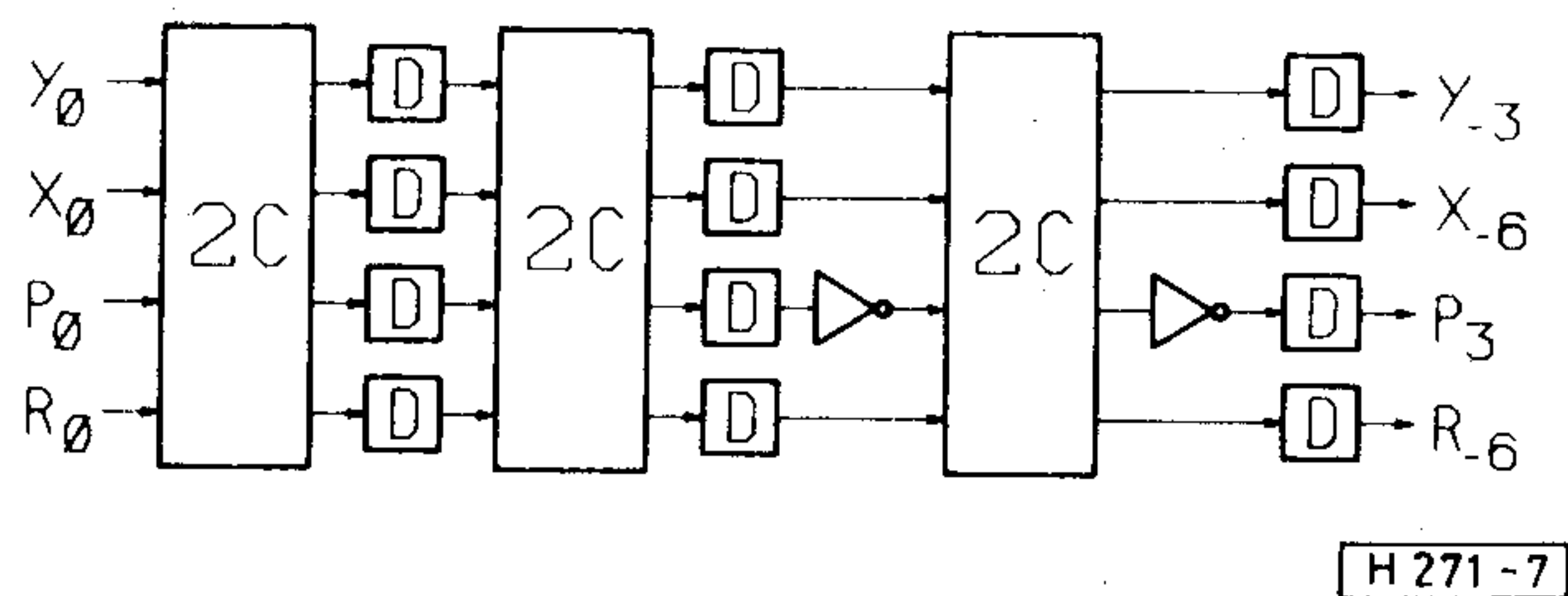
ez kifejtve:

$$\begin{aligned} & \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{0 0 0 0} \cdot y_2 y_1 y_0 + \\ & + (y_0) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{a_4 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0} X \cdot y_0 + \\ & + (y_1) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{b_5 b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0} X \cdot y_1 - \\ & \quad \frac{a_3 a_3 a_2 a_1}{a_4 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0} P_i \\ & - (y_2) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{c c_5 c_4 c_3 c_2 c_1 c_0} X \cdot Y \\ & + (y_i) \cdot \frac{x_3 x_2 x_1 x_0}{b_4 b_3 b_2 b_1} X \cdot y_i \\ & \quad \frac{b_4 b_3 b_2 b_1}{b_4 b_4 b_3 b_2} P_{i+1} \end{aligned} \quad (7)$$

A 6. ábra áramköre a (8)-ban leírt műveleteket végzi el. (8)-t (5)-tel összehasonlítva láthatjuk, hogy P_i első bitje meg van ismételve. Erre azért van szükség, mert csak azonos hosszúságú kettes komplement számok adhatók össze. A kettes



6. ábra. A kettes komplement szorzó egy cellája



7. ábra. 3 bites csőmodelles kettes komplement szorzó

komplement számok hossza növelhető, ha az előjelbitjüket még egyszer eléírjuk. (8)-ban P^* előjel-bitjének (b_4) megismétlését és b_1 levágását a 6. ábra áramkörénél az 1. D-tár és a 2. jelű kapcsoló végzi az R_1 vezérlőjel hatására. A 7. ábrán 3-bites kettes komplement csőmodelles soros szorzó látható, a 6. ábra cellájából felépítve. A cellák kimeneteire kötött D-tárak a 4. ábrával kapcsolatban már ismerttetett csőmodelles működéshez szükségesek.

Az utolsó cella előtti és utáni inverterek a (7) utolsó sorában levő kivonást végzik el, mert:

$$A - B = \overline{A} + B,$$

ahol $-$ az egyes komplementet jelöli.

A 6. ábra áramkörénél az 5. ábrához hasonlóan az összeszorozható számok tartománya korlátozva van: $|X| < 2^{N-2} - 1$, vagyis X két legnagyobb helyiértékű bitjének azonosnak kell lennie.

A tervezett szorzó a 6. ábra áramkörének továbbfejlesztett változatából tartalmaz 24 darabot, amely alkalmas bináris és kettes komplement számok szorzására is, valamint az egyetlen meg nem engedett bemeneti kombinációja kettes komplement számok szorzásánál az

$$X \cdot Y = (-2^{N-1}) \times (-2^{K-1}).$$

3. A layout tervezése

A szorzó felülnézeti geometriai terveit (layoutját) a MEV-nél kifejlesztett CET5 jelű cellakönyvtár felhasználásával, a Hierarchikus Tervező Rendszer (HTR) segítségével készítettük el.

3.1 Cellakönyvtáras integrált-áramkör tervezés

A berendezés-orientált áramköröket (BOÁK) a tervezési módszereik alapján három csoportba szokták sorolni.

Egyedi tervezés (full custom) esetén az IC chip teljes területét, annak minden maszkrétegét az adott feladathoz optimalizált módon egyedileg — általában kézzel — tervezik meg.

Cellakönyvtáras (library custom) más szóval előtervezett áramkörök esetén, a jól definiált funkcionális blokkok layoutja előre elkészítve a felhasználó rendelkezésére áll. Ekkor csak a cellák elhelyezését és összeköttetéseit kell megtervezni.

Mesterszelet (gate-array, master-slice) áramkörökben tranzistorok vagy bonyolultabb részegységek (kapuk) találhatók, mátrix-szerűen elrendezve. A tervezés során a mátrix elemeinek

felhasználásával kell dolgozni, és csak néhány maszkréteget kell megtervezni. Az ezzel a módszerrel készülő IC-ket előregyártott vagy félkész áramköröknek is szokták nevezni, mert a szeletek az egyedileg tervezett vezetőrétegek kivételével nagy sorozatban előre legyárthatók, és az egyes típusoknál csak az utolsó technológiai műveleteket kell egyedileg elvégezni.

Vizsgáljuk meg kissé részletesebben, mik a cellakönyvtáras tervezési módszer sajátosságai.

Elsőként azt említjük, hogy a tervező előzetesen megtervezett, ellenőrzött, és a gyakorlatban kipróbált cellákkal dolgozik. Ennek igen nagy a jelentősége, mert az IC tervezésénél a lehető legnagyobb biztonságra kell törekedni, hiszen az elkészült integrált áramkör javítására általában már nincs mód. A már kipróbált cellák alkalmazása növeli a tervezés biztonságát, és csökkenti a tervezési időt. Így tervezési hibát csak a cellák összeköttetési hálózatának megtervezésénél követhetünk el. Itt is elkerülhető a tévedés, ha a munkát számítógép segítségével végezzük.

Elérkeztünk a második lényeges jellemzőhöz; a cellakönyvtáras tervezést ma már többnyire automatikus számítógépes módszerekkel végzik. A számítógép-program az első lépésben a két lényeges bemenő adatait (a hálózatléírás és a cellák geometriai adatai) alapján elhelyezi a cellákat. A többnyire azonos magasságú cellákat sorokba rendezi, majd a cellasorokat az összeköttetésekhez szükséges térközzel egymás fölé helyezi.

A második lépésben a hálózatléírás felhasználásával készül el a már elhelyezett cellák összeköttetési rendszere. Az összeköttetések általában két rétegben lehetnek. Az első rétegben többnyire poliszilícium a vezeték anyaga és a vezeték leggyakrabban függőleges irányúak. A második rétegben alumíniumból készülnek a vezeték és általában vízszintes irányúak. A két vezető réteg között szigetelő réteg — leggyakrabban szilícium-dioxid — van. A vezető rétegek között időnként szükséges kontaktust, kontaktusablakok beiktatásával hozzák létre. Az igazán korszerű gyártás-

technológiák alkalmazása esetén három vezetőréteg használható, így az összeköttetési hálózat sűrűsége jelentősen növelhető.

A cellakönyvtáras módszerrel készülő integrált áramkör fontos sajátossága, hogy a szeleteket a teljes gyártástechnológián végig kell futtatni. Emiatt a gyártás ideje hosszabb mint a mesterselet (gate-array) alkalmazása esetén, de rövidebb mint az egyedi tervezésű áramköröknél. Hazai viszonyok közt ez az idő tipikusan tíz hónap.

A sorozatnagyságot és a gazdaságosságot vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az áramkör ára — a chip területétől függően — néhányszor tízezer darabos rendelés esetén már olcsóbb mint a mesterseleten készült áramköré. Ha azonban már 2—300 000 darabot elérő igényt kell kielégíteni az egyedi tervezés a legkifizetődőbb.

3.2 A MEV CET5 jelű cellakönyvtára

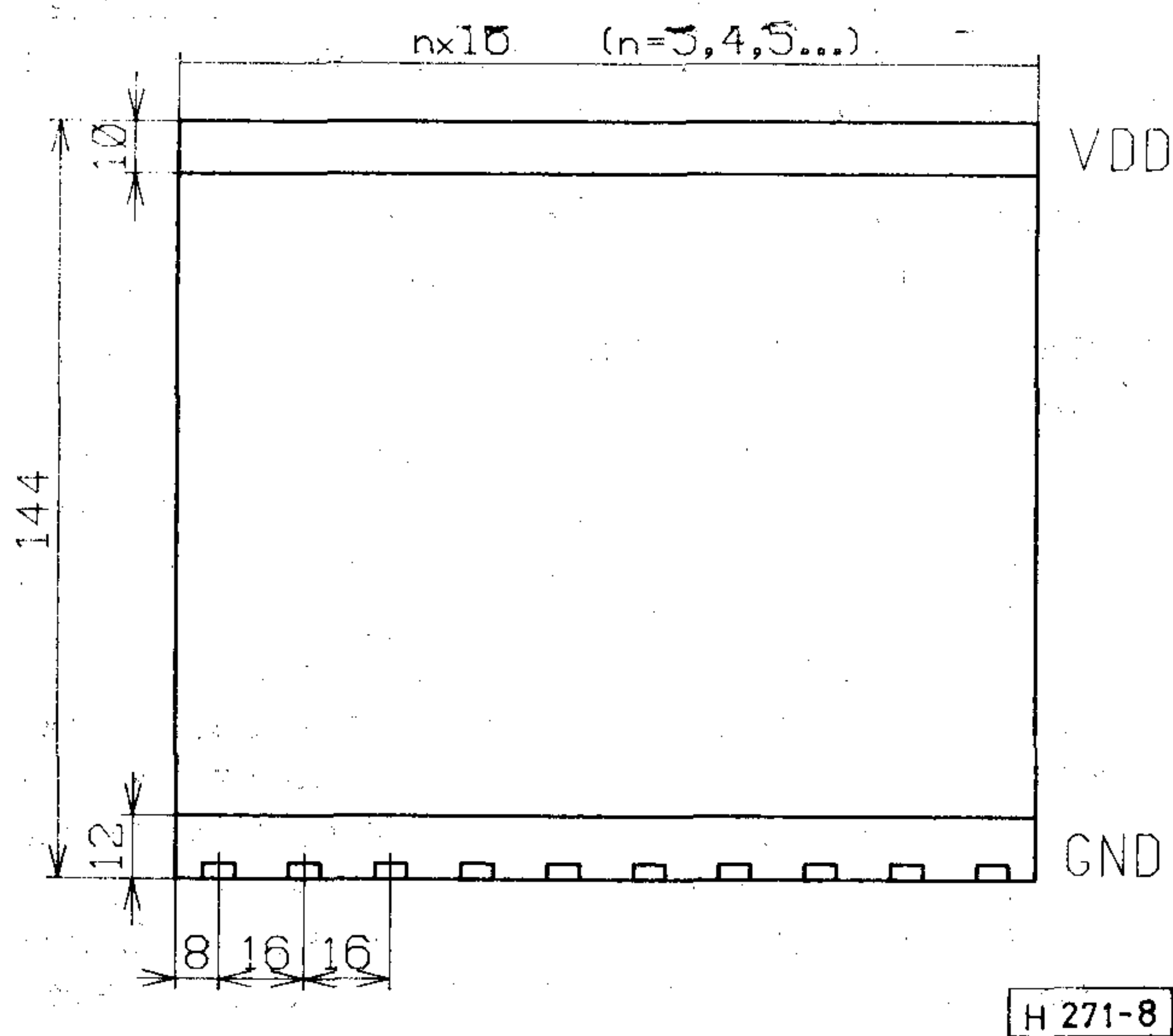
Ezt a cellakönyvtárat az egytápfeszültségű poliszilícium gate-es N csatornás gyártástechnológia bázisán fejlesztették ki. E technológiában növekményes és kiürítéses tranzisztorok alakíthatók ki, ami közepes kapcsolási időt, közepes teljesítményfelvételt és jó zajvédeltséget tesz lehetővé. A poliszilícium vezeték és gate-ek jellemző geometriai mérete $6\ \mu\text{m}$, az effektív elektromos csatornahossz $3,5\ \mu\text{m}$. Az alapinverter statikus áramfelvétele bekapcsolt állapotban $70\ \mu\text{A}$. A tipikus kapu-pár késleltetési ideje három hasonló kapu bemenetével terhelve $+5\ \text{V}$ névleges tápfeszültség esetén $15\ \text{nsec}$. A bemeneti és kimeneti fokozatok TTL kompatibilisek, illetve — ha a kapcsolódó CMOS áramkörök tápfeszültsége is $+5\ \text{V}$ — CMOS kompatibilisek.

A cellakönyvtár jelenleg 35 cellát tartalmaz, ezek mind valamilyen jól definiált logikai funkciót valósítanak meg, tehát digitális áramkörök tervezhetők felhasználásukkal. A legbonyolultabb cellák a master-slave jellegű (D, SR) tárolók.

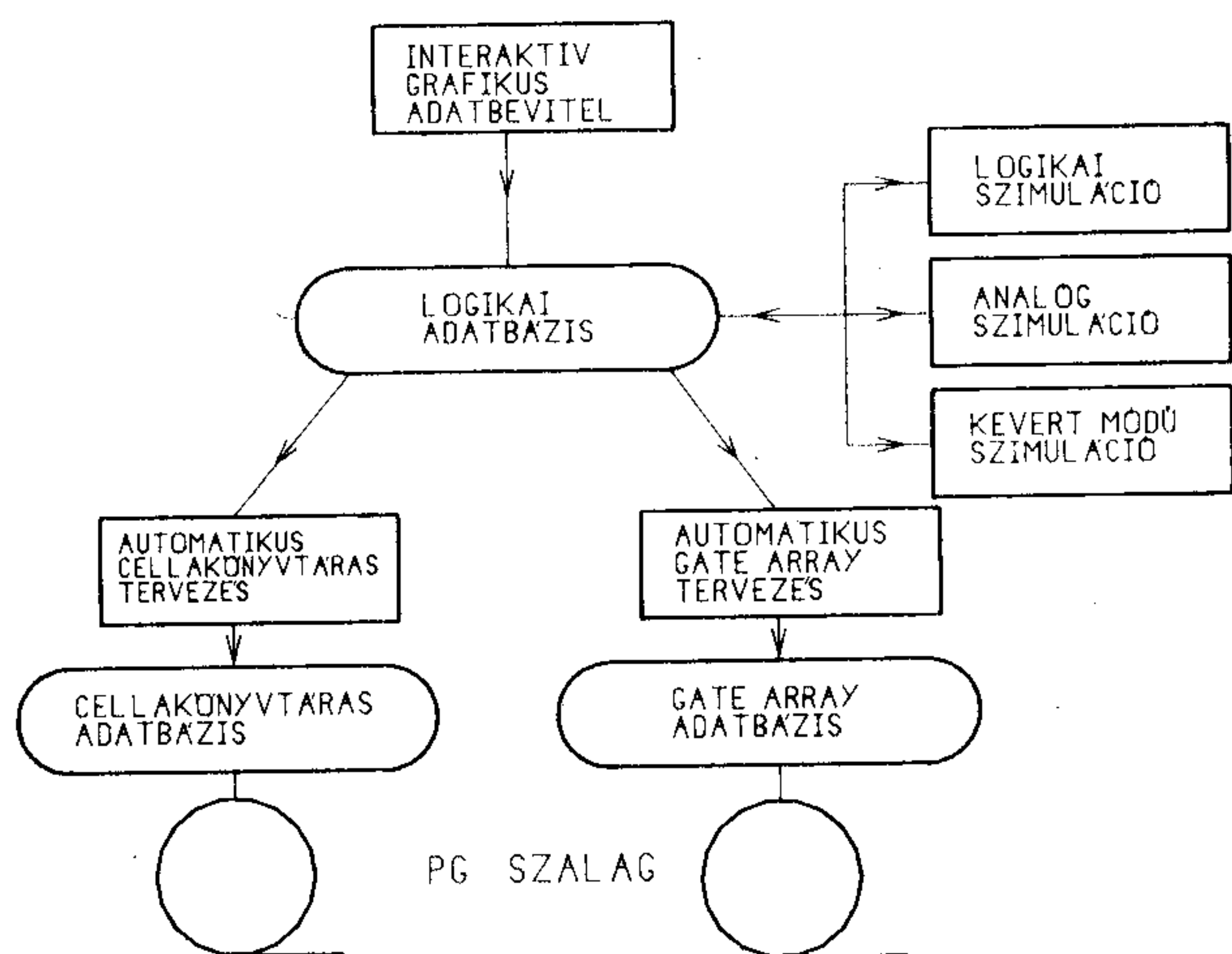
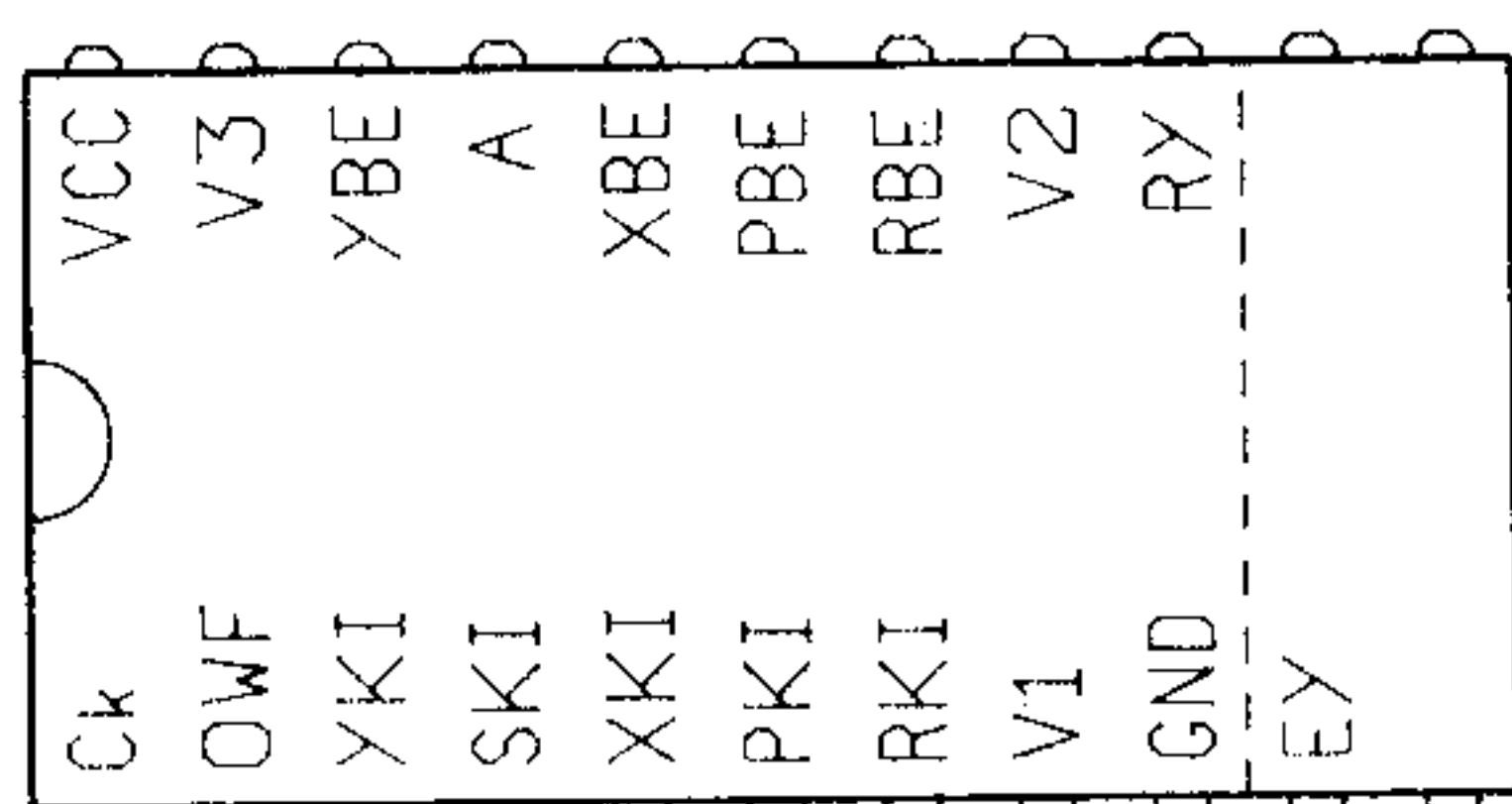
Geometriájukat tekintve a cellák a standard cellakönyvtár szabályainak tesznek eleget. Ez annyit jelent, hogy magassági méretük kötött ($144\ \mu\text{m}$), szélességük pedig egy alapegység ($16\ \mu\text{m}$) egész számú többszöröse lehet (8. ábra). A tápfeszültség vezeték a cella tetején, a földvezeték a cella alján vízszintesen halad, anyaga alumínium. A logikai csatlakozó pontok, a kivezetések a cella tetején és alján a poliszilícium rétegen helyezkednek el. A kivezetések helye is kötött, egymástól $n \times 16\ \mu\text{m}$ távolságra lehetnek. Az első kivezetés a cella bal alsó sarkától — a referencia ponttól — $8\ \mu\text{m}$ távolságra van. Az itt leírt szabályoknak eleget tevő cellákat hézagmentesen egymás mellé helyezve a táp- és a földvezeték folytonos lesz. A logikai kivezetések pedig $16\ \mu\text{m}$ -enként követhetik egymást, ami lehetővé teszi az automatikus huzalozást.

3.3 A Hierarchikus Tervezőrendszer (HTR)

A jó félvezető-technológia és a gondosan megtervezett cellakönyvtár alkalmazásának alapfeltétele az automatikus interaktív számítógépes tervező-



8. ábra. A cellák geometriai kialakítása



[H 271-9]

9. ábra. A HTR felépítése

rendszer. A MEV-ben telepített Hierarchikus Tervezőrendszerben az integrált áramkörök geometriai terve (layoutja) a logikai kapcsolásból kiindulva, számítógépi programok egymáshoz szervesen kapcsolódó zárt láncolata felhasználásával — tehát az emberi tévesztés lehetőségét kizárva — készül el. A HTR három fő részből áll:

- interaktív adatbevitel és szimuláció
- automatikus mesterszelet (gate-array) huzalozás
- automatikus cellakönyvtár layout tervezés.

A tervezőrendszer főbb programcsomagjait, főbb adatbázisait és ezek kapcsolódását a 9. ábrán vázoltuk fel. Ragadjuk ki most e rendszerből a cellakönyvtár tervezést elősegítő részeket, és vizsgáljuk meg ezeket kissé részletesebben.

3.3.1 A cellák leírásmódjai. Az adatbázisok

A cellakönyvtár tervezőrendszerben minden egyes celláról háromféle adatcsoportot tárolnak, ezen felül szükség van még néhány általános, az egész chipre vonatkozó tervezési szabály rögzítésére is. A cellák adatcsoportjai a következő tételeket tartalmazzák:

Logikai funkció, logikai szimbólum és időzítési adatok. Ezeket az adatokat a cellakönyvtár tervezője, a cellakönyvtár létrehozásakor viszi be a cellakönyvtár logikai adatbázisába.

A cella layoutjának körvonalrajza, a kivezetések elrendezése és helye. Ezen adatok az automatikus huzalozáshoz szükségesek.

A cella teljes layoutja. Ezekre az adatokra a maszkkészítő NC berendezés (ábragenerátor, pattern generator) vezérlőszalagjának készítésekor van szükség.

Az egész chipre vonatkozó, ún. globális adatok között kell megadni a táp- és földvezetékek szélességét, a különböző maszkokon levő jelvezetékek szélességét és távolságát, a kontaktusablakok méretét, vagyis a geometriai tervezési szabályokat.

A fenti adatok lényeges közös jellemzője, hogy a különböző adatcsoportok között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat van. Külön ellenőrző programok gondoskodnak róla, hogy a különböző leírásmódok szigorúan koherensek legyenek. Így érhetjük el, hogy az automatikus tervezés garantáltan hibátlan megoldást eredményezzen.

3.3.2 A tervezés lépései az automatikus cellakönyvtár tervezőrendszerben

Elsőnek az integrált áramkör logikai kapcsolását kell gépre vinni. Ezt a munkát az ún. interaktív séma szerkesztő program segítségével végezzük. A program grafikus terminálon futtatható. A logikai kapcsolást a cellák logikai szimbólumaiból — rajzjeleiből — a terminál képernyőjén kell összeállítani. A kapcsolat (hálózatléírás) közvetlenül a feladat logikai adatbázisában jön létre és a további lépések (logikai szimuláció, layout tervezés) bemenő adataként szolgál. A második lépés a hálózat működésének ellenőrzése a logikai szimuláció. Ez voltaképpen a deszkamodellézést, és az élesztést helyettesíti. A logikai szimuláció bemenete a logikai kapcsolat (hálózatléírás) és a gerjesztőjelek, eredménye a hálózat belső csomópontjainak és a kimenetek feszültségének idődiagramja, ami külalakját tekintve egy többsugaras oszcilloszkóp, vagy logikai állapotanalizátor képernyőjéhez hasonlítható.

Ha a logikai szimuláció során tervezési, vagy bekötési hibát találunk, a javítást ismét a sémakeresztő programmal kell elvégezni. A javítás eredményességéről megismételt logikai szimulációval lehet meggyőződni.

A szimulációval jönnek minősített kapcsolat birtokában végezhetjük el a tervezés harmadik lépését, a cellák automatikus elhelyezését. Ekkor kell megadni a már említett globális chip-layout adatokat is.

Az automatikus elhelyező program a logikai kapcsolat és a cellák körvonal-adatainak ismeretében javaslatot készít a cellák elhelyezésére. Az elhelyezésnél igyekszik a chip területét és a leendő vezetékek hosszát minimalizálni. A tervezőnek lehetősége van arra, hogy az elhelyezést mind a program futása előtt — bizonyos paraméterek megadásával — mind a futás után, a kész elhelyezés megváltoztatásával befolyásolja. Az emberi intelligencia felülmúlja a gépit, ezért utólagos beavatkozással általában javulás érhető el a layout jellemzőiben. Igen lényeges, hogy a beavatkozások szigorúan ellenőrzött módon történjenek, így nem „ronthatjuk” el a layoutot.

A cellakönyvtár tervezés következő lépése az összeköttetési hálózat megvalósítása, ami szintén

automatikusan történik. Mivel két olyan független réteg áll rendelkezésre, melyek között tetszőleges helyen létesíthető kapcsolat, garantált a 100%-os összeköthetőség.

A program a vezetékeket a cellasorok közötti területen az ún. huzalozási csatornában helyezi el, a különböző rétegen levő vezetékek közötti kontaktus is csak itt lehet. Ha szükségessé válik, hogy egy vezeték az egyik csatornából a másikba haladjon át, ezt a cellák széthúzásával és az így keletkező helyre egy ún. átbújó vezeték beiktatásával oldja meg.

A huzalozó program számára megadhatunk ún. kritikus vezetékeket, amelyeken kívánatos a gyors jelterjedés. E vezetékek hosszát igyekszik a program minimalizálni, illetve lehetőleg a kisebb ellenállású rétegeken vezeti őket.

A huzalozást követő lépés a layout-függő időhelyes logikai szimuláció. MOS áramkörökben a jelterjedés sebessége erősen függ a kapuk kimeneten levő kapacitív terheléstől. Ezért a hosszú vezetékek kapacitása annyira megnövelheti a jelterjedési időt, hogy az szélsőséges esetben hibás működéshez vezethet. E hiba felderítése érdekében figyelembe kell venni az elkészült layout vezetékeinek hatását. Ezt teszi lehetővé az a program,

amelyik kiszámítja a kész layout vezetékeinek kapacitását, és az értékeket visszatölti az adatbázisba. Az ezt követő logikai szimuláció kimutatja az esetleges hibás működést. A hiba kijavítása a meghajtások módosításával, vagy a layout más bemenő paraméterekkel való újratervezésével végezhető el.

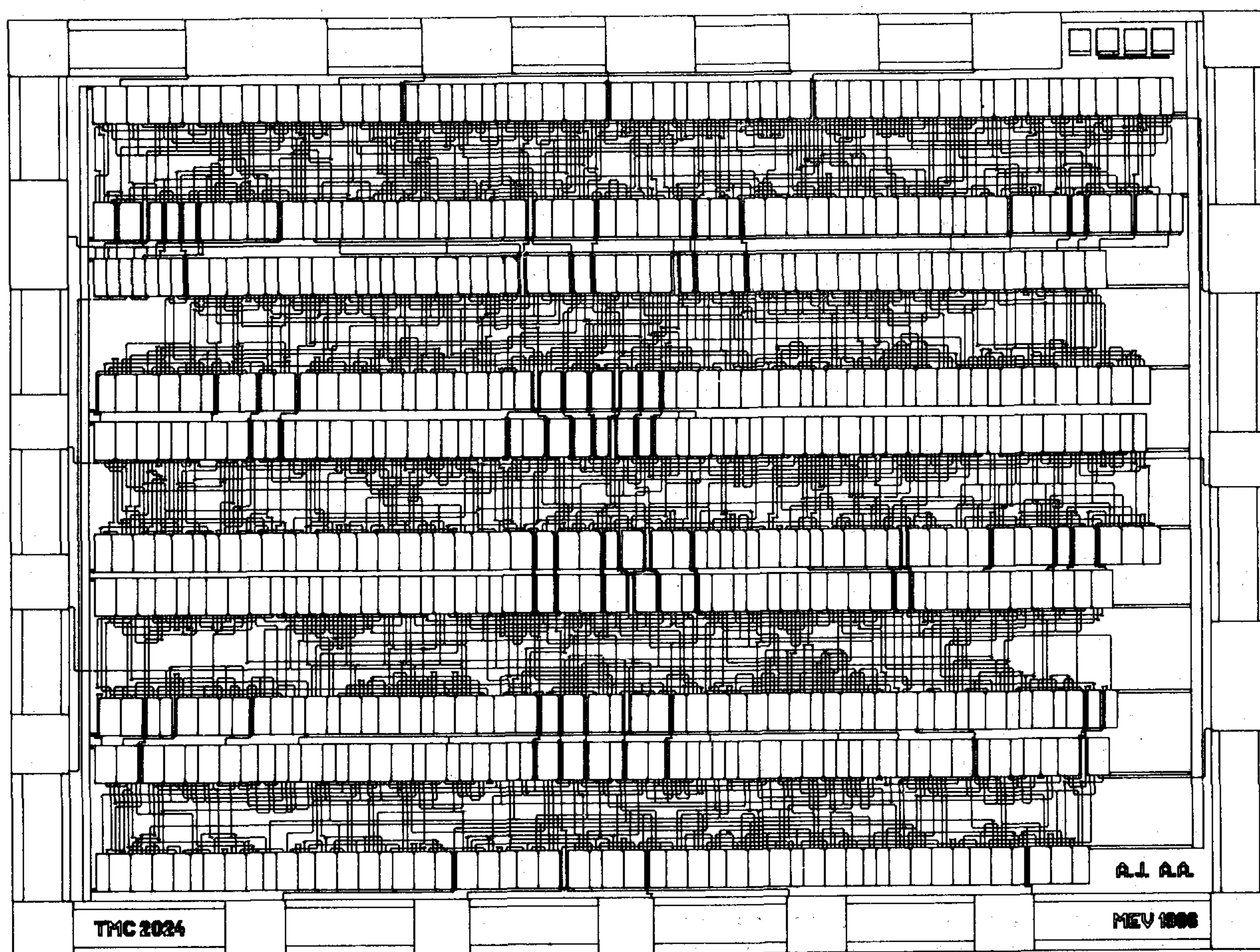
Az automatikus cellakönyvtáros layout tervezés utolsó lépése a teljes layout elkészítése. A cellákat csak körvonalaival tartalmazó layout (10. ábra) egy konverziós program segítségével egyesíthető a cellák teljes layoutjával, ezt követi a maszkkészítő NC berendezés vezérlőszalagjának (PG szalag) előállítás.

3.4 A 24 bites soros szorzó layout tervezése

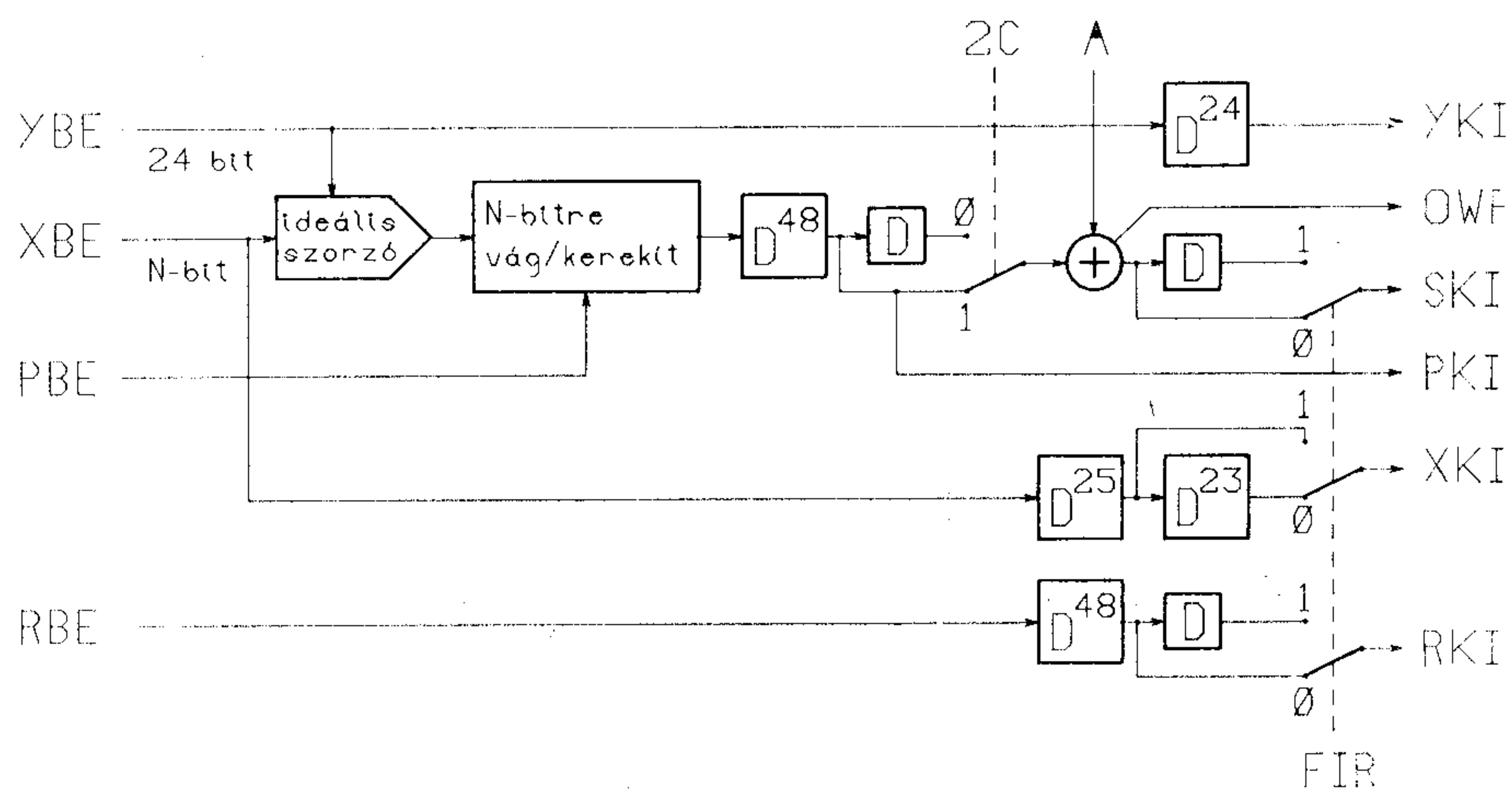
A tervezésnél a fent leírt lépéseket jártuk végig.

A bemenőadatok közül említésre méltó, hogy a teljes logikai kapcsolás 570 könyvtári cellából áll.

A chipet 18 kivezetéses DIL tokba kívánjuk helyezni. A tok alakja megszabja a chip oldalainak arányát is, ez 3 : 5. Két lehetőség adódott a cellasorok elrendezésére a kívánt oldal-arányú chip elérése érdekében: viszonylag sok de rövid sor, illetve viszonylag kevés de hosszú sor. Mindkét lehetőséget megvizsgáltuk, és úgy találtuk, hogy a második adja a kedvezőbb eredményt.



10. ábra. A layout



H 271-11

11. ábra. Az IC tömbvázlata

Az egyes programok néhány perc CPU idő alatt lefutottak, így viszonylag könnyen ki lehetett próbálni egy-egy újabb variációt. A cellák elhelyezésekor az elhelyező program beavatkozás nélkül 23 mm²-es chipet készített, amit az egyes cellák körülbelüli helyének definiálásával 18 mm²-re sikerült csökkenteni. A végleges chipméret 4,86 × 3,72 mm² lett.

4. A MEV TMC2024 jelű 24-bites csőmodelles soros szorzója (11. ábra)

Az áramkör kialakítása olyan, hogy több tok sorbakötésével „tetszőleges” hosszúságú szorzó készíthető belőle.

Az együtttható (Y) bevitelére 3-féle lehetőség van:

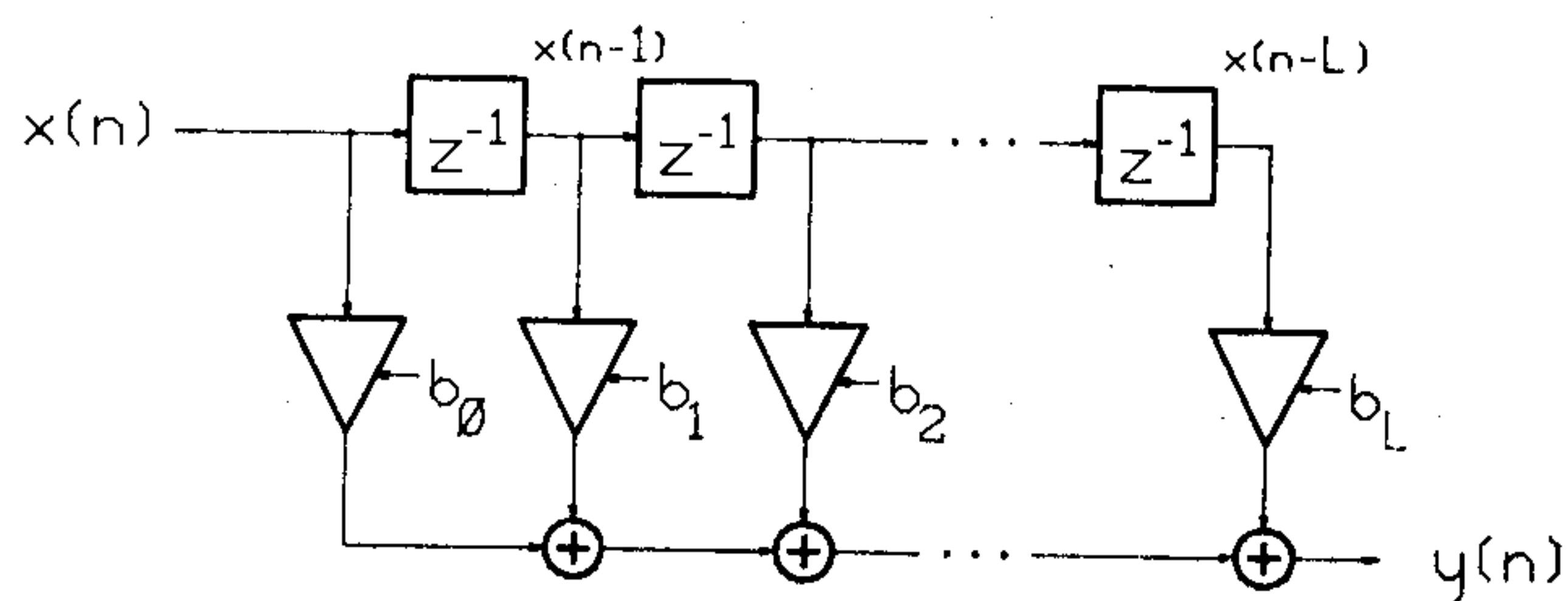
RY EY

- | | | |
|---|---|--|
| 0 | 0 | Y-t minden szorzásnál X-szel egyszerre kell beléptetni ($N \geq K$ lehet) |
| 1 | 0 | $RY=0$ -nál bevitt Y-t $RY=1$ -nél eltárolja az áramkör (N tetszőleges) |
| 0 | 1 | A gyártáskor beégetett Y érvényes (N tetszőleges) |

A különböző üzemmódok a V1; V2; V3 vezérlőjelekkel állíthatók be:

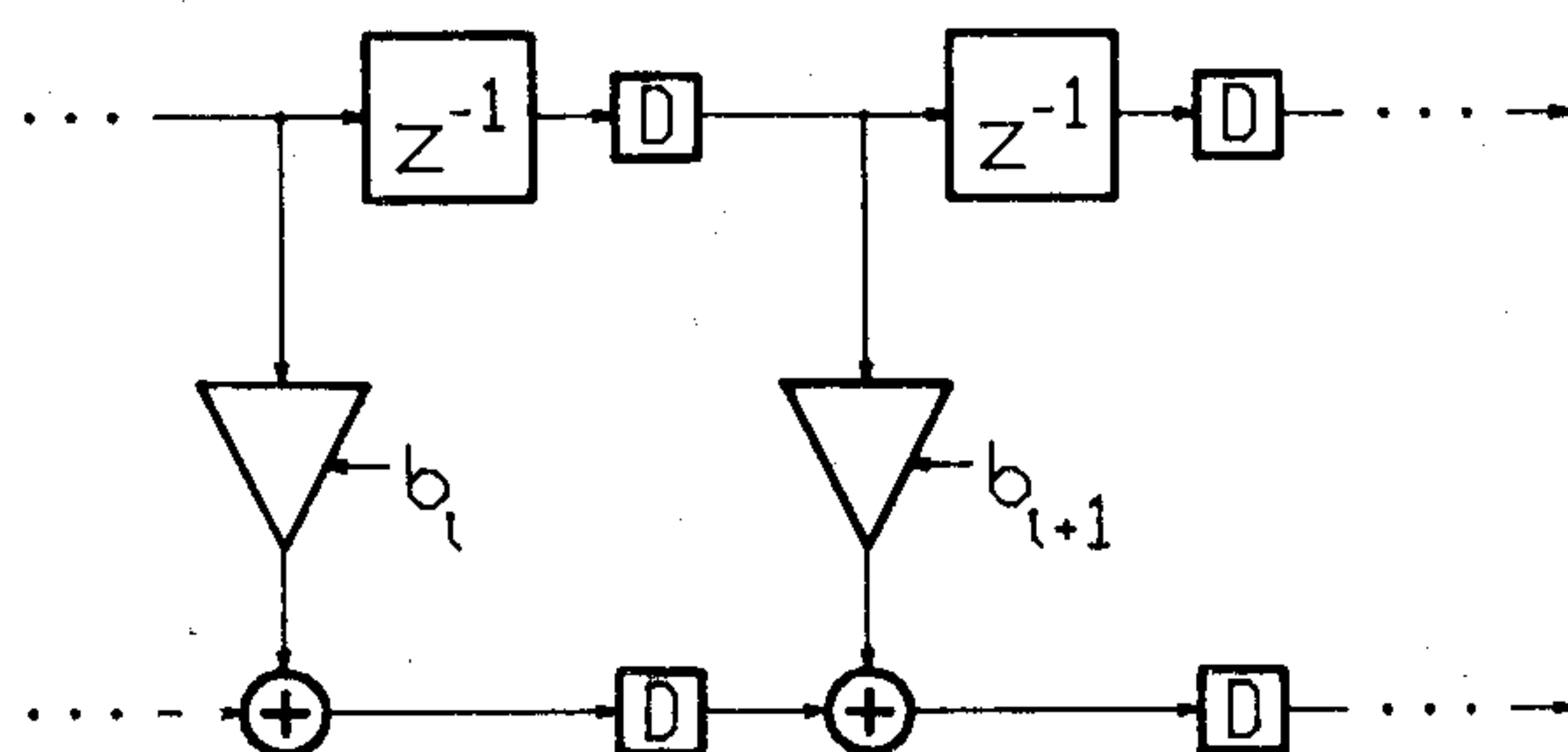
V1 V2 V3

- | | | | | |
|---|---|---|--|----------------------|
| 0 | 0 | 0 | FIR kerekítés nélkül | } 2C számok szorzása |
| 0 | 0 | 1 | FIR kerekítéssel ($N \geq K$) | |
| 0 | 1 | 0 | IIR kerekítés nélkül | |
| 0 | 1 | 1 | IIR kerekítéssel ($N \geq K$) | |
| 1 | 0 | 0 | Bináris szorzó kerekítés nélkül (kaskád) | |
| 1 | 0 | 1 | Bináris szorzó kerekítéssel | |
| 1 | 1 | 0 | Kettes komplement kaskád előfokozat | |



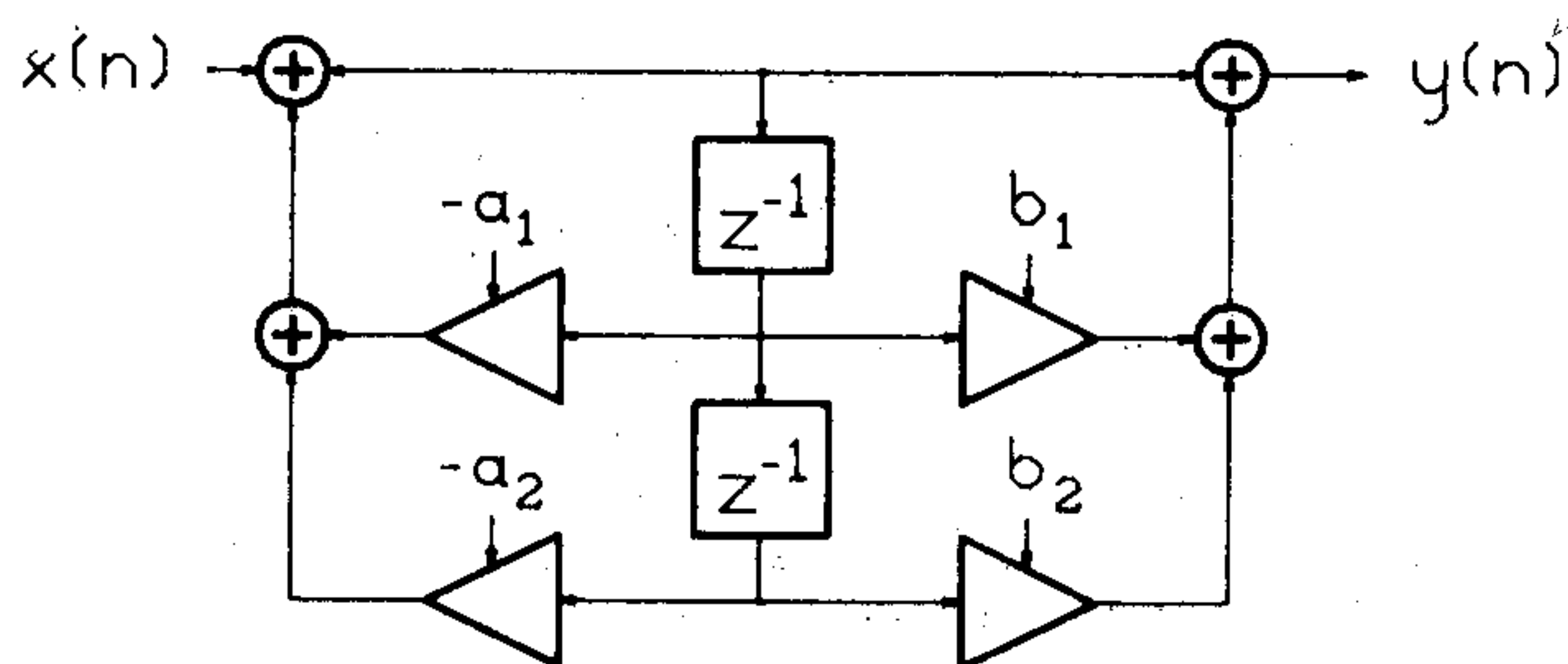
H 271-12

12. ábra. FIR szűrő



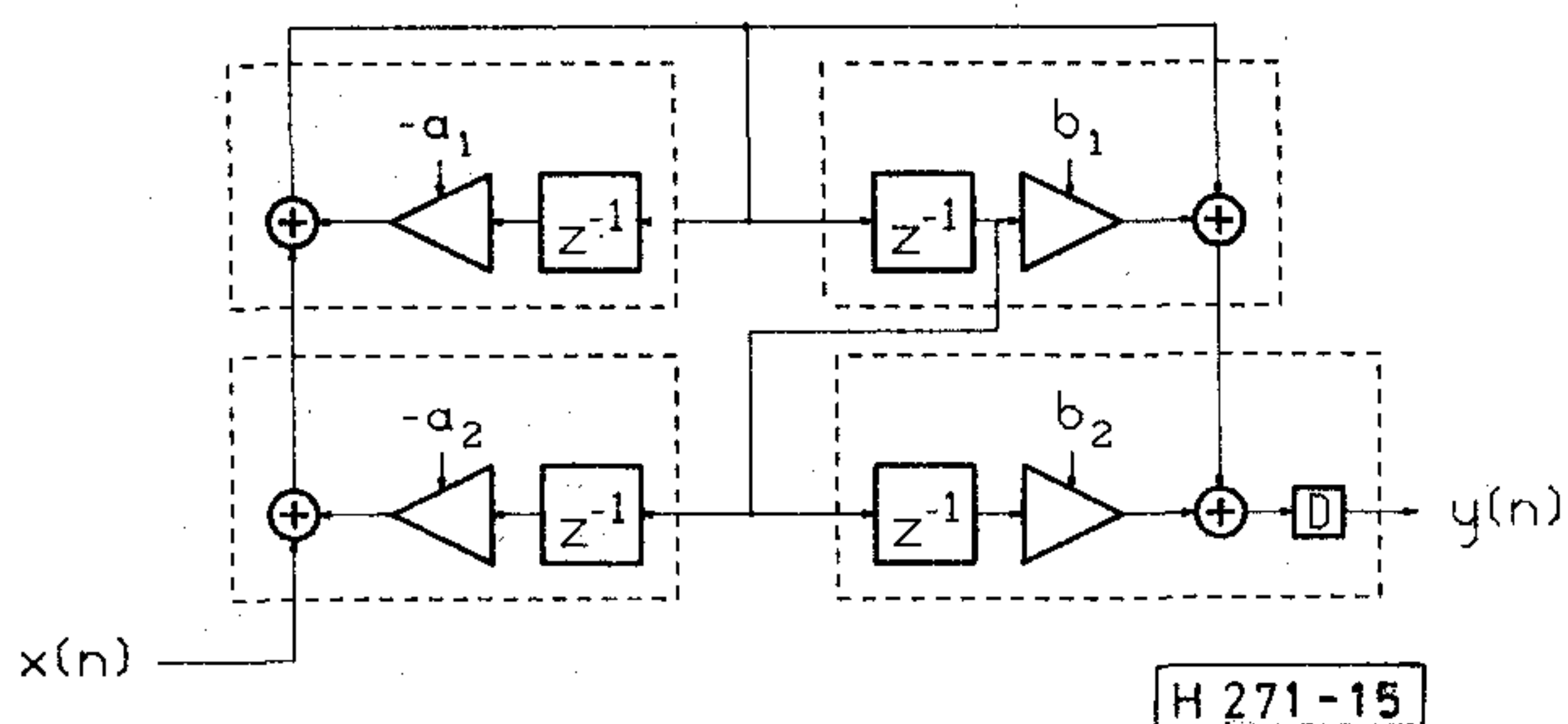
H 271-13

13. ábra. Csőmodelles FIR szűrő



H 271-14

14. ábra. IIR szűrő



15. ábra. Csőmodelles IIR szűrő

Adatok:

Tápfeszültség: 5 V ($P_d \approx 100$ mV)
 Technológia: 6 μ m-es Si gate-es NMOS
 Chipméret: $4,86 \times 3,72$ mm²
 Tok: 18 vagy 22 lábú DIL
 Tárolók típusa: dinamikus
 Az adat hossza (X): N tetszőleges
 Együttható hossz (Y): K = 24 bit
 Max. órajelfrekvencia: $f_{ck} = 4$ MHz
 Mintavételi frekvencia: $f_s = f_{ck}/N$

5. Nénány alkalmazás

5.1 FIR (Finite Impulse Response) szűrő

$$y(n) = \sum_{j=0}^L b_j \cdot x(n-j)$$

A FIR szűrőnek az irodalomban [4] található alapstruktúráját (12. ábra) a csőmodelles soros-párhuzamos szorzóhoz (4. ábra) hasonlóan átalakítva csőmodelles FIR szűrőt kapunk (13. ábra). Ennek egy fokozata egy tokkal valósítható meg.

Versenytárgyalás

Az NSZK, Ausztria és Olaszország vasutai közös feltétfüzettel hirdettek versenytárgyalást üzemi célú országos távbeszélő hálózatuk korszerűsítésére.

Az új hálózatokkal kapcsolatos célkitűzések:

- teljesen digitális kapcsolás;
- tárolt program vezérlésű központrendszer;
- PCM átviteltechnika;
- lehetőség a CCITT szerinti kiegészítő szolgáltatások bevezetésére, bele értve az ISDN ajánlásokat is;
- új mellékállomási szolgáltatási jellemzők;
- a hálózat teljesítőképességének növelése teljesen automatikus útirányvezérléssel;
- egységes jellegszámok a távolsági forgalomban;
- a csillapításviszonyok megjavítása a négyhuzalos egyenesbekapcsolás kiterjesztésével és végső kiépítésben a mellékállomáshoz terjedő négyhuzalos átvittel;
- a fenntartási ráfordítások csökkentése;
- az üzemi jósági jellemzők tökéletesítése.

A központok szoftvercsomagjait a CCITT által előírt CHILL programnyelven kell megfogalmazni.

5.2 Másodfokú IIR (Infinite Impulse Response) szűrő

$$y(n) = x(n) + b_1 \cdot x(n-1) + b_2 \cdot x(n-2) - a_1 \cdot y(n-1) - a_2 \cdot y(n-2)$$

Az IIR szűrő tervezésénél (14. ábra) kihasználtuk azt, hogy az áramkör az adatot 48 ütemmel késlelteti. IIR szűrő alkalmazásánál ezért ezt a késleltetett adatot ki is vezettük (11. ábra).

Így a csőmodelles másodfokú IIR szűrő 4 tokból készülhet (15. ábra). Hátránya a kapcsolásnak, hogy az adathossznak az együttható hossz (K) kétszeresének, vagyis 48 bitnek kell lennie.

6. Befejezés

A 2. pontban láttuk, hogy míg párhuzamos szorzóknál az alkatrészek száma négyzetesen növekszik a bitszám növelésével, addig soros szorzóknál ez az összefüggés csak lineáris. Ez lehetővé teszi viszonylag egyszerű technológiával is nagy pontosságú soros szorzók készítését. A soros szorzók előnye még a vezetékek és a csatlakozások kis száma. Ez az áramkör például több plusz funkcióval kiegészítve is elfér egy 18 lábú szabványos tokban, így a szerelésnél a többi IC-nél szokásos eljárások követhetők.

Az áramkör első teszt példányai 1987. tavaszán elkészültek.

IRODALOM

- [1] S. L. Freeny: „Special-purpose hardware for digital filters” Proceedings of the IEEE, April 1975 pp. 633—648.
- [2] R. F. Lyon: „Two's Complement pipeline multipliers” IEEE Transactions on Communications, April 1976. pp. 418—425.
- [3] D. Hampel, K. E. McGuire, K. J. Prost: „CMOS/SOS serial-parallel multiplier” IEEE J. of Solid-State Circuits 1975 pp. 307—314.
- [4] Lawrence R. Rabiner, Bernard Gold: „Theory and Application of Digital Signal Processing” Prentice-Hall, New Jersey 1975.

A vasútüzemi hálózat mellékállomásai — jogosítás alapján — a nyilvános hálózathoz is kapcsolódnak.

Az NSZK vasútjánál a beszélgetési díjak átháríthatósága érdekében a szolgálati célú nyilvános hálózati beszélgetéseket 01, a magáncélúakat 02 forgalomkiválasztó számmal kell kezdeményezni a vasútüzemi hálózathoz.

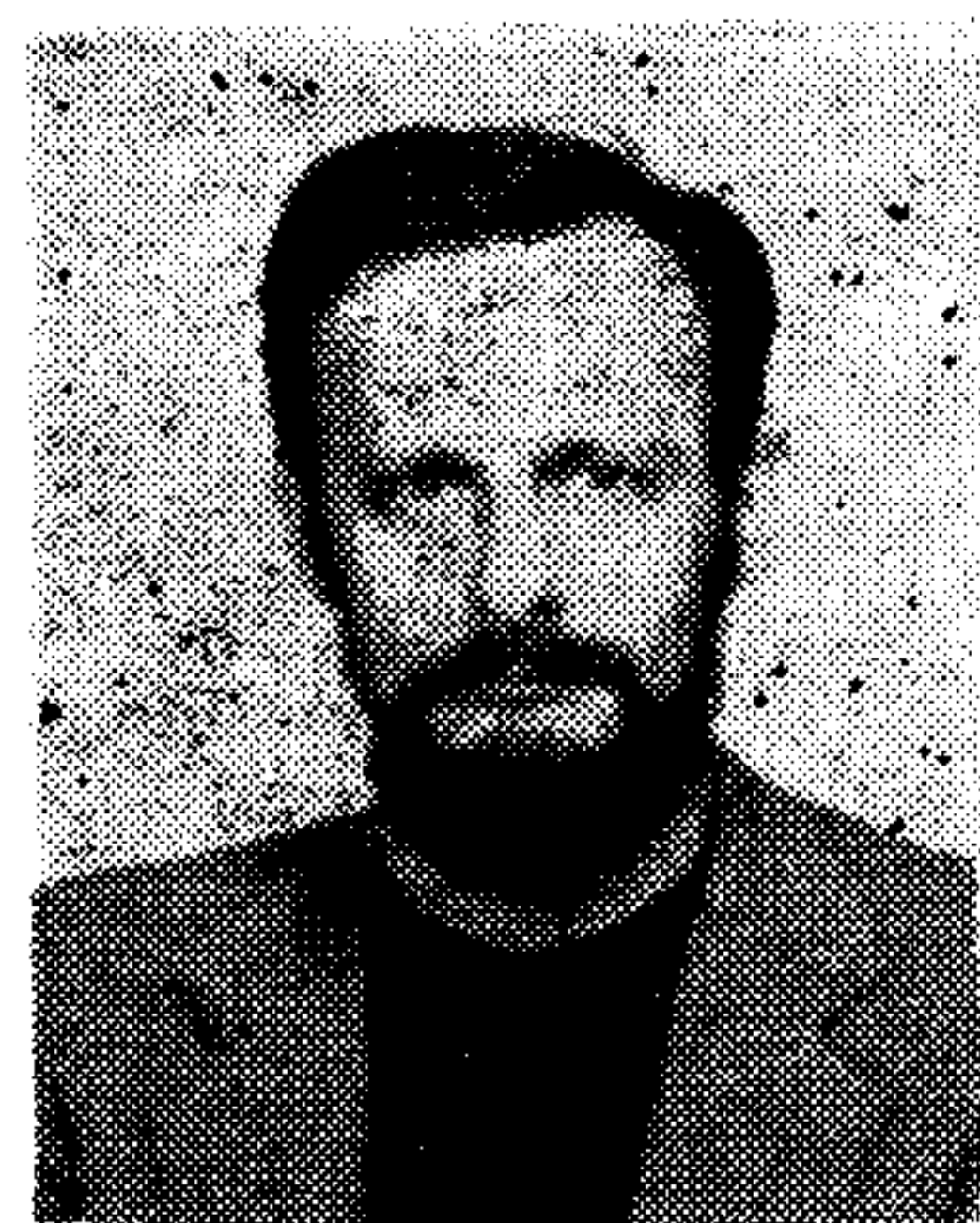
A korszerűsítés többéves programok keretében történik, ezért az új időosztásos központoknak a rekonstrukció fokozatai közben is jól együttműködő egységet kell képezniük a hagyományos hálózatrészekkel. Első lépésként hat kísérleti központ létesül, amelyet három különböző cég szállít. Ezek üzembe helyezése 1986—88. között esedékes, a végső kiválasztást pedig 1989-re tűzték ki. Az eddigi tárgyalások szerint az új rendszer többlétszolgáltatásai ellenére olcsóbb lesz az eddigiéknél.

CAESPERLEIN, H., HARTL, J.: Das elektronische Basasystem der Deutschen Bundesbahn. SIGNAL und DRAHT, 1986. 10. sz. 206—211. old. alapján.

Balogh Győző

1 kW-os URH adóberendezés

BIHARI GYÖRGY
BHG Fejlesztési Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalat 1986-ban elkészítette a tiszta félvezető URH 66—74 MHz, illetve 87,5—108 MHz-es 1 kW-os adóberendezések prototípusait. Ebből az alkalomból számolunk be ezen új generációs berendezések fejlesztési eredményeinkről.

Bevezetés

A nagyteljesítményű nagyfrekvenciás félvezetők széles körű elterjedése a hetvenes években 50 W-os kimenőteljesítményű a sávon belül (66—74 MHz, illetve 87,5—108 MHz) áthangolást nem igénylő erősítők kifejlesztését tették lehetővé. Az utóbbi években megjelent új félvezetőeszközök a teljesítményhatár 500 W, illetve 1000 W-ra történő felemelkedését eredményezték.

A fejlesztés időszerűségét fokozta, hogy az országos URH gerincadóhálózat 10 kW, illetve 3 kW-os egy elektroncsövet tartalmazó adóberendezésekből gyakorlatilag kiépült. A kisebb körzetek besugárzására, illetve a nagyadók tartalékaiként az 500 W-os, illetve 1 kW-os adók ideálisan alkalmazhatók. Fejlesztési célkitűzéseink megalapozottságát igazolja az a tény, hogy az ismertetésre kerülő berendezés iránt komoly érdeklődés mutatkozott a Szovjet és NDK Posta részéről, mely napjainkban szállítási szerződések megkötéséhez vezetett.

1 kW-os URH adóberendezés

A berendezést a két URH műsorszóró sávra (66—74 MHz, illetve 87,5—108 MHz) fejlesztettük ki törekedve arra, hogy ahol ez gazdaságosan megvalósítható pl. iránycsatolók, mindkét sáv átvitelére alkalmas áramköri részegységeket alkalmazzunk. Az egyes átviteli sávfüggő részegységeket (erősítőmodulok, erősítőfiók, összegző és szétosztófiók) úgy alakítottuk, hogy gyakorlatilag azonos áramköri elemekből épüljenek fel, így lényegesen leszűkítettük az alkatrészválasztékot.

A két berendezéstípus azonos vázban helyezkedik el és külső megjelenésében teljesen megegyezik.

A berendezés fényképe az 1. sz. ábrán látható.

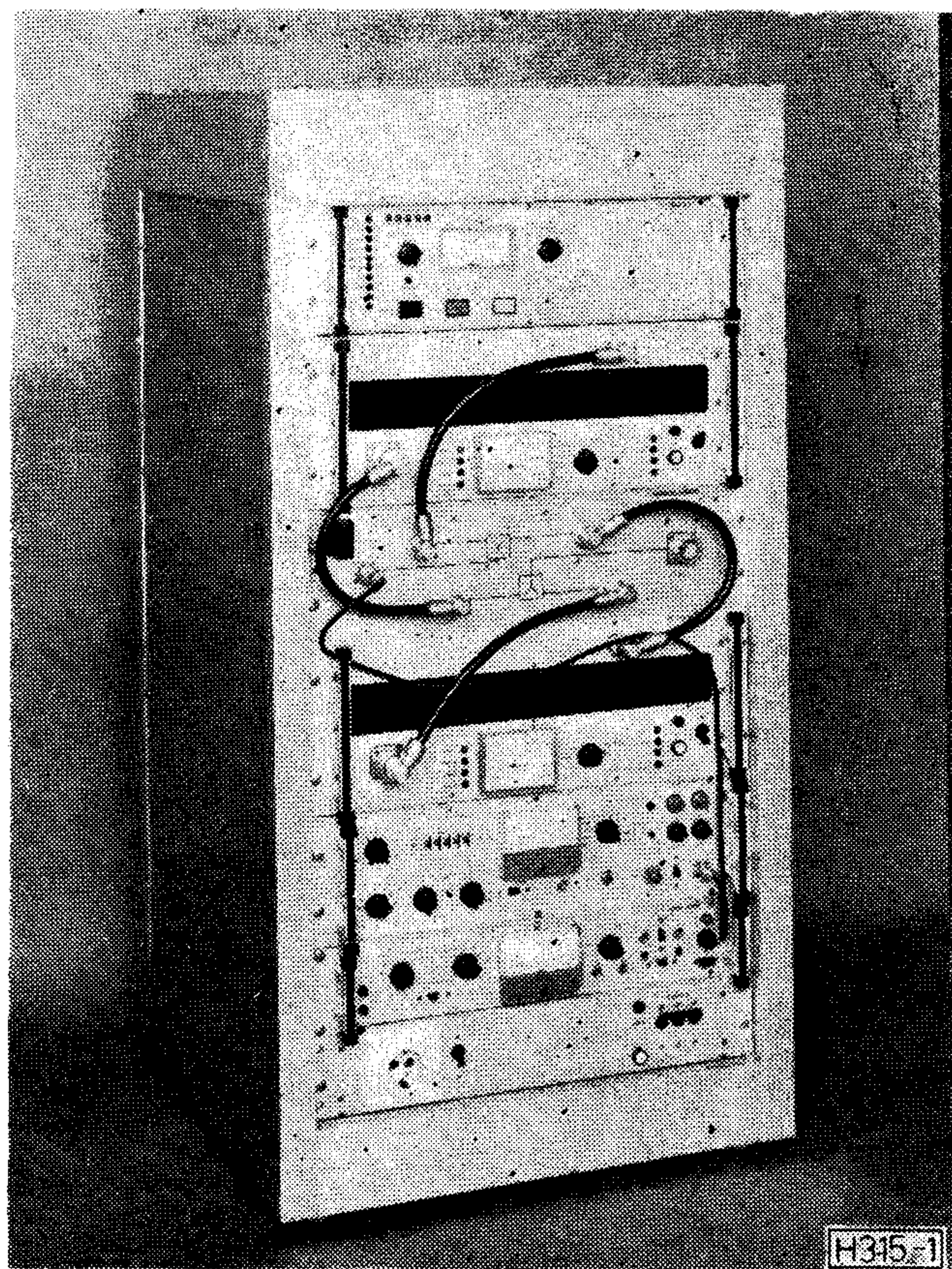
A berendezések felépítése, részegységek működésének rövid ismertetése

A berendezés működését a 2. sz. ábra alapján követhetjük.

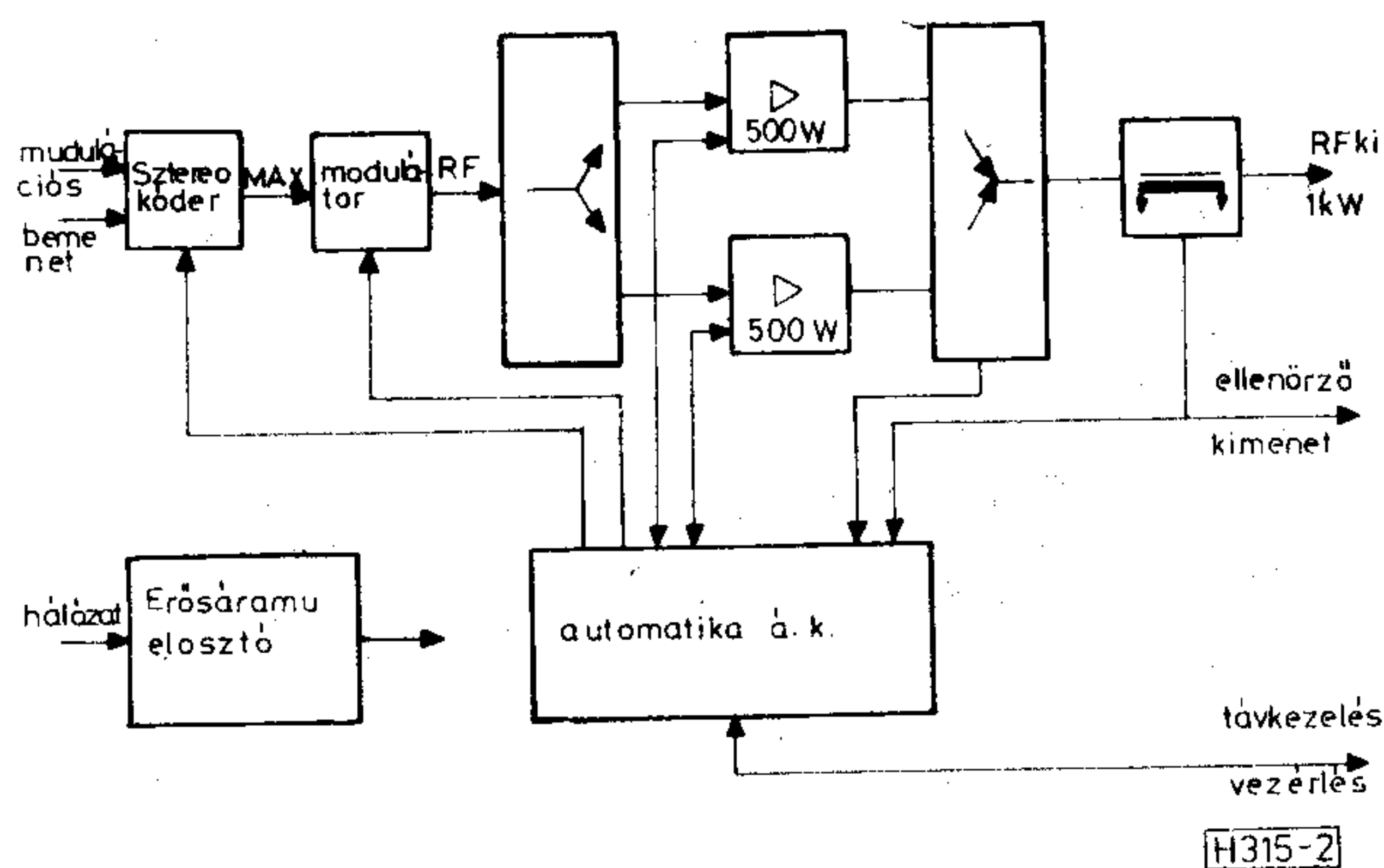
BIHARI GYÖRGY

1967-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem erőáramú szakán. 1967 óta az Elektromechanikai Vállalatnál, majd vállalati összevonás után a BHG-

FI adóberendezés fejlesztési osztályán fejlesztési csoportvezetőként dolgozik. Tevékenységi területe: urh-adóberendezés rendszertervezése, tv- és urh-adóberendezések tápegységének fejlesztése.

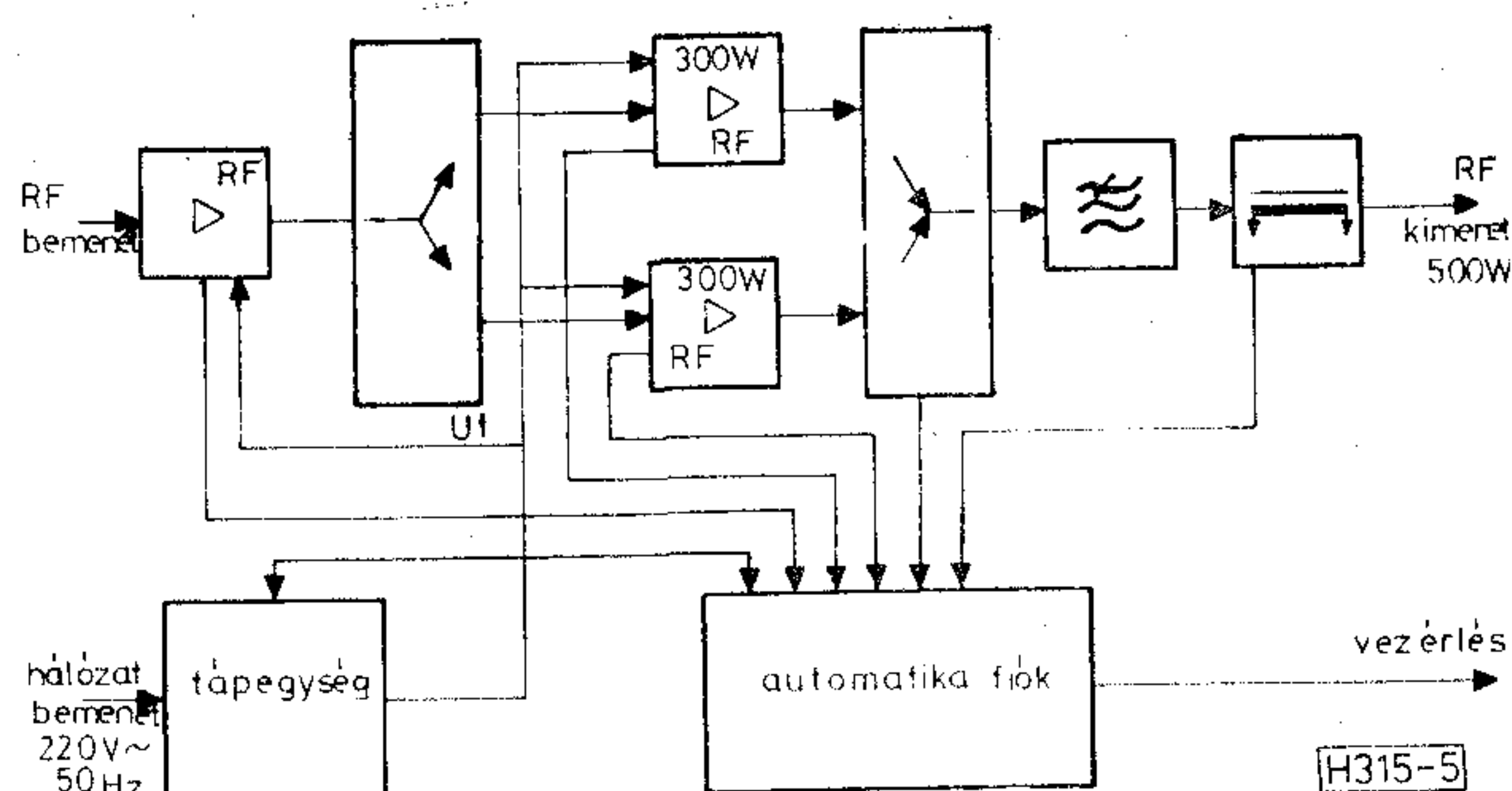
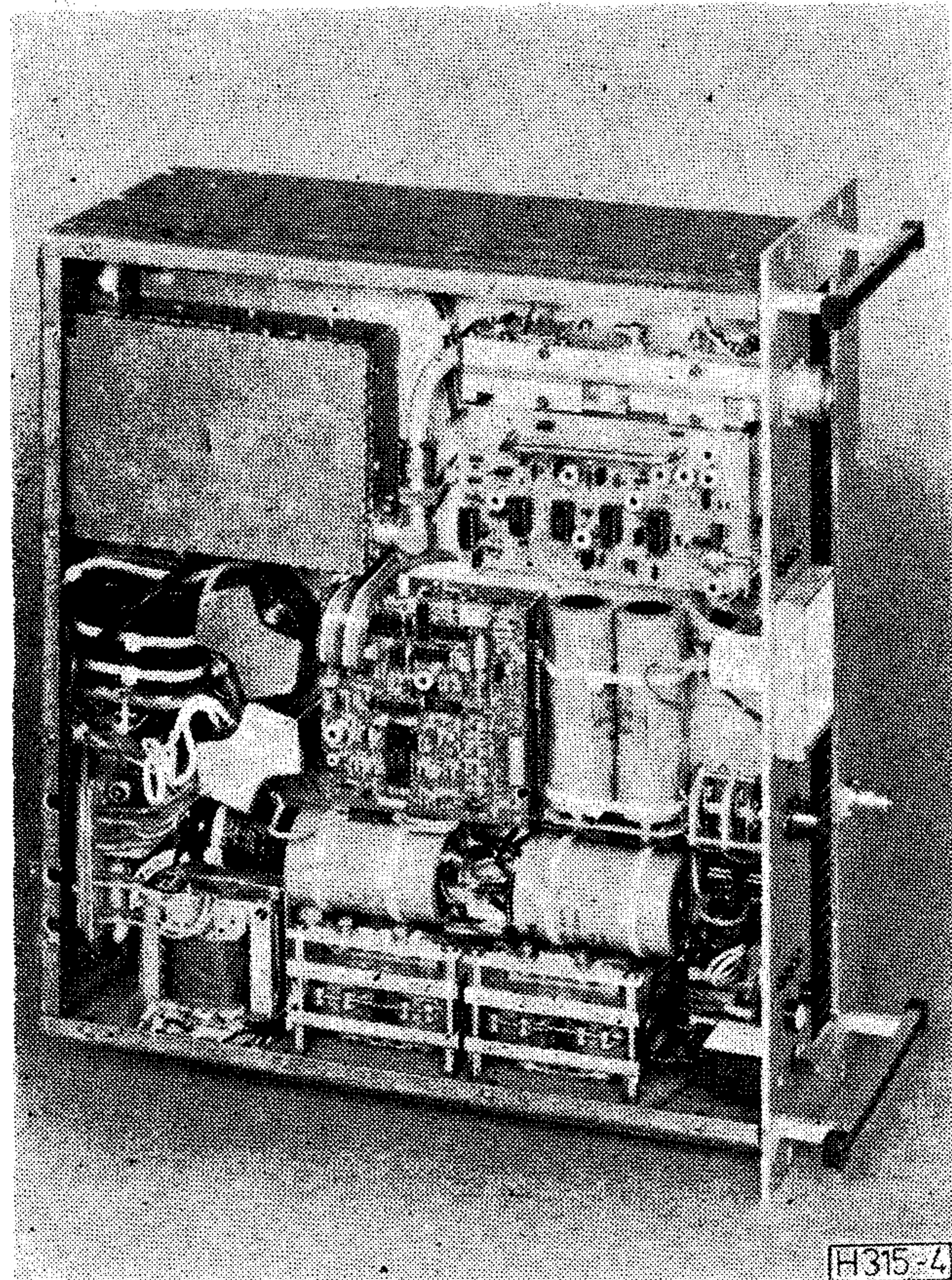
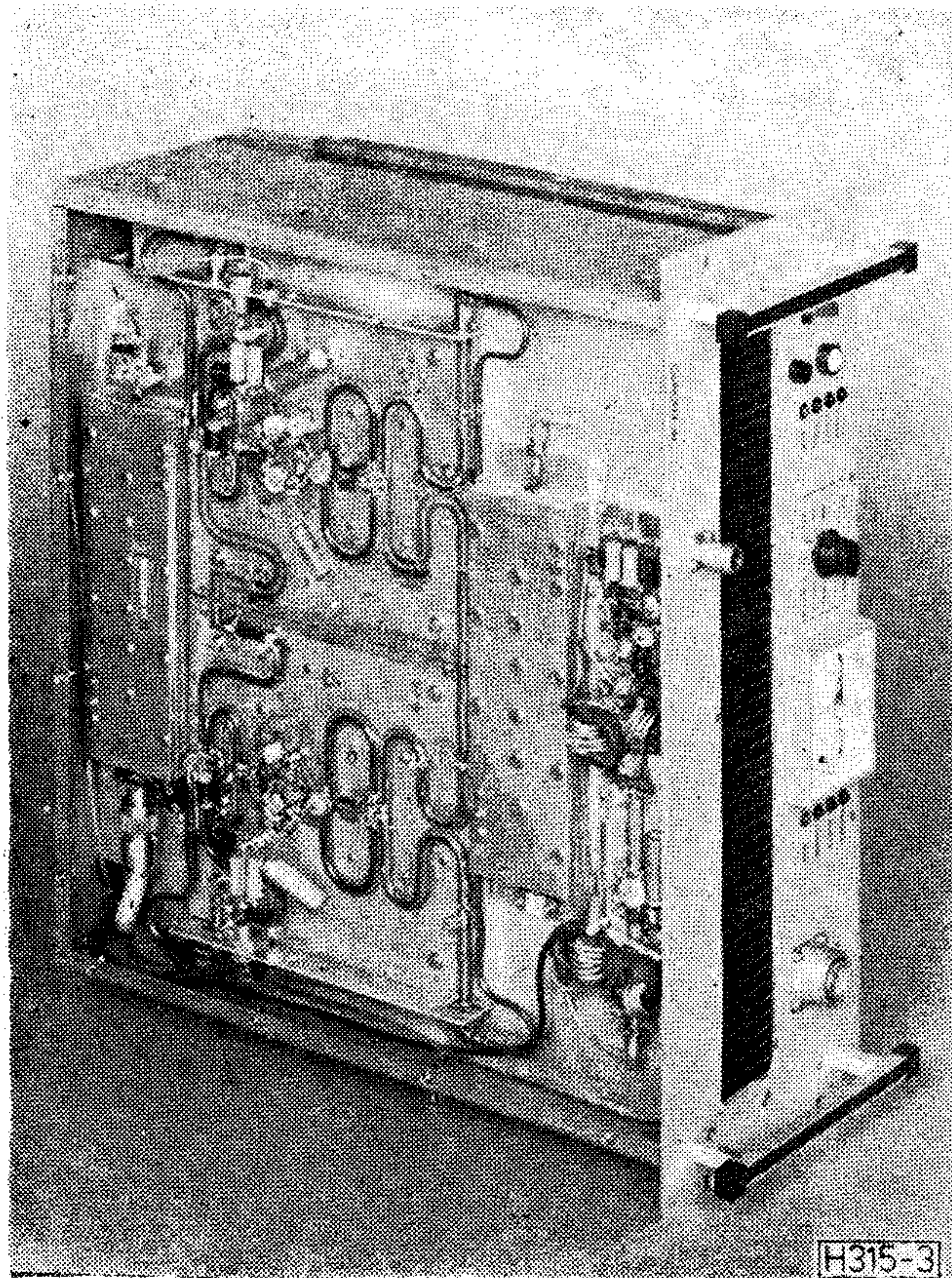


1. ábra



2. ábra

Beérkezett: 1987. II. 25. (#)



A jobb és balcsatorna hangfrekvenciás jele előlapi rövidzárdugókon keresztül jut a sztereo kóderbe.

Mono adó esetén ez az egység nem kerül beépítésre. A sztereo multiplex jelet, vagy mono adó esetén a hangfrekvenciás moduláló jelet a frekvenciamodulátorba vezetjük.

Ez az egység állítja elő a frekvenciamodulált vivőfrekvenciás jelet a szükséges szinten (max. 50 W).

Ennek a két egységnek a kifejlesztése (az egy elektroncsövet tartalmazó 3;5- és 10 kW-os adótípusok meghajtófokozataként) a 70-es évek végén olyan nagy előretekintéssel történt, hogy még napjainkban is igen korszerűnek tekinthetők, ezért korlátozott fejlesztési lehetőségünket a nagyobb teljesítményű tranzisztor erősítők fokozatok és azok korszerű kapcsolóüzemű tápegységeinek létrehozására koncentráltuk. A már kifejlesztett sztereokóder és modulátor részletes ismertetése az irodalomjegyzék (1) pontjában hivatkozott cikkben történt.

500W-os erősítő fiók

Az egység kialakításánál arra törekedtünk, hogy a lehető legegyszerűbb felépítés mellett önállóan üzemeltethető legyen. Kimenőtjeljesítménye megfelelő tartalékkal 500 W, így az összegezési veszteségek figyelembevételével két fiókkal 1000 W, de négy fiókkal 2000 W-os kimenőtjeljesítményű adóberendezés is kialakítható. A fiók mechanikus felépítése a 3. és 4. sz. ábrákon, míg blokkvázlata az 5. sz. ábrán látható.

Az RF lánc kétfokozatú erősítőt tartalmaz. Az első fokozat „B” osztályban üzemelő BLW 78 típusú Philips gyártmányú tranzisztorral épült. Illesztőtranszformátorait diszkrét elemekkel valósítottuk meg. A 10 W-os bemenő RF jelet kb. 70 W-ra erősíti fel, melyet ún. 90°-os hybrid szétosztón keresztül vezetünk a 2 db egyenként két „B” osztályban ellenütemben BLV 25 tranzisztorral üzemelő végerősítőfokozatba. A két végerősítő ellenfázisú egyenként max. 350 W-os kimenőteljesítményű jelét a bemenetivel azonos típusú 90°-os összegzőn keresztül vezetjük a harmonikusszűrőbe, majd a kimeneti iránycsatolóba. Azért került minden 500 W-os fokozatba harmonikusszűrő, mert így a fiók kimenete 500 W-os adó esetén is minden előírt specifikációt (beleértve a mellék hullámok megengedett szintjét) teljesít,

valamint a fiók automatikája a tényleges haladó és reflektált teljesítményszinteket érzékelheti, így a védelem és szabályozás igen pontosan megvalósítható.

A nagyfrekvenciás erősítők egyenfeszültséggel való táplálásáról közvetlen hálózati egyenirányítású kapcsolóüzemű tápegység gondoskodik. A tápegységet a 100 W-os TV átjátszóban alkalmazott típus elemeinek felhasználásával a fiók mechanikus, elektromos és hőtechnikai követelményeinek figyelembevételével alakítottuk ki. Részáramköreinek működését a Híradástechnika folyóiratban ismertettük (2).

A fiók önálló automatikával rendelkezik, mely a ki-bekapcsolási funkcion kívül szabályozza az egység nagyfrekvenciás kimenetének tetszőleges impedanciájú lezárásakor az előre beállított, illetve a biztonságosan kiadható maximális haladó teljesítményt. Biztosítja a fiók egységeinek védelmét részáramköri meghibásodás és túlmelegedés esetén. Hibajelzéseket szolgáltat az adóberendezés automatikájának.

Paraleljárató egység

1 kW-os adó kialakításánál a modulátor kimeneti jelének szétszétását, valamint a 2×500 W teljesítmény összegezését a paraleljárató fiók biztosítja. Ebben az egységben elhelyezett iránycsatoló detektált kimenetén mérhető a berendezés haladó és reflektált kimenőteljesítménye.

A kivezetett nagyfrekvenciás ellenőrzőpontokon külső műszerekkel elvégezhető az adó minőségi jellemzőinek mérése. Ugyanerre a pontra a BHG-ban kifejlesztett adóellenőrző egység is csatlakoztatható, mely folyamatosan figyeli a kisugározásra szánt jelet és hibajelzést ad, ha az adót túlmodulálják, vagy az adó modulálójele és a detektált modulációs jel között egy előre beállított értéknél nagyobb különbség mutatkozik.

Automatika

A berendezés felügyelet nélküli üzemre készült, ezért az automatikát úgy alakítottuk ki, hogy a berendezés üzemállapotáról és esetleges hibáiról az előlapi kijelzésen kívül földfüggetlen távjelzéseket is biztosítottunk.

Az $n+1$ tartalékolási rendszer igényeinek megfelelően az automatikán keresztül biztosított az előre kiválasztott négy vivőfrekvencia közüli távvalasztás.

Az adóberendezések főbb műszaki jellemzői:

Az 1 kW-os URH FM adóberendezés fontosabb műszaki adatainak összefoglalása:

- Vivőfrekvenciatartomány: 66—74 MHz OIRT
87,5—108 MHz CCIR
- Vivőfrekvencia beállítása 10 kHz-es lépésekben
- Vivőfrekvencia instabilitás $< \pm 1$ kHz/év

- Kimenő teljesítmény 1 kW
- Kimeneti impedancia 50 Ohm
- Megengedhető üzemi állóhullámarány $r \leq 1,5$
- Programozható frekvenciák száma 4
- Modulációs bemenet impedanciája $600 \text{ Ohm} \pm 10\%$ vagy 2 kOhm földfüggetlen szimmetrikus
- Névleges frekvencialökhöz tartozó modulációs bemenő jelszint $0 \text{ dBm}/600 \text{ Ohm}$
 $-10 \dots +30 \text{ dB-n}$ belül állítható
- Pilotjel frekvencia 19 kHz
- Pilotjel szint a névleges lökhöz vonatkoztatva $0 \dots 10\%$ állítható
- Amplitúdó-frekvenciamenet ingadozása 30 Hz—15 kHz tartományban bekapcsolt előkiemeléssel a sztereo bemenetekről mérve $< \pm 0,75 \text{ dBm}$
- Harmonikus torzítás névleges frekvencialökhöz 3 dB-el megnövelt lökhöz $< 0,5\%$
 $< 1\%$
- Áthaladási csillapítás a jobb és bal csatorna között
30 Hz-en $> 36 \text{ dB}$
100 Hz...10 Hz-en $> 40 \text{ dB}$
15 kHz-en $> 36 \text{ dB}$
- FM jel-zaj viszony psophometrikus szűrővel mérve
mono $> 65 \text{ dB}$
sztereo $> 60 \text{ dB}$
- AM jel-zaj viszony $> 56 \text{ dB}$
- Zavaró amplitúdó moduláció 1 kHz-es jellel mérve $< -46 \text{ dB}$
- Hálózati feszültség 220V (+10%—15%)
- Teljesítményfelvétel 2,2 kVA
- Teljesítménytényező ($\cos \varphi$) $> 0,9$
- Adó hatásfok ($P_{\text{RF}}/P_{\text{hálózat}}$) $> 0,45$
- Üzemi hőmérséklettartomány $-5 \text{ }^\circ\text{C} \dots +45 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tárolási hőmérséklettartomány $-20 \text{ }^\circ\text{C} \dots +55 \text{ }^\circ\text{C}$
- Telepítési magasság max. 3000 méter (tengerszint felett)

I R O D A L O M

- [1] Hercz Endre: URH-FM műsorszóró adók új generációja Híradástechnika 1978/6. sz.
- [2] Bihari György, Deák János: Nagyteljesítményű kapcsolóüzemű tápegység Híradástechnika 1984/5 sz.

Beszámoló az International Switching Sympószium (ISS'87) ülészakáról

1. Általános jellemzők

Az ISS (Nemzetközi Kapcsolástechnikai Szimpószium) 1957-ben, 30 éve indult útjára az USA-ban és a mostani Szimpószium a negyedik, amit az USA-ban rendeztek meg.

Az ISS témája ez alkalommal az „Újítások a kapcsolástechnikában” jelmondat köré épült fel.

A legutóbbi ISS óta, amit 1984-ben Firenzében rendeztek meg, világszerte óriási előrehaladás történt a kapcsolástechnika terén. Ezt a haladást foglalták össze az elhangzott előadások.

A Tudományos Bizottság ezúttal új módszert alkalmazott, nem csupán az előadás kivonatát kérték be a szerzőktől bírálatra, hanem a teljes előadást. A beküldött 325 komplett anyagból kiválasztották azt a 152-öt, amelyek előadásra kerültek, és még 20 előadást belevettek a Szimpószium kiadványába.

Az előadások három szekcióban párhuzamosan összesen 36 ülésen hangzottak el.

Annak ellenére, hogy Firenzében a résztvevők számát 2000-ben javasolták korlátozni az ISS'87-en 46 országból 3200-nál több résztvevő volt jelen. A résztvevők listáját biztonsági okokra hivatkozva nem adták ki.

A Szimpósziumon elhangzott előadásokat öt kötetben adták ki, melyekből egy példány a BHG Fejlesztési Intézet Műszaki Könyvtárában megtalálható.

2. Plenáris ülés

A Plenáris ülésen szokás szerint az élenjáró országok postaigazgatóságai vagy ennek megfelelő szervezetei fejtették ki véleményeiket.

A kiválasztás úgy történt, hogy a Plenáris ülésen a jelenlegi házigazda USA és az ezt megelőző öt ISS (1984. Olaszország, 1981. Kanada, 1979. Franciaország, 1976. Japán, 1974. NSZK) házigazdái tartottak előadást az alábbiak szerint:

1. A változás erői az USA hírközlési üzemeltető iparában. Bruce R. DeMaeyer, Ameritech Service
2. Az olasz hírközlés az ISDN szemszögéből. Paolo de Ferra, STET
3. Kanada a hírközlés élvonalában. W. B. Newat, Bell Canada
4. Hírközlés Franciaországban: országos ISDN kiépítése. Jacques Dondoux, Posta Vezérigazgató
5. Hírközlési hálózatok és kapcsolórendszerek Japánban. Motojiro Shiromizu, NTT
6. Az ISDN bevezetése és fejlesztése az NSZK-ban. Helmut Schön, Deutsche Bundespost

Fenti előadások alapján megállapítható, hogy a megközelítés módja ugyan eltérő, de levonható az a következtetés, hogy valamennyi országban a 80-as évek végének célkitűzése az ISDN bevezetése, amit a 90-es évek elején követni fog a széles sávú ISDN bevezetése.

3. Főbb témák ismertetése

Természetesen nem vállalkozhatunk arra, hogy az elhangzott másfélszáz előadást akár kivonatossan ismertessük, ehelyett a főbb és érdekesebb témákról adunk helyzetjelentést.

3.1 Irodai hírközlés

Az irodai hírközlést a jövő kapcsolástechnikai feladatai közül nagyon fontosnak tartják. A megközelítés módját illetően még ma sem tekinthető eldöntöttnek az a kérdés, hogy LAN vagy PABX alapon induljanak el. Több olyan vélemény elhangzott, amely szerint a PABX-re alapozott ISDN előbb fog kialakulni, mint a nyilvános ISDN. Az ilyen ISDN-ek kialakításának alapvető jellemzője a szabványos interfészek betartása.

Érdekes előadást tartott az LMEricsson, az AXE rendszer irodai felhasználásáról a nyilvános hálózatban.

3.2 Jelzésátvitel

Feltűnő volt az, hogy az ISDN megközelítés alapvető feltételének tartják a megfelelő jelzésrendszer kialakítását, amely két fő részből tevődhet össze. Az első a CCITT No 7 jelzésrendszerére alapozott központok közötti jelzésátvitel, a másik pedig az ún. nagyteljesítményű D csatornás jelzés-protokoll kialakítása.

3.3 Intelligens hálózatok

A tématerületen indult kutatások legfőbb célja a jövő század hálózati felépítésének, hálózat vezérléseinek tanulmányozása. A munkálatok fontos részeredményéről számoltak be a Bell Northern Research, Kanada kutatói. Olyan hálózatvezérlő került kifejlesztésre, amely a TPV központokból álló hálózat dinamikus irányítását végzi a TPV központok vezérlőiből nyert információk alapján. Kiemelésre került, hogy a No. 7-es közös jelzőcsatornás rendszer kiterjedt alkalmazása, az STP-k hálózati megjelenése a forgalomvezérlés és a hálózatvezérlés szempontjából jelentős mérföldkövet jelent.

3.4 Mesterséges intelligencia, szakértői rendszerek alkalmazása

A kapcsolástechnika szempontjából ezen teljesen új témakörben számos figyelemreméltó előadás hangzott el, jelezve a jövő egyik legfontosabb kutatási irányát. Az AT/T Bell Laboratories, USA kutatói bemutatták, hogy a forgalomvezérlés egyik legfontosabb részfeladatánál, a torlódások elkerülésére vonatkozó eljárások (TCM) során, hogy alkalmazhatók szakértői rendszerek. A hálózatok egyre bonyolultabbá válása, az átviendő információ fajtájának és mennyiségének megnövekedése következtében hatékony forgalomvezérlési beavatkozások az automatizáltság fokának növelése, szakértői rendszerek bevezetése nélkül nem létezhetnek. A szakértői rendszerek olyan új eszközt jelentenek (tudásbázis, következtetési algoritmusok), amelyek az adatbázisok és az ember együttes tevékenysége során intelligens rendszerekhez vezetnek. A potencióális alkalmazási területek lehetnek a hibadiagnosztika, hibaelhárítás, felügyelet, forgalomvezérlés. A BNR, Kanada mesterséges intelligencia alkalmazásával foglalkozó laboratóriumának munkatársai beszámoltak a DMS 100 rendszer karbantartását támogató szakértői rendszer kifejlesztéséről és üzemi próbájának tapasztalatairól.

A rendszerben felhasználásra kerül egy statikus tudásbázis, amely tartalmazza a központra és a karbantartási eljárásokra vonatkozó információkat, továbbá egy dinamikus információrendszer, amely a központ pillanatnyi állapotára vonatkozik.

Az üzemeltetési tapasztalatok igazolták a rendszer hatékonyságát.

3.5 Nagyteljesítményű processzorok alkalmazása

Az ISDN szolgáltatások bevezetéséből adódó teljesítménykövetelmények miatt a centralizált központi vezérlőket alkalmazó kapcsolástechnikai rendszerek többségében sor került a processzorok modernizálására. Az Alcatel, Franciaország fejlesztői beszámoltak az MU 321 típusjelű vezérlő kifejlesztéséről, amely az E10—MT rendszer processzora. Az új vezérlő teljesítőképessége 800 000 BHCA. 32 bites mikroprocesszorokat, 256 K-s memóriaelemeket 4 fajta nagysebességű C—MOS gate-array-t, a klasszikus logikai áramkörökben FAST technológiát használnak. A processzor teljesítményfelvétele mindössze 600 watt. A Supercore nevű új vezérlőről számoltak be a Northern Telecom, Kanada fejlesztői is. Az új vezérlő kapacitása a korábbi 400 000 BHCA-val szemben 900 000 BHCA. A rendszer alapjellemezője a legmodernebb alkatrészbázis felhasználásán túlmenően egy üzenetkapcsoló rendszer alkalmazása az elosztott vezérlésből adódó belső kommunikációs

feladatok ellátására. Az összeköttetések realizálása 50 MHz sávszélességű optikai összeköttetésekkel történik.

3.6 Új telefontechnikai VLSI alkatrészek kifejlesztése

Továbbra is jellemző, hogy a kapcsolástechnikai rendszerfejlesztésekkel egyidejűleg megjelenik a hozzátartozó specifikus alkatrész-bázis. Az ISDN előfizetői csatlakozásokhoz a 2B+D interfészekhez az ALCATEL (ITT) 5 féle áramkörrel jelent meg, amelyek 2 μ -os CMOS technológiát használnak.⁵ A Northern Telecom, Canada bemutatta a DMS 100 új ISDN vonali kártyáját. Berendezésorientált áramkört fejlesztettek ki az U, az S/T interfészeket, továbbá a D-csatorna lekézelését biztosító processzorhoz. A Plessey, Siemens, ALCATEL, ITALTEL cégek közös fejlesztés eredményeképpen kifejlesztették az IR—SLIC jelű analóg előfizetői áramkört, amelynek jellemzője a test kapcsolás és a csengetés funkciók integrált áramköri megvalósítása, továbbá a digitális jelfeldolgozás alkalmazása. Kiemelkedő eredményt jelent a HITACHI cég 1,3 μ -os C—MOS technológiát alkalmazó digitális kapcsolómodul VLSI áramköre. Az áramkör alkalmas 8 bemenő és 8 kimenő egyenként 128 időrést tartalmazó busz időréseinek kapcsolására. Az áramkör 8, illetve 16 bites mikroprocesszor részére rendelkezik. Ebből az áramköri elemről tetszőleges konfigurációjú kapcsolómező hálózatok alakíthatók ki.

A Siemens cég kutatói beszámoltak egy 16×32-es kapcsolómátrix kifejlesztéséről, amely 140 Mbit/s sebességű H4 csatornák összekapcsolására alkalmas. Az alkalmazott technológia ECL gate array. Jelenleg folyik a 128×128-as kapacitású H2-es csatornák összekapcsolására szolgáló mátrix C MOS szubmikronos technológiában.

3.7 Széles sávú kapcsolástechnika

A szélessávú szolgáltatások (pl. videó és nagysebességű adatátvitel) bevezetése az ISDN-be 1,5—140 Mbit/s közötti sebességet igényel. Ez teljesen új átviteltechnikai és kapcsolórendszereket igényel. Továbbá azt is jelenti, hogy az előfizetői hálózatokban üvegszálat kell a réz helyett alkalmazni. A széles sávú szolgáltatások bevezetési stratégiája igen eltérő különböző országok vonatkozásában. Ennek megfelelően az előadások különféle megközelítéseket használtak. Lényeges fejlemény, hogy a gyors csomagkapcsolás (FPS), avagy aszinkron időosztásos multiplex technika (ATD) a jövő kulcstechnológiájává válik. Jóllehet a gyors csomagkapcsoló rendszerek még laboratóriumi stádiumban vannak, számos ország postaigazgatása már gondolkodik a hálózati alkalmazásukban. A bevezetésnek két stratégiája körvonalazódik:

- az FPS rendszerek integrálása a meglévő távhívó hálózatokba, megtartva az addigi (ISDN) előfizetői csatlakozásokat, és interfészek alkalmazása a két hálózat között,
- az FPS rendszerek bevezetése a szélessávú szolgáltatású hálózatokkal együtt, amely különböző sávszélességű pont-pont közötti szolgáltatások bevezetését nyújtja.

3.8 ISDN mintahálózatok

A ISS'87 előadás-szüneti napján lehetőség volt megtekinteni az US WEST telefontársaság alkalmazott kapcsolástechnikai berendezéseinek egy részét (DMS 100, ESSN05, GTD5), továbbá az ISDN bemutatót, amit az 1986 ősze óta üzemelő rendszeren mutattak be.

Az US WEST hálózatában (Pacific Northwest Bell, Mountain Bell, Northwestern Bell) 6 kísérleti ISDN hálózat működik. Az egyes kísérleti hálózatok lényege, hogy különféle felhasználók különböző szolgáltatási igényét, különböző kapcsolástechnikai rendszerekkel és terminálokkal kipróbálja. A próba során 35 különféle felhasználói alkalmazást próbálnak ki. A kapcsolóberendezések négy szállítótól (Northern Telecom, AT/T Network Systems, GTE, NEC America), a végberendezések 10 szállítótól származnak.

A felhasználók között 8 cég szerepel a gazdasági élet különböző területeiről; bank, gyártás, szállítás, számítógép fejlesztés, kormányzati szervek. A próba során az alkalmazások és különféle technológiák kiértékelése mellett fontos feladat az ISDN kompatibilitás kipróbálása meglévő távközlési technológiákkal, mint például, a csomagkapcsolással, LAN-okkal, a nyilvános hangátvitelre szolgáló hálózattal.

4. Következtetések

Az ISS'87 tapasztalatai alapján az alábbi fontosabb következtetések vonhatók le:

- Növekszik a technológiai irés, a hírközlési szakmában élenjáró északamerikai cégek (Northern Telecom, AT/T) és a nyugateurópai cégek között. Ennek alapvető oka a K+F tevékenységhez szükséges tőke és szellemi kapacitás igény koncentrátsága.
- A technológiai fejlődés felgyorsulásával, egyre újabb berendezések, szolgáltatások kifejlesztésével, ipari gyártásba vételével, a gyártók nagy nyomást gyakorolnak a felhasználó postaigazgatóságokra. Az új eredmények bevitele a meglévő hálózatokba lényegesen hosszabb folyamat lesz. További elmaradás tapasztalható az új szolgáltatások társadalmi fogadókészsége terén is.
- Hazánkban az új távközlési technológiák fejlesztésének követése is egyre lehetetlenebb folyamat. Az első lépések megkezdhetőségének is alapfeltétele a digitális főközponti rendszerek mielőbbi bevezetése.

Dr. Eisler Péter, Horváth Imre

9. Nemzetközi Konferencia a Fizikai Rendszerek zajáról (Montreal)

A fenti címmel először 1968-ban tartottak konferenciát, ami 2—3 éves periódicitással ismétlődött. 1977-től az 1/f (flicker) zaj témájában párhuzamos sorozat indult, majd 1983-tól a kettő egyesült.

A fizikai rendszerek ingadozásjelenségeinek vizsgálata önmagában is érdekes terület. Hasznossága abban nyilvánul meg, hogy e jellemzőkön keresztül a vizsgált rendszer más tulajdonságait is meg lehet ismerni, esetleg olyanokat, amelyek egyéb módszerekkel nem hozzáférhetők.

Az idei konferencia súlypontja a szilárd testekben lezajló ingadozások vizsgálata volt. Különösen a nem ho-

mogén rendszerekről kaphatunk ily módon értékes felvilágosításokat.

Tovább folytatódott a vita az 1/f zaj kvantummechanikai eredetéről. Úgy tűnik, hogy az elmélet kiindulási feltételei között helytelenek is szerepelnek.

Magyarországról 2 résztvevő volt, egy meghívott és két reguláris előadást tartottak.

A Nemzetközi Tanácsadó Bizottság megerősítette azt a régebbi határozatát, hogy a 10. Konferencia színhelye 1989-ben Budapesten legyen.

Dr. Ambrózy András

CeBIT '87 kiállítás

A kiállítást már hagyományosan minden év tavaszán megrendezik a Hannover-i vásárvárosban, mely a világ legnagyobb számítástechnikai és távközlési szakkiállítása. A felvonultatott anyagot több mint 200 ezer m² területen mutatták be. Az idei, március 4–11. között megrendezett CeBIT'87-re 35 országból több mint 2200 kiállító vonultatta fel újdonságait a 13 kiállítási csarnokban. Legalább 750 ezer látogatóra számítottak, de már az első napon a látogatók száma meghaladta a 300 ezret, amely mutatta a kiállítás iránti nagy érdeklődést. Ennél a számnál érdemes megemlíteni, hogy Hannover fél milliós lélekszámú város, így a rendezőknek ugyancsak jól összehangolt munkájára volt szükség a kiállítás és a kapcsolódó programok zökkenő mentes megszervezésénél.

A szakterületeket a kiállításon az alábbiak szerint csoportosították:

- Irodatechnikai és információs rendszerek
(Univerzális és speciális számítógépek, adatprocesszorok, irodai belső kommunikációs eszközök, iratkezelés, nyomtató, másoló, rajz gépek, mikrofilmező eszközök, az irodafelszerelés és szolgáltatás elektronikus eszközei).
- Bank berendezések és biztonsági rendszerek
(pénzkezelés, Bank- és biztonsági rendszerek, Bank- és pénzügyi szolgáltatások, komplett hitelkártya rendszerek, konferencia és oktatási felszerelések).
- Szoftver és tanácsadó szolgáltatás
(Rendszer szoftverek, rendszer orientált szoftverek, szoftver alkalmazás és szolgáltatás, adatbázisok, szoftver kutatás és fejlesztés, konzultációs szolgáltatás).
- Periféria berendezések
(Nyomtatók, adatbeviteli berendezések, periféria memória modulok, mágneses kód- és karakter olvasók és nyomtatók, számítógép bővítő egységek, displayek komplett terminálok.)
- Iroda és szervezési rendszerek
(Diktafonok, írógépek, kalkulátorok, irat- és posta-kezelés, áru- és raktárkezelés, rendszer-szervezési eszközök, másológépek, audió-vizuális megjelenítők, adatkezelői felszerelések).
- Mikroszámítógépes alkalmazás
(Mikroszámítógépek, személyi- és házi számítógépek, feladat orientált alkalmazás (hardver és szoftver) videós munkahelyek/videotex.)
- Távközlés
(Hang, adat, szöveg- és kép távközlési eszközök, nyilvános és zártcélú hálózatok távközlő berendezései, rádió távközlés, hagyományos és optikai átvitel-technikai rendszerek, stúdió berendezések, úrtávközlés, digitális távközlés eszközei.)
- CIM és CAD/CAM rendszerek
[Számítógéppel integrált gyártás (Computer-Integrated Manufacturing-CIM), ezen belül a folyamatos minőséget biztosító megoldások (Computer-Aided Quality Assurance-CAQ), számítógéppel segített tervező, szerkesztő (Computer-Aided Design-CAD), gyártást irányító (Computer-Aided Management-CAM) rendszerek.]

A számítógépes és a távközlési technika (Computer & Communication) ma már elválaszthatatlan egységet alkot. A távközlési eszközök és az azokra épülő szolgáltatások egyre elterjedtebben használják a számítástechnikai eredményeket és megoldásokat. Az elektronikai és számítástechnikai ipar nemcsak más iparágak részére szolgáltatja a modern technikához szükséges eszközöket, hanem saját maga is nagy fogyasztója az előállított eszközöknek. A gombamódra szaporodó és gyorsan fejlődő vállalkozások igazolják a mondást, hogy az üzlet üzletet teremt (businesses do business). De nemcsak a vállalkozások szaporodnak, hanem az angol kezdőbetűkből összeállított rendszer elnevezések olyan halmaza zúdul a felhasználókra, hogy csak külön értelmező szótárral lehet eligazodni.

A hatalmas kiállítási anyagot csak futólag lehetett áttekinteni, de mód volt a legjobban érdekelt témával részletesebben is foglalkozni, melyhez segítséget nyújtottak a pavilonokban elhelyezett információs terminálok.

A keresett témát, eszközt vagy céget, csak be kellett mondani, majd kilistázva pontos helymegjelöléssel azonnal választ adott a számítógép, hogy hol lehet azt ill. azokat megtalálni. Így pl. a távmásolást végző berendezéseket (telefax, facsimile) öt pavilonban, 27 kiállítási helyen lehetett megtekinteni a számítógépes felsorolás alapján.

A távközlési szakterület, 3 pavilonban vonultatta fel és mutatta be a berendezések, ill. rendszerek széles skáláját. A rendszer fejlesztésben megmutatkozott a nagy nemzetközi együttműködés. Pl. az X. 400 üzenetkezelő rendszert és protokollt a számítógép alapú elektronikus postaszolgálat számára 14 nagyvállalatot magába foglaló nemzetközi konzorcium mutatta be (British Telecom, Bull, D. Bundespost, Data General, DEC, Hewlett-Packard, ICL, Noxdorf, NTT, Olivetti, Philips, Siemens, Sidney, Xerox). Ezt a CCITT adatátviteli ajánlásainak megfelelően dolgozták ki, amely mind helyi méretekben, mind földrészeket magában foglalva is kiépíthető.

A meglévő nyilvános rádiótelefon hálózatokat a 900 MHz-es sávban új digitális cella rendszerű összetett szolgáltatásokat nyújtó rádió-telefon rendszerekkel kívánják kiváltani Európában. Ennek kiépítését az elkövetkező években már megkezdik. Ezen komplett rendszerek szállítására a Motorola, Telefunken-AEG, ANT/Bosch, Alcatel-Thomson, OSI cégek a legfelkészültebbek.

A SEL—ITT Csoport, a Franciaországban igen elterjedt Minitel videotex rendszer továbbfejlesztett változatát, a — Terminatel — 254-et — mutatta be, amely akár mikroszámítógépként, akár videotex-es terminálként működhet.

A távközlési kiállítók mindegyike a már jövő távközlő hálózatát igyekezett bemutatni, azaz az integrált szolgáltatású digitális hálózatot (ISDN), amely felöleli a háztartásoktól kezdve, az összes közületet, mind országos, mind nemzetközi vonatkozásban. A széles sávú eszközökhöz megfelelő minőségű és sebességű átviteli utak állnak a felhasználók rendelkezésére, beleértve az úrtávközlési eszközöket is. Ezekkel már ma megvalósítható az előfizetők összekapcsolása, melyet a tárolt program vezérlésű digitális központok végeznek és biztosítják a legkülönbözőbb információs központok, ill. adatbázisok elérését.

Igen nagy előrehaladást mutattak az iroda automatizáláson belül a (Office-Automation-OA) mini számítógép alkalmazások. Nagy érdeklődés nyulvánult meg a Philips P 9000, a Hewlett-Packard HP—3000, az Apple-Macintosh Plus, Canon A—200 kis-számítógépek, az IBM 9370 processzor, az írógép-személyi számítógép kombinációk (Minolta PCW—1), a tárolt programos távmásológépek (Canon Fax—730), a különböző laseres nyomtatók és színes kopírgépek (Ricoh 5000) iránt.

A kiállítással egyidőben 3 napos távközlési konferenciát is szerveztek, — az ismertető anyag szerint — áttekintették és megvitatták a távközlési fejlesztés távlatait a világcégek stratégiáját, a nemzetközi kooperációs lehetőségeket. Ismertették az Európai Gazdasági Közösség távközlési elképzeléseit, a hálózatok állapotát és trendjét a Német Szövetségi Köztársaságban, az Egyesült Királyságban, az Egyesült Államokban, Franciaországban, Hollandiában és Japánban.

Továbbá betekintést adtak egyes magán felhasználási területekről, így az Osram központi gyártásirányításáról a Bayer távközlési alkalmazásáról, a Ford nemzetközi videokonferencia rendszeréről, valamint a kereskedelem, a szállítás és bankok távközlési igényeiről és ellátásáról.

Halász Miklós

(Folytatás az 501. oldalról.)

A számítógép világpiaci alakulása:

Összes értékesítés (milliárd USD)	Nagyszámí- tógépek	Minigépek	Mikroszá- mítógépek
1981 96	42,3 %	47,3 %	10,4 %
1986 150	38,7 %	31,1 %	30,2 %
1991 270	34,7 %	28,0 %	37,3 %

(The Economist, 1986. december 15.)

*

Bár a nagyfelbontású (HDTV) televíziós készülékek szabványosítása még nem végleges, a BAL alkatrészgyártó cég véleménye szerint mindenképpen szükség lesz nagy pontosságú késleltető művonalakra. A BAL jelenlegi 20 MHz-es művonalai 100—500 ns közötti fix késleltetéssel, illetve 5—155 ns-es programozható kivitelben készülnek. Y kisebb késleltetési értékeknél az amplitúdó hullámosság kisebb, mint 0,2 dB, a nagyobb értékeknél pedig kisebb, mint 0,3 dB. Az impedancia mindkét változatnál 75 ohm, a csoport késleltetési hullámosság kisebb, mint 20 ns csúcstól-csúcsig. A gyártó cég szerint ez a specifikáció kielégíti a kezdeti igényeket, de továbbra is dolgoznak a sáv szélesség növelésén és a méretek csökkentésén. Rövidesen meg kívánnak jelenni a 30 MHz-es késleltető művonalakkal is.

(Electronics and Wireless World, 1986. december)

Az Országos Műszaki Információs Központ és könyvtár „Mikroelektronikai technológiai füzetek” címmel a témában magyar nyelven első ízben megjelenő kiadványsorozatot indított, amely szakirodalmi bázist kíván teremteni a szakemberek számára. Az első nyolc füzet összefoglaló címe: „Alapvető eljárások”, azokat a technológiai eljárásokat ismerteti, amelyek megfelelő sorrendben alkalmazva valamilyen félvezető eszköz technológiáját adják. Az eljárások elvi alapjai mellett, az alkalmazást általában szilícium-eszköztechnológián mutatja be. Külön ismerteti a szereléstech-
nikai eljárásokat, majd az eszköztechnológiákat: a bipoláris és MOS-technológiák legelterjedtebb változatait.

Az egyes füzetek terjedelme: 2—5 ív.

Megjelenik negyedévenként. Ára 50—, Ft/füzet.

1. Laczkó Béla: Oxidáció, diffúzió
2. Drozáy Győző: Ionimplantáció
3. Laczkó Béla: Kémiai gázfázisú rétegleválasztás
4. Laczkó Béla: Fémhálózat kialakítása
5. KFKI szerzői kollektíva: Maszkkészítés, fotolitográfia
6. KFKI szerzői kollektíva: Rétegmegmunkálási módszerek
7. Bipoláris integrált áramkörök technológiája
8. MOS integrált áramkörök technológiája

A felsorolt 8 füzet közül eddig az első 3 jelent meg.

(Folytatás az 524. oldalon)



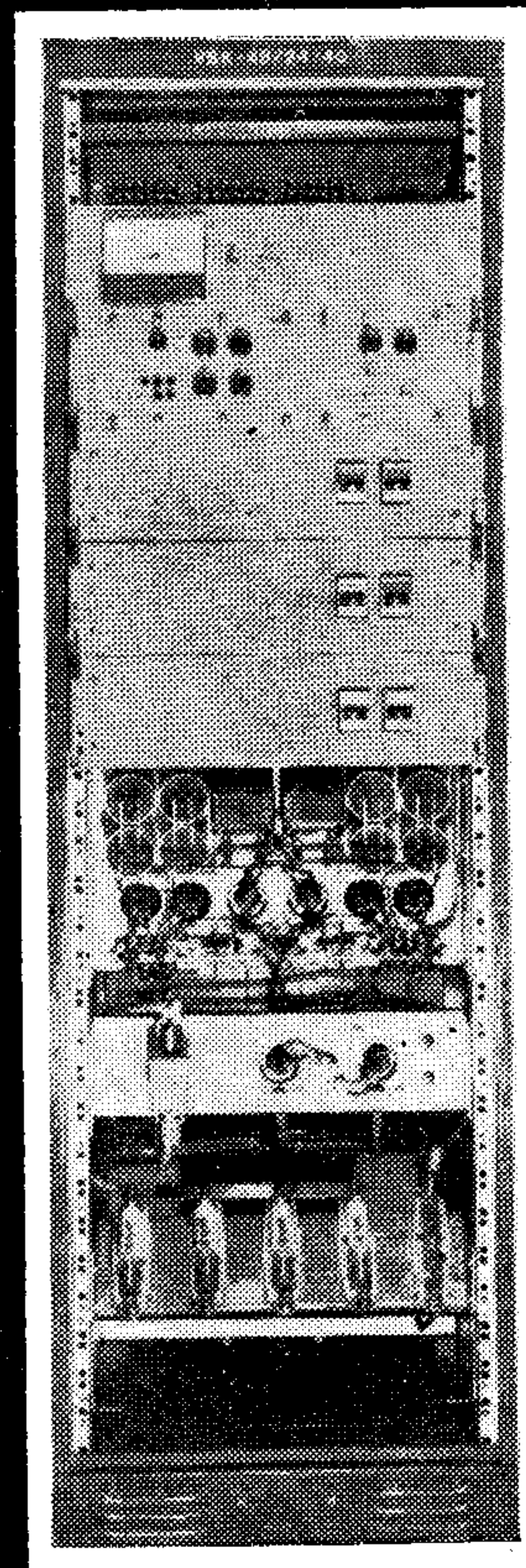
A

BHG

Híradástechnikai Vállalat

áramellátó berendezések

gyártmánycsoportján belül, széles típusválasztékban gyárt elektronikus szabályozású félvezetős kivitelű berendezéseket és rendszereket, — híradástechnikai áramellátó berendezéseket, egyenirányítókat, stabilizált tápegységeket, akkumulátortöltőket. Egyenirányító berendezéseink automatikus szabályozással, felügyelet nélküli kivitelben készülnek.



BHG

Bp. 1509 Pf.: 2. XI. Fehérvári út 31.

Tel.: 453-300 — Telex: 22-5933

(Folytatás az 523. oldalról).

A digitális telefon rendszerek vizsgáló berendezéseinek piaca (millió francia frankban):

	1983	1986	1988	1990
Egyesült Államok	49	70	84	98
Európa	21	35	42	49
Japán	7	14	14	14
Összesen:	77	119	140	161

Az adatátviteli vizsgáló berendezések piaca (millió francia frankban):

	1983	1986	1988	1990
Egyesült Államok	511	1029	1561	2317
Európa	259	518	777	1162
Japán	91	175	259	385
Összesen:	861	1722	2597	3864

(Minis et micros informatique électronique, 1986. dec. 1.)

Rózsás jövőt (az elkövetkezendő 10 évre a világátlag feletti növekedésű ütemet) jósol az európai félvezető-piac számára a Dataquest piackutató intézet. Európában a chip-forgalom világviszonylatban is elérheti a legnagyobb növekedési ütemet. Az európai félvezető-piac a 70-es évek közepén kerekén 1,6 milliárd \$-t tett ki és 1986-ra már elérte a 4,6 milliárd \$-t. Ezzel mintegy megháromszorozta forgalmát úgy, hogy közben a világpiaci részesedése már csak 17%-ra tehető, ugyanakkor 1996-ra a prognózis szerint akár 25 milliárd \$-ra is növekedhet. Ez évi átlagos 18%-os növekedést jelent, miközben a piackutató intézet az európai chip-piac évi 19,4%-os növekedését jósolja. Megváltozott vezetési-igazgatási viszonyok, alacsonyabb energiaárak és kedvezőbb kamatok képezhetik többek között a prognosztizált növekedés alapját. A mintegy 400 millió európai fogyasztó egyes hátrányos tényezők ellenére is (nyelv, kultúra, törvények stb.) várhatóan egy egységes piacot alkot majd. Mindez végül is oda vezet, hogy Európa a 90-es évektől kezdve az anyaggazdálkodásban, feldolgozásban és csomagolásban alkalmazott elektronika terén előkelő helyet foglal el. Ennek előnyei között szerepel többek között az intenzívebb együttműködés, a megnövekedett szabványosítás és költségmegosztás a kutatásban és fejlesztésben.

A Dataquest szerint mindenekelőtt a híradástechnika terén várható erős növekedés a chip-forgalomban. 1984-ben ez a terület még csak 19,6%-os piaci részesedéssel rendelkezett, 1985-ben már 23,5%-ra növekedett. 1986-ra a piackutató intézet újabb 25,7%-os növekedéssel számol.

Ez az Európára jellemző trend a szakértők szerint döntően járult hozzá ahhoz, hogy az elmúlt évben a félvezető túlkínálatnak nem voltak olyan erős kihatásai, mint pl. az USA-ban.

(VTRT Világpiaci Tökör, 1986/5.)



Az Egyesült Államok 1963 óta működő speciális állami telefonhálózatát új, integrált, nagysebességű beszéd, kép és adatátvitelt biztosító hálózattal kívánják kiváltani. A General Services Administration által 1986 végén kiírt, 1987 júniusi határidejű tenderen az összes nagy amerikai telefontársaság indulni szándékozik. Az AT and T a Boeinggel szövetkezve szeretné megkaparintani a mintegy 4,5 milliárd USD-os, 10 évre szóló üzletet.

(EDP Weekly, 1986. december 15.)



A Frost and Sullivan amerikai piackutató cég előrejelzése szerint a kommunikációs processzorok európai piacán az elkövetkező 4 év során a szoftver piac bővülés évente átlagosan 30% lesz, a hardverre vonatkozó érték viszont csak 8,4%. A gateway server-ek 1986 és 1987 folyamán igazi „robbanás” várható — az eladott készülékek darabszáma évente átlag 93%-kal, értékben 78%-kal nő (a hardver árak csökkenése miatt), ugyanakkor a kapcsoló szoftver értékesítés értékben megduplázódik évente.

A kommunikációs processzorok legnagyobb piaca Európában az NSZK (a legnagyobb szállítók a Nixdorf és Siemens cégek) ezt követi Franciaország (itt a Bull céget az IBM éppen csak megelőzi).

(Data Processing, 1986. november.)

Írország elektronikai ipara 23 000 főt foglalkoztat. A külföldi iparvállalatok száma az 1983. évi 140-ről egy év alatt 153-ra növekedett. Ezzel párhuzamosan a belföldi üzemek száma 256-ról 246-ra csökkent. Az elektronikai iparban foglalkoztatottak létszáma az elmúlt négy év alatt 23 000 és 24 000 között ingadozott. Ehhez még hozzá kell számolni mintegy 3500 főt, akik a szoftver- és szaktanácsadó vállalatoknál tevékenykednek.

Írország beruházásokat támogató hatósága, az Industrial Development Authority (IDA) évek óta segíti a külföldi iparvállalatok letelepülését, mindenekelőtt az elektronika területén. Az ország a legkülönbözőbb szubvenciókkal és támogatásokkal járul hozzá a vállalatok alapításához, beleértve a belföldi foglalkoztatottak kiképzésének elősegítését is. Az Írorszában való települést vonzóvá teszi még, hogy az ír testületi adó alacsony, és ez az ezredfordulóig nem fogja meghaladni a 10%-ot.

Az ír elektronikai iparban dolgozók 85%-a külföldi tulajdonú vállalatoknál dolgozik. Ezen a területen az ipari termelési index (1980=100) 1981-ben 132, 7; 1982-ben 187,8; 1984-ben 266,5 és 1985-ben 272,8 volt. Az IDA vizsgálata szerint Írorszában 1983-ban az elektronikai ipar vállalatainak bruttó nyeresége 19% volt. A vállalatok forgalmának 41,5%-a jutott importált anyagokra és 12% bérre.

Az IDA ipari fejlesztési programot kezdeményezett annak érdekében, hogy jobban bevonja ebbe a szektorba a belföldi szállító vállalatokat.

Az ír vállalatok már jelentős színvonalat értek el az elektronikus mérő- és szabályozóberendezések gyártásában és a legfejlettebb nyugati ipari országokban is exportálnak. 1985-ben az elektronikai export meghaladta a 2391 millió IEP értéket (ld. táblázat)

Írország elektronikai iparának exportja
(millió IEP*, ill. %)

	Export M IEP	Bruttó forgalom, M IEP	Export- hányad %
1982	975,8	1244,0	78,4
1983	1359,9	1700,8	80,0
1984	2075,3	2541,2	81,7
1985	2391,2	2698,5	88,7

*IEP=ír font

A híradástechnikai berendezések termelésében számos nemzetközi konszern vesz részt, így az országban leányvállalata van pl. az L. M. Ericsson, AT and T és Northern Telecom cégeknek. Az ír állami posta beruházási programjának keretén belül korszerűsítették az ország távíró- és távbeszélő hálózatát. Az elektronikus adatfeldolgozás céljaira több rendszert fejlesztettek ki, és megvalósították a cellás rendszerű rádiótelefon-hálózatot.

(Nachrichten für Aussenhandel, 1986/159. — Mikroelektronikai Gyorstájékoztató, 1986/10.)



A mikroelektronikai ipar különböző piaci szegmensei közül az európai IC-gyártók számára a távközlés részterülete a legfontosabb. Az 1986. évi Európai Félvezető-ipari Konferencián elmondottak is ezt igazolják.

Az 1985. évi félvezető felhasználás piaci szegmensek szerint (az adatok milliárd USD-ben a Dataquest felmérése alapján)

	USA	Nyugat-Európa	Japán	Egyéb országok	Összesen
Adatfeldolgozás	3,7	0,9	2,6	0,4	7,6
Távközléstechnika	1,4	1,2	0,8	0,2	3,6
Ipari elektronika	1,5	1,1	0,8	0,2	3,6
Szórakoztató elektronika	0,7	1,0	4,0	0,8	6,5
Haditechnika	1,5	0,4	—	0,0	1,9
Közlekedés	0,8	0,3	0,3	0,1	1,5
	9,6	4,9	8,5	1,7	24,7

Míg a japán IC gyártóknak a szórakoztató elektronika területén van a legnagyobb piaci potenciáljuk, az amerikaiaknak az adatfeldolgozás szektorában, addig az európaiaknak a távközlési technika és az ipari elektronika a piaci erősségük. A távközlési IC-k piaca a következő 5...10 évben várhatóan nem fog csökkenni, sőt a következő 10 évben évente átlagosan 20%-kal fog növekedni. A távközléstechnikai berendezések piaca ugyanebben az időben csak 15%-kal fog fejlődni.

Az európai IC-gyártók helyzetét a távközlési szektorban kedvezően befolyásoló tényező e szektor viszonylag hosszabb piaci ciklusa.
(Elektronika—OMIKK Mikroelektronikai Gyorstájékoztató.)



A Világbank azt tervezi, hogy 1987 folyamán 550 millió USD kölcsönt folyósít fejlődő országok részére a telefonhálózat fejlesztésére. Ez tízszerese a hasonló célra biztosított tavalyi összegnek. Mindez azonban csupán a kezdet, a Világbank olyan projektek támogatását tervezi, melyek összege elérheti a 4 milliárd dollárt. Elsőként India és Pakisztán részesedik a kölcsönből, 300, ill. 100 millió dollárral.
(Business Week International, 1987. február 2.)



Színes televíziók és képmagnók magyarországi összerelésére vegyesvállalatot alapított a Skála-Coop az amerikai ITT konszern legnagyobb európai vállalatával, a nyugatnémet Standard Electric Lorenz céggel 1986 decemberében. A Selectronic Kft. 20 millió márka alaptőkével jött létre 65 százalékos magyar részesedéssel. A Selectronic Kft. az eddigi legnagyobb termelő vegyesvállalat Magyarországon. A vegyesvállalat hozzájárul majd ahhoz, hogy a különféle televíziók, képmagnók és később az audio-berendezések hazai gyártásával felgyorsuljon a magyar elektronikai ipar fejlődése. Az első üzleti évben 40 ezer 37—67 centiméteres képátvitelű nyomógombos, távirányítású és beépíthető teletext dekóderező színes tv-készülék gyártását tervezik a felek. Később évi 100 ezer televíziót kívánnak előállítani. Az analóg készülékek mellett 1987 második felében megkezdik a digitális rendszerű televíziók hazai termelését is.

A képmagnók piacán az első és eddig hazánkban még nem forgalmazott digitális vezérlésű, sztereo hangviszsaadású készülékekkel jelenik meg a Selectronic. E magnókból az első évben 5 ezer, az ötödik évtől pedig évente 30 ezer darabot gyártanak.

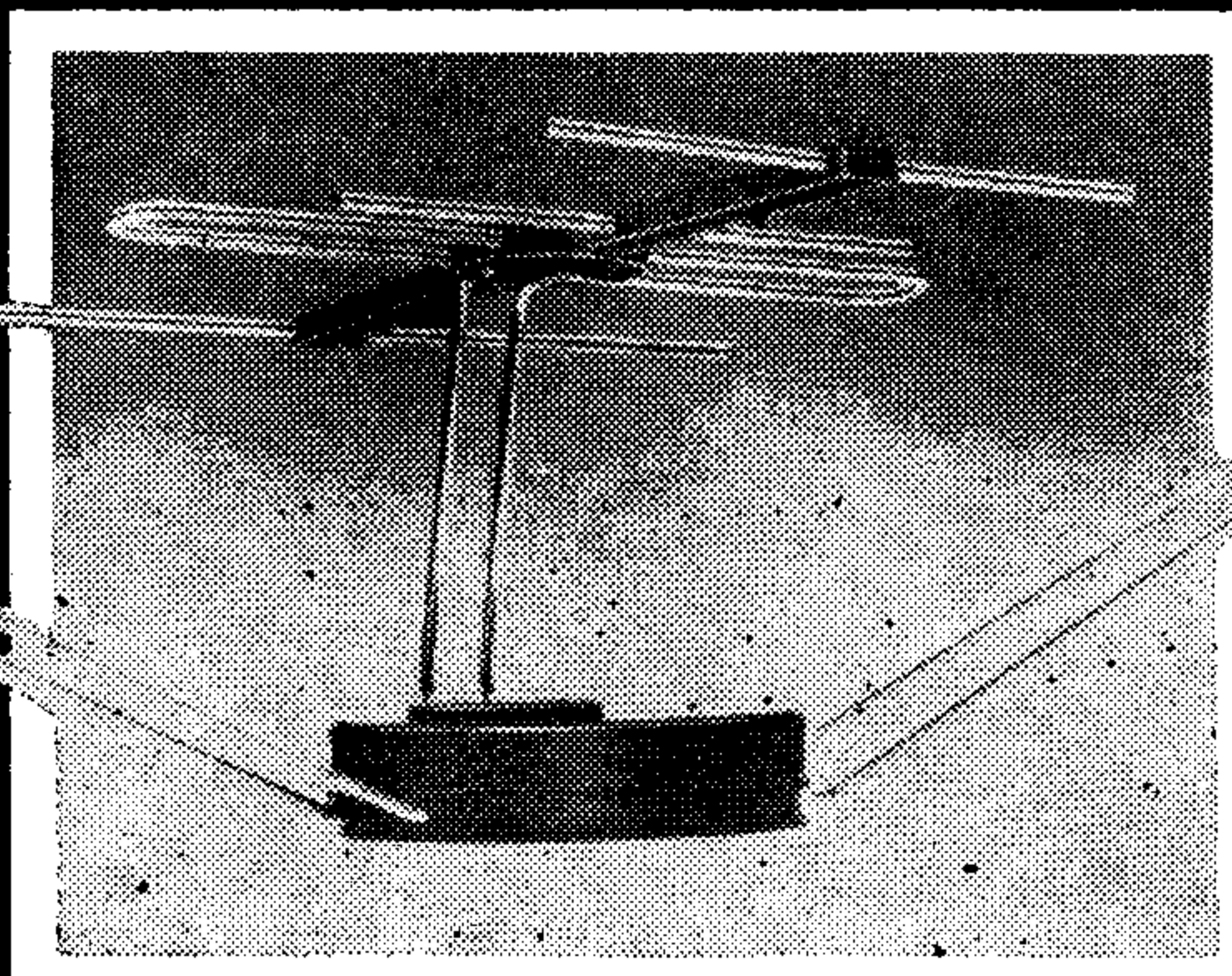
A nyugatnémet technológiával gyártott híradástechnikai cikkek a hazai piacon már megtalálható hasonló import készülékekhez átlag 15—20 százalékkal olcsóbban hozzák forgalomba.
(Világgazdaság, 1987. január.)



A
BHG

közzükségleti
antenna prog-
ramja keretében
gyárt

rádió és tv műsorok vételére, szoba-
antennákat hordozható készülékek-
hez teleszkóp és gépkocsi antennákat.



Beszerezhetők:

az Iparcikk Kiskereskedelmi Vállalatoknál, az Ezermester Úttörő- és Ifjúsági Kereskedelmi Vállalatnál, valamint a BGH-Coopinvest Híradástechnikai Szaküzlet: Budapest, XI., Fehérvári út 31.

BHG
Híradástechnikai
Vállalat



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, analízátorok, mérésadatgyűjtők, regisztrálók, analitikai-környezetvédelmi műszerek, rendszervezérlők, stb., stb.

ÁLL AZ ÖN RENDELKEZÉSÉRE!

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZZÁLLÍTÁS · 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



Кешеев, П.:

Диагностическое обеспечение цифровых систем — профессиональные опыты IX. международной конференции

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

Доклад рассматривает самые интересные вопросы связанные с процессами тестирования интегральных схем и систем ЭВМ, с повышением надежности софтвера, с увеличением способности выдержки отказов и сервисом средств функционирующих на базе микропроцессоров.

Др, Баршонь, П.:

Температурная зависимость составных резонаторов микрополоскового циркулятора

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

У большей части микроренточных циркуляторов их проектирование базируется на проектировании составных резонаторов циркулятора. Статья занимается с расчетом температурной зависимости susceptанционной крутизны составных резонаторов. Полученные результаты могут быть использованы для анализа и стабилизации температурной зависимости циркулятора.

Окрош, М.—Оприч, Г.:

Радиотелефонные сети УКВ диапазона, общего пользования и диспетчерские

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

В статье изложены отечественные исследования направленные на создание радиотелефонных сетей УКВ диапазона для нужды ВНР. Системы частично или полностью могут быть подключенным к коммутируемой телефонной сети общего пользования (PSTN), или могут быть отдельным от нее. Изложены предложения по спецификации создания сетей, особенно технические требования на подключение к телефонным сетям (PSTN).

Петре, П.:

Распространение волн в одномерной неоднородной среде. Анализ методом конечного элемента ГМЕ-МНТ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

В данной статье рассматриваем распространение плоских волн при помощи эффективного численного метода в одномерной среде с произвольно изменяющейся материальной постоянной. Для данной проблемы формулируем задачу предельного значения, затем для решения используем весовую резидуумную формулу, и для численной оценки полученного уровня, используем метод конечного элемента. В заключении статьи излагаем численное решение возникших в практике задачи (неоднородная линия питания, слой неоднородности для исключения отражения).

Немет, А.—Цоттер, Ф.:

Структура хардвера электронных уатс типов EP32M и EP64M

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

Предприятие Техники Связи БХГ почти 30 лет занимается самостоятельной разработкой УАТС. В последнее время среди успешных изделий выпускаемых Предприятием БХГ, фигурируется и семейство УАТС типа EPEX. В данной статье продемонстрируем двух членов семейства маломощных новых станций, в первую очередь с точки зрения коммутации, подчеркивая нигде не изложенных еще результатов решения.

Аггод, Й.—Асталош, А.:

Проектирование 24-х битной последовательной схемы множения

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

Статья излагает проектированную на Предприятии Микроэлектроники последовательную схему сложения, которая в первую очередь используется для обработки цифровых сигналов. В первой части статьи автор излагает структуру и работу последовательных множителей. Вторая часть в связи с проектированием ячейкибиблиотека и системы проектирования интегральных схем на ЭВМ. В заключительной части демонстрирует несколько примеров по созданию схемы для обработки цифровых сигналов, создаваемой с использованием множителя.

Бихари, Д.:

Аппаратура передатчика УКВ мощностью 1 кВт

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 11.

Предприятие Техники Связи БХГ в 1986 г. изготовило опытные образцы полностью транзисторизованных УКВ передатчиков мощностью 1 кВт частотных диапазонов 66—74 МГц, т. е. 87,5—108 МГц. По этому случаю излагаем результаты по разработкам данной аппаратуры нового поколения.

* * *

Kesselyák, P.:

Diagnostik der fehlertoleranten Systeme. — Facherfahrungen der IX Internationalen Konferenz

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Der Artikel gibt ein Überblick von den als interessantesten betrachteten Vorträgen im Zusammenhang mit folgenden Themen: Testverfahren von integrierten Schaltungen und von Computersystemen, Erhöhung der Software-Zuverlässigkeit, Steigerung der Fehlertoleranz von Systemen und die Service-Organisation für die auf Basis von Mikroprozessoren funktionierenden Geräte

Dr. Bárony, P.:

Die Temperaturabhängigkeit der Erzeugungsresonatoren von Mikrostreifenleitungszirkulatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Bei der grossen Mehrheit der Zirkulatoren mit Mikrobandlinien kann man die Entwurfsarbeit auf die Planung der Erzeugungsresonatoren der Zirkulatoren fundamentieren. Dieser Artikel befasst sich mit der Rechnung der Suszeptanzstetigkeit und Temperaturabhängigkeit dieser Erzeugungsresonatoren, sowie mit der Rechnung der Suszeptanzstetigkeit und Temperaturabhängigkeit deren Resonanzfrequenzen. Die Ergebnisse dieser Rechnungen können zur Analyse und zur Stabilisierung der Temperaturabhängigkeit der Zirkulatoren verwendet werden.

Frau Ökrös, M.—Oprics, Gy.:

Öffentliche und Nichtöffentliche Funktelefonnetze im UKW Bereich

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Der Beitrag berichtet über die Ergebnisse der Forschungen im Gebiet der Herstellung eines UKW Funktelefonnetzes für das ganze Land, welches kann voll oder teilweise mit dem öffentlichen Telefonnetz (PSTN) verbindet werden oder kann unabhängig davon betätigt werden. Der Beitrag enthält Vorschläge zum Ausbau und Struktur eines Funktelefonnetzes mit Rücksicht auf die technischen Forderungen der Zusammenarbeit mit dem öffentlichen Telefonnetz (PSTN).

Petre, P.:

Wellenausbreitung in einem eindimensionalen inhomogenen Medium. Analysis mit dem Methode der Finite Elementen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

In diesem Artikel wurde die Ausbreitung von Planwellen in einem eindimensionalen inhomogenen Medium beliebiger veränderlicher Materialkonstante mit der Hilfe einer wirksamen numerischen Weise untersucht. Auf das Problem wurde eine Randwert-Aufgabe gestellt. Darauf wurde die gewogene residuum Formel verwendet. Die numerische Antwortung der bekommenen Gleichung wurde mit der Methode der Finiten Elementen gelöst. Am Ende des Artikels wurde manche numerische Lösung auf di der Praxis vorkommende Aufgaben (z. B. inhomogener Hochleiter, reflexionsfreie inhomogene Schicht) gegeben.

Németh, A.—Zotter, F.:

Hardware-Aufbau der elektronischen Nebenstellenanlagen EP 32 M und EP 64 M

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Die BHG Fernmeldetechnischen Werke durchführen seit nahezu 30 Jahren eine selbstständige Tätigkeit für die Entwicklung der Nebenstellenanlagen. Unter den erfolgreichen Erzeugnissen der letzten Zeit können wir die Nebenstellenfamilie EPEX erwähnen. In diesem Artikel, möchten wir die zwei neuen Mitglieder kleiner Kapazität dieser Familie bekanntmachen, und zwar in erster Reihe vom Standpunkt der Vermittlungstechnik, mit Hervorhebung der anderswo noch nicht veröffentlichten Lösungen.

Aggod, J.—Asztalos, A.:

Projektierung eines Multiplizier-Reihenschaltkreises mit 24 Bit Kapazität

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Der Artikel berichtet über den, im Mikroelektronischen Unternehmen projektierten Multiplizier-Reihenschaltkreis, der in erster Linie zur digitalen Signalbearbeitung verwendbar ist. Der erste Teil des Artikels beschäftigt sich mit dem Aufbau und mit der Funktion der Reihen-multiplizierer. Der zweite Teil gibt uns im Rahmen der Projektierung des Chips, einen Einblick in die Möglichkeiten der Projektiermethode mit Zellenbibliothek, sowie in die Möglichkeiten des rechnergestützten IC-Projektiersystems. Zuletzt werden einige Beispiele über die mit Multiplizierschaltkreisen aufbaubaren signalbearbeitenden digitalen Schaltkreise gegeben.

Bihari, Gy.:

1 Kw UKW-Sendeanlage

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 11.

Die BHG Fernmeldetechnische Werke haben im Jahre 1986 die Prototypen der rein mit Halbleitern ausgerüsteten 1 Kw UKW-Sendeanlagen im Frequenzband von 66—74 MHz, bzw 87,5—108 MHz hergestellt. Diesbezüglich möchten wir in diesem Artikel über die Entwicklungsergebnisse dieser Anlagen neuer Generation einen Bericht erstatten.

Kesselyák, P.:

Professional Experiences of the International Conference on — Fault Tolerant Systems and Diagnostics

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

The article gives an overview of the not interesting lectures in connection with the test processes of the integrated circuits and computer systems, the increase of the software reliability, the enhancement of the fault tolerant ability of the systems and the servicing of the equipments based on microprocessors.

Dr. Bársony, P.:

Temperature Dependence of Constituent Resonator of MIC circulators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

For the majority of MIC circulators the design work can be based on the design of the constituent resonator of the circulators. This paper deals with the calculation of the temperature dependence of the susceptance slope parameter and the resonant frequencies of the constituent networks. The results can be used for analysing the temperature dependence of MIC circulators, and for stabilization.

Mrs. Ökrös, M.—Oprics, Gy.:

National Public and Dispatcher VHF/UHF Radiotelephone Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

In our paper postal studies are described concerning the establishment of national VHF/UHF radiotelephone networks. The systems can be

partially or fully connected to the public switched telephone network (PSTN) or can be separated from it. Further on our specification suggestions are introduced regarding network establishing with special respect to technical requirements of the connection to the PSTN.

Petre, P.:

Wave Propagation in One-Dimensional Inhomogeneous Medium Analysis with Finite Element Method

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

In this article the propagation of plane-waves in a one-dimensional inhomogeneous medium with arbitrarily varying material constant is examined by the finite element method. After formulating the boundary value problem the weighted residual method is applied and the resulting equation is solved numerically using the finite element method. At the end of the article some practical example (nonuniform coaxial line, inhomogeneous wave absorber) are worked out and their results are presented in forms of graphs.

Németh, A.—Zotter, F.:

Hardware Configuration of Electronic PABX Types EP32M and EP64M

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

BHG Telecommunication Works have practised independent PABX development activity for nearly thirty years. The EPEX family should be mentioned among the successful products of the late period. Two new small capacity members of the family are introduced, first of all from switching point of view, in this article which emphasizes the up to now not published solutions.

Aggod, J.—Asztalos, A.:

Planning of 24-bit serial Multiplier Circuit

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

Serial multiplier circuit developed in MEV is introduced in this article, which can be applied for digital signalprocessing principally. First part of the article deals with the structure and operation of the serial multipliers. The second part — in connection with the planning of the chip — give an opportunity for examining the possibilities of the cell-library planning method and of the computer aided IC planning-system. Finally some examples are introduced of the digital signal-processing circuits to be realized by this multiplier.

Bihari, Gy.:

1 kw VHF FM Transmitter

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 11.

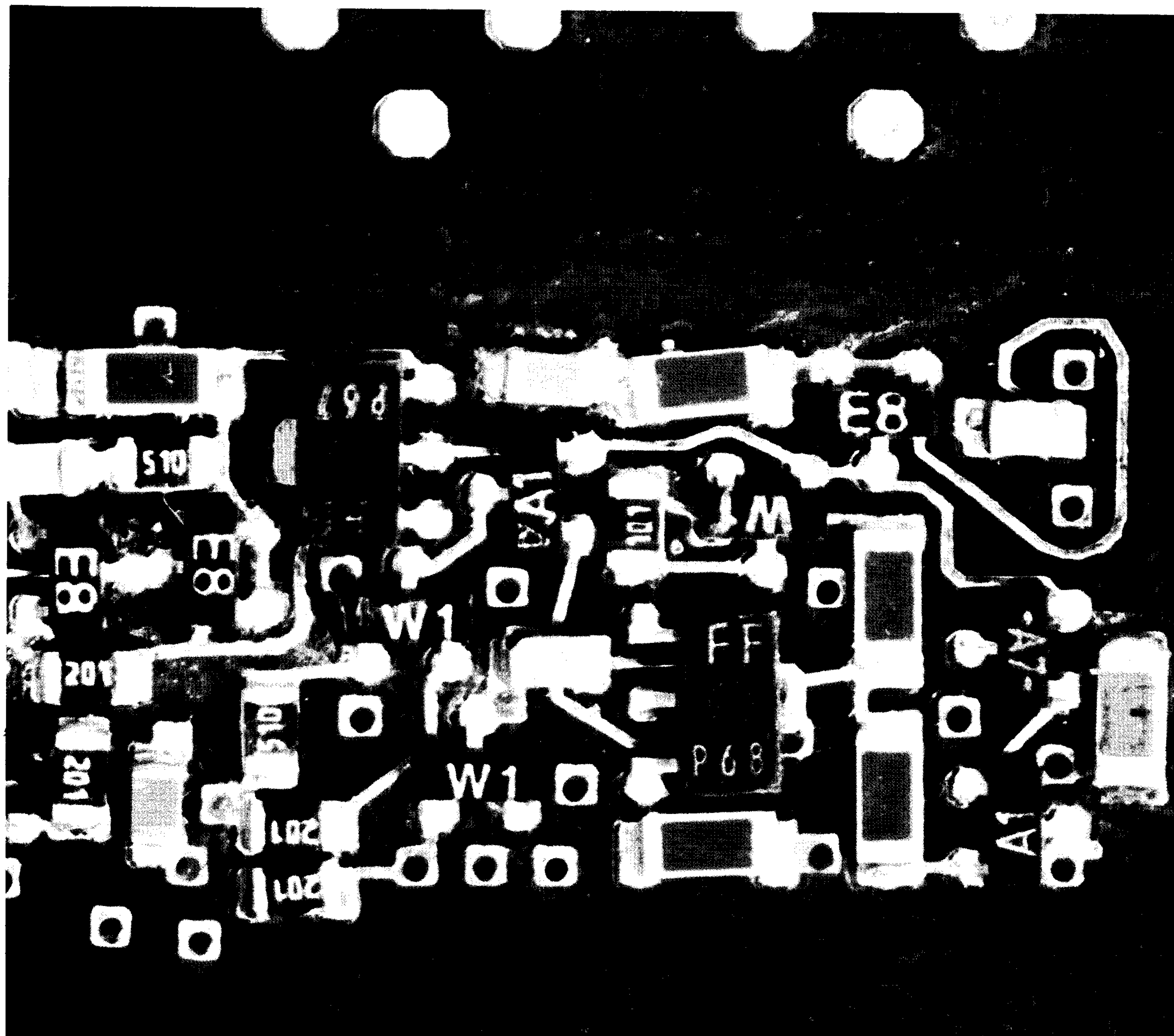
Prototypes of the 1 kw VHF FM 66—74 MHz or the 87,5—108 MHz, resp., transmitters made of semiconductors were produced by BHG Telecommunication Works in 1986. On this occasion an account is rendered of our development results in connection with the new-generation equipment.

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 Gyárgeység, Felelős vezető: Horváth ÓJzsefné dr. 87 2436.

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375



**SÚLY, TÉRFOGAT, ANYAG, ÉLŐMUNKA
MEGTAKARÍTÁSÁNAK KULCSA:
FELÜLETSZERELÉSI TECHNOLOGIA
AKTÍV, PASSZÍV SM ALKATRÉSZEK,
BERENDEZÉSEK, NYÁK- TECHNOLOGIA
A MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALATTÓL**

A MODERN IPAR ÉPÍTŐELEMEI:

A MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALAT HIBRID ÁRAMKÖREI

MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

1325 Budapest, I/2. HÖB 61. 92.

