



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA**

**XXXV. évfolyam
B U D A P E S T**

1984

9

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXV. évfolyam 1984. 9. szám

BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXX. évfolyam 1984. 9. szám

MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

II. évfolyam 1984. 9. szám

Felelős szerkesztő:
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANGYAL LÁSZLÓ
MÉREY IMRÉNÉ
SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné
Dr. Flesch István
Forintos György
Gál Ferenc

BHG

Rovatvezető: Angyal László
Tudományos szerkesztő: Dr. Frajka Béla
Bernhardt Richard, dr. Eisler Péter,
dr. Gosztony Géza, dr. Kerpán István, Klug
Miklós, Laczkó Endre, Tölgyesi László

MEV

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

ORION

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

REMIX

Rovatvezető: Rippel Géza
Tudományos szerkesztő: Dr. Kormány Teréz
Bodnár László, Kovács Gyula, Mészáros
Sándor, Molnár László

TKI

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

TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál
Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza
Baján Tibor, Benedek Elek, Halmi Gábor,
Hutter Mihály

*

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

ROVATOK

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

ROVATGAZDÁK

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

ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV
BME KONKAKTA
BRG KŐPORC
EMO KFKI
El. szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

KÖVESKUTI LAJOS:

Megemlékezés 385
Szemle 386, 390, 420

DR. TÓFALVI GYULA:

Úgy gondolom 387

IKLÓDY GÁBOR:

Az EMO alkatrész-forgalmazási feladatai az EKFP időszakában 391
Hibrid klub a TKI-ban 394

DR. GYULAI JÓZSEF:

Mikroelektronikai kutatás-fejlesztés 395

DR. BALOGH BÉLÁNÉ – GERGELY ISTVÁN – MÉHN MÁRTON:

A Lina – 1 jelzésű félkész áramkör felépítése és alkalmazása 400

DÁVID BÉLA – ERDÉLYI JÁNOS:

CMOS kapumátrix áramkörök alkalmazása a készülékfejlesztésben 405

DR. SZÉP IVÁN:

Galliumarzenid eszközök hazai kutatása-fejlesztése 409

REMIX:

Fémezett poliészter kondenzátorok ajánlott termékválasztéka '84 414

DR. TARNAY KÁLMÁN:

A mikroelektronikai tervezők képzésének néhány kérdése 418

PATAKI BÉLA:

Szigetelő alapú integrált áramkörök ellenállásainak lézeres érték-
beállítása 421

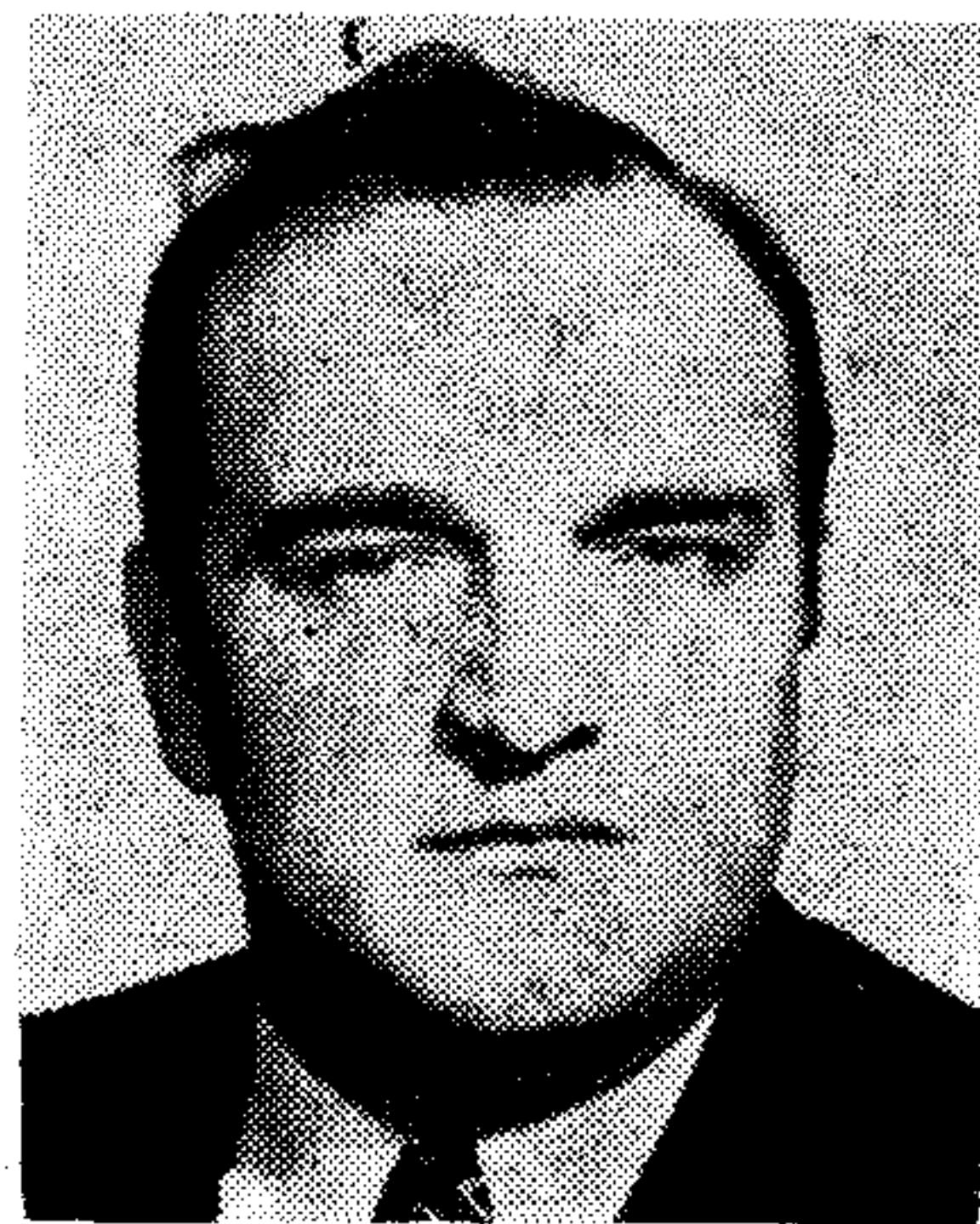
DR. MARKÓ SZILÁRD:

Cirkulátorok alkalmazási kérdései 426

Tartalmi összefoglalások 430

(A témában beérkezett további cikkeket a HÍRADÁSTECHNIKA f. évi
októberi számában közöljük.)

MEGEMLEKEZÉS



Kedves Barátaim! Most, amikor elektronikai iparunk történetének, egyik kiemelkedő eseményére, a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1974. évi, pécsi alkatrész-konferenciájára emlékezünk, foglalkoztat a gondolat: *Mennyi is tíz esztendő? Sok? Kevés?* Saját életem tapasztalatából tudom, hogy tíz esztendő az alkotó embernek, nagyon kevés. És azt is, hogy a tétlennek végtelen sok. Egy kedves barátom gondolata idéződik bennem, aki az ember és idő viszonyát így jellemezte:

Tetteimmel és eredményeimmel mérem időm. Akkor nem ér csalódás. Akkor nem hiszem, hogy tíz év sok és azt sem, hogy kevés. Nekem pontosan annyi, amennyit végzett munkám és eredményem mutat.

Éppen tíz esztendeje, hogy 1974-ben, a Híradástechnikai Tudományos Egyesület pécsi alkatrész-konferenciáján, a szakemberek úgy határoztak, hogy a

„MAGYAR ELEKTRONIKAI IPAR FEJLŐDÉSI PROBLÉMÁI”-t

az illetékes állami szervek elé terjesztik, ugyanakkor az előterjesztést megküldik az állami szervek útján, a felsőbb pártvezetésnek is. Ez a döntés azért vált szükségessé, mert az előző évek tapasztalatai már mutatták, hogy ebben, az egész társadalmi-gazdasági életünket érintő kérdésben, érdemi előrelépés akkor, és csak akkor lehetséges, ha az illetékes pártvezetés egyetértésével találkozunk.

A cél az volt, hogy 1976-tól, az V. ötéves tervidőszak kezdetétől, megindulhasson elektronikai iparunk kiemelt fejlesztése.

Ezt a társadalmi előterjesztést, mi, elektronikai szakemberek, magunk között, jövőnk programjának neveztük.

Úgy érzem, hogy az első program megítélésében tárgyilagos vagyok, miután egyrészt nem voltam tagja a megfogalmazó csoportnak, másrészt az előterjesztés olyan témáról szólt, amely szakemberi-mérnöki életem lényegét jelenti: az elektronikáról.

Tíz év távlatából is elismeréssel és tisztelettel gondolok az első program megfogalmazóinak tisztánlátására, szakértelmére, alkotókészségére, átfogó szemléletére.

Tisztánlátásukat és szakértelmüket bizonyítja, ahogy felismerték a jövőt, ahogy a 70-es évek elején megítélték a következő évtized fejlődésének fő irányait, ahogy néhány mozaik elemből — a hiányzó részek ellenére is — összeállították az egész jellemzőit.

Alkotókészségüket és emberi tisztességüket bizonyítja többek között az is, hogy közülük nem egy, olyan jövőért emelt szót, amelynek részesei már nem lehetnek.

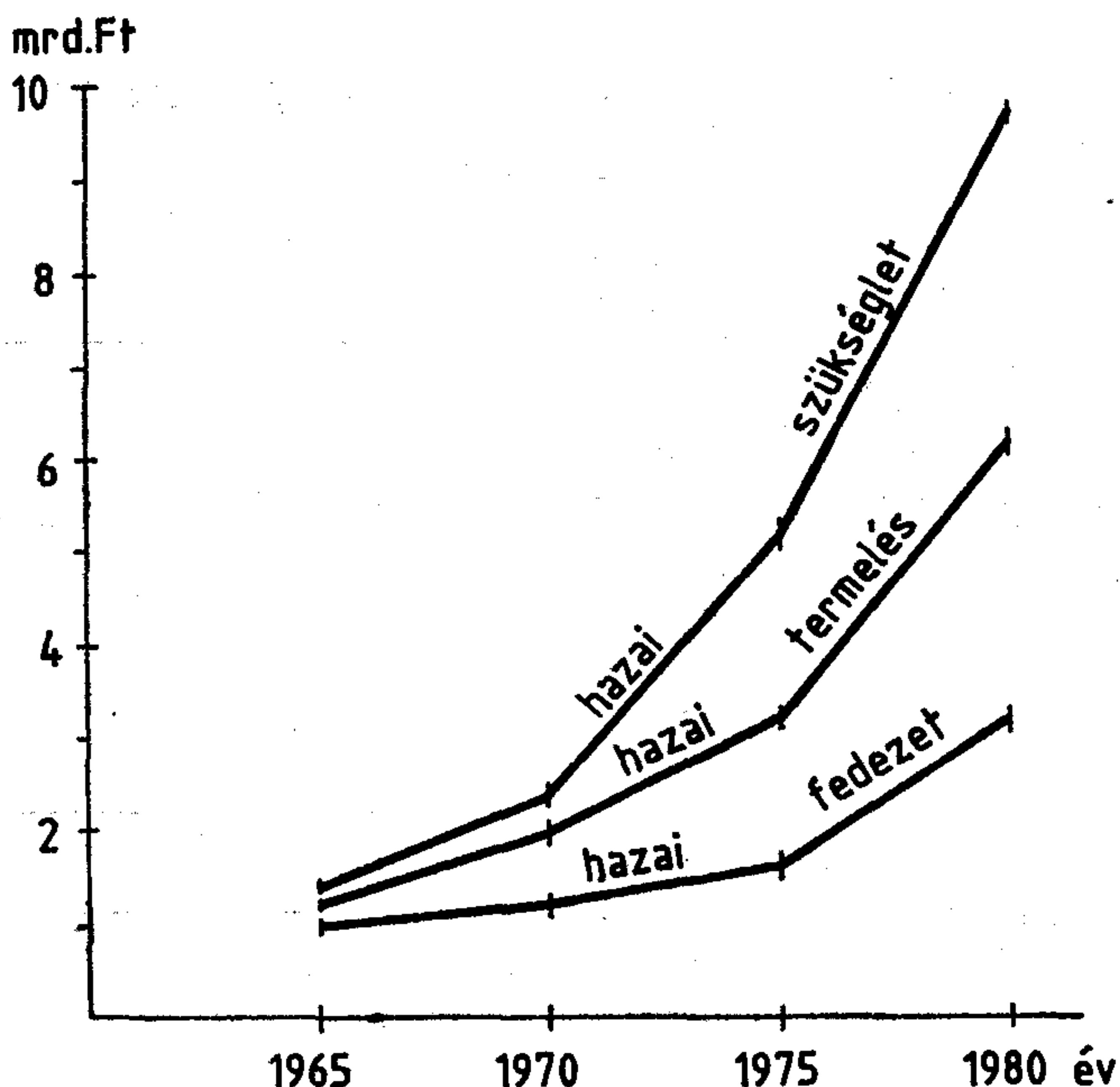
Átfogó szemléletüket bizonyítja, hogy nem süllyedtek el a parciúmok útvesztőiben. Gondolatvilágukban végig, az egész uralkodott. Nem elektronikai iparunk egyes részeinek kérdése izgatta őket, hanem az egész, sőt annak társadalmi és gazdasági kihatásai is. Gondolataik végig elektronikai iparunkról szólnak, és elektronikai alkatrésziparunkat is,

mint az egész részét vizsgálták.

Úgy érzem, hogy az első programmal kapcsolatos megemlékezés idején, megérdemelt tiszteletet adunk, ha a megfogalmazókról, nevükkel együtt emlékezünk.

A program megszületéséhez szükséges alapot a Híradástechnikai Tudományos Egyesület évtizedek óta tartó, következetes munkája adta, amelyet az elektronizációért, elektronikai iparunkért és azon belül elektronikai alkatrésziparunkért folytat. Ennek nyomán az első program alkotóinak kell tekintenünk mindazokat, akik a HTE 1974. évi, pécsi alkatrész-konferenciáján részt vettek és segítettek azon atmoszféra kialakításában, amelyben a program gondolata megszülethetett.

A program megfogalmazói és előterjesztői a következők voltak:



1. ábra. Az első program legfigyelmesebb diagramja az elektronikai alkatrészellátás helyzetéről

Komporday Aurél, a HTE akkori elnöke, az előterjesztést megfogalmazó csoport vezetője;
 a programot megfogalmazó csoport tagjai:
 Bráda Ferenc, a HTE Alapanyag- és Alkatrész szakosztály vezetője;
 Csuha Sándor, a HIKI igazgatóhelyettese;
 Göblös János, a REMIX gyár főmérnöke.

Tíz év! Sok? Kevés?

Komporday és Csuha elvtársak már átadták helyüket. Nyugdíjban emlékeznek ezekre a napokra. Bráda és Göblös elvtársak még ma is közöttünk dolgoznak. Igaz, ők is egy kicsit már úgy emlékeznek ezekre a napokra, mint fehérhajú korában az ember, az első szerelemre.

Nem mindennapi tíz év van mögöttünk azóta. Elérkezett az idő, mely mérlegre kötelez bennünket.

Mennyit valósítottunk meg elképzeléseinkből? Mennyi terheléssel bírtunk? Tetteinkben és eredményeinkben megmérve önmagunk, *mennyi is a mi tíz évünk?*

Ehhez a mérleghez kívánok jó munkát, mostani, 1984. évi alkatrész konferenciánknak.

Befejezésül, szeretnék köszönetet mondani folyóiratunk szerkesztő bizottságának, hogy az 1974. évi, pécsi alkatrész-konferencia tízéves évfordulóján, alkatrész célszámok megjelentetésével is tiszteletet adnak Egyesületünk azon évtizedes, céltudatos munkájának, amelyet elektronikai alkatrésziparunk kiemelt fejlesztése érdekében végzett.

Köveskúti Lajos,
 a HTE elnöke

Szemle

Összeállította: GÁL FERENC

A legnagyobb hazai híradástechnikai vállalatok által létrehozott BUDAVOX Külkereskedelmi Rt. már 28 éve exportál magyar professzionális híradástechnikai berendezéseket a Szovjetunióba. A Szovjetunióban üzemelő számos magyar berendezés műszaki kiszolgálásának további javítása érdekében 1983-ban a BUDAVOX Moszkvában 1000 négyzetméter alapterületű műszaki központot hozott létre. A korszerű műszerekkel felszerelt központ egyrészt a garanciális és garancia utáni szerviz bázisa, másrészt, itt történik az eladott berendezések kezelőszemélyzetének kiképzése, oktatása is.

(Budavox sajtótájékoztató)

Az International Resource Development Inc. cég „Otthoni híradástechnika Európában” című piactanulmánya szerint igen ígéretes a kábeltelevízió és egyéb otthoni híradástechnikai eszközök (telefon, válaszoló berendezések stb.) piaca.

A nyugat-európai kábeltelevízió-piac várható növekedése

Ország	Kábel tv-hálózatra kapcsolt háztartások száma (millió)				Átlagos évi növekedés (%)	
	1982	1984	1987	1992	1982—87	1987—92
NSZK	9,5	10,0	11,4	12,9	4	3
Nagy-Britannia	2,4	5,2	9,5	11,7	32	4
Franciaország	0,5	1,5	3,1	5,7	44	13
Hollandia	2,9	3,5	4,3	5,2	8	4
Belgium	1,7	1,9	2,2	2,8	5	5
Finnország	0,1	0,3	0,5	0,9	38	12
Írország	0,2	0,2	0,3	0,4	8	6
Luxemburg	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—
Egyéb	1,0	1,4	1,6	2,0	10	5
Összesen:	18,4	24,1	33,0	41,7	12	5

(News from IRD, 1983. január)

Diszkrét félvezetők világtermelése millió USA dollárban

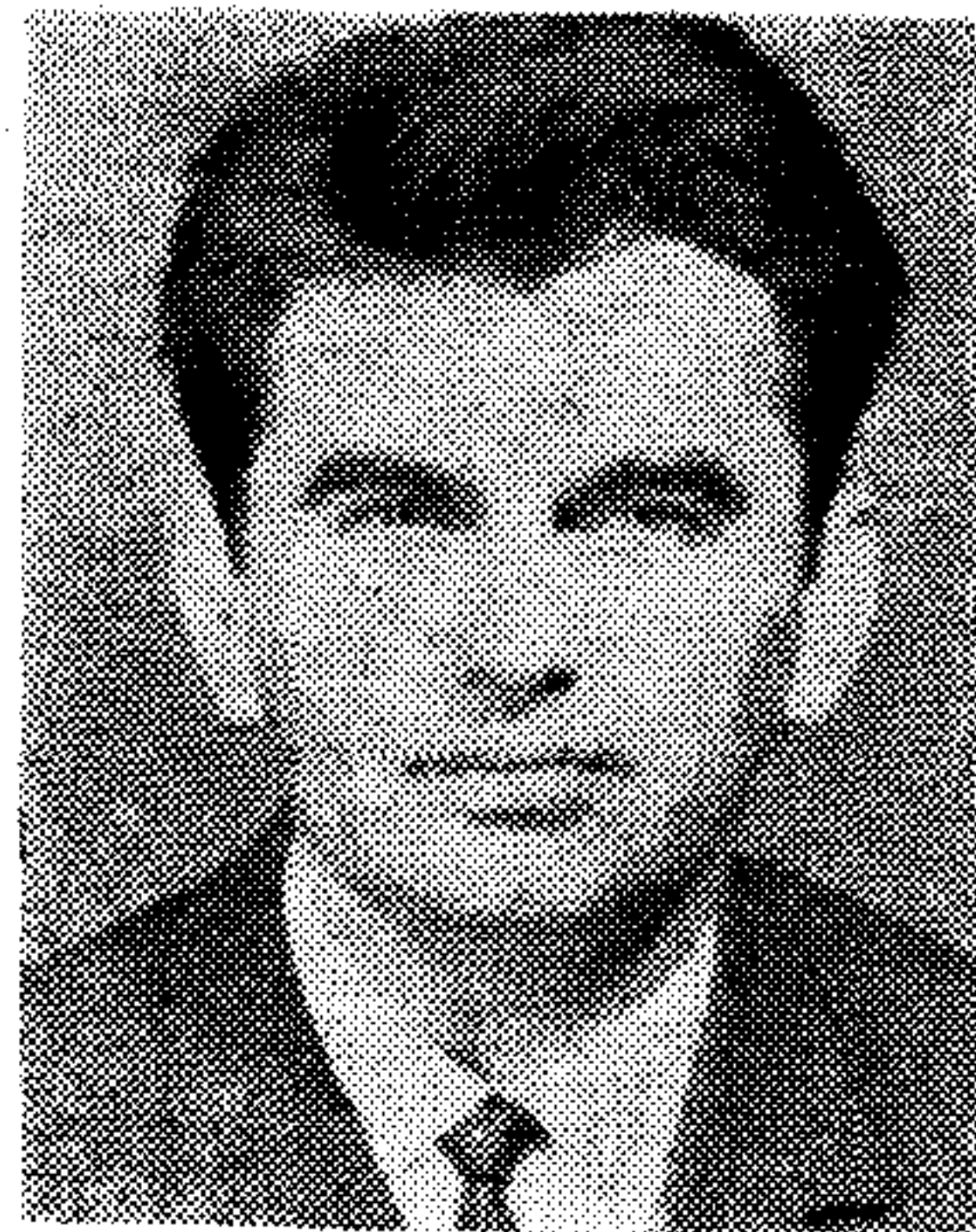
1982. évi sorrend	Gyártó cég	1981	1982	1983
1.	Motorola	485	490	575
2.	NEC	290	305	325
3.	Toshiba	275	285	310
4.	Hitachi	270	280	300
5.	Philips	245	220	220
6.	Matsushita	170	180	195
7.	TI	285	175	160
8.	Siemens	170	155	150
9.	Mitsubishi	115	125	135
10.	Thomson—CSF	125	120	120
		2430	2335	2490
	Egyéb cégek	2050	1960	2040
	Összesen	4480	4295	4530

Európai integrált áramkört szállító cégek forgalmának alakulása millió USA dollárban (a Signetics cég termelése nincs figyelembe véve):

Cég	1981	1982	1983
Philips	230	230	250
Siemens	190	180	185
SGS—Ates	110	125	145
ITT	70	65	70
Plessey	45	55	60
AEG—Telefunken	40	40	45
Thomson—CSF	30	30	35
Egyéb cégek	75	65	65
Összesen:	790	790	855

(Technische Rundschau)

(Folytatás a 390. oldalon)



Úgy gondolom, hogy Egyesületünk több évtizedes, következetes munkája, amelyet az elektronikai kultúra elterjedéséért, a hazai elektronikai iparért és azon belül elektronikai alkatrésziparunk kiemelt fejlesztéséért kifejtett, joggal nyerte el mind a szakemberek, mind az országos vezetők elismerését, tiszteletét.

Ha csak azt vizsgáljuk, mit tett Egyesületünk a hazai elektronikai alkatrésziparért, akkor első helyen az évtizedek óta, rendszeresen megtartott alkatrész-konferenciákra és -szemináriumokra utalok. Ebben is kiemelkedő helyet foglal el, az utolsó évtizedben végzett munka, melynek leghűbb, legpontosabb bemutatása az lehet, ha felidézzük ezen országos alkatrész-konferenciák, -szemináriumok egyes koncepcióit, megállapításait, eredményeit, javaslatait, határozatait, az 1974. évi pécsi alkatrész-konferenciától, napjainkig.

Először vegyük sorra az egyes állomásokat: 1974. Pécs; 1975. Szeged; 1977. Székesfehérvár; 1978. Kecskemét; 1979. Szombathely; 1980. Győr; 1981. Siófok; 1982. Kecskemét; 1983. Debrecen.

Részletek az *Előterjesztés*ből: (1974–75)

- a fejlődés ütemét célszerű lenne a következő időszakban is legalább változatlan szinten tartani, mivel az elektronika, a népgazdaság minden ágazatának továbbfejlődését is meghatározza;
- míg 1965-ben a beépített alkatrészek 77%-a hazai termék volt és csak 23% az import, addig 1970-ben ez az arány 50–50%-nak adódott. 1975-re 32% hazai ellátás mellett, az import 68%-ra nő. Egyes korszerű alkatrészek iránt megnyilvánuló keresletnövekedés pedig, még a legmerészebb tervezést is felülmúlta;
- az elektronikai alkatrészek többségének gazdaságos termelése a nagy sorozatgyártást kívánja, néha többszörösen meghaladva a hazai szükségleteket. A gazdaságos gyártás érdekében ezen többletermelés kielégítő áron exportra kerül és ilyen mértékben fedezi az importot;
- a túlzott nyereségelvönés következtében nem marad a vállalatoknál a szinttartást érdemileg meghaladó fejlesztési eszköz. Más forrásból nincs kielégítő visszatáplálás arra, hogy a forradalmian új alkatrészek gyártását meghonosítsák. Ha az új alkatrészek ésszerű választékát nem vesszük hazai gyártásba, nem lesz mit felajánlani a nemzetközi együttműködés során, árucseréként. Elektronikai iparunk így nemcsak a nemzetközi szintről szorul ki, hanem

minden műszaki haladásból is kizáródik. Az egész népgazdaságnak kulcskérdése az elektronikai ipar és alkatrésziparjának fejlődése;

- a környező szocialista országok kormányzatai felismerték (és a kapitalista országok kormányzatainál régen elfogadott gyakorlat), hogy tudomásul kell venni: nemcsak az elektronikai alkatrészipar, hanem az egész elektronikai ipar termelésének haszna, technikai korszerűségét meghatározó hatása, jelentős részben, a népgazdaság más ágazataiban realizálódik és az elektronikai ipar növekedésének kiemelkedő ütemét — világszerte — más nemzetgazdasági ágazatokból történő tőkeátcsoportosítással is biztosítani kell;
- a környező szocialista országok, beleértve a Szovjetuniót is, nincsenek és nem is lesznek abban a helyzetben, hogy a legkorszerűbb alkatrészekből (amelyekből ők is importra szorulnak) a mi iparunkat kisegítsék. Fentiekből az következik, hogy az idő függvényében kinyíló alkatrészellátási olló, elsősorban a tőkés alkatrész-import túrheterlen növekedését fogja jelenteni és ezzel a magyar ipart a tőkés piac mindenkorai változásainak megengedhetetlenül kiszolgáltatja. Túlzás nélkül kell arra a tényre is felhívni a figyelmet, hogy a fenti helyzet a népgazdaság minden ágát igen kényesen fogja érinteni;
- a magyar népgazdaság érdekeit az szolgálja, ha az évtizedek óta hirdetett, de az elektronikában végre nem hajtott komplex fejlesztést tűzzük ki célul abból a megfontolásból, hogy ez az ipar viszonylag kevés alapanyagból, egyre növekvő szellemi befektetéssel, jelentős népgazdasági eredményt produkál, nemcsak saját alágazatában, hanem a nemzetgazdaság minden területén. Ezért 10 éves komplex rekonstrukciós és fejlesztési programot kell végrehajtani az V. ötéves tervtől azzal a céllal, hogy a magyar elektronikai ipar, a 80-as évek népgazdasági elektronikai szükségleteit magasabb szinten tudja kielégíteni, valamint alkalmas és képes legyen a legkorszerűbb megoldásokkal részt venni a nemzetközi munkamegosztásban.

Részletek az 1974. évi pécsi konferencia megállapításaiból és határozataiból:

- a konferencia határozott iparfejlesztési koncepció kialakítását tartja szükségesnek, az alkat-

részellátás jövőbeni stabilizálására, illetve helyes arányainak kialakítására;

- a konferencia szükségesnek tartja a fejlesztési munkák mielőbbi hatékony befejezésének és a korszerű alkatrészek gyártásbevezetésének biztosítását;
- a konferencia javasolja az illetékeseknek, fontolják meg:
 - az alkatrészipar megfelelő kormányprogram szerinti fejlesztését, a túrhetetlenül növekvő import ellensúlyozására;
 - az állami nyereségelvonási rendszer revízióját az alkatrésziparban, illetve az állami támogatás (vagy hitel) jelentős növelését;
- a konferencia szükségesnek tartja az elektronikai alkatrészipar alapanyagellátási problémáinak rendezését (pl. finom fémárak, kerámiák és vegyipari termékek).

Részletek az 1975. évi szegedi konferencia megállapításaiból, javaslataiból és határozataiból:

- a konferencia egyetértőleg tudomásul vette az 1974. évi pécsi alkatrész-konferencia határozata nyomán elkészített társadalmi előterjesztést, amely a magyar elektronikai ipar fejlődési problémáiból kiindulva, a magyar alkatrészipar helyzetét tárta fel az illetékes párt- és társadalmi fórumok előtt;
- a konferencia felkéri a HTE vezetőségét, hogy szükség esetén, nyújtson további társadalmi segítséget az illetékes párt- és gazdasági fórumoknak egy megfelelő döntés előkészítéséhez. Ehhez a munkához a konferencia a maga részéről annak ismételt kihangsúlyozásával kíván hozzájárulni, hogy a magyar elektronikai ipar — és ezen belül az alkatrészipar — teljes rekonstrukciójának igénye túl nő egyetlen tárca keretein és azt mindenképpen az egész népgazdaság érdekeit figyelembe véve kell eldönteni;
- a konferencián elhangzott elemző előadások és viták feltárták mindazon ellentmondásokat, amelyekkel ma a hazai készülék- és berendezésgyártó, valamint alkatrészipar küzd. Világosan kifejezésre jutott, hogy az elmúlt évek liberálisabb alkatrész importja sem oldotta meg a magyar elektronikai berendezésgyártó ipar korszerűségi problémáit, tehát az egész alágazat ellentmondásai messze mélyebbek, sem mint, hogy csupán az alkatrészellátás kérdéseire lehetne a problémát leegyszerűsíteni;
- szükséges, hogy a berendezésgyártó ipar és annak konstruktőrei a jövőben nagyobb figyelmet fordítsanak a berendezés- és rendszerorientált áramkörök alkalmazására, amelyek előnyösen illeszkednek a magyar ipar kis- és közepes sorozataihoz;
- párhuzamosan kell megvizsgálni az igen nagy nyugati alapanyag import hazai, illetve KGST relációra történő terelésének biztonságos lehetőségét.

Részletek az 1977. évi székesfehérvári konferencia megállapításaiból, javaslataiból, határozataiból:

- a konferencia változatlanul elsőrendű feladat-

nak ítéli elektronikai alkatrésziparunk átfogó rekonstrukcióját, ezen belül:

- a kiépítés alatt levő aktív alkatrész-bázis továbbfejlesztését;
 - a passzív alkatrészipar és az elektromechanikai alkatrészgyártás továbbfejlesztésének fokozását;
- a konferencia fontosnak tartja, hogy elkészüljön elektronikai iparunk átfogó, hosszú távú, évenként aktualizálható, szelektív nyilvánosságú, 15 éves fejlesztési terve;
 - a konferencia kihangsúlyozza, hogy tovább kell fejleszteni az elektronikai alkatrészipar szervezettségét, szervezeti rendjét, az egész elektronikai ipar szervezettségének rendszerszemléletében;
 - az ipari bázisok kiépítésével és átfogó, egységesítő koncepció kidolgozásával elő kell segíteni az egész elektronikai ipar, ezen belül az alkatrészipar hatékonyságának fokozását.

Részletek az 1978. évi kecskeméti konferencia megállapításaiból, javaslataiból, határozataiból:

- a hazai elektronikai alkatrészipari helyzet lényegében nem változott, az alkatrészipar fejlesztésének szükségessége változatlanul fennáll, sőt a gyors intézkedések igénye ma még idősebb. Ezért örömmel vette tudomásul, hogy az elektronikai ipar és azon belül az alkatrészipar 1990-ig szóló fejlesztési koncepciója elkészült és az még ebben az évben felsőszintű döntésre kerül. Ezzel kapcsolatosan a konferencia szükségesnek tartja kihangsúlyozni, hogy a döntésnek ebben az évben való meghozatala már elengedhetetlenül fontos;
- elektronikai alkatrésziparunkban a VI. és VII. ötéves tervidőszakban egyenletesen, szelektív módon, átfogó technológiai rekonstrukciót kell végrehajtani. Figyelembe véve alkatrésziparunk népgazdasági jelentőségét és jelenlegi elmaradottságát, javasoljuk, hogy annak fejlesztését minden környezeti körülmények között, kiemelten, késleltetés nélkül kell végrehajtani;
- fejleszteni kell a nemzetközi munkamegosztásban való hatékony részvételt;
- azokban az alkatrész-kultúrákban, ahol a termelési nagyságrend már gazdaságos alapot nyújt, fokozatosan meg kell oldani az alapanyag, félkésztermék és a főbb termelőeszközök gyártását is;
- a technológiai rekonstrukciót olyan ipari szervezetben kell végrehajtani, amely a teljes termelési folyamaton belül érdekazonosságot teremt, erő- és eszközorientációra épül, továbbá kölcsönös előnyöket szolgáló kapcsolatot valósít meg az alkatrész- és berendezésgyártó között;
- szoros kapcsolatot kell fenntartani a felsőoktatási intézményekkel és a szakmunkásképzéssel;
- határozott lépéseket kell tenni az elektronikai iparban az ésszerű, a termelési biztonságot és a gazdasági hatékonyságot fokozó egységesítés érdekében.

Részletek az 1979. évi szombathelyi konferencia megállapításaiból, javaslataiból és határozataiból:

- A konferencia örömmel vette tudomásul az illetékes állami szervek döntését, amelynek alapján megkezdődött az alkatrészipar rekonstrukciójának tervezése;
- a konferencia
 - egyhangúan támogatja az elektronikai ipar hosszú távú koncepciójában megfogalmazott alkatrészipari fejlesztési célkitűzéseket és fő irányokat;
 - kéri az országos vezető szerveket, hogy az alkatrészipar gyors ütemű fejlesztésének 1980-ban történő előkészítését és 1981. évi megkezdését gyors döntéssel tegyék lehetővé;
 - szükségesnek tartja és ezért javasolja, hogy a VI. ötéves tervidőszakra tervezett alkatrészipari fejlesztési célok, az ország nehezebb gazdasági viszonyai között is maradéktalanul valósuljanak meg;
- a konferencia kéri a KGM-et és az OMFB-t, nyújtson segítséget annak érdekében, hogy a műszaki fejlődés az elektronikában ne szenvedjen további kényszerű lelassulást;
- szükségesnek tartja, hogy minden elektronikai ipari berendezés és alkatrészgyártó vállalat szoros, célratörő együttműködést folytasson egymással és kölcsönösen támogató magatartást tanúsítson azoknak a közös ipari céloknak eléréséhez, amelyek vállalatonként differenciált módon, de végső fokon az egész elektronikai ipar hatékonyságának növelését szolgálják;
- fontosnak ítéli, hogy a vállalatok segítsék elő az Elektronikai Központi Fejlesztési Program megalapozott kidolgozását.

Részletek az 1980. évi győri konferencia megállapításaiból, javaslataiból és határozataiból:

- mint azt éveken keresztül a konferenciák határozataiban szorgalmaztuk, most is nyomatékosan fontosnak ítéljük az Elektronikai Központi Fejlesztési Program elfogadását és a megvalósításhoz, határozott intézkedések mielőbbi megtételét;
- szükségesnek tartjuk, hogy minden elektronikai ipari berendezést és alkatrészt gyártó vállalat szoros, célratörő együttműködést folytasson egymással és kölcsönösen támogató magatartást tanúsítson azoknak a közös ipari céloknak eléréséhez, amelyek vállalatonként differenciált módon, de végső fokon az egész elektronikai ipar hatékonyságának növelését szolgálják.

Részletek az 1981. évi siófoki konferencia megállapításaiból és határozataiból:

- mint azt éveken keresztül a konferenciák határozatai szorgalmazták, most is nyomatékosan fontosnak ítéljük az Elektronikai Központi Fejlesztési Program elfogadását és a megvalósításhoz, a határozott intézkedések mielőbbi megtételét, kihangsúlyozva, hogy a döntésnek ebben az évben való meghozatala már elengedhetetlenül fontos;

- szükségesnek tartjuk, hogy a programon belül a „mikroelektronika” fejlesztése népgazdasági jelentőségének megfelelő szintű preferenciában részesüljön;
- javasoljuk az erő- és eszközkoncentrációt a célkitűzések eredményes megvalósítása érdekében egyértelműen végrehajtani;
- a hibrid integrált áramkörök, passzív alkatrészek, elektromechanikus alkatrészek és egységesített elemek gyártásához szükséges termelési kapacitás bővítéséhez gondoskodni kell a beruházási és forgóeszköz bővítési alap fedezéséről;
- javasoljuk, hogy nem adminisztratív, hanem műszaki, gazdasági és kereskedelmi eszközökkel kell elősegíteni a katalógus áramkörök egységesítését.

Részletek az 1982. évi kecskeméti konferencia megállapításaiból, javaslataiból és határozataiból:

- a szemináriumok határozataiban is éveken keresztül szorgalmazott Elektronikai Központi Fejlesztési Program, 1981. decemberében kormányhatározatban nyert elfogadást. Ezzel elkezdődhetett a program megvalósításának időszaka;
- a berendezések tervezésénél elő kell segíteni a gazdaságosan előállítható berendezésorientált áramkörök gyakorlati alkalmazását;
- a passzív alkatrészek, hibrid integrált áramkörök, elektromechanikus alkatrészek, szerelvények területén a hitelpolitika ésszerű alkalmazásával és rugalmas formálásával elő kell segíteni az ipar rekonstrukcióját és a struktúraváltás megvalósításának pénzügyi alapjait;
- az elektronikai berendezésgyártók megfelelő ellátása, a belföldi és import források kedvező arányának kialakítása érdekében — az EKFP célkitűzéseivel összhangban — a kereskedelmi választékjegyzékek felhasználói véleményezésének figyelembevételével, ki kell alakítani az optimális, egységes alkatrészválasztékot.

Részletek az 1983. évi debreceni konferencia megállapításaiból, javaslataiból és határozataiból:

- a mikroelektronika területén eredményes előrehaladás történt a tervezett feladatok teljesítésében. A MOS technológia telepítése, a tervezés és maszkgyártás fejlesztése, a tervezettnek megfelelően halad. A kutatás-fejlesztés, a bipoláris technológia területén előirányzott feladatok megoldása a külső nehézségek miatt, nem halad a tervezett szerint;
- a nem mikroelektronikai alkatrészek területén sikerült ugyan megvalósítani a fólia-, réteg-, elektrolitkondenzátorok, stronciumferritek, fémréteggellenállások fejlesztési feladatait, de domináns tökéletes import alkatrészek hazai fejlesztésének munkálatait nem lehetett beindítani (elektromechanikus alkatrészek, kerámia alkatrészek és formatestek). Biztató előrelépés történt a hibrid integrált áramkörgyártás megvalósítása érdekében, de itt is szükséges a végrehajtás meggyorsítása;

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

Úgy gondolom, hogy az elmúlt tíz esztendő felidézése után, a szakember — különösen akkor, ha át is élte ezeket az éveket vagy netán azok részese is volt — azonnal mérleget tud készíteni, mennyi is az, amit az 1974. évi, pécsi-alkatrész konferencia óta megvalósítottunk és mennyi az, amivel még önmagunk előtt sem tudunk teljesen elszámolni. Csak

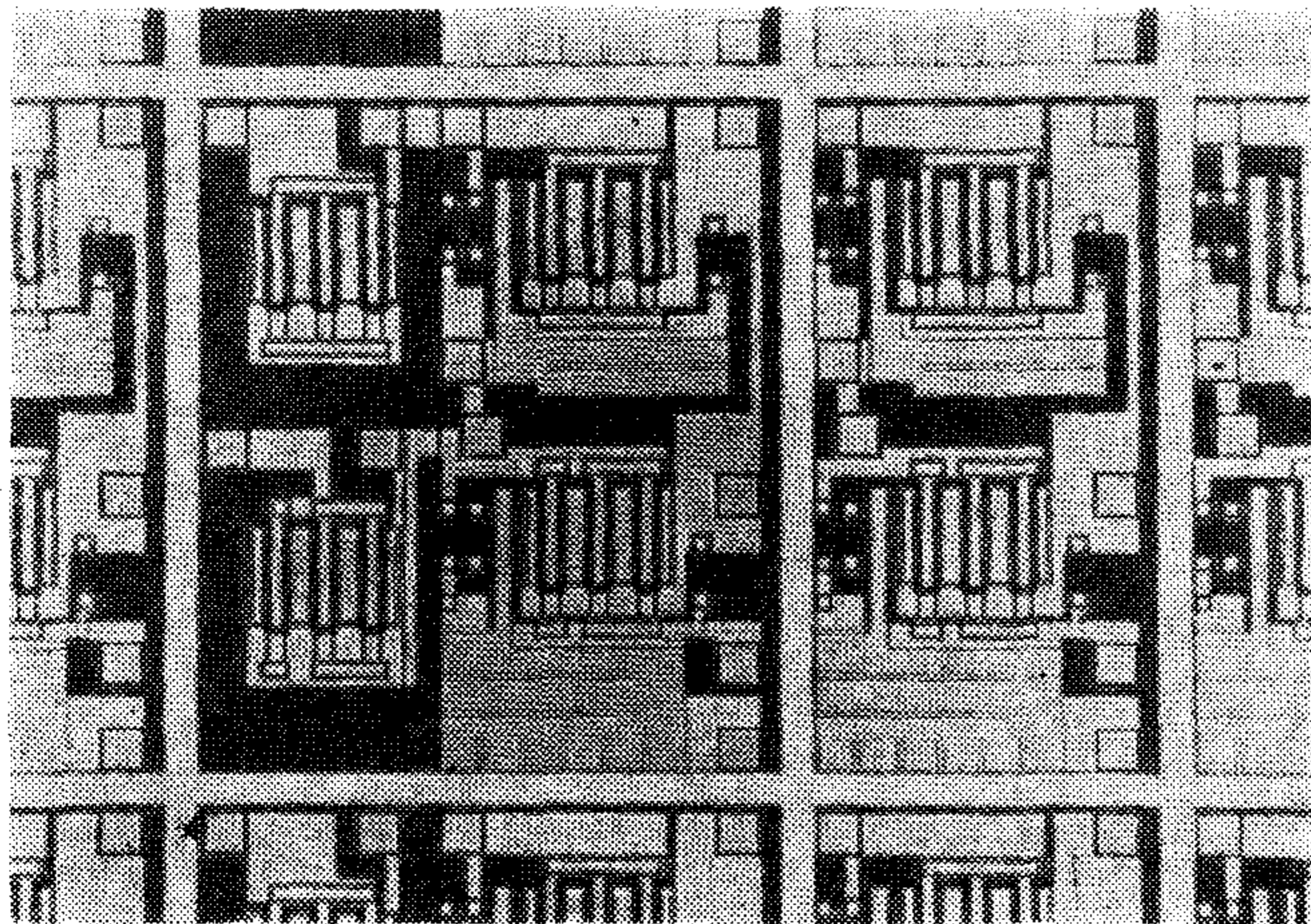
annyit szeretnék kérni minden szakembertől, aki mérleget akar készíteni, hogy eredményeinket és gondjainkat a világ elektronikai fejlődésének értékrendjében és átfogóan ítélje meg!

A múltban végzett egyesületi munka felidézése után, befejezésül, szeretnék tájékoztatást adni arról, hogy Egyesületünk idei alkatrész-konferenciájának tiszteletére, HÍRADÁSTECHNIKA című folyóiratunk szeptemberi és októberi számát alkatrész célszámként jelentetjük meg. Ezekben a számokban az alkatrészoktatásban, -kutatásban, -fejlesztésben, -gyártásban, -ellátásban — stb. dolgozó szakértők szólalnak meg, a maguk területén végzett munkáról és az elért eredményekről.

Dr. Tófalvi Gyula
főszerkesztő

(Folytatás a 386. oldalról)

Az 1983 szeptemberi nürnbergi 13 Európai Mikrohullámú Konferencián a SIEMENS cég számos új mikrohullámú alkatrészrel és modullal jelentkezett. A képünkön bemutatott CGY21/31 GaAs monolit integrált chip mérete csupán 1 mm². Maximálisan 30 GHz frekvenciáig alkalmazható. 12 GHz-nél a 0,5 μm-nél kisebb kapuméretnek csak 2 dB alatti zajt eredményeznek így ez az áramkör kiválóan alkalmas széles sávú erősítőkben történő felhasználásra, pl. kieső területeken vett műholdas TV-jelek megfelelő szintre történő erősítésére.



(SIEMENS press release BDH 0983.232e)

A második legnagyobb japán videorendszer, a Sony által kifejlesztett Béta hanyatlása gyorsabban következett be, mint azt Japánban az elmúlt év őszén feltételezték. Ősszel Európában a Grundig és a Philips raktáraikat az egyértelműen világszerte japán VHS-rendszerrel (JVC Matsushita-gyártmány) töltötték fel, majd nemrég fordulat következett be az Egyesült Államokban is: a nagy amerikai cégek közül elsőként,

a Zenith Radio Corporation beszüntette a Béta-rendszer alapján készült képmagnók gyártását, és ezentúl csak VHS-készülékeket fog gyártani. Japánban arra számítanak, hogy a közeljövőben a többi amerikai képmagnógyártó is áttér a VHS-rendszerre. Az átalakulás tulajdonképpen már Japánban is megkezdődött: az eddigi Béta-rendszerű képmagnókat előállító cégek közül egyre többen pártolnak át az ellenfél, a VHS táborába. Első helyen említhető a NEC Corporation és a Toshiba Corporation. A hirtelen frontváltás mögött az áll, hangsúlyozzák a vállalatok, hogy a Béta-képmagnók értékesítése elmaradt a várakozásoktól, mivel a vásárlók a VHS-rendszert részesítették előnyben.

Egy idő óta a Sony a hazai piacon azon fáradozik, hogy a Béta-rendszert ismét vonzóvá tegye: kisebb súlyú kamerát dobott piacra és növelte kazettáinak lejátszási idejét. A mentőakcióval azonban a jelek szerint elkésett. Ebben különösen fontos szerepet játszik az, hogy a VHS-rendszerű műsoros kazetták választéka lényegesen gazdagabb, mint a Béta-kazettáké. Ez lehet a valódi oka annak, hogy a fogyasztók inkább VHS-készülékeket vásárolnak.

Az ICAP rendszer a Phoenix Data Systems (USA) cég integrált VLSI áramkör tervező és kezelő rendszere, melynek 6 modulja van. A tervezési folyamat kezdetén alkalmazott HISS hierarchikus interaktív kapcsolási rajz modul az alulról felfelé vagy felülről lefelé történő hierarchikus tervezést, illetve a két módszer együttesét egyaránt lehetővé teszi. A Logcap 400 szimulátor a HISS által kialakított logikai adatbázist használja eseményvezérelt szimuláció megvalósítására. További modulok: a Waves jelalak elemző és szintetizáló modul, a Maskap maszk ellenőrző, a PDRC tervezési szabály ellenőrző és az interaktív lekérdező modul. Ez utóbbi segítségével a kapcsolási rajz egy eleme lehívható és együtt vizsgálható a fizikai elrendezés (layout) megfelelő elemével.

Az ICAP rendszert 32 bites számítógépekhez fejlesztették ki.

(Computer Aided Design, 1983. november)

(Folytatás a 420. oldalon)

Az Elektromodul alkatrész-forgalmazási feladatai az EKFP időszakában

IKL ÓDY GÁBOR
Elektromodul



ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző olyan témával foglalkozik, amely elektronikai iparunk egyik legnagyobb gondját, problémáját jelenti: az alkatrészellátással. Írásában először az Elektromodul tevékenységével foglalkozik és az értékelő, utolsó fejezetben összegezi a múlt tanulságait és a jövő lehetőségeit. Egy-egy megállapításánál érdemes megállni és hosszan elgondolkozni.

Az Elektromodul Magyar Elektrotechnikai Alkatrészkereskedelmi Vállalat, amint az a nevéből is kitűnik, elsősorban elektronikus alkatrészek exportjával és importjával, továbbá a TEK tevékenységéből adódóan, belföldi alkatrészellátással foglalkozik.

Az 1983. évi összeforgalom 8 milliárd forint volt. Ebből:

- az aktív elemek forgalma: 4 milliárd Ft,
- a passzív elemek forgalma: 1,6 milliárd Ft,
- az elektromechanikai elemek forgalma: 2,4 milliárd Ft.

Ez jól mutatja az egyes cikkszoportok vállalaton belüli megoszlását is.

Klasszikus értelemben véve tehát, az Elektromodul jelenti a hazai elektronikus alkatrészforgalom fő ütőerét. A magyar és külföldi alkatrészgyártóktól, szállítóktól begyűjti az alkatrészeket, amelyeket a magyar és a külföldi felhasználók (vevők) részére forgalmaz.

A klasszikus modell alól kivételt képeznek a közvetlen művi kiszolgálások, valamint az EMO-n kívüli csatornákon beérkezett importalkatrészek. Ez utóbbiak — egyes becslések szerint — a teljes elektronikus alkatrészimport 30–40%-át is eléri.

Az EMO feladata lenne ezen egyéb csatornákon (tartalékalkatrészként, más cikkszám alá bújtatva vagy egyszerűen engedélyezett párhuzamos külkereskedelmi tevékenység útján) beérkező alkatrészimport szakmai felügyelete ármunka, választékolás szempontjából. Ezen felügyeleti szerepének az EMO — megkeresések híján — nem tud eleget tenni. Félő, hogy az országba jutó teljes tőkés alkatrész mennyiség összességében több konvertibilis devizába kerül, mint amibe koordinált vagy központosított alkatrészimport esetén kerülne. Az EMO-n kívüli, 30–40%-os alkatrészimport ellenére a főhatóságok még mindig kizárólag az EMO-t kérik fel jelentések, prognózisok, forgalmi kimutatások vagy éppen a VII. ötéves terv-koncepció összeállításához szükséges alapadatok szolgáltatására.

Beérkezett: 1984. VII. 7. (H)

IKLÓDY GÁBOR

A BME-n 1953-ban szerzett gépészmérnöki oklevelet. Az egyetem elvégzése után az alagi Központi Kísérleti Üzemben kezdett dolgozni, mely 1957-től, a Mechanikai Laboratóriumba olvadt be. Itt termelési osztályvezető, főtechnológus, meo főosztályvezető volt 1963-ig. 1963–73 között a BRG vezérigazgatója, 1973-tól 1980. végéig a BHG vezérigazgatója, 1981-től pedig az EMO vezér-

igazgatója. 1980. végéig berendezésfejlesztés és gyártás szervezésével foglalkozott. Mindhárom munkahelyén, ma is figyelemre méltó eredményeket ért el. Ezen tevékenységét több külföldi és hazai kormánykitüntetéssel ismerték el. 1981-től aktívan részt vesz az EKFP végrehajtásának szervezésében, és az elektronikai alkatrészellátás nem könnyű feladatának végrehajtásában. A HTE Elnökségének és V.B.-jének tagja.

Tudomásul kell venni, hogy az EMO adatai, iparpolitikai lépések megtételére, csak a fentiek figyelembevételével használhatók.

Az EKFP-t közvetlenül megelőző és az EKFP első éveiben (1981–82-ben) az Elektromodul, forgalmazási szerepét komolyan véve, kidolgozta a helyzethez igazodó kereskedelmi-műszaki stratégiáját. Ez, egyrészt az alkatrészimport visszasságaiból és az ország akkori devizális helyzetéből logikusan következett, másrészt összefüggött az EKFP teljesítésével. Segítette azt.

Ezen stratégia elemei, részletesebben:

1. Gyártókkal—felhasználókkal való kapcsolattartás

Régi, jogos igény kielégítése céljából, műszaki-vevőszolgálati tevékenységet és vállalati információs rendszert hoztunk létre, a berendezésgyártók rövidebb-hosszabb távú alkatrészgondjainak, valamint az alkatrészgyártók gyártási-fejlesztési tevékenységének feltérképezésére, továbbá, az igények és lehetőségek összeegyeztetésére. Ennek a tevékenységnek tipikus, és egyben alapvető formája lesz a jövőben, a gyártók és felhasználók „összehozása”, a BOÁK területén.

Sok szó esik manapság a Berendezés Orientált Áramkörökről (BOÁK). Talán túl sok is. Kétségtelen, hogy szinte minden félvezetőgyártó rendelkezik manapság különböző technológiával és elemsűrűséggel készült BOÁK-kal, de ezek aránya a katalógus áramkörökhöz képest még kicsi. Optimista előrejelzések is csak kb. 20%-os részesedést jósolnak. Ez nem a BOÁK jelentőségének lebecsülését jelenti, hanem

azt, hogy mint minden dolognak, ennek is megvan a helye egy rendszeren belül. Először ezt a helyet kell pontosan meghatározni. Ha megvan, törekedni kell a lehető leggazdaságosabb kihasználásra.

Magyarországon ma még igen nehéz felbecsülni a BOÁK iránti várható igényt. Ennek több oka van. Milyen kérdések lebegnek ma egy berendezés-konstruktőr vagy gyártó szeme előtt?

Néhány, ezek közül:

- a termék gazdaságossága;
- a termék megbízhatósága;
- a termék korszerűsége;
- a termék piaci versenyképessége;
- a termék gyárthatósága stb.

Természetesen egy ilyen követelményrendszer akkor teljesíthető, ha hasonló követelményeket támasztunk az alkatrészgyártókkal szemben is. Velük szembeni további követelmény a „second sourceing”, tehát egy alkatrész, kettő vagy több forrásból való beszerzési lehetősége. Az a berendezéstervező, aki ma már nagy biztonsággal képes használni a katalógus áramköröket, csak akkor fog erről az útról letréni, ha a BOÁK, valamivel többet nyújtanak (árban, tervezési kényelemben, kompaktságban, megbízhatóságban, hozzáférhetőségben) számára.

Igen erősek még a szubjektív tényezők. Nehezen hiszik, hogy az oly hosszú „csipkerózsika álomba” szenderült mikroelektronika, szinte egy csapásra testreszabott áramköröket is képes megvalósítani. Ezen, csak az EMO igen jó vevőszolgálati tevékenységével, és bármilyen furcsán is hangzik, a MEV sok-sok saját chipből gyártott megbízható katalógus-áramkörével lehet segíteni.

Igaz az is, hogy amikor berendezésorientált áramkörökről beszélünk, mindenki azonnal csak a monolit áramkörökre gondol. Hajlamosak vagyunk megfélemedezni egy, már régen meghonosodott technikáról, mely egyre nagyobb eredményekkel kecsegtet. Ez a hibridtechnika. Itt már évek óta, az áramkörök döntő része, vevőigény szerint készül. A hibridek gyártása már kis sorozatok esetén is gazdaságos lehet. Feltétlenül gondoskodni kell e technika szintentartásáról, sőt folyamatos továbbfejlődéséről, hiszen ebben még nagyon sok a kihasználatlan lehetőség, a berendezésgyártók számára.

Feltétlenül szükséges lenne a hazai sorok rendezése és az egyes feladatok felosztása, a különböző vállalatok között, ezen a területen is. Ez annál is fontosabb, mert mint köztudott, a MEV mellett a Híradástechnika Szövetkezet „gate array” gyártósora (mely előre-gyártott szeletekből kiindulva alakítja ki az áramköröket) az év közepétől üzemel. A jelenlegi igények nem töltik még ki a teljes gyártó kapacitást. Tehát feladat van bőven és látható az is, hogy milyen nagy jelentősége van a koordinálásnak, az országon belüli ésszerű munkamegosztásnak. Ez egyaránt vonatkozik a fejlesztésre és a gyártásra is.

2. Szocialista átterelés

Nyilvánvaló, hogy az ország jelenlegi devizális helyzetében, a tőkés alkatrészimport szocialista re-

lációba való átterelése, az EMO egyik fő műszaki-kereskedelmi feladatát jelenti. Az EMO ezt a feladatát idejében, nagy energiáfordítással vállalta is. Az átterelési folyamat, kívántnál lassúbb előrehaladásának okait, nem árt részletesebben megvizsgálnunk.

— A nehézségeket egy mondatban úgy tudnám összefoglalni, hogy ma, Magyarországon, az elektronikai fejlesztés, szinte kizárólag tőkés eredetű katalógus-alkatrészekkel történik.

A fejlesztőknek rendelkezésre állnak, saját székényükben, a nagyobb tőkés cégek katalógusai és alkalmazástechnikai leírásai, de a szocialista cégek gyártmánykatalógusai ma is, kurióznak számítanak.

A tőkés cégektől, fejlesztéshez alkalmas mintadarabok gyorsan, sokszor ingyen hozzáférhetők. Pár darabos szocialista minta megrendelésénél viszont nem biztosítható az azonnali szállítás.

A mindenkire eljutó nyugati szakirodalom, egyes problémákra, kidolgozott megoldásokat kínál. Ezek felhasználása esetén licenccdíjat fizetni nem kell, így a fejlesztő fáradságos gondolkodás és tervezés nélkül, végül is kis befektetéssel tudja a feladatot megoldani.

A nyugati szakirodalomban propagált alkatrészeknek többnyire nincs szocialista megfelelője, így egy hasonló típus alkalmazása is már komoly áttervezési munkát igényelne, amit a konstruktőrök nem vállalnak.

Ide kívánczik a fejlesztők anyagi érdekeltisége. Ez egy-egy terület kivételével — általában a készülék elkészültéhez kapcsolódik, nem pedig a tőkés import megtakarításához. Amíg a fejlesztő közvetlenül nem érdekelt a tőkés import megtakarításában, addig e területen aligha várható számottevő javulás.

— Nagyon kényes téma az ár. Sajnos sok szocialista eredetű alkatrész ára magasabb a tőkés piaci átlagárnál, és csak nagyon lassan változik. Ez persze igaz a mi exportunkra is. Tény, hogy a szocialista országokból történő beszerzések — jó részében a termékek — a felhasználókhoz már a tőkés átlagár alapján jutnak, ugyanis az árkülönbözetet 50–50%-ban a KKM és az Elektromodul magára vállalja, ezzel is segítve a szocialista alkatrészek alkalmazását.

— Még rosszabb a helyzet, ha a szállítási határidőket vagy a szükséges mennyiségek szállítási lehetőségeit vizsgáljuk. Itt bizony megrendeléseinket, szocialista partnereinkhez, minimum egy évvel korábban kell feladni. Legjobb szakosításokkal és hosszú lejáratú szerződésekkel, évekre előre kell biztosítani a szükséges mennyiséget. Sajnos nehéz 5 évre előre pontosan meghatározni típusmélységig az igényt. E téren valamit segít a helyesen megválasztott konszignációs raktár és vállalatunk saját készletválasztéka is.

A fent részletesen felsorolt nehézségek ellenére, hazaira és szocialistára való átterelés terén, a következő eredményeket értük el 1983-ban:

Termékcsoport	Kiváltott tőkés import					
	összesen		hazai forr.		Rbl. visz.	
	e\$	meگو. %	e\$	meگو. %	e\$	meگو. %
El. mech. alk.	150	7,8	100	5,2	50	2,6
Passzív alk.	704	36,5	190	9,8	514	26,7
Aktív alk.	1073	55,7	9	0,5	1064	55,2
Összesen	1927	100,0	299	15,5	1628	84,5

Meg kell jegyezni, hogy az átterelések további gyorsításának útjába, nagyon sok kereskedelmi megállapodás hiányából fakadó akadály is kerül, tehát az sem fokozható ma korlátlanul.

3. A választékolás

Az Elektromodul a választékolási, egységesítési folyamatot, 1981-ben, a felhasználó vállalatok által indokolatlan sokféleségben rendelt import alkatrész-szortiment, műszakilag alátámasztott, logikus mértékben való csökkentésére indította be. Közismert, hogy a tőkés alkatrészimport drasztikus szigorítása előtt, az 1970-es évek második felében, a felhasználók, a különböző gyártók hasonló funkciójú alkatrészeiből azt rendelték az Elektromodultól, amelyre konstruktöreik könyvespolcán katalógus éppen megtalálható volt. 1980-ban például kb. 4000 fajta integrált áramkört használt fel az ország, míg a felhasználóipar által igényelt integrált áramkörü funkciókat — józan műszaki mérlegelés alapján — 800–1000 jól kiválasztott típusal el lehetett volna látni. Más alkatrészek (pl. elektromechanikus elemek) vonatkozásában talán még erősebb típuszűkítés volt indokolt.

Ebben a szellemben jelentek meg 1982. januárjától júliusáig az EMO Aktív-, Passzív- és Elektromechanikus Választékjegyzék kötetei, melyek szép sikert arattak. Az országos visszhang hatására, az Ipari Minisztérium Programirodája állt a választékolási folyamat élére és az ez évben megjelenő választékjegyzék kötetek, már az IPM Programiroda — EMO — szakgyártó vállalat közös gondozásában, a felhasználó vállalatok zsürizése mellett kerülnek kiadásra.

Így az EMO-ban forgalmi-gazdaságossági szempontokból kezdeményezett választékolás, a közben beindult EKFP szerves részévé vált. Ez nagyon jól kitűnik akkor, ha a választékolási munka mai főbb célkitűzéseit sorra vesszük:

- A választékolás elsődleges célja a hazai gyártású alkatrészek propagálása. Minden, korszerűnek mondható, gyártott, vagy fejlesztés alatt álló hazai alkatrészt bevezünk választékjegyzékeinkbe.
- A szocialista alkatrészek propagálása, választékjegyzékeink másik fontos célja, és egyben a szocialista átterelési munka egyik fő eszköze, a szocialista alkatrészimport előző részben taglalt nehézségeinek leküzdésére.

- Választékjegyzékeink alapvetően a korszerűsítést, a perspektivikus alkatrészek felé való igényeltolást igyekeznek elősegíteni.
- A választékolási munka fontos része még a dokumentáció-központosítás. Célul tűztük ki ugyanis hogy minden választékolt alkatrész-típusból, továbbmásolható, konstrukcióra alkalmas műszaki dokumentum álljon rendelkezésre, vagy az Elektromodul katalógustárában, vagy a szakgyártó vállalatoknál. Ez szocialista importalkatrészekre is igaz, ezzel is segítve a szocialista alkatrészimport nehézségeinek leküzdését.
- A választékolásnak IC-k vonatkozásban van egy olyan, EKFP-hez kapcsolódó, jövőbeli feladata is, hogy az egységesedő katalógus IC-választék mellett, egyre növekvő számban ajánljon BOÁK-at is.

Végül szánjunk egy pár szót a választékolás várható hatályának. A választékjegyzékeknek Magyarországon hatósági rendelettel érvényt szerezni természetesen nem lehet. A vállalatokat nem lehet arra kényszeríteni, hogy kizárólag a választékjegyzékek alapján rendeljenek. Az igazat megvallva, az EMO is zavarba jönne időnként, mint ahogy erről már szóltunk, ha a választékjegyzékekbe jó szándékú propagálásként beírt hazai és szocialista típusok megrendelése esetén, „tűzoltásként”, nem állna fenn, a tőkés hiányimport-beszerezés lehetősége. Marad tehát az alacsonyabb árral és rövidebb szállítási határidővel, vagy éppen azonnali kiszolgálással való „ösz-tönzés”, a választékjegyzék érdekében.

A rövid szállítási határidő, a szocialista relációba való tereléssel párosítva (a szocialista alkatrészek már említett, hosszú szállítási határideje miatt) csak nagyarányú központi EMO-készletezéssel oldható meg, viszont az EMO pillanatnyilag kevés forgóeszközzel rendelkezik. Bátran állíthatom, hogy az EMO megfelelő forgóeszközzel való ellátása a fenti célra a VII. ötéves terv elektronikai programja sikerének egyik kulcsa.

4. Végezetül még néhány iparpolitikát is érintő problémára hívom fel a figyelmet

Az EKFP eredeti célkitűzései alkatrészvontatkozásban nem teljesültek. Befejezett beruházások még nincsenek. Ennek következménye egyrészt az, hogy a belföldről-belföldre történő ellátás, nem alakul a várakozásnak megfelelően, másrészt a ma már alkatrészsortonkénti kiegyenlítésre törekvő szocialista árucseré-forgalom számára, nem rendelkezünk elegendő és megfelelő árualappal (pl. Kontakta, Remix, HAGY, KŐPORC termékek hiánya). Emiatt, kénytelenek vagyunk szállítási készség felkutatása esetén, az alkatrészimportot késztermékké, vagy más alapanyaggal ellentételezni.

A szocialista alkatrész-árukeresés jelenleg olyan alacsony a szintje, hogy ha — minden erőfeszítésünket latbavetve — évi 30%-os szocialista alkatrészimportnövelést valósítanánk meg, a szocialista-tőkés import megoszlás, még évek múlva sem lenne megfelelő.

Ezért, ha berendezésgyártóink által jelenleg dik-
tált, évi 12–14%-os fejlődési ütemet tartani kíván-
juk, ennek alkatrészfedezete — bármilyen szomorú
is kimondani — csak a tőkés import növelésével
lenne biztosítható. Erre pedig devizafedezet nincs,
és nyilvánvalóan nem is lesz. Az EMO-nál központo-
sított, vállalati referenciakeretek az utolsó években
abszolút értékben is évi kb. 10%-kal csökkentek. Az
áremelkedésből következő devalvációt is figyelembe
véve, a tőkés importlehetőségek évi 20%-os csökke-
néséről beszélhetünk. Nem valószínű, hogy ez a ten-
dencia megfordulna a következő évben.

*Mi következik ebből? A berendezésgyártó ipar fejlő-
dési dinamikájának nem kívánatos, kényszerű vissza-
fogásával kell számolni.*

*Egy biztos. A szocialista import ugrásszerűen nem
növekszik, a belföldi szállítókésztség javulása nem való-
színűsíthető, a tőkés beszerzés határídeje többszöröse a
korábbinak, és áraik is emelkedő tendenciát mutatnak.
Tehát az ellátás oldaláról növekszik a feszültség és az
Elektromodulból nézve a berendezésgyártó ipar alkatrész-
ellátásáról az ország műszaki közvéleményének semmi
megnyugtatót nem tudok mondani.*

Hibrid klub a TKI-ben

„Mikrohullámú hibrid IC technológiák és ezek fejlődési
irányai” címmel tartotta meg a Hibrid klub április
10-én ez évi harmadik összejövetelét, melynek házi-
gazdája a TKI volt.

Enszöl Gyula, a TKI műszaki igazgatója üdvözölte
a megjelenteket, majd felkérte dr. Vértessy Miklóst
(TKI) a vitaindító előadás megtartására.

Az előadó bevezetésül hangsúlyozta, hogy a klub-
delután célja nem az egyes részterületekben való na-
gyobb elmélyülés, hanem az áramkörtervezők és a
technológusok kooperációjában tapasztalható zökke-
nők, nehézségek áthidalása, egymás problémáinak
jobb megismerése, az együttműködés eredményesebbé
tétele. A mikrohullámú integrált áramkörök esetében
ez annál is inkább fontos, mert ezeknél az átlagosnál
is szorosabban összefügg az áramköri és topológiai ter-
vezés. A vezetópályák rajzolata egyben áramköri
alkatrészként is szerepel, így érthető, hogy a technoló-
gia nyújtotta paraméterek ismerete az áramkörterve-
zéshez nélkülözhetetlen.

A mikrohullámú integrált áramkörök további saját-
osságai:

- berendezésorientáltak,
- az energia a dielektrikumban terjed (ez a tény
kihat a hordozó anyagának megválasztására),
- két elem nem kerülhet tetszőlegesen közel (ki-
véve, ha éppen ez a cél), mert az egyik hálózat
elektromágneses tere nem zavarhatja a másikat,
- a villamos paraméterek függenek: a geometriától,
az anyagtól, a felületi érdességtől,
- a vezetópályák vastagságának a skin mélység
legalább 2–5-szörösét kell elérnie,
- az áramkörök kis számban tartalmaznak ellen-
állást,
- az induktivitások és kondenzátorok kialakítása
is szalagvezetőből történik,
- a fémház konstrukciójánál el kell kerülni a do-
bozrezonanciákat.

A kutatás-fejlesztési igényeket kielégítő TKI-ben az
alábbi technológiák honosodtak meg:

1. Nyomtatott eljárás, duroid alapanyagon. Az
50 μm vastag Cu-fólián fotómarással alakítják ki
a szükséges rajzolatot. Ez a módszer egyszerűbb
és olcsóbb a hibrid technológiánál.
2. Gránát hordozón ferrites áramkörök kiképzése.
Ez egy speciális, a TKI-ben kidolgozott eljárás.
3. A TKI–MEV együttműködés keretében alumí-
niumoxid hordozón vékony- és vastagréteg áram-
körök kialakítása.

Végül a TKI jövőbeli terveiről, a fejlesztési irányok-
ról hallottunk rövid tájékoztatót:

- A frekvenciatartományt 30–50 GHz-ig kívánják
növelni.
- A rajzolat finomságának fokozása, a felbontó-
képesség növelése is az előző cél érdekében törté-

nik. Néhány μm -nyi reprodukálhatósággal 20–
30 μm felbontást szeretnének elérni.

- Célkitűzés az ár csökkentése, melynek módjai:
olcsóbb hordozó alkalmazása: zafír helyett
30–50 GHz-en teflon használata,
az Au kiváltása,
kémiai rezezés.
- A jó vezetőképességet vastagréteg áramköröknél
Cu pasztával kívánják elérni.
- Állandó törekvés a megbízhatóság növelése.
- A mm-es hullámoknál várható a félvezető alapú
technológiák térhódítása.

A MEV képviselőiben dr. Zsoldos Béla és dr. Son-
koly Aurél felszólalásaiból megtudhattuk, hogy a
kerámia bázisú mikrohullámú hibrid áramköröket a
TKI részére is, a TKI tervei alapján a MEV állítja elő.
Hazai viszonylatban tehát ezen a téren a MEV kép-
viseli a gyártó bázist. Ezek az áramkörök elsősorban
vékonyréteg technológiával készülnek, a MEV terem-
tette meg a sorozatgyártás technikai, gépi hátterét.
Ily módon a TKI-ben, az FMV-nél, az Orionnál
megtervezett mikrohullámú áramkörök a MEV-nél
készülnek el, csupán a mennyiség szempontjából jelen-
tősebb partnereket említve, de a MEV gyártó kapaci-
tása minden felhasználó rendelkezésére áll. Így pl.: a
TELMES Ktsz részére 18 GHz-es csillapítók, lezárók
készülnek a MEV-nél, de hasonló termékeket szállít a
BHG-nak is.

A MEV-nél alkalmazott különféle gyártástechnoló-
giákat jól illusztrálta a közreadott technológiai minta-
sorozat. Az átfémezett furatokat tartalmazó kerámia
hordozókkal igen kis szórt induktivitású földelések
készíthetők. A mintadarabok között duroid alapú
áramköröket és 3 rétegű lapkát is láthattunk, mely
utóbbi további szabadságfokot jelent a topológiai
tervezésnél.

A hozzászólások kapcsán a TKI képviselője bemu-
tatta egy 24 csatornás 8 GHz-es adó és vevő minta-
példányát. A konstrukció kialakításánál messzemenő-
en figyelembe vették a technológiai szempontokat,
törekedtek arra, hogy az áramkörök a végleges helyü-
kön legyenek bemérhetőek.

Az Orion képviselőjének véleménye szerint
kerámia hordozót csak bonyolultabb áramkörök ese-
tén érdemes használni. A duroid felületvédelmét Au
helyett Sn-nal oldották meg.

A beszélgetések során felmerült a kérdés: mi a cél-
szerűbb: duroid vagy kerámia hordozó használata?
Kerámián tagoltabb rajzolat készíthető. Külföldi ta-
pasztalat (Thomson-CSF) szerint fele-fele arányban
alkalmazzák a kettőt.

Egy kérdésre adott válaszból kiderült, hogy a MEV
távlati fejlesztési irányai a nagyfrekvenciás áramkörök
terén: szélessávú erősítők és ns-os impulzustechnikai
áramkörök fejlesztése.

Dr. Száraz György

Mikroelektronikai kutatás-fejlesztés

DR. GYULAI JÓZSEF
KFKI



ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai mikroelektronikát segítő kutatás néhány gondját és eredményeit ismerteti a cikk.

A mikroelektronika háttérkutatása hazánkban egyes akadémiai kutatóintézetekben és egyetemi tanszéken folyik. E két szféra közötti munkamegosztás már inkább esetleges és a konkrét lehetőségektől függ. Általában igaz az, hogy az akadémiai intézetek kis sorozatú, laborszintű gyártást is magukra vállaltak — gyakran a K+F munka végterméke életképességének bizonyítására, ipari fogadókészség híján. Az egyetemi tanszékek technológiai lehetőségei oktatási célokat szolgálnak.

A mikroelektronikában két — eredetileg távol eső — irányból érkező kutatások materializálódnak: a szilárdtest fizikára, kémiára, villamosságtanra, metallurgiára és krisztallográfiára épülő, főleg vékonyréteg anyagtudományi kutatások, amelyeket itt technológiai kutatásnak neveznek, valamint a hálózatelméletre, villamosságtanra épülő áramkörtani, tervező és szimulációs kutatások, amelyek ma a számítástechnika fontos és „önalakító” ágát alkotják.

Magyarországon — ha ez kevésbé köztudott is — széles körű és jó néhány ponton a nemzetközi elismertség mércéjével mérhető kutatás folyik. A nemzetközi szintű sikerek — esetenként ok vagy okozatként — kapcsolódnak egyes kollektívák országhatáron túli eredményes együttműködéséhez. Tudunk e kategóriában olyan eredményekről, amelyek mint rutin eljárások beépültek a világ félvezető iparának technológiai rendszerébe.

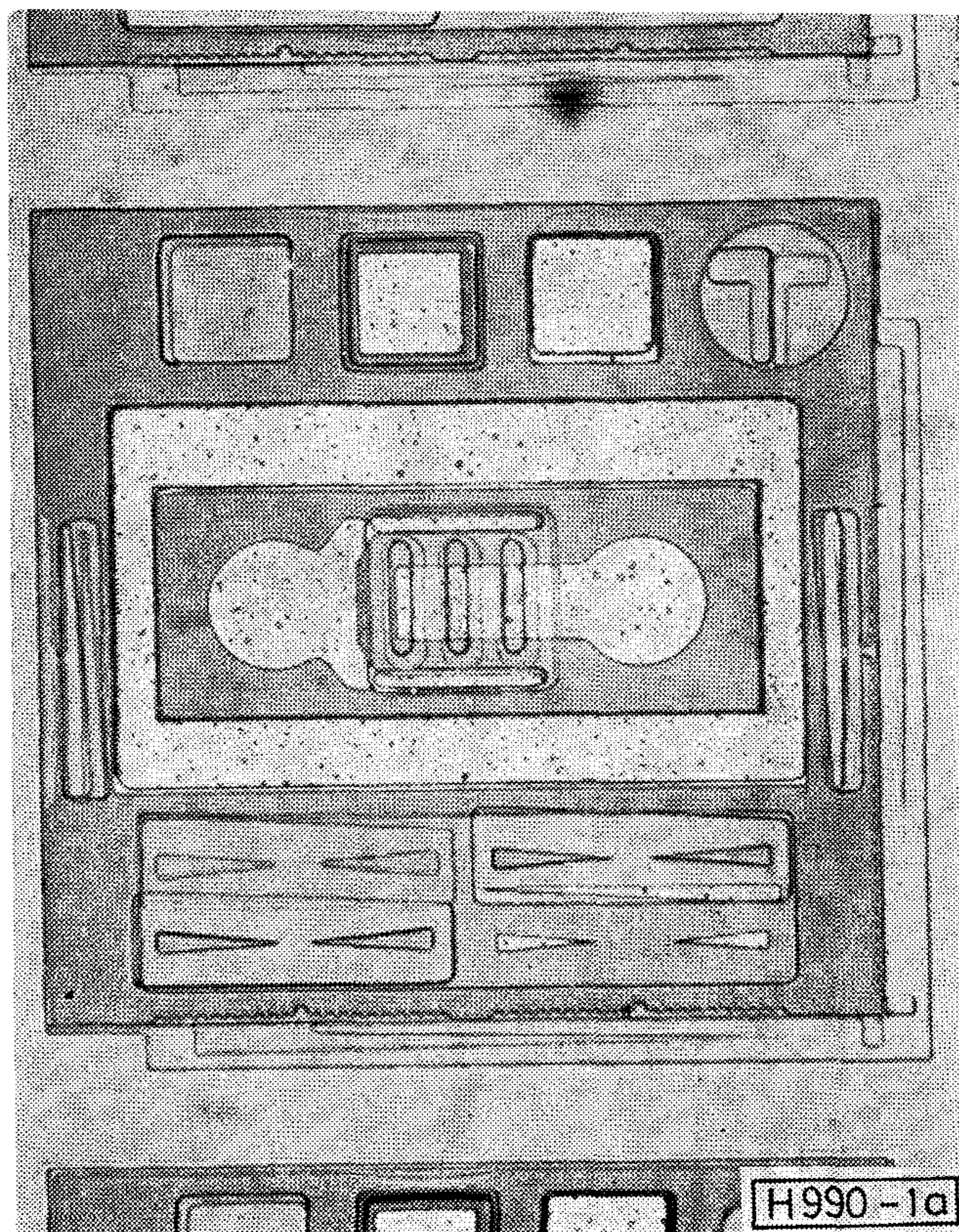
Külön figyelmet érdemelnek azok az (alkalmazott) kutatási munkák, amelyek eredményei működő eszközök megvalósításához vezettek. Kétségtelen azonban, hogy az ilyen, bizonyításként előállított eszközök az egyes kutatóhelyektől olyan erőfeszítéseket igényeltek (átvevő ipar nem lévén), amely egyidejűleg háttérbe szorította, netán „megölte” a kutatásokat — és ezzel egy újabb ugrásszerű fejlesztés lehetőségét. A helyes eljárás az lenne, ha a kutató átkísérné eszközmodelljét a fejlesztésbe és a fejlesztő a funkcionáló eszközét a gyártásba.

Hazánkban eddigelé nem volt falakon kívüli kutatást vitálisan igénylő, és így kemény követelményeket is diktáló félvezető ipar. Így a hazai tehetséges, és magas százalékban távlatban is használható em-

DR. GYULAI JÓZSEF

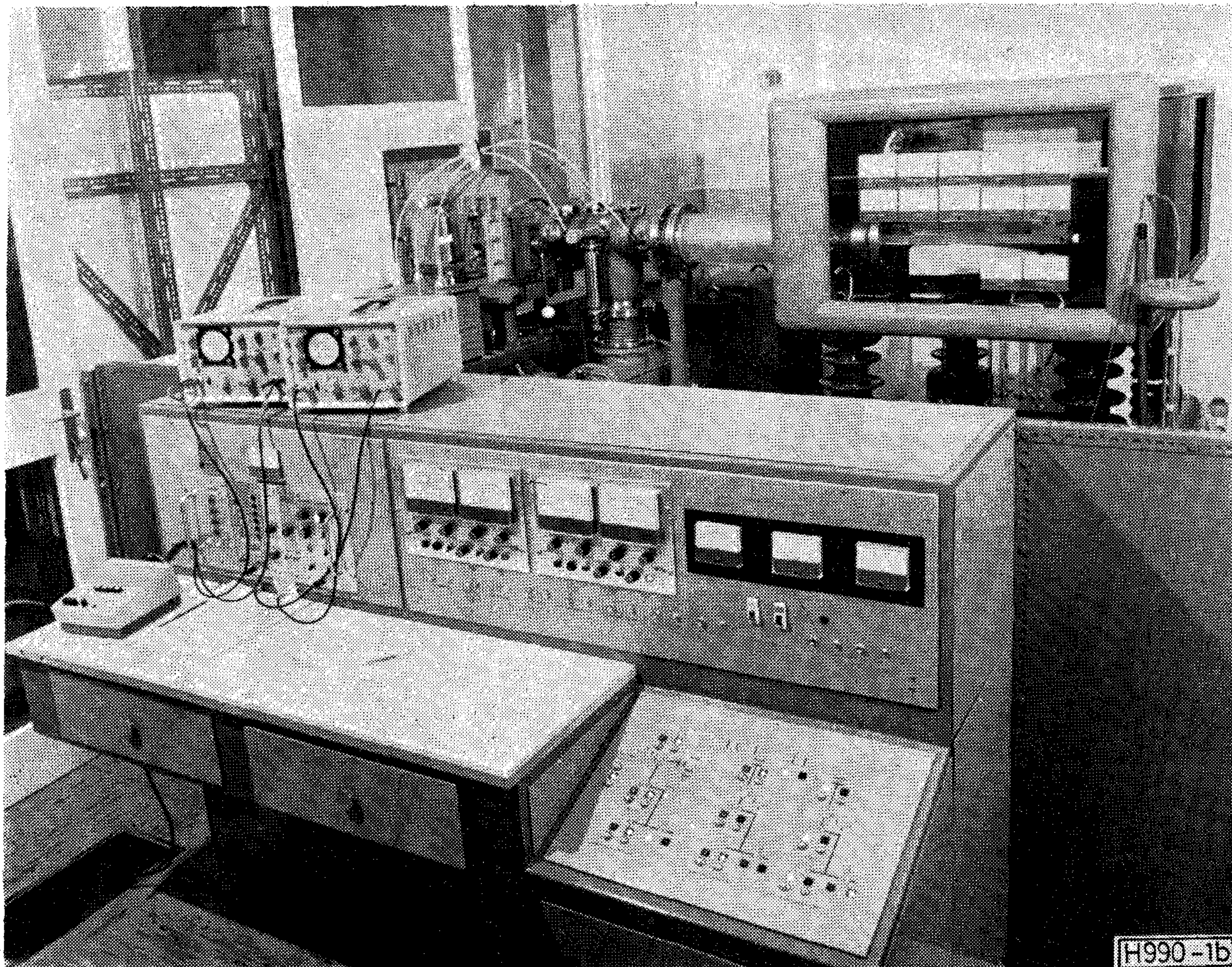
1955-ben a Szegedi Tudományegyetemen végzett. 1956 óta foglalkozik félvezetőkkel, korábban CdS, CdSe, Se, majd Ge, Si felületi jelenségeivel, később GaP, GaAsP fotóelektromos viselkedését kutatta. Kandidátusi fokozatot is e témából szerzett. 1969 óta az implantáció és a félvezető technológiák, valamint a Rutherford ionvisszaszórással végzett felületanalitika a fő témája. Az ő irányításával létesültek a KFKI ilyen laboratóriumi, és az ott folyó kutatások nagy részét ő irányítja. Ő javasolta és menedzselte az EÖTVÖS űrtechnológiai programot.

1979-ben szerezte meg a tudományok doktora fokozatot. Vendégkutatóként összesen több, mint három évet töltött a California Institute of Technology-n, és a Cornell Egyetemen. Mintegy 130 tudományos dolgozata van, több idegen nyelvű monográfia-fejezetet publikált, tiznél több technológiai szabadalomban részes. Választott tagja a Bohmische Physical Societynek, dolgozik EPS, ill. IUVSTA bizottságoknak, konferenciák, iskola, könyvsorozat szervező bizottsági tagja. Oktató munkát a Budapesti Műszaki Egyetemen véggez. 1984-ben, munkatárcaival, Akadémiai Díjjal tüntették ki.



1a ábra

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Λ)



1b ábra

beranyag vezéregyéniségei maguk keresték meg a feladataikat, az általuk (vágyottan) ítélt „ország-hasznára” és a maguk szakmai gyönyörűségére. Innen aztán — az eredmények többségében — egyes volt az út az íróasztalfiókig. A kutatásért ugyan aggódva, de őszinte örömmel látunk ma már egy-két kivételt olyan termékeknél, amelyek szűk, de fizetőképes piaca éppen illeszkedik az intézetek (**MFKI**, **VKI** és a **KFKI**) kisvolumenű „termeléséhez”.

Érdekes kissé elidőzni annak a hatásnak az analizésénél, amit az okozott, hogy az alapkutató gárdának típuskvivalens (tehát semmiképpen sem új funkciót megvalósító) eszközbe kellett kutatási eredményeit beépítenie. Ehhez legtöbbször, az eredményeire nem is, csak befókuszált szaktudására volt szükség.

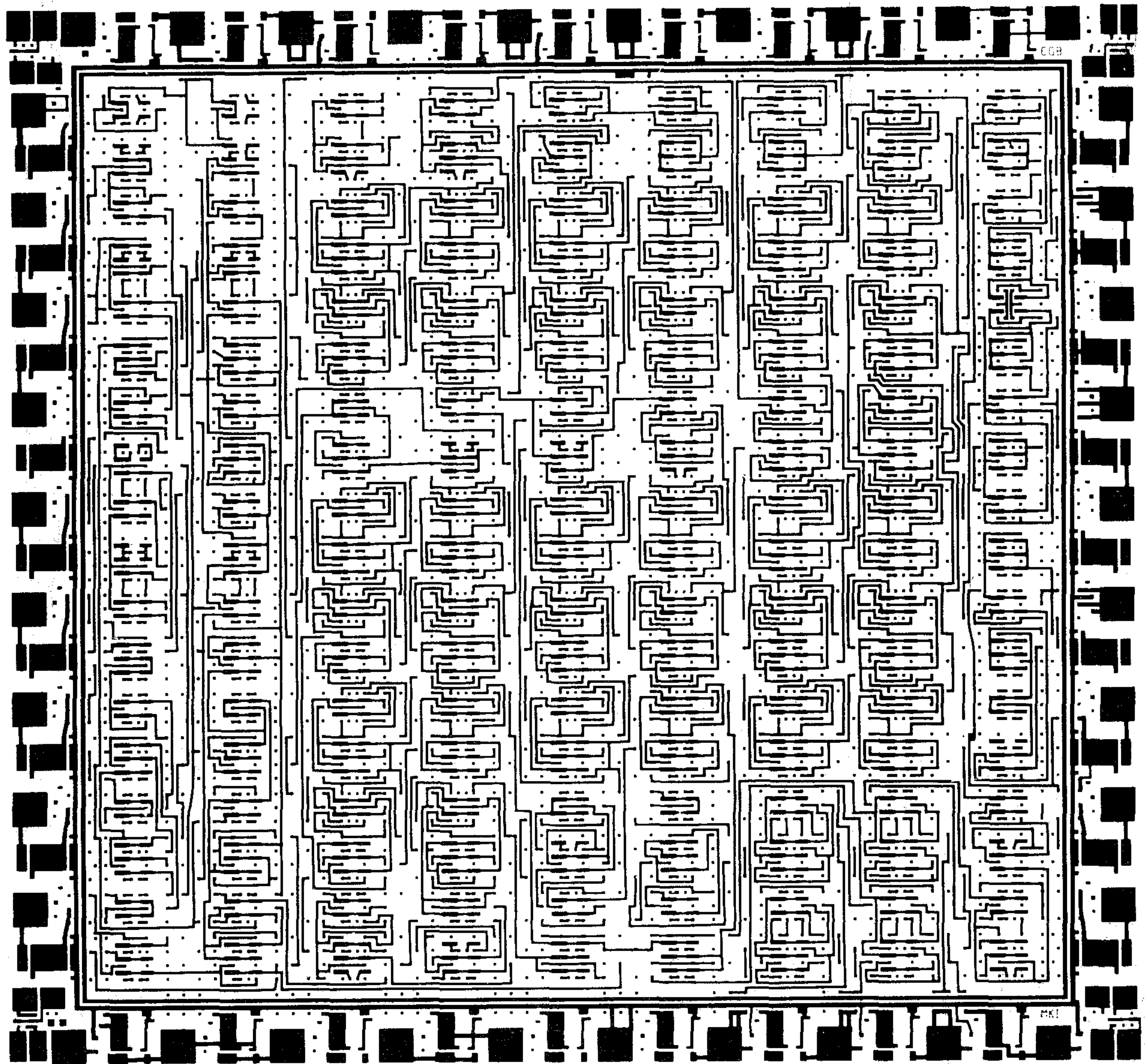
Sokan voltak, akikből ez a követelmény menekülési reflexet váltott ki. Közülük kerülnek ki a valóban tehetséges alapkutatók is. Hogy egy-egy „menekülésről” egyáltalán beszélünk, az amiatt állt elő, hogy az alapkutatók gyakran az alkalmazott kutatásokkal voltak kénytelenek pénzügyi alapjaikat biztosítani, aztán megriadtak.

A mérnöki szemléletű kutatók azonban vonzódnak, vonzódtak a gyakorlati témákhoz. Esetükben egy-egy típuskvivalens eszköz megvalósításában való részvétel az ipari munka megbecsülésének érzését váltotta ki kezdetben, és így pozitív hatása volt, mint egy üzemi gyakorlatnak. Néhány kivételtől eltekintve azonban a frusztráció magját is hordozta.

Ami országos kérdés: az intézetek nem ipari szervezete miatt a „befókuszálás” sokszor, a túlkvalifikált-ságból eredően, leépülésbe ment át. Egy ipari fejlesztő viszonylag tiszta műszaki feladatával szemben ugyanis, itt mindig az elfogadtatás (a termék és így önmaga elfogadtatásának) a rizikója is gondot okozott.

E gondok ellenére összeállt ma egy olyan kutatógárda, amelyik ért és ér el kiemelkedő eredményeket. És ez a gárda a MEV megalakulásával új esélyeket kapott. Ez talán segít csökkenteni majd a fiatalítás gondjait is.

Ha számba vesszük a legnagyobb visszhangot kiváltó munkákat, akkor azok a legkülönbözőbb területekről adódnak: van újdonságot jelentett *technológiai eljárás* teljes vertikumú kutatása — a berendezésfejlesztéstől kiindulva, az anyagtudományi alapok terén való új felismeréseken át működő eszközökig. Ilyen a **KFKI** ionimplantációs és integrált áramköri kutatása (ennek néhány kooperációban elért eredménye, pl. a „tökéletes adalékolás” és a kettős hőkezelés vált rutín eljárássá, főleg a bipoláris eszközök gyártásában). Az 1a ábra mutat egy, az említett eredményeket hasznosító, az **EIVRT**-vel kooperációban készített, teljesen implantált nagyfrekvenciás *pnp* tranzisztort, míg az 1b ábra a **KFKI**-ban kifejlesztett implantert mutatja. A 2. ábra egy sikeres áramköri fejlesztés eredményét mutatja: egy ún. **CMOS ULA** (Uncommitted Logic Array) áramkört.



H990-2

2. ábra

Van azután nagy sikert elért mérőberendezés is. Ilyen az **MFKI** által kidolgozott elven, a **KFKI** elektronikus szakembereinek bekapcsolásával megvalósított — és ma már, mondhatni, világszerte forgalmazott — ún. Deep Level Spectroscopy (**DLS**) berendezés, amellyel az alapanyagok vagy az eszközök kiürített rétegei elektromos tulajdonságainak eddig megközelíthetetlen, de az eszköz paramétereit befolyásoló finomságait lehet megmérni (3. ábra).

Ez utóbbi szép példája annak, hogy az eladható eszközök előállítását célzó tevékenység és a kutatás hogyan hathat termékenyítően egymásra. A **DLS** berendezés ui. az **MFKI** gallium-arszenid programjához is kapcsolódó kutatási tevékenységből született, amely program viszont ma már ellátja az országot nagyfrekvenciás GaAs eszközökkel, pl. Gunn diódákkal (4. ábra).

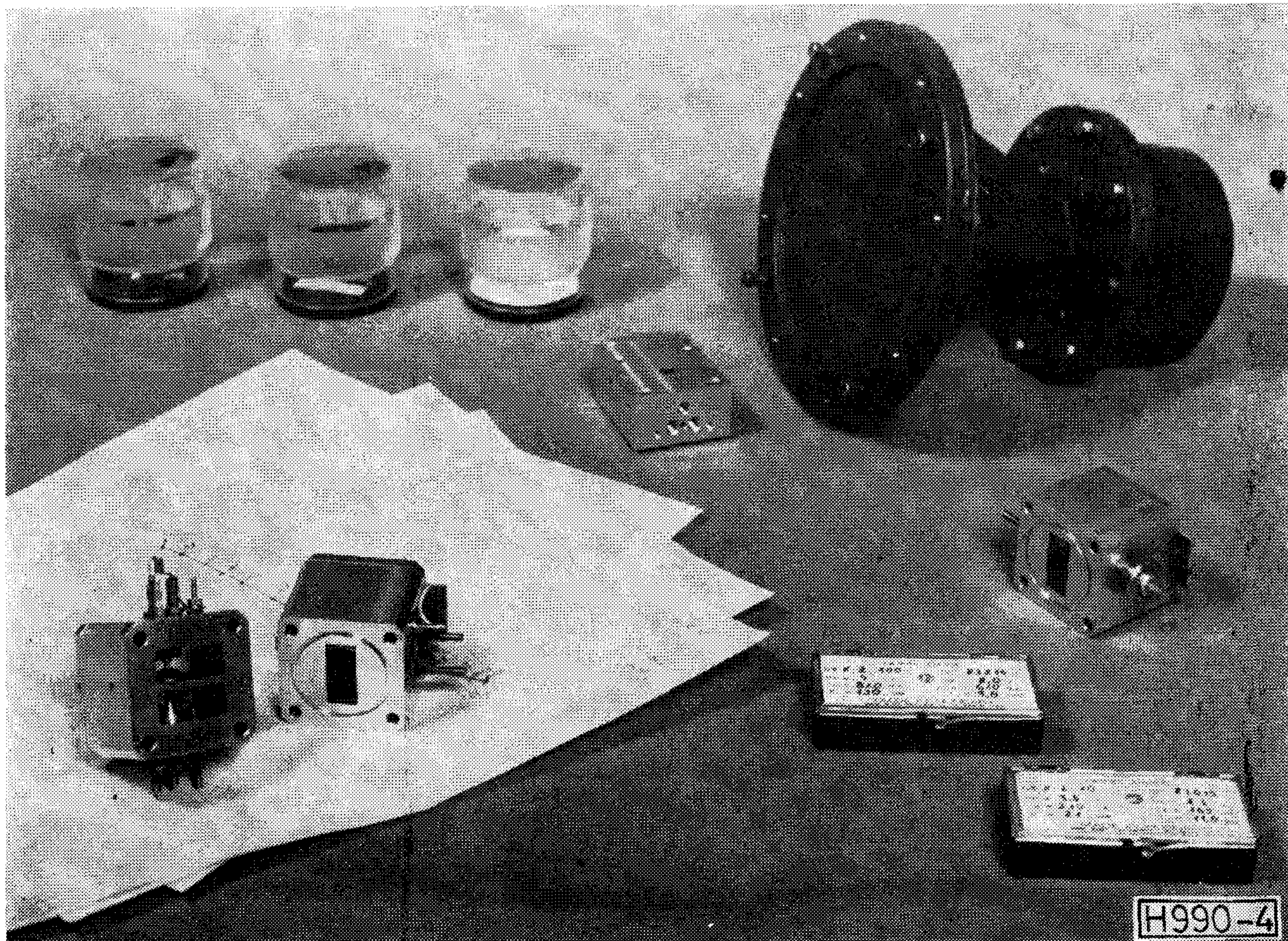
Különösen tiszteletreméltó az a teljes ámbitusú, sok embert foglalkoztató tevékenység, amelyet a **KFKI** buborékmémória programja mondhat magáé-

nak. Ennek kapcsán 256 kbit kapacitású lapkákból már komplett memóriaegységek készültek (5. ábra).

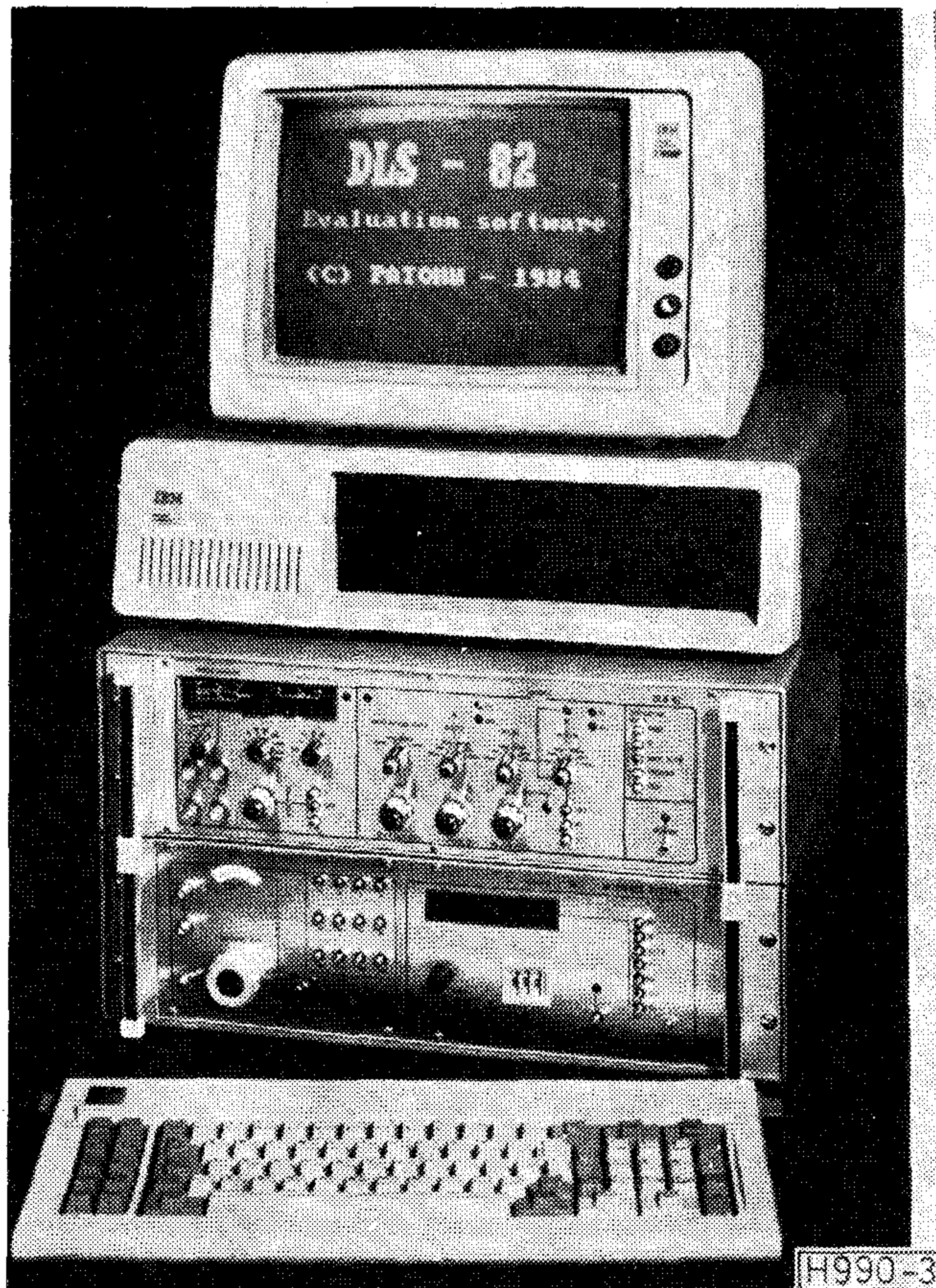
Az eszköz bázisát jelentő gallium gadolinium gránát kristály növesztését olyan technikai újításokkal, olyan minőségben oldották meg, hogy azóta kristálygyártásra vonatkozó külföldi versenytárgyaláson is tudtak és merhettek új feladatokat vállalni (6. ábra).

Kiemelkedő az a tevékenység is, amely a **BME** Villamosmérnöki Karán folyik, és amelynek kapcsán ma már jól működő technológiai szimulációs programokkal rendelkezik a hazai szakma. Az ilyen szimulációk jelentősége igen nagy a fejlesztés stádiumában. Némiképp árán — anyag- és vegyszerfelhasználás stb. nélkül, csak a technológiai lépések megadásával — jó közelítéssel számíthatók a keletkező eszközök paramétereit.

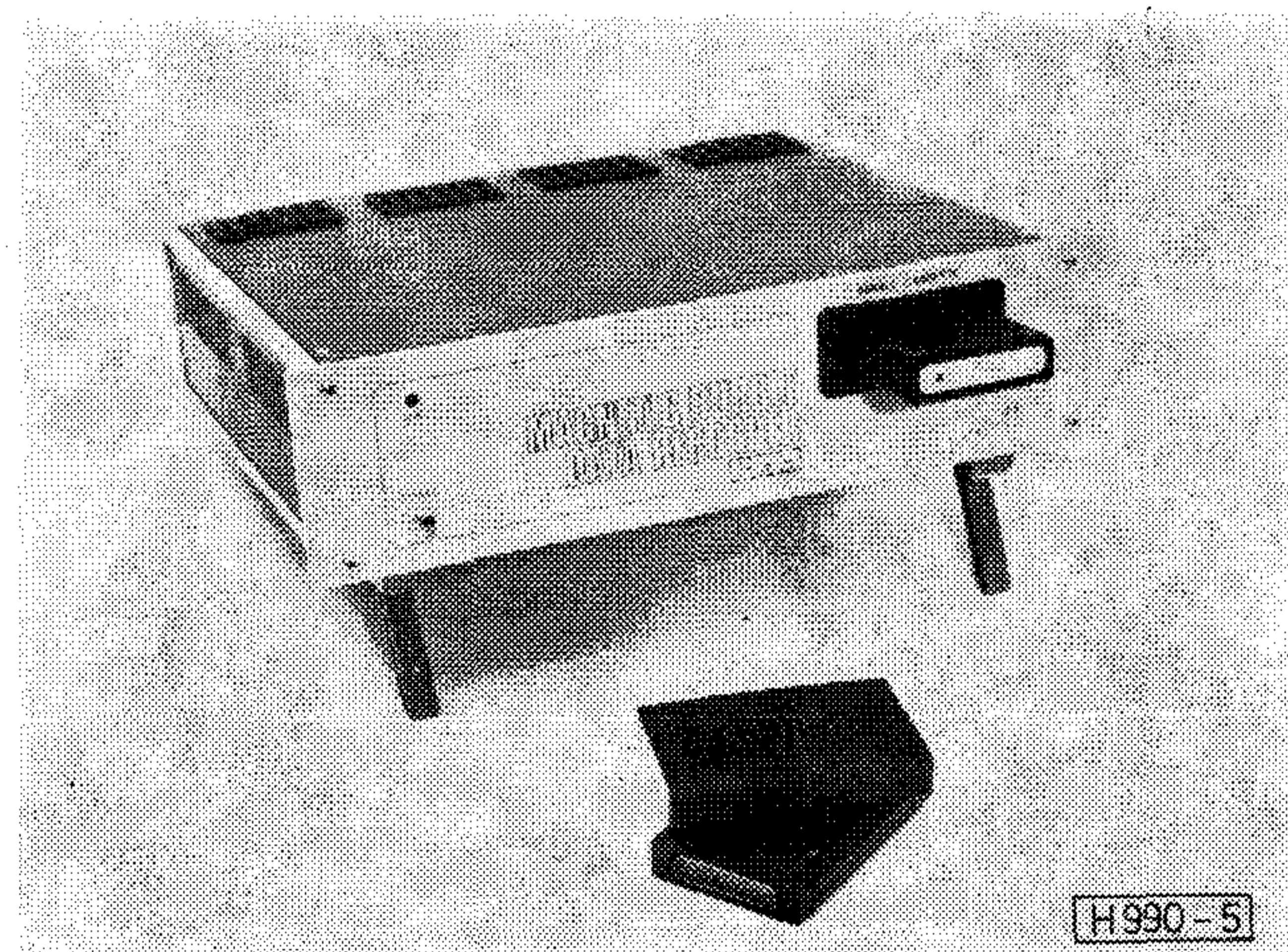
Több kutatási eredmény megemlézése indokolt. Egyrészt a K+F munkában nélkülözhetetlen, vizsgáló nagyberendezésekhez kötődő munkának nemcsak a mikroelektronikai fejlesztésen keresztül érté-



3. ábra



4. ábra

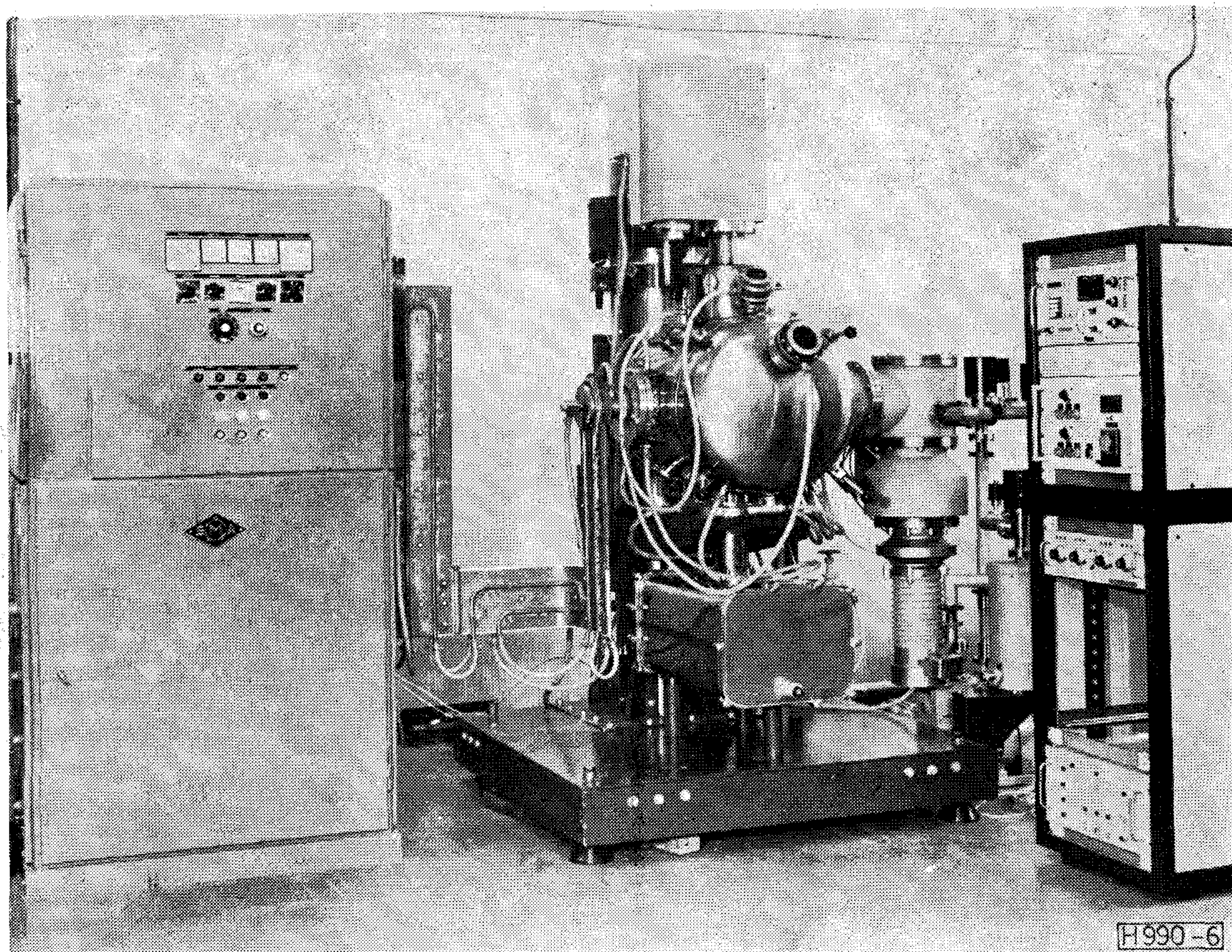


5. ábra

kelhető eredményeit, hanem metodikai fejlesztéseit is meg kell említenünk: nemzetközi hírű elektronmikroszkópos, Rutherford visszaszórásos, Auger, SIMS, tömegspektrometriai, PIXE csoportjaink vannak.

Szép eredmények születtek a vékony- és vastagrétegtechnikában és néhány fontos érzékelő kifejlesztésében. A mikroelektronika szempontjából háttérterület, de üzemképes eladható Si naptelepeket készít a VKI.

Nem foglalkoztam itt részletesen — mivel az külön tanulmányt érdemel — azokkal a fejlesztésekkel,



6. ábra

amelyek számítástechnikai jellegűek és az **AUTER** tervezőrendszerrel, vagy a **TRANZ TRAN** és **LOBSTER** áramköri szimulációs programokból kiindulva, a ma meglévő és sok ponton nemzetközi értelemben is sikeres programrendszerekig terjednek.

Az elmondottak jó példákat mutatnak arra, hogy mire képes a hazai kutatógárda. Bizonyították, hogy képesek akár egy-egy modern technológiai lépés

adaptálásig terjedő kimunkálására, vagy komplett laborszintű eszköztechnológiák megvalósítására.

Ha megfelelő rendbe áll a „gárda”, hatékonyan tudja a fejlesztést segíteni és az elért technológiai szint megtartásában az ipart támogatni. Sőt, egy-egy szerencsés ponton, a témakörben a hazai tudomány és fejlesztés nemzetközi tekintélyét is képes öregbíteni.

Lapunk példányonként megvásárolható

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

A LINA—1 jelzésű félkész áramkör felépítése és alkalmazása

DR. BALOGH BÉLÁNÉ—GERGELY ISTVÁN—MÉHN MÁRTON
MEV



ÖSSZEFOGLALÁS

A LINA—1 félkész áramkör közepes bonyolultságú analóg áramkörök integrált formában való elkészítését teszi lehetővé a teljesen egyedi tervezésű integrált áramkörök készítéséhez szükséges idő tört része alatt. A cikk ismerteti a LINA—1 felépítését, a benne található ellenállások és tranzisztorok elektromos tulajdonságait és tájékoztat az áramkör alkalmazásáról.

1. Bevezetés

Napjainkban a félkész (semi-custom) integrált áramkörök alkalmazásán át vezet a legrövidebb út a felhasználók igényei alapján egyedileg tervezett (ún. berendezésorientált) áramkörök előállításához. Ezzel magyarázható, hogy egyre nagyobb a félvezető cégek által kínált félkész áramkörök választéka; így módon ma már szinte tetszőleges integrált áramkört elkészíthetünk ezzel a módszerrel, igen rövid idő alatt.

A félkész áramköröket mind alkalmazási területük, mind gyártási technológiájuk szerint csoportosíthatjuk. A bipoláris technológiával gyártott semi-custom áramköröket nagyobbrészt lineáris (analóg) kapcsolások integrálására használják [1], nem csekély hányadukból pedig közepes bonyolultságú digitális áramkörök készülnek: a MOS technológiájú félkész áramköröket főként nagy bonyolultságú digitális áramkörök kialakítására használják fel.

A Mikroelektronikai Vállalat, felismerve a semi-custom áramkörök jelentőségét, számos bipoláris és MOS típust gyárt félkész kivitelben.

A jelen közleményben ezek közül a LINA—1 bipoláris semi-custom áramkört ismertetjük, mely közepes bonyolultságú analóg áramkörök készítésére alkalmas [2].

2. A LINA—1 elemkészlete és felépítése

A félkész áramkörök alkalmazási lehetőségeit elsősorban az határozza meg, hogy milyen mennyiségű és fajtájú áramköri elemet (ellenállást, diódát stb.) tartalmaznak. A LINA—1 chipben 170 elem található: 50 bipoláris tranzisztor és 120 ellenállás. Ezek fajtánkénti megoszlása a következő:

- 36 db kisméretű npn tranzisztor
- 12 db két kollektoros laterális pnp tranzisztor
- 2 db közepes méretű npn tranzisztor

DR. BALOGH BÉLÁNÉ

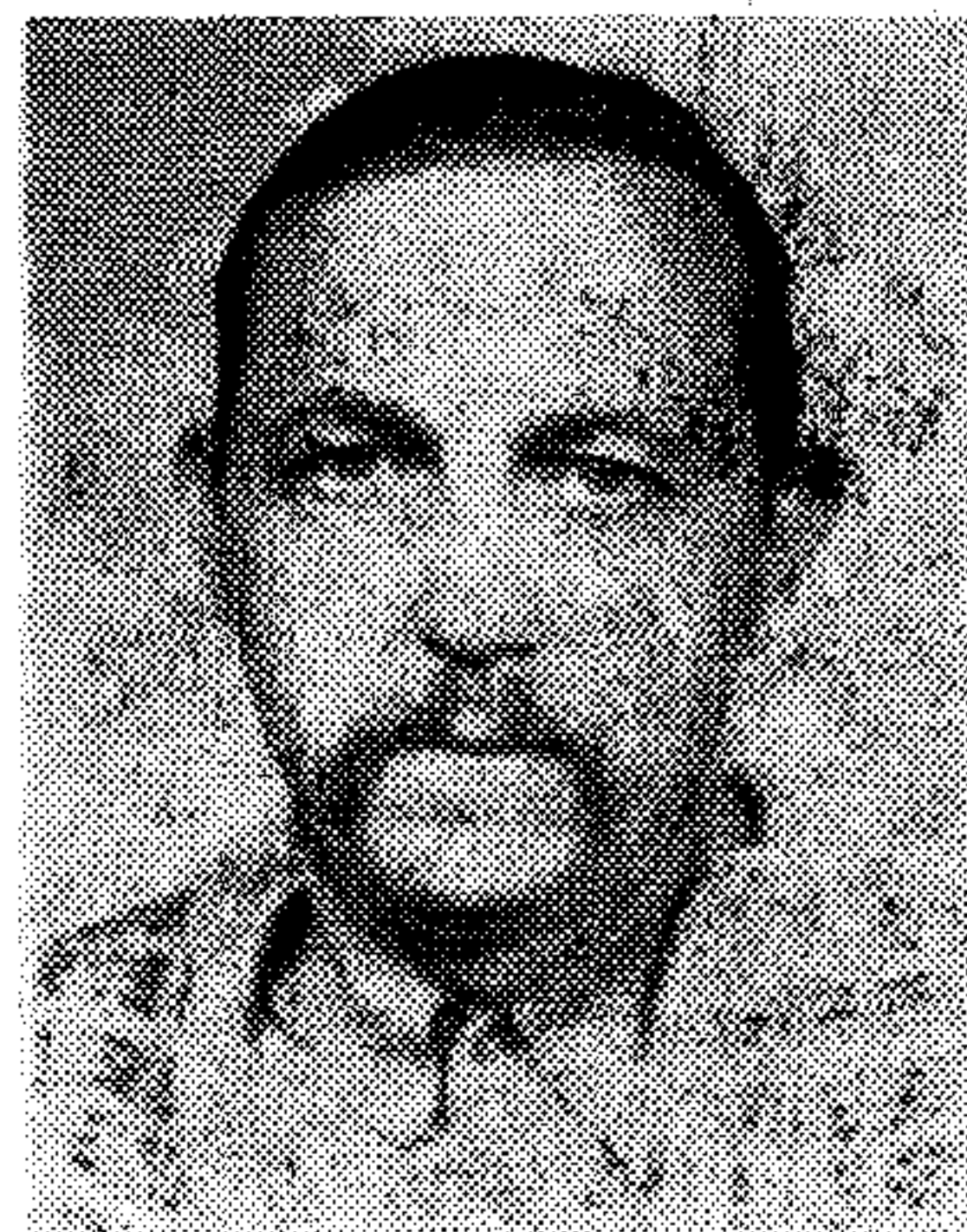
1967-ben szerzett diplomát a Kijevi Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakán. 1972-ben „Integrált áramkörös elektronika szakmérnöki tanfolyamot végzett. Első munkahelye az Egyesült

Izzó volt, ahol először diszkrét eszközök vizsgálatával, majd integrált áramkörök tervezésével foglalkozott. 1980-ban Országos Vezetőképző tanfolyamot végzett. 1982 óta a MEV dolgozója. Feladata: bipoláris eszközök tervezése, ill. az e területen folyó fejlesztési munkák irányítása.



GERGELY ISTVÁN

a vegyészmérnöki diploma megszerzése után 1957-ben helyezkedett el az Egyesült Izzóban. Először germánium egykristályok készítésével és vizsgálatával foglalkozott, majd bekapcsolódott a félvezető eszközök fejlesztését végző osztály munkájába. 1975-ben ENSZ ösztöndíjjal angliai tanulmányúton vett részt. 1982 óta a MEV dolgozója, jelenleg félvezető eszközök tervezésével és szerkeztvizsgálatával, valamint a félvezető technológiai folyamat mérőábrák segítségével történő ellenőrzésével foglalkozik.

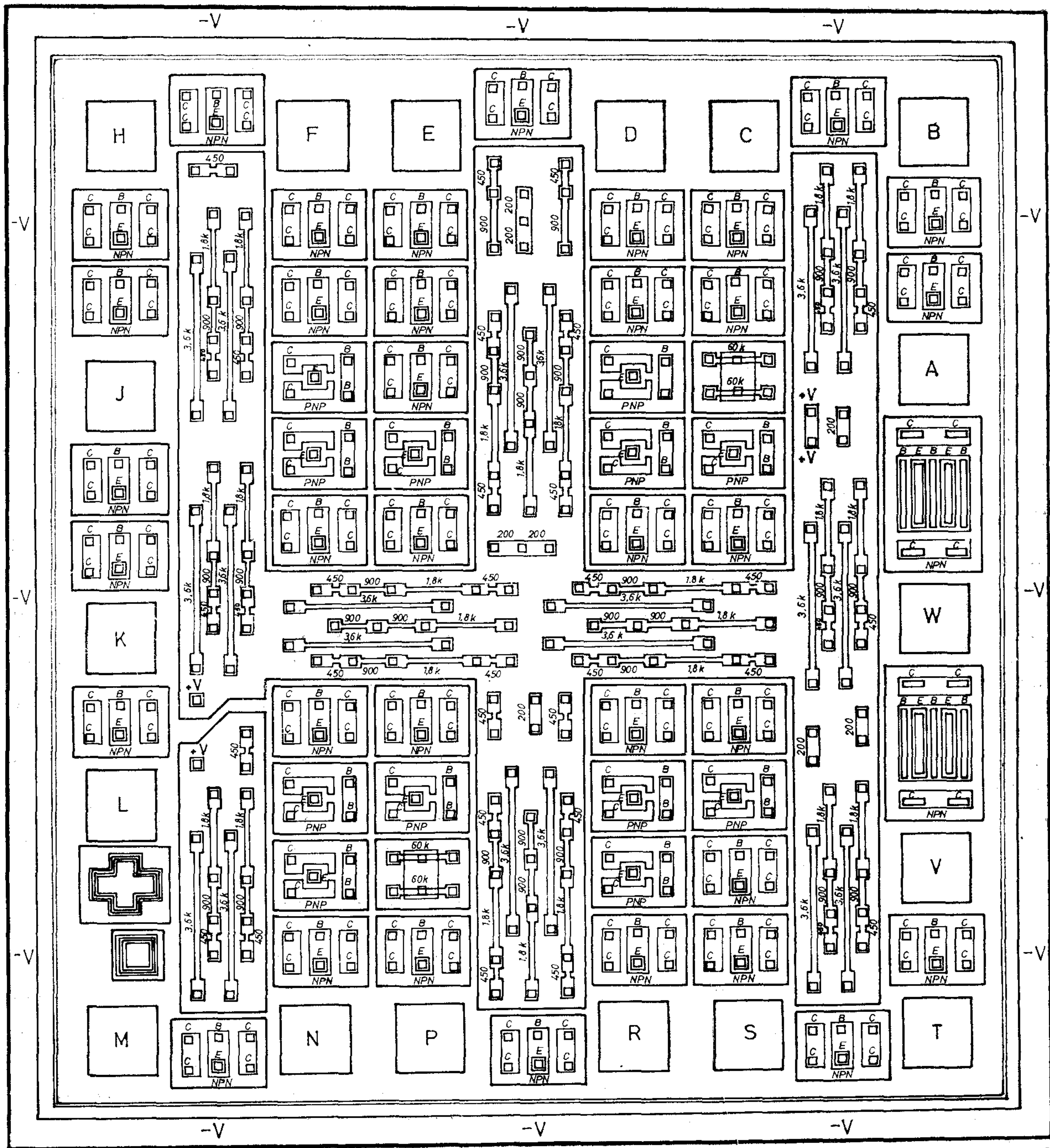


MÉHN MÁRTON

okl. fizikus, félvezető technikai szakmérnök, villamosmérnök—matematikus szakmérnök. 1962-től 1982-ig az Egyesült Izzóban félvezető eszközök fejlesztésével foglalkozott. 1978-ban UNIDO-ösztöndíjként MIS szerkezetek vizsgálatát végezte az NSZK-ban. 1982-től a Mikroelektronikai Vállalatnál bipoláris integrált áramkörök tervezésével foglalkozik, emellett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen laboratóriumi gyakorlatot vezet.

- 8 db 300 ohmos ellenállás
- 34 db 450 ohmos ellenállás
- 30 db 900 ohmos ellenállás
- 24 db 1800 ohmos ellenállás
- 20 db 3600 ohmos ellenállás
- 4 db 60 kohmos ellenállás.

Beérkezett: 1984. VI. 14. (A)



H989-1

1. ábra. Az áramköri elemek elrendezése a LINA-1 chipen

Az elemek elrendezését az 1. ábra mutatja. Ennek kialakításakor az volt a fő szempont, hogy az elrendezés tegye minél egyszerűbbé a kívánt áramkör létrehozásához szükséges fémhálózat megtervezését. További fontos cél, hogy minimális legyen a parazita kölcsönhatás az áramköri elemek között. Ezért minden tranzisztor, továbbá — kettésével — a 60 kohmos ellenállások önálló „szigetben” vannak elhelyezve; az *n* típusú szigeteket *p* zónák választják el egymástól. A 300–3600 ohmos ellenállások két szigetben találhatóak. Ez nagyobb szabadságot ad a tervezőnek, minthá egyetlen szigetben kapott volna helyet az összes ellenállás, mivel lehetővé teszi, hogy az

ellenállások egy része úgy kerülhessen a tápfeszültségnél magasabb potenciálra, hogy ez ne okozzon zavart az áramkör működésében.

A LINA-1 tranzisztorainak hasznos jellegzetessége, hogy egyes elektródákhoz több helyen csatlakozhatunk: az npn tranzisztorok kollektorához négy helyen, a pnp tranzisztorok bázisához két helyen. Ez a fémezés megkönnyítést szolgálja. (A többszörös kontaktust pl. bujtatásként, vagy kis értékű ellenállásként is hasznosíthatjuk.) A laterális tranzisztorok két kollektorkontaktusa viszont két önálló kollektorhoz tartozik, ami e tranzisztorok gazdaságos felhasználását teszi lehetővé.

3. Az áramköri elemek jellemzői

A LINA—1-ben levő ellenállások és tranzisztorok elektromos adatait tartalmazó adatlapot az érdeklődők rendelkezésére tudjuk bocsátani; itt csak az alkalmazás szempontjából legfontosabb tulajdonságokra hívjuk fel a figyelmet.

a) A tranzisztorok max. 20 V-os U_{CE} kollektor-emitter feszültséggel működtethetők (ennél nagyobb feszültséget az áramkör más pontjai között sem alkalmazhatunk). Hasznos áramtartományuk alsó határa 0,1 μ A, a felső határ 1, 20 és 100 mA a laterális pnp tranzisztornál, ill. a kis- és közepes npn tranzisztornál.

b) A laterális tranzisztorok f_T határfrekvenciája 3 MHz, az npn tranzisztoroké 300 MHz körüli érték.

c) A 60 kohmos ellenállásokra adható max. feszültség 6 V. A többi ellenállásnál — a 20 V-os határon belül — csak a megengedhető disszipáció korlátozza a feszültséget. A 60 kohmos ellenállás alkalmazásakor figyelembe kell venni, hogy értéke meglehetősen pontatlanul reprodukálható, ezért csak azokban az esetekben célszerű használni, amikor a névleges értéktől való esetleg jelentékeny eltérés sem okoz zavart. Az ellenállás nagysága a FET-jellegű elemen elhelyezett vezérlő elektródára adott feszültséggel változtatható, a vezérlő feszültség azonban nem haladhatja meg a 6 V-ot. (Legcélszerűbb, ha a vezérlő elektródot az ellenállás pozitívabb sarkával kötjük össze.)

d) A szokásos dual-in-line műanyag tokba szerelt LINA—1 chipre kb. 500 mW a megengedhető max. disszipáció, és ez egyetlen elem (pl. ellenálláson) is felléphet.

e) Az npn tranzisztorok azonos oldalon levő két kollektorkontaktusa, az egy szigetben levő 60 kohmos ellenállások vezérlő elektródái, valamint a laterális tranzisztorok báziskontaktusai között kb. 15 ohm nagyságú ellenállás van, amit gyakran bujtatásként hasznosítunk. Az npn tranzisztorok átellenes kollektorkontaktusai közötti mintegy 50—100 ohmos szakaszt is hasznosíthatjuk a kapcsolatban.

Az a körülmény, hogy az összes áramköri elem egyszerre, azonos technológiai műveletekkel készül, azzal a következménnyel jár, hogy nem lehet mindegyik elemfajta optimális szerkezetű. A bipoláris áramkörökben rendszerint az npn tranzisztort tekintik fő elemnek, a technológiát tehát az npn tranzisztornak megfelelően alakítják ki. Ez a LINA—1 esetében sincs másként. Így a szubsztráttól független pnp tranzisztorok csak laterális kivitelben készülhetnek, tehát elektromos paramétereik szükségképpen gyengébbek a megfelelő npn paramétereknél. Az áramköri elemek közös eljárással történő kialakítása azonban több haszonnal jár, mint amennyi nehézséget okoz, pusztán csak az elektromos tulajdonságokat tekintve is. Ez a haszon: az azonos fajtájú áramköri elemek egyöntetűsége. Az egy chipen levő összes, azonos geometriájú tranzisztor, ellenállás stb. elektromos tulajdonságok szempontjából is azonosnak tekinthető, és ez hatalmas előny! Ezért integrált áramkörben megtehetjük azt, amit diszkrét eszközknél nem: hogy párhuzamosan kötünk több tranzisztort. Biztosak lehetünk benne, hogy mindegyik közel azonos áramot vesz fel, ha azonos méretűek,

ill. hogy az áramok aránya a tranzisztorok méretarányának felel meg.

Hasonló a helyzet az ellenállások esetében is. Az ellenállások nagysága ugyan különbözhet a névleges-től ($\pm 25\%$ eltérést engedélyez az adatlap), nem tér el azonban a névleges értéktől az ellenállások aránya. Természetesen a hőfok változása sem idéz elő változást a tranzisztorok közti árameloszlásban, vagy az ellenállásértékek arányában, és ez a körülmény is előnyösen kihasználható. Az integrálásnak persze számos egyéb, közismert előnye is van (a megbízhatóság növekedése, az önköltség csökkenése stb.); az áramköri elemek egyöntetűségét azért érdemes itt erősebben hangsúlyozni, mert éppen a semi-custom áramkörökben aknázható ki ez a sajátság a legjobban.

4. Laterális tranzisztorok alkalmazási módja a LINA—1 áramkörben

Az a kényszerűség, hogy a szubsztráttól független pnp tranzisztorok szükségképpen laterális kivitelűek, nem tekinthető pusztán hátránynak, minthogy a laterális tranzisztor igen sokoldalúan alkalmazható eszköz, például igen előnyösen alkalmazható sokkollektoros formában. (A vertikális npn tranzisztornál a több kollektoros forma korántsem rendelkezik ilyen előnyös tulajdonságokkal!) A laterális tranzisztor a LINA—1-ben két kollektoros kivitelben fordul elő, így a tranzisztor bekötésekor a következő lehetőségek közül választhatunk:

- a két kollektort rövidrezárjuk,
- a két kollektor közül csak az egyiket használjuk, a másik „lebeg”,
- az egyik kollektort a bázissal rövidrezárjuk,
- a két kollektor két különböző körhöz tartozó munkaellenállást táplál.

Milyen áramerősítési tényezővel számolhatunk a négy különböző bekötési mód esetén?

Lássuk először az a) esetet. Erre vonatkozik a LINA—1 adatlapján közölt B vs. I_C görbe; e szerint $B_0=40-80$ a várható áramerősítés az $I_C=10-100 \mu$ A áramtartományban.

A b) esetben az emitterből kilépő lyukak egy részének (annak a résznek ti., amelyik nem a működő fél-kollektor irányába „indult el”) igen hosszú utat kell megtennie, míg „célba jut” — a záróirányban előfeszített, tehát pótkollektorként működő szubsztrátba, vagy a működő kollektorfélbe — ezért igen jelentős lesz a rekombinációs vesztesége. A tapasztalat szerint $B \approx \frac{B_0}{4} \approx 10-20$, tehát jóval kisebb, mint a B_0 .

A c) esetben közelítőleg azonos a két fél-kollektor árama (azért csak közelítőleg, mert I_C kismértékben a kollektorfeszültségtől is függ, és ez nem azonos a két kollektoron). A bázissal rövidrezárt kollektorban folyó áram szükségképpen hozzáadódik a bázis- és emitterbeli rekombinációból származó eredeti bázisáramhoz, így az áramerősítési tényező 1 alá csökken. Ha feltesszük, hogy a kollektorfeszültségek különbsége nem okoz számottevő eltérést a két kollektor

áramában, akkor ki is számíthatjuk B értékét adott (az aktívan működő kollektorban mért) I_C áramnál. Tekintve, hogy a két kollektor összárma $2 I_C$, az ehhez az áramhoz tartozó B_0 értékből kell kiindulnunk.

A fellépő bázisáram: $I_B = \frac{2I_C}{B_0}$.

Ehhez hozzáadódik az egyik kollektor I_C árama, így $B = \frac{I_C}{I_C + \frac{2I_C}{B_0}} = \frac{B_0}{B_0 + 2}$, amiből egynél valamivel kisebb érték adódik.

A $d)$ esetben az előbbi módon okoskodhatunk: feltesszük, hogy a két kollektor árama azonos, ezért

$$B = \frac{I_C}{\frac{2I_C}{B_0}} = \frac{B_0}{2},$$

ahol B_0 a „teljes tranzisztor” áramerősítési tényezője $2I_C$ értékű kollektoráramnál.

Megjegyezzük, hogy a felsorolt négyféle bekötési mód közül a második (tehát a lebegő kollektor) alkalmazása nem célszerű.

Ebben az esetben ugyanis a tranzisztor emitter-áramának számottevő része a szubsztrátba jut. Figyelembe véve, hogy a szubsztrát fajlagos ellenállása meglehetősen nagy (ellenkező esetben szigetelőképesége volna elégtelen), el kell kerülni, hogy jelentős áramot folyassunk át rajta, ez ugyanis — a fellépő potenciálkülönbségek révén — megzavarhatja az áramkör működését.

5. A LINA—1 alkalmazása

A félkész áramkörök nagy népszerűsége alkalmazásuk egyszerű voltának és a felhasználásukkal gyártott berendezésorientált áramkörök viszonylagos olcsóságának tulajdonítható. Tekintve, hogy az integrálni kívánt kapcsolás birtokában az IC tervezés feladata a fémező maszk tervezésére korlátozódik (mint-hogy a félkész chipen a kapcsolásban szereplő tranzisztorok, diódák, ellenállások már rendelkezésre állnak), az áramkörtervezés gyorsan és egyszerűen elvégezhető. A termék legyártása sem okoz gondot, mivel csak egyetlen új maszkot kell elkészíteni és ennek megfelelően egyetlen rezisztlépés alkalmazásával gyártható a kívánt speciális áramkört tartalmazó Si szelet. A LINA—1 elemkészlete, mint láttuk, diódát nem tartalmaz. Ez azonban nem korlátozza a felhasználást, minthogy bármely tranzisztor diódként is alkalmazható. Ha a diódától megkívánt zárófelesztés 6 V alatt van, az npn tranzisztorok EB átmenetét célszerű ilyen célra használni, a CB átmenet rövidrezárása mellett. Ellenkező esetben a laterális tranzisztor hasonló alkalmazása a legjobb megoldás. Zener diódának is az npn tranzisztor EB átmenete a legalkalmasabb. A zárókarakterisztika hőfokfüggését minimálisra csökkenthetjük, ha egy nyitóirányban előfeszített EB átmenettel kapcsoljuk sorba, minthogy az npn EB dióda nyitó- és zárókarakterisztikájának hőfoktényezője ellenkező előjelű és közel azonos abszolút értékű.

A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a fémhálózat megtervezése akkor válhat problematikusá, ha a rendelkezésre álló tranzisztorok több mint háromnegyedét fel kell használni az adott kapcsolásban, és akkor számíthatunk viszonylag könnyű munkára, ha a bekötendő tranzisztorok aránya nem éri el a 70%-ot.

Ennél is fontosabb szempont, hogy az integrálandó kapcsolást a fémező maszk megtervezése előtt célszerű LINA—1 kitekkel (a LINA—1 chip tokozott formában kapható áramköri elemeivel) megépíteni. (Az ellenállásokat csak kivételesen kell kit formában alkalmazni, többnyire megfelelnek a szokásos fémréteg-ellenállások. Ne feledkezzünk meg azonban arról, hogy a fémezésnél alkalmazott bujtatásokat is modellezzük!) A kitekből épített deszkamodell elkészítése azért ajánlatos, mert a szokásos diszkrét elemekre tervezett kapcsolás — az integrált tranzisztorok eltérő tulajdonságai, valamint az integrálásból adódó parazita kölcsönhatások miatt — IC-ként esetleg nem működik megfelelően.

A kitek alkalmazásával nemcsak azért kapunk valós képet a leendő IC működéséről, mert az áramköri elemek azonosak a modellben és az IC-ben, hanem azért is, mert egy-egy kit több (négy-öt) tranzisztorot tartalmaz, így a kitekkel megépített kapcsolásban a kész IC-hez hasonló módon lépnek fel az áramkör működését zavaró parazita hatások (pl. a megengedettnél nagyobb szubsztrát áram). Szükség esetén tehát még időben módosíthatjuk a kapcsolást.

6. Néhány egyszerű szabály a LINA—1 fémmaszkok tervezéséhez

A fémhálózat tervének elkészítéséhez az 1. ábrán bemutatott elemelrendezési rajzot használjuk, természetesen kellően felnagyított kivitelben.

Az ábrába szabad kézzel rajzolhatjuk be a févezeték útját. A fémcsíkok szélessége általában $10 \mu\text{m}$ és ugyancsak legalább $10 \mu\text{m}$ a vezetékek egymástól, ill. a fémkontaktusoktól való távolsága. A tervezéskor vegyük figyelembe, hogy 1 mm hosszúságú, $10 \mu\text{m}$ szélességű fémcsik ellenállása $3\text{--}5 \text{ ohm}$. Szükség esetén használjunk szélesebb vezetéket, kivételes esetben pedig elfogadható a $8 \mu\text{m}$ -es vezeték is, $8 \mu\text{m}$ -es minimális csíktávolsággal.

A tervező számára természetesen kényelmetlen volna, ha a rajzkészítés során állandóan ügyelnie kellene az előírt csíktávolság betartására, ezért a fenti szabályt könnyebben alkalmazható formában is megfogalmazhatjuk $10 \mu\text{m}$ -es csíkszélesség esetén:

a) A tranzisztorok között két csík, a szomszédos tranzisztor — elektródák között 1 csík haladhat át. E szabály alól kivétel a laterális tranzisztor emitter-és kollektorkontaktus közötti szakasza, ahol — a kiterjesztett emitterkontaktus nagy mérete miatt — nem fér el févezeték.

b) A termokompressziós kontaktusok között 3 csík, a chip szélén kialakított (a szubsztráttal összekapcsolt) fémkeret és a szélső elemek között 1 csík helyezhető el.

c) Az ellenállások között (az ellenálláscsíkokkal

párhuzamosan) nem fér el vezeték az ellenállászigetnek azon részein, ahol 4, ill. 5 ellenállás van egymás mellett elhelyezve; erre merőlegesen, az ellenállások kontaktusai között viszont az alábbi számú csík haladhat át:

300 és 450 ohm esetén	1 csík
900 ohm esetén	2 csík
1800 ohm esetén	5 csík
3600 ohm esetén	11 csík

d) A 60 kohmos ellenállások között 1 csík, az ellenállás végpontjai és a vezérlő elektród között 1-1 csík fér el.

További szabály, hogy a 300–3600 ohmos ellenállásokat tartalmazó szigeteket (a V^+ kontaktusokat) az áramkörben alkalmazott legpozitívabb potenciálra kell kötni (vagy arra a pontra, mely az adott rész-áramkörben a legpozitívabb potenciált veszi fel), a fémkeretet (a szubsztrátot) pedig a tápforrás negatív pólusával kell összekapcsolni. Ez az eljárás az elemek közötti kölcsönhatásokat küszöböli ki, ill. csökkenti többnyire elhanyagolható mértékűre.

Az áramkörtervezés során ügyeljünk arra, hogy a

laterális tranzisztorok lehetőleg ne kerüljenek telítésbe. A szaturált állapotban levő laterális tranzisztorból ugyanis jelentékeny áram kerülhet a szubsztrátba és ez, mint láttuk, zavart okozhat az áramkör működésében.

Jelentősen megkönnyíti a LINA-1 chip felhasználásával történő áramkörtervezést, hogy igen nagy számú példa áll rendelkezésünkre a LINA-1-hez hasonló félkész áramkörökből megvalósított kapcsolásokra.

A gyakorlatban felvetődő feladatok az esetek nagy részében visszavezethetők ismert megoldásokra, az áramkörtervezés során tehát feltétlenül ajánlatos ezek tanulmányozása.

I R O D A L O M

- [1] D. Bray: The advantages of large bipolar semi-custom arrays in linear systems. Proc. of the 2nd International Conf. on Semi-Custom IC's, London, 1982.
- [2] MEV kollektíva: Beszámoló a LINA-1 lineáris array áramkör fejlesztési eredményeiről. (1983. évi belső jelentés.)



MEV ALKATRÉSZKATALÓGUS

BESZEREZHETŐ A

MEV-EMO-KERAVILL MÁRKABOLTBAN:

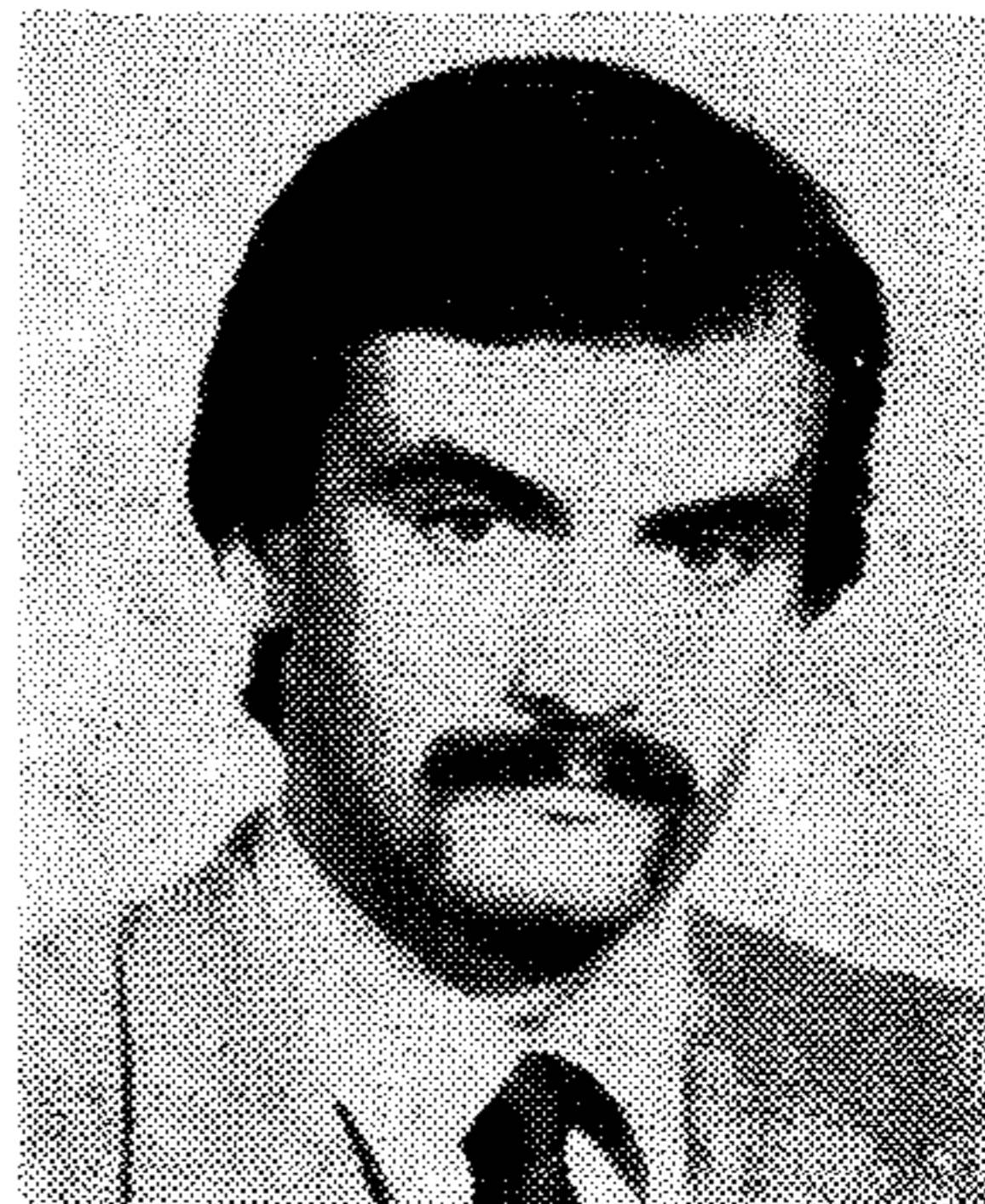
Bp.V., Múzeum krt. 11. és a Katalógusboltban: Bp.V., Szt. István tér 4.

MEV

MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

CMOS kapumátrix áramkörök alkalmazása a készülékfejlesztésben

DÁVID BÉLA—ERDÉLYI JÁNOS
Híradástechnika Szövetkezet



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk röviden ismerteti egy meglévő berendezés áttervezését berendezésorientált áramkörök felhasználásával. Az eredeti készülék funkciójának és felépítésének leírása után áttekinti az alkalmazott berendezésorientált áramkör és az integrálandó részegységek kiválasztásának, a logikai áttervezésnek és particionálásnak az alapelveit. Mindezeket részletesebben illusztrálja egy kiválasztott áramkör működésének és tervezési folyamatának bemutatásával. Összefoglalja az elért és várható eredményeket, a munka jelenlegi állását.

Bevezetés

A mikroelektronikai program keretében hazánk elektronikai iparának egyik legjelentősebb feladata a berendezésorientált áramkörök tervezésére, gyártására és alkalmazására való felkészülés.

A Híradástechnika Szövetkezet (HT) tevékenyen részt vesz ebben a munkában. A cikkünkben ismertett példát gyakorlatilag az első eset egy teljes berendezés átalakítására több berendezésorientált áramkör felhasználásával, és az első kísérlet szövetkezetünkben kapumátrix áramkörök házon belüli tervezésére és külső áramköri rendelés teljesítésére. Az áramkörök tervezése, gyártása, mérése széles körű iparágon belüli összefogással valósulhatott meg, a munkában a Mikroelektronikai Kormánybiztosság, az eredeti készüléket gyártó MMG-AM, a HT, a MEV, a KFKI és a BME szakemberei vettek, illetve vesznek részt. Reméljük, hogy a bátor, úttörő jellegű alkalmazás és a kialakult együttműködés a szó szoros értelmében is „példa” jellegű lesz.

Az ARE—38 berendezés

Az MMG—AM által előállított ARE-38 aritmetikai egység volt az integrálásra kiszemelt készülék, melynek sorozatgyártása bizonyos ideje folyik, ezért konstrukciója kiforrott, lényegi változtatása nem várható, ugyanakkor a piaci igények és a készülék paramétereit alapján még több évig „futó” termék lesz.

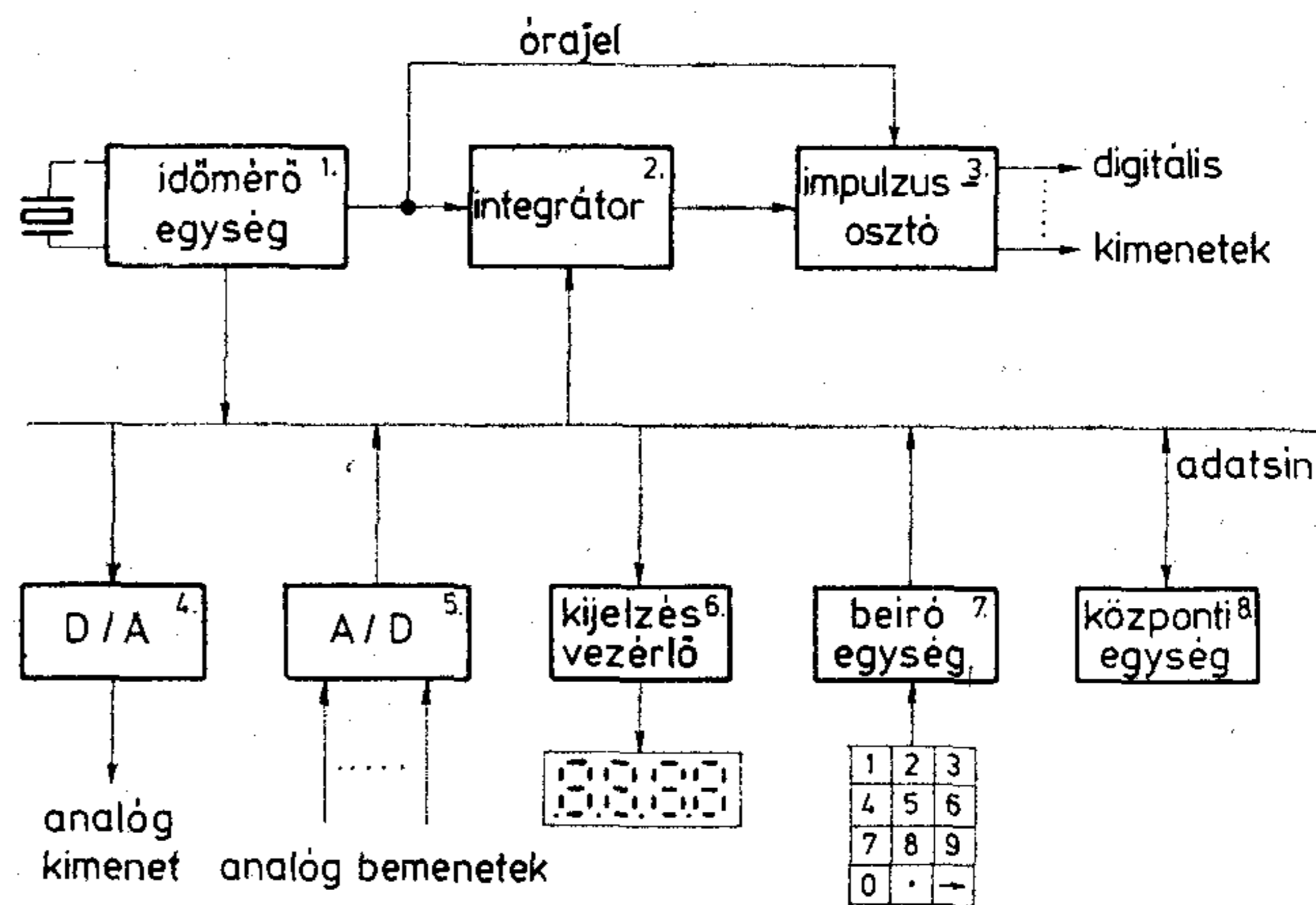
A berendezés villamos távérzékelők jelei fogadására, az adatok összegyűjtésére és feldolgozására szolgáló programozható aritmetikai egység. Felépítése az 1. ábrán látható, „lelke” a központi egységben elhelyezkedő speciális BCD számorientált mikroprocesszor. A számítások elvégzésén túl ez a processzor vezérli az adatsínen keresztül a többi egység működését is. A központi egységben található a szükséges memóriák (UV EPROM a programok és a kons-

DÁVID BÉLA

A KKVMF alkatrészgyártó szakán végzett 1976-ban. Kezdetben a Telefongyár alkatrész laboratóriumában dolgozott, 1979 óta annak vezetőjeként, majd 1981-ben a Híradástechnika Szövetkezet dolgozója lett. Kezdetben főhasználói szempontú alkatrész-vizsgálókkal és alkalmazási kérdésekkel foglalkozott,

1982-től kezdődően pedig a HT mikroelektronikai programján munkálkodik, mely témakörökből eddig közel 10 publikációja jelent meg. Jelenlegi feladata a CMOS kapuhálózatokra történő tervező és gyártó üzem létrehozása a HT-ben. A HTE keretén belül vezetőségi tagja az IB-nek, tagja az MTB-nek és más MTESZ egyesületek munkájában is részt vesz.

tansok; telepes táplálású CMOS RAM a paraméterek, az adatok és az eredmények tárolására), valamint a processzor működéséhez és az adatforgalom vezérléséhez a kiegészítő áramkörök. A mért adatok egy analóg multiplexer és egy 3 1/2 digitális integrált A/D átalakító segítségével jutnak be a processzorba. A programok kiválasztása és a paraméterek megadása egy tizenkét billentyűs tasztatúrával lehetséges. Időmérésre egy hatdekádós BCD számláló szolgál, melynek előosztója egyben órajeleket is ad további egységek működéséhez. A mért értékek és a számított eredmények egyrészt megjeleníthetők egy 9-digitális multiplexelt 7-segmenses kijelzőn, másrészt kiadhatók akár analóg formában egy kitöltési tényező moduláció elvén működő D/A konverter segítségével, akár galvanikusan leválasztott digitális kimeneteken impulzuscsomag formájában.



[H987-1]

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Λ)

1. ábra. Az ARE-38 aritmetikai egység tömbvázlata

A készülék elektronikája két darab, mintegy 17×35 cm méretű nyomtatott huzalozású lemezen helyezkedik el, 118 db integrált áramkört tartalmaz. Ezek döntő többsége 4000-es és 74C sorozatú SSI-MSI CMOS digitális áramkör.

Az áttervezés szempontjai

A berendezés áttervezésével kapcsolatban a gyártó igénye az volt, hogy szolgáltatásai, kezelése ne változzon, a meglévő programok változatlanul felhasználhatók legyenek. Ennek következtében a hardver architektúrájában sem került sor változtatásra.

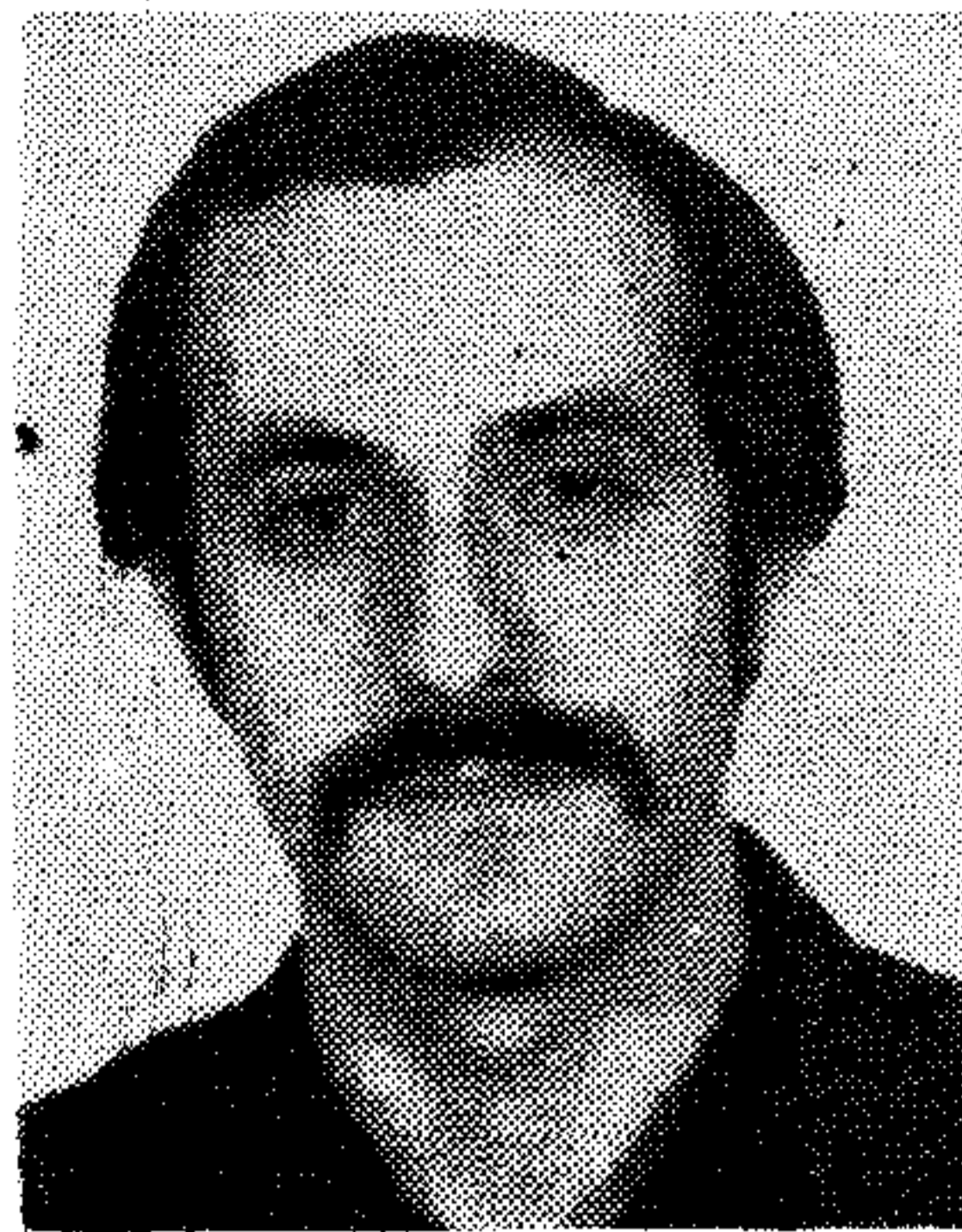
Az alkalmazott berendezésorientált áramkör típusának kiválasztásakor, mivel nem voltak extrém súlyal, mérettel, fogyasztással kapcsolatos követelmények, a gazdasági szempontok döntöttek elsősorban [1]. A várható sorozatnagyság egyértelművé tette, hogy kapuhálózatot kell használni. A beszerezhetőség, egyszerű tervezhetőség és technológiai kompatibilitás érdekében ezen belül a HT 001 alap-típus bizonyult a legmegfelelőbbnek, annál is inkább, mivel a HT létesülő mikroelektronikai üzemében először e típust kívánja földolgozni.

Ez az áramkör a 4000-es sorozatával megegyező fémkapus CMOS technológiával készül, hálózati céljaiban 960 db komplementer tranzistorpárt tartalmaz, melyek huzalozásának tervezése egyszerű, kevés segédeszközt igényel. Részletes adatai [2]-ben megtalálhatók.

Az integrálandó részegységek kiválasztása során a következőkre kellett tekintettel lenni:

1. A HT 001 paramétereinek korlátai: megvalósítható funkciók, meghajtóképesség. Sebességi probléma nem merült fel.
2. Elemszám, figyelembe véve a logikai áttervezés során végrehajtható egyszerűsítéseket és a kapuhálózat 60–80%-os kihasználhatóságát.
3. Kivezetésszám: 24, 28 és 40 lábú tok jöhetett szóba.
4. A kész áramkör lehetőleg önmagában is „értelmes”, esetleg másutt is felhasználható funkcionális egység legyen.
5. Gazdaságosság: az áttervezés csökkentse a készülék gyártási költségeit.

Mindezek figyelembevételével nem kerültek integrálásra az LSI eszközök (CPU, memóriák, A/D), az adatsín, a kijelző és az optocsatolók meghajtói, az analóg részegységek (multiplexer, a D/A szűrője). Az 1. ábra szerinti felosztásnak és számozásnak megfelelően 8 darab berendezésorientált áramkör készül, MA 380X típusjellel. Néhány egyszerű kapuáramkör kivételével gyakorlatilag a készülék 1, 2, 3, 5, 6 egységeit teljesen sikerült összevonni egy-egy kapuhálózatba. Az MA 3804 áramkör a D/A átalakító digitális részét, az MA 3805 az A/D átalakító átmeneti tárolót és az analóg multiplexer vezérlését, az MA 3808 a CPU külső programszámlálóját és egy címmultiplexert tartalmaz.



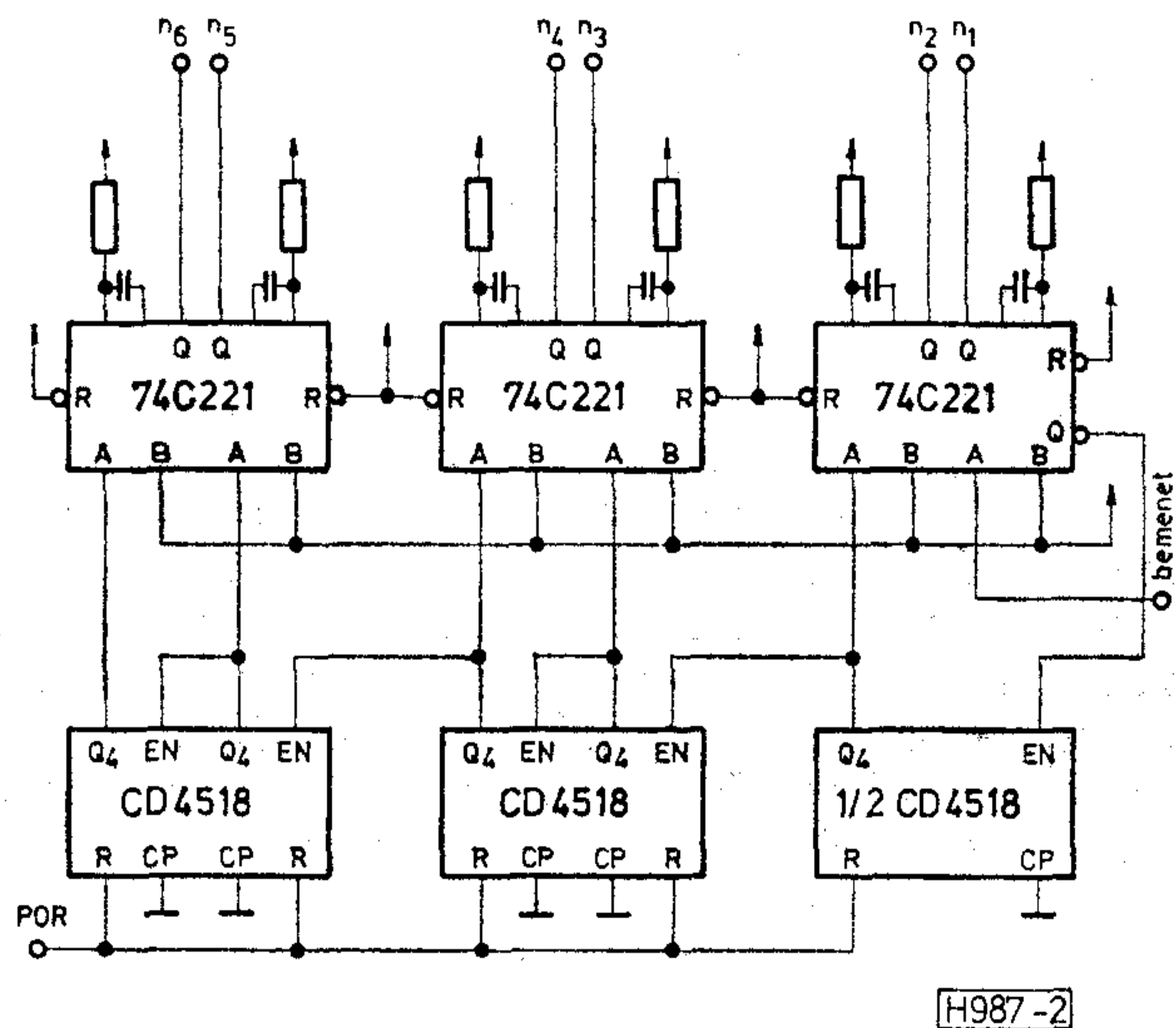
ERDÉLYI JÁNOS

1981-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar híradástechnika szakán. 1981 óta a Híradástechnika Szövetkezet tagja, időközben két évig nappali tagozatos szakmérnök-képzésen vett részt technológia szakon. Jelenlegi beosztása fejlesztőmérnök, területe berendezésorientált áramkörök tervezése.

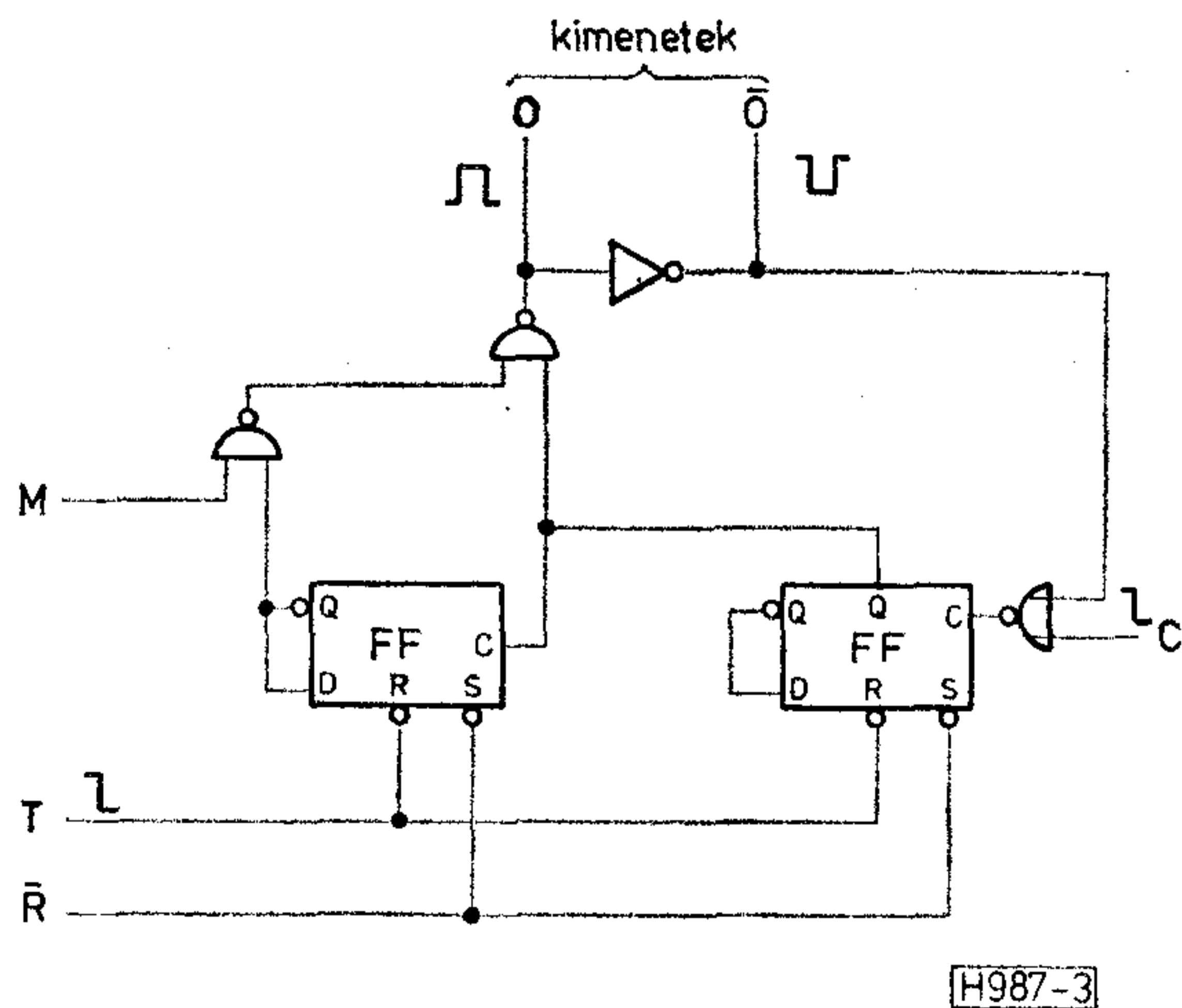
Az MA 3803 áramkör

A tervezésre került 8 kapumátrix áramkör közül az MA 3803-at ismertetjük részletesebben, mivel ez egyszerűen és jól szemlélteti a kapumátrix áramkörök alkalmazásakor szükséges áttervezést.

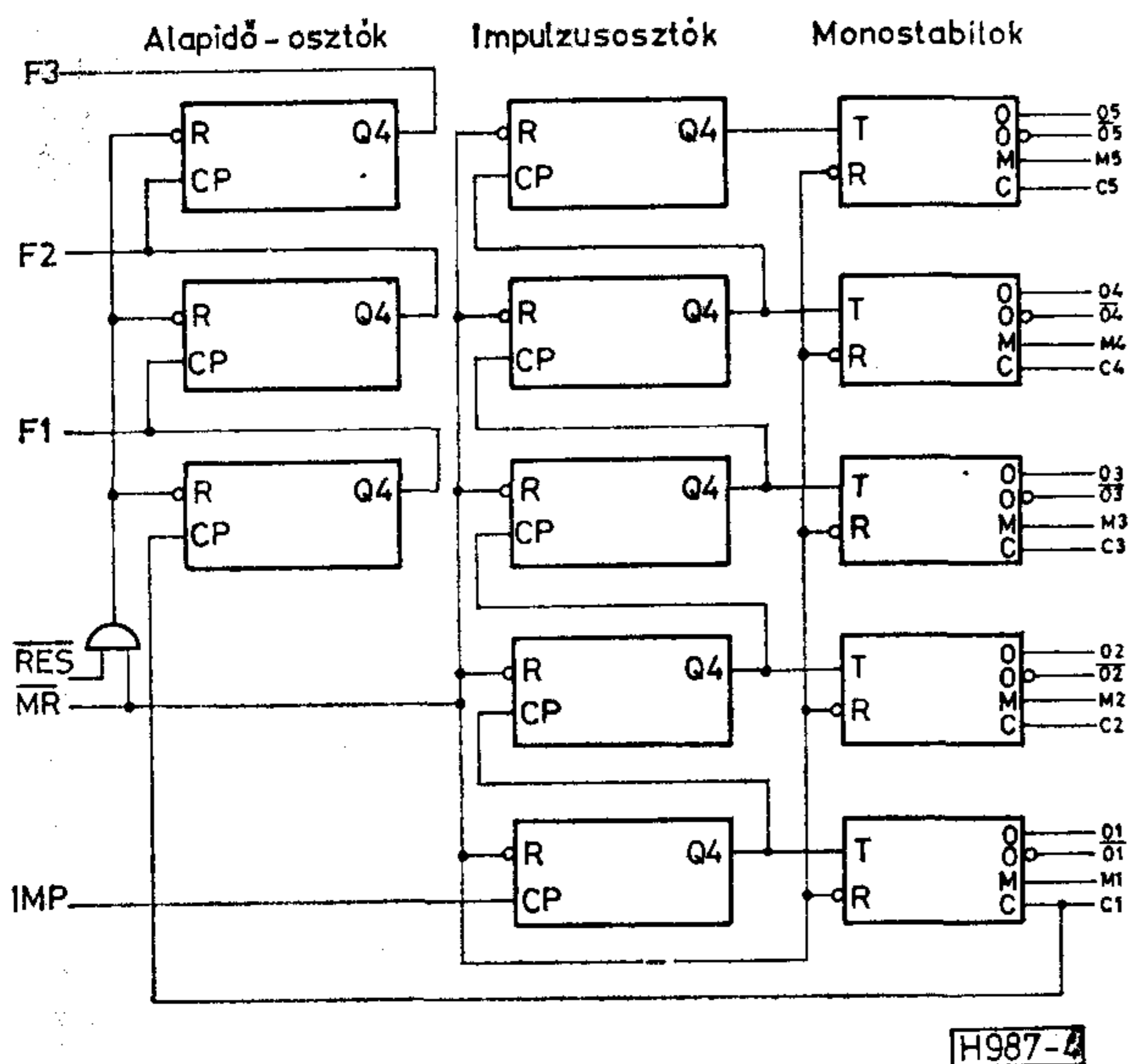
Az impulzusosztó egység eredeti kapcsolási rajzát a 2. ábrán láthatjuk. Az egység bemenetére az integrátor a belezett számértéknek megfelelő számú, az



2. ábra. Az impulzusosztó eredeti megvalósítása



3. ábra. A monostabil multivibrátort helyettesítő számláló

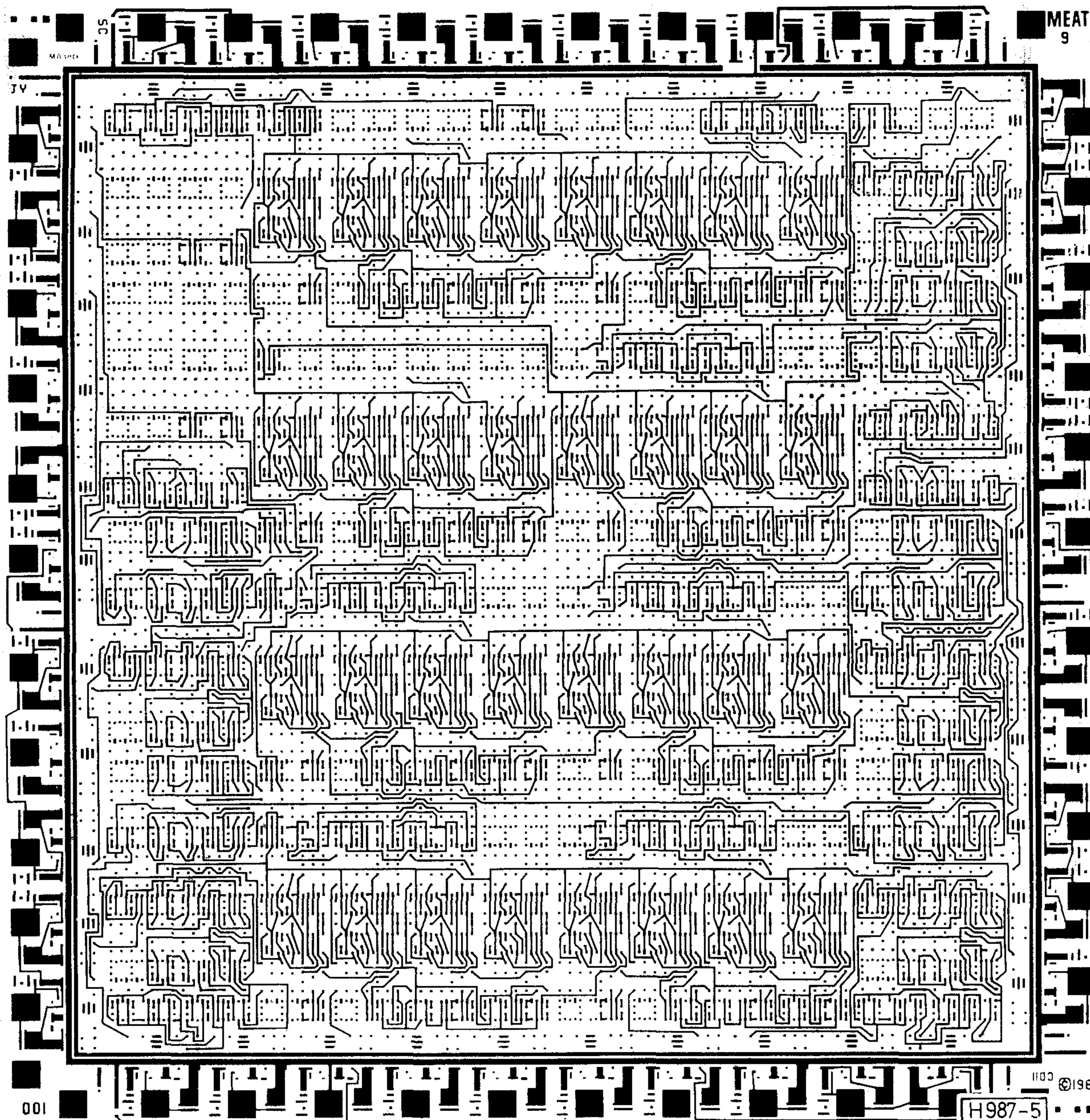


4. ábra. Az MA 3803 áramkör tömbvázlata

1 kHz-es órajelből kikapuzott impulzust küld. A CD4518-as számlálók előállítják ennek 10 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 -nel osztott értékét. A leosztott értékek, valamint az eredeti bemenő impulzusok a 74C221-es monostabilokon keresztül jutnak a kimenetekre. A kimenőimpulzusok hossza az egyes kimenőjelek esetén sorrendben 0,5; 3; 30; 100; 100; 100 ms. Az áramkör a **POR** jellel alaphelyzetbe állítható.

A logikai áttekintés során az áramkör jelentős módosítására került sor [3]. Mivel az órafrekvencia alacsony és a számlálók csak osztóként működnek, aszinkron **BCD** számláló is megfelelő. Az időmérő órajelosztójának módosításával az órajel kitöltési tényezője 1:1 lett, tehát az n_1 kimeneten a monostabil feleslegessé vált. A pontos időzítés, a külső elemek elhagyhatósága és az egyszerűbb integrálhatóság érdekében a többi a 3. ábra szerinti önleállító számlálóval helyettesítettük, amely az M bemenetére adott

5. ábra. Az MA 3803 áramkör fémezésének rajzolata



szinttől függően a *C* órajel 1 vagy 3 periódusának megfelelő szélességű impulzust ad. Az órajel és a *T* indítójel ugyanis gyakorlatilag szinkronizált. A hosszabb időzítési idők beállítására külön, az előzőkkel azonos felépítésű osztók állítják elő az órajeleket. A teljes IC tömbvázlata a 4. ábrán látható. Az öt kimeneti időzítő felépítése megegyező, az időzítés az *M* bemenetek földre vagy tápfeszültségre kötésével, illetve a *C* bemeneteknek a megfelelő *F* kimenetekre kapcsolásával állítható be.

Az áramkör fémezési rajzolatának tervezése kézi úton, gépi segédeszközök nélkül történt. A munkát jelentősen gyorsította az, hogy az áramkör sok ismétlődő részt tartalmaz: ezeket egyszer, külön kellett megtervezni, majd megfelelően elhelyezni a hálózatban. A huzalozási rajzolat alapján a mesterrajz a fix fémezést tartalmazó speciális filmre chartpak technikával készült, az első felvétel pedig optikai kicsinyítéssel. Az 5. ábrán az első felvételtől készült fényképen mutatjuk be az áramköri rajzolatot.

Eredmények és tapasztalatok

A 8 db berendezésorientált áramkör alkalmazásával a készülékbe kerülő IC-k száma 36 db-ra csökkent. Lehetővé vált az elektronika túlnyomó részét egy nyomtatott huzalozású lemezre elhelyezni, ami a méretcsökkenésen túl lehetővé tette a két lemez közötti átkötések nagy részének megszüntetését. Ezzel a szerelési, bemérési idő jelentős csökkenése, a megbízhatóság növekedése érhető el.

Jelenleg mind a 8 áramkör terve készen van, az elektromos minták előállítása és mérése folyik. A hibamentes rajzolat előállítása a vártnál nagyobb problémának bizonyult: a kevés tapasztalat és az alkalmazott kézi módszerek következtében a sokszori ellenőrzés ellenére sem sikerült eddig elsőre hibátlan áramkört produkálni. A közeljövőben „várhatóak” a javított, tökéletes példányok. Hamarosan várható az átfutási idő és a hibavalószínűség jelentős csökkenése számítógéppel segített tervezés és ábragenerátoros első felvétel készítés bevezetésével.

I R O D A L O M

- [1] Erdélyi J.: Berendezésorientált integrált áramkörök. Híradástechnika 34. évfolyam 1983. 3. szám 114–118. oldal.
- [2] Híradástechnika Szövetkezet CMOS tervezési segédlet (szerkesztette: Dávid Béla).
- [3] Scott, I.: Designing Logic Circuits for Gate Array Implementation, Electronic Engineering, July 1983. pp. 61–64.

ÚJ!

PLAZMA PANEL KIJELZŐ

A plazma panelek kiváló műszaki- és vizuális tulajdonságokkal rendelkező gázkisüléses elven működő sík kijelzők. A karakterek, szimbólumok mérete és formája szabadon választható.

E kijelzők szinte minden professzionális és közszükségleti elektronikai területen alkalmazhatók, ennek szélsőséges esetei:

Nagyméretű légitforgalmi utastájékoztató táblák

Finomfelbontású alfanumerikus display

A PLAZMAPANELEK FŐBB JELLEMZŐI:

- napfénynél és sötétben egyaránt jól látható,
- nagy megbízhatóság, hosszú élettartam,
- lapos kivitel, elektronikával integrálva is csupán néhányszor 10 mm,
- láthatósági szög $> 120^\circ$,
- maximális karakterméret 200X200 mm,
- kis teljesítményfelvétel.

A megrendeléseket az alábbi címre kérjük:

MEV, Kereskedelmi Igazgatóság
1325 Budapest, Postafiók 21



MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

Galliumarzenid eszközök hazai kutatása-fejlesztése

DR. SZÉP IVÁN

MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete

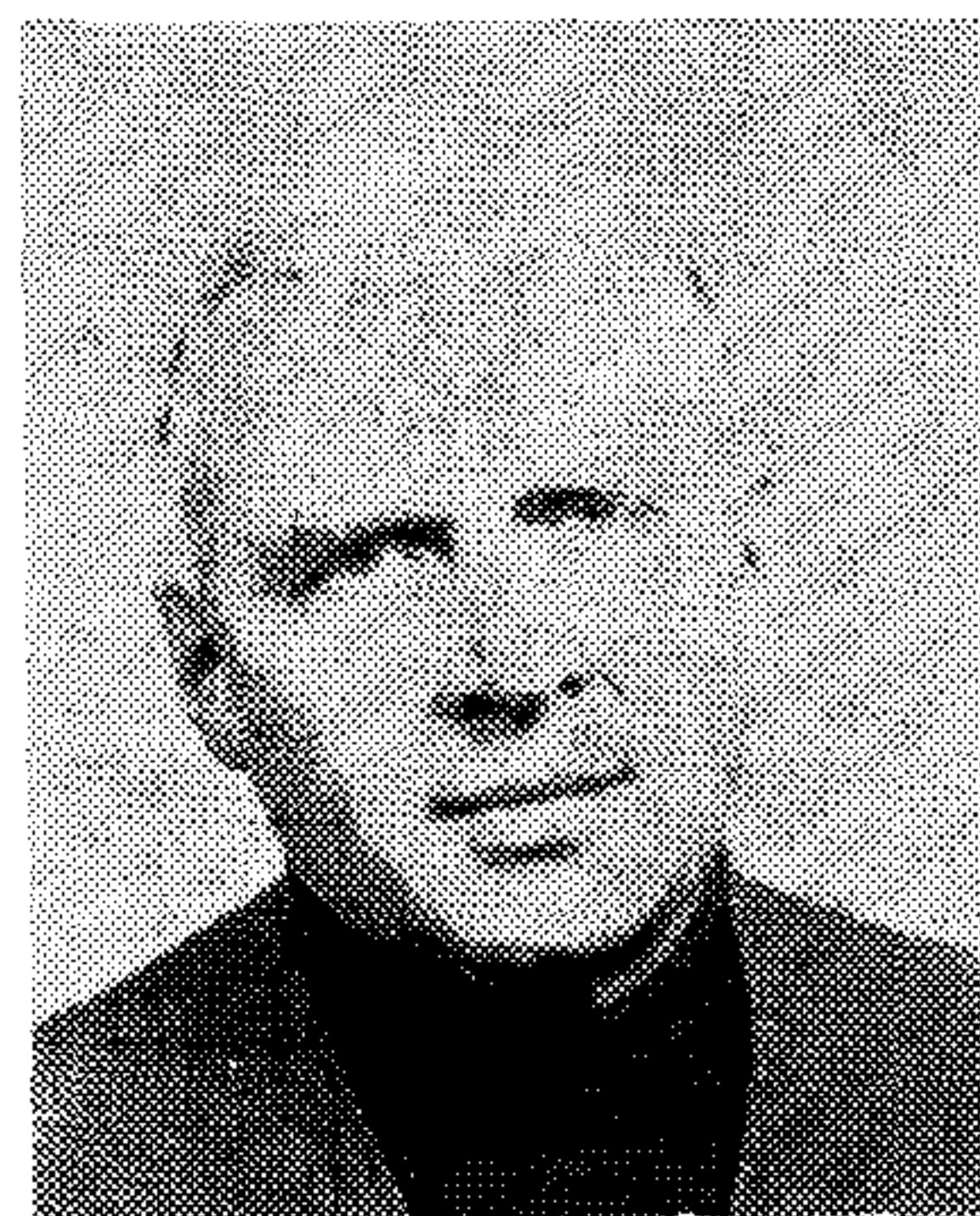
ÖSSZEFOGLALÁS

Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében az utóbbi években folyó galliumarzenid kutatások célkitűzéseinek, módszereinek és eredményeinek áttekintése. A főbb feladatok: a hazai tisztított gallium felhasználásával történő szintézis és körülményeinek vizsgálata, az egykristály-előállítás módszereinek (Bridgman, Czochralski) tanulmányozása, az epitaxiális rétegnövesztés technikájának fejlesztése és az ezekkel kapcsolatos alapozó vizsgálatok.

A kutatás további feladatai az alapanyag tulajdonságainak megismerése után az alkalmazott tudomány területére esnek. Az Országos Középtávú Kutatási-Fejlesztési Tervnek megfelelően galliumarzenidből mikrohullámú és optoelektronikai eszközök technológiájának kidolgozása van folyamatban. A beszámoló kiemeli az ehhez szükséges alapozó kutatások fontosságát, amelyet a fém-félvezető kontaktus rendszereken folyó munkákkal illusztrál.

A mikroelektronika kialakulását azok a kutatások tették lehetővé, amelyek a harmincas évektől a szilárd testek fizikai tulajdonságainak, különösen pedig a fémek és a szigetelő anyagok között elektromos vezetőségük alapján közbenső helyet elfoglaló félvezető anyagoknak tanulmányozásával foglalkoztak. A nagyszámú félvezető anyag közül a figyelem a negyvenes évek végén az elemi germániumra, majd hamarosan a szilíciumra összpontosult. A $p-n$ átmenet egyenirányító tulajdonságainak, majd a tranzisztornak, mint elektromos jelek erősítésére alkalmas eszköznek a felfedezése először az elektronikai készülékek miniaturizálásának feltételeit teremtette meg, majd az integrált áramkörök feltalálásával a hatvanas évektől ma eljutottunk a több százezer elemet tartalmazó nagyintegráltságú mikroelektronikai áramkörökig.

A mikroelektronika jelenlegi aktív eszközeinek 90%-a szilíciumból készül. A szilícium kiválóan alkalmas azokra a kifinomult technológiai eljárásokra, amelyekkel az integrált áramkörök néhány mikrométer méretű alkotóelemei előállíthatók. A mikroelektronika számára a szilícium úgyszólván éppen olyan szerkezeti anyag, mint a gépipar számára az acél. Mint hordozó monolittá, vagyis egyazon összefüggő anyagból álló szerkezetté teszi az integrált áramköröket, helyileg változtatható elektromos tulajdonságai révén pedig különböző elektronikus (egyenirányító, erősítő, kapcsoló, tároló) funkciók ellátására is képes. Szilíciummal megvalósíthatók különböző átalakítási és érzékelő funkciók is (mágneses-elektromos, optikai-elektromos, mechanikai-elektromos). Mondhatni, hogy a szilícium szinte egyedülállóan univerzális alapanyaga a mikroelektronikai eszközválasztéknak. De mint az univerzális dolgok általában, itt sem egyformán kiváló minden



DR. SZÉP IVÁN

Egyetemi tanulmányai után 1949-ben kémia, fizika és matematika szakon doktori oklevelet szerzett a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen. 1952-ben kezdett foglalkozni félvezető eszközök technológiájával, a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben létrehozta a félvezető eszközök gyártástechnológiájának fejlesztési bázisát. 1959-ben a hazai germánium tranzisztorok kidolgozásáért Kossuth-díjjal tüntet-

ték ki. 1971-től az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetének tudományos igazgatóhelyettese. A szilícium MOS-rendszerekkel foglalkozó értekezése alapján 1980-tól a műszaki tudományok doktora. A BME-n a félvezetők technológiájának területén rendszeres oktatói tevékenységet végez, címzetes egyetemi tanár. Több szakkönyv, egyetemi jegyzet és számos itthoni és külföldi szaklapban megjelent közlemény szerzője.

funkcióra. Ez annál inkább vált nyilvánvalóvá, minél inkább jelentkeztek igények új vagy jobb minőségű funkciókra. Elég itt utalni pl. az optoelektronikai eszközök iránti igényekre, amelyek szilícium alapú készletből nem fedezhetők. A szilícium vitathatatlan felségterületét tulajdonképpen azok a klasszikus elektromos hálózatelmélet által leírható rendszerek alkotják, amelyek ellenállásokból, kapacitásokból, nem-lineáris és erősítő elemekből felépíthetők. Nem-lineáris elemként a pn -átmenet vagy fém-félvezető (Schottky-) átmenet, erősítőként pedig a bipoláris vagy unipoláris (MIS) tranzisztor szerepelhet. Ismeretes, hogy az utóbbiak elektromos karakterisztikáit az alapanyag fizikai tulajdonságai behatárolják.

Mindez indokolja azokat a kutatásokat, amelyek célja új, meghatározott vonatkozásokban jobb paraméterekkel rendelkező félvezető anyagok előállítása és felhasználása új típusú elektronikai eszközök létrehozására. Ez a munka már az ötvenes években elkezdődött és ma is folytatódik. Az előállított és megvizsgált félvezető anyagok közül egyre növekvő a szerepe a periódusos rendszer III. és V. oszlopába tartozó elemekből előállított $A^{III}B^V$ típusú vegyületeknek. Ezek közül is kiemelkedik a galliumarzenid (GaAs), amely néhány fizikai tulajdonságával a szilíciumot saját területén is túlszárnyalja (1. táblázat).

A lényegesen nagyobb elektronmozgékonyosság miatt galliumarzenidből pl. 5–6-szorosan gyorsabb áramkörök készíthetők mint szilíciumból. Bár a két anyag árában jelenleg mutatkozó 10-szeres különbség miatt ez nem fenyegeti a szilícium eszközök piacát, speciális területekre már elkezdődött a GaAs-

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Λ)

áramkörök behatolása. A nagyobb mozgékonyág miatt döntő előnnyel rendelkeznek a GaAs-alapú diódák, varaktorok, tranzistorok a mikrohullámú átviteltechnikában. Az alapanyag árak lemorzsolódása itt is a piac bővülésével várható.

1. táblázat

Tulajdonság	Si	GaAs
Sűrűség, g/cm ³	2,3	5,3
Rel. dielektromos állandó	11,7	12,9
Fajl. ellenállás határértékei (300 K), ohmcm	10 ⁻³ —10 ⁵	10 ⁻³ —10 ⁸
Elektronmozgékonyág ($n = 10^{17}/\text{cm}^3$, 300 K), cm ² /V·s	700	4300
Hővezetőképesség (300 K) W/cm·K	1,45	0,54
Kisebbségi töltéshordozók átl. élettartama, s	10 ⁻³	10 ⁻⁷

Kiemelkedő tulajdonsága a galliumarzenidnek az injektált elektronok és lyukak rekombinációja következtében létrejövő sugárzás, amely ún. közvetlen elektronátmenet útján keletkezik; ez teszi lehetővé jó hatásfokú lézerdiodák készítését, amelyek igen magas frekvenciával modulálhatók. A fénytávközlés szempontából ennek jelentősége aligha becsülhető túl. A kibocsátott fény hullámhosszát nemcsak a tiltott sáv szélessége határozza meg a

$$\lambda[\mu\text{m}] = 1,24/E_g[\text{eV}]$$

összefüggés értelmében, hanem az A^{III}B^V csoport más vegyületeinek elegyítésével a hullámhossz is változtatható. A fénytávközlés, valamint az űrtávközlés fejlődésével ezek a speciális tulajdonságok új területeket nyitottak a mikroelektronika előtt, amelyekről részletesebben egy korábbi közleményben már volt szó [1]. Az azóta eltelt időben bekövetkezett fejlődés igazolta a várakozást. E közleményben az utóbbi években végzett hazai kutatások eredményeiről lesz szó.

A kutatások célja

Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete másfél évtizede foglalkozik A^{III}B^V típusú félvezető anyagok kutatásával. E munka során az intézet kutatói számos vegyületet és ezek elegyeit állították elő, vizsgálták tulajdonságaikat, és kipróbálták alkalmazhatóságukat különböző elektronikus eszközök céljaira. Így pl. nikkellel adalékolt indiumantimonidból jó hatásfokú magnetorezisztorok [2], galliumarzenidből és galliumfoszfidból vörös és zöld színű világítódiodák [3], indiumarzenidből Hall-feszültségcellák, galliumarzenidből Gunn- és mikrohullámú Schottky-diodák [4, 5] készültek. A nemzetközi irányzatoknak megfelelően az 1981–85. évi középtávú kutatási-fejlesztési tervben fő hangsúlyt a galliumarzenidvel kapcsolatos kutatások kaptak. A programban az alábbi célokat tűztük ki:

1. Galliumarzenid szintézise hazai előállítású kiinduló anyagokból.
2. Galliumarzenid egykristályok előállítása vízszintes kristályosítással (Bridgman-módszer) és Czochralski-módszerrel.
3. Komplex minőségvizsgálati módszerek kidolgozása galliumarzenid egykristályok minősítésére.
4. Epitaxiális rétegek növesztési módszereinek kutatása-fejlesztése (folyékony és gőz fázisból történő növesztés).
5. Epitaxiális rétegek minőségvizsgálata (adalék-koncentráció, adalékeloszlás, szennyezők, rács-hibák meghatározása).
6. Technológiai műveletek fejlesztése mikrohullámú és optoelektronikai eszközök előállítására (Gunn-diodák teljesítményszintetizátor célra, Schottky-diodák keverő és detektor célra, MESFET-ek; lézerdiodák a 0,80–0,90 μm-es hullámhosszra).
7. Minősítő módszerek kidolgozása mikrohullámú és optoelektronikai eszközök jellemző adatainak meghatározására.

Eredmények

1. A szilíciumhoz hasonlóan a galliumarzenidben a töltéshordozók koncentrációját felhasználástól függően különböző adalékokkal állítják be. Ezek hatása nagymértékben függ attól, hogy milyen tiszta a kiindulási anyagként használt gallium és arzén. Ilyen szempontból vizsgáltuk a hazai előállítású gallium viselkedését. 6N tisztaságú arzénnel és 6N tisztaságú galliummal a szokásos zárt ampullás elrendezésben végeztük a szintézist és a képződött nagyszemcsés polikristályos öntecsből megfelelő mérőmintákat készítettünk [6]. A fajlagos ellenállást és a Hall-mozgékonyág eloszlását van-der-Pauw módszerével mértük. A töltéshordozó koncentráció az öntecsek térfogatának 60%-ában 1·10¹⁶–5·10¹⁷/cm³-nek adódott. Ebből azt a következtetést tudtuk levonni, hogy kiindulási alapanyagaink alkalmasak ún. szubsztát-kristályok előállítására, amelyekben a töltéshordozók koncentrációja általában nagyobb 5·10¹⁷/cm³-nél. A KFKI-ban végzett tömegspektrometriás vizsgálatok a galliumban 1 ppm-nél nagyobb mennyiségben rezet mutattak ki, ami legalábbis aggályos szennyezés. A gyártási folyamat felülvizsgálatának eredményeként a későbbi szállítmányokban a réz mennyisége 1 ppm alá csökkent.
2. A megfelelő minőségű egykristályos galliumarzenid előállítására leggyakrabban használt módszer az olvadékból magkristály segítségével történő húzás, azaz a Czochralski-módszer. Itt az okoz gondot, hogy az olvadásponton (1238 °C) a disszociációs nyomás közel 1 atm. A kristályhúzást tehát zárt térben, megfelelő túlnyomás alatt kell végezni vagy az olvadék felszínén úszó néhány mm vastag indifferens ömledékréteggel meg kell gátolni az arzén kipárolgását. Utóbbi a szokásos eljárás, amelyhez bór-trioxidot alkalmaznak.

Felhasználva az olasz CNR pármái, különleges anyagok kutatásával foglalkozó laboratóriumával kialakult kapcsolatunkat, lehetőségünk volt a hazai alapanyagokból szintetizált galliumarzenidből egykristályok húzására. Az eredmények igazolták a polikristályos anyag vizsgálatából levont következtetéseinket.

A Czochralski-módszerrel előállított egykristályok egyik fő problémája a nagy diszlokációsűrűség ($\approx 10^5/\text{cm}^2$), melynek oka az anyag viszonylag alacsony nyírófeszültsége ($\approx 7 \cdot 10^{-2} \text{ N/mm}^2$), amely a megszilárdulást követően sűrű diszlokációhálózat kialakulásához vezet. Ez különösen az optoelektronikai eszközök előállításához szükséges többréteges epitaxiás struktúráknál okoz gondot, ahol a réteghatárokon fellépő rácshibák mind a rekombináció határfokát, mind az eszköz élettartamát károsan befolyásolják.

Ezen a nehézségen enyhít a Bridgman-módszer, ahol a galliumarzenid egykristályt vízszintes kvarccsónokban növesztik olvadékból, az elején elhelyezett magkristály és az olvadékon lassan végigvezetett hőmérsékleti gradiens ($1,5-2^\circ/\text{cm}$) segítségével. Ennél az eljárásnál a megszilárdult kristály önsúlya nem játszik szerepet, és így a csúszás okozta rácshibák száma is kisebb ($10^3-10^4/\text{cm}^2$). Ugyanakkor viszont a kvarccsónak falából szilíciumatomok oldódnak bele a galliumarzenidbe (kb. $10^{16} \text{ atom/cm}^3$), és adalékanyagként megnövelik annak vezetőképességét. A lézerdiódák szubsztrátanyagának céljára azonban ez az anyag megfelel.

A Bridgman-módszer eredményes alkalmazása rendkívül magas követelményeket támaszt a növesztőkemence hőstabilitásával és szabályozhatóságával szemben. Az erre vonatkozó tervezési és kísérleti munkákat a közelmúltban befejeztük, a megépített berendezés kipróbálása elkezdődött.

3. A különböző célokra készült galliumarzenid egykristályok minősítése egyáltalán nem rutinfeladat. A szabad töltéshordozók koncentrációjának meghatározása önmagában keveset mond a kristály felhasználhatóságáról. Az elektron mozgékonyág számadata már sokkal többet árul el a jelenlévő véletlen szennyezések vagy esetleges rácshibák töltéskompenzáló hatásáról. Ezek a hatások nemcsak a kristály előállításakor épülnek be az anyagba, hanem az egyes eszközök előállítására használt technológiai folyamatok, pl. hőkezelések következtében is létrejöhetnek. A mozgékonyág kész eszközökben történő meghatározására az intézet kutatói már korábban kidolgoztak egy új módszert [7], amely a mágneses térben bekövetkező ellenállásváltozásnak a mágneses tér irányától való függésén alapszik. Ezen a módon az utólagos hatások elkülöníthetők.

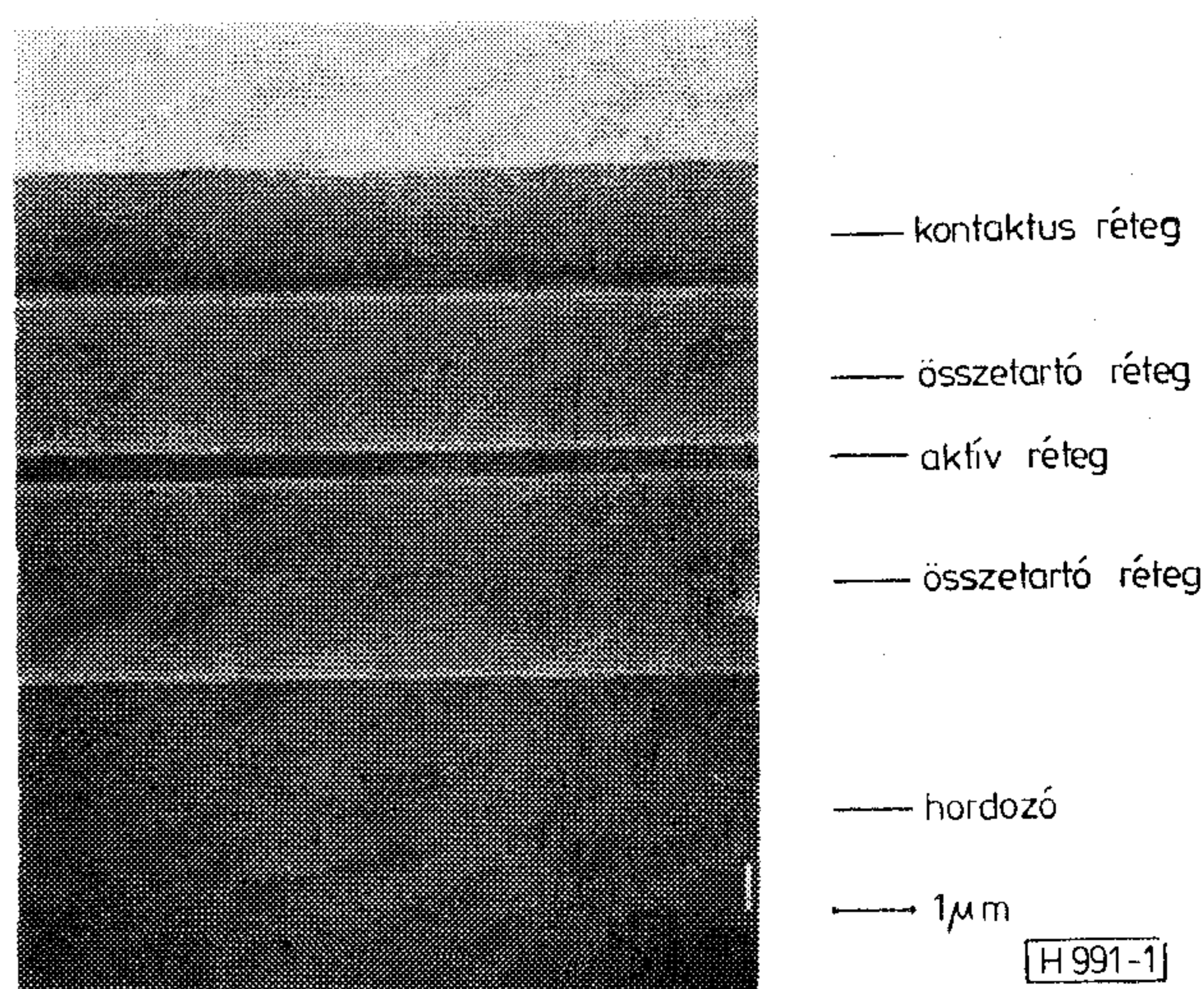
A kompenzációért felelős tényezők meghatározása még bonyolultabb feladat. Kimutatásuk által lehetséges, hogy a galliumarzenid tiltott energiasávjában különböző sekély vagy mély energiaszintekkel azonosíthatók. Intézetünkben korszerű módszert és mérőberendezést dolgoztunk ki az ilyen energiaszintek jellemző adatainak meghatározására. A mélynívók tranziens spektroszkópiájával [8] (angol rövidítéssel: DLTS) meghatározható a szennyezés, aktív rácshiba

stb. aktiválási energiája, befogási keresztmetszete, koncentrációja. Sok esetben a kapott adatokból az anyagi mibenlétére is következtetni lehet [9]. Hasonló információ nyerhető az intenzív lézerbesugárzás hatására fellépő lumineszcenciaspektrum alakjából is.

Külön vizsgálati technikát igényel az ún. *félszigetelő* galliumarzenid, melynek fajlagos ellenállása 10^6 ohmcm-nél nagyobb [10]. Ez az ellenállásérték annak következtében alakul ki, hogy a sekély energianívójú donorokat mélyebb szintű akceptorok kompenzálják. Eleinte krómot használtak erre a célra, amellyel a maradék szilícium hatását semlegesítették. Később kiderült, hogy igen tiszta körülmények között előállított kristályok króm hozzáadása nélkül is lehetnek félszigetelők, ami azért lényeges, mert a technológiai hőhatások következtében a króm gyorsan diffundál és a rácshibák környezetében halmozódik fel, ezeken a helyeken nagyságrendekkel lerontva az ellenállást. A termikus stabilitás előírt követelmény a félszigetelő galliumarzeniddel szemben. $750-850^\circ\text{C}$ -on 30 perces hőntartással végzett vizsgálataink különböző eredetű félszigetelő galliumarzenid mintákon egyrészt igazolták e minősítés fontosságát, másrészt megállapítottuk, hogy $10^{16}/\text{cm}^3$ -nél kevesebb krómtartalom esetén nem lép fel ellenállás inhomogenitás a hőkezelés hatására [11]. Ez azt is jelenti, hogy a maradékszennyezéseknek (C, Si) is ez alatt az érték alatt kell lenniük, ami további szigorítását jelenti az alapanyagokkal és az előállítás körülményeivel szemben támasztott tisztasági követelményeknek.

4. A galliumarzenid alapú eszközök legnagyobb része különböző elektromos tulajdonsággal, sőt gyakran más anyagi összetétellel is rendelkező rétegekből áll. Ezeket többnyire epitaxiális növesztési eljárásokkal állítják elő, a szilíciumnál szokásos keresztüldiffundálásos módszerre a galliumarzenid nem alkalmas.

Intézetünkben széles körű kísérleteket végeztünk mind a folyékony fázisból (LPE), mind a gőzfázisból történő epitaxiális növesztésekre (VPE) [12, 13]. A mikrohullámú technika által igényelt rétegek reprodukálható előállítására a legjobban bevált az



1. ábra. GaAs/GaAlAs lézerdióda metszete szelektív kémiai maratás után (pásztázó elektronmikroszkópos felvétel)

arzen-triklorid és a gallium kölcsönhatásán alapuló gőzfázisú folyamat, amely a megfelelő hőmérsékleten tartott galliumarzenid hordozón jól szabályozható epitaxiás rétegnövekedést eredményez. Erre a célra a tervidőszakban szovjet gyártmányú ipari berendezést helyeztünk üzembe, amely a termékválasztékhoz szükséges szeletmennyiségén kívül a kutatás és fejlesztés szükségleteit is ellátja. A berendezésben igen tiszta ($n \leq 10^{15}/\text{cm}^3$), vagy adalékolt rétegek $0,3 \mu\text{m}$ -tól $15 \mu\text{m}$ -ig terjedő vastagságban megbízhatóan növeszthetők. Foglalkozunk programvezérelt adalékolt rendszer kidolgozásával, amely lehetővé fogja tenni előírt adalékprofillal rendelkező epitaxiális struktúrák előállítását.

Lényegesen több nehézséggel jár a folyékony fázisból történő rétegnövesztés, különösen a GaAs/GaAlAs kettős heteroepitaxiás rétegekombinációkból álló lézardióda struktúrák előállítása.

A $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál jobb hőmérsékletstabilitás, az ugyanilyen nagyságrendű szabályozási pontosság a szükséges feltételei az olyan rétegsorok növesztésének, mint amilyenek a mikroszkópos keresztmetszete az 1. ábrán látható. A koherens lézersugárzás az aktív rétegben jön létre, amelynek vastagsága mindössze $0,3 \mu\text{m}$.

5. Az epitaxiás rétegek alkalmasságát a célul kitűzött funkcióra előzetes minőségvizsgálattal célszerű tisztázni. Erre a célra több módszert dolgoztunk ki. A jól vezető hordozóra növesztett epitaxiás rétegben a töltéshordozók, ill. az adalékionok koncentrációját vagy ennek változását a C/V módszer néven ismert eljárással határoztuk meg, a felületre helyezett fémelektrod feszültségváltozását követő ΔC kapacitásváltozás alapján, amelyből az

$$N(x) = \frac{C^3}{\epsilon q A^2} \left(\frac{\partial C}{\partial V} \right)^{-1}$$

kifejezés alapján az x helyhez tartozó $N(x)$ adalék-koncentráció meghatározható [14].

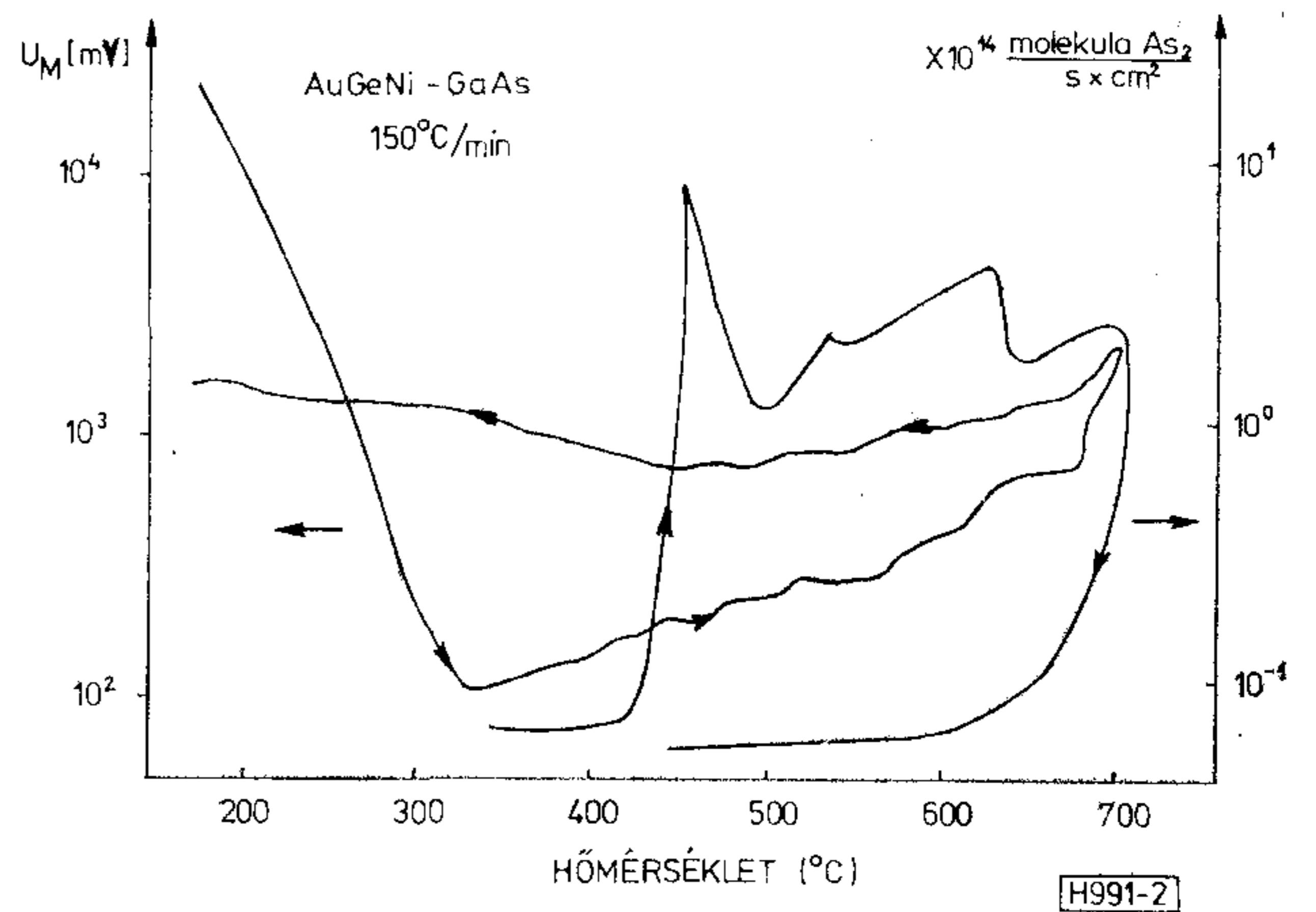
A félszigetelő hordozóra növesztett, félvezető galliumarzenid rétegek megfelelő elektrodok kialakításával van-der-Pauw módszerével minősíthetők. Szenyvezők, mély nívócentrumok kimutatása Schottky-barriert létesítő fémkontaktusok segítségével DLTS-technikával oldható meg [15].

A lézardiódák több réteges struktúráinak minősítése ennél lényegesen bonyolultabb feladat. A szokásos tűszondás módszerek csak igen éles szögben lecsiszolt metszeteken alkalmazhatók; az összetétel meghatározására analitikai elektronmikroszkópos módszereket dolgoztunk ki [16]. A növekedési rács hibák kimutatására röntgentopográfias módszereket használtunk.

6. A galliumarzeniddel foglalkozó kutatások nagyobb része eszköztechnológiai eljárások kidolgozására és eszközfejlesztésre irányult. Itt nemcsak meghatározott technikai műveletek elsajátítását tekintettük feladatnak, hanem annak a tudományos háttérnek a feltárását is, melynek ismerete a technológiai folyamat megbízható kivitelezéséhez nélkülözhetetlen.

E koncepció illusztrálására röviden ismertetjük a fém-galliumarzenid kontaktus rendszerekkel kapcsolatos kutatásokat.

A Gunn-diódákon végzett korábbi vizsgálataink

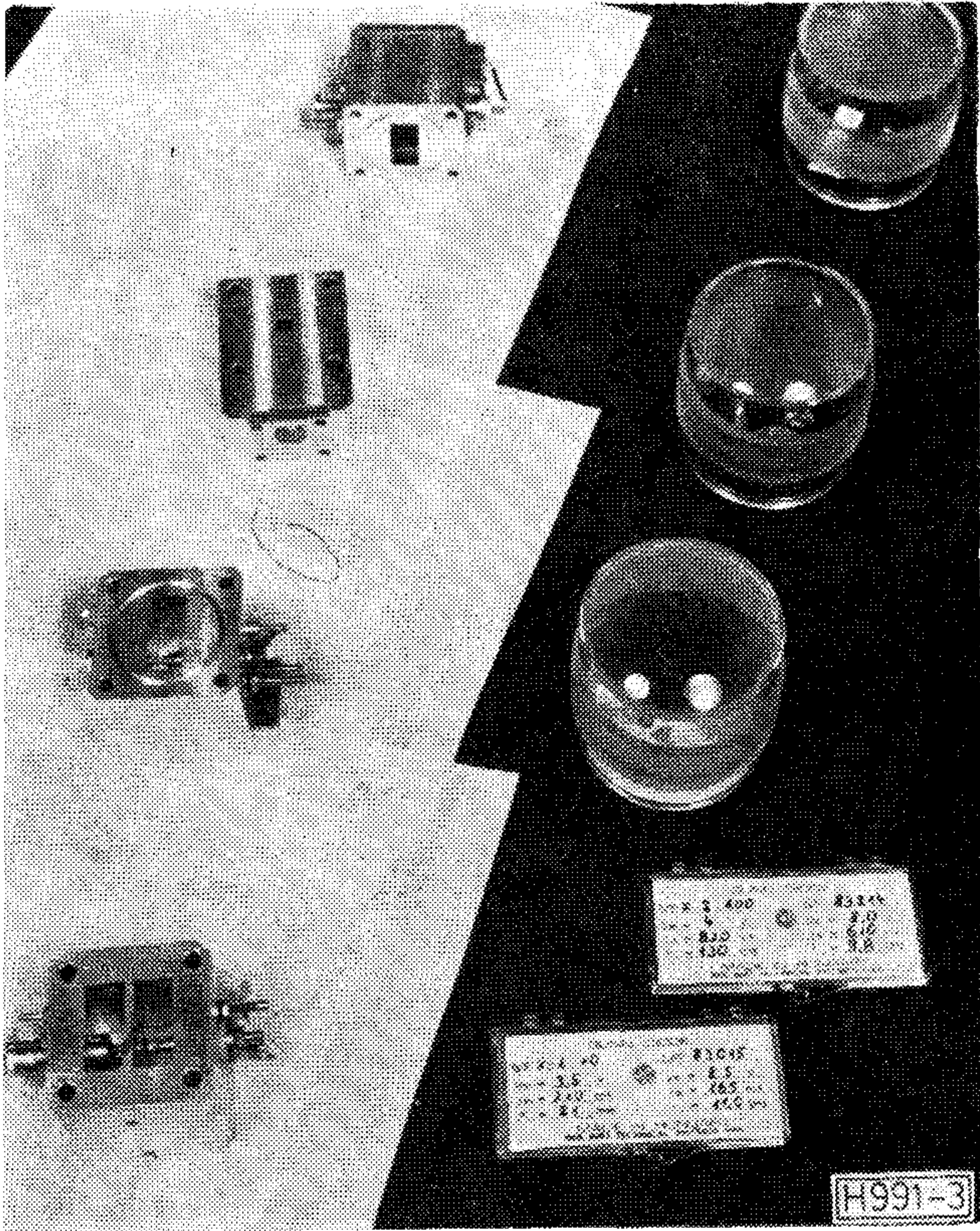


2. ábra. Fajlagos arzénkipárolgás galliumarzenidből AuGeNi összetételű fémkontaktus beötvözésekor és a mintán fellépő feszültségesés 1 mA áram áthaladásakor

[17] igazolták azt a felismerést, hogy jó minőségű diódákhoz a fém-félvezető közötti átmeneti ellenállásnak minél kisebbnek, jellegét tekintve ohmosnak kell lennie [18]. A tapasztalat szerint ennek létrejöttében döntő szerepet játszik a fém beötvözésének módja, az ötvözési hőmérséklet és a hőntartás időtartama. Vizsgálatainkat a leggyakrabban használt (AuGe+Ni) rendszerrel végeztük. Megállapítottuk, hogy $490 \text{ }^\circ\text{C}$ körül ötvözött kontaktusoknak legkisebb az ellenállása, ha a hőntartás ideje $1-2 \text{ s}$ -ot nem haladja meg. Hosszabb időtartamok és magasabb hőmérséklet esetén a kontaktus-ellenállás nő. A részletesebb vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy ennek a jelenségnek a galliumarzenid bomlása az oka, melynek során a beötvöződő hőmérsékletén az arzén elpárolog, a visszamaradó gallium pedig különböző ötvözeteket képez a jelenlevő fémekkel [19]. Az elpárologás tényét tömegspektrométeres vizsgálatokkal igazoltuk [20]. Más fémekkel (Ag, Sn, In) végzett hasonló méréseink során kiderült, hogy a galliumarzenid bomlása, amely jóval a termikus disszociáció hőmérséklete alatt következik be, olyan fémeknél lép fel, amelyek a galliummal ötvözetet képeznek. Ezek létrejöttéből befolyásolja az átmeneti ellenállás értékét. Azt is megállapítottuk, hogy arzén visszatáplálásával ez a folyamat visszafordítható. A 2. ábrán az arzén kipárolgás relatív mennyisége és a kontaktus ellenállás közötti összefüggés látható az Au-Ge-Ni rendszerre. A fém-félvezető rendszer egy másik problémája az ideális Schottky-záróréteg létrehozása. Az ideális viselkedést az

$$I = I_0 \left[\exp \left(\frac{V}{nkT} \right) - 1 \right]$$

diódaképletben az n tényező méri, amelynek ideális esetben 1 az értéke, a reális rendszerekben azonban az $1,2-1,3$ -at is meghaladhatja. Vizsgálataink szerint az n érték beállításában a felület kémiai előkészítése játsza a fő szerepet. A galliumarzenid felületén oxidáció következtében a két komponens oxidvegyületei képződnek, a galliumarzenid-oxidfázis határfelületén minden kémiai elvárással ellentétben elemi



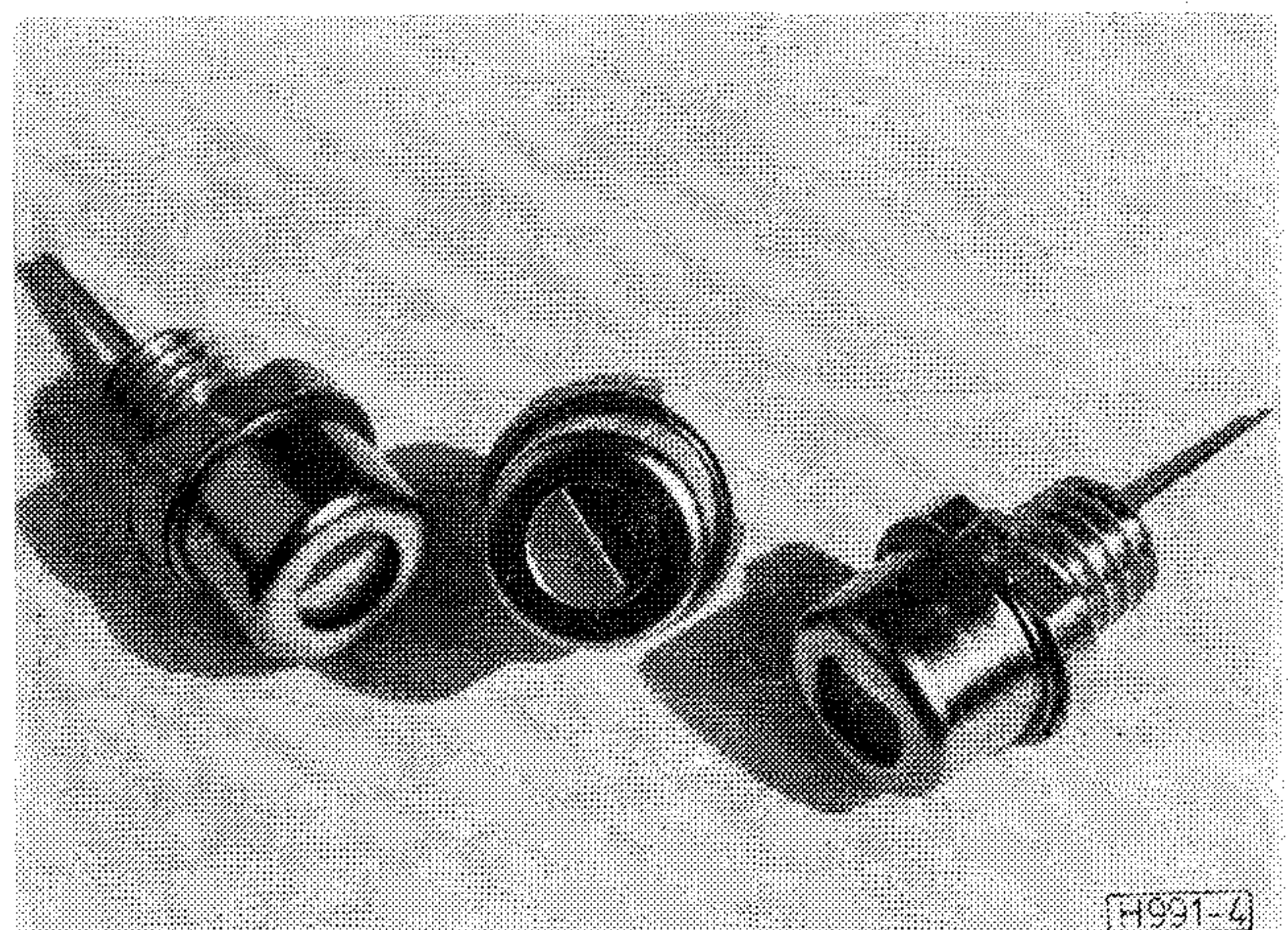
3. ábra. Gunn-diódák és mikrohullámú modulok

arzén válik ki. A gallium oxidációja több lépcsőben megy végbe, amelyek eltérő oldhatóságú termékeket eredményeznek [21].

Ez magyarázza a Schottky-záróréteg függését a felület előkészítésének módjától, de egyben útmutatást is ad az ideálist erősen megközelítő átmenet létrehozására.

Ilyen típusú vizsgálatok alapján vált lehetővé definiált technológiai módszerek kidolgozása és a felhasználói követelményeknek megfelelő eszközök előállítása. A 3. ábrán az intézetben készített Gunn-diódák és a felhasználásukkal készített mikrohullámú modulok, a 4. ábrán pedig $0,85 \mu\text{m}$ hullámhosszon sugárzó lézerciódák provizóriumok láthatók.

7. A termékfejlesztés szükségessé teszi minősítő-



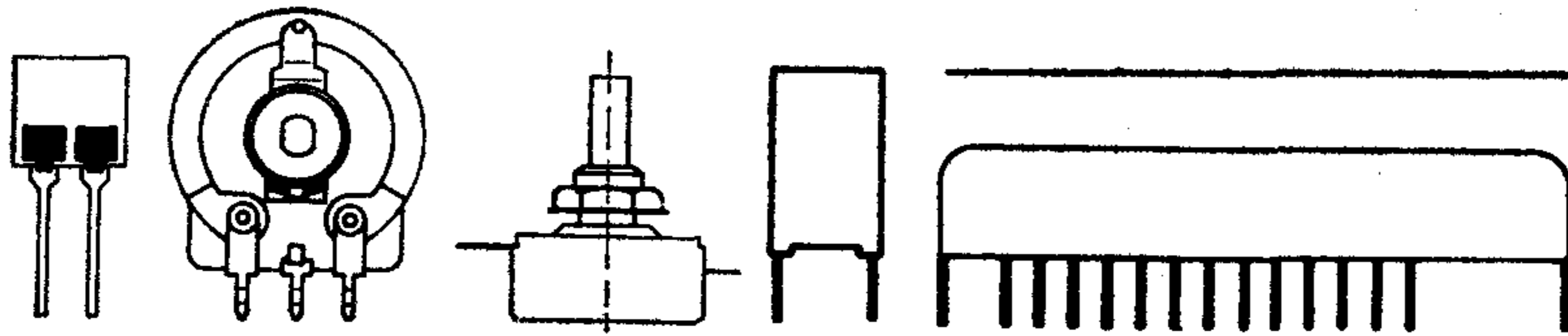
4. ábra. $0,85 \mu\text{m}$ -en sugárzó GaAs/GaAlAs lézerciódák

mérő módszerek kidolgozását, amennyiben azok nem-szabványosak vagy nem hozzáférhetők. Ilyen módszereket dolgoztunk Gunn- és Schottky-diódák gyors minősítésére [22, 23], fényemittáló eszközök fotometriai adatainak meghatározására [24].

A program eredményei nemcsak a hazai speciális felhasználók számára jelentenek támpontot, hanem a folytatás feltételeit is biztosítják. A távközlési technikában jelentkező új tendenciák mindenképpen indokolják, hogy a kutató-fejlesztő munkák ezen a területen folytatódjanak.

I R O D A L O M

- [1] Szép Iván: A galliumarzenid alapú mikroelektronika perspektívái. Híradástechnika XXXI. évf. 1980. 5. sz. 161–168. o.
- [2] 165 295 sz. magyar szabadalom. Feltalálók: Lőrinczy A. és társai, 1974.
- [3] J. Pfeifer, L. Csontos, M. Gál: Acta Phys. Hung. 47, 45 (1979).
- [4] Andrásiné A. és társai: GaAs alapú Gunn-diódák. Híradástechnika XXVIII. 2, 53–64. o. (1977).
- [5] Andrásiné A. és társai: GaAs alapú Schottky-diódák kutatása. MFKI '77 évkönyv, 90–95. old. (1977); Szentpáli B., Tichy-Rács Á.: MFKI '79 évkönyv, 3–5. old. (1979).
- [6] T. Görög, E. Lendvay: Acta Phys. Hung. 47, 25 (1979).
- [7] L. Gutai, T. Görög: Acta Physica Hung. 44, 69–77. (1978).
- [8] Ferenczi Gy. és társai: MFKI '77 évkönyv, 96–98. (1977); Microelectronics '82 (Proc. 3rd. microelectronics Conf. Siófok, 1982. p. 231–232).
- [9] L. Á. Ledebó: Defect Complexes in Semiconductor Structures (Springer-Verlag, Lecture Notes in Physics No-175. p. 189 (Proceedings Mátrafüred, 1982).
- [10] L. Gutai: Acta Phys. Hung. 48, 119 (1980).
- [11] Sviszt Pál szóbeli közlése.
- [12] Pfeifer J. és munkatársai: MFKI '81 évkönyv, 43. old. (1981).
- [13] I. Gyúró, T. Görög: MFKI '80 évkönyv, 23. old. (1980).
- [14] T. Sebestyén: MFKI '78 évkönyv, 59. old. (1978).
- [15] B. Szentpáli: MFKI '78 évkönyv, 62. old. (1978).
- [16] Tóth A. L. és társai: MFKI '81 évkönyv, 49. old. (1981).
- [17] Mojzes I.: Phys. Stat. Solidi (a) 47, K 183. (1978).
- [18] L. Gutai, I. Mojzes: Appl. Phys. Letters, 26, 325 p. (1975).
- [19] I. Mojzes, T. Sebestyén, D. Szigethy: Solid State Electronics 25, 449–460 (1982).
- [20] D. Szigethy, I. Mojzes, T. Sebestyén: Int. J. Mass Spectrometry, 52 117 (1983).
- [21] M. Somogyi: Crystal Res. and Technol. 17 1129–1134 (1982).
- [22] K. Kazi, I. Mojzes és társai: Proc. 7th Colloquium on microwave communication, Budapest, 1982. Vol. 2. p. 799–802.
- [23] B. Szentpáli, Á. Tichy-Rács: Symp. Electronics Technology '83 Budapest, 1983, p. 367–370.
- [24] J. Schanda, M. Dányi: LED-photometry Proc. Symp. Light and Rad. Meas., Hajdúszoboszló, 1981 78–81. old.



MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

Tipus	Dielektrikum	Fegyverzet	Névleges feszültség [Un] +85°C-ig	Kapacitás tartomány	Sor	Tűrés [%]	Kategória feszültség +100°C-on	
C233X Siemens licenc	polietilén-tereftalát (PETP)	fém vékonyréteg	100V	68 nF ... 680 nF	E6	± 5,10	75	
			250V	15 nF ... 100 nF			190	
			400V	10 nF ... 15 nF			300	
	C2333	polietilén-tereftalát (PETP)	fém vékonyréteg	100V	220 nF ... 10 μF	E6	± 5,10	75
				250V	33 nF ... 470 nF			190
				400V	10 nF ... 47 nF			300
	C2334	polietilén-tereftalát (PETP)	fém vékonyréteg	100V	470 nF ... 22 μF	E6	± 5,10	75
				250V	220 nF ... 10 μF			190
				400V	68 nF ... 470 nF			300
C219	polietilén-tereftalát (PETP)	fém vékonyréteg	63V	150 nF ... 10 μF	E6	± 10,20 C ≥ 330nF ± 5	50	
			100V	100 nF ... 47 μF			80	
			250V	33 nF ... 47 μF			200	
			400V	15 nF ... 10 μF			320	
			* 630V	10 nF ... 10 μF			500	

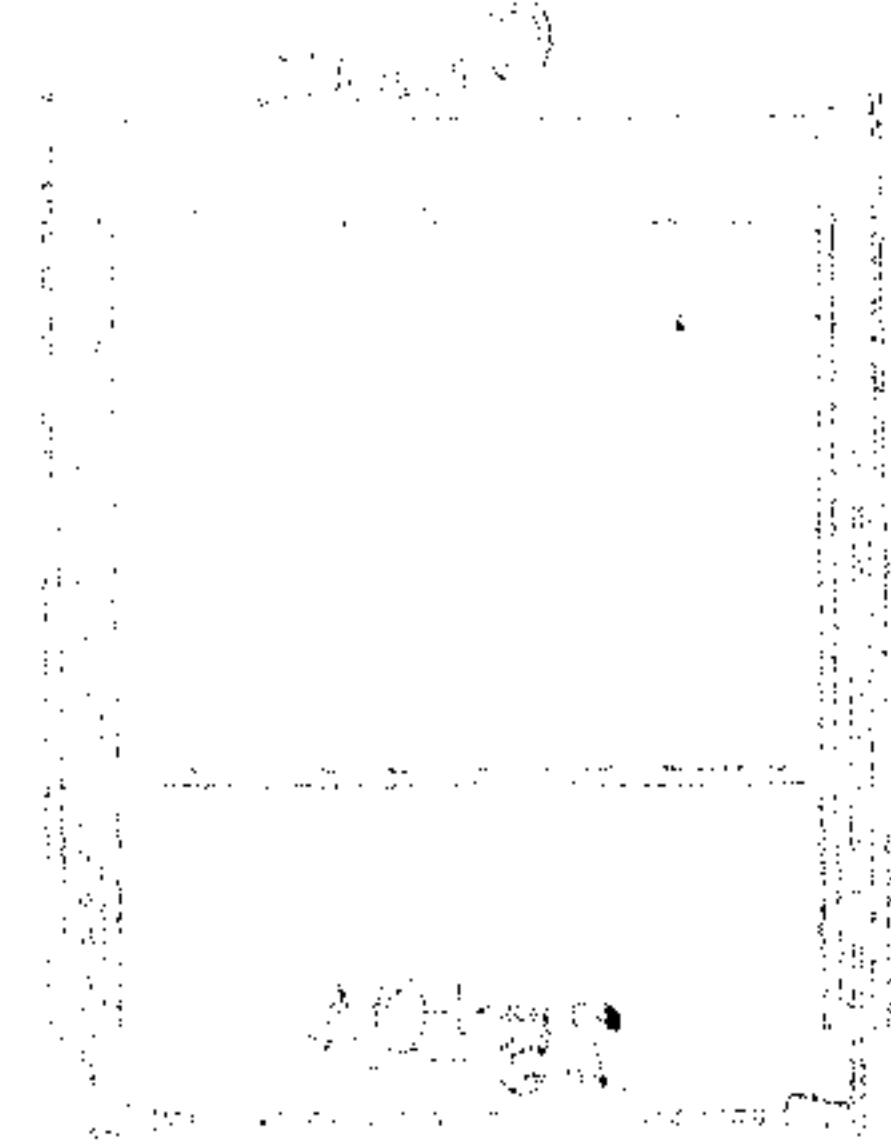
* 1984. II. félévtől

*

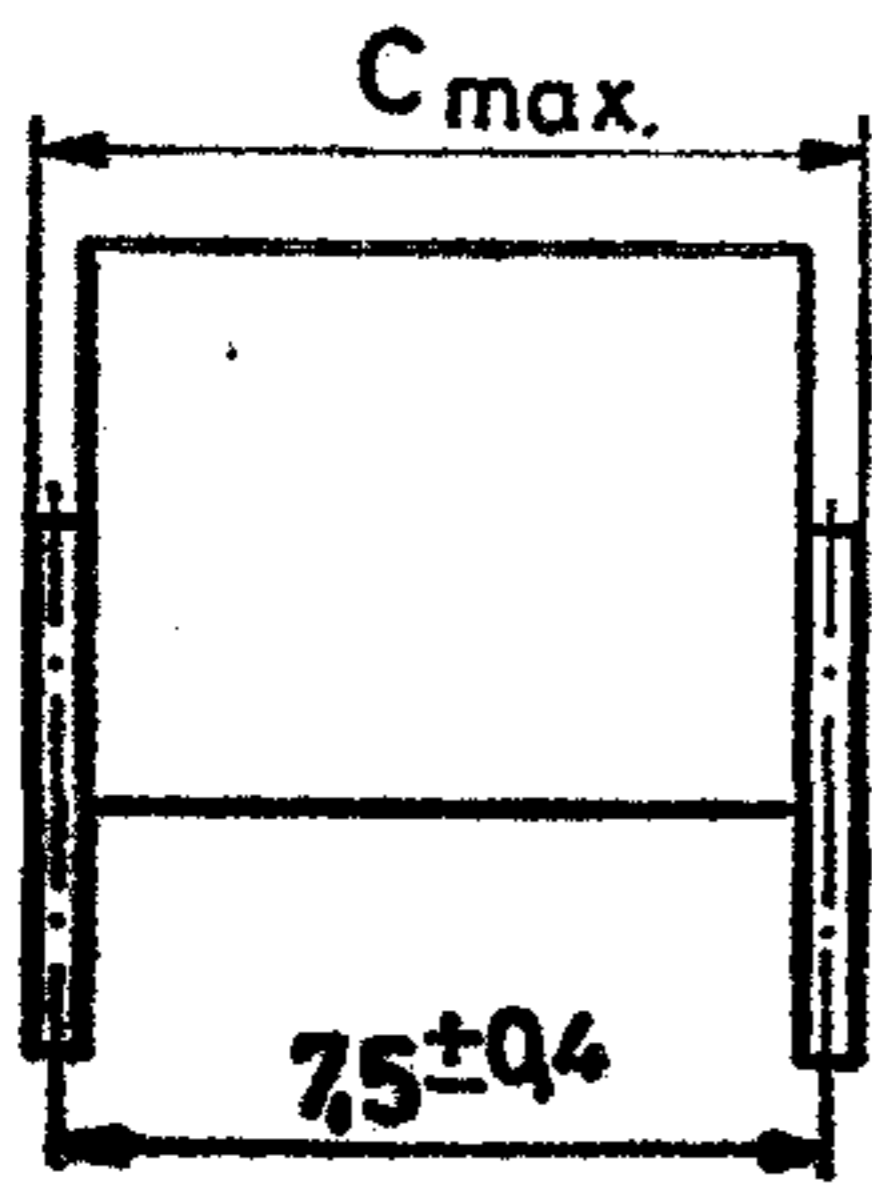
FÉMEZETT POLIÉSZTER

KONDENZÁTOROK

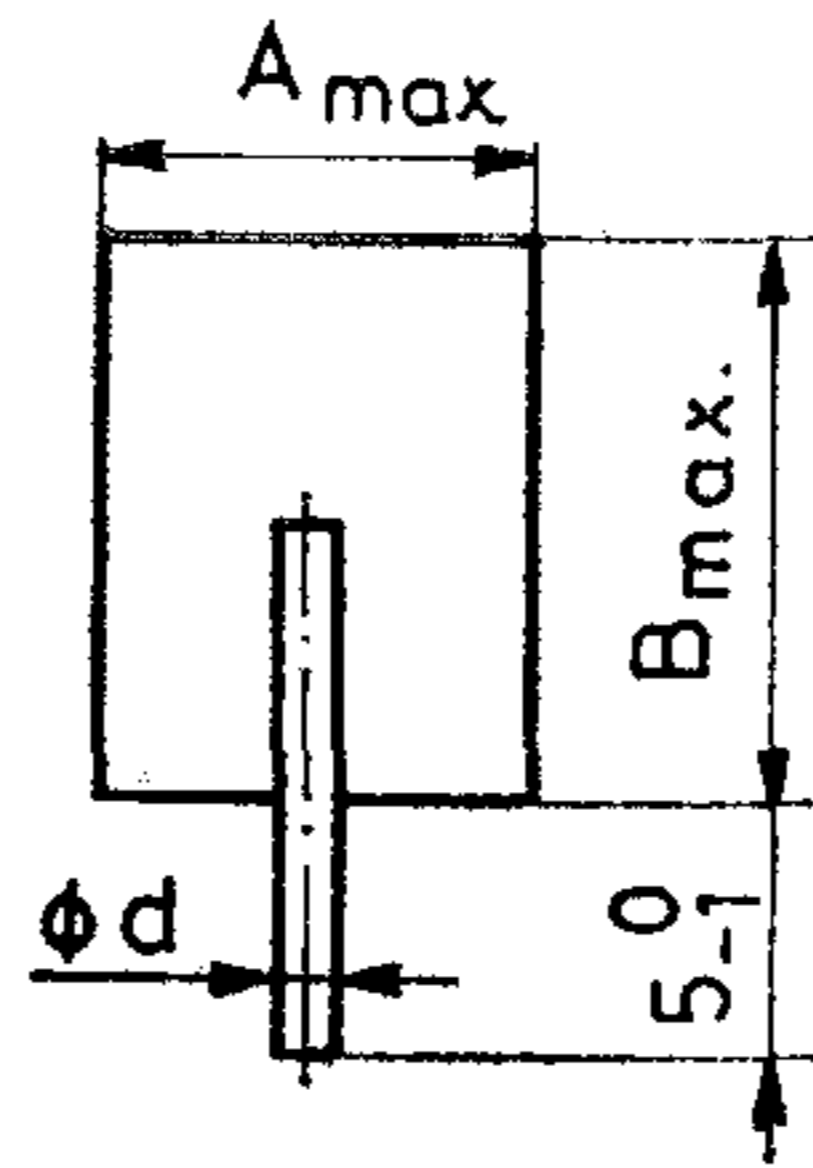
AJÁNLOTT TERMÉKVÁLASZTÉKA '84



Veszteségi tényező [tgδ] +20°C-on				Feszültség vizsgálát	Impulzusüzem	Tiszta váltakozó feszültségű terhelhetőség	Szigetelési ellenállás	Kulcsszám	Termék- szabvány		
f kHz	max./átlag · 10 ⁻³			1,4 · U _n	t = 7,5 mm	U _n [V ₋] U [V _~]	100V ₋ átlag 30GΩ min. 3GΩ	55/100/21	Rx-74.390/2		
	C				U _n [V ₋]						
	< 100 nF	≥ 100 nF	> 1 μF		U _n [V ₋]						
	1	8/5	8/5		10/6					100	55
10	15/12	15/12	-	100	75V/μs	250	100	≥ 250V ₋			
100	30/18	-	-	250	150V/μs	250	100	átlag 75 GΩ			
				400	175V/μs	400	160	min. 7,5 GΩ			
				t=15mm	U _n [V ₋]						
				100	50V/μs						
				250	100V/μs						
				400	125V/μs						
1 kHz	max. 10 · 10 ⁻³			1,5 · U _n	Hosszfüggő pl. L=20mm-nél	U _n [V ₋] U [V _~]	≤ 100V ₋ min 3,75GΩ	40/100/21	MSZ-05 61.2451		
10 kHz	max. 25 · 10 ⁻³				U _n [V ₋]						
					63	1,5V/μs				100	63
					100	2 V/μs				250	100
					250	3 V/μs				250	100
				400	4 V/μs	400	160	> 100V ₋			
				630	7 V/μs	630	200	min. 7,5 GΩ			

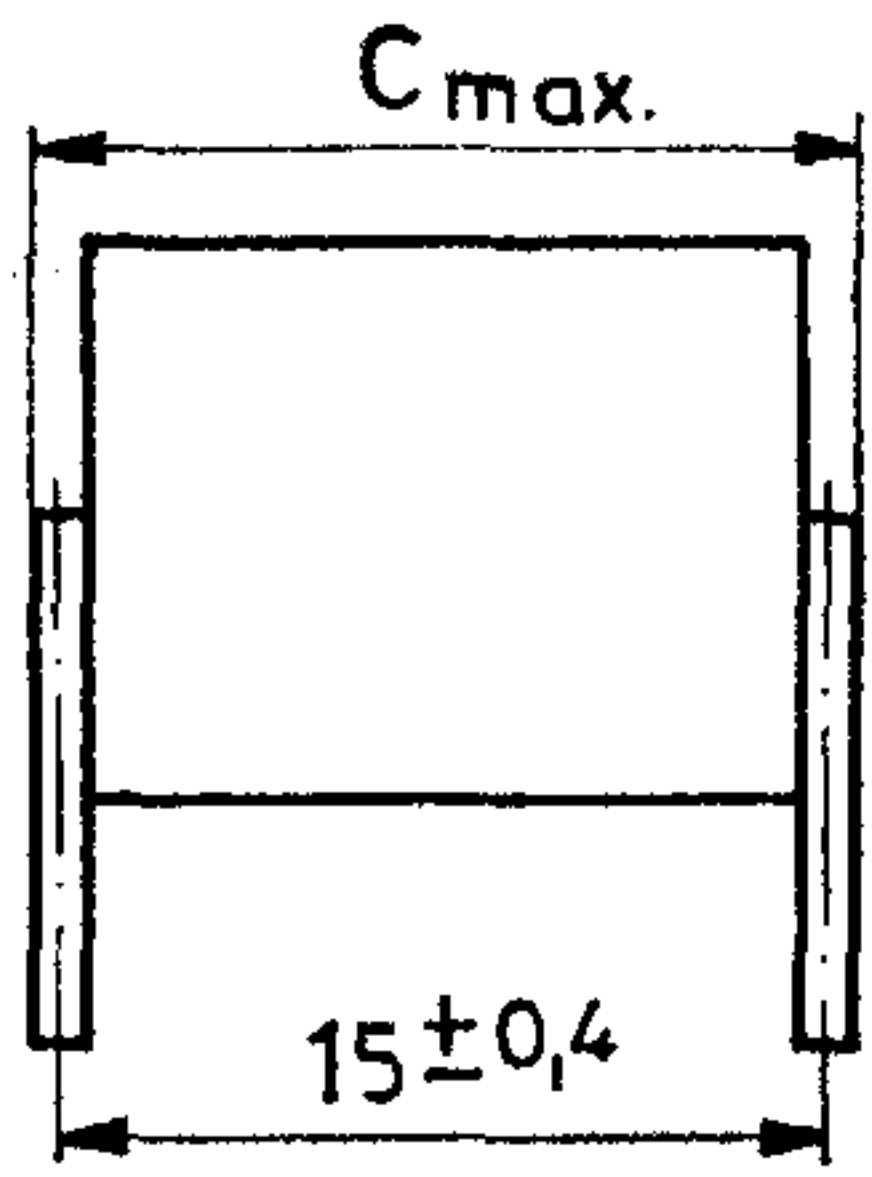


Méretetek
mm-ben

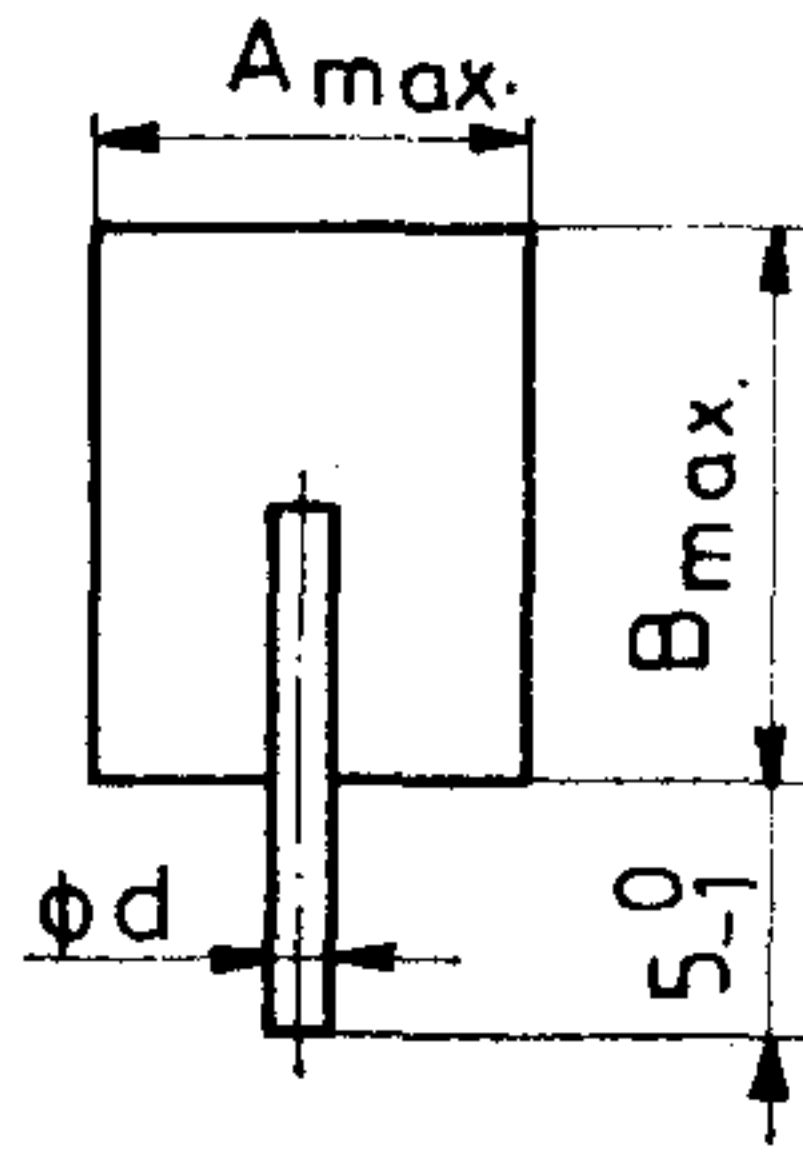


C 2332 Réteg Kondenzátor

Névleges kapacitás	100V-				250V-				400V-																																																																																																			
	Amax.	Bmax.	Cmax.	φd	Amax.	Bmax.	Cmax.	φd	Amax.	Bmax.	Cmax.	φd																																																																																																
1,0 nF	X				X				2,4	8,2	9,0	0,6																																																																																																
1,5									2,3				7,3	9,0	0,6																																																																																													
22									2,5	7,4	9,0	0,6																																																																																																
33									2,9	7,4			9,0	0,6																																																																																														
47									3,6	8,1	9,0	0,6																																																																																																
68									4,0	10,1			9,0	0,6																																																																																														
10									2,4	8,1	9,0	0,6																																																																																																
15									2,7				9,0	0,6																																																																																														
22									3,4	8,0	9,0	0,6																																																																																																
33									4,4				8,8	9,0	0,6																																																																																													
47	5,5	12,5	9,0	0,6																																																																																																								
68	8,0				11,4	9,0	0,6																																																																																																					
100	X				X				X																																																																																																			
150													X				X				X																																																																																							
220																									X				X				X																																																																											
330																																					X				X				X																																																															
470																																																	X				X				X																																																			
680																																																													X				X				X																																							
10 nF																																																																									X				X				X																											
15																																																																																					X				X				X															
22																																																																																																	X				X				X			
33																																																																																																												
47	X				X				X																																																																																																			
68													X				X				X																																																																																							
100																									X				X				X																																																																											
150																																					X				X				X																																																															
220																																																	X				X				X																																																			
330																																																													X				X				X																																							
470																																																																									X				X				X																											
680																																																																																					X				X				X															
10 nF																																																																																																	X				X				X			
15																																																																																																												
22	X				X				X																																																																																																			
33													X				X				X																																																																																							
47																									X				X				X																																																																											
68																																					X				X				X																																																															
100																																																	X				X				X																																																			
150																																																													X				X				X																																							
220																																																																									X				X				X																											
330																																																																																					X				X				X															
470																																																																																																	X				X				X			
680																																																																																																												
10 nF	X				X				X																																																																																																			
15													X				X				X																																																																																							
22																									X				X				X																																																																											
33																																					X				X				X																																																															
47																																																	X				X				X																																																			
68																																																													X				X				X																																							
100																																																																									X				X				X																											
150																																																																																					X				X				X															
220																																																																																																	X				X				X			
330																																																																																																												
470	X				X				X																																																																																																			
680													X				X				X																																																																																							
10 nF																									X				X				X																																																																											
15																																					X				X				X																																																															
22																																																	X				X				X																																																			
33																																																													X				X				X																																							
47																																																																									X				X				X																											
68																																																																																					X				X				X															
100																																																																																																	X				X				X			
150																																																																																																												
220	X				X				X																																																																																																			
330													X				X				X																																																																																							
470																									X				X				X																																																																											
680																																					X				X				X																																																															
10 nF																																																	X				X				X																																																			
15																																																													X				X				X																																							
22																																																																									X				X				X																											
33																																																																																					X				X				X															
47																																																																																																	X				X				X			
68																																																																																																												
100	X				X				X																																																																																																			
150													X				X				X																																																																																							
220																									X				X				X																																																																											
330																																					X				X				X																																																															
470																																																	X				X				X																																																			
680																																																													X				X				X																																							
10 nF																																																																									X				X				X																											
15																																																																																					X				X				X															
22																																																																																																	X				X				X			
33																																																																																																												
47	X				X				X																																																																																																			
68													X				X				X																																																																																							
100																									X				X				X																																																																											
150																																					X				X				X																																																															
220																																																	X				X				X																																																			
330																																																													X				X				X																																							
470																																																																									X				X				X																											
680																																																																																					X				X				X															
10 nF																																																																																																	X				X				X			
15																																																																																																												
22	X				X				X																																																																																																			
33													X				X				X																																																																																							
47																									X				X				X																																																																											
68																																					X				X				X																																																															
100																																																	X				X				X																																																			
150																																																													X				X				X																																							
220																																																																									X				X				X																											
330																																																																																					X				X				X															
470																																																																																																	X				X				X			
680																																																																																																												
10 nF	X				X				X																																																																																																			
15													X				X				X																																																																																							
22																									X				X				X																																																																											
33																																					X				X				X																																																															
47																																																	X				X				X																																																			
68																																																													X				X				X																																							
100																																																																									X				X				X																											
150																																																																																					X				X				X															
220																																																																																																	X				X				X			
330																																																																																																												
470	X				X				X																																																																																																			
680													X				X				X																																																																																							
10 nF																									X				X				X																																																																											
15																																					X				X				X																																																															
22																																																	X				X				X																																																			
33																																																													X				X				X																																							
47																																																																									X				X				X																											
68																																																																																					X				X				X															
100																																																																																																	X				X				X			
150																																																																																																												
220	X				X				X																																																																																																			
330													X				X				X																																																																																							
470																									X				X				X																																																																											
680																																					X				X				X																																																															
10 nF																																																	X				X				X																																																			
15																																																													X				X				X																																							
22																																																																									X				X				X																											
33																																																																																					X				X				X															
47																																																																																																	X				X				X			
68																																																																																																												
100	X				X				X																																																																																																			
150													X				X				X																																																																																							
220																									X				X				X																																																																											
330																																					X				X				X																																																															
470																																																	X				X				X																																																			
680																																																													X				X				X																																							
10 nF																																																																									X				X				X																											
15																																																																																					X				X				X															
22																																																																																																	X				X				X			
33																																																																																																												
47	X				X				X																																																																																																			
68													X				X				X																																																																																							
100																									X				X				X																																																																											
150																																					X				X				X																																																															
220																																																	X				X				X																																																			
330																																																													X				X				X																																							
470																																																																									X				X				X																											
680																																																																																					X																							



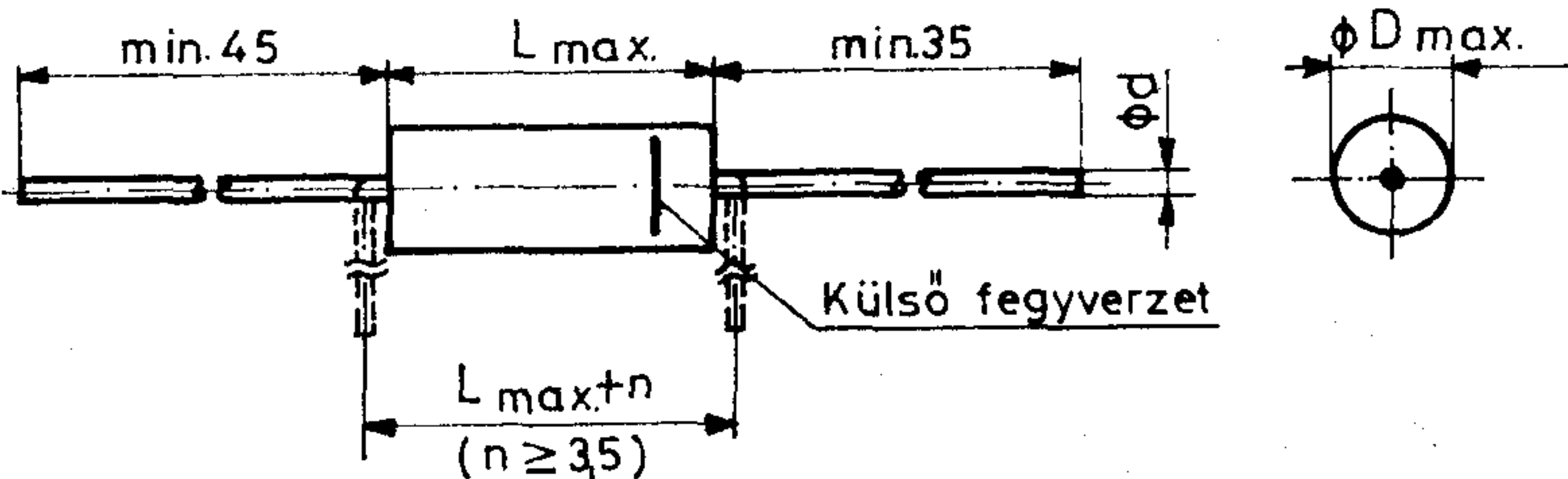
Méreték
mm-ben



C 2334 Réteg Kondenzátor

Névleges kapacitás	100V ₋				250V ₋				400V ₋			
	A _{max.}	B _{max.}	C _{max.}	φd	A _{max.}	B _{max.}	C _{max.}	φd	A _{max.}	B _{max.}	C _{max.}	φd
68 nF	X				X				3,8	6,2	16,5	0,6
100									4,5	7,1		
150									5,5	8,2		
220									4,0	7,7	16,5	0,6
330	5,4	7,7										
470	4,0	6,9	16,5	0,6	6,1	9,4	16,5	0,8	7,2	8,6		
680	5,0	7,3			7,0	11,4			8,3	10,9		
1,0 uF	5,5	9,2			9,6	11,5			10,0	12,6		
1,5	7,0	10,5			X							
22	8,5	12,3										

Méreték mm-ben



C 219

Névleges kapacitás	63V ₋			100V ₋			250V ₋			400V ₋			630V ₋			
	φD	L	φd	φD	L	φd	φD	L	φd	φD	L	φd	φD	L	φd	
	max.			max.			max.			max.			max.			
10 nF	X			X			X			6,3	14,0	0,6	6,3	16,5	0,6	
15										7,0			7,3			8,3
22										7,0	7,3	8,3	9,5			
33										6,3	14,0	6,3	16,5	7,0	16,5	7,3
47	0,6			6,3	14,0	0,6	6,3	16,5	0,6	6,3	20,0	0,6	7,3	20,0	0,6	
68				7,0			7,3			8,3			9,5			
100				6,3	14,0	6,3	16,5	7,0	16,5	7,3	20,0					
150				6,3	14,0	6,3	16,5	7,0	16,5	7,3	20,0					
220				7,3	14,0	7,0	16,5	8,0	20,0	8,0	20,0					
330				6,3	16,5	8,3	20,0	9,5	20,0	9,5	28,0					
470	7,3	16,5	7,5	20,0	0,8	11,0	28,0	0,8	11,3	28,0	0,8	14,8	32,5	0,8		
680	6,8	20,0	8,8			20,0			11,5			28,0			11,8	32,5
1 uF	7,8	20,0	10,5	32,5	0,8	12,5	32,5	0,8	14,0	32,5	0,8	17,5	32,5	0,8		
1,5	9,8	20,0	11,0			28,0			12,5			28,0			14,0	32,5
22	11,0	28,0	12,0			28,0			15,0			32,5			18,0	32,5
33	9,8	28,0	14,0			32,5			21,5			32,5			21,5	32,5
47	11,5	28,0	X			X			X							
68	12,3	32,5														
10	14,6	32,5	X			X			X							

Megkeresésükre küldünk katalógust. Kereskedelmi Főosztályunk várja érdeklődésüket és készséggel áll rendelkezésükre.

Plavec Istvánné



RÁDIÓTECHNIKAI VÁLLALAT Bp. X., Pataky tér 20.
H-1475 Bp. 10. Pf. 64. Tel.: 573-033. Telex: 22-4565

A mikroelektronikai tervezők képzésének néhány kérdése

DR. TARNAY KÁLMÁN
BME
Elektronikus Eszközök Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a berendezésorientált áramkörök tervezésének néhány problémáját tárgyalja. Elemezi a berendezések és mikroelektronikai alkatrészek tervezése közötti kapcsolatot. A befejező rész szakemberek alapképzésével és gyakorlott tervezők átképzésével foglalkozik.

Bevezetés

A mikroelektronika súlyát és fontosságát napjainkban nem szükséges külön hangsúlyozni. Érdekes azonban néhány mondatot idézni Tömpe Zoltán a Valóságban megjelent cikkéből: „egy gazdaság jövőbeni teljesítőképeségét jelenlegi dinamikus húzóágazatai határozzák meg. Az elektronika a világ egyik legdinamikusabb húzóágazata, amely fokozatosan behatol minden gazdasági ágba és színvonala befolyásolja az országok színvonalát, fejlődési lehetőségeit, infrastruktúráját, exportképességét. A mikroelektronika ilyen értelemben nem csupán az iparágak egyike, hanem az ipari forradalom hordozója” [1]. Az elektronikai vállalatoknál egy fő által létrehozott termelési érték az [1] alatt hivatkozott közlemény szerint

Japán	100–200 e\$
USA	60e\$
Nyugat-Európa	22–45 e\$
Magyarország	8–16 e\$

Ezek az adatok arra utalnak, hogy az elektronikai ipar termelékenysége hazánkban mintegy fele-harmada a nyugat-európai országokénak. Kedvezőtlenebb számok mutatkoznak viszont az egy főre jutó elektronikai fogyasztásban. 1981-ben világátlagban az egy fő által vásárolt elektronikai berendezések értéke 90 dollár körül volt, ezen belül

USA	490 \$
Nyugat-Európa	264 \$
Magyarország	40–50 \$

Az 1981-es adatok arra mutatnak rá, hogy míg az USA-ban az elektronikai iparban dolgozók 120–130 fő részére elegendő elektronikai berendezést állítanak elő, hazánkban 200–300 fő részére elegendőt (ha csak hazai fogyasztással számolunk).

Az elektronikai ipar termékeinek alapját a mikroelektronika alkatrészei képezik, ezen belül is a nagy bonyolultságú LSI/VLSI áramkörök. A nagy bonyolultságú áramkörök alapproblémája az, hogy ön-

DR. TARNAY KÁLMÁN

1952-ben szerzett oklevelet a BME Villamosmérnöki Karán. 1961-ben megvédett műszaki egyetemi doktori értekezésében a tunneldiódák elméletével foglalkozott, 1967-ben kandidátusi fokozatot szerzett a tervezérelt eszközök kapcsolóüzemű működését tárgyaló disszertációjával. 1983-ban az Uppsala-

lai Egyetem Matematikai és Fizikai Szekciója a félvezető eszközök modellezése terén elért eredményeiért díszdoktorává választotta. Jelenleg a BME Elektronikus Eszközök Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára. A HTE Félvezető Eszközök és Integrált Áramkörök Szakosztályának elnöke, a HTE Elnökségének tagja. Tagja több akadémiai és MTESZ bizottságnak.

magukban egy komplex, önálló funkciót képesek el látni, és korántsem tekinthetők olyan alkatrészeknek, melyeket — mint pl. egy TTL SSI/MSI áramkört — sokféle célra lehet építőelemként felhasználni. Mindössze a mikroprocesszorok és a memóriák használhatók fel sokrétűen, és ezek állíthatók elő nagy sorozatokban. 1982-ben a VDE „Grossintegration” témával foglalkozó ülészakán a Siemens egyik vezető képviselője úgy nyilatkozott, hogy 1986-ban nagy bonyolultságú termékeik megoszlása a következő lesz:

mikroprocesszor	20%,
memória	59%,
berendezésorientált áramkör	21%.

Ezek a számok arra utalnak, hogy a berendezésorientált áramkörök rohamosan növekvő szerephez jutnak.

Elektronikai berendezések és mikroelektronikai alkatrészek tervezése

Az 1980-as évek második felének nagy bonyolultságú mikroelektronikai alkatrészei olyan funkciókat látnak el, mint az 1970-es évek komplett elektronikus berendezései. Tekintsük át vázlatosan a berendezésorientált áramkörök tervezésével kapcsolatos problémákat. A tervezési feladat alapvetően eltér a korábbi, kisebb komplexitású integrált áramkörök tervezésének feladatától. Elsősorban digitális áramkörökre gondolva a korábbi áramkörök eléggé tömör, absztrakt funkcionális specifikációval jellemezhetők voltak, tervezésük aránylag kevés rendszertechnikai ismeretet igényelt. A berendezésorientált áramkörök tervezése alapvetően eltérő feladat, a feladat meg-

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Λ)

oldása számottevő rendszertechnikai ismeretet és tapasztalatot igényelt. Ez napjainkban azzal a következménnyel jár, hogy a félvezető gyártónak csak kis számú olyan szakembere van, aki ehhez megfelelő felkészültséggel rendelkezik, a berendezésgyártó tervezőinek feladata viszont mások által tervezett komplex funkciót ellátó áramkörök alkalmazása esetén rendkívüli mértékben leegyszerűsödik. Ennek az a következménye, hogy a félvezetőgyáraknak nincs elegendő tervezőkapacitása, a berendezésgyártónak viszont feleslege mutatkozik tervezőkapacitásában.

Ennek a helyzetnek a feloldása két fázisban végezhető el:

- a berendezésgyártó tervező szakembereit kell oly módon átképezni, hogy képesek legyenek berendezésorientált áramköröket tervezni.
- Az új szakemberek képzésekor minél nagyobb számban kell olyan mérnököket képezni, akik kellő ismeretekkel rendelkeznek berendezésorientált áramkörök tervezéséhez.

1. táblázat

Tervezési szint	megtervezendő rész	Full custom	Library custom	Előregyártott szeletes
tranzisztor	mélyégi struktúra layout	+		
alapkapszolás	áramkör layout	+		
funkcionális egység	logikai struktúra layout	+		
alkatelemek elrendezése	1—5. és 7. maszk	+	+	
huzalozás	6. maszk	+	+	+

Az 1. táblázat összegzi azokat a feladatokat, melyeket berendezésorientált áramkörök tervezésekor meg kell oldani. Ismeretes, hogy a berendezésorientált áramköröknek három szintje van:

- Az egyedi tervezésű (full custom) áramkörök minden részletét az adott célra optimalizáltan tervezik, és rendszerint csak nagyon nagy sorozatokban való gyártása esetén térül meg az igen magas tervezési költség;
- A cellakönyvtáras tervezésű (library custom) áramkörök tervezésekor cellakönyvtárban tárolt, előzetesen kidolgozott és kipróbált kisebb-nagyobb bonyolultságú áramköri részletekből tervezik meg a teljes áramkört, melyek elektromosan is (paramétereikben) és technológiailag is (technológiai lépéseik és layoutjuk szempontjából) egyértelműen specifikáltak. Ez a tervezési mód hasonló feladatot jelent, mint egy áramkör tervezése TTL SSI/MSI elemekből. Feltétele viszont, hogy valóban jó, felhasználási tapasztalatokkal verifikált cellakönyvtár álljon rendelkezésre. A cellakönyvtár kifejlesztésének költsége sok áramkörre oszlik el, vagyis ez a módszer már közepes sorozatnagyságoknál (néhány 1000 db) gazdaságos lehet.
- Az előregyártott szeletes (gate array stb.) áramkörök jellemzője, hogy az áramköri részleme-

ket (tranzisztorokat, esetleg egyszerűbb kapcsolásokat) tartalmazó szeletek félkésztermék formájában rendelkezésre állnak, és csak azok összehuzalozását kell megtervezni. Mivel ennél a módszernél a technológia legnagyobb részét, és pedig az igényes lépéseket egységesen, előre elvégzik, és az adott áramkör megvalósításához csak egyetlen maszkot kell megtervezni, és sokféle áramkörhöz ugyanaz az előregyártott szelet-típus használható fel, már kis sorozatok is (néhány száz darab) gazdaságosan előállíthatók. A tervezési munka itt leginkább a diszkrét alkatrészekből való tervezéshez hasonlít, bár a munkát jelentősen hatékonyabbá lehet tenni a tipikus áramköri részletek fémezését tartalmazó cellakönyvtárral.

Az alábbi táblázat adja meg tipikus méretű áramkörökre a tervezés munka- és időigényét:

	Méret (kapu)	munkamennyiség (mérnök-év)	Tervezés időtartam (év)	Tervezői létszám (fő)
Full custom	20 000	20—50	1,5—3	15—20
Library custom	5 000	5	0,6	6—8
Gate array	1 000	0,5—1	0,25—0,3	2—3

Alapképzés

A mikroelektronikai alapképzés néhány kérdésével egy korábbi cikk [2] foglalkozott. Az 1983/84. tanévtől a BME Villamosmérnöki Karának mikroelektronikai és technológiai szakán folyik mikroelektronikai specialisták képzése. Természetesen a Kar többi szakán is fokozott súlyt kapott a mikroelektronika.

A képzésben a mikroelektronika nemcsak mint az oktatás tárgya, hanem mint az oktatás eszköze is egyre növekvő szerephez jut.

A felsőoktatásban is fel kell készülni arra, hogy az 1980-as évek második felére már a hallgatók többsége a jelenlegit nagyságrendekkel meghaladó számítástechnikai ismerettel kerül az egyetemre. A személyi számítógépek elterjedése hozza ezt magával, mely bevonul a középiskolai oktatásba is és „ezáltal egy új, az egész jövőnket meghatározó kultúra elsajátítása kezdődik el, nem iskolai, nem kötelező keretek között, hanem játékosan, örömteli módon” [3]. A magasabb számítástechnikai kultúrával induló hallgatók a gépi tervezési módszereket könnyebben és magasabb szinten lesznek képesek elsajátítani, mint azok, akik csak felsőbb éves korukban kezdtek megismerkedni a számítástechnikával. Érdemes néhány megfontolást tenni azzal kapcsolatban is, hogy hány mérnököt kell képezni. Az US Bureau of Labor adatai szerint az USA-ban az elektronikus mérnökök számát évi 2,7%-kal kell növelni. Magyarországon ma kb. 8000 mérnök foglalkozik elektronikával és ennek a létszámnak a fenntartásához mintegy 2,5% utánpótlásra (200 mérnök/év) van szükség. Ha ehhez hozzáadjuk a 2,7%-os növekedést (kb. 220 mérnök), az elektronikai ipar és kutatás-fejlesztés évente

420 új mérnököt igényel. A Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kara évente kb. 300 diplomát ad ki az elektronikai jellegű oktatást folytató szakokon (híradástechnika szak, műszer és irányítástechnika szak, mikroelektronikai és technológiai szak). A főiskolán végzőket is beleértve többé-kevésbé kielégítő az új szakemberek száma.

Átképzés

Világszerte jelentős erőfeszítéseket folytatnak arra, hogy az előzőekben említett tervező kapacitás problémát (félvezetőgyártónak kevés a tervezőkapacitása, a berendezésgyártónak feleslege van tervezőkapacitásában) megoldják. A megoldás módja a berendezésgyártó tervezők átképzése arra, hogy a berendezésorientált áramkörök tervezésének minél nagyobb részét képesek legyenek elvégezni. Az átképzéssel kapcsolatban az alábbi szempontokra érdemes rámutatni:

- a tervezési gyakorlattal és berendezéstervezési tapasztalatokkal rendelkező tervező a tervezést saját speciális szakterületének ismereteivel támogatva képes elvégezni, ezek a tapasztalatok és ismeretek új diplomával munkába álló mérnöknek rendszerint egyáltalán nem, de a félvezetőgyártó mérnökeinek sem nagyon állnak rendelkezésére;

- eltérésekkel kell számolni a tervezési módszerekben is: amíg a TTL áramkörökből való berendezéscélokban gyakorlott konstruktőr az áramkör funkcionális jellemzésére célszerűen egy TTL áramkörhöz hasonló bonyolultságú modulokból álló blokkvázlatot készít, addig az új diplomás mérnök inkább hardware leíró nyelven specifikálja áramkörét;
- az átképzett tapasztalt tervező szívesen használja a cellakönyvtári modulokat (akár library custom, akár gate-array szintű áramkörtervezés esetén), de előnyben részesíti a „manuális” tervezést a gépi módszerekkel szemben.

Az átképzést hazai vonatkozásban a BME Mérnöki Továbbképző Intézete végzi, olyan tanfolyamok keretében, melyben a MOS tranzistoros logikai áramkörök, logikai rendszerek, layout-tervezés és géptermi gyakorlatok képezik a súlyponti témákat.

I R O D A L O M

- [1] *Tömpe Zoltán*: Esettanulmány a magyar elektronika bajairól. Valóság, 1984. febr. pp. 38–47. old.
- [2] *Tarnay K.*: Az Elektronikus Eszközök Tanszék szerepe a mikroelektronika oktatásában és kutatásában. Híradástechnika, 1983. november pp. 489–491. old.
- [3] *Kozák Gyula*: Morgolóadás személyi számítógép ügyben. Valóság, 1984. febr. pp. 48–57. old.

(Folytatás a 390. oldalról)

A Kodak cég január elején mutatta be új, 8 mm-es integrált képmagnórendszerét. Az amatőr célokra gyártott hagyományos képmagnórendszerektől eltérően az új készülék egységes, kompakt rendszerbe foglalja a kamerát, a rögzítő és a lejátszó berendezést, súlya pedig a korábbi 5 kilogrammról 2,2 kilogrammra csökkent. Az új készülék ára 1599 dollár. A rendszer 8 milliméteres videokazettát használ, amely alig nagyobb egy audiokazettánál. Egy videokazettás magnó segítségével a film a felvétel után azonnal lejátszható, vagy akár letörölhető.

A világ 122 képmagnógyártó vállalata a közelmúltban megegyezett abban, hogy a videokazettás magnók és magnószalagok nemzetközi szabványa a jövőben a 8 milliméteres formátum lesz, így valószínű, hogy az eredetileg amatőr filmeseknek szánt 8 milliméteres képmagnórendszerek ki fogják szorítani a hagyományos Béta, VHS és V2000 rendszerekben használt 14,7 milliméteres rögzítő-lejátszó készülékeket, illetve szalagokat. Jelenleg a 8 milliméteres videokamerával csak egyórás műsoridő rögzíthető, a 14,7 milliméteres szalagon rögzíthető nyolcórás műsoridővel szemben. Ezért, és a 14,7 milliméteres képmagnók piacának mai volumene miatt a VHS és a Béta rendszerek jelenlegi gyártói nem akarják elszüntetni a 8 milliméteres készülékek bevezetését. A Matsushita és a Sony a jövő év előtt nem kíván konkurens terméket piacra dobni. Ami a műsoridőt illeti, a Kodak a hírek szerint már elkészítette a két-három órás műsoridőt rögzíteni képes szalag prototípusát. Érdekes, hogy legkorábban (tavaly októberben) a Philips mutatott be 8 milliméteres képmagnókészüléket, melynek gyártását 1984. közepétől tervezi. A Philips valószínűleg azért döntött így, mert a V2000 rendszerrel nem sikerült jelentős piaci részesedéshez jutnia.

(Financial Times, 1984. január 7.)

A Brüel és Kjaer cég tökéletesített hiteles hangenergia-forrása lehetővé teszi gépek vagy más eszközök által lesugárzott energiateljesítmény meghatározását a helyettesítő módszer segítségével. A 4205-ös típusú hangenergiaforrás szintíróval és oktávszűrővel egybeépített hangszintmérővel telepről működő berendezésegységalkot, melyeket akusztikai méréseknél alkalmaznak mint pl.: visszaverési idő, hangelnyelés, hangátvitel és hangelosztás. A 4205-ös típus alkalmazható hangszórók határfokának százalékban kifejezett mérésére is. A 4205-ös típusú hangenergiaforrás hitelesített hangforrás, melynek teljesítménye folyamatosan változtatható 40 és kb. 100 dB között, 1 pW-ra vonatkoztatva. A lesugárzott hang lehet széles sávú rózsaszín zaj 100 Hz–10 000 Hz-ig terjedő frekvenciatartományban vagy a 7 beépített oktáv sávszűrő valamelyikén átbocsátott sávhatárolt zaj.

(Brüel és Kjaer sajtótájékoztató)

*

A British Telecom 8,6 millió font sterling értékben szerződést kötött a TMC Ltd. céggel az előfizetői hálózatban alkalmazható digitális átviteli rendszer tervezésére, kifejlesztésére és felszerelésére. Az 1+1 típusú átviteli rendszer megkértszerezi az előfizetői kábelek kapacitását, mivel egy érpáron két beszélgetést vagy egy beszélgetést és egy adatátvitelt lehet megvalósítani egyidejűleg. A rendszer egy 96 kbit/s sebességű duplex digitális összeköttetést valósít meg az előfizetői készülékek és a helyi központ között. A „telefon+telefon” és a „telefon+adat” konfigurációnak megfelelően 2 előfizetői és 2 központ oldali végberendezést fejlesztettek ki.

(Telecommunication Journal*, 1983/10.)

Szigetelő alapú integrált áramkörök ellenállásainak lézeres értékbeállítása

PATAKI BÉLA
REMIX



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk áttekintést ad a lézeres értékbeállításról. Összehasonlítja más technológiákkal, bemutatja a vágások geometriai alakzatait, ismerteti a változtatható paramétereiket és hatásukat. Végül egy konkrét berendezés példáján tárgyalja az értékbeállító gépek felépítését, működését.

A szitanyomtatással készülő vastagréteg és a vákuumgőzöléssel vagy katódporlasztással készülő vékonyréteg ellenállások nem gyárthatók olyan pontossággal, mint amire a kész áramkörökben rendszerint szükségünk van. Az értékbeállítás során ebből a nagy szórású „alapérték”-halmazból olyan kis szórású „végérték”-halmazt állítunk elő, amelynek elemei a névleges érték tűrésmezijén belül vannak és a használat során is belül maradnak.

1. Értékbeállítási módszerek

Jelenleg az alábbi technológiákat használják elterjedten:

- vastagréteg — homokfúvásos vágás
- lézeres vágás
- vékonyréteg — hőkezelés (Joule-hővel vagy hőközléssel)
- anódos oxidálás (csak tantálnitrid réteghez)
- elektroeróziós vágás
- lézeres vágás

Az irodalomban egyéb módszerek is találhatóak, de jóval ritkábban használják őket, mint az itt felsoroltakat. Hőkezeléssel az ellenállás értéke csökkenthető vagy növelhető is, míg a többi módszerrel csak növelni lehet. Ez utóbbi eljárásokhoz a névlegesnél alacsonyabb várható értékű alapérték-halmazt kell tervezni és gyártani. Annnyival alacsonyabbat, hogy nagy valószínűséggel ne legyen közöttük túl magas értékű példány, de ne is kelljen sokat állítani rajtuk.

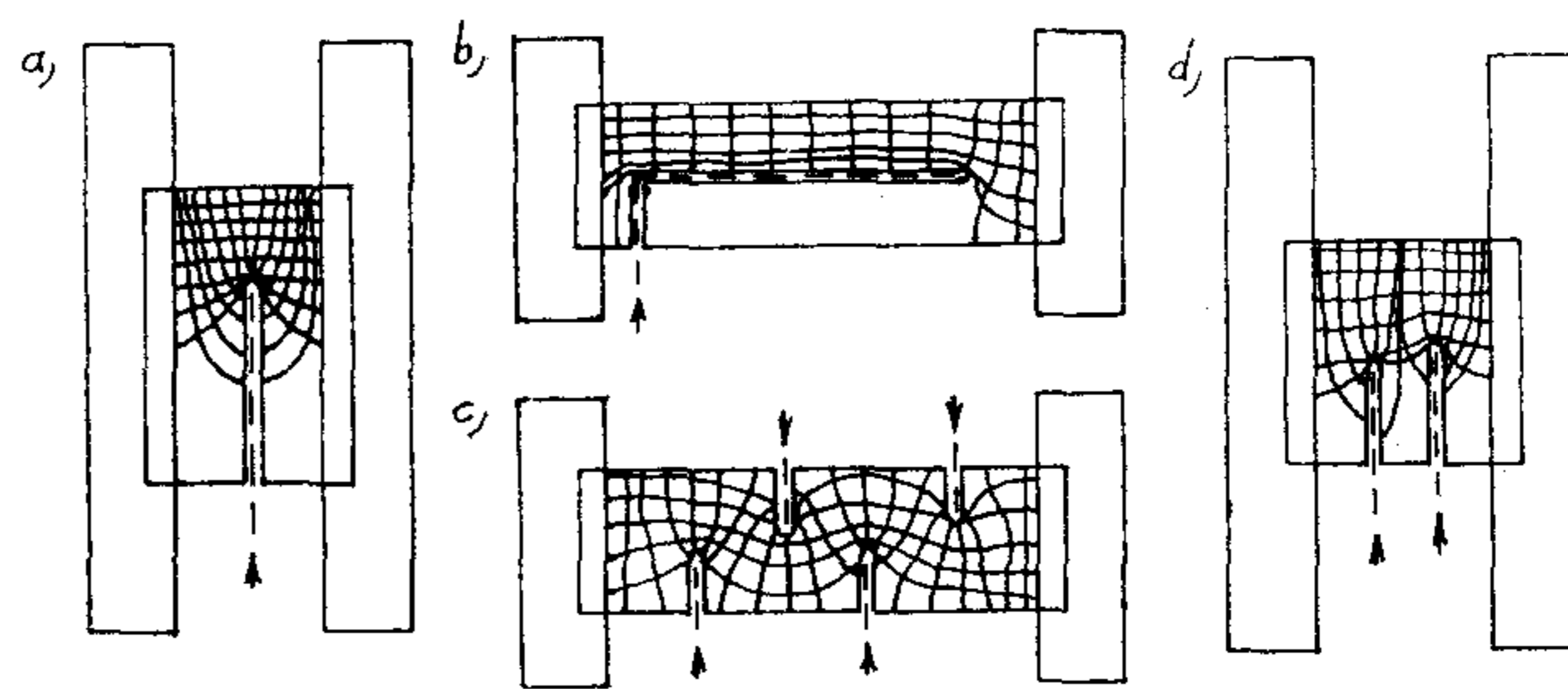
Lézeres értékbeállítás („trimmelés”) során egy vagy több helyen belevágunk az ellenállásrétegbe (a rétegnek a hordozóról kb. 50 μm széles csikban való elpárologtatásával), így az ellenállás hosszúság/szélesség viszonyát növelve megváltoztatjuk az érté-

PATAKI BÉLA

1981-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának elektronikai technológia szakán. Azóta

a REMIX áramköri főosztályán dolgozik gyártásfejlesztőként. Jelenleg a vékony- és vastagréteg áramkörök ellenállásainak programvezérelt lézeres értékbeállításával foglalkozik.

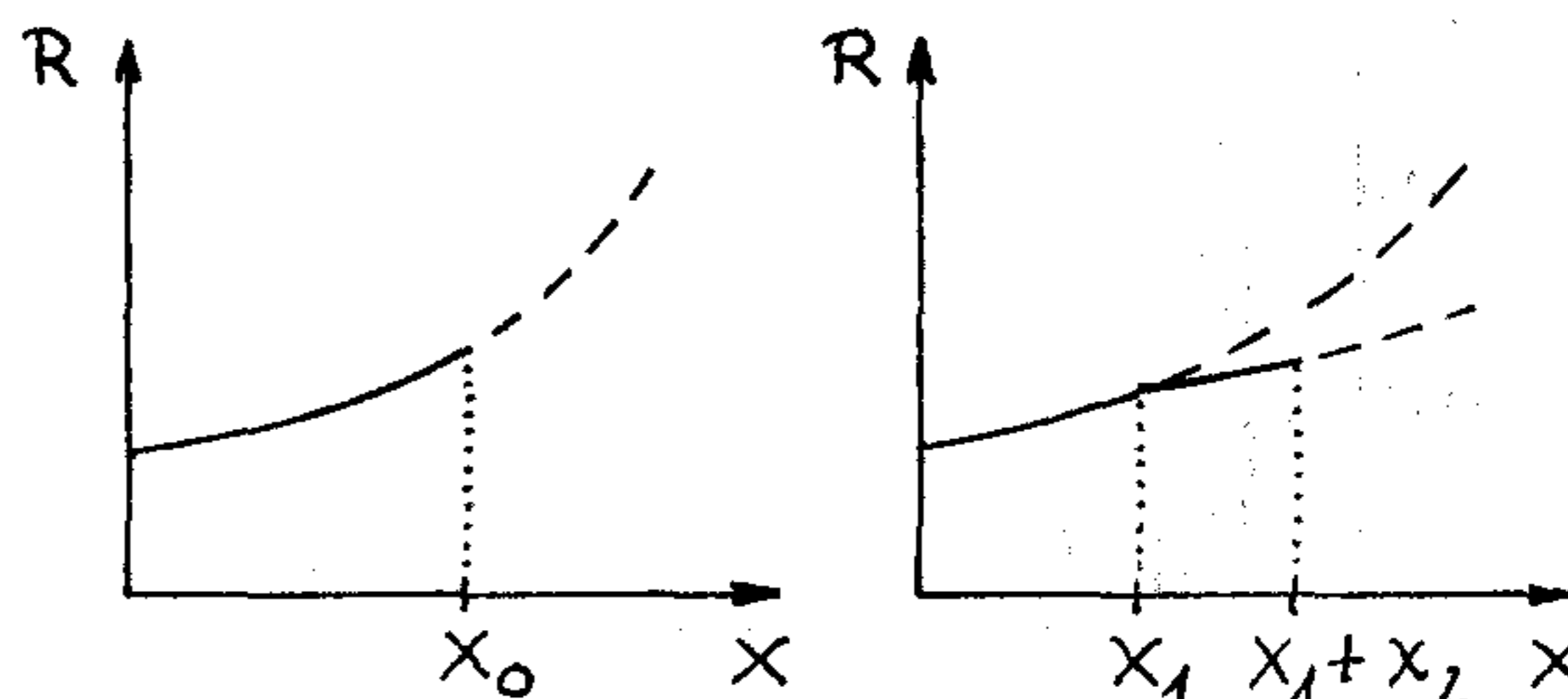
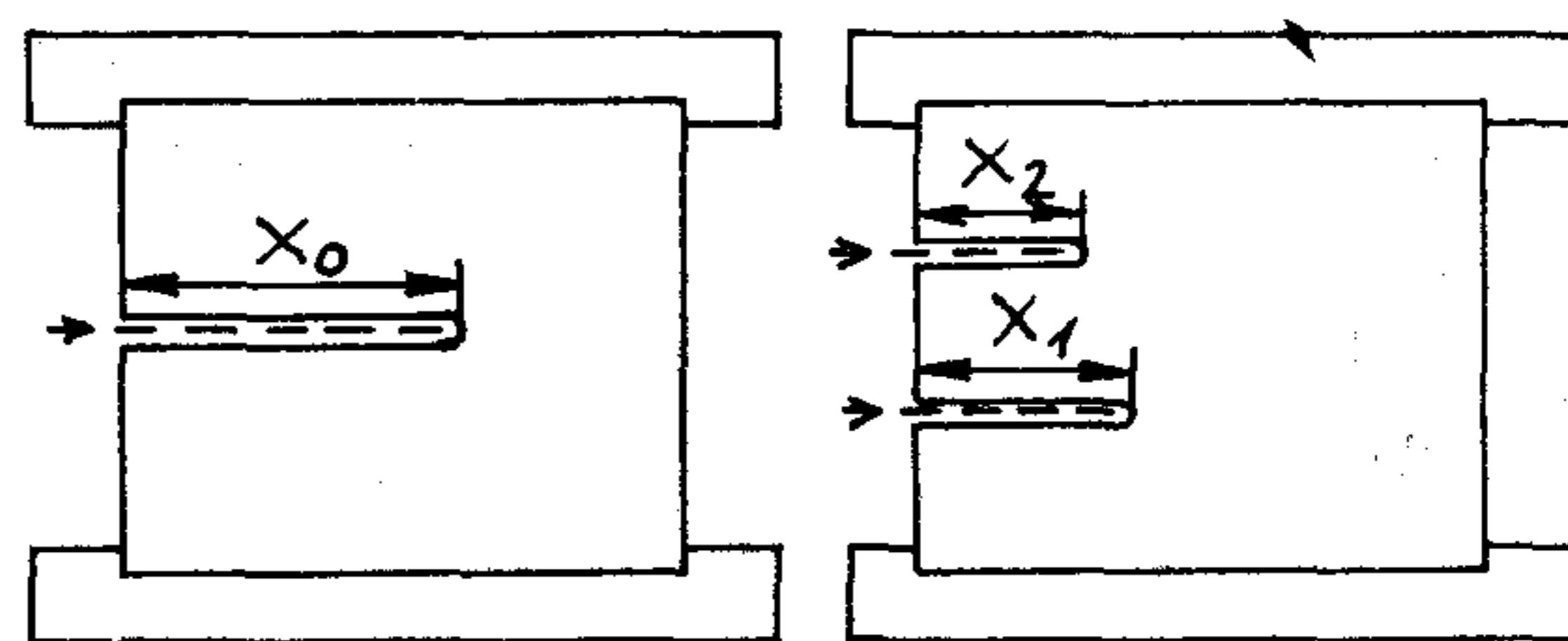
két. Ez a technológia jelenleg a legtermelékenyebb, tiszta, könnyen automatizálható, és az egyetlen a felsoroltak közül, amely mindkét fajta áramkörhöz használható.



H994-1

1. ábra. Jellemző vágatformák az ekvipotenciális és az áramvonalakkal [5]

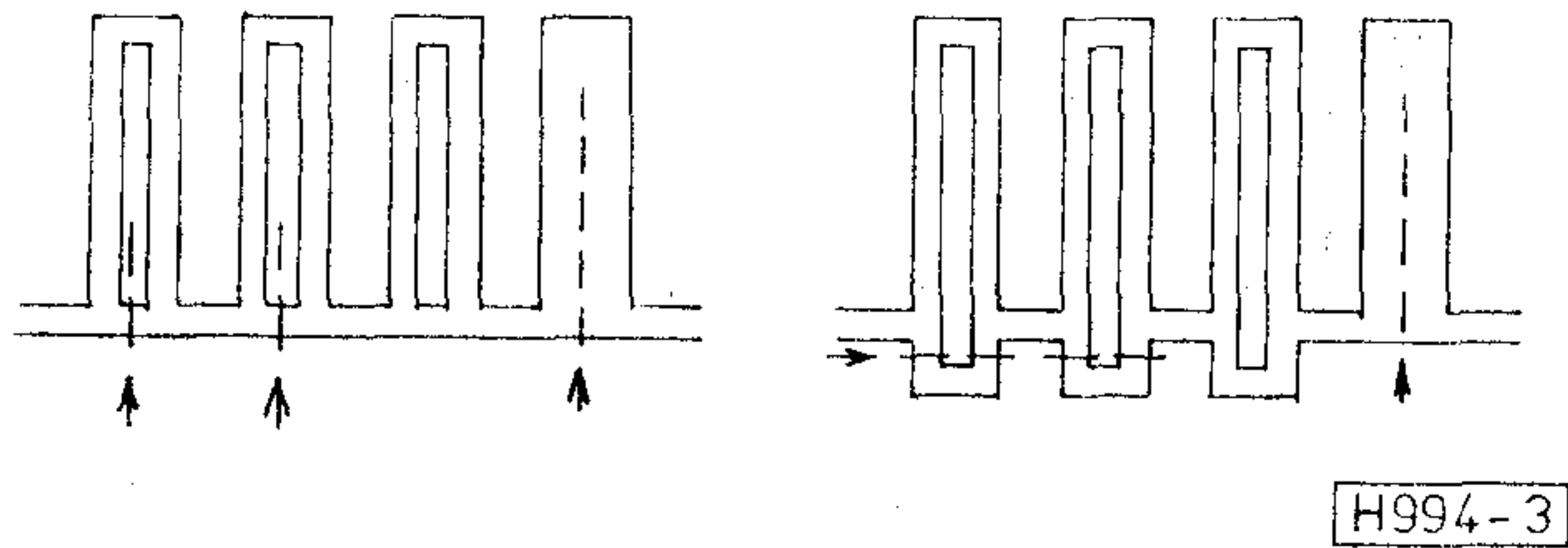
a) egyenes, b) L-alakú, c) szerpentin, d) dupla



H 994-2

2. ábra. Értékváltozás a vágathossz függvényében [4]

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Δ)



H994-3

3. ábra. Vékonyréteg ellenállások durva és finom beállítása

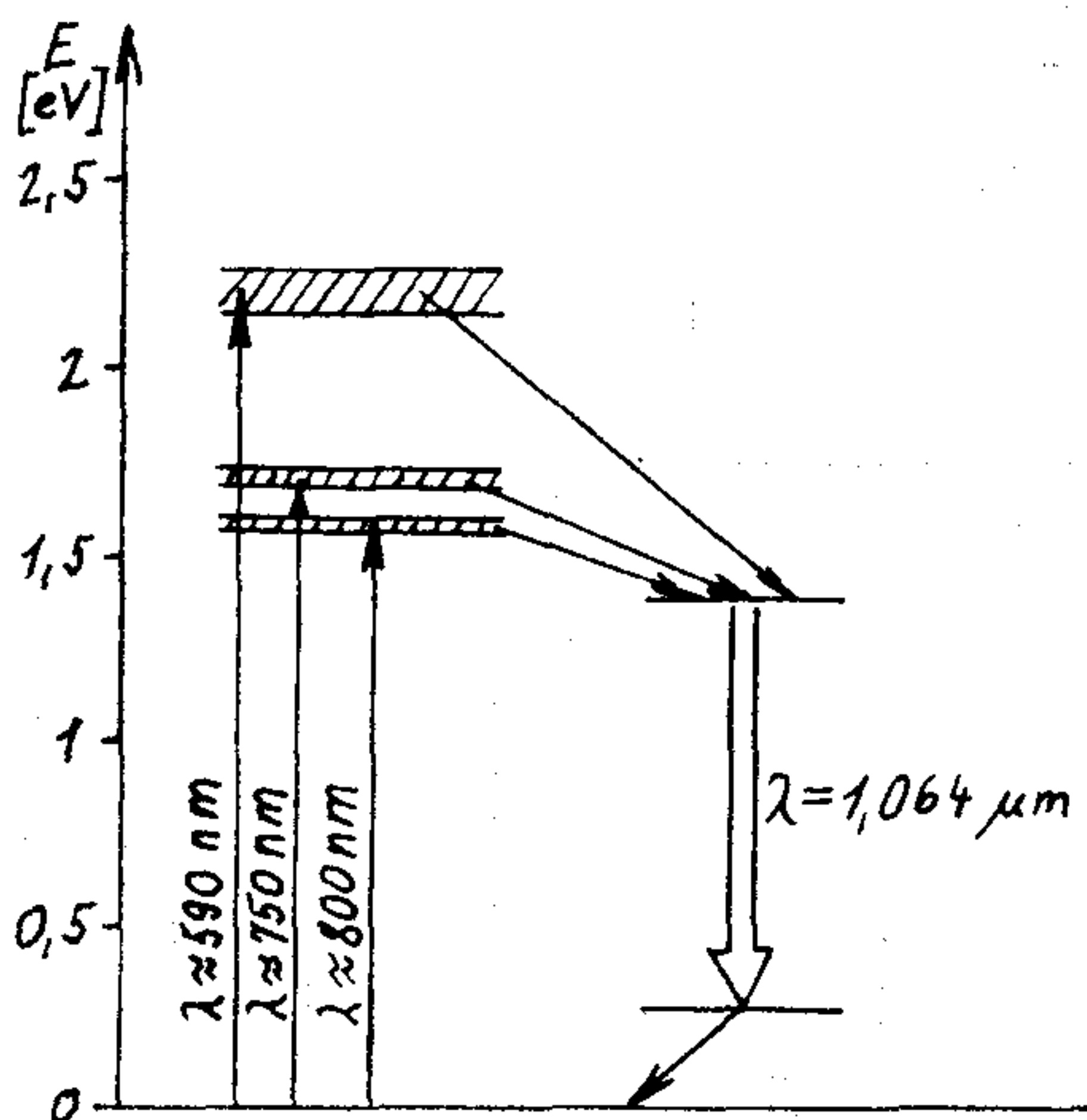
2. Vágási alakzatok

A vágatformákat egyrészt az 1. ábrán látható módon az ellenállások alakja, másrészt a kívánt pontosság alapján választjuk meg. Ugyanis az ellenállás értéke nem lineárisan változik a lézersugár előrehaladásának (azaz a vágás hosszának) függvényében, amint a 2. ábra mutatja. Kettős vagy *L*-alakú vágással kisebb dR/dx meredekséggel érjük el a végértéket, ami pontosabb leállást tesz lehetővé. Nagy teljesítményű ellenállások esetén jobb stabilitást is várhatunk a vágatok végződéseinél fellépő alacsonyabb áramsűrűséggel járó kisebb Joule-hős hőkezelés és kevésbé számottevő anyagvándorlás következtében.

Vékonyréteg ellenállások esetén a (fokozatonkénti durva beállításhoz szolgáló) meandereket áthidaló rövidzárakat is a lézeres értékbeállítás során vágjuk át kellő számban, majd utána a már bemutatott vágatformák valamelyikével állítjuk be finoman a kívánt végértéket (l. 3. ábra).

3. Megmunkáló szerszámunk

Megmunkáló szerszámunk, a lézersugár — mint ismeretes — kis veszteségű, pozitív visszacsatolású optikai rezonátorban létrehozott monokromatikus, koherens, kis divergenciájú fény. Ez utóbbi tulajdonsága miatt jól fókuszálható, így energiasűrűsége alkalmassá teszi szinte bármilyen anyag mikromegmunkálására. Értékbeállító lézerekben aktív anyagként

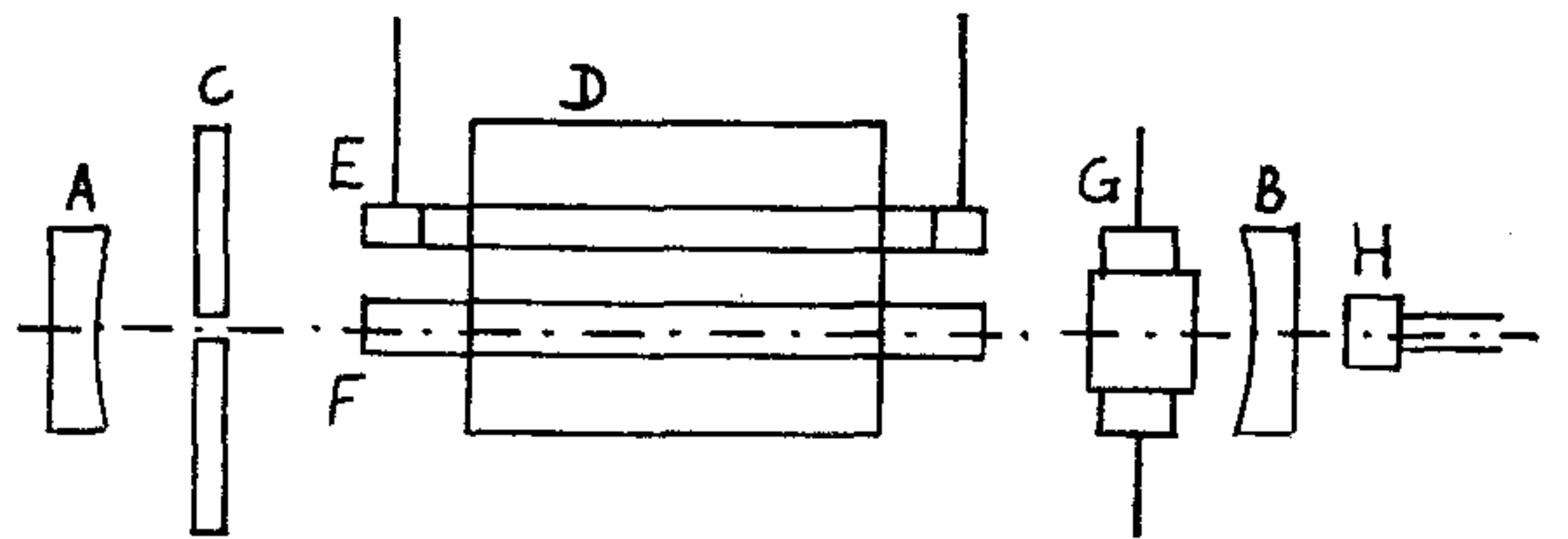


H994-4

4. ábra. Nd energia-szintjei [1]

neodímiumot használnak, $Y_3Al_5O_{12}$ kristályba ágyazva, mely anyagra az *Nd:YAG* (Yttrium-Alumínium-Garnet) jelölés terjedt el. A neodímium energiaszintvázlatát a 4. ábra szemlélteti. A lézerátmenethez tartozó hullámhossz $1,064 \mu m$, amely az infravörös tartományba esik. Vékony és vastagréteg ellenállásanyagok elpárologtatására ez a hullámhossz egyaránt megfelel. A gerjesztéshez („pumpáláshoz”) tartozó hullámhosszak a látható tartományba esnek, erre a célra kripton ívlámpa használatos.

Az optikai rezonátor vázlatát az 5. ábrán látható. A lámpa és a lézerkristály egy tükrös falú elliptikus henger két gyújtóvonalában helyezkedik el a minél jobb gerjesztési hatások végett. A két rezonátortükrök közül az egyik részben átereszt, itt kapjuk a megmunkáló sugarat. A másik tükrön is áthatol az infravörös fény egy igen csekély hányada (amelynek intenzitása arányos a kilépő sugáréval), ezért a mögé helyezett detektorral mérhetjük a teljesítményt.



H994-5

5. ábra. Szilárdtest lézer-rezonátor [1] [6]

- A: részben áteresztő (kilépő) tükör
- B: tükör
- C: fényrekesz
- D: elliptikus henger
- E: pumpáló fényforrás
- F: lézerkristály
- G: Q-kapcsoló
- H: detektor

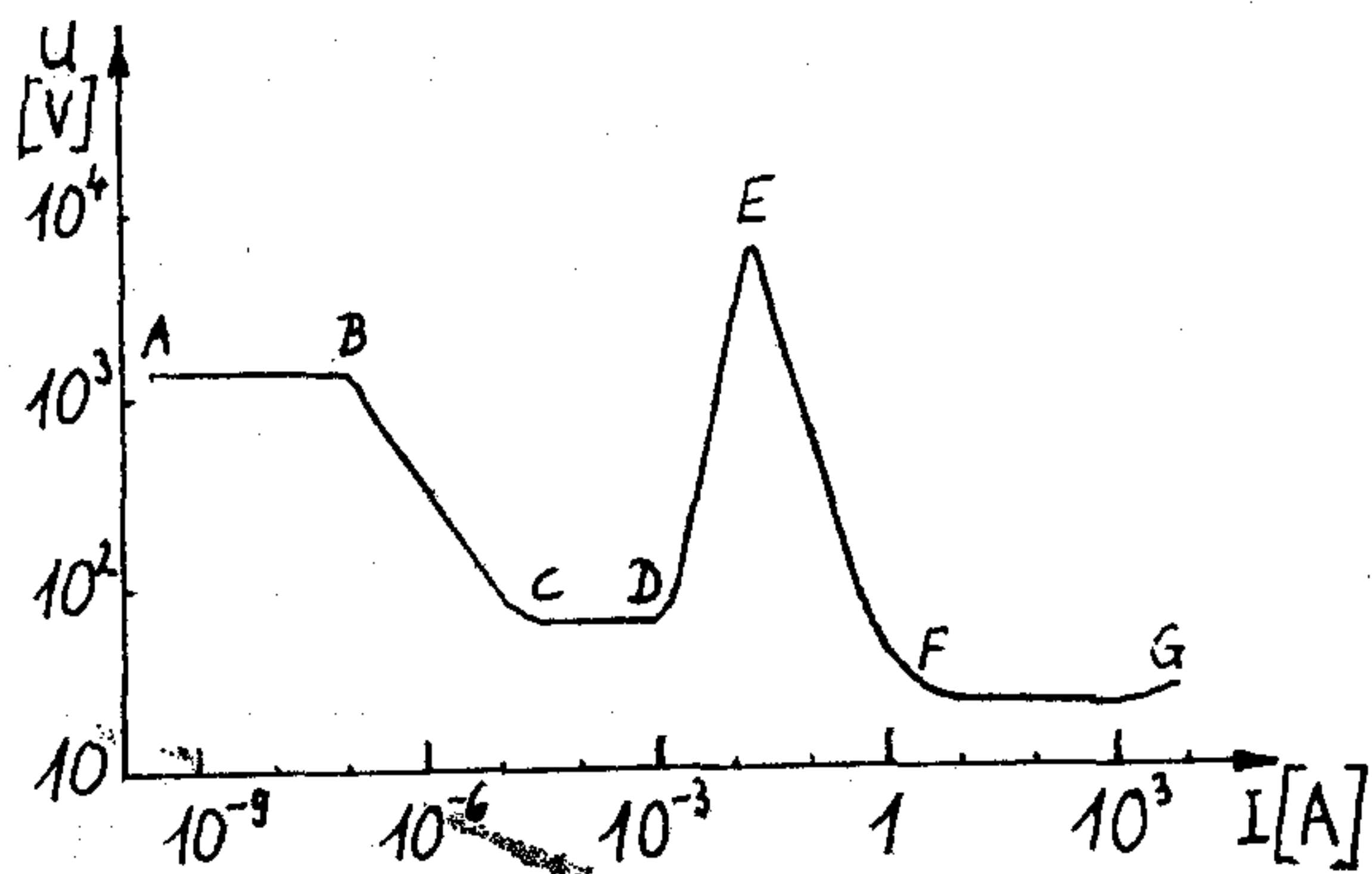
A jelenleg közhasználatú *Nd:YAG* lézer vetélytársa a $Li-Nd_x-La_{1-x}$ foszfátüveg lézer lehet a jövőben [7]. Hullámhossza $1,054 \mu m$, rezonátorának felépítése az új anyag tulajdonságaiból kiindulva némileg eltér a megszokottól. Hatásfoka kb. 6%, divergenciája $1-2 \text{ mrad}$ szemben a *Nd:YAG* kb. 2%-ával és 10 mrad -jával. Ráadásul jóval olcsóbb és könnyebb is. Kísérleti példányokon túl értékbeállító berendezésbe való beépítésükről eddig még nem tudok.

4. Vágási paraméterek

Az ellenállások értékének pontosságát és stabilitását a vágási paraméterek gondos megválasztásával tehetjük a lehető legkedvezőbbé. Az optimum réteganyagoként és értékbeállító berendezésenként különböző (szemben a vágatformákkal), ezért csak technológiai kísérletekkel határozható meg, elméleti megfontolásokkal csupán nagyjából határozható be. A változtatható paraméterek a következők:

- lézerteljesítmény
- módusszerkezet
- az impulzussorozat frekvenciája
- vágási sebesség
- a gépen beállítható egyéb jellemzők

Értékbeállító berendezésben a megmunkáló fényfolt átmérőjét fókuszálással rendszerint nem változtatjuk, inkább a lehető legkisebbre állítjuk, hogy a legnagyobb teljesítménysűrűséget kapjuk.



H994-6

6. ábra. Krypton ívlámpa kisülési görbéje [2]

A—B: gyújtási tartomány
B—E: parázskisülés
E—G: ívkisülés

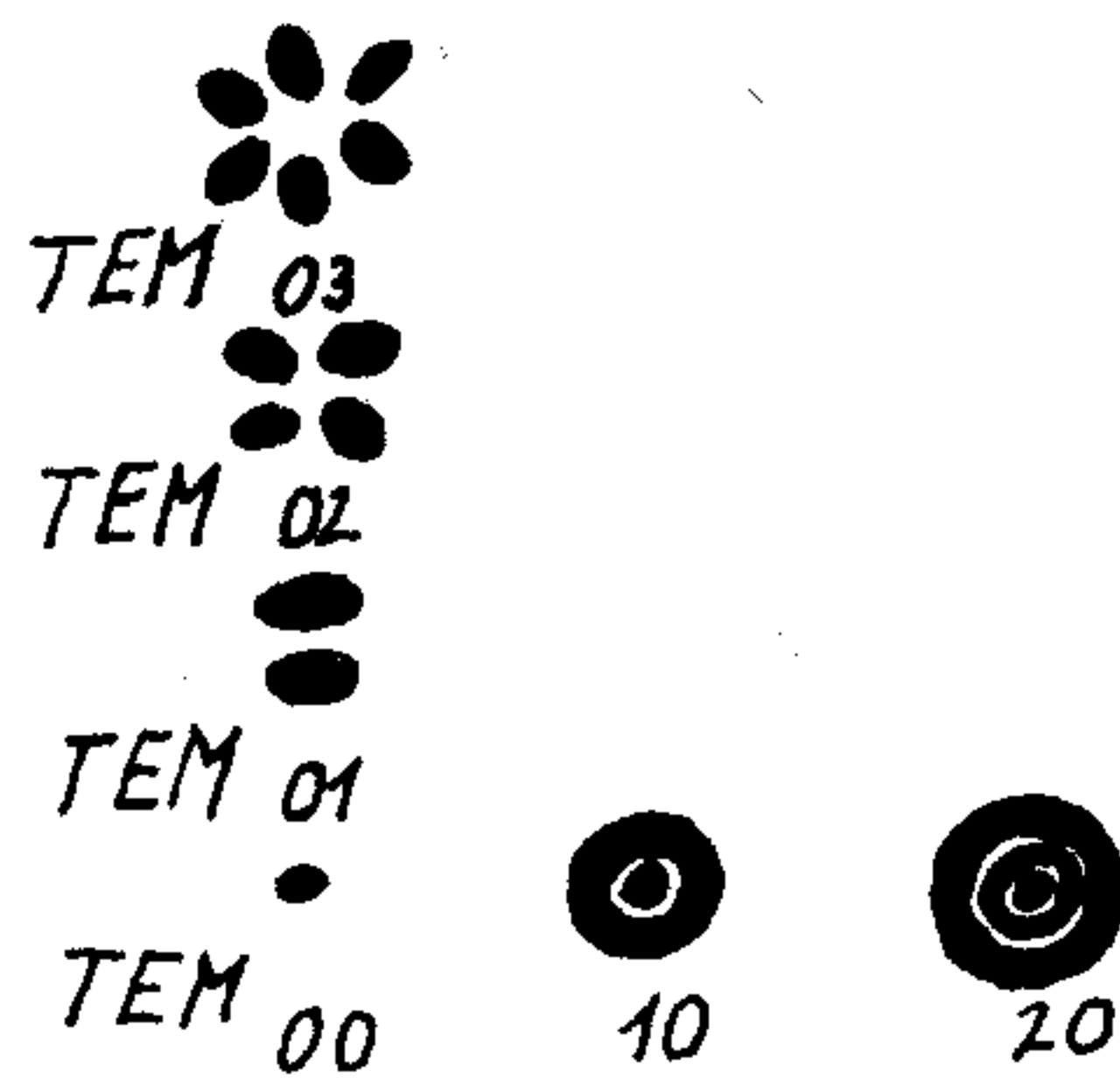
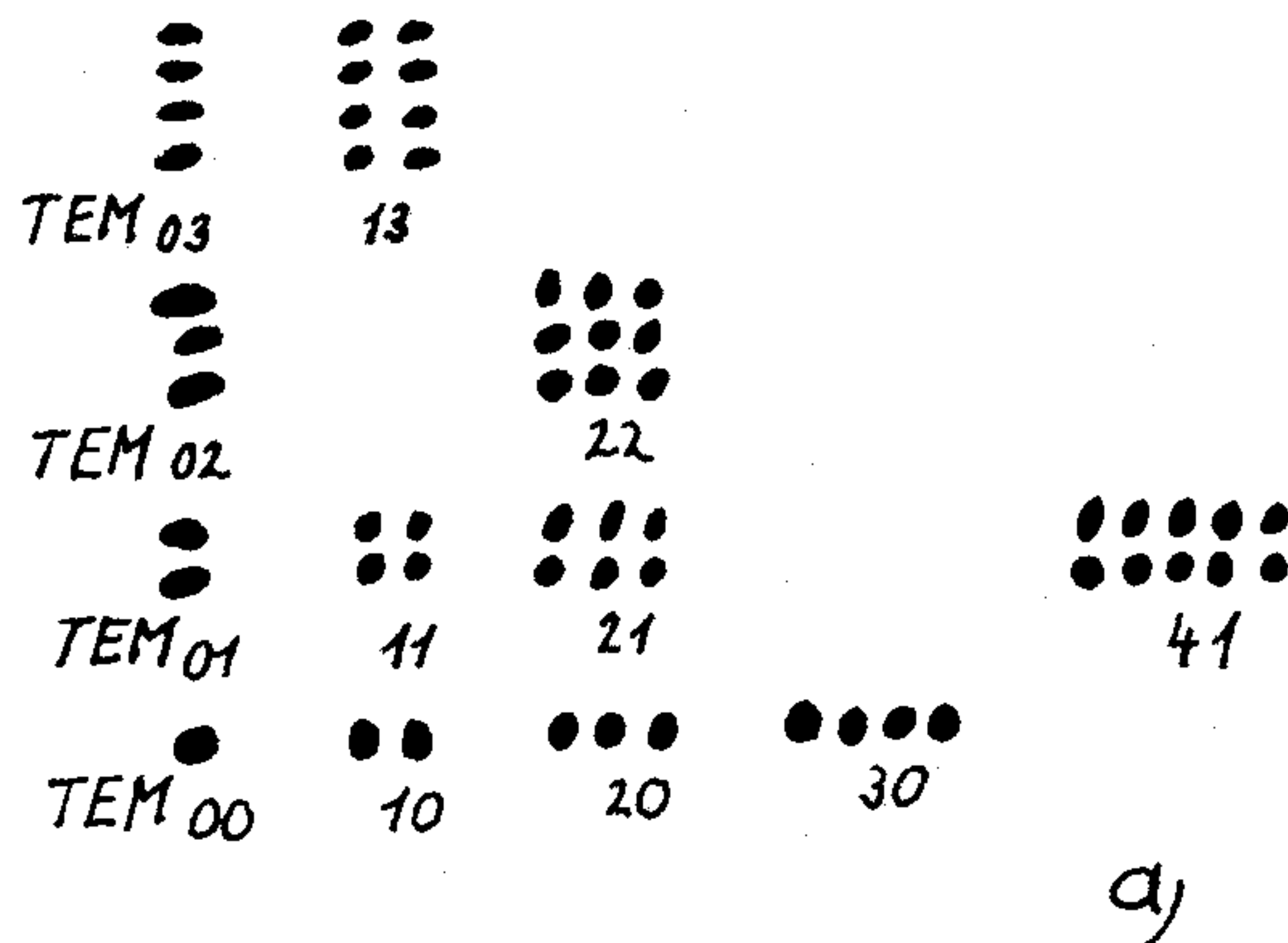
Lézerteljesítmény

A pumpáló fényforrás kisülési karakterisztikáját a 6. ábra mutatja. A lézerteljesítményt a lámpaáramnak az F-G tartományban való változtatásával tudjuk befolyásolni. Csak a lámpaáramra hagyatkozni azonban hiba lenne, mivel a lámpa néhány száz üzemórás élettartama alatt folyamatosan öregszik, hatásfoka romlik. Ezért időnként ajánlatos megmérni a tényleges lézerteljesítményt, és megnézni, hogy mekkora áram szükséges hozzá a lámpa pillanatnyi állapotában.

A gyakorlatban nem elég csak a réteg anyagát elpárologtatni a hordozóról, hanem a hordozó anyagát is el kell távolítani egy bizonyos mélységig. Ugyanis az alapértékgyártás során a réteg anyaga a hordozóba diffundál, és az így létrejövő átmeneti réteg kézben tarthatatlan stabilitású, hőmérséklet- és feszültségfüggésű parazita párhuzamos ellenállásként szerepelne.

Módusszerkezet

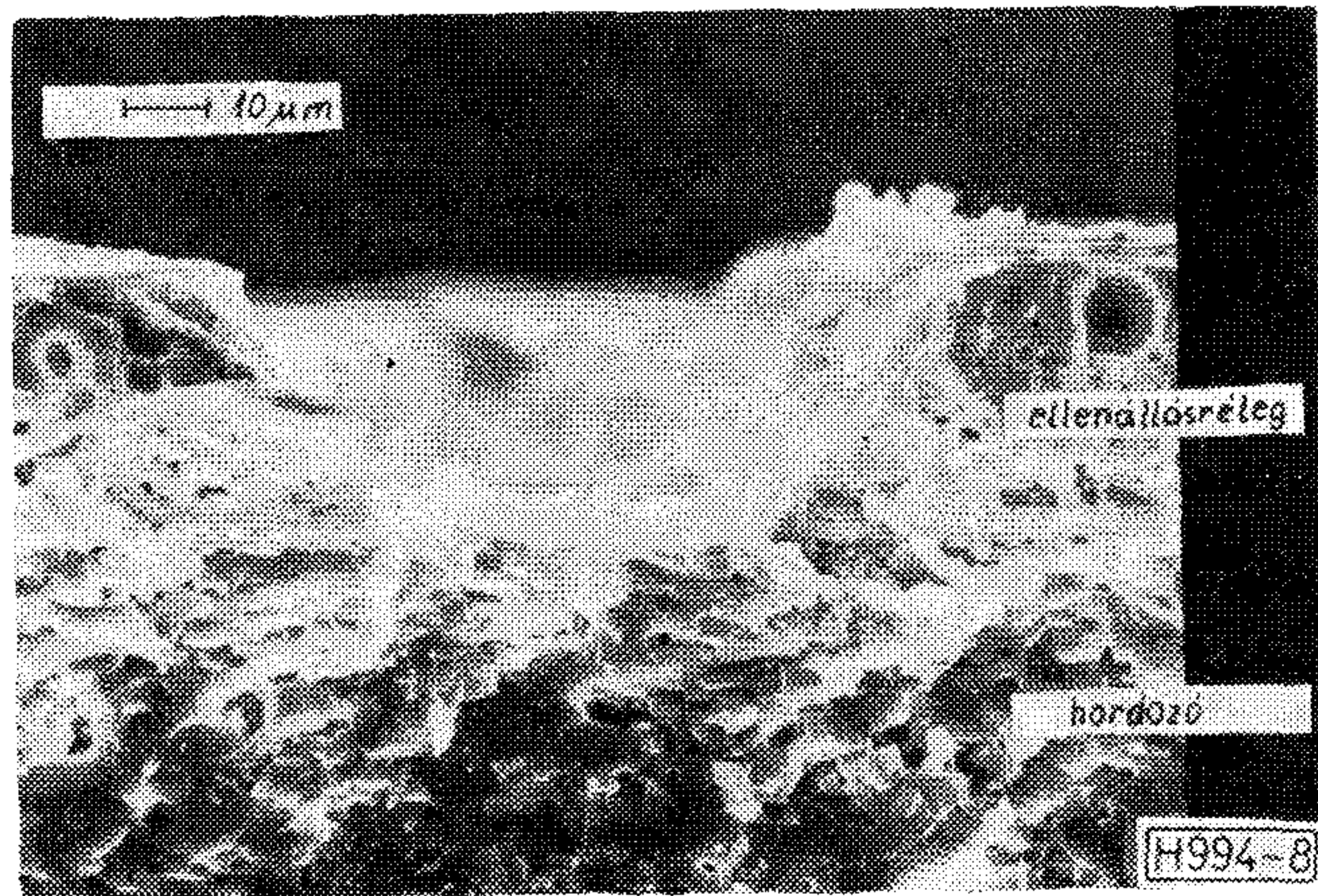
A 7. ábra jellegzetes rezonátor-módusokat szemléltet, ahogyan azok a tükörtől kb. 3 m távolságban elhelyezett ernyőn láthatók. A fényfoltok intenzitás-eloszlása a Bessel-függvényekkel adható meg [3]. Trimelésre a TEM_{00} módus a legkedvezőbb, mert így kapjuk a lehető legmeredekebb intenzitás-eloszlást, azaz a legkeskenyebb megolvasztott, ill. hőkezelt zónát az elgőzölt sáv, vagyis a lézeres vágat két oldalán. A módusválasztásra az 5. ábrán szereplő fényrekesz szolgál. Különböző lyukátmérőjű fényrekeszekkel az alapmóduson belül csak a sugárnyaláb átmérőjét változtathatjuk, miközben az intenzitás-eloszlás jellege változatlan marad [3].



H994-7

7. ábra. Rezonátor-módusok [1]

a) x-y szimmetriájú, b) r-φ szimmetriájú



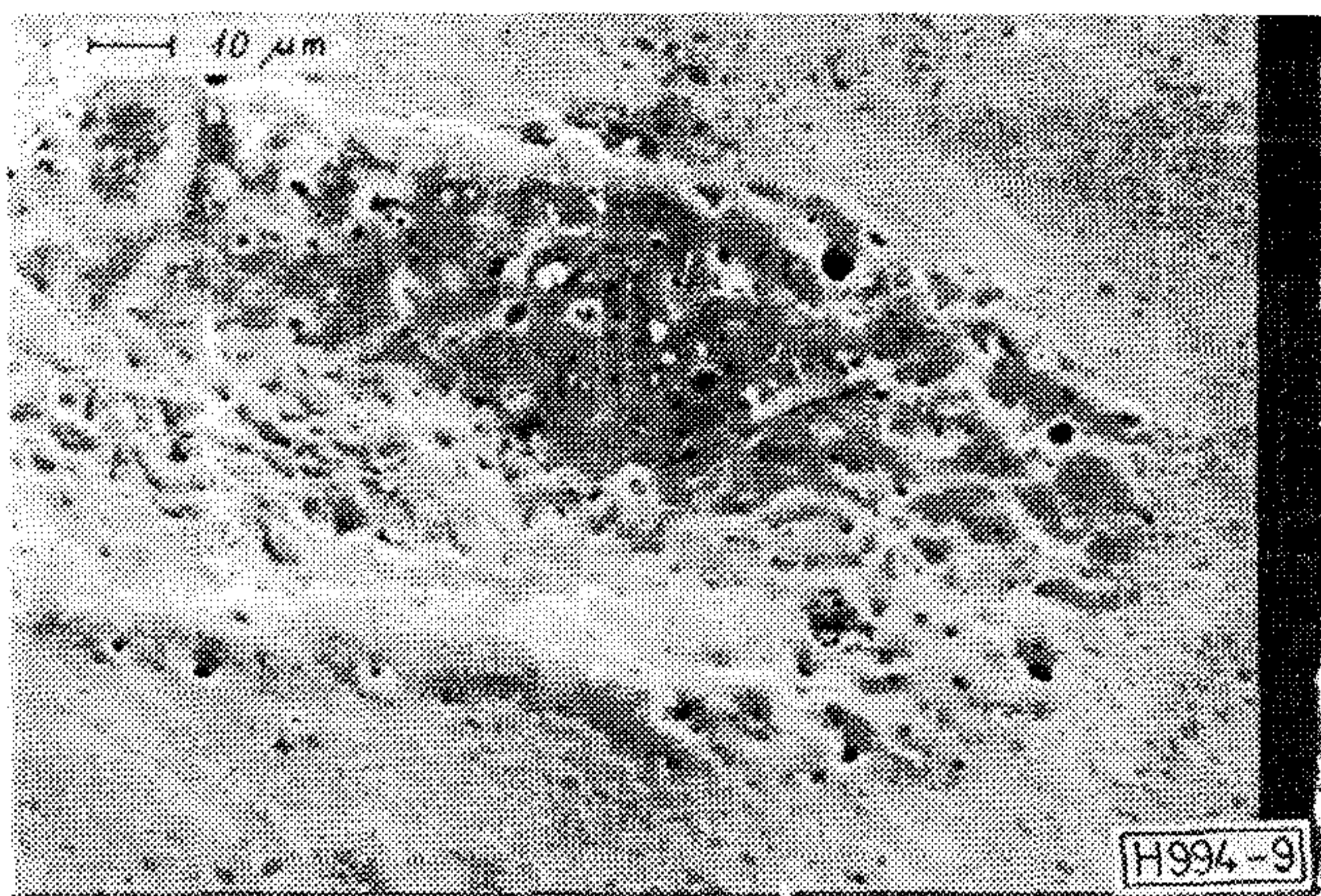
H994-8

8. ábra. Lézeres vastagréteg vágat keresztmetszetének pásztázó elektronmikroszkópos képe (700-szoros nagyítás)

A 8. ábra egy vastagréteg ellenállásba készített vágat keresztmetszetének pásztázó elektronmikroszkópos felvétele, a 9. pedig egy vastagréteg vágat végéről készült kép, amelyen jól láthatók az ömledék megszilárdulásakor létrejött repedések.

Az impulzussorozat frekvenciája

Az 5. ábrán látható Q-kapcsolóval a rezonátor jóságát változtatjuk. Ez tulajdonképpen egy piezoelektromos kristály, amelyre nagyfrekvenciás (20...30 MHz) jelet bocsátva longitudinális állóhullámokat keltünk. Ezen a sűrűsödésekből és ritkulásokból álló optikai rácson a kristályból jövő infravörös fény szóródik, így nem jöhet létre a lézerezéshez szükséges

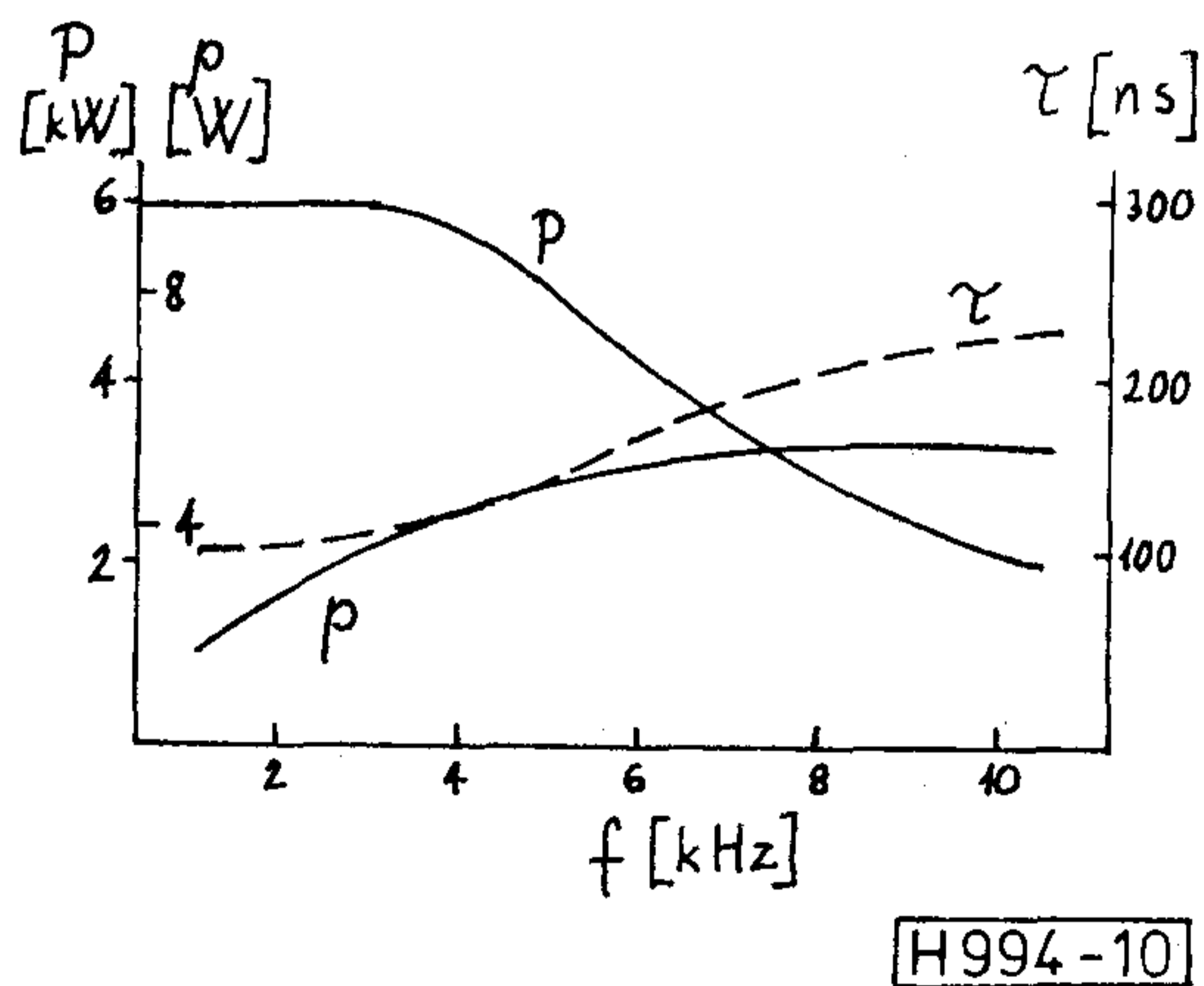


9. ábra. Lézeres vastagréteg vágat végének pásztázó elektronmikroszkópos képe (700-szoros nagyítás)

séges pozitív visszacsatolás. Ha ezt a nagyfrekvenciás jelet egy alacsonyabb alapfrekvenciájú (0,1... 10 kHz) négyszögjel-sorozattal szaggatjuk, a lézer Q-kapcsolt üzemmódban működik. A gerjesztés folytonos, a lézerfolyamat impulzusszerű. A Q-kapcsoló „optikai rács” állapotában nagyszámú elektron kerül a Nd pumpált sávjába, de csak elenyészően csekély része jut vissza az alapállapotba spontán emisszióval. Létrejön a populáció-inverzió, vagyis az az állapot, amikor a felső szinteken már több elektron van, mint az alsón.

A Q-kapcsoló „átlátszó” állapotában indukált emissziós impulzust kapunk.

Míg folyamatos üzemmódban egy átlagos Nd:YAG lézer kb. 20...100 W maximális teljesítményt szolgáltat, addig Q kapcsolt üzemmódban az impulzusok csúcsteljesítménye kb. 10...50 kW. A csúcsteljesítmény, az átlagteljesítmény és az impulzus félérték-szélesség függését a Q-kapcsoló frekvenciától a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra. Q-kapcsolt lézer jellemzői a frekvencia függvényében [3]

f: Q-kapcsoló frekvencia
τ: impulzusszélesség

P: csúcsteljesítmény
p: átlagteljesítmény

Vágási sebesség

A 2. részben már említettem, hogy a dR/dx érték-változási meredekség növekedése a leállás pontosságát csökkenti. Ezt a meredekséget a vágat pillanat-

nyi hossza mellett a megmunkáló sugárnyaláb eltérési sebessége határozza meg. A pontatlanság a mérőhíd feléledési idejéből és a leállási parancs végrehajtásának idejéből származik. (A leállás a Q-kapcsoló „optikai rács” állapotban hagyásával és a lézersugár eltérítését végző mozgatható tükör megállításával történik.) Az értékváltozási meredekség növekedésével a vágás ez alatt (a gépre jellemző) idő alatt egyre inkább túlszalad, a kapott végértékek átlaga növekszik.

Ez még nem lenne baj, de mivel nem folyamatos, hanem Q-kapcsolt üzemmódban dolgozunk (a vágat az impulzusok által a rétegből kirobbantott kráterek egymást átfedő láncolataként jön létre) a vágási sebesség növelésével a végértékek halmazának szórása is megnő.

A vágási sebességet nemcsak a kívánt pontosság korlátozza. Ha túl gyorsan vágunk, a kráterek átfedése túlzottan lecsökken, esetleg megszűnik. Ha ezt az átfedést a Q-kapcsoló frekvencia növelésével próbáljuk helyreállítani, egyre alacsonyabb csúcsteljesítményt kapunk. A tiszta vágatfenék érdekében tehát lámpaáramot kell növelnünk, ami viszont lecsökkenti a méregdrága lámpa élettartamát: a termelékenység csekély növeléséért irreálisan magas árat fizetnénk.

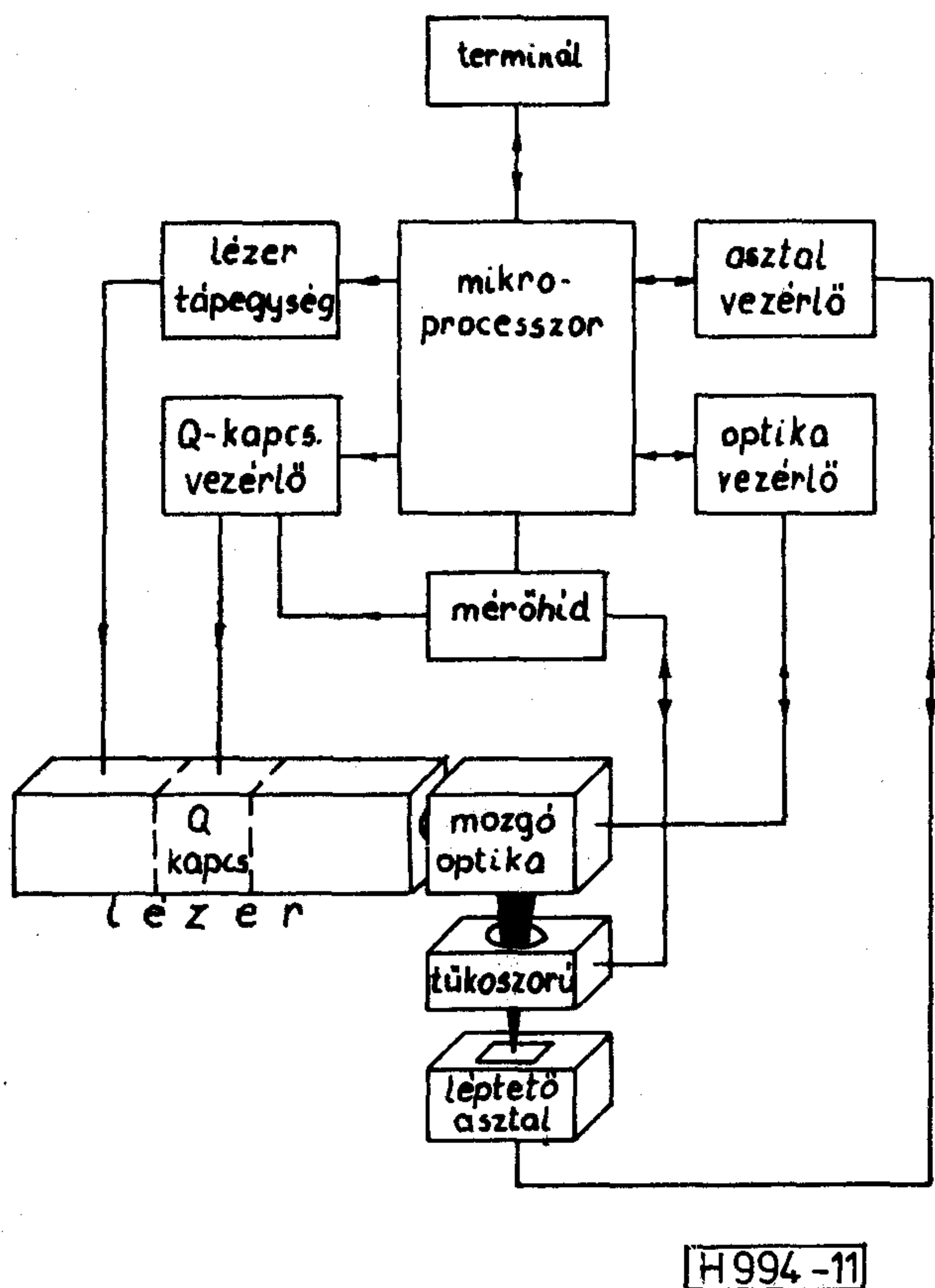
A gépen beállítható egyéb jellemzők

Az értékbeállító berendezésen megválaszthatjuk a lámpaáramot, fényrekesz-átmérőt, Q-kapcsoló frekvenciát és vágási sebességet. Korszerű gépeken megadható egy kezdeti és egy csökkentett vágási sebesség is, az átváltás pillanatának (a névérték százalékában való) előírásával. Lassításkor a Q-kapcsoló frekvencia is arányosan csökken úgy, hogy a kráterek átfedése ne változzon.

A gépek legtöbbje értékbeállítás előtt és után egyaránt végez mérést. Mindkettőhöz megadható egy-egy tűrésmező. Előméréskor (a már eleve túl magas értékű példányok mellett) a nagyon alacsony értékű ellenállásokat kell selejtnek tekinteni, mivel sok vágással nagyon elszűkítve a vezető csatornát úgysem kapnánk stabil értékű ellenállást. A végmérés tűrésmezőjénél a tényleges végtűrésen kívül a várható értékváltozást is figyelembe kell venni. Az értékváltozás időben lassuló, aszimptotikus. Vékonyrétegek értéke bármerre változhat, vastagrétegekre a növekedés jellemző.

Ha a névleges értéknél próbálnánk meg abbahagyni a vágást, a végértékek átlaga eltérne a névlegestől. Ezt egyrészt a gép által okozott (az előző pontban leírt) túllövés, másrészt a réteg viselkedése okozza: vágás közben meleg értéket mérünk, az anyagban pedig kémiai és szerkezeti változások zajlanak le. A gép és a réteg által okozott eredő eltérés vékonyrétegeknél bármilyen lehet, vastagrétegekre a túllövés jellemző. Az átlagos eltérés „előtartás”-ként megadható a gépnek (a névérték százalékában), hogy ezen érték elérésekor adjon leállási parancsot. Az előtartást a várható értékváltozás előzetes kiegyenlítésére is használjuk.

Kettős vagy L-alakú vágásoknál megadhatjuk, hogy a gép a névérték hány százalékánál kezdje a második vágást, ill. forduljon be. Egyes gépeken a



H994-11

11. ábra. CNC értékbeállító tömbvázlata [6]

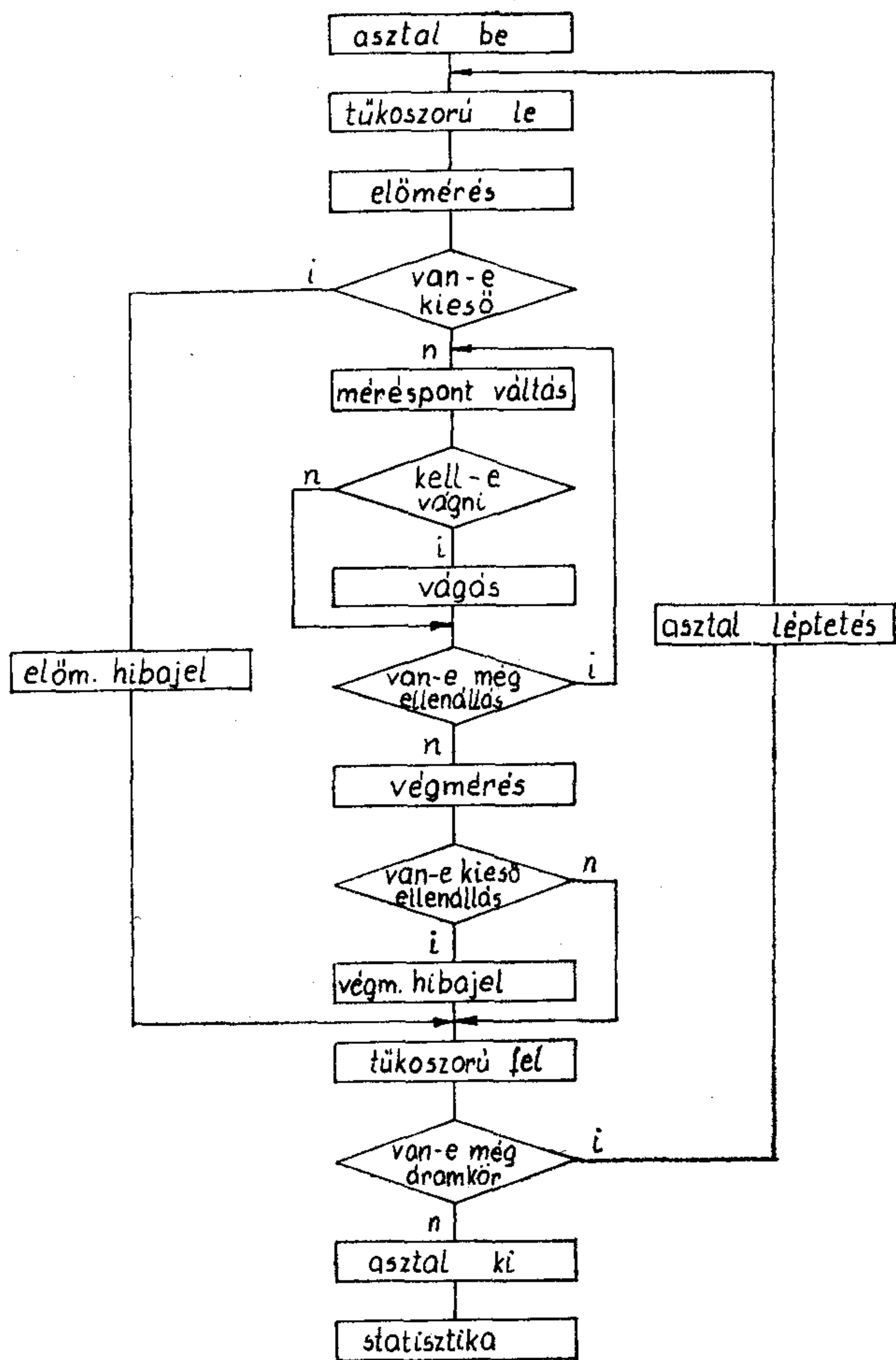
két vágás, ill. az *L*-betű két szára hosszának arányát is megválaszthatjuk, ilyenkor a mért alapértékből kiszámolja az ehhez szükséges fordulási értéket.

5. Értékbeállító berendezés

A 11. ábra egy korszerű CNC értékbeállító berendezés (Laser Optronics 685, NSZK) vázlatja. Az elektronika Z80 mikroprocesszorra épül. A hozzá csatlakozó terminálon írhatók, javíthatók az értékbeállító programok, amelyeket hajlékony mágneslemezekre tárolunk. Minden áramkörhöz a programján kívül egy mérőtű-koszorú is tartozik, amelyről 40 pontra lehet kontaktálni, duplán is, ha Kelvin-mérésre van szükség. Egy áramkörön belül a mozgatható tükrök térítik el a lézert sugarat, egy hordozó több áramkörét pedig az X-Y asztal lépteti egymás után a tükorszorú alá. Az értékbeállítás menetét a 12. ábra mutatja be.

Érdeemes megemlíteni azt a hasznos mérési statisztikát, amelyet ez a gép szolgáltat. Táblázatban felsorolja az áramkör ellenállásainak pozíciószámát és névértékét, valamint az előmérés és végmérés eredményét. Mindkét mérésről átlagértéket és szórást közöl (a névérték százalékában), a trimmelt darabszám feltüntetésével. A nyomtatóval kiíratott táblázatokat megőrizve pontos képet kapunk az alapértékgyártásról és az értékbeállításról egyaránt.

A berendezést IEC csatlakozón vezérelve HP-85 kismámítógépen írt és futtatott programokkal, IEC csatlakozási lehetőséggel rendelkező műszerek, generátorok stb. segítségével ún. „aktív” értékbeállítást



H994-12

12. ábra. A trimmelés folyamatábrája

is végezhetünk. Ilyenkor a szokványos („passzív”) trimmelés során az áramkör valamely fontos jellemzőjét meghatározó ellenállást nem állítjuk be. Az áramkörbe beültetjük a hibrid alkatrészeket, a tokozástól eltekintve készre szereljük. Ezután tápfeszültség rákapcsolásával, működés közben trimmeljük az előzőleg kihagyott ellenállást a kívánt paraméter eléréséig.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti dr. Molnár Pétert segítségéért, amelyet a kézirat gondos átnézésével és hasznos megjegyzéseivel nyújtott.

I R O D A L O M

- [1] K. Tradowsky: A laser abc-je (Műszaki, 1971).
- [2] John E. Harry: Ipari lézerek és alkalmazásuk (Műszaki, 1979).
- [3] Molnár Péter: Lézeres anyagmegmunkálás az elektronikai iparban (egyetemi doktori értekezés, 1979).
- [4] Laser Trimming for Thick Film Resistors (Du Pont Electronics, 1976).
- [5] E. Wehrhahn: A Fast Iterative Algorithm for the Evaluation of Trimmed Resistor Characteristics (4th European Hybrid Microelectronics Conference, 1983/388–396. oldal).
- [6] Laser Optronics 685 gépkönyve.
- [7] Czigány I., Kertész I.: Neodímium-lézer fejlesztése (MTA/KFKI Évkönyv, 1981–82/46–50. oldal).

Cirkulátorok alkalmazási kérdései

DR. MARKÓ SZILÁRD
Távközlési Kutató Intézet



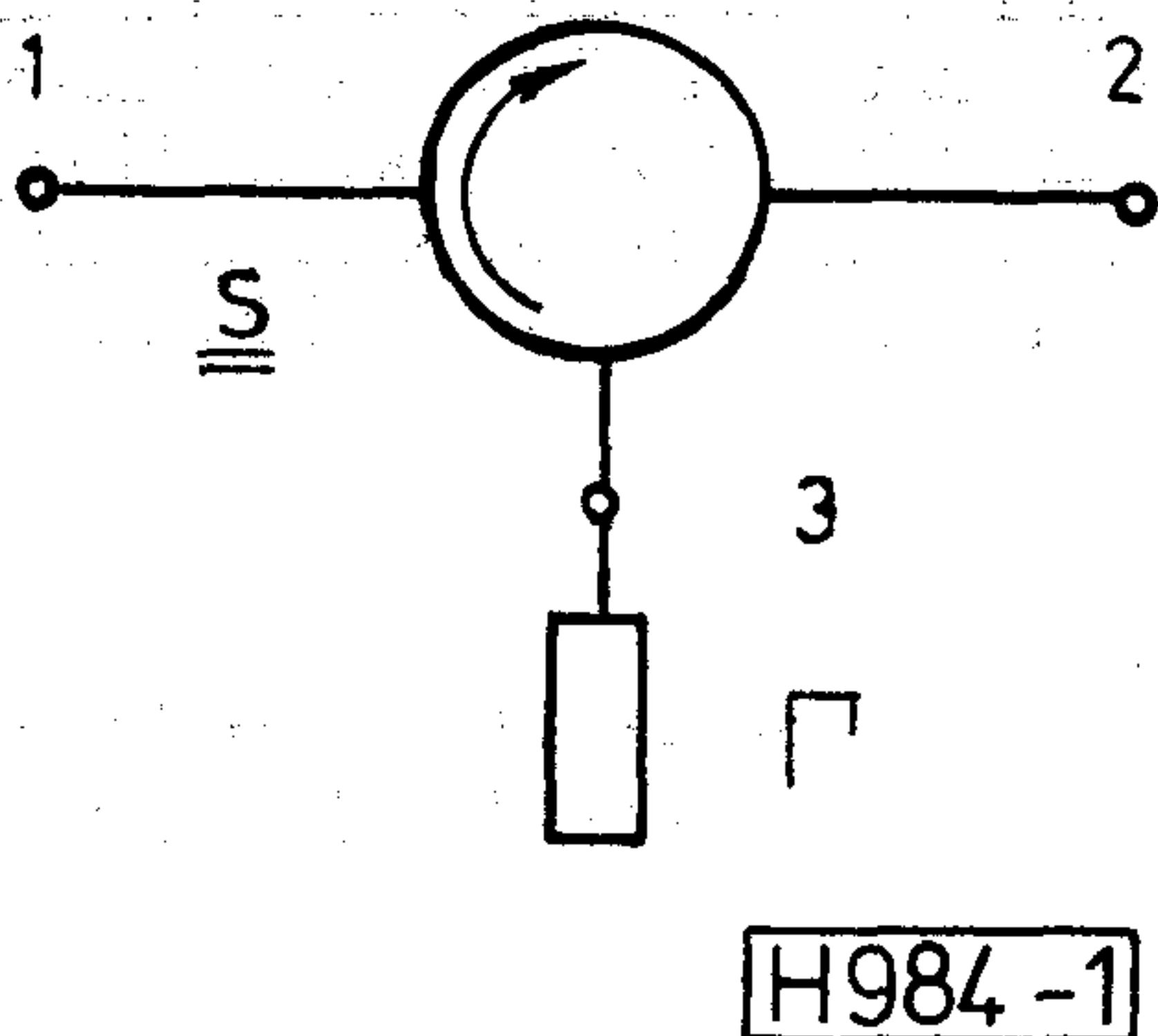
ÖSSZEFOGLALÁS

A cirkulátorok a leggyakrabban és legsokoldalúbban használt passzív nonreciprok eszközök. Az alkalmazók azonban gyakran nincsenek teljes egészében birtokában a cirkulátorok tulajdonságainak hatékony felhasználásához szükséges ismereteknek. Ezért a cikk röviden áttekinti a cirkulátorok megvalósítási, kiviteli formáit, majd részletesebben tárgyalja hálózateleméleti tulajdonságaikat, paramétereik közötti kapcsolatokat, lezárási, összekapcsolási kérdéseiket. Végül ezek jelentőségét egy áramköri példa: a cirkulátoros fázistoló (fázis-modulátor) elemzésével illusztrálja.

1. Bevezetés

A cirkulátorok ma már széles körűen ismert és alkalmazott passzív nonreciprok eszközök. A felhasználók azonban nem mindig vannak teljes egészében birtokában azoknak az ismereteknek, amelyek a cirkulátorok tulajdonságainak leghatékonyabb kihasználását teszik lehetővé. Ezért nem tűnik haszontalannak ezeknek a felhasználás szempontjából legfontosabb tulajdonságoknak a rövid áttekintése, amelyre a cikk vállalkozott.

A cirkulátorok sokoldalú felhasználási lehetőségeit illusztrálják az 1., 2., 3. és 4. ábrán bemutatott kapcsolások.



1. ábra. Izolátor kialakítása cirkulátorral

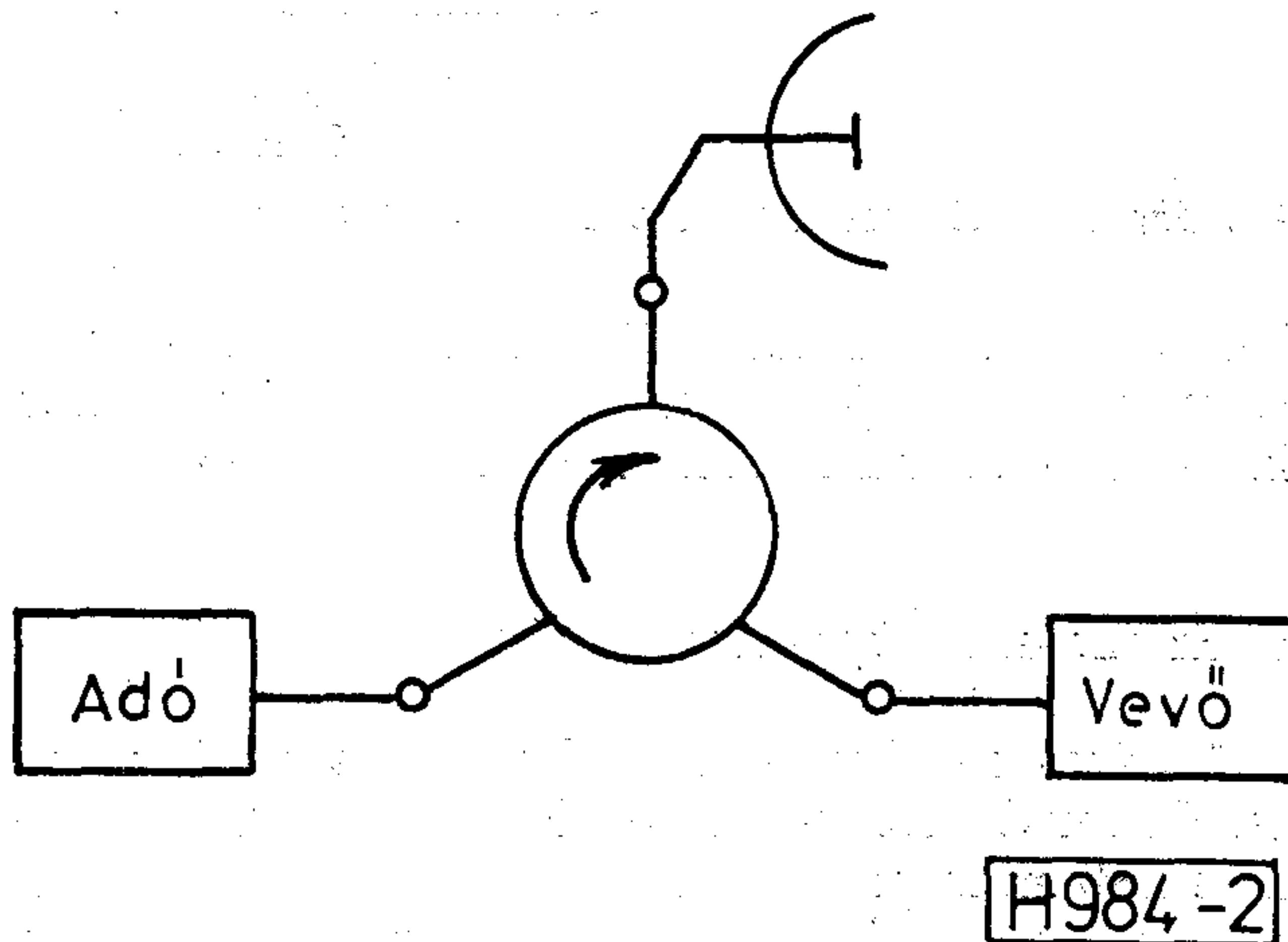
Az 1. ábrán a 3. kapuján illesztett lezárt cirkulátor izolátorként működik, a 2. kapun belépő reflektált teljesítményt a 3. kapuban levő lezáró nyeli el.

A 2. ábrán a cirkulátor az adó-vevő váltó szerepét betöltve biztosítja az egy antennán történő adás és vétel lehetőségét.

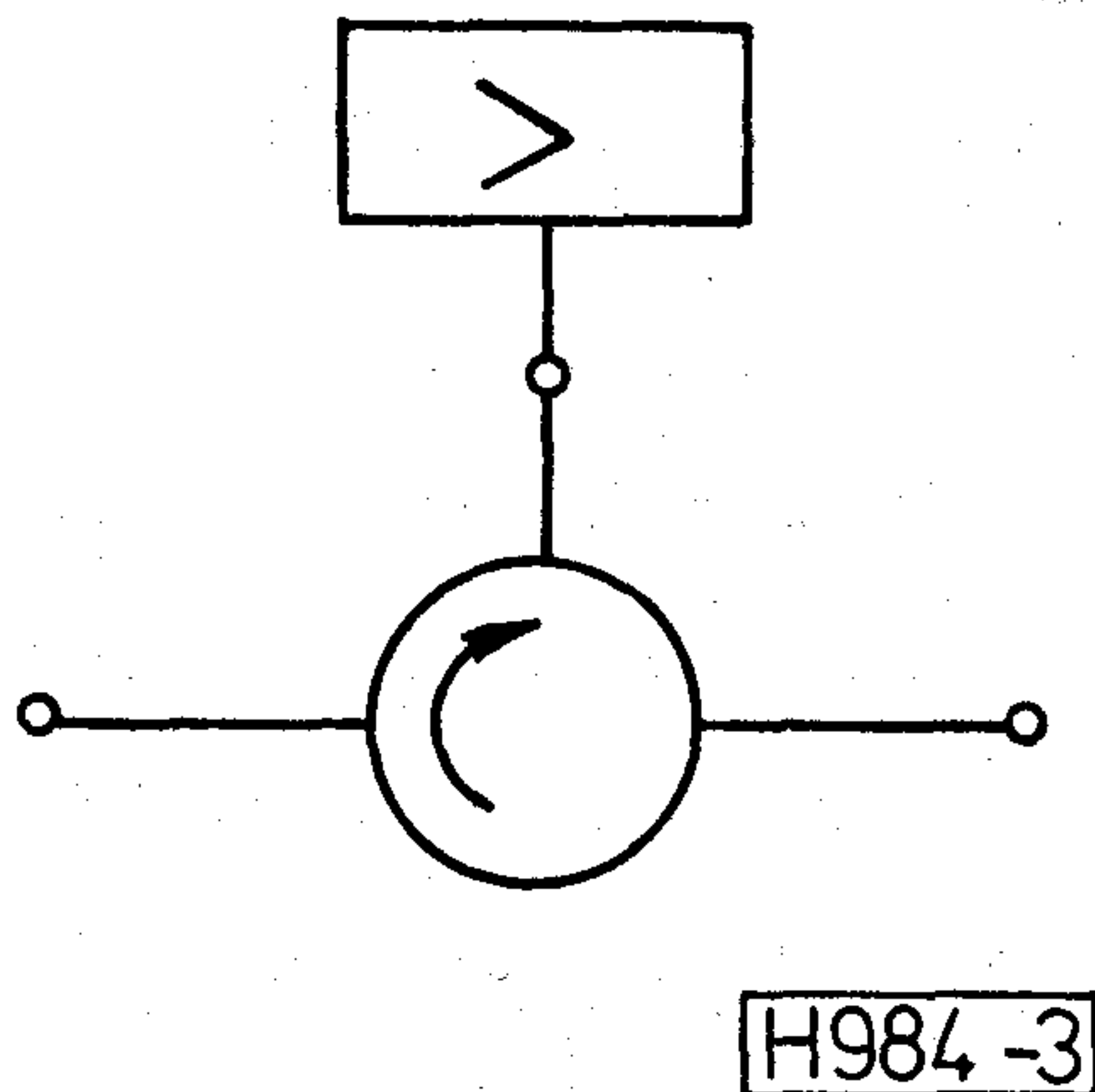
DR. MARKÓ SZILÁRD

A BME Villamosmérnöki Karán szerzett villamosmérnöki oklevelet 1957-ben. 1978-ban nyerte el a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot. 1980-ban Állami Díjjal tüntették ki. 1957 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, jelenleg

tudományos főmérnöki beosztásban. Fő szakmai tevékenységét a giromágneses nonreciprok eszközök kutatás-fejlesztése területén fejtette ki. Tagja a HTE-nek, az Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak, valamint a Nemzetközi Mikrohullámú Ferrit Konferencia Nemzetközi Rendezőbizottságának.

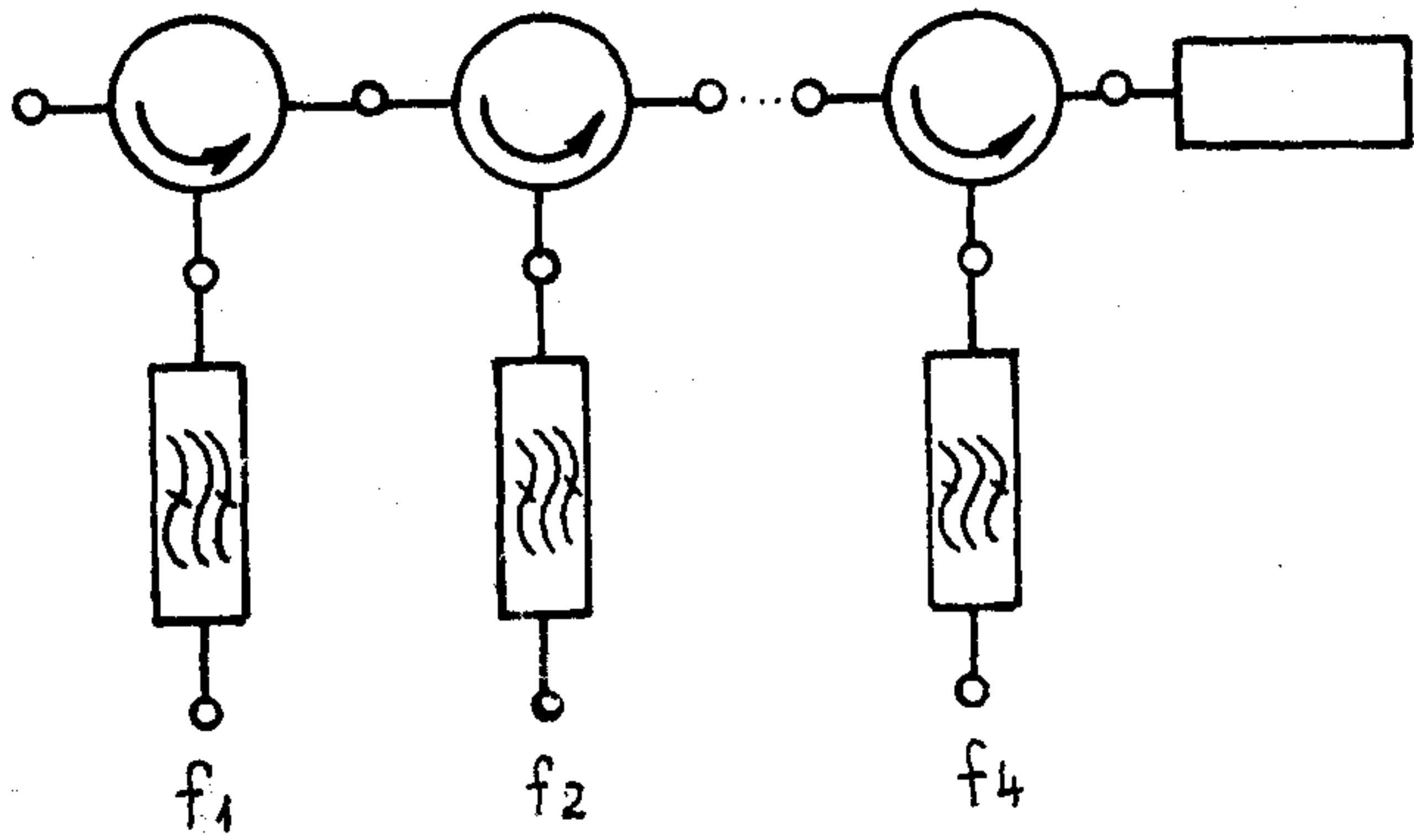


2. ábra. Cirkulátoros adó-vevő váltó



3. ábra. Reflexiós erősítő ki- és bemenetének szétválasztása

Beérkezett: 1984. VI. 14. (Δ)



H984-4

4. ábra. Cirkulátoros szűrőváltó

A 3. ábrán az egykapus reflexiós (parametrikus, alagútdiódás stb.) erősítő ki- és bemenő jeleit választja szét a cirkulátor.

A 4. ábrán pedig egy cirkulátoros szűrőváltó elrendezés látható, amely a frekvencia multiplex rendszerek csatornáinak a szétválasztására szolgál.

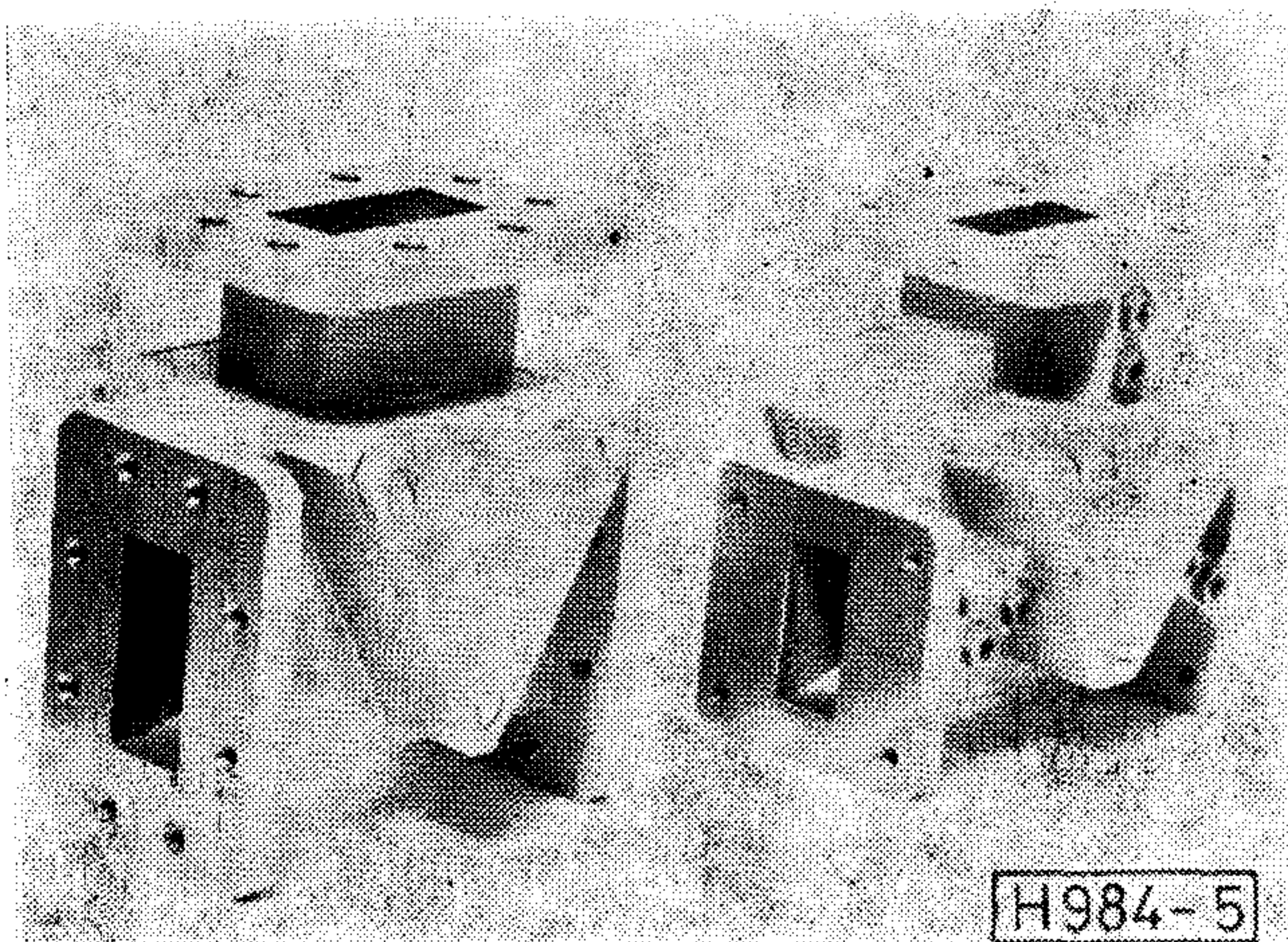
2. A cirkulátorok megvalósítása, kiviteli formái

Az ideális cirkulátor egy olyan három- vagy többkapus veszteségmentes, passzív, lineáris, nonreciprok elem, amelynek valamelyik kapuján belépő elektromágneses teljesítmény (jel) csak egy adott sorrend szerint rákövetkező kapuban jelenik meg, ill. halad ki csillapításmentesen.

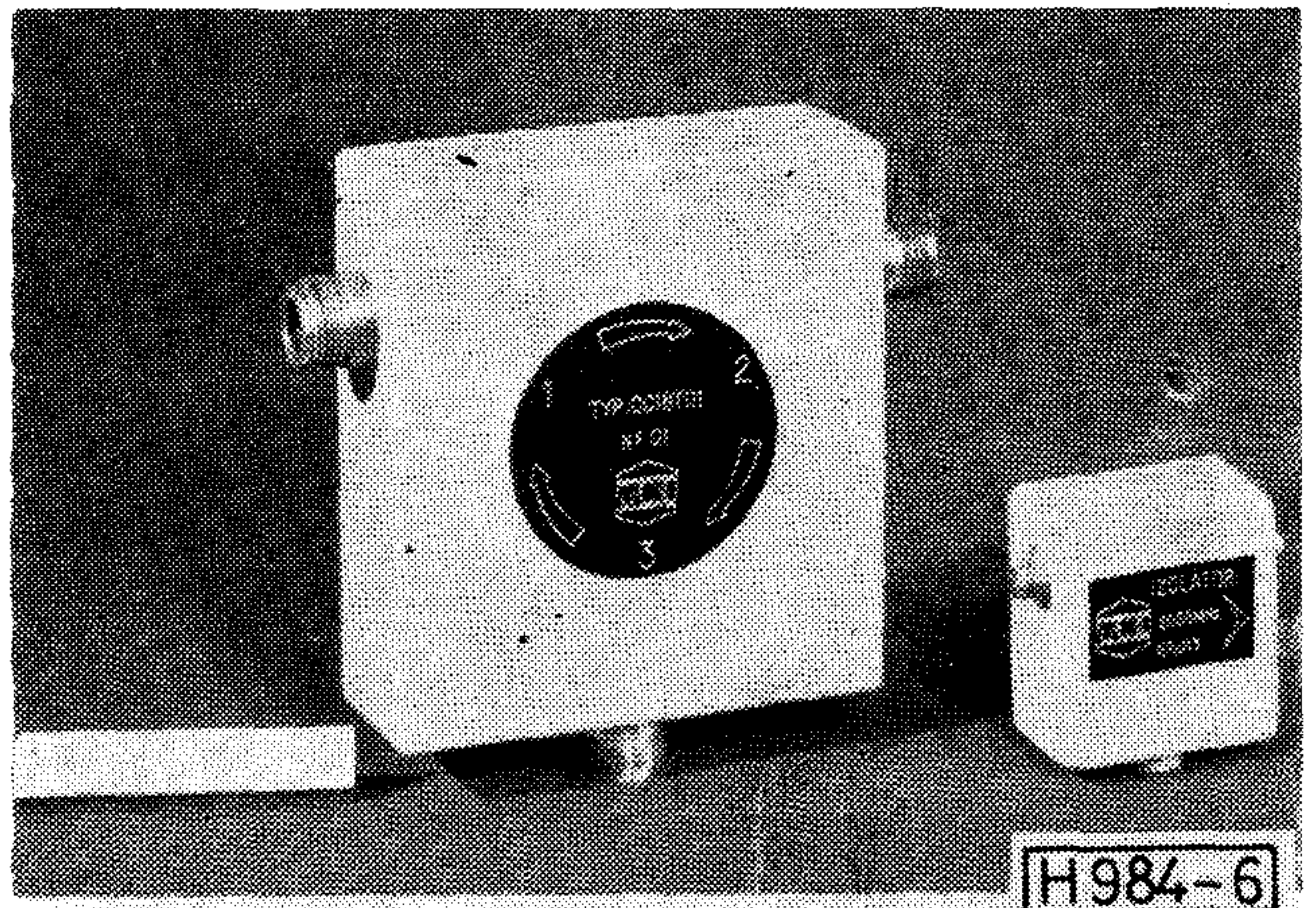
(A többi kapuban a jel nem jelenik meg — a jelcsillapítás végtelen — és a kapuk saját reflexiós tényezője zérus.)

A definíció alapján az ideális cirkulátor szórás-mátrixa: (1 → 2, 2 → 3 stb. cirkulációs iránnyal):

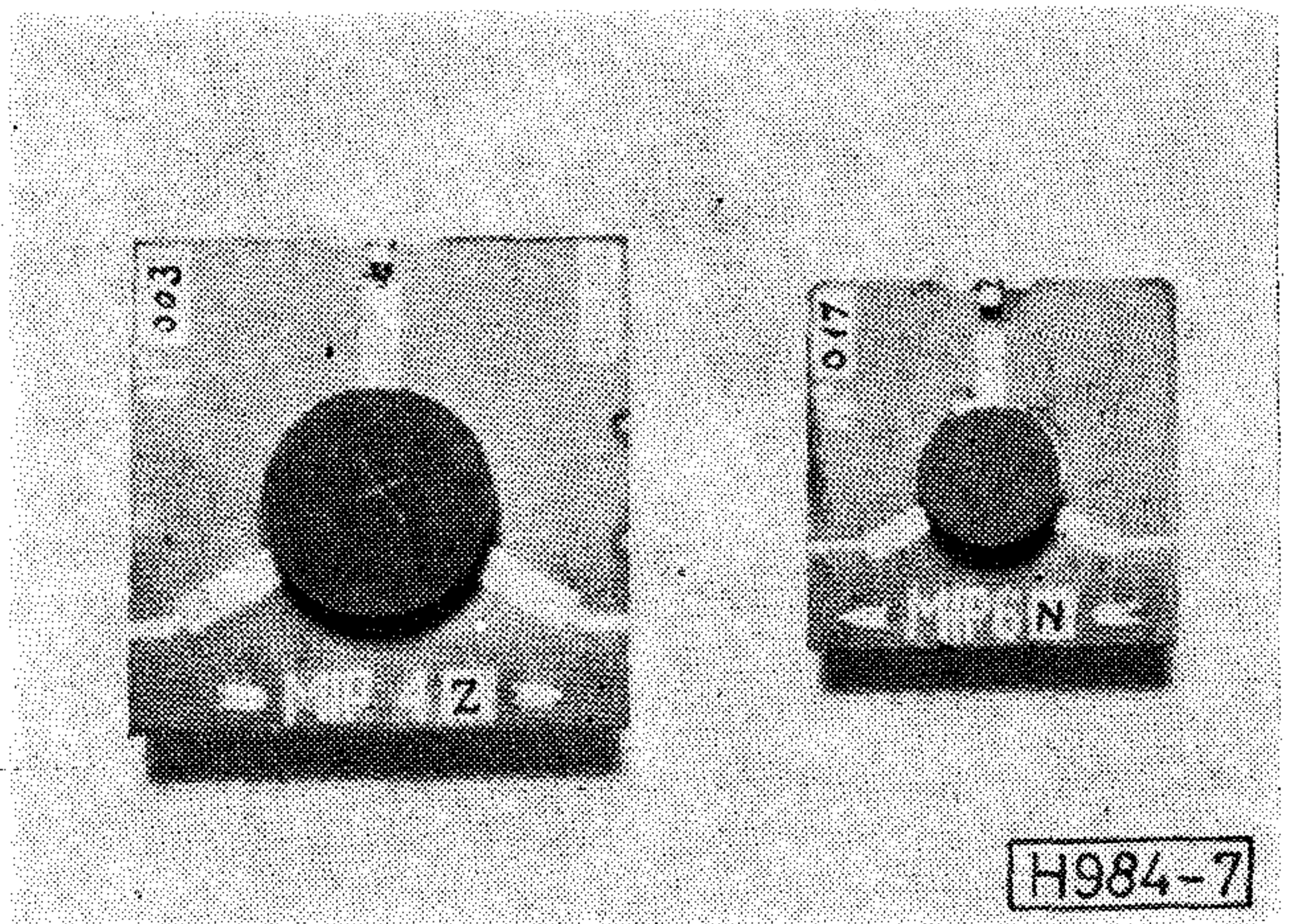
$$S_{\text{id. cirk.}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \dots & 1 \\ 1 & 0 & 0 \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



5. ábra. Csőtápvonalas cirkulátorok



6. ábra. Szalagtápvonalas cirkulátorok



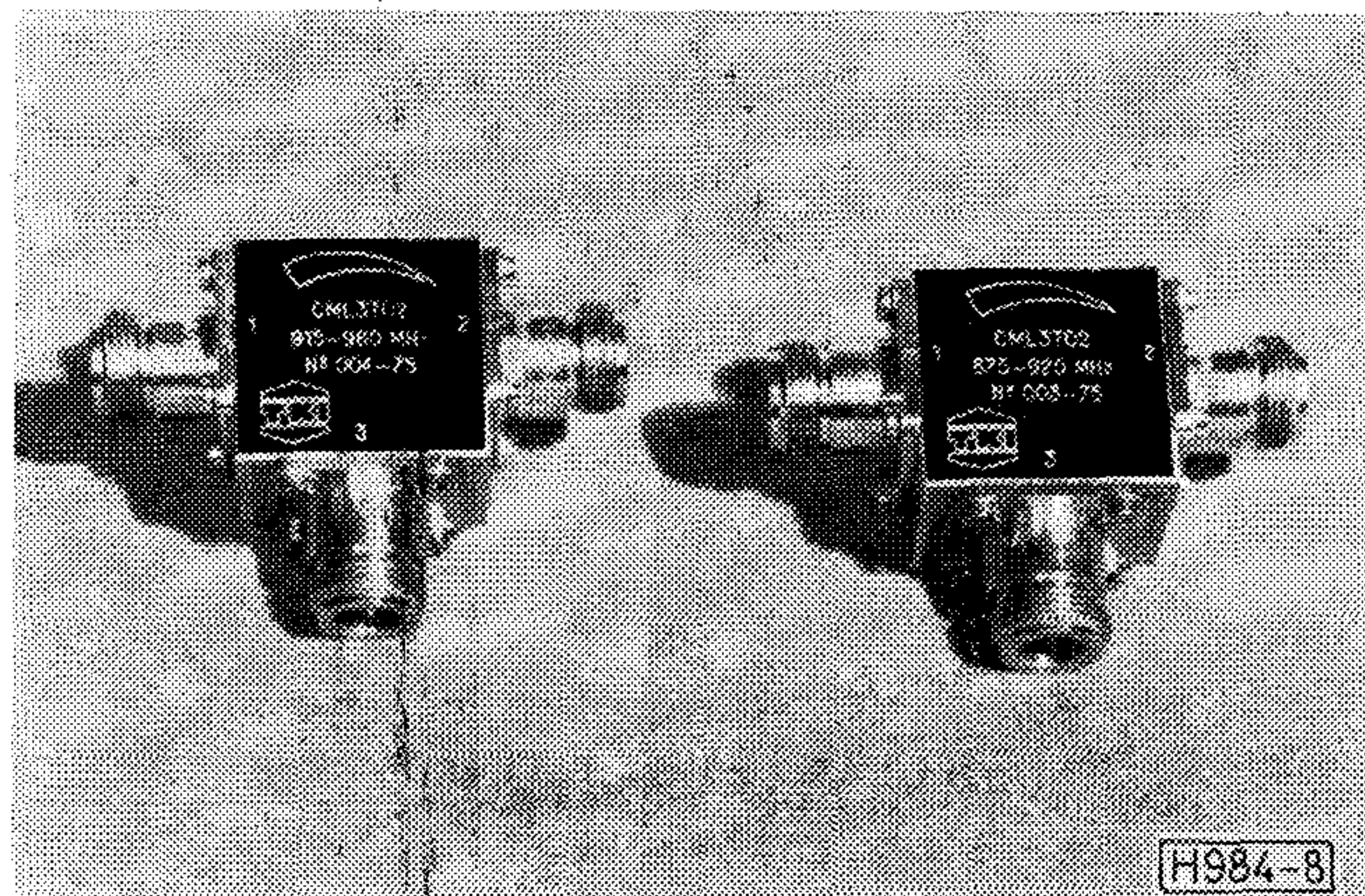
7. ábra. Mikroszalag-tápvonalas cirkulátorok

A megvalósítható, valóságos cirkulátorok esetében az ideális cirkulátor eltűnő elemei sem nullák, de sokkal kisebbek egynél, az 1-es elemek pedig kisebbek, de közel egyenlők eggyel.

(A reflexiós- és zárócsillapítások nagyobbak 20...30 dB-nél, az áteresztő-csillapítások kisebbek 0,1...0,5 dB-nél.)

Kimutatható [1], hogy passzív nonreciprok eszköz létrehozásához aszimmetrikus tenzorú közegjellemzővel (permittivitás, permeabilitás vagy vezetés) rendelkező anyag szükséges. Ahhoz, hogy az eszköz veszteségmentes legyen a komplex közegjellemző tenzornak hermitikusnak is kell lennie. (A tenzornak meg kell egyeznie a transzponált konjugáltjával). Ilyen közegjellemzőt — aszimmetrikus permeabilitás tenzort — szolgáltat a ferritmágnes oxid anyagoknál (ferriteknél) polarizáló állandó mágneses tér jelenlétében fellépő giromágneses jelenség. A giromágneses közegek permeabilitás tenzora antimetrikus és — a giromágneses rezonanciától távol — közel hermitikus. Így, közel veszteségmentes nonreciprok giromágneses eszközöket — így cirkulátorokat is — lehet építeni különféle működési elvek alapján és különböző (csőtápvonalas, szalag- és mikroszalagvonalas, koncentrált paraméteres) kivitelben.

A cirkulátorok közül a legelterjedtebbek a három, vagy több tápvonal-elágazásból kialakított csomó-



8. ábra. Koncentráltparaméteres cirkulátorok

ponti cirkulátorok, mert a legegyszerűbb felépítéssel általában a legjobb paramétereket tanúsítják.

Az 5., 6., 7. és 8. ábrán sorra a csőtápvonalas, szalagtápvonalas, mikroszalagtápvonalas és koncentrált paraméteres csomóponti cirkulátorok fényképeit láthatjuk. Ma már az egyéb elvek (nonreciprok fázistolás, Faraday forgatásos, mezőtorzításos) alapján működő cirkulátorokat csak igen ritkán használják (pl. igen nagy teljesítmények esetében).

3. A cirkulátorok hálózatelméleti tulajdonságai

A veszteségmentes N -kapuk szórásmatrixa unitér, azaz a mátrix transzponáltjának és konjugáltjának szorzata az egységmatrixot adja:

$$\tilde{S} \cdot S^* = E, \quad (1)$$

ahol a hullámos felülvonás a transzponáltat, a csillag a konjugáltat jelenti, az E pedig az egységmatrix

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \ddots & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

Az (1) egyenlet a veszteségmentes hálózat szórásmatrixa elemeire kötéseket jelent, azaz az elemek nem függetlenek egymástól.

A továbbiakban csak a leggyakrabban használt háromkapus cirkulátorok esetére szorítkozunk. (1)-ből könnyen kimutatható [1], hogy minden veszteségmentes és illesztett (a reflexiós tényezők, a diagonálisban levő elemek eltűnnek) háromkapu szükségképp egy ideális cirkulátor.

A nem ideális háromkapus cirkulátor

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} \quad (2)$$

szórásmatrixa elemeire „jó” cirkulátor esetében, amikor

$$\begin{aligned} |S_{11}|, |S_{22}|, |S_{33}|, |S_{31}|, |S_{23}|, |S_{12}| &\ll 1 \\ |S_{21}|, |S_{32}|, |S_{13}| &\approx 1, \end{aligned} \quad (3)$$

(1) mátrix egyenlet utolsó három komponens-egyenlete (a másodrendű kicsi tagokat elhanyagolva):

$$\begin{aligned} S_{22}S_{21}^* + S_{32}S_{31}^* &\approx 0 \\ S_{13}S_{11}^* + S_{23}S_{21}^* &\approx 0. \\ S_{13}S_{12}^* + S_{33}S_{32}^* &\approx 0 \end{aligned} \quad (4)$$

A (3) egyenletek az abszolút értékekre a következő közel egyenlőséget adják.

$$\begin{aligned} |S_{11}| &\approx |S_{23}| \\ |S_{22}| &\approx |S_{31}|. \\ |S_{33}| &\approx |S_{12}| \end{aligned} \quad (5)$$

A (4) egyenletek mutatják, hogy a cirkulátor bármelyik kapujának reflexiós tényezőjének abszolút értéke közel egyenlő a két másik kapu záró irányú szórásmatrixa elemének abszolút értékével. Tehát a háromkapus cirkulátorok kapuinak állóhullámaránya és a záró irányú csillapítások nem függetlenek egymástól, hanem egymást kölcsönösen meghatározzák.

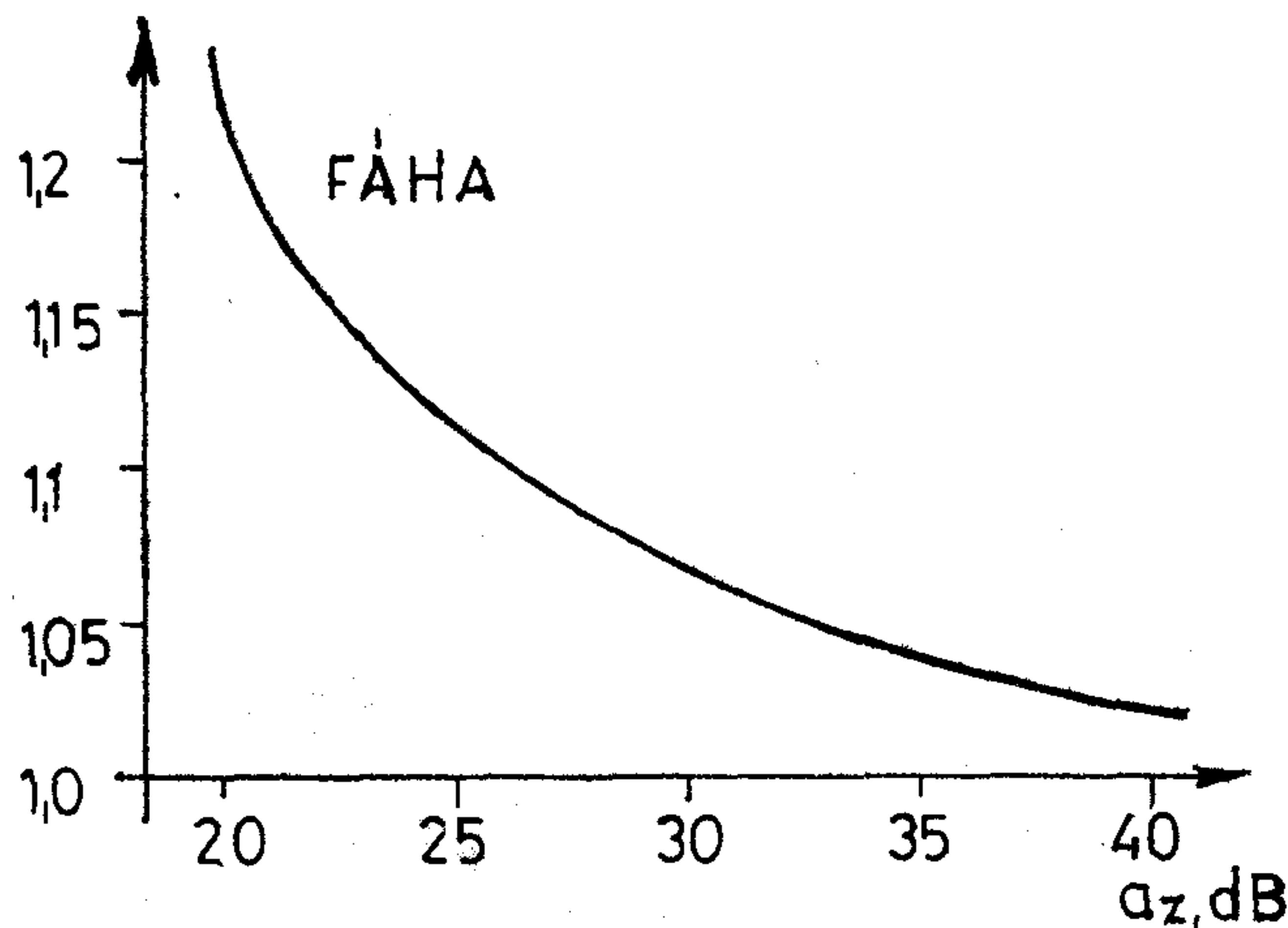
A kis veszteségű háromkapus cirkulátorok állóhullámaránya és záró irányú csillapítása közti összefüggést szemlélteti a 9. ábra.

A (3) egyenletek a fázisokra is tartalmaznak kötéseket. ($S_{ij} = |S_{ij}|e^{-j\varphi_{ij}}$ jelöléssel):

$$\begin{aligned} \varphi_{22} - \varphi_{21} &= \varphi_{32} - \varphi_{31} \pm \pi \\ \varphi_{13} - \varphi_{11} &= \varphi_{23} - \varphi_{21} \pm \pi. \\ \varphi_{13} - \varphi_{12} &= \varphi_{33} - \varphi_{32} \pm \pi \end{aligned} \quad (6)$$

A háromkapus cirkulátor egyik kapujának lezárása

A cirkulátorok egyik legtipikusabb és leggyakoribb felhasználása, amikor valamelyik kapuját (az 1. ábrán a 3. kaput) kis reflexiójú nyelővel zárják le, hogy fokozatok szétválasztása vagy illesztve lezárása céljából izolátort hozzanak létre. Az így nyert eredő kétkapu szórásmatrixa:



H984-9

9. ábra. A háromkapus cirkulátor záró irányú csillapítása és állóhullámaránya közti összefüggés

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} + \frac{S_{13} \Gamma S_{31}}{D} & S_{12} + \frac{S_{13} \Gamma S_{32}}{D} \\ S_{21} + \frac{S_{23} \Gamma S_{31}}{D} & S_{22} + \frac{S_{23} \Gamma S_{32}}{D} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

ahol: S_{ij} elemek a cirkulátor szórásmatrix elemei,
 Γ a lezáró reflexiós tényezője,
 $D = 1 - \Gamma S_{33}$.

Ideális cirkulátor és lezáró ($\Gamma = 0$) esetén

$$S_i = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

azaz ideális izolátort nyerünk.

Jó cirkulátor és kis $|\Gamma|$ esetén a másodrendű és kisebb tagokat elhanyagolva

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} + S_{13} \Gamma S_{32} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Ebből láthatjuk, hogy a lezáró reflexiós tényezője az izolátor záró irányú csillapítását (az eredő S_{12} -t) rontja. Pesszimális esetben a záró irányú csillapítás:

$$a_{z1} \approx 20 \lg \frac{1}{|S_{12}| + |\Gamma|}, \quad (9)$$

($|S_{13}|$ és $|S_{32}| \approx 1$.)

Ebből látható, hogy nagyon fontos kis reflexiós tényezőjű lezáró alkalmazása, ha nagy záró irányú csillapítást akarunk, illetve ha a cirkulátor záró irányú csillapítását meg akarjuk közelíteni, és még fontosabb a nagyon kis reflexiós tényezőjű lezáró használata, ha a cirkulátor záró irányú csillapításait (ill. az S_{12} , S_{23} , S_{31} elemeket) akarjuk mérni.

Az abszolút mérési bizonytalanságot

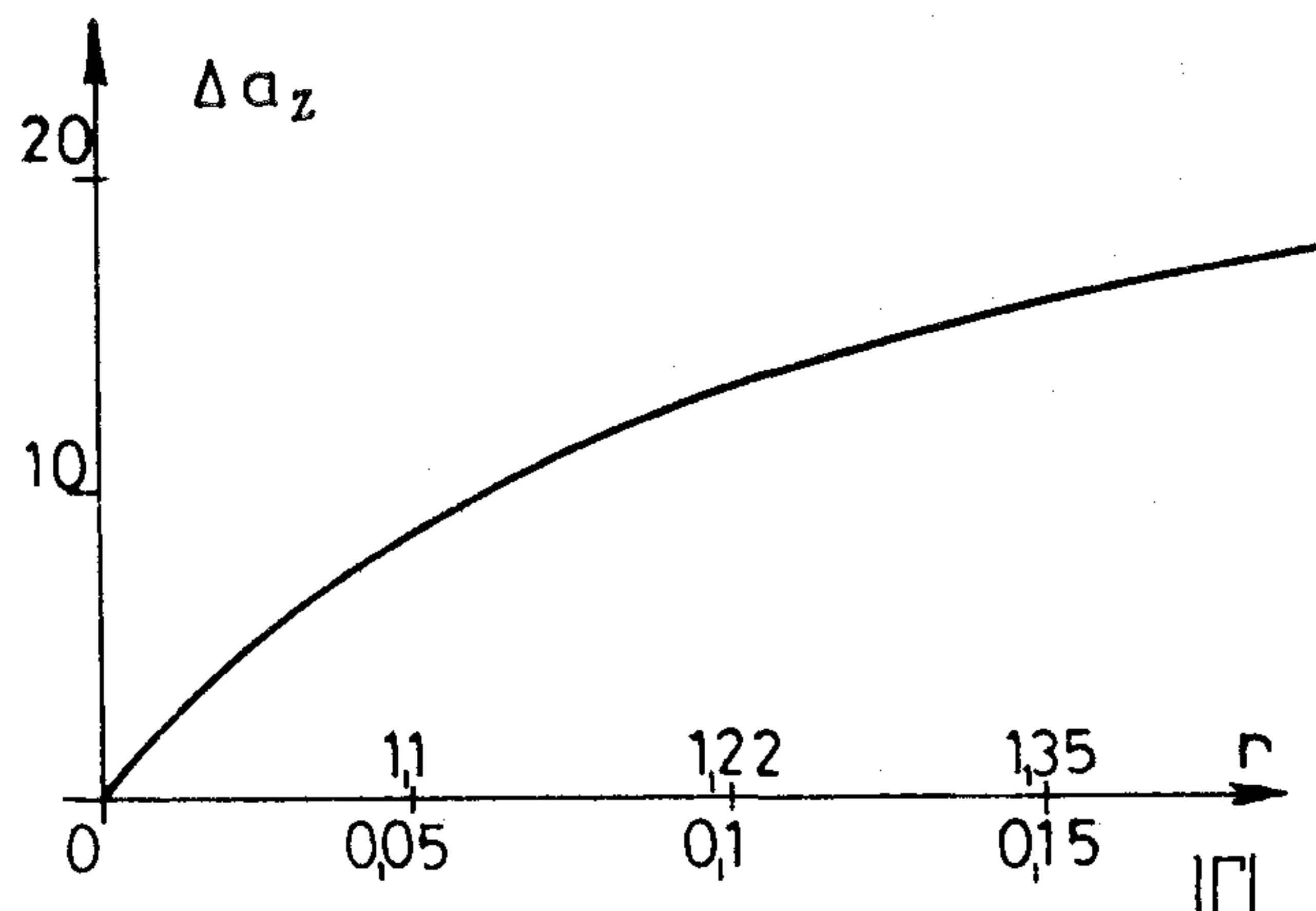
$$\begin{aligned} \Delta a_z &= a_{zc} - a_{z1} = 20 \lg \frac{1}{|S_{12}|} - 20 \lg \frac{1}{|S_{12}| + |\Gamma|} = \\ &= 20 \lg \frac{|S_{12}| + |\Gamma|}{|S_{12}|}. \end{aligned}$$

ábrázoltuk példaképpen a reflexiós tényező abszolút értéke (vagy az állóhullámaránya) függvényében, a 10. ábrán 30 dB-es záró csillapítású ($|S_{12}| = 0,0316$) cirkulátor esetén.

Két háromkapus cirkulátor egy-egy kapuja összekapcsolásával négykapus cirkulátort, ill. n cirkulátor összekapcsolásával $n+2$ kapus cirkulátort nyerünk. Az eredő cirkulátor paramétereit az összetevő cirkulátorok paramétereiből meghatározhatjuk [2].

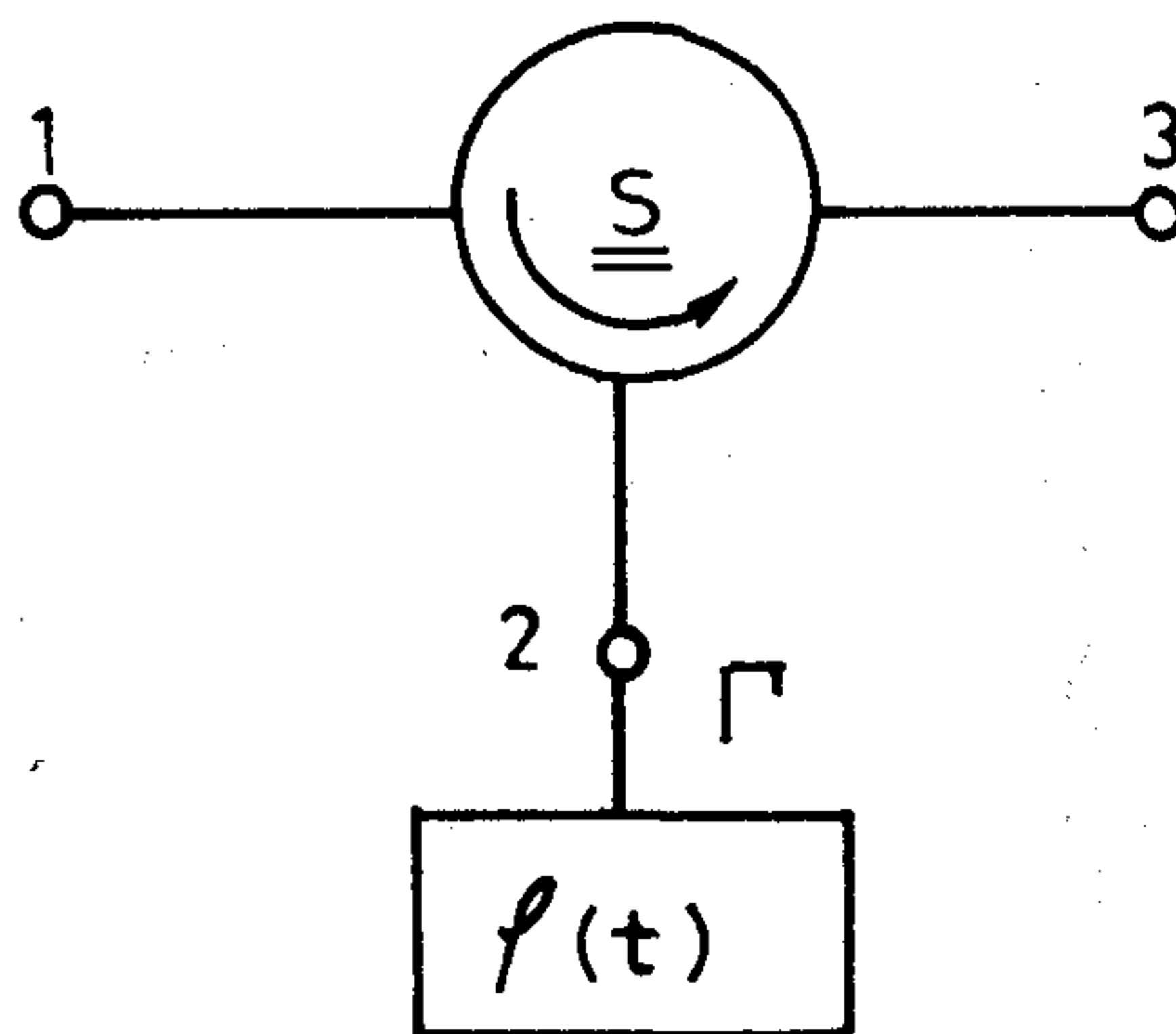
4. Cirkulátoros fázistoló (fázismodulátor) analízise

Az eddigiek gyakorlati jelentőségét a cirkulátorral kialakított fázistolók, ill. fázismodulátorok elemzésével szeretnénk illusztrálni. A 11. ábrán látható elrendezésben a cirkulátor 2. kapuja egy olyan egykapuval van lezárva, amely $\Gamma = |\Gamma| e^{-j\varphi}$ reflexiós tényezőjének abszolút értéke közel egy (közel teljes reflexió), és



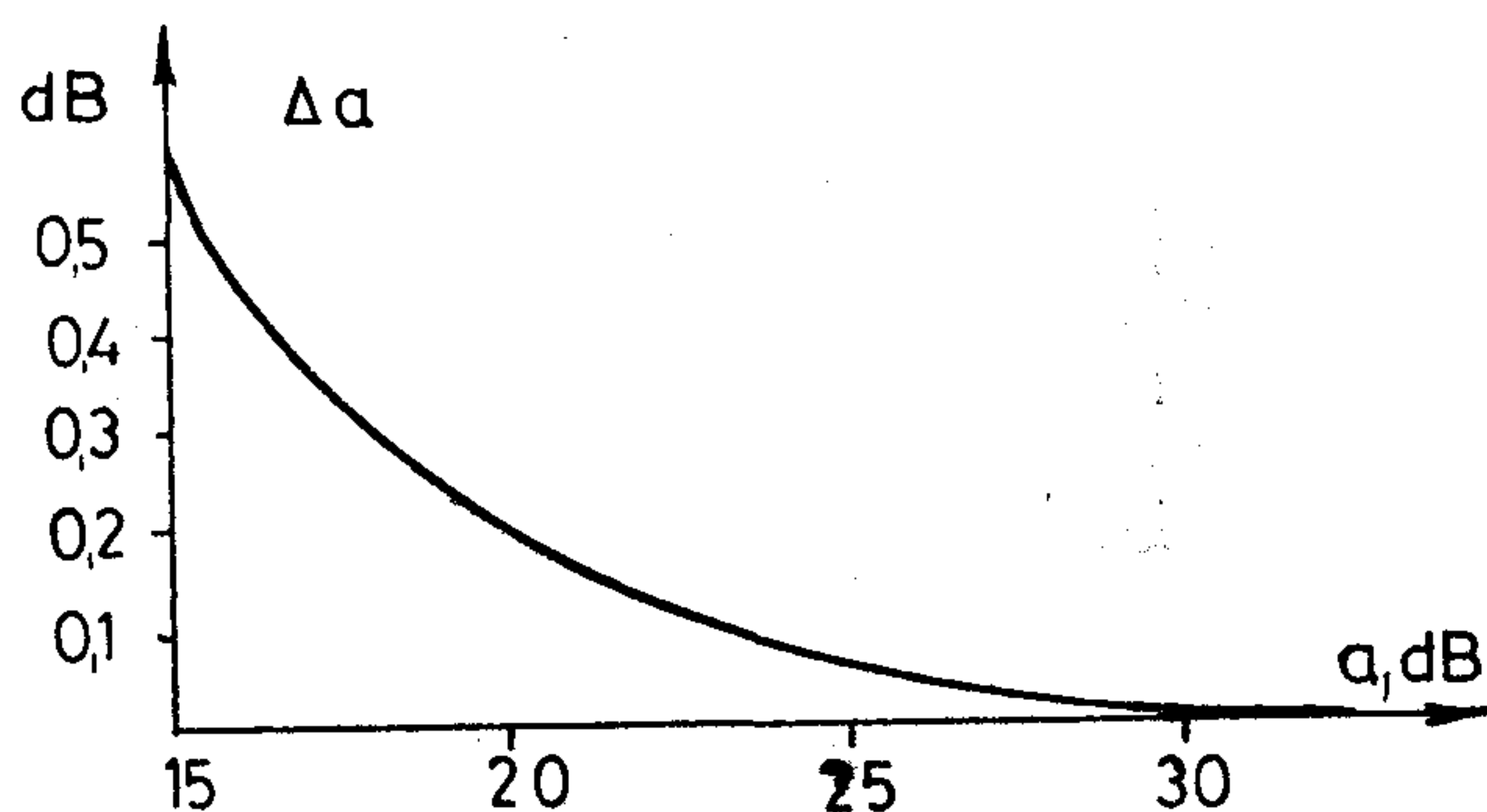
H984-10

10. ábra. A háromkapus cirkulátor zárócsillapításának abszolút mérési bizonytalansága



H984-11

11. ábra. Cirkulátoros fázistoló



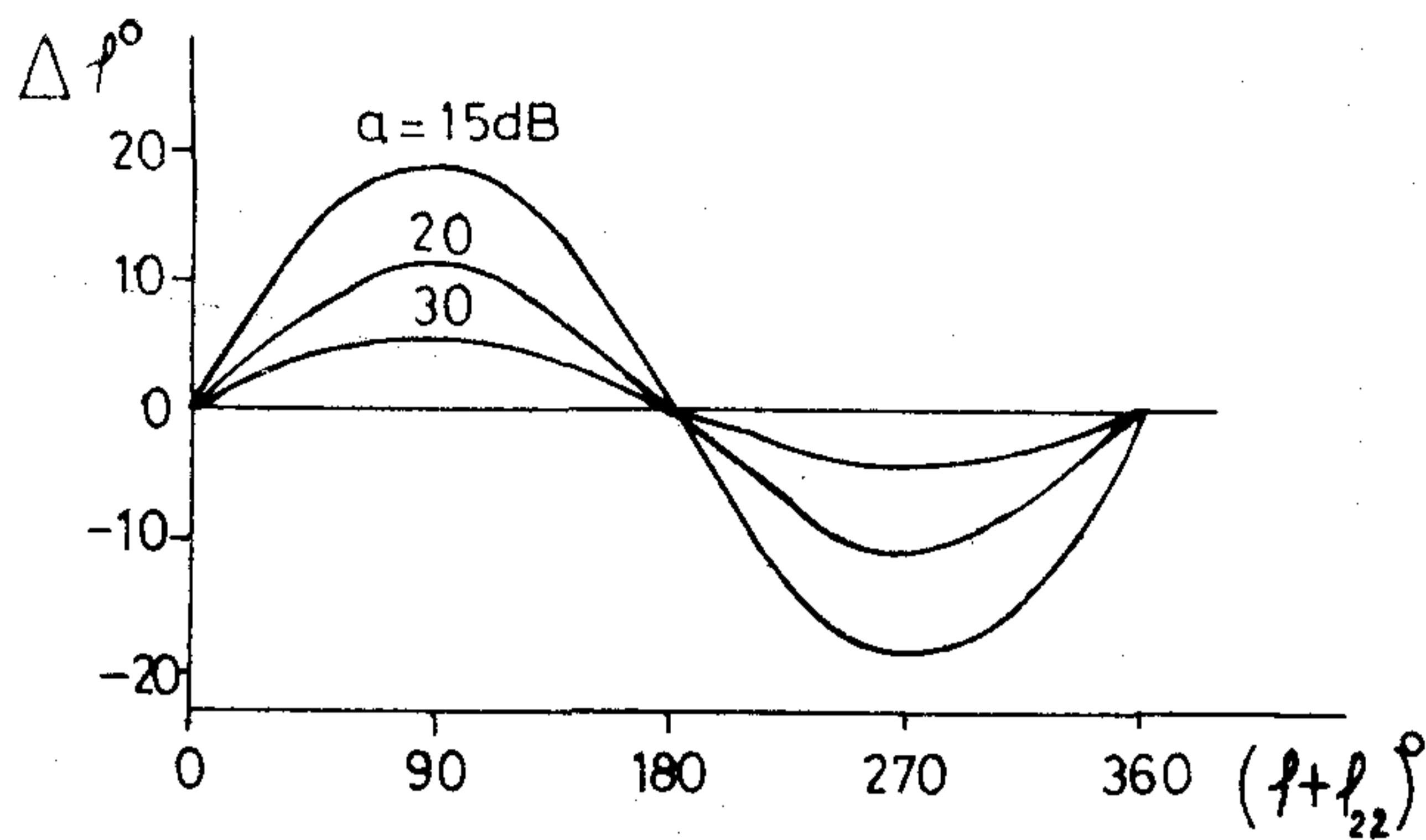
H984-12

12. ábra. A cirkulátor által okozott amplitúdóváltozás

amely fázisa, φ változik. Ezáltal a cirkulátor (1. kapuján belépő) 3. kapuján kilépő jel fázisa változik a φ függvényében.

Az eredő kétkapu átvitele $1 \rightarrow 3$ irányban:

$$S'_{31} = S_{32} + \frac{S_{32} \Gamma S_{21}}{1 - \Gamma S_{22}}. \quad (11)$$



H984-13

13. ábra. A cirkulátor által okozott fázisváltozás

Жо cirkulátor [lásd (2) egyenletnél] és reflektor ($|\Gamma| \approx 1$) esetén ($S_{ij} = |S_{ij}| e^{-j\varphi_{ij}}$ jelöléssel):

$$S_{31} = S_0 e^{-j\Phi} \left[1 + \frac{|S_{31}|}{S_0} e^{-j(\varphi_{31} - \Phi)} + |\Gamma| |S_{22}| e^{-j(\varphi + \varphi_{22})} \right], \quad (12)$$

ahol:

$$S_0 = |S_{32}| |\Gamma| |S_{21}| \approx 1; \quad \Phi = \varphi_{32} + \varphi + \varphi_{21}.$$

Figyelembe véve a cirkulátor paramétereit és (6) első egyenlete szerinti összefüggést:

$$S'_{31} \approx S_0 e^{-j\Phi} [1 - j2|S_{31}| \sin(\varphi + \varphi_{22})]. \quad (13)$$

A (13) egyenlet jobb oldali második tagja φ -tól függő változást okoz a kimenő jelnek mind az amplitúdójában, mind a fázisában.

A kimenő jel maximális amplitúdó változása:

$$\Delta a_{dB} \approx 20 \lg(1 + 2|S_{31}|^2) \approx 17,4|S_{31}|^2, \quad dB \quad (14)$$

A max. amplitúdóváltozást ábrázoltuk a 12. ábrán a cirkulátor záró irányú csillapítása függvényében. A kimenő jel fázistolása:

$$\varphi'_{31} = -\arcsin\{S'_{31}\} \approx \Phi + \arctg[2|S_{31}| \sin(\varphi + \varphi_{22})], \quad (15)$$

ahol:

$$\Phi = \varphi + \varphi_{22} + \varphi_{31} \pm \pi = \varphi + \varphi_{22} + \text{konstans}.$$

A fázistolásnak az ideális lineáristól való eltérését ábrázoltuk 15, 20 és 30 dB-es záró irányú csillapítás esetén a $\varphi + \varphi_{22}$ függvényében.

Látható, hogy még nagyon jó cirkulátor esetében is lényeges fázishiba eredményeződhet. (Részletesebb analízist lásd [3]-ban.)

I R O D A L O M

- [1] Dr. Csurgay Árpád—Markó Szilárd: Mikrohullámú passzív hálózatok. Tankönyvkiadó 1965.
- [2] Mikrohullámú Kézikönyv IV. fejezete. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [3] Dr. Szilárd Markó: Influences of Circulator Parameters on Phase-Modulators. Proceedings of the 6th International Conference on Microwave Ferrites. Várna, 1982.

СОДЕРЖАНИЕ

INHALT

CONTENTS

Иклоди, Г.:

Задания Предприятия Электромодуль по снабжению запасными элементами в периоде разработки электронных телефонных станций

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 9.

Темой автора является важнейшая проблема электронной промышленности — снабжение деталями. В статье сначала описывается деятельность ЭЛЕКТРОМОДУЛЯ, а в последних главах находятся выводы о прошлом и возможности будущего. При отдельных констатациях стоит задержаться и продумать их.

Дюлаи, Й.:

Исследование — разработка микроэлектроники

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 9.

Статья знакомит с некоторыми проблемами и результатами исследований для поддержки национальной микроэлектроники.

Д-р Балог, Б.—Гергей, И.—Мехи, М.:

Структура и применение полуготовой схемы с обозначением ЛИНА—1

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 9.

Полуизготовленная схема ЛИНА—1 предназначена для создания аналоговых схем средней сложности в интегральной форме в течение промежуток времени, необходимого для изготовления интегральных схем индивидуального проектирования. Статья излагает структуру ЛИНА—1, электрические свойства сопротивлений и транзисторов находящихся в ней и информирует о применении схемы.

Давид, Б.—Эрден, Я.:

Использование КМОП вентиляльных матриц при разработке приборов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 9.

Статья кратко излагает перепланирование существующего устройства на вентиляльные микросхемы селевого предназначения. После описания функции и структуры первоначального устройства идет обзор принципа выбора вентиляльных матриц и интегральных частей схем, принципа логического перепланирования и раздела функции устройства. В статье детально демонстрируется работа и планирование одной выбранной микросхемы. Статья обобщает достигнутые и ожидаемые результаты, нынешнее положение работы.

Сеп, И.:

Отечественные исследования и разработки в области арсенидгаллиевых приборов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1984. № 9.

Обзор задач, методики и результатов научно-исследовательских работ, выполненных в последнее время на базе арсенида галлия Институтом Технической Физики Венгерской Академии Наук. Основными задачами являлись: синтез с применением отечественного особо чистого галлия и исследование влияния его условий, сравнительное исследование методов выращивания монокристаллов (метод Бриджмена, Чохральского), усовершенствование методики выращивания эпитаксиальных слоев и связанные с этим фундаментальные поисковые работы. После выяснения основных свойств материала дальнейшие задачи формулируются в области прикладных наук. В соответствии с задачами государственного среднесрочного плана научных исследований и разработок проводится разработка технологии сверхвысокочастотных и оптоэлектронных приборов. Подчеркивается важность нужных для этого фундаментальных исследований и в качестве примера приводятся работы по контактным системам металлполупроводников.

Д-р Тарнай, К.:

Несколько вопросов обучения проектировщиков микроэлектроники

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 9.

Статья обсуждает несколько проблем по проектированию аппаратно-ориентированной схемы. Анализирует связь между проектированием аппаратуры и микроэлектронных деталей. В заключении статья занимается основным обучением и переподготовкой опытных проектировщиков.

Патаки, Б.:

Лазерная установка значений сопротивления интегральных схем на основе изоляции

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 9.

Статья дает обзор об установке значений при помощи лазера. Сравнивает метод с другими технологиями, демонстрирует геометрические формы срезов, излагает переменные параметры и их воздействия. В заключении с приведением конкретного примера рассматривает структуру и действие аппаратуры для установки значений.

Д-р Марко, С.:

Вопросы применения циркуляторов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 9.

Циркуляторы являются самыми частыми и многосторонне применяемыми средствами в среди пассивных нонреципроков. Потребители часто не имеют знания необходимые для эффективного использования особенностей циркуляторов. Поэтому данная статья дает краткий обзор о формах осуществления, исполнения циркуляторов, а также подробно рассматривает сетевые свойства их, связь между параметрами, и вопросы их запаривания и соединения. В заключении значения упомянутых демонстрируются с приведением схемного примера: иллюстрацией циркуляционного фазового сдвига (фазовый модулятор).

* * *

Iklódy, G.:

Ауфгабен дес Компонентенверtriebs ин дер Перiode дес Entwícklungsplans für Elektronie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Der Verfasser beschäftigt sich mit einem Thema das eine der grössten Sorgen unsere Industrie, die Bestandteilversorgung bedeutet. Im Artikel wird es zuerst über die Tätigkeit von ELEKTROMODUL geschrieben und im letzten Abschnitt werden die Lehren der Vergangenheit und die Möglichkeiten die Zukunft zusammengefasst. Bei einigen Feststellungen sollte man stehenbleiben und lange nachdenken.

Gyulai, J.:

Микроэлектронische Forschung-Entwicklung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Der Artikel veröffentlicht einige Sorgen und Ergebnisse der Forschungen, welche die Mikroelektronik in Ungarn unterstützen.

Frau Balogh, B.—Gergely, I.—Méhn, M.:

Der Aufbau und die Anwendung der halbfertigen Schaltung LINA—1

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Die LINA—1 halbfertige Schaltung ermöglicht die Fertigung in integrierter Form der analogen Schaltungen mittlerer Kompliziertheit, in einem Bruchteil der zur Fertigung von integrierten Schaltungen mit völlig individueller Planung benötigten Zeit. Der Artikel erörtert den Aufbau der Schaltung LINA—1, sowie die elektrischen Eigenschaften der in ihr befindlichen Widerstände und Transistoren. Wir bekommen auch Informationen über die Verwendung dieser halbfertigen Schaltung.

Dávid, B.—Erdélyi, J.:

Die Anwendung von CMOS Gatter Matrix IC-s in der Entwicklung von Geräten

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Der Artikel fasst im kurzen Umfang die Umplanung einer vorhandener Anlage mit Verwendung Gatter Matrix zusammen. Nach der Beschreibung der Funktion und des Aufbaues des originalen Gerätes überblickt er die Grundsätze der Auswahl für das angewandtes Gatter Matrix und der zu integrierenden Baugruppe, sowie der logischen Umplanung und Partition. Er illustriert ausführlich mit dem Premiere des Betriebes einer ausgewählter Schaltung und des Prozesses der Planung. Er fasst die bisher erreichten und die künftigen Ergebnisse, sowie den Stand der derzeitigen Arbeit zusammen.

Szép, I.:

Forschung und Entwicklung von Galliumarzenid-Bauelementen in der UVR

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Ein Überblick von Zielsetzung, Methoden und Ergebnissen der Galliumarzenidforschung, die im Forschungsinstitut für Technische Physik der Ungarischen Akademie der Wissenschaften während der letzteren Jahren geführt wurde. Hauptaufgaben: Synthese unter Verwendung von gereinigten Gallium heimischen Ursprungs, Methoden der Einkristall-Herstellung (Bridgman, Czochralski), Weiterentwicklung der Züchtungsmethoden epitaktischer Schichten, sowie Untersuchung von dazugehörigen Grundproblemen. Nach Erkennung der Eigenschaften des Grundstoffes GaAs weitere Aufgaben liegen im Gebiet der angewandten Forschung. Wie im Staatsplan für Forschung und Entwicklung vorgesehen, Arbeiten zur Entwicklung von Verfahren für Herstellung von Mikrowellen- und optoelektronischen Bauelemente sind im Gange. Es wird die Wichtigkeit der dazu erforderlichen Grundlagenforschung betont, und am Beispiel der Untersuchung von Metall-Halbleiter Kontaktsystemen veranschaulicht.

Dr. Tarnay, K.:

Einige Fragen hinsichtlich der Ausbildung der Konstrukteure in der Mikroelektronik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Der Artikel behandelt einige Probleme der Planung von geräteorientierten Stromkreisen. Es wird der Zusammenhang zwischen der Planung der Geräte und der mikroelektronischen Bauelemente analysiert. Der Abschlussteil beschäftigt sich mit der Grundausbildung und Weiterbildung der geübten Konstrukteure.

Pataki, B.:

Werteinstellung mit Lasertechnik der Widerstände von integrierten Schaltungen isolierenden Grundmaterials

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Der Artikel gibt uns einen ganz kurzen Überblick auf die Werteinstellung mit Hilfe von Lasertechnik. Im Artikel können wir einen Vergleich mit anderen Technologien wahrnehmen. Es werden die geometrischen Formationen durch schneiden vorgezeigt und die veränderlichen Parameter, sowie ihre Wirkung bekanntgegeben. Zuletzt wird, mittels eines konkreten Beispiels über eine funktionierende Einrichtung, der Aufbau und die Arbeitsweise der Werteinstellmaschinen erörtert.

Dr. Markó, Sz.:

Anwendungsfragen von Zirkulatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 9.

Die Zirkulatoren sind die am häufigsten und am vielfältigsten verwendeten passiven Nonreziprokmittel. Die Verwender der Zirkulatoren beherrschen jedoch oft nicht vollkommen die Kenntnisse, welche zur effektiven Verwendung nötig sind. Der Artikel überblickt deshalb ganz kurz die Verwirklichung und Ausführungsformen der Zirkulatoren und erörtert ausführlicher die netztheoretischen Eigenschaften, sowie die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern. Es werden ausserdem deren Abschluss- und Verbindungsfragen behandelt. Zuletzt wird die Bedeutung der Obigen durch ein Stromkreisbeispiel und zwar die Analyse eines zirkulatorischen Phasenverschiebers (Phasenmodulators) illustriert.

* * *

Iklódy, G.:

EMO's tasks of component transportation in the period of Developing Electronic Changes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The author deals with a topic which is one of the greatest problem of our industry namely the supply of microelectronic components. In this paper he describes the activity of ELEKTROMODUL and in the last chapter he summarizes the lessons of the past and the possibilities of the future. It is worth to stop at some conclusions and think about them for a while.

Gyulai, J.:

R/D in Microelectronics

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The paper introduces several problems and achievements of Hungarian research for microelectronics.

Dr. Balogh, B.-né—Gergely, I.—Méh, M.:

LINA—1 Semi-Manufactured Circuit — Construction and Application

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The LINA—1 semi-manufactured circuit enables the production of medium scale complexity analogue circuits in integrated form within a fraction of time necessary for the production of completely individual designed integrated circuits. The paper introduces the construction of LINA—1, the electrical characteristics of the incorporated resistors and transistors, and the applications, as well.

Dávid, B.—Erdélyi, J.:

The Application of CMOS Gate-Arrays in Instrument Development

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The article briefly describes the re-design of an existing equipment with the application of semi-custom ICs. After the presentation of the function and the architecture of the original instrument, the principles of selecting the applied semi-custom IC and the parts to be integrated, partitioning and modifying the logic are discussed. All these are illustrated in more detail by the operation and the design procedure of a selected circuit. The expected and reached results and the work completed so far are summarized.

Szép, I.:

Research and Development of Galliumarsenide Devices in Hungary

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

A review is given about the aims, methods and results of research on galliumarsenide, recently performed in the Research Institute for Technical Physics of the Hungarian Academy of Sciences. The main activities have been: synthesis of the compound, using home-produced purified gallium, with investigations of the dependence on conditions, comparative study of single crystal growth (Bridgman and Czochralski methods), improvement of methods of epitaxial layer growth with studies on basic problems. By recognizing the properties of galliumarsenide a number of tasks for applied research have been put forward. In accordance with the National Research and Development Plan development of technologies for microwave

and optoelectronic devices is in progress. The importance of basic studies is stressed and investigation of metal-semiconductor contact systems as an example is given.

Dr. Tarnay, K.:

A Few Problems of Training Designers in Microelectronics

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The paper discusses several problems of the design of custom-design circuits. The connections between the design of equipment and that of microelectronic components are analysed. The final part deals with the fundamental training of specialists and the retraining of experienced designers.

Pataki, B.:

Laser Trimming of Resistors of Integrated Circuits on Insulator Substrate

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

The article gives a general view of the laser trimming. It compares it with other technologies, introduces the geometrical forms of cuts, surveys the variable parameters and their effects. Finally it treats of the trimming systems through the description of a particular equipment.

Dr. Markó, Sz.:

Problems of Applications of Circulators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 9.

Circulators are the most often and most universally used passive, nonreciprocal devices. The users, however, do not always possess the entire knowledge of the circulator properties needed to the efficient application. For this reason the forms of realizations of the circulators are briefly surveyed, and their properties from the point of view of circuit-theory as well as the relations of their parameters and the problems of loading and joining them are dealt with in details. Finally the significance of these is illustrated by the analysis of a circulator phase-shifter (or phase modulator) as an example.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kussuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215 96162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 138,— Ft, egész évre 276,— Ft. Egyes szám ára 23,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók, 149.



Egyetemi Nyomda — 84.2655 Budapest, 1984. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375