



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA**

**XXXVI. évfolyam
B U D A P E S T**

1985

7

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXVI. évfolyam 1985. 7. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXI. évfolyam 1985. 7. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

III. évfolyam 1985. 7. szám

Felelős szerkesztő:
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság
A szerkesztő bizottság elnöke:
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANGYAL LÁSZLÓ
MÉREY IMRÉNÉ
SZÖLLÖSI 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, Sztalics Ákos

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
Balanyi Szilveszter, Bodnár László, Kovács
Gyula, Mészáros Sándor, Molnár László

TKI

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

TERTA

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

*

Szerkesztőségi ügyekben
és kéziratokkal kapcsolatban
felvilágosítást ad: Szöllösi 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 KONTAKTA
BRG KŐPORC
EMO KFKI
El. szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

Alkatrészellátás. Kerekasztal vita (dr. Tófalvi Gyula) 289

GYURÓ IMRE—KAZI KÁROLY—KOVÁCS BALÁZS—
MOJZES IMRE—NÉMETH TIBORNÉ—OLÁH ANTAL
SOMOGYI KÁROLY:

K-sávú Gunn-diódák hazai fejlesztése 302

DR. CSABA ISTVÁN:

Gránát egykristályok mikrohullámú tulajdonságai és
anyagparamétereinek mikrohullámú méréstechnikája ... 309

GÖBLÖS JÁNOS:

Quo vadis... 315

Szemle 323, 330, 334

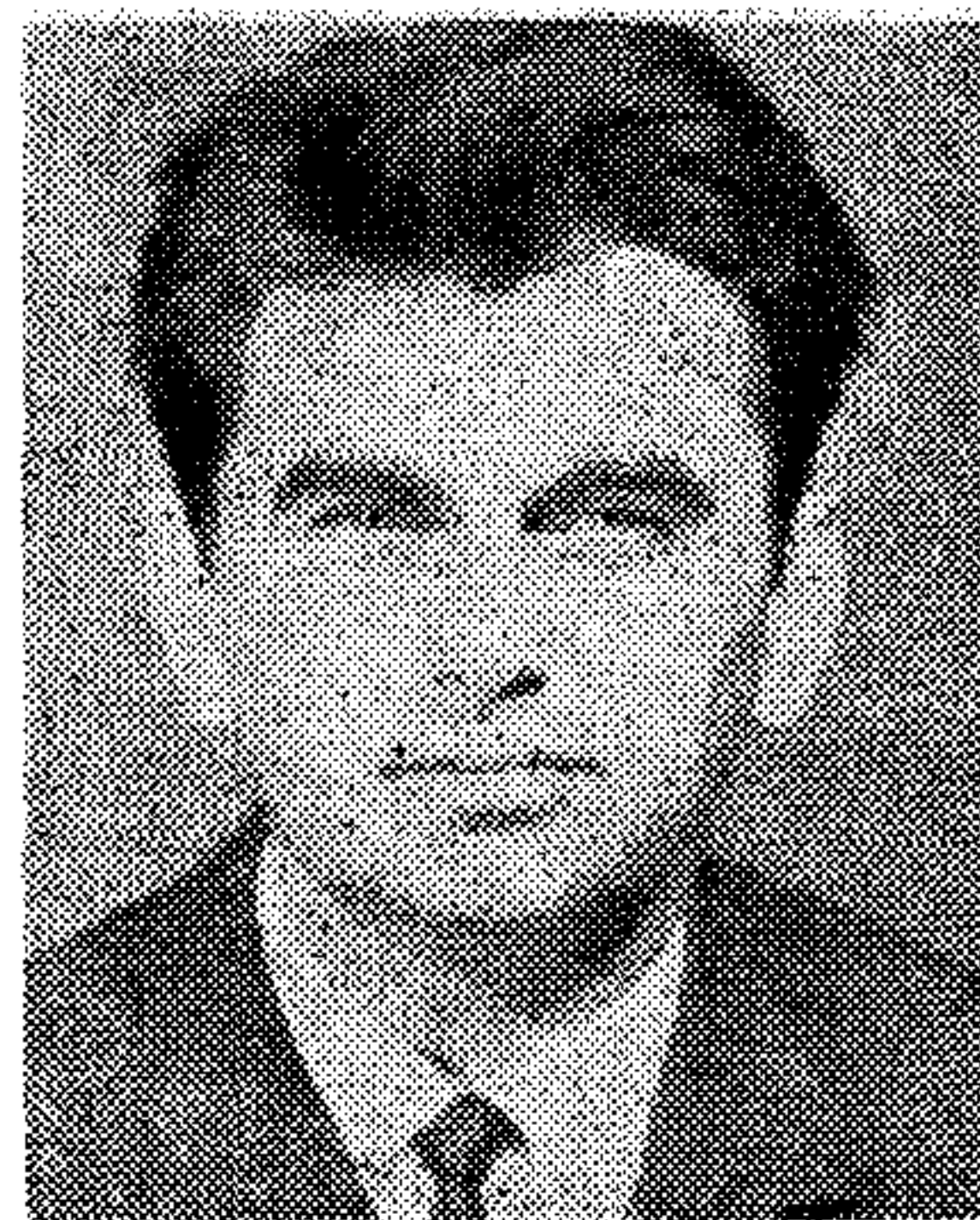
SZŐKE SÁNDOR:

16 bites szorzó áramkör logikai tervezése a részegység
analóg szimulációjával 324

MEV: MACROMAT 801: Nagysebességű számítógépvezérelt
mérőrendszer 331

Beszámoló a Hibrid Klub összejöveteléről 333

Tartalmi összefoglalások 335



BERECZ FRIGYES
BHG

KÖVESKUTI LAJOS
HT

ALKATRÉSZELLÁTÁS

KEREKASZTAL
VITA

CZIRINKÓ JÓZSEF
ORION

IKLÓDY GÁBOR
EMO

DR. KISS ISTVÁN
TKI

DR. TÓFALVI GYULA
HTE

H 51-3

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a magyar elektronikai ipar egyik legnagyobb gondjával, az alkatrészellátással foglalkozik. Folyóiratunk főszerkesztője öt kiemelkedő jelentőségű vállalat vezetőjével folytatott kerekasztalbeszélgetést. A cikk átfogó képet ad alkatrészellátási gondunkról, ugyanakkor javaslatot is annak megoldására.

Beérkezett: 1985. IV. 22

Úgy gondolom, hogy elektronikai iparunk egyik legnagyobb gondja, évek óta, az alapanyag- és alkatrészellátás. Ez az oka annak, hogy kéréssel fordultam több, kiemelkedő szerepű vállalatunk (BHG, ORION, HT) legnagyobb ipari kutatóintézetünk (TKI) és a magyar elektronika központi alkatrészellátó (EMO) vezetőihez azzal a kéréssel, vállalják el egy kerekasztalvita részvételét, hogy az azon összegezhető gondolatokkal és megállapításokkal is próbáljuk segíteni, elektronikai iparunk közös gondjának megoldását.

A felkérésnek megfelelően a vitában a következő vezetők vettek részt:

Berecz Frigyes,	a BHG vezérigazgatója,
Czirinkó József,	az ORION vezérigazgatója,
Iklódy Gábor,	az EMO vezérigazgatója,
dr. Kiss István,	a TKI vezérigazgatója,
Köveskúti Lajos,	a HT elnöke

és én, mint a HÍRADÁSTECHNIKA című folyóirat főszerkesztője.

A kerekasztalvitát két fő kérdés köré kívántam csoportosítani:

- Melyek a REFERENCIAKERET-gazdálkodás tapasztalatai?
- Mit javasol az alkatrészellátás megoldására?

A vita minél tartalmasabbá tétele és hatékonyságának fokozása érdekében azt kértem a felkért vezetőktől, szíveskedjenek a vitára egy-egy vitaindító gondolatsort magukkal hozni a feltett két kérdéssel kapcsolatosan. A kerekasztalvita gondolatainak összegezését magamra vállaltam.

A két kérdéssel kapcsolatos gondolatokat egymás után adom közre azzal, hogy mindkét kérdés esetén először a felkért vezetők vitaindító gondolatait, és azután a vitában elhangzott főbb gondolatokat foglalom össze.

Kezdjük tehát az első kérdéssel:

Melyek a REFERENCIAKERET-gazdálkodás tapasztalatai?

A tapasztalatokat, a termelési folyamatnak megfelelő sorrendben, először a kutatás-fejlesztés, azután a gyártás területén tekintjük át, és végül az ellátókészletező, átfogó gazdálkodó tapasztalatát.

Dr. Kiss István, TKI:

Intézetünk fő feladata:

- új hírközlő rendszerek, berendezések, készülékek, átviteli eljárások kutatás-fejlesztése, ezáltal a hazai távközlési vállalatok exportképes árualap-bővítésének segítése;
- a távközlési hálózatok fejlesztéséhez szükséges egyes rendszerek, berendezések, készülékek előállítása és azok hálózatokban történő alkalmazása.

Ezen munkánkhoz a legkorszerűbb alapanyagok, alkatrészek, eszközök, ismeretek és technológiák alkalmazása elengedhetetlenül szükséges. Az innovációs láncban a kutatás-fejlesztés fázisa, még egy magas

szívnálú háttérpar esetén is, szükségszerűen importigényes. Különösen igaz ez a mai, hazai elektronikai háttérpar esetében.

Az ipari devizakeret elosztása és felhasználása elvben vállalati gazdálkodási modellre, azaz ütemes kibocsátásra és ahhoz alkalmazkodó ütemes anyagbiztosításra épül, figyelmen kívül hagyva a megrendelt anyag beérkezésének véletlenszerűségét. Alapvető probléma azonban, hogy egyáltalán nem veszi figyelembe a kutató-fejlesztő tevékenység sajátosságait. A kutatás-fejlesztésre és kidolgozásra kerülő témák műszaki-tudományos jelentősége messze meghaladja azt az arányt, amelyet Intézetünk az iparág összes devizafelhasználásában képvisel.

A keretmegállapítás bázisául kijelölt 1981. évben Intézetünk feladatstruktúrája egészen más volt, mint a következő években. A bázisként kiválasztott évben az OKKFT és OTTKT célprogramokhoz, továbbá egyéb tématerületekhez kapcsolódó kutatás-fejlesztési feladataink még csak elméleti, kísérleti és alapozó fázisban voltak, amelyeknek szükségszerűen kisebb volt az alkatrészigénye és így import vonzata is, mint az azt követő szakaszoknak és éveknek.

Ezzel ellentétben, devizális lehetőségeink tendenciája 1981-től fokozatosan csökkenő volt. Témáink 1984–85-ben, a megvalósítás stádiumába kerülve, ugrásszerűen növelték Intézetünk importigényét. Csak rendkívüli beavatkozással és segítséggel vált lehetővé az 1984. évi devizakeret illesztése, az 1984. évi kutatás-fejlesztési feladatokhoz.

Tapasztalataink szerint az elmúlt évek keretgazdálkodásának és elosztásának elve is és gyakorlata is fékező volt. Sem összegében, sem annak igénybevételei ütemlehetőségével nem illeszkedett a VI. ötéves időszak elején indított új szakkultúrák (úrtávközlés, fénytávközlés, 10 GHz feletti mikrohullámú távközlő rendszerek stb.) létrehozásának és egyéb kutatás-fejlesztési feladatok megoldásának követelményrendszeréhez. Az engedélyek kiadásának elhúzódása, valamint az ügyvitel merevsége akadályozta az észszerű gazdálkodást. Folyamatos, egymást követő tervmódosítások árán volt csak biztosítható programjaink továbbvitele. Tudomásunk szerint ez idáig senki sem mérte még fel a különböző programmódosítások jövőben várható negatív hatását.

Intézetünk felhasználó-orientált kutatás-fejlesztéseihez kapcsolódó tökéletes anyagok—alkatrészek beérkezése már az előző év második felében, illetve a tárgyév korai időszakában, ugyanakkor a hozzájuk tartozó keretösszeg meghatározása pedig ezt megelőzően, a kényszerűen hosszú beszerzési idők figyelembevételével lenne szükséges.

A kutatás-fejlesztésnek az a sajátossága, hogy a legmodernebb anyagok, alkatrészek, eszközök felhasználását követeli, ráadásul a gyártókhoz képest kis mennyiségben, jelentős felárak kifizetését vonja maga után. Az egyéb felárakkal is terhelt beszerzési ár után történő vámkivetés tovább rontja a keretkihasználás határfokát.

Az import anyag- és alkatrészellátás gondjai, a felhasználható keretek évenkénti csökkenése, a keretbiztosítás és felhasználás irracionális rendszere Intézetünk munkáján át az egész távközlési ágazat munkájára és a hazai hálózatfejlesztésre is negatívan hat.

Berecz Frigyes, BHG:

A BHG folyamatos termelését és ütemes értékesítését mind a tőkés import eseti engedélyezése, mind a referenciakeret-gazdálkodási rendszer gátolta. Ez utóbbi csak az 1982. évi igen szigorú egyedi elbírálásos módszerhez képest jelentett némi könnyebbséget.

Ismerve a népgazdasági egyensúly előző évekbeli problémáját, megértettük az intézkedések elkerülhetetlenségét, ezért felesleges vitákat nem folytattunk, inkább a nehéz helyzethez való vállalati alkalmazkodás (készletcsökkentés, tőkés import kiváltás, előrelátóbb megrendelési taktika) útját választottuk. Ezekkel csak csökkenteni lehetett az ellátási zavarokat, de megszüntetni nem.

A BHG számára a nem-szocialista import három párhuzamos úton érkezik:

- az 1968-ban történt crossbar licencvásárláshoz kapcsolódva;
- külkereskedelmi vállalatok révén, bizományosi formában, közvetlen felhasználásra;
- hazai kooperáló partnerek, TEK és belkereskedelmi vállalatok révén közvetetten.

Tapasztalataink eltérőek.

A crossbar licencvásárlási megállapodás alapján rendelt import lényegében folyamatosan érkezett, mivel a szállító annak értékét rendszeresen visszavásárolta.

Bizományosi rendeléseink teljesítésével kapcsolatban többféle zavaró tényező hatását észleltük. Többek között:

- a sok adminisztratív lépés miatt jelentősen megnőtt az átfutási idő, amelyhez hozzáadódott a tőkés cégek határidő vállalási készségének csökkenése;
- a sokféle adminisztratív lépésből összetevődő rendelési-engedélyezési folyamat szinte áttekinthetetlené vált;
- az illetékes külkereskedelmi vállalatok összevonták az egy külföldi szállítótól rendelhető, de több hazai berendezésgyártó vállalat által rendelt tételeket. Ha ezek közül csak egynek is referenciakeret-hiánya volt, a többi rendeltést sem intézték;
- kritikus esetekben a főhatóságok az engedélyezést, a rendelő vállalat tőkés export teljesítményétől tették függővé, de mivel azt a tőkés import hiánya fogta vissza, esetenként kialakult a „circulus vitiosus”.

A közvetett import zavarairól rendszerint csak utólag — a hazai ellátás romlása, vagy megszűnése révén — értesültünk. Ezért az ebből származó zavarok szinte kivédhetetlenek voltak. Kialakult egy olyan gyakorlat, hogy egyes belföldi szállítók — bár előző évekbeli tőkés importjukat a saját bázisuk tartalmazta — az ellátást csak referenciakeret átengedés ellenében voltak hajlandók fenntartani.

Köveskúti Lajos, HT:

Az adott körülmények és devizahelyzet mellett — bár nem jó dolog — indokoltnak tartom a referencia-

keret-gazdálkodást. Súlyos helyzetünkben a devizakeret által diktált kényszer

- takarékosabb gazdálkodásra;
- importkiváltásra és
- olyan termékek fejlesztésére és gyártásba vételére ösztönöz, amelyeknek alacsony az anyaghányada, mindenekelőtt a tőkés import hányada.

A szoros devizakeret-gazdálkodás mellett is lehetne folyamatosan termelni, ha a végrehajtással kapcsolatos intézkedések igazodnának a termelés követelményrendszeréhez és a termelési körülményekhez. Közismert, hogy az elektronikai alkatrészbeérkezések átfutása, típustól függően, fél—egy év. Január-februárban kell megrendelni a november-decemberi anyagokat. Ugyanakkor a referenciakeret negyedéves, illetve féléves bontásban állt rendelkezésre.

A rendelések tehát csak késleltetve és megosztva adhatók fel. Nem a rendelésfeladást, hanem a beérkezést kellene ütemezni, ha kell, megfelelő szankciók érvényesítésével.

A kialakult helyzet következménye, hogy a beérkezés érdekében a mennyiségi felárakon túl sürgősségi felárat is elfogadunk, mert így kisebb a veszteség, mint a szállítási lemaradás következményeként jelentkező fizetésektelenség, kötbér stb. gazdasági hatása.

A vámrendelkezések nem biztosítják a vám igazi célját. Nem a magyar áruk védelmét szolgálják, hanem egyfajta költségvetési bevételt. Pl. a színes és fekete-fehér képcsövek, vidikonok vámja 45%, annak ellenére, hogy nincs hazai gyártás. Az import-alkatrészeket nemcsak a magas vám sújtja, hanem bizonyos fokig a kiszolgáltatottságunkból fakadó magasabb árszint is. Ezek együttes következménye, hogy egyes termékek alkatrész árszintje magasabb, mint amennyiért a kész terméket a szabadversenyű világpiacon értékesíteni lehet. A tőkés szállításoknál — az előbbiekből adódóan — egyre inkább bér munka-tevékenység válik uralkodóvá.

Az elektronikai iparban tért hódító új technológiai megoldások, mint pl. a felületi szerelés (surface mounting) olyan eddig nem gyártott elemek biztosítását is kívánják, amelyek ma csak tőkés import útján szerezhetők be. Következésképpen, ha műszaki elmaradottságunkat csak néhány éves követési távolságra szeretnénk szűkíteni, akkor termékeink tőkés import tartalmát növelni kell. Tehát tőkés importunk növekszik. A szűkös devizakeret ezt a lehetőséget nem biztosítja. Eredményként követési távolságunk nagyobb lesz és versenyképességünk romlik.

Czirinkó József, ORION:

A referenciagazdálkodás eddigi rendjének egyik alapvető gondja az volt, hogy abban a bázisszemlélet uralkodott. Ez azt jelentette, hogy a referenciakeret 1981-es bázis alapján került meghatározásra és a tárgyévi volumennövekedésnek csak egy része lett elismerve.

További gondot jelentett, hogy az alkatrészek ára a világpiacon növekedett, és a Ft/\$ szorzó több eset-

ben jelentősen változott, melynek következtében a rendelkezésre álló vállalati keretből egyre kevesebb alkatrészt lehetett beszerezni.

Az ütemes termelést akadályozta, hogy a referenciakereteket általában későn hagyták jóvá és több részletben. Ebből adódtak azok a problémák, hogy a külkereskedelmi vállalatok a rendeléseket nem tudták időben kibocsátani. Ugyanazon termékekből negyedévenként kellett rendelni, így elestünk a nagyobb darabszámú rendelés esetén elérhető árcsökkentéstől és lényegesen megnövekedtek a szállítási határidők.

A felhasználandó tőkés devizát csökkenteni lehetett volna szocialista piacról beszerezett alkatrészekkel. Itt azonban olyan alapvető problémákkal találunk magunkat szemben, mint a hosszú átfutási idő, az aránytalanul magas ár és nem utolsósorban, az esetek többségében, a gyengébb minőség.

A referenciakeret-gazdálkodás másik alapvető problémája, hogy az alkatrészgyártó ipart gyakorlatilag ugyanolyan rendszerben és időben látta el devizával, mint a berendezésgyártó ipart. Ennek egyik következménye az lett, hogy a tartalékok felélése után az alkatrészgyártók késedelmesen szállítottak, amely, közlésük szerint, elsősorban a tőkés importanyagok késedelmes beérkezéséből adódott. Ez hasonló problémákat okozott, mint maga az importellátás.

Bizonyos mértékben a referenciakeret-gazdálkodás rendszerének hibájául róható fel az is, hogy az alkatrészellátásban előtérbe került a hiánygazdálkodás, melynek következménye az lett, hogy egyes belföldön is gyártott termékeket tőkés importból kellett „hiányimportként” beszerezni.

Gondot jelentett az is, hogy a TEK-vállalatok közel azonos elbírálás alá estek a berendezésgyártó vállalatokkal. Ennek következtében még azokat a bizonyos TEK-funkciókat sem tudták ellátni, amelyeket már az előző időszakban gyakoroltak (rendelésösszevonás, készletezés).

Ismerve az ország devizahelyzetét, biztos, hogy alapvető változásokra a devizagazdálkodásban és a devizaellátásban nem lehet számítani. Mégis valami ilyen formában korszerűsíteni kellene a rendszert. Biztosítani kellene, hogy a hosszabb átfutású termékekre (pl. professzionális berendezések alkatrészei) időben kapjanak a felhasználók devizakereteket és lehetőséget kellene találni arra is, hogy az egész évben folyamatosan gyártható berendezésekhez (pl. közszükségleti elektronika) a belföldi kereslet és a várható export figyelembevételével éves rendeléseket lehessen kiadni.

A tőkés import kiváltása érdekében, mind a központi szerveknek, mind a vállalatoknak fokozott intézkedéseket kell tenni, hogy a szocialista piacokon beszerezhető alkatrészek időben, árban és határidőben biztosíthatók legyenek.

Iklódy Gábor, EMO:

Korlátlan devizakeretek sohasem álltak rendelkezésre. Keretgazdálkodás korábban, 1982 előtt is volt. Az 1982–84. évben alkalmazott referencia-

gazdálkodásnak azonban — megítélésem szerint — több hátránya volt, mint előnye az elektronikai alkatrészellátásban.

Korábban az importkereteket a gazdálkodó vállalatától, az Elektromodul-tól, a termelő vállalat-hoz helyezte át, ezzel nemcsak szétdarabolta, de igen megnehezítette az összevonását és összehangolását is. Minden vállalat igényét külön kellett kezelni, külön eljárás volt az engedélyeztetés és elszámolás. Bürokratikussá és rugalmatlanokká váltunk. Miután az egyes engedélyeket a KKM külön-külön bírálta el, kimenő rendeléseink elaprózódtak. Aki ismeri az alkatrészárak mennyiségi függőségét, jól tudja, hogy ez mennyire megdrágítja a beszerzéseket. Amikor a kevesebb devizát okosabban kellett volna felhasználnunk, éppen akkor nehezült meg legjobban a helyzetünk. Csak tetézte ezt a helyzetet, hogy még az engedélyeket is csak negyedéves mennyiségekre kaptuk. Természetesen nem néztük tétlenül a kialakult állapotokat. Tudomásul véve a népgazdaság korántsem rózsás helyzetét, számos kezdeményezéssel igyekeztünk segíteni. 1984-ben a KKM-mel és az OAH-val történt egyeztetés alapján bevezettük az összevont importgazdálkodást. Ezzel ismét mód nyílt az átfogóbb gazdálkodásra az importban. Össze tudtuk vonni a különböző felhasználók igényeit, nőtt az előrelátásunk, javultak szállítási, ütemezési lehetőségeink. Ez meglátszik az 1984. évi ellátás alakulásában, amely összehasonlíthatatlanul jobb volt, mint az azt megelőző két év ellátása.

Mégsem állíthatom, hogy 1985-re nézve optimista vagyok. Annak ellenére, hogy az 1985. évi ellátás előkészítésével 1984. júliusa óta intenzíven foglalkozunk, a januárban rendelkezésünkre álló engedélykeret még mindig csak az éves igény alig több, mint egynegyedének indításához volt elegendő. Ha figyelembe vesszük, hogy az átfutási idő alkatrész-csoportoktól függően 8–10, illetve 25–30 hét között szór, a meghosszabbodott szállítási határidők miatt azt hiszem nem ülhetünk nyugodtan. A beszerzett alkatrészekből még az idén, és lehetőleg folyamatosan, készterméket kell előállítani és értékesíteni.

A berendezésgyártók a tavalyi év végi hajrával sem tudták az éves elmaradásokat teljesen felszámolni. Az árbevétel elmaradása miatt nekünk sem tudtak fizetni. Vevőink tartozása egész 1984 folyamán kétszerese volt a normális nagyságnak. Csoda-e, ha mi is csak késedelmesen tudtunk fizetni szállítóinknak? Ez pedig nem javított fizetési kondíciókon a tőkés szállító partnereink körében. Itt-ott még az árakban történő érvényesítést sem tudtuk kivédeni.

Megértjük a népgazdaság gondjait, tudjuk, hogy a konvertibilis devizával takarékoskodni kell, de takarékoskodni lehet okosan, de úgy is, hogy többet veszítünk a vámon, mint amennyit nyerünk a réven. Az alkatrészellátás gondja népgazdasági méretű probléma. Hatása tovább gyűrűzik. Az elektronikában nemcsak a mennyiségi ellátás fontos, hanem az alkatrész-összetétel megfelelősége is. Egészében kis értékű importtétel hiánya tartott vissza több esetben is milliós értékű késztermék-kibocsátást.

Az elektronikus alkatrészek tőkés importja a teljes konvertibilis importnak csak töredéke, de az ezzel

való bürokratikus „takarékoság” igen sokba kerül a népgazdaság számára. Az alkatrész importkereteknek formálisan is vissza kellene kerülni az Elektromodulhoz, ezzel is csökkentve az egyébként is hosszú előkészítési időt.

Az 1984. évi keretösszeg — amit vállalatok hozzáuk csoportosítottak át — 1985-re is elegendő lenne, bár a berendezésszármazási előirányzatok jókora termelésnövekedést tartalmaznak. Elsősorban nem nagyobb keretre van tehát szükségünk, hanem megbízhatóbb, pontosabb és operatívabb igénybevételi, felhasználási, gazdálkodási lehetőségekre. Ehhez tartozik, hogy az engedélyeket a szállítási határidők figyelembevételével úgy kaphassuk vissza, hogy az áru beérkezésére még időben sor kerülhessen. Akkorra, amikor a termelésben szükség van rá. Ez azt jelenti, hogy az éves keret, már az első fél év folyamán, teljes egészében rendelkezésünkre kell álljon. Csak így válhatjuk felelősséggel, hogy ütemesen, viszonylag olcsón és szervezeten, folyamatosabbá tesszük a hazai elektronikai alkatrészellátást, javítjuk kiszolgálási színvonalunkat, amit joggal várnak tőlünk vásárlóink.

A vita összegezése

1. Az 1981—84 évek történetének rövid áttekintése

Ahhoz, hogy a referenciakeret-gazdálkodással kapcsolatos tapasztalatokat és véleményeket pontosan megérthessük, célszerűnek látszik 1981—1985 főbb eseményeinek rövid áttekintése.

- 1981 az utolsó „békeév” volt.
- 1982 az import korlátozásának éve volt. Jól szemlélteti ezt az 1. ábra első szakasza, amely az ipari importkeret EMO részének alakulását mutatja. Ebben az évben inkább a kapkodás, mintsem a gazdálkodás volt jellemző az iparban. Az importintézkedések olyan arányban érintették az egyes vállalatokat, amilyen arányú volt termelésükben az import hányada.

Gondolatok a vitából:

„Ott ültünk, szinte mindennap az EMO küszöbén. Szerencsénk, hogy maximális segítséget kaptunk! Így tudtuk megoldani, hogy csak 100 Mft volt lemaradásunk a tervünkhöz képest!”

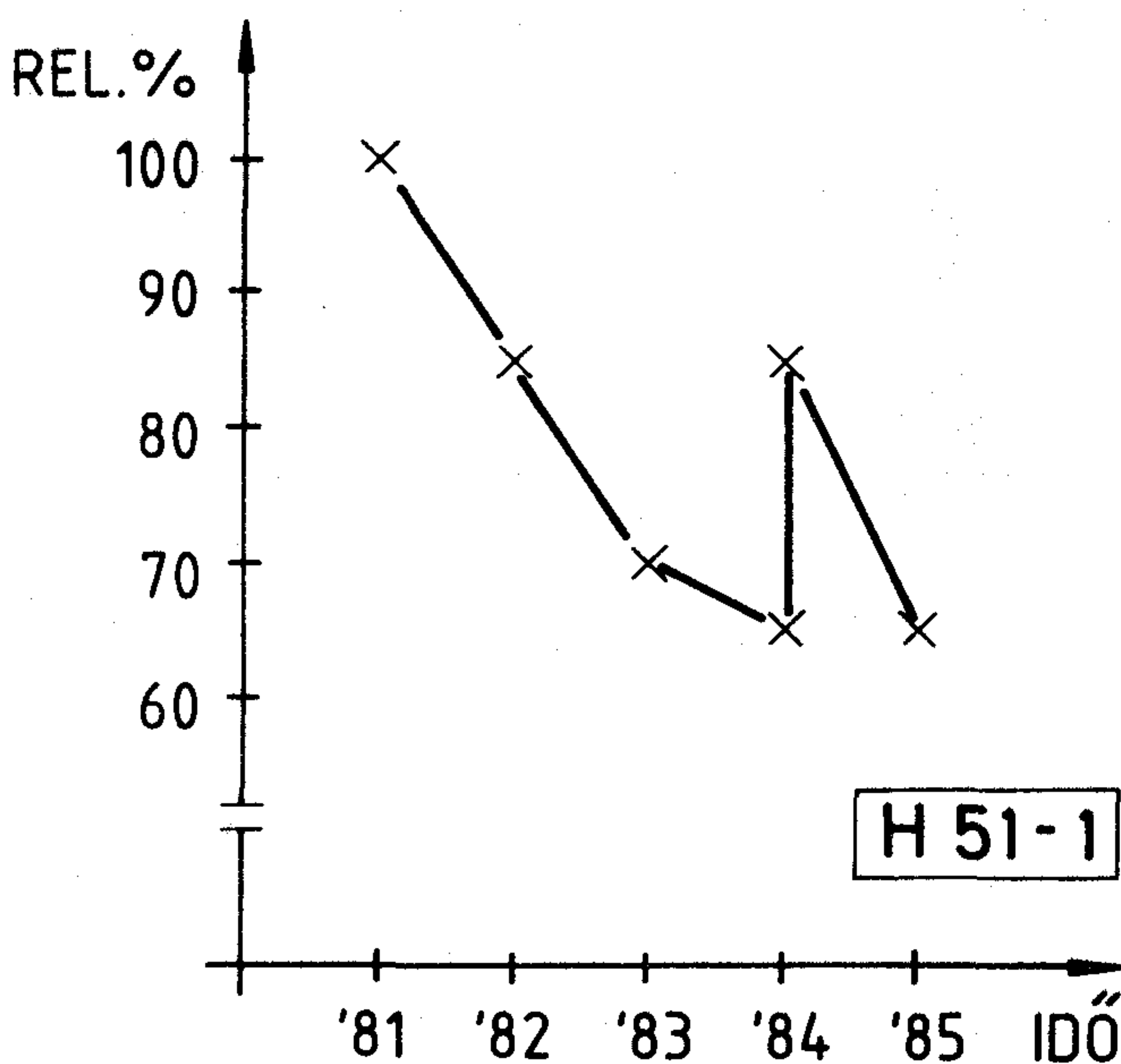
„Ez volt a mélypont. Az intézkedések teljes átgondolására sem volt mindig idő.”

„Ütemtelenné, kapkodóvá vált termelésünk.”

„Ebben az évben a legnagyobb mentséget meglevő készleteink jelentették.”

„A DATORG-nyilvántartás kezdetleges hibái több esetben iszonyú indulatokat idéztek elő. Látszott, hogy akkor még nem volt olyan fejlettségi szinten, hogy arra egy ipar ilyen gondja ilyen időben rábízható legyen. Bebizonyosodott, hogy adminisztrációnk sem alkalmas arra, hogy ilyen bonyolult követelményeknek megfeleljen. Ezen túl az ügyintézés tudatos lassítására is volt példa.”

„Ez az év egy gazdasági földrengés volt vállalatunk számára.”



1. ábra. Egy vállalati referenciakeret időfüggvénye

„A fő cél az volt, hogy a legkisebb, de a termelésben még elviselhető zavart okozó import valósuljon meg.”

„A kutatás-fejlesztésből a gyártásba csoportosítottuk át az alkatrészeket, hogy a termelés kiesést, az ütemtelenséget stb. minimálisra csökkentsük.”

— 1983 volt az első olyan év, amelyben a REFERENCIAKERET-gazdálkodás már általánossá vált. A rendelkezésre álló ipari devizakeretet vállalatokra és negyedévekre „tördeltük”, melynek mind műszakilag, mind gazdaságilag számos negatív következménye lett. 1983 májusában már nyíltan és széles körben támadás éri az új megoldást, pontosan és teljesen bizonyítva, milyen károkat okozott ipari termelésünkben. Mindenki tudta, hogy egy szükségintézkedésről, sőt egy átmeneti intézkedésről van szó, de ezzel együtt is sürgette azon járulékos negatívumok azonnali megszüntetését, amelyek a REFERENCIAKERET-gazdálkodás nyomán megjelentek termelésünkben.

1983 októberében már lehetőséget biztosítottak egy 15%-os előrendelés feladására az 1984. évi termelés előkészítése érdekében. Annak ellenére, hogy az előrendelés mértéke még vitatható volt, az előkészítésre kapott keret már a mélypontból való elindulás első jelét mutatta.

1983 szeptemberében és októberében, a nyári szabadságok után, megindult a tömeges alkatrészbeszállítás. November még egy erős visszaesést hozott, de decemberben több alkatrész érkezett be, mint előzőleg egy negyedév alatt. Különösen december második felében volt szélsőségesen nagy az alkatrészbeérkezés.

1983 első felében még jelentős segítséget adhat az 1980—81-ből származó készletek, de a vállalatok közötti segítő akció egyre hatástalanabbá vált a készletek különbözősége miatt.

Ebben az évben az EMO még az 1982-ben végzett szolgálatán is túl téve, olyan tartalmi segítséget adott a vállalatok munkájához (egységesítésre való törekvés, különleges behozatali módszerek stb.), amely messze túl volt kötelezettségén.

— 1984 már jobb volt. Relatíván jobb. Egyrészt segített az 1983-ban elindított előrendelés, de ebben az évben már tartalmasabb gazdálkodás is megvalósulhatott. Igaz, a vállalatok 1980–81 évi készletének használható része lényegében elfogyott. Ez egy lényeges tényező elvesztését jelentette.

Egyes vállalatok különböző „külső” irányból (pl. Belker.) segítséget kaptak, termelésük növekedéséhez, és több vállalat — megfelelő indokolás után — eseti keretbővítést kapott. Egy ilyen példát mutat az 1. ábra is.

Kiszélesedett viszont a keretek újrafelosztása. Több alkatrészgyár csak úgy tudott eleget tenni a feléje irányuló megrendelésnek, hogy részt kért a berendezésgyártó vállalatok devizakeretéből. Enélkül nem tudtak szállítani.

— 1985 indulása újra bizonytalan. Megszűnt ugyan a REFERENCIAKERET-gazdálkodás, megszűnt a tételes engedélyeztetés is, de ennek ellenére az 1984 októberében feladott igények 1985 januárjában még „állnak!” Már nincs engedélyeztetés, de nincs, vagy nem látszik a jó működése sem.

A vállalatoknál 1982 bizonytalansága jött vissza egyetlen hónap alatt.

1985 elején tehát „csend” van, mely a termelésben csak rosszat jelenthet.

Az 1984-ben megindult felemelkedés optimista hangulatában egyes vállalatok „agyonvállalták” magukat. Van olyan vállalat, amely jelentős tőkés exportnövekedést vállalt 1985 és 86-ra, mégis indulási nehézséggel küzd 1985 elején.

Ilyen indulási bizonytalanság a jellemző 1985 elején, amikor — normális ipari termelés esetén — már az 1986 elején szükséges importalkatrész-igények feladását kellene indítani.

2. A REFERENCIAKERET-gazdálkodás főbb tapasztalatai

Az első és legfontosabb, hogy ipari méretű DEVIZAKERET-gazdálkodás mindig volt elektronikai alkatrészellátásunkban. A vállalatokra bontott REFERENCIAKERET-gazdálkodás, melynek alkalmazására 1981 után került sor, tartalmában más, mint amely azt megelőzően volt.

Az 1981-ig alkalmazott DEVIZAKERET-gazdálkodás a hazai alkatrészfelhasználók igényére és a tárgyévra kapott devizakeretekre épülve átfogó gazdálkodási lehetőséget biztosított az elektronikai ipar és az iparon kívüli alkatrészfelhasználók összesített igényeire.

Az 1981 után bevezetett REFERENCIAKERET-gazdálkodás lényegében az átfogó gazdálkodás feladását jelentette, melynek eredményeképpen a rendelkezésünkre álló kevés pénzből nagyon drágán vásároltunk, és az időben széttördelt rendelések következtében rossz határidőkkel tudtuk biztosítani az alkatrészeket mind a termelő vállalatok, mind a társadalmi szolgáltatók részére. Ebben az időben a

keretek időben tördelt jellege miatt szó sem lehetett az „éves feladás — negyedévi lehívás” rendszerének fenntartására. A nagyon szűkös valutából tehát rossz hatásokkal és rosszul gazdálkodtunk. Amikor a legkevesebb pénzünk volt, akkor találtunk ki egy rossz módszert.

Nem egy esetben 25–50%-kal drágábban vásároltunk. Ez a többletár nem volt indokolható a világpiaci ár dinamikájával, mivel annak jelentős része a mi tördelt rendeléseink és fizetési realitásunk következménye volt.

Az ország alkatrész-felhasználóinak összesített alkatrészigénye nyomán várható mennyiségi engedmények helyett a széttördelt mennyiségű rendelések nyomán mennyiségi felárat kellett fizetnünk.

A tördelt mennyiségi rendelések egyeneskövetkezményei voltak a termeléshez nem illeszkedő szállítási határidők, a hazai termelés ütemességének szétesése, a rendkívüli intézkedések sora.

Nem egy esetben új szállítópartnert is kellett keresni. Ezt csak tetézték fizetési gondjaink. Ezekben az években több hónapos fáziskéséssel fizettük a szállítókat, mely további felárat jelentett.

Ugyanis a szállítás és a fizetés közötti fáziskülönbség gazdasági következményeit a szállítók az árba be kalkulálták.

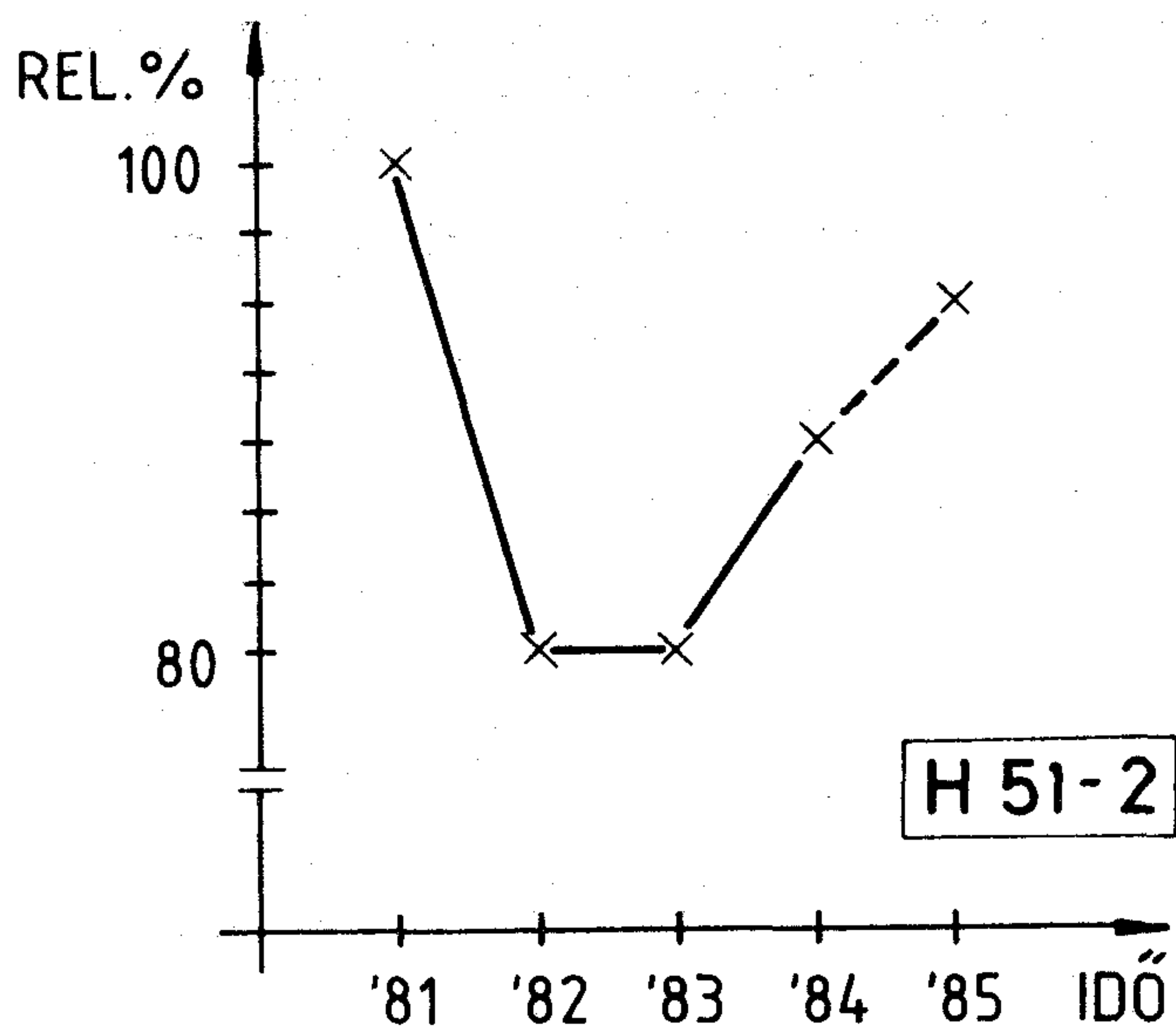
Végso következtetésként le kell szögezni, hogy ezekben az években — ha egyes vállalatok le is maradtak terveik teljesítésével — az ipar végül is mindig teljesítette tervét, amely csak úgy volt lehetséges, hogy a vállalatok valahogy előteremtették a termeléshez szükséges alkatrészeket. De hogyan? Egy részét a hazai vállalatoktól, egy részét szocialista forrásból, egy részét a kapott devizakeretből, egy részét az 1980–81-es készleteikből, egy részét egymás közötti cseréből, egy részét „iparon kívüli forrásból” biztosított keretből, egy részét eseti keretbővítésből stb. Végül is mindenki megkapta-kikönyörögte-kisírta-kiverekedte-összeszedte amire szüksége volt! De! Akkor mi szükség volt erre a rendkívül pazarló, a vállalatok termelésszervezését figyelmen kívül hagyó, meglevő lehetőségeinkkel rosszul gazdálkodó, a termelésben szélsőségeket előidéző módszerre?

Minél kevesebb volt a lehetőségünk, annál jobban irtani kellett volna mindennapi gyakorlatunkból a „tördelést”, a parciális megoldást, a gazdálkodás lehetőségének kizárását, az el nem fogadható módszerek érvényre jutását. Tudott, hogy ezekben az években kevesebb jutott, de ez még nem volt ok arra, hogy azt a kevesebbet is — rosszul használjuk fel.

Végül csak egy kérdés: miért kínoztuk önmagunkat és egymást?

3. Az 1981–1984 év számaiból levonható legfőbb tendenciák

— A tőkés alkatrész importkeret alakulása nincs összhangban az elektronikai berendezésgyártó ipar mennyiségi fejlődésével. Amíg a berendezésgyártó vállalatok átlagos mennyiségi fejlődése 5–6%/év között volt, addig a tőkés alkatrész importkeret alakulása a 2. ábra szerint, egy radikális visszaesést, egy mélypontot és egy lassú emelkedést mutat. Csak tetézi ezt az ellentmondást, hogy időközben



2. ábra. Az ipari import keret időfüggvénye

az iparon kívüli alkatrészfelhasználók igénye és ára növekedett.

— A kutatás-fejlesztés aránya a felhasználáson belül fokozatosan csökken 1981 óta. Ez a tendencia rendkívül figyelmeztető, miután ezekre az évekre esik az a minőségi fejlődés, amelyhez a kutatóhelyek minden eddiginél drágább alkatrészeket igényeltek és használtak fel. (Pl. a nagysebességű digitális áramkörök, a fény segítségével történő információátvitel, a 10 GHz feletti frekvenciatartományok felhasználása, az űrtávközlési berendezések kidolgozása stb.)

— Fokozatosan csökkent a nagyobb ipari vállalatok hányada az összimporton belül és az iparon kívüli felhasználók (szolgáltatók, tsz-melléküzemágak, gmk-k, tanácsai vállalatok stb.) igénye megháromszorozódott 1981–84 között.

— Évről évre egyre kevesebb alkatrészt kaphattak a kerettulajdonosok ugyanazért a Ft-ban kifejezett keretösszegért.

— Az alkatrészárak átlagosan 3–11%-kal növekedtek az említett időszakban;

— A Ft/\$ viszony többszöri megváltozása fokozatos belső leértékelést hozott a keretek vásárlóértékében is.

— Minden eddigiehez képest megnőtt az alkatrészfelárak száma és nagysága (menyiségi felárak, közvetítői felárak, késedelmes fizetésből adódó felárak stb.).

— A keretösszegek belső értékcsökkenésének el-
lensúlyozására, 1984. áprilistól, eltörölték a 20% alkatrészilletéket, és 1985–86-tól kezdődően több vámtétel csökkenését tervezik.

4. A vitában elhangzott néhány lényeges megállapítás

— Beláthatatlan következménye lesz annak, ha véges időn belül nem tudunk valamilyen elfogadható mélységű, a hatékonyabb gazdálkodást és termelést elősegítő ipari választékolást, egységesítést megvalósítani. Az a mai gyakorlat, hogy ahányan vagyunk, annyi alkatrészszékhelyt határozzunk meg, sokáig követ-

kezmények nélkül nem tartható. Az a törekvés, hogy az EMO az alkatrészellátás során „közvetett iparpolitikát” alkalmazva, igyekezett egy átfogó koordinációt megvalósítani, nagyon elismerésre méltó, de ebben az esetben sokkal nagyobb, mélyebb és átfogóbb munka szükséges, mint amelyet egy fő feladat sodrásában meg lehet valósítani.

Az ipari választékolásban, egységesítésben a prioritást a berendezésgyártó vállalatok igénye kell kapja. És nem fordítva!

Két mondat a vitából: „Ne hagyja el a kordé a lovat!” „Ne toljunk a kötéllel! Húzzunk!”

Az a felfogás, hogy a berendezésgyártó ipar mindig a mindenkor rendelkezésre álló, tetszőleges összetételű alkatrészből gyártson, elfogadhatatlan.

Szelektív berendezésgyártó iparpolitikára volna szükség és ahhoz illesztett háttérpári programra. Nem lehet jó az az alkatrészpári program, amely az elektronika egészéből kiszakítva az elektronikai berendezésgyártó ipar igényét és fejlődését követni nem igyekvő feltételek között jön létre. **Egy olyan kis országban, mint a miénk, csak háttérpári szolgáltatásra szervezett alkatrészpár fejlesztésének van értelme!**

Az ipari választékolásnál, professzionális elektronikai berendezések vonatkozásában hat-nyolc, a közszükségleti elektronikában pedig 2-3 fő felhasználó vállalat igénye kell legyen a fundamentum. Az, hogy a jelenlegi heterogén alkatrész-felhasználás milyen, eddig nem tapasztalt hátrányokkal is jár, jól mutatta az a félsiker, amikor a nagy gondok idején két vállalat segíteni kívánt egymásnak meglevő készleteikből. Igen, de a csere során derült ki, hogy ahány vállalat, annyi alkatrészszékhely. Elfutottak egymás mellett az igények, érdemi megoldás nélkül. A szándék szükséges, de nem elégséges!

— Az 1981 után bekövetkezett alkatrészellátás gondjaink nem rövid távúak. Jobb ezzel szembenézni!

Gondjaink hosszútávú jellegének fő forrása:

- népgazdaságunk devizagondjai hosszú távúak, és belátható időn belül nincs remény arra, hogy az 1981-ig tartó korszak megismétlődjön;
- egyre szigorodik a COCOM embargója. Sőt! Visszamenőleg tilalomlistára tett olyan alkatrészeket is, amelyeket 5–10 év óta importból biztosítottunk. A kerülő út felára egyre inkább elviselhetetlen szintre nő;
- a hazai alkatrészpár fejlesztése sem valósulhat meg a szükséges meredekséggel, mely csökkenti a szocialista árucseréalap fejlődését is.

A jövő szempontjából a szocialista alkatrész-felhasználás színvonalát azon a szinten remélhetjük, amilyen szintre az árucseréalapot — a legmodernebb alkatrészek vonatkozásában is — biztosítani tudjuk.

— A mai alkatrészigényekből mintegy 20–30% az, amely megoldottnak tekinthető. Sorozatos, hosszútávú, jó intézkedésektől is csak az várható, hogy a megoldottnak nevezhető alkatrészhányadot 50–60% nagyságrendjébe emeljük. 100%-os, jó megoldás, csak a szocialista országok minden eddiginél tartalmasabb, eredményesebb, jobb együttműködésétől várható. Ez pedig legalább két évtized!

Összefoglalóan tehát ne ábrándozzunk egy gyorsan múló gondról. Emellett szól az is, hogy a cél, amely után futunk — NEM ÁLL! Nagy sebességgel halad! És mi nem tudunk eléggé gyorsan futni utána. Az, amit több évtized során elhibáztunk, még sokáig gondunk marad.

— 1985 újabb ismeretlent is hoz. Lezárul a VI. ötéves tervidőszak és a VII. ötéves terv indul. Ez évben meg kell rendelni az 1986. évi termeléshez szükséges alkatrészeket, de a '86 évi kontingensek nélkül. Ez gondjainkat azzal növeli, hogy sokkal mélyebben kell elemezzük, hogy a rendelkezésünkre adott devizalehetőséget mire fordítjuk.

— Az importkiváltást több esetben gazdasági okok is hátráltatják. A vitában elhangzott példák egyike egy teljesítménytranszisztor volt, mely egymagában +160 Ft többletköltséget jelentett volna, a készülék belső értékének növelése nélkül. Ez a többletköltség egy kisebb értékű, 4–6% nyereséggel gyártott készülék esetén, egyetlen alkatrészcsere, nem elviselhető. Elhangzott az is a vita során, hogy a hazai és a szocialista alkatrészek magas ára, importkiváltás esetén, csak a berendezésgyártó vállalat nyereségének rovására történhet. Ez csak egy szintig viselhető el az eladási ár növelése nélkül.

Teljesen már kérdés a berendezésorientált integrált áramkörök alkalmazásán keresztül történő importkiváltás, mely esetben a készülék, illetve a berendezés belső értéke is nő.

Most nézzük meg a második kérdést:

Mit javasol az alkatrészellátás megoldására?

Most is a kutatás-fejlesztés, a gyártás és az ellátás sorrendjében vizsgáljuk meg a javaslatokat.

Dr. Kiss István (TKI):

Az országosan kiemelt célprogramokban előírt, kormány szinten jóváhagyott kutatás-fejlesztések a devizagazdálkodás olyan rendszerét igénylik, amely lehetővé teszi e tevékenység különböző fázisainak megfelelő időben, volumenben és összetételben történő tőkés import anyag- és alkatrészellátását.

A kutatás-fejlesztés jellegéből adódóan a felhasználás volumenére vonatkozó bázis év kijelölésére megközelítő pontossággal nincs lehetőség. A mindenkori szükségletnek megfelelő összeg és felhasználási lehetőség engedélyezése kívánatos.

Tapasztalataink szerint a tárgyévra szóló rendelkezéseket már az előző év III. hónapjától el kell helyezni a külkereskedelmi vállalatoknál ahhoz, hogy körültekintő piackutató munka után, a felesleges felárakat elkerülve, időben rendelkezésre álljon valamennyi tőkés anyag, alkatrész, amely más forrásból nem biztosítható, ugyanakkor a műszaki-tudományos-gazdasági optimum eléréséhez elengedhetetlen.

Már kutató-fejlesztő munkánk során keressük azokat a lehetséges megoldásokat, amelyek a legnagyobb importmegtakarítást eredményezhetik. Kutatás-fejlesztési eredményeink megvalósításához szükséges igen költséges, nehezen beszerezhető, tőkés import alkatrészek közül egyesek kiváltását

(pl.: vékonyréteg áramkör, ferritek, YIG-eszközök stb.) már megoldottuk. Ezek mint a kutatás „melléktermékei” jönnek létre és ipari igény esetén az Intézet kis sorozatban is előállítja.

Úgy tűnik, hogy az importtal való ésszerű gazdálkodás érdekében is átfogó, ipari méretű egységesítés lenne szükséges. Ennek hiányában továbbra is széles alkatrészválasztékkal kénytelenek dolgozni a vállalatok. A heterogenitás a készletek növekedését eredményezi és a vállalatközi alkatrészáramlás lehetőségét csökkenti.

Az alkatrészellátás javítása érdekében kiemelten hangsúlyt kell helyezni a jövőben a hazai alkatrészipar átfogó továbbfejlesztésére. Ez a hazai korszerű aktív, passzív és elektromechanikus alkatrészek választékának bővítése mellett fontos a szocialista relációból származó új, korszerű elektronikai alkatrészek árucerealapjának biztosítása szempontjából is.

Berecz Frigyes, BHG:

A legfejlettebb ipari országokban az alapanyag- és alkatrészverseny, a berendezésgyártók számára, egyre újabb és újabb lehetőségeket tár fel. Az alkatrészcsodák „megihletik” a berendezéstervezőket, a túlkínálat leszorítja az árakat, kiveti a gyenge minőséget, „tolóerőt” gyakorol a feldolgozó iparra. Az elektronikai forradalomnak elengedhetetlen előfeltétele ez az állapot. Ez vagy úgy érhető el, hogy hatalmas állami támogatással teljes önellátást, sőt túlkínálatot építenek ki (erre ma még csak az USA és Japán képes), vagy úgy, hogy szabaddá teszik az importversenyt. Enélkül az alkatrészellátás nem oldható meg. Mivel hazánkban ma egyik megoldásnak sincs realitása, ezért a BHG nem tud javaslatokat tenni a megoldásra, legfeljebb a javításra.

Jól érzékelhető javulás csak a KGST-országok összefogásával lenne elérhető. Egyrészt azért, mert kutató-fejlesztő-gyártó kapacitásaik együtt már igen jelentősek, másrészt azért, mert jól egyeztetett, a lehetőség határáig tipizált alkatrészigényeik lehetővé tennék világpiaci áron is a gazdaságos sorozatgyártást, a minőség szint növelését, a szállítási feltételek javítását.

A COCOM tilalmak és a hazai devizakorlátok miatt a nem-szocialista szállítók csak csekély mértékben vehetnek részt hazai piacainkon az importversenyben. De jelenlétük feltétlenül szükséges, szállításaik részarányának növelését elsősorban kooperációk, közös vállalatok működtetésével, licencek vásárlásával lehetne elősegíteni.

Mindkét relációban növelni esélyeinket az ellátás javítására, ha a magyar alkatrészgyártásból — a hazai igények kielégítésén felül — egyre több színvonalas termék jutna exportra, cserealapként. Alkatrésziparunk adottságai a korszerű passzív- és elektromechanikus-elektronikus alkatrészgyártásra, illetve annak fejlesztésére jelenleg sokkal jobbak, mint az aktív alkatrészekre, de nem élünk ezzel a lehetőséggel. Az EKFP következő ötéves ciklusában több figyelmet kellene fordítani a hazai adottságokra.

A minőségi gondokat csökkenteni, ha az illetékes magyar intézmények felkészülnének az IECQ nemzetközi minőség tanúsítási rendszer bevezetésére és

mind a hazai gyártóktól, mind az importőröktől való megkövetelésére.

A berendezésgyártók (legalábbis a BHG) feladat is vállalnának, ha a készletezők ütemezetten, szettekben vállalnák az ellátást. A biztonságos szállítás feltételeinek javulásában igazi áttörést a TEK vállalatok tőkeemelése hozna, amelynek ellenében be kellene tölteniök eredeti feladatukat. Enélkül a berendezésgyártók hiába szereznek be korszerű szerelőgépeket, célműszereket, azok az időalap nagy részében kihasználatlanul állnak, eleve lehetetlenné téve a hatékony gyártást, és ezáltal az árversenyben való helytállást is.

Mindenképpen megoldandó, hogy az OKKFT-ben meghatározott feladatok, a konkrét szerződéssel alátámasztott piaci igények fejlesztési munkáihoz szükséges nem-szocialista beszerzések, minden illetékes állami szervnél „zöld utat” kapjanak. Hasonlóankellene elbírálni a már üzemelő gyártóeszközök tartalékalkatrész igényeit is. Legalább azoknál a vállalatoknál, amelyeknél a tőkés export rendszeresen nagyobb, mint az import, mellőzni kellene a tételes engedélyezési eljárást és csak hosszabb időszakok értékelésére kellene hagyatkozni.

Köveskúti Lajos HT:

Az éves devizakeret lehetőség 80–90%-át bocsássák az év elején rendelkezésre, a beérkezés megfelelő időbeni korlátozásának előírásával. Ez nemcsak devizakeret-megtakarítást jelentene (elmaradna a mennyiségi felár, egyszerre nagyobb mennyiség rendelhető és mennyiségi rabatot élvezhetnénk), hanem ütemesebb kiszállítási feltételeket is, amelynek kedvező kihatása közismert.

A szocialista eredetű alkatrész árak indokolatlanul magasak. Javaslom, hogy azok hazai kereskedelmi forgalmi értékét, ha kell, támogatással, vagy más módon csökkentsék.

Fokozottab hangúlyt kell fordítani a hazai elektromechanikai alkatrészek fejlesztésére és gyártására. Import beszerzéseinknél ezen termékcsalád a legnagyobb arányt képviseli, ugyanakkor ezek hazai gyártásához szükséges technológia és know-how beszerzése nem esik kiviteli korlátozás alá. Az elektromechanikai alkatrészek hazai gyártásával ugrásszerű tőkés importkiváltást lehetne elérni.

Czirinkó József, ORION:

Évekre visszamenően egyértelműen megállapítható, hogy a hazai elektronikai alkatrészipar nem tudja ellátni a berendezésgyártó ipart alkatrészszel, sem mennyiségben, sem minőségben. Az eddig készült ilyen jellegű iparfejlesztési koncepciók az elvárható eredményeket sem hozták meg.

A belföldi alkatrészellátásban monopolhelyzet alakult ki, mivel az alkatrészgyártók sem kapacitással, sem műszaki fejlesztéssel nem tudják biztosítani a berendezésgyártó ipar szükségletét, így csak azt gyártják, ami nekik kedvező. Ez felveti azt a problémát, hogy a belföldi alkatrész- és szerelvénygyártó vállalatokat valamilyen formában, érdekeltté kell tenni az ellátásban.

Mint az előző pontban is említettem, meg kellene oldani az elektronikai alkatrészgyártás problémáját. Központi program keretén belül kell meghatározni és biztosítani azt a területet, amellyel foglalkozni kell. A többit pedig elsősorban a szocialista integráció keretén belül kell biztosítani.

Központi intézkedés hozhat csak olyan eredményt, hogy a berendezésgyártó vállalatok felé támasztott igény, alkatrészszel és szerelvénnyel is fedezhető legyen.

Iklódy Gábor, EMO:

Előre szeretném bocsátani: nincs olyan csodaszer, amely ezt a gondot rövid idő alatt képes lenne felszámolni! Az alkatrészellátást, magam is a hazai elektronikai ipar fejlesztése kulcskérdésének tartom, és olyan problémának, melynek megoldásában igen nagy szerepet kell vállalni az Elektromodulnak.

Az ellátással kapcsolatos Elektromodul „filozófiát” az alábbiak szerint fogalmaztuk meg: az alkatrész-felhasználónak az alkatrészt idejében kell megkapni! Hogy honnan és miképpen, erről nekünk kell gondoskodni.

Az ellátásban elsősorban a hazai alkatrésztermelésre támaszkodunk, ugyanakkor az importban igyekszünk minél több szocialista típust beszerezni, hogy a rendelkezésre álló szűkös tőkés devizát csak olyan elemekre költjük, amelyet máshonnan beszerezni lehetetlen.

Mindebből adódnak elképzeléseink az ellátás javítására.

Támogatjuk a hazai alkatrésztermelés fejlesztését, bár ebben túlzott lehetőségekkel nem számolunk. Az alkatrészgyártók tőkészegetények, és túlzás volna azt állítani, hogy az alkatrészfejlesztésre életképes, egységes, átfogó koncepció létezne. Véleményem szerint ennek kidolgozása igen sürgős feladat, melyben az Elektromodul koordinációs közreműködését hozzátartozónak érzem. A hazai fejlesztést viszont nem tartom olyan lehetőségnek, amely minden problémát megoldana. Sőt! Azt hiszem, legalább az ezredfordulóig az elektronikai alkatrészellátásban a főszerep az importé marad. Mivel a devizakorlátokkal tartósan számolnunk kell, igazán a szocialista alkatrészek behozatalának növelésében látok számottevő perspektívát. Ennek érdekében számos lépést tettünk és ezután is tenni szándékozunk. Csak példaként: az idén kedvező árakkal is ösztönözni kívánjuk a szocialista alkatrészek forgalmának növelését.

Az elektronikai alkatrészellátás javítására számos elképzelésünk van, de úgy vélem, ez nem kampányfeladat, hanem az Elektromodul tevékenységének egyik legalapvetőbb tartalma az elkövetkezendő időben is.

Konkrétan:

- elő kívánjuk segíteni az alkatrészválaszték ésszerű szűkítését, ezért ajánlott választékjegyzéket készítettünk, és az Ipari Minisztérium hasonló munkájában aktív részt vállalunk;
- aktív közreműködéssel, adatszolgáltatással és elemzéssel segítjük az alkatrészfejlesztési döntések jobb megalapozását;
- lehetőségeinkhez mérten bővítjük a korszerű

kiszolgálási formákat, a közvetlen raktári kiszolgálást, a szett kiszolgálást, a kihelyezett raktári hálózatot;

- szélesítjük a kisfogyasztók-kisfelhasználók ellátási hálózatát;
- 1985 év folyamán, felkészülünk az Elektromodul kereskedőházzá alakítására, a termeltetési funkció kiterjesztésére, a közös ügyletek létrehozására (hazai és külföldi partnercégekkel), a különleges ügyletek körének fokozatos kiterjesztésére, az export- és importtevékenység jobb összehangolására anélkül, hogy fő funkcionkat, a hazai elektronikai berendezésgyártó vállalatok alkatrészellátását szem elől tévesztenénk. Ellenkezőleg! A sokoldalúbbá válással is ezt kívánjuk elősegíteni.

Saját tevékenységünket magunk irányíthatjuk. Az Elektromodul intézkedései ugyanakkor önmagukban az alkatrészellátás problémáit nem oldhatják meg. Átfogóbb intézkedésekre is szükség van és úgy tűnik, hogy figyelemfelhívásaink két esztendő után visszhangra találnak. Az alkatrészellátás és fejlesztés problémájával a Gazdasági Bizottság és az Állami Tervbizottság is behatóan foglalkozik, még az év első felében.

Az alkatrészellátás gondjainak radikális és gyors megoldására kevés lehetőséget látok. A helyzeten azonban jelentősen javítana, ha a sokáig mostohán kezelt elektronikai alkatrészgyártás központi támogatást kapna, adó- vagy hitelkedvezmények formájában, ha az alkatrészfejlesztés licenc és know-how politikáját országosan is sikerülne összehangolni. Úgy vélem, van még feltáratlan tartalék, a nagyobb elektronikai berendezésgyártók saját alkatrésztermelői kapacitásaiban is.

Az alkatrészellátást segíthetné a nemzetközi kereskedelmi és termelési kooperációk körének fokozatos bővítése, mind a szocialista, mind a tőkés országok esetében.

Az árkérdés is igen súlyos gond az alkatrészgyártók számára! Termelési feltételeik nem versenyszerűek, de a termékeiknek, a sokkal jobb pozíciójú és ellátottságú, világpiacra is termelő gyártócégek gyártmányai-val kellene állniuk a versenyt. Szerintem, ez képtelenség!

Az alkatrészgyártók árainak jelentős emelésével, mindemellett, magam sem értenék egyet, ennek továbbgyűrűző hatása miatt. Viszont az alkatrészárak még jelen árszinten történő megtartása is csak központi kiegészítéssel lehetséges. Jó volna ennek forrásait megtalálni!

A jobb alkatrészellátást szolgálhatná a TEK készletezési funkció következetes elismerése és az alábbi jellegzetességek figyelembevétele.

A lényegesen nagyobb forgási sebességű TEK készletek finanszírozási szabályai ma azonosak az ipari készletekével, a készletérték elbírálása is azonos elvek alapján történik. Különösen igazságtalannak és ellenérdekeltséget szülők tartom azt a gyakorlatot, amely még az újraforgalmazásra begyűjtött készletek vállalati kronologikus készletszintbe való beszámítását is megkívánja, az 1984. évi, magasabb vezetői prémiumok megállapításakor.

A korszerűbb kiszolgálási módok óhatatlanul na-

gyobb TEK készletet igényelnek, de alkalmazásukkal egyrészt a termelés anyagellátási biztonságát lehet növelni, másrészt a termelővállalatok készlet-szintje — ezen követelménynél lényegesen nagyobb értékkel — csökkenthetővé válik. Ezen készletát-csoportosításban, hiányolom a TEK vállalatok érdekeltségét, mert enélkül a készletek átrendeződésének megindulására alighanem hiába várunk.

Az elektronikai alkatrészellátás megfelelő szintű megvalósítása összetett, a hazai elektronikai ipar szempontjából sorsdöntő feladat, amelyet szerintem csak igen összehangoltan, sokoldalú elemzésen nyugvó, egységes elektronikai koncepció alapján leszünk képesek elfogadhatóan megoldani.

Ebben az Elektromodul mindvégig aktív szerepre vállalkozik.

A vita összegezése

A vita során, a leglényegesebb célokban egyetértés volt. Ilyen volt például:

- a kiindulást jelentő, jelenlegi helyzet megítélése;
- a hazai alkatrészipar kiemelt fejlesztésének nélkülözhetetlensége;
- az állami segítség nélkülözhetetlensége, az alkatrészipar fejlesztésében;
- a szocialista országokkal való együttműködés meghatározó szerepe;
- a választékszűkités szükségessége;
- az alkatrészipar háttérpári szerepe stb.

Annak ellenére, hogy a fenti célokhoz vezető út és módszer tekintetében eltérő elképzelések is elhangoztak, az álláspontok mégis egységesnek tekinthetők, mert a különböző elképzelések a választott célok elérésének különböző alternatíváit jelentették.

Nem alakult ki ellentétes vita, de egyhangú egyetértés sem, az „erő- és eszközkoncentráció” szükségességében, az „együtt vagy egyenként”-ben.

Ez nem meglepő azok számára, akik közel élnek az ipar mindennapi gondjaihoz. Ez a vita már csaknem két évtizede tart megoldáskereséseinkben és ebben a tekintetben elkötelezetteké váltak a szakemberek: ki ebben, ki abban az irányban.

1. A jelenlegi helyzet néhány jellemzője

A vita során egyöntetű volt a vélemény abban, hogy a VI. ötéves tervidőszakban csak a REMIX-ben zajlott le olyan átfogónak tekinthető fejlődés, amely maradéktalanul örömet jelent minden szakember számára. Ez nem jelenti azt, hogy a többi alkatrészvállalatnál nem volt értékes fejlődés, de azt igen, hogy azok csak egy-egy szakkultúrára szorítkoztak és meg sem közelítették a REMIX-ben lezajlott, átfogónak tekinthető jelleget. A vita hangulatát jól jellemzi az ezzel kapcsolatban elhangzott egyik gondolat: Van egy REMIX és van egy REMIX és van egy REMIX! Túlzás! Mindannyian tudtuk! De kifejezi azt, hogy másutt is legalább olyan átfogó jellegű fejlődésre lett volna szükség, mint amilyen a REMIX-ben volt.

A Mikroelektronikai Vállalattól csodát vártunk a VI. ötéves tervidőszak kezdetén és reálist kaptunk. A csodavárás a mi hibánk volt, nem a MEV-é. Ebben a vállalatban elismerésre méltó fejlődés következett be a berendezésorientált integrált áramkörök technikája-technológiája területén, ugyanakkor a vállalat „hagyományos” technológiája csak öregedett az elmúlt öt év alatt. Idézet a vitából: „Amennyit előrelépett a MEV az újban, ugyanannyit, vagy még többet visszalépett a régiben.”

Pedig a régi technológia 20–22 Mdb/év integrált áramköri kapacitást jelent, amelyre rendkívül szükség van. A 20–22 Mdb integrált áramkörből mintegy 7–8 Mdb került felhasználásra itthon, ugyanakkor a szocialista árucerealap döntő hányada ebből a 13–14 Mdb integrált áramkörből került ki. Ennek előregedése és az előregedés során várható zavara, a nehezen kiépített szocialista árucserénket veszélyeztetné. Erre a kapacitásra, sőt sokkal nagyobbra hosszú távon szükségünk van. A VII. ötéves tervidőszakban az új technológia továbbfejlesztése haszthatatlanul szükséges, ugyanakkor a régi technológia csaknem tizesztendős gépparkja teljes felújításra és továbbfejlesztésre szorul. A VI. ötéves tervidőszak során tehát a MEV-ben a félvezetőkultúra átfogó fejlesztése helyett csak egy tématerület szelektív fejlesztése valósulhatott meg.

Hasonló a helyzet a HAGY-ban is. Itt elismerésre méltó, jelentős fejlődés jött létre a stroncium-ferrit területén, ugyanakkor a bárium-ferrit technológiája, gépparkja annyira előregedett, hogy általánossá vált a reklamáció és a visszáru.

Még súlyosabb a helyzet az elektromechanikus alkatrészek területén, ahol kiemelkedő volumenű tőkés alkatrészimportot kell kielégítenünk, ugyanakkor a KONTAKTA-ban, megoldást jelentő fejlesztés egyetlen tématerületen sem valósult meg a VI. ötéves tervidőszak során. Csak tetézi ezt a gondot, hogy van olyan gyártmány, amelyhez az alapanyag- és részalkatrészimport ugyanannyiba — vagy többbe — kerül, mint ha kész alkatrészt importáltunk volna.

Hasonló helyzetkép tapasztalható a többi elektronikai alkatrész-kultúrában is.

Az előzőekben azokról a tématerületekről tettünk említést, amelyben a VI. ötéves tervidőszak idején — magyar értékmérőkkel jelentős, de nemzetközi értékmérőkkel csak szigetnyi — fejlesztések folytak. Ebből a néhány példából is látható, hogy milyen dinamikus és átfogó fejlesztés volna szükséges az egész elektronikai alkatrésziparban az elkövetkező évek során. Igen ám, de az alkatrész-vállalatok a szükséges fejlesztésnek csak töredékét képesek fedezni.

2. A hazai alkatrészipar kiemelt fejlesztésének nélkülözhetetlensége

A vita résztvevői egyetértettek abban, hogy alkatrészellátásunk javításának legfőbb eszköze a hazai alkatrészipar kiemelt fejlesztése.

Ez nemcsak azért fontos, hogy javítani tudjuk az országos alkatrészigény kielégítésén belül a hazai előállítású alkatrészek hányadát, hanem azért is, mert anélkül nem remélhetjük a szocialista alkatrészekhez való hozzáférésünk bővítését sem. A szoci-

alista országokkal való árucserre kívánt színvonalra való fejlesztése csak modern alkatrészeket is tartalmazó, igényeinknek megfelelő belső értékű árucserelappal lehetséges.

A hazai alkatrészipar fejlesztésénél régóta vitatott téma, hogy azt milyen koncepció alapján végezzük? Teljesen más programot kell kidolgozzunk akkor, ha a cél az, hogy alkatrésziparunk HÁTTÉRIPAR-ként szolgálja berendezésgyártásunkat és teljesen más programot akkor, ha az egyes alkatrészgyárakat, sőt az egyes alkatrész-kultúrákat önállóan, berendezésgyártó iparunk céljaitól elszigetelten kezeljük és értékeljük. Az első esetben a programot egész elektronikai iparunk eredményességének optimumára dolgozzuk ki, míg a másodikban az egyes alkatrész-kultúrák optimumát tekintjük fundamentumnak, végig sem gondolva, hogy ez a parciális szemléletű fejlesztés milyen következményekkel jár egész elektronikai iparunk szempontjából.

3. Az állami segítség nélkülözhetetlensége alkatrésziparunk fejlesztésében

Valamikor még a '70-es évek első felében, egyik alkatrészgyárunk igazgatója így kiáltott fel: „HA AKARTOK KORSZERŰ ALKATRÉSZEKET, SEGÍTSETEK! MAGUNKTÓL CSAK AZ IGÉNYEK TÖREDÉKÉNEK KIELÉGÍTÉSÉRE VAGYUNK KÉPESEK!” Azóta lényegében semmi sem változott! Alkatrészgyártó vállalatunk nem képesek önmagukat felemelni külső segítség nélkül. Ezt bizonyította az V. és a VI. ötéves tervidőszak és ez tükröződött a VII. ötéves tervidőszakra készült koncepcióból is. Alkatrészgyártó vállalatunk — kb. 50%-os fejlesztési hitelt előirányozva is — lényegesen alacsonyabb fejlődési dinamikát biztosító koncepciót (8–9%/év) tudtak elővezetni az elkövetkező öt esztendőre, mint a berendezésgyártó ipar (10–11%/év). És akkor? Hol van az iparon kívüli alkatrészfelhasználók igényének fejlődése? Hol van az 1986-tól kezdődő országos elektronizáció programjához szükséges alkatrészigények kielégítése? Hol van a már meglevő elmaradottságunk felszámolása?

Figyelembe véve egy olyan célt, hogy ezredfordulóra elektronikai alkatrésziparunk teljesítőképessége egyenlő legyen az akkorra várható országos alkatrészigénnyel, egy 20%/év-nél is dinamikusabb alkatrészipari fejlesztést kívánna, az 1986–90 évekre. Hol van ettől az a dinamika, amelyet az alkatrészipari vállalatok, 50%-os fejlesztési hitel esetén is vállalni tudnának?

A VII. ötéves tervidőszakra kidolgozott alkatrészipari koncepció átdolgozása már folyamatban van, de abban is csak egy 13%/év fejlődési dinamika került vitára. Ennek a változatnak is már több változata van. Az egyik, amelyben több vám, adó stb. kedvezmény mellett, az összes fejlesztési költségnek csak mintegy 18%-a volna a vissza nem térítendő állami hozzájárulás, míg a másik egy olyan változat, amelyben a kedvezményeken túl, már nincs is vissza nem térítendő állami hozzájárulás. Nem kell mély elemzés ahhoz, hogy ennek mi lesz a következménye, ha így marad.

Emlékeztetés: csak részeredményeket tudtunk el-

érni a VI. ötéves tervidőszakban, amikor lényegesen nagyobb volt az állami hozzájárulás alkatrésziparunk fejlesztésében.

4. A szocialista országokkal való együttműködés meghatározó szerepe

Már a vita első részében egyetértés volt abban a tekintetben, hogy a végleges megoldást alkatrész-ellátásunkban csak a szocialista országokkal való tartalmasabb, hatékonyabb együttműködés megvalósításától várhatjuk. De hol van még ez a cél? Mikorra várható ennek megvalósítása? És mit kell tegyünk addig?

Az alkatrészipar fejlesztése igen eszközigényes. A szocialista országok is igen nagy erőfeszítések árán tudták előteremteni azokat az eszközöket, amelyek segítségével alkatrésziparuk fejlesztését úgyahogy megoldották. És a legfontosabb: nem azért invesztáltak, hogy a mi elektronikai alkatrészigényünket elégítsék ki. Törvényszerű, hogy a szocialista országok adottságai mellett, hosszú évekig, csak az árucserre, vagy a közös vállalat lehet megoldás.

Naivak, félműveltek voltak azok, akik döntésre jogosult vezetőinket azzal vezették félre, hogy alkatrésziparukat dinamikusan fejlesztő szocialista országok rövid időn belül, eladási kényszerhelyzetbe kerülnek. Pont az ellenkezője valósult meg! Fokozatosan csökken még annak lehetősége is, hogy berendezésért modern alkatrészt lehessen cserélni. Sőt! Ma még az sem érhető el, hogy bármilyen alkatrészt, bármilyen alkatrészt lehessen cserélni. Többek között ez is oka annak, hogy a szocialista országokkal való árucserre, elsősorban kétoldalú kapcsolatokban ad elfogadható megoldást. Ma még minden szocialista országra, de még a Szovjetunióra is igaz, hogy alkatrészigénye sokkal nagyobb, mint alkatrésziparának termelése. Úgy is kifejezhetnénk, hogy minden szocialista ország — „alkatrészéhséggel” küzd.

Igazuk van azoknak, akik a szocialista országokat azért bírálják, hogy ma „mindenki — mindent” csinál, hogy nincs kielégítő szakosodás, hogy ma még mindenki elsősorban önmagában bízik. De! A hibát először magunkban keressük! Hogyan akarunk mi hatékony együttműködést elvárni nemzetközi szinten, amikor itthon, két vállalat sem tud hosszú távon hatékonyan együttműködni? Ha majd itthon kielégítő szinten megy az együttműködés, akkor lehet először jogunk arra, hogy az országok közötti együttműködés lassú fejlődését bírálhassuk. Ha majd saját iparunkon belül magas szintre tudjuk emelni az együttműködést, akkor reménykedhetünk, hogy más országokkal is menni fog.

Két idézet a vitából: „A mi számunkra más végleges megoldás nincs, mint a KGST-együttműködés keresése, minden áron, a megoldásig!”

„Bármilyen nehézségei, sőt akadályai is vannak ma a szocialista országokkal való együttműködés keresésének, újra és újra kezdeményezni kell.”

És ma — és holnap?

A szocialista országokkal ma megvalósítható árucserre fejlesztése akkor és csak akkor valósulhat meg, ha dinamikusan fejlesztjük saját alkatrésziparunkat, megfelelő belső értékű, modern árucerealapot tu-

dunk felkínálni azokért az alkatrészecskéért, amelyeknek gazdaságos gyártását nem tudtuk megvalósítani.

5. A választékszűkítés szükségessége

Már a vita első részében téma volt, milyen súlyos műszaki-gazdasági gondot eredményezett, hogy elektronikai iparunkban több évtizede nincs megoldást eredményező választékolás, egységesítés. Téma volt az is, hogy mi várható, ha ezen a téren nem történik érdemi intézkedés.

A vitának ebben a részében, elsősorban a megoldás módja volt téma, melynek eredménye a következőkben foglalható össze:

Meg kell szüntetni a sokféleséget, de nem „szabvánnyal”. A megoldást, csak egy kedvezményekkel ösztönzött, állandóan naprakészen tartott, készletgazdálkodással segített, mindig kapható, ipari választékolás adhat. Enélkül, a rendelkezésre álló kevés pénzünket, csak rosszul tudjuk felhasználni. Az egyes alkatrészek kultúrákból sokezer típust felhasználó, világválasztékból dolgozó termelés, törvényszerűen gazdaságtalan kell legyen.

6. Alkatrészellátásunkat segítő közvetett megoldások

A vita során több olyan javaslat is elhangzott, melyek megvalósítása jelentős segítséget adhat a jövőben, alkatrészellátásunk javítására.

— A berendezés-licenceket is fel kell használni, alkatrészbeszerzési csatornaként, olyan formában, hogy ezek az alkatrészcsatornák ellentételező együttműködésre épüljenek.

Példaként szolgált a vitában a BHG crossbar licencvásárlása nyomán kiépült, évi több millió dolláros kapacitású, ellentételezett alkatrészcsatorna, mely jelentős segítséget adott és ad berendezésgyártásunk alkatrészellátásához.

Ezekben az együttműködésekben több évtizedre kiterjedő lehetőségeket kell kiépíteni magunk számára. Ezen gondolat nyomán érdemes megvizsgálni minden nemzetközi kooperációs lehetőséget, amely alkatrészbeszerzési csatornaként is felhasználható a jövőben.

— Meg kell vizsgálni, hogy a berendezésgyártó vállalatok hogyan tudnak bekapcsolódni az alkatrészgyártásba ott, ahol technológiai kiegészítésekkel, ennek realitása megteremthető.

Példaként az elektromechanikus, a finommechanikai és a szerkezeti alkatrészecskék gyártása merült fel, melynek technológiai fundamentuma, a berendezésgyártó vállalatoknál meglevő technológia továbbfejlesztésével, esetleg kiegészítésével megoldható.

Ezek a vállalatok ne csak önellátásra rendezkedjenek be, hanem az országos alkatrészigény kielégítésére is, sőt, szocialista árucerealapnővelő szerepet is töltsenek be.

— Újra ismétlődik az első-második és a második-harmadik alkatrész generációváltás után kialakult piaci helyzet. Ma pl. a TTL áramkörök, a báriumferrit alkatrészecskék stb. számára alakult ki igen magas extraprofitot biztosító piaci feltétel, miután minden fejlett technológiájú ország elsősorban a negyedik generációs alkatrészecskék előállítására koncentrál.

Megfontolandó lehetne számunkra, melyek azok a területek, amelyekben ezt a lehetőséget kihasználva, és a szerzett többletnyereséget új alkatrészbázisaink fejlesztésére fordítva, segíteni tudnánk alkatrésziparunk fejlesztését. A gondolat felvetődése után, felvetődött a kérdés is: élni tudunk-e egy ilyen lehetőséggel? A vitán elhangzott válasz, amelyet magunknak adtunk, nem volt igenlő!

— Közgazdasági szabályzókkal fokozni kellene alkatrészgyártó vállalataink érdekeltségét abban, hogy elsőrendű törekvésük legyen azon alkatrészek legyártása, amelyek előállításához megfelelő technológiákkal rendelkezünk, de kapacitásunk kevésnek bizonyul a hazai igények kielégítéséhez. (A hiányimport csökkentése, illetve felszámolása.)

— Teljesen ki kellene irtani gyakorlatunkból azokat az eseteket, amikor alkatrészgyártó vállalataink tőkés exportra szállítanak olyan alkatrészeket is, amelyeket mi is igénylünk, és amelyek szocialista forrásból nem szerezhetők be.

7. A vitában felmerült egyéb gondolatok

Ezek a gondolatok nagyon értékesek. Megvalósításuk elektronikai iparunk jövőjét szolgálnák. Mégis legtöbbjük, a megoldást kereső szakemberek, nagy, ma még realitás nélküli törekvésének tekinthetők:

— Az egész magyar elektronikai ipart egy magasabb dinamikájú pályára kell állítani, ha nem akarjuk, hogy elmaradásunk olyan szintre jusson, amelynek sokadíziglen következményei lesznek. Az elmúlt évtized valóságához képest, magasabb fejlődési ritmust kell felvennünk, ha meg akarjuk valósítani azt a programot, amelyet — az ország elektronizációját szolgáló — gazdaságfejlesztési programunkban, magunk számára megfogalmaztunk;

— Fel kell számolni azt a gyakorlatot, hogy a kutatás-fejlesztés megtúrt legyen ipari gyakorlatunkban. Ha nem tudunk többet tenni kutatás-fejlesztésünkért, akkor egész ipari termelésünkre kiható gondokat teremtünk önmagunk számára;

— Amíg elektronikai alkatrésziparunk fejlesztésében nem tudunk lényeges előrelépést tenni, nem a tö-

kés import csökkentésére kellene törekednünk, hanem annak növelésére!

Természetesen ennek hatását a berendezésgyártó ipar tőkés exportjának növelésével kellene kompenzálni. Ezt a megoldást nemcsak gazdasági, versenyképességi stb. okok indokolják, hanem a berendezések minőségi követelményei is.

8. Együtt vagy egyenként

Miután meggyőződésem szerint elektronikai iparunk problémáinak és gondjainak egyik legfőbb forrása az erő- és eszközkoncentráció csaknem két évtized óta tartó elutasítása és ennek nyomán kialakult parciális ipari szemlélet és gyakorlat, nem érzem magamnak tárgyilagosságnak, hogy az EGYÜTT vagy EGYENKÉNT kérdésben a vitán elhangzott gondolatokat összefoglaljam. Helyette, csak a vitában felszólalók elhangzott gondolatainak felsorolására és közreadására vállalkozhatok.

— „Kiút csak egy erős összefogással lehetséges.”

— „Csak az EGYÜTT adhat megoldást! Az EGYENKÉNT soha!”

— „Ma már ott tartunk, hogy nemcsak az ALKATRÉSZ fordít hátat a BERENDEZÉS-nek, hanem ALKATRÉSZ az ALKATRÉSZ-nek és BERENDEZÉS a BERENDEZÉS-nek.”

— Vagy együtt oldjuk meg, vagy egyenként szenvedünk vereséget.

— Az erő- és eszközkoncentráció csak a mi hitünk! Minden, ami ma is szabályozható, és mindenki, aki ma is dönthet, az erő- és eszközkoncentráció ellen hat.”

Záró gondolat

Köszönöm a felkért vezetők segítségét és bízom abban, hogy KERÉKASZTALVITÁNK gondolatai segítséget adnak elektronikai iparunk súlyos gondjainak megoldáskeresésében.

Dr. Tófalvi Gyula

Lapunk példányonként megvásárolható:

az V., Váci utca 10. és

az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

K-sávú Gunn-diódák hazai fejlesztése*

GYURÓ IMRE, KAZI KÁROLY, KOVÁCS BALÁZS, MOJZES IMRE,
NÉMETH TIBORNÉ, OLÁH ANTAL, SOMOGYI KÁROLY
MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka az MTA MFKI-ben megvalósított nagyfrekvenciás (K-sávú) Gunn-diódák technológiájának kutatása során elért eredményekről számol be. Kitér a gőzfázisú epitaxia növesztésére, az alapanyag-minősítésre, az eszköztechnológiára, a tokozásra és annak modellezésével kapcsolatos kérdésekre, különös tekintettel az X-sávú diódák technológiájától eltérő jellegzetességekre.

1. Bevezetés

A vegyületfélvezetőkben fellépő áraminstabilitások vizsgálata [1] lehetővé tette, hogy ezen elv felhasználásával létrejöjjön a mikrohullámú áramkörtechnika ma már igen kiterjedten alkalmazott Gunn-eszköz, vagy Gunn-dióda. Jelen munkánkban nem térünk ki az eszköz általános fizikai működésének leírására, az olvasó minden lényeges fogalmat megtalál egy korábbi dolgozatban [2]. Hazánkban a Gunn-jelenség elvi és gyakorlati kutatása a 70-es évek elején indult, az évtized közepére Intézetünkben kifejlesztésre került a folyamatos üzemű X-sávú kis- és nagyteljesítményű Gunn-dióda [3].

A Gunn-jelenség elméleti vizsgálata további gyakorlati alkalmazási lehetőségeket nyitott meg. Elsősorban a nagyobb frekvenciás eszközök megalkotása volt a cél, de kiterjedten vizsgálták a Gunn-diódában fellépő negatív differenciális ellenállás erősítőként való alkalmazását is. Az elvi vizsgálatok azt mutatták, hogy a centiméteres hullámhossz-tartományban működő diódák elektromos paramétereit elsősorban a vegyületfélvezető tulajdonságai — azon belül is elsősorban a mozgékonyság térerőfüggése — határozza meg. Kimutatták azonban, hogy ez a kisjelű negatív mozgékonyság a relaxációs jelenségek miatt 70 GHz környékén megszűnik, így a nagyobb frekvenciás eszközök más üzemmódban, így például nagyjelű üzemmódban (large-signal mode), hibrid üzemmódban (hybrid mode), elnyomott tértöltés üzemmódban (quenched space-charge mode), harmonikus üzemmódban, injekciós üzemmódban (limited electron injection mode) működnek. E korántsem teljes felsorolás mutatja, hogy a Gunn-jelenség elméleti kutatása ma is a világ több intézetében folyik.

A Gunn-technológia terén a fejlesztési és gyártási stádiumban levő eszközök nagy többségét gőzfázisú

GYURÓ IMRE

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán folytatta az Elektronikai Technológia Szakon. 1978-ban végzett, diplomamunka témája a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztése volt. Egyetem után az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében kezdett dolgozni. Tevékenységi köre szintén a GaAs gőzfázisú epitaxiális nö-

vesztése (Gunn-Schottky-diódák kissorozatú gyártására szolgáló rétegszerkezetek növesztése, technológia fejlesztése, új eszközök [MESFET, varaktor] rétegszerkezeteinek kidolgozása). Részt vett a szovjet—magyar közös űrrepülés során (1980. máj. 26.—jún. 3.) végrehajtott Eötvös-program kidolgozásában, megvalósításában. Tagja volt a repülésirányító központba kiküldött magyar szakértői delegációnak.

epitaxiás eljárással előállított GaAs szeletből készítik. A molekulásugaras technikától nagyobb frekvencia és egyenletesebb adalékolás várható.

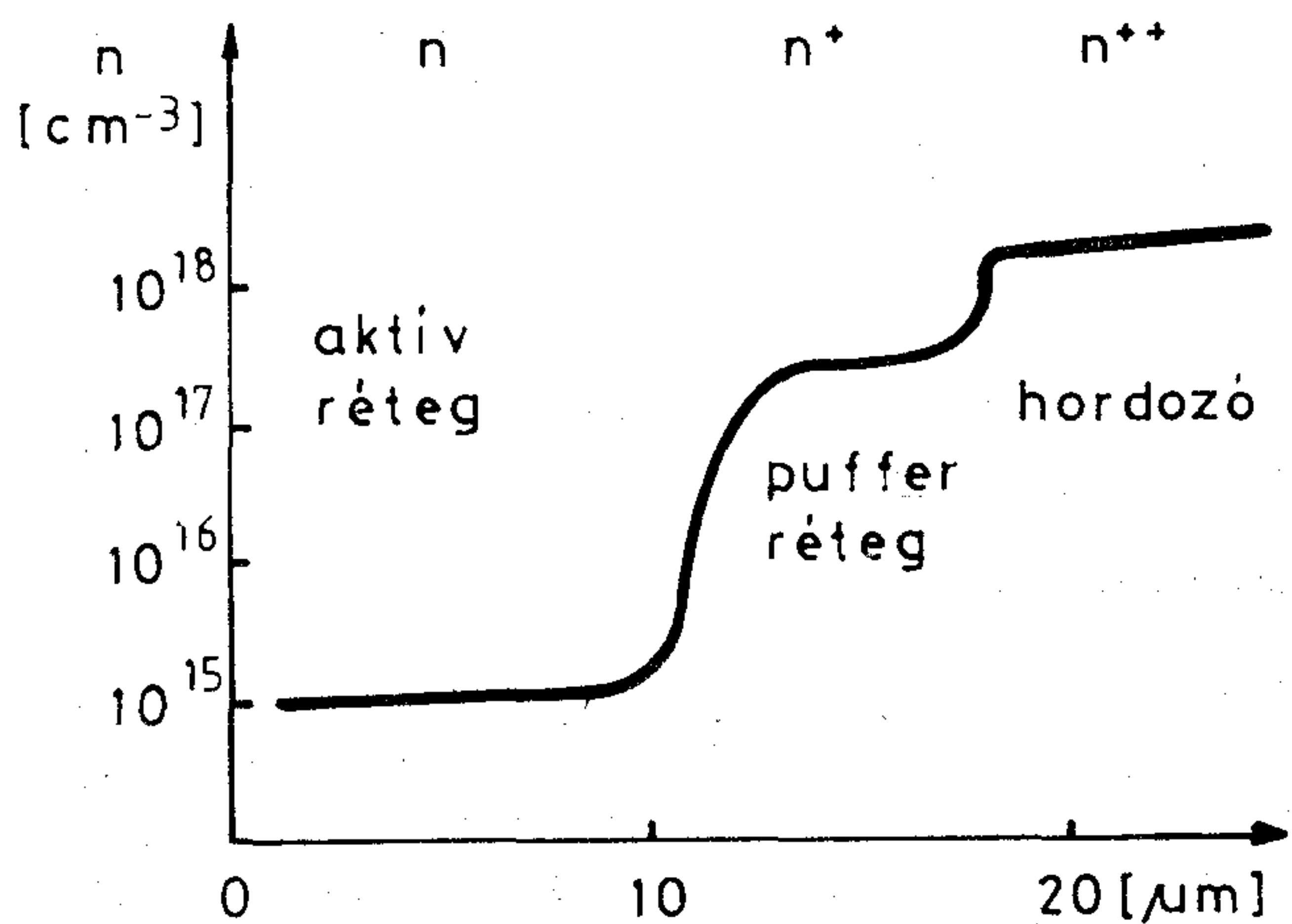
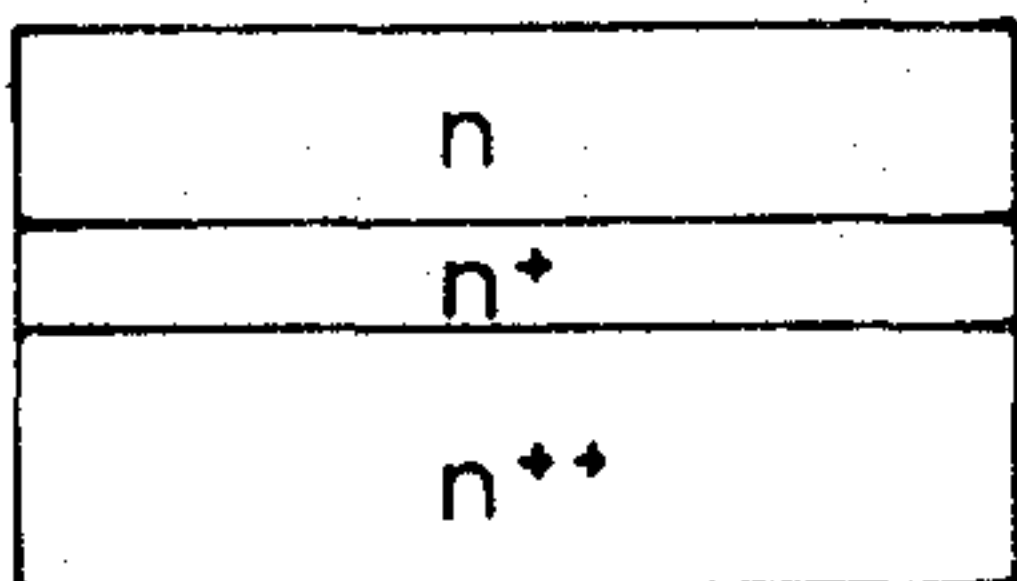
Jelen munkánkban az Intézetünkben megvalósított nagyfrekvenciás Gunn-diódák technológiájának kutatása során elért eredményeinkről számolunk be. Kitérünk a gőzfázisú növesztés, az alapanyag-minősítés, az eszköztechnológia, a tokozás és annak modellezésével kapcsolatos kérdésekre. A diódák mikrohullámú paramétereinek vizsgálatáról egy — előkészítés alatt álló — közleményünkben számolunk be.

2. A Gunn-dióda előállítása

Az adott eszközök előállításához kiindulásként n^{++} típusú — erősen adalékolt — GaAs hordozót használunk. ($n^{++} = (1-2) \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, Te-al adalékolt (100)+3° orientáltságú, 300 μm vastag és $\sim 25 \text{ mm}$ átmérőjű GaAs szelet). A hordozón, annak felületére a szükséges rétegszerkezetet kloridos módszeren alapuló gőzfázisú epitaxiális rétegnövesztő technológia segítségével alakítjuk ki. Az epitaxiális struktúra tulajdonságait (hordozókoncentrációk, rétegvastagságok) a tervezett eszköz szükségletei szerint állítjuk be. Jellegzetes adalékeloszlást mutat az 1—2. ábra.

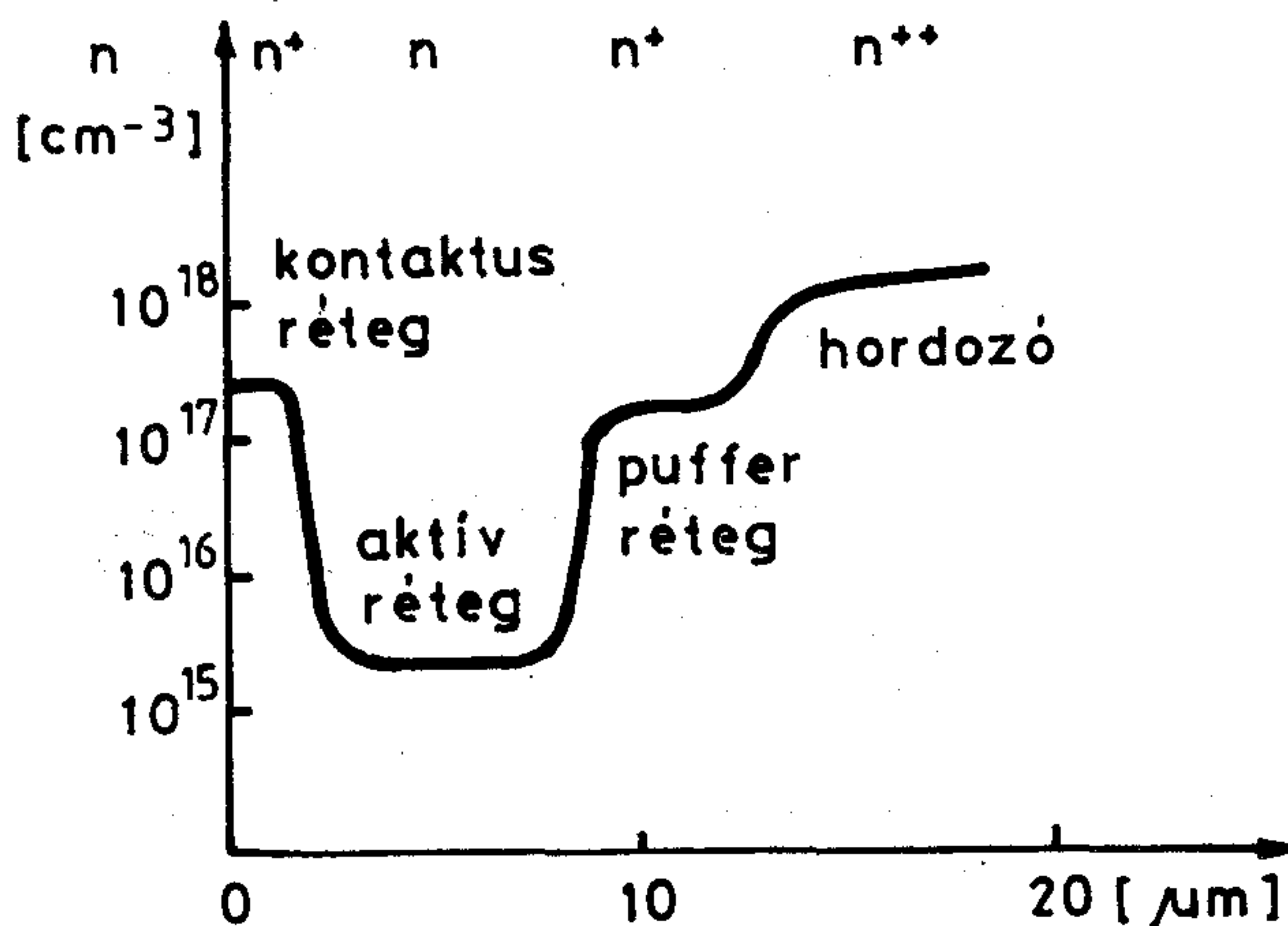
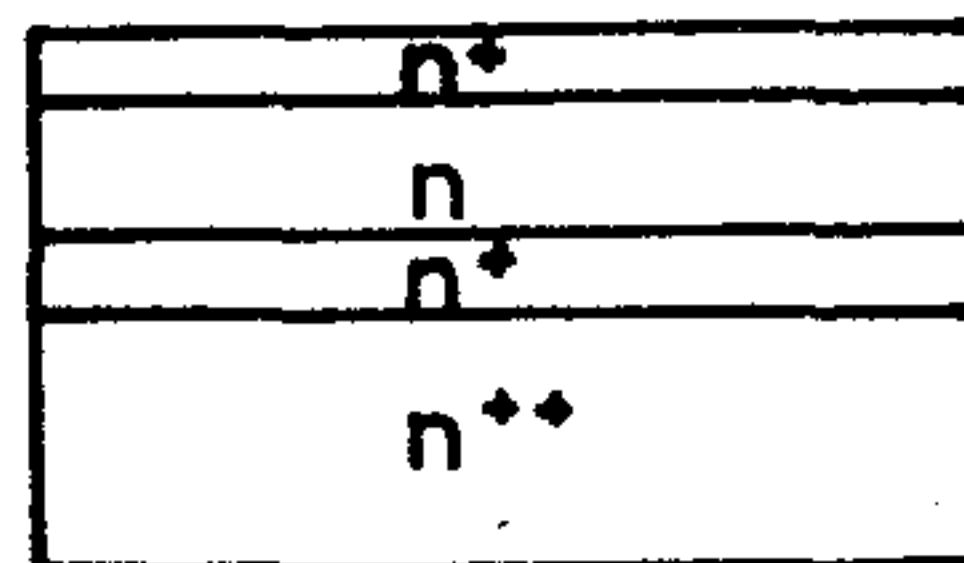
A fenti paraméter, azaz a töltéshordozó koncentráció mélységi eloszlása, ellenőrzése elengedhetetlen lépése a megbízható eszköztechnológiának. A különböző létező minősítési módszerek közül a folyamatos mélységi koncentrációs profil felvételére alkalmas (foto-) elektrokémiai marást felhasználó, C—V mérésen alapuló mérési eljárás különösen előnyös a gyors minősítés számára. Ezen az elven alapuló módszert használunk az általunk növesztett réteg-

* A „Nagyfrekvenciás Gunn-diódák technológiai problémái” címmel a Mikrohullámú Szemináriumon 1985. január 15-én elhangzott előadás bővített változata.



H38-1

1. ábra. Különböző frekvenciájú Gunn-diódák előállításánál felhasznált epitaxiális GaAs kristályszerkezetek és mélységi koncentrációeloszlás-profiljuk (7–12 GHz)



H38-2

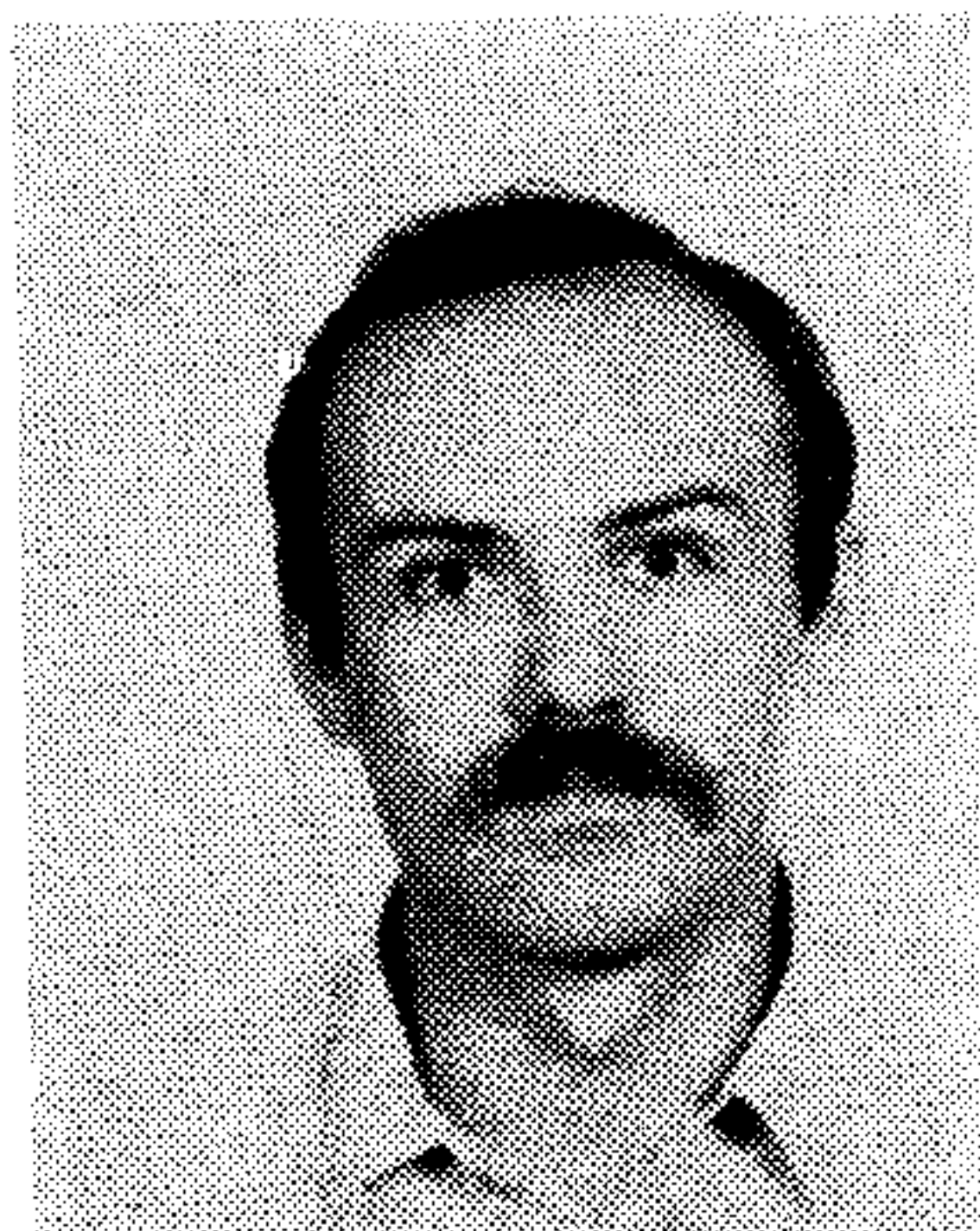
2. ábra. Különböző frekvenciájú Gunn-diódák előállításánál felhasznált epitaxiális GaAs kristályszerkezetek és mélységi koncentrációeloszlás-profiljuk (12–24 GHz)

szerkezetek vizsgálatára is. E módszer során a fényáram intenzitásával szabályozott marási sebességet, ill. mélységet a maróáram mérése, illetve integrálása útján határozzuk meg. A folyamatos marás ellenére biztosítottak a kvázistacionárius C és a dC/dV mérés feltételei. A közvetlenül felhasználható adatokat analóg rendszerű elektronika szolgáltatja.

A minősített epitaxiális szelet kémiai felülettisztítás és az azt követő ún. frissítő marás után — amely $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}$, 1:4:20 arányú keverékében történik — azonnal fémezésre kerül [4]. Az ohmos kontaktusok anyagát vákuumpárolgattatással 2×10^{-5} Pa-nál alacsonyabb nyomású vákuumban visszük fel a 200 °C-on tartott GaAs szelet epitaxiás oldalára. A kontaktusok előállítására a széleskörűen használt AuGeNi alapú fémrendszerek egy változatát alkalmazzuk. A hordozó 100 μm-es vastagságra való vékonyítása és újabb kémiai felületelőkészítő lépések

után történik a hátoldali ohmos kontaktusréteg felvitele, amelynek körülményei megegyeznek az aktív — azaz az epitaxiás — oldali eljárással. Az epitaxiális oldal fémezésében szokásos fotolitográfias eljárással alakítjuk ki a szükséges méretű katódkontaktust. A katódkontaktus mérete (átmérője) szoros összefüggésben van a dióda áramfelvételével és az elérhető mikrohullámú teljesítménnyel. A fémréteg litográfiája után végezzük el a dióda mezamarását. A mezamarás mélységét a diódaparaméterek optimalizálása során az aktív réteg vastagságának 0,33–0,5 része közé állítottuk be.

KAZI KÁROLY



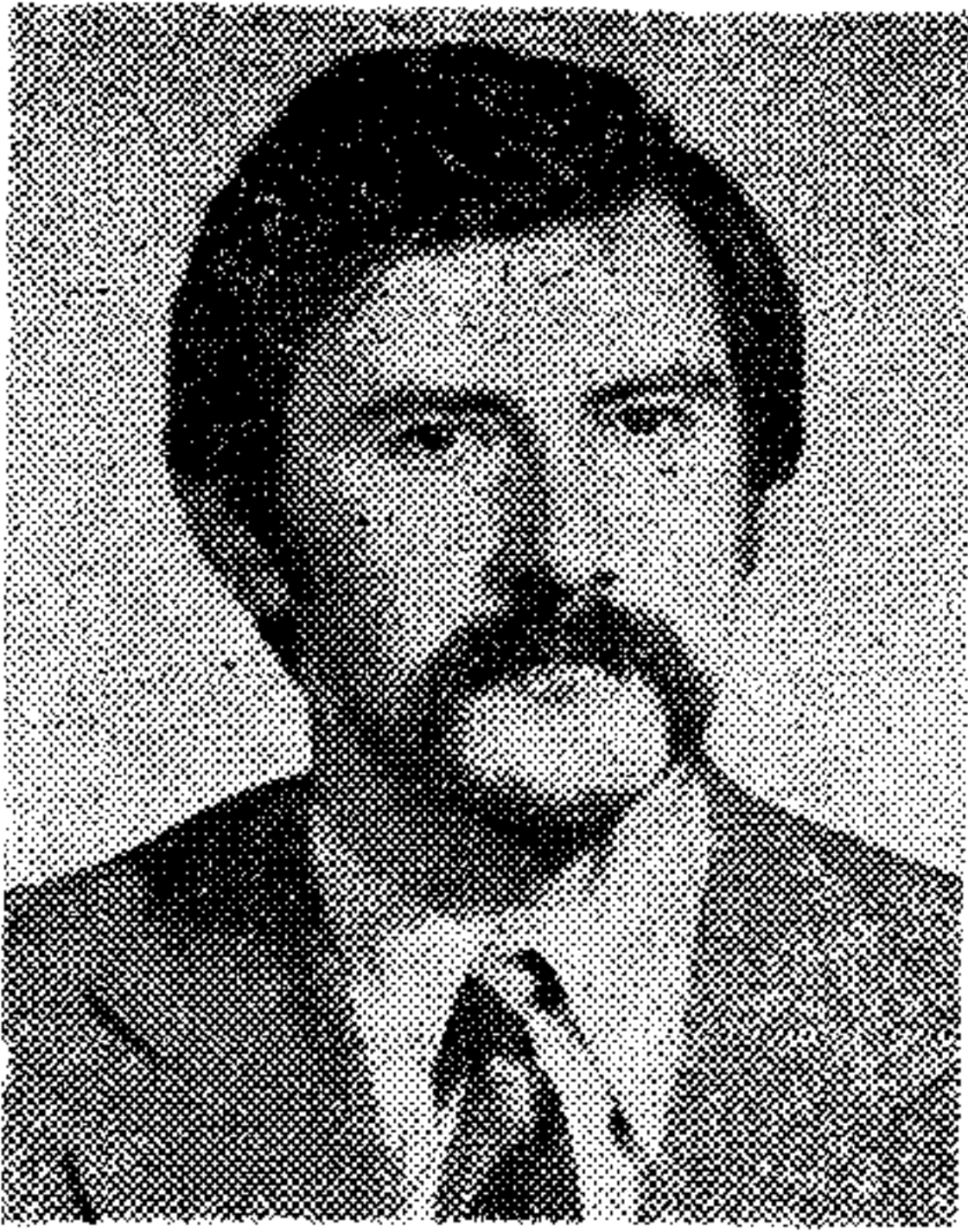
Egyetemi tanulmányait a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szak Mikrohullámú Ágazatán 1980-ban fejezte be. Azóta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetben mikrohullámú aktív eszközök kutatás-fejlesztésén belül elsősorban a Gunn-diódák minősítési és alkalmazástechnikai kérdéseivel foglalkozik.



DR. KOVÁCS
BALÁZS

1978-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar

Híradástechnika „B” szakán, Műszaki Fizika Ágazaton. 1980-ban híradástechnikus kutató-fejlesztő szakmérnöki diplomát, 1982-ben egyetemi doktori fokozatot kapott. 1980 óta dolgozik az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetben, ahol mikrohullámú aktív eszközök technológiájával foglalkozik. Speciális területe a fém-félvezető átmenetek és ezen belül az ohmos kontaktusok előállítása, vizsgálata és minősítése.



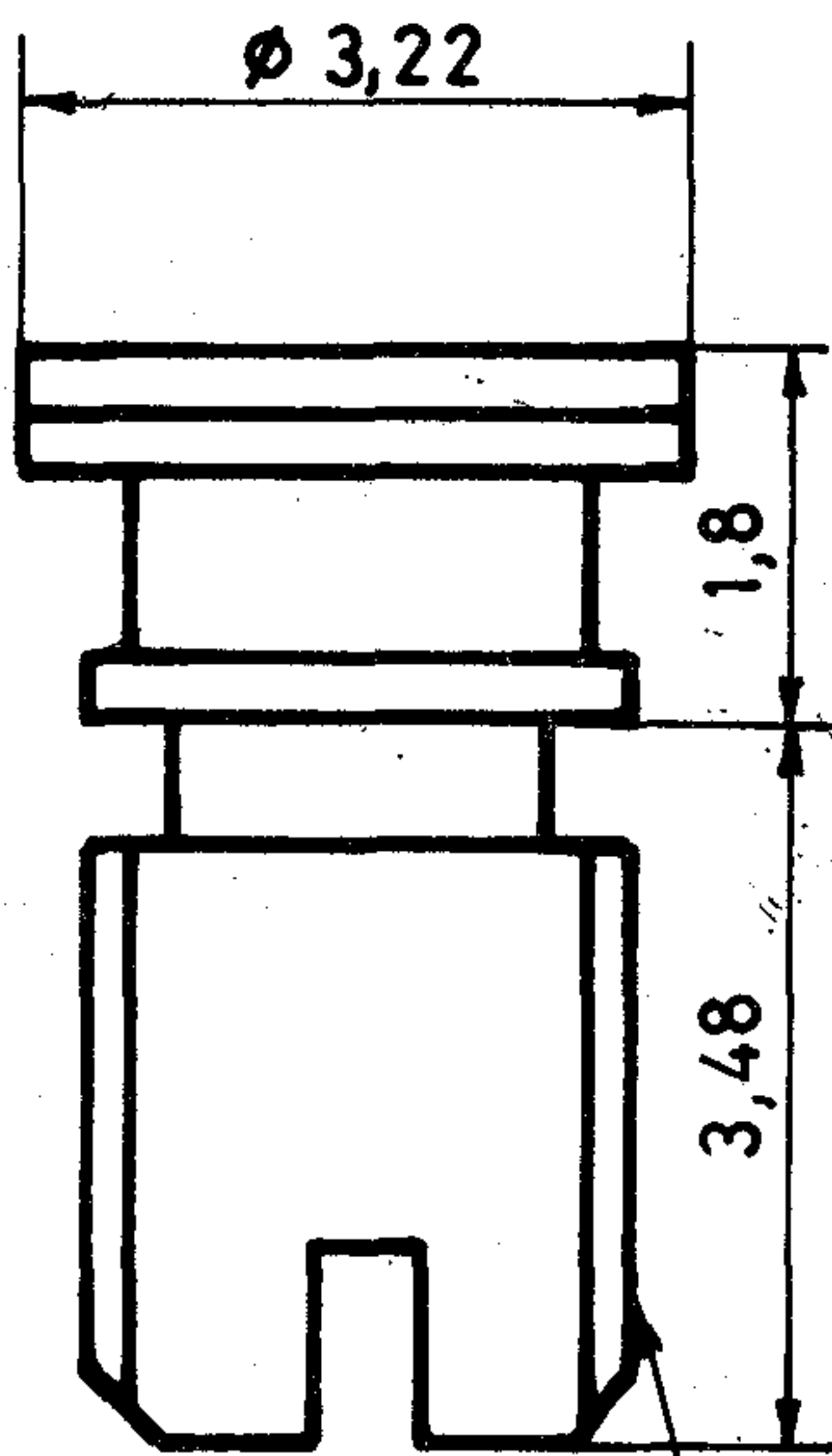
DR. MOJZES IMRE

Egyetemi tanulmányait
1972-ben végezte el

Moszkvai Energetikai Egyetemen, kitüntetéses diplomával. Előbb az Egyesült Izzó és Vill. Rt.-ban, majd vendégkutatóként a Budapesti Műszaki Egyetemen dolgozott. Szakterülete a vegyület-félvezető alapú mikrohullámú eszközök technológiája és mérés technikája. 1979-ben doktorált, majd 1980-ban elnyerte a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot. 1973 óta dolgozik az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetben, beosztása tudományos főosztályvezető.

A GaAs-ra felpárolgatott AuGeNi kontaktusrendszert a megfelelő fajlagos kontaktus-ellenállás eléréséhez hőkezelní kell. A hőkezelés során történik meg a Ge-nak a GaAs-be történő be- és a Ga-nak a fémrétegbe való kidiffúziója. A Ge atomok a Ga vakanciákat betöltve donor adalékként érvényesülnek, és így jön létre az a megfelelően keskeny potenciálgát, amely az ohmos vezetéshez szükséges termikus-téremissziót már lehetővé teszi.

A Gunn-dióda chipet menetes fém-kerámia tokba szereljük ki. A tok rajzát mutatja a 3. ábra. A kiszéreléshez a chipet a tokba helyezve fel kell melegíteni, hogy a tokaranyozás és a kontaktus fémezés összeolvadása megtörténjék. Viszont, mint azt kísérleteink igazolták, mind a Gunn-struktúra, mind pedig maga a fémezés, ismételt hőkezelések során fokozottan de-



3-48 UNC 2A

H38-3

3. ábra. Menetes fém-kerámia tok Gunn-diódák számára

gradálódik. Kísérleteink azt mutatták, hogy az első sorban a vegyületfélvezetőnek az ohmos fémezés által is stimulált bomlásából származik [5]. Ezért a kontaktus beötvöző hőkezelést és a tokbaforrasztást, valamint a másik dióda kontaktus és a kivezető arany-szál közötti kötés kialakítását egyetlen hőkezelési lépésben végezzük el [6]. A kiszérelt diódák minősítő mérések után 200 órás terheléses vizsgálaton mennek át, majd ezt követően ismételt minősítő-ellenőrző mérést végzünk rajtuk [7, 8]. A minősítő mérések során meghatározzuk a diódák teljesítményszakadéka karakterisztikáját, frekvenciaelhangolás—tápfeszültség függését, hatásfokát, egy standardizált mikrohullámú oszcillátor üregben [9].

3. A nagyfrekvenciás diódák technológiájának különleges jellemzői

Epitaxia növesztés

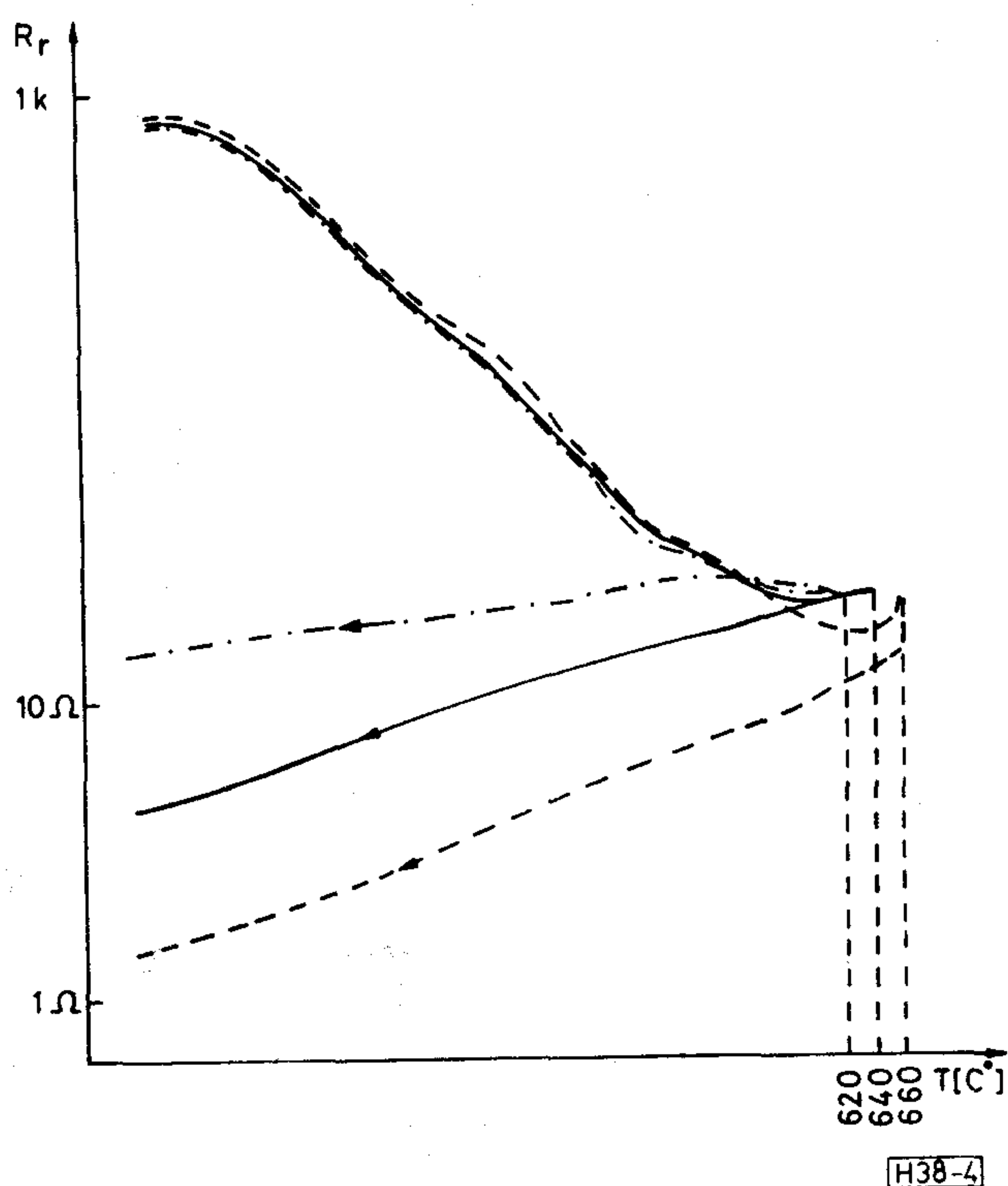
A nagyfrekvenciás Gunn-diódák céljára alkalmas rétegszerkezetek epitaxiális növesztésének problémái az aktív rétegvastagság csökkenésével kapcsolatosak. Ugyanis a hagyományosan használt kb. 10–12 μm -es vastagság 4–5 μm -re csökken. Így a hordozó, illetve a pufferréteg ($1-2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) és az aktív réteg [$(1,5-3) \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$] közötti, három nagyságrendet átfogó töltéshordozókoncentráció-átmenet elkenődéséből, laposságából eredő, illetve a kontaktus készítés hatására bekövetkező aktív rétegvastagság változások (beötvöződés, diffúzió) olyan jelentőségűvé válnak, hogy bizonytalanná teszik az előre megadott frekvenciájú diódák előállítását. A feladatot az átmenet meredekségének javításával, és kontaktusréteg alkalmazásával oldottuk meg.

Vizsgálataink során olyan növesztési módszert dolgoztunk ki, amelynek segítségével 0,3–0,4 μm -re sikerült leszorítani az átmeneti réteget, amely nemcsak a nagyfrekvenciás Gunn-dióda, de az általunk előállított vagy fejlesztés alatt levő minden eszköz követelményeit kielégíti. Az aktív réteg növesztése után a felületre még egy kontaktusréteget ($5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 2 μm) növesztve, a további eszköztechnológiai lépéseket (pl. ohmos kontaktus kialakítása) elválasztjuk az aktív rétegtől. További előny, hogy a magas koncentrációjú rétegen az ohmos kontaktus kialakítása lényegesen könnyebb, ami a kihozatal növekedésében is jelentkezik.

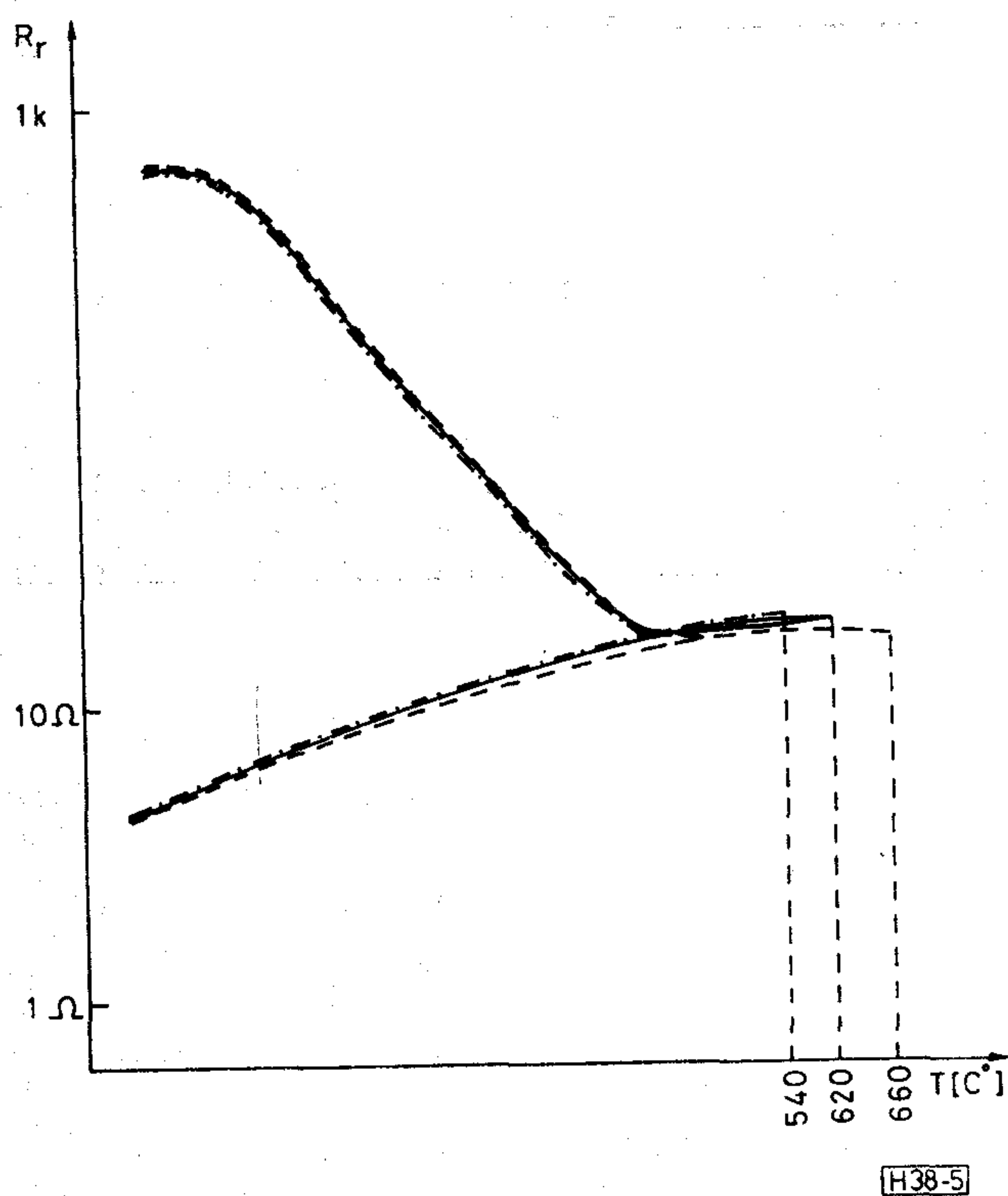
Az előbbieken említett előnyök mellett a kontaktusréteges szerkezet hátrányai:

- az epitaxiális növesztés során újabb művelet sor jelentkezik. Ez azonban nem jelent lényeges többletmunkát, mert a gőzfázisú növesztés során az adalékolási szint változtatása egyszerű módon, az adalékgáz áramlási sebességének változtatásával történik;
- a kész eszközben a hőátadási viszonyok romlanak, mivel a hűtőtönk és az aktív réteg közé beiktatódik a kontaktusréteg. E veszteség minimalizálható a kontaktusréteg vastagságának optimalizálásával.

A kontaktusréteg alkalmazása a minősítés során is komplikációkat okoz. Az általunk használt (már



4. ábra. Gunn-dióda átmenő ellenállásának változása a hőkezelés során, kontaktusréteg nélküli kristályszerkezet esetén



5. ábra. Gunn-dióda átmenő ellenállásának változása a hőkezelés során, kontaktusréteges kristályszerkezet esetén

említett) mérőberendezés a kontaktusréteget az aktív réteg koncentrációjának meghatározása során járulékos tagként kezeli, így meghamisítva annak értékét. Ezért az aktív réteg valóságos szabad töltéshordozó koncentrációját oly módon határozzuk meg, hogy a szelet egy részéről a kontaktusréteget kémiai marással eltávolítjuk.

A rétegvastagság meghatározása bizonytalanságokat hordoz magában az átmenetek nem ideális meredeksége miatt. E bizonytalanság kiküszöbölésére vettük be azt a megállapodást, hogy rétegvastagságnak a $3 \times n_0$ értékek közötti részt tekintjük (n_0 az aktív réteg koncentrációja) [10]. Mint az 5. ábrán látjuk, kontaktusréteges kristályszerkezet esetén már az 540 °C csúcshőmérsékletű hőkezelő impulzus kialakítja a megfelelő, 5 Ω-os átmenő ellenállást, míg a kontaktusréteg nélküli szerkezetnél (4. ábra) ehhez 640 °C-os csúcshőmérsékletre volt szükség. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a kontaktusréteg nélküli esetben a hőkezelés csúcshőmérsékletét ± 20 °C-kal megváltoztatva a diódák átmenő ellenállása jelentősen megváltozott.

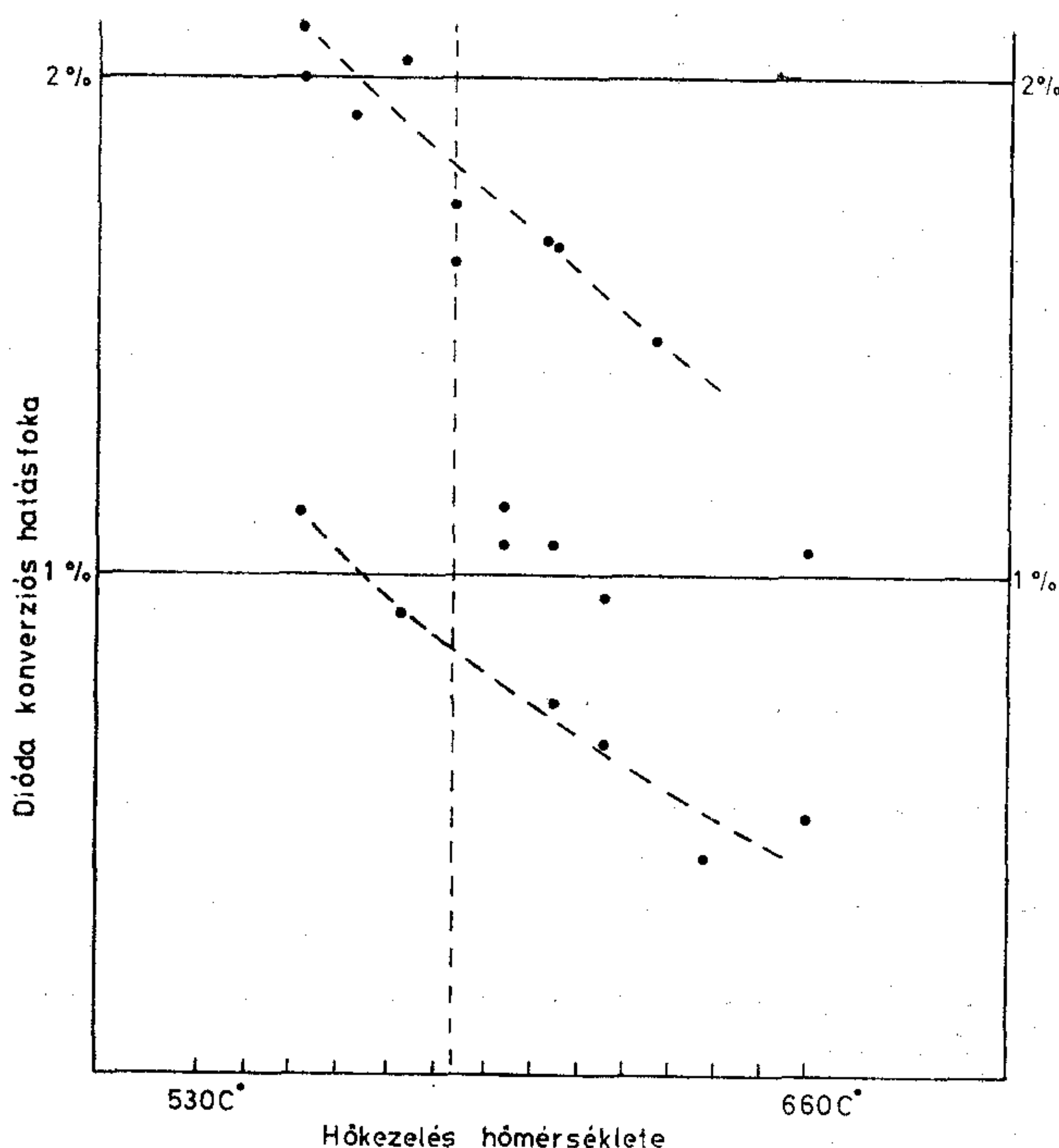
A dióda konverziós hatásfokának növelésére jó eszköznek bizonyult a kiszerelési és hőkezelési hőmérséklet csökkentése (6. ábra). A kiszerelési hőmérséklet további csökkentését értük el a kontaktusréteges Gunn-struktúrák esetén a hagyományos AuGe/Ni/Au fémezésnek AuGe/Ni/AuGe rétegszerkezettel való helyettesítésével. Így a chip és a tok fémezésének összeolvadása már 540 °C-os csúcshőmérsékletű impulzusnál megvalósul, ellentétben az AuGe/Ni/Au rendszer esetén szükséges 600 °C-os impulzussal.

Összefoglalva, a nagyfrekvenciás Gunn-diódákhoz szükséges kontaktusréteges kristályszerkezet lehetővé teszi egyrészt a kontaktusfémrendszer egyszerűsítését, másrészt a hőkezelési hőmérséklet csökkentését és így, ezeken keresztül a dióda hatásfokának, valamint a gyártás kihozatali százalékának növelését.

Szelettechnológia

A kontaktusréteges, nagyfrekvenciás Gunn-szerkezetek kémiai tisztítási és felületelőkészítési lépései azonosak az X-sávú diódák előállításánál használt eljárásokkal. A kontaktusfémezés előállításához ebben az esetben is vákuumpárolgatott AuGeNi alapú fémrétegszerkezetet használunk.

Összevetve a kontaktusréteges és a kontaktusréteg nélküli szerkezetek hőkezelési tapasztalatait, megállapítottuk, hogy a kontaktusréteg jelenléte esetén a dióda átmenő ellenállása — és a kialakuló fajlagos kontaktus-ellenállás — a hőkezelés csúcshőmérsékletét változtatva sokkal szélesebb tartományban megfelelő marad, mint a kontaktusréteg nélküli szerkezetek esetén. A diódák kialakítandó ohmos kontaktusok kialakulása közbeni ellenőrzésre új módszert fejlesztettünk ki, és alkalmazunk [11, 12]. Ennek során a mintán a hőkezelés alatt 1 mA-es mérőáramot engedünk át, s mérjük a mintán keletkező feszültségese — amely a mérési tartomány jelentős részében — jó közelítéssel a minta ellenállásával arányos. A 4. és 5. ábrán a 100 μm katódkontaktus-átmérőjű diódachipek így mért átmenő ellenállásának



H38-6

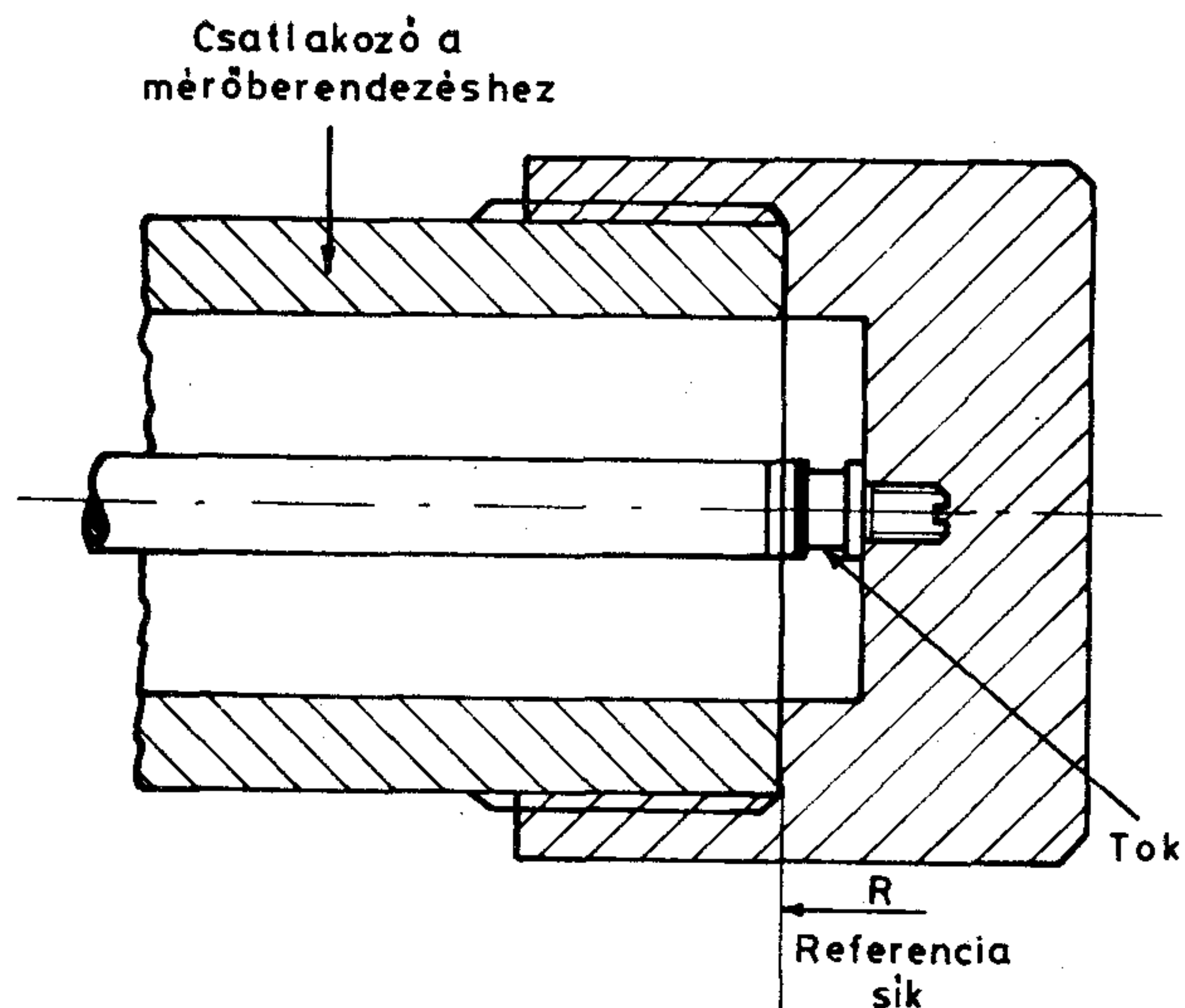
6. ábra. A Gunn-dióda konverziós hatásfoka a hőkezelés hőmérsékletének függvényében. (A függőleges szaggatott vonal a chip—tok kontaktus kialakulásának alsó hőmérsékletét jelzi AuGe/Ni/Au fémezés esetén)

változását mutatjuk be hőkezelés folyamán. A tokba szerelés és egyben a beötvöző hőkezelés áramló hidrogén atmoszférában, 150 °C/s fel- és lefutási sebességű hőimpulzussal történt.

Tokozás, minősítő mérés

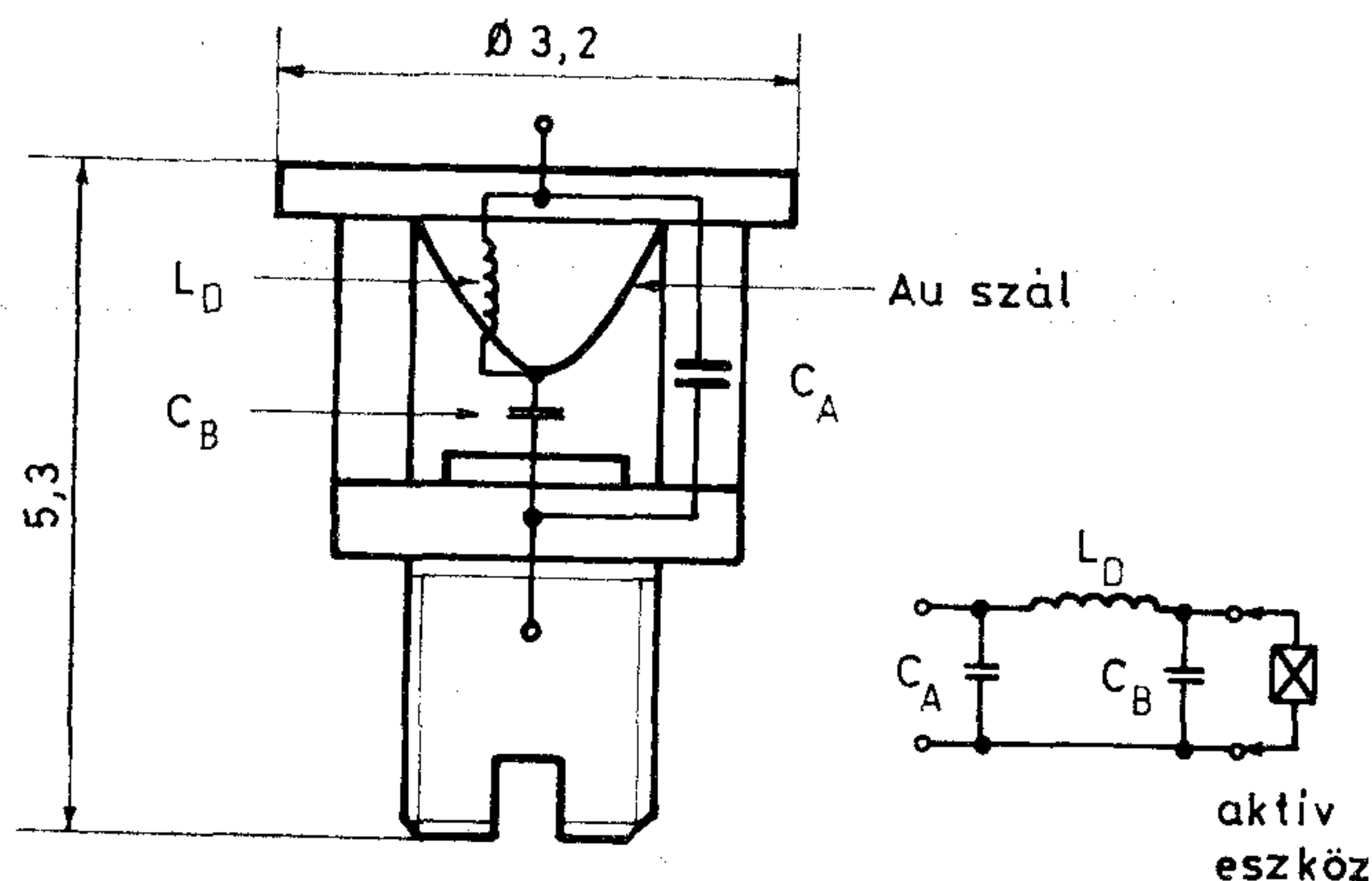
A Gunn-diódák magasabb frekvenciás (12 GHz feletti) fejlesztése és felhasználása a félvezető technológiai kérdéseken túl egyéb, a felhasználással kapcsolatos problémákat vet fel.

Egyik ilyen kérdés a tokozásra használt fém-kerámia tok mikrohullámú paramétereinek pontos ismerete. Az Intézetünkben használt menetes tokot a 7. ábrán látható 50 Ω-os koaxiális tápvonalban vizsgáltuk a 6,5–18 GHz-es frekvenciasávban. A tok mikrohullámú paramétereinek meghatározásához



H38-7

7. ábra. Koaxiális (50 Ω-os) mérőbefogó mikrohullámú fém—kerámia tokok vizsgálatához



H38-8

8. ábra. Mikrohullámú diódatok és helyettesítő képe

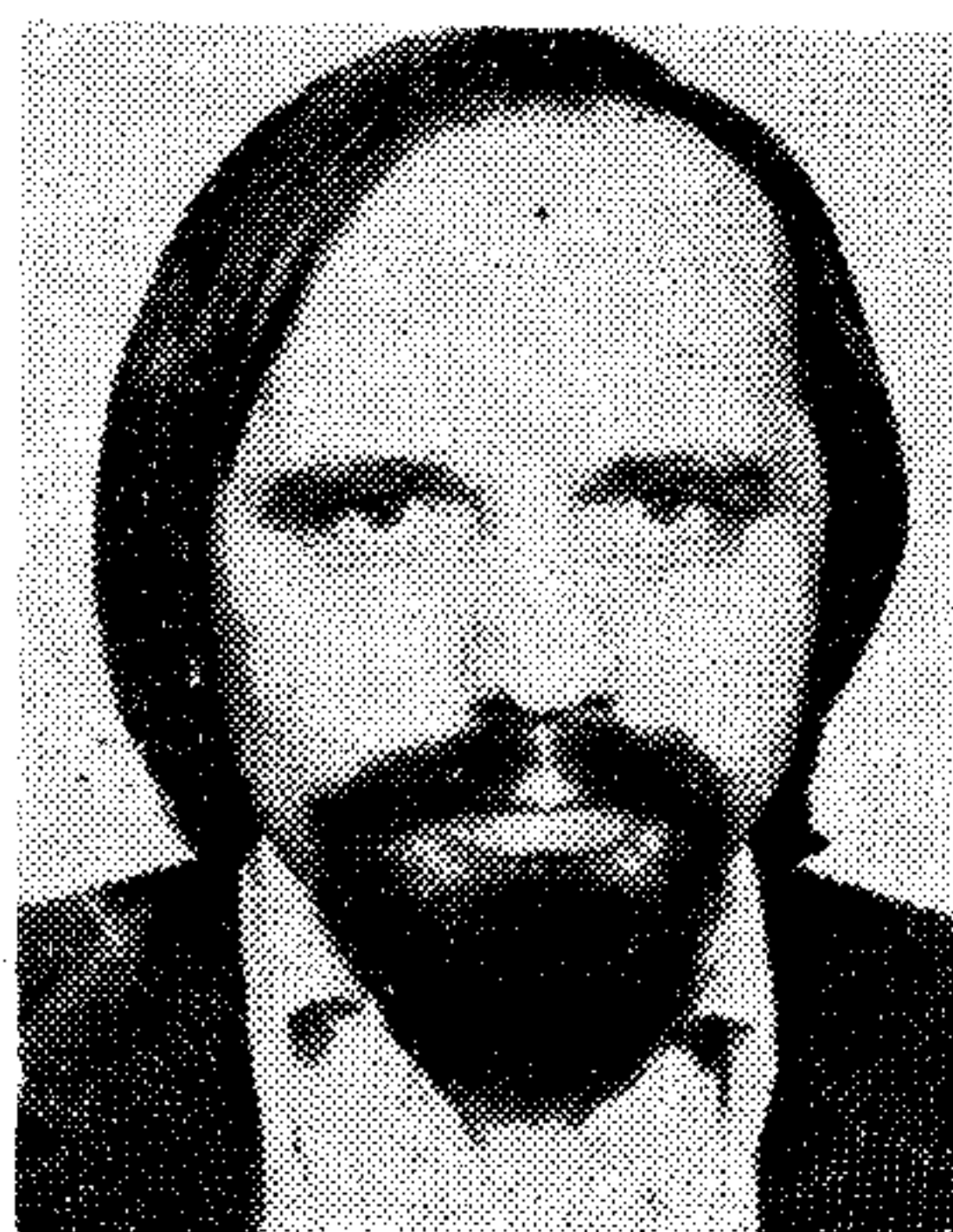
több tokot készítettünk elő oly módon, hogy az aktív chip helyén rövidre zártuk, illetve szakadással zártuk le (üresen hagytuk). Ezzel a módszerrel, a 8. ábrán látható koncentrált paraméterű helyettesítőképet feltevezve az aktív chip kizárásával tudtuk a tok



SOMOGYI KÁROLY

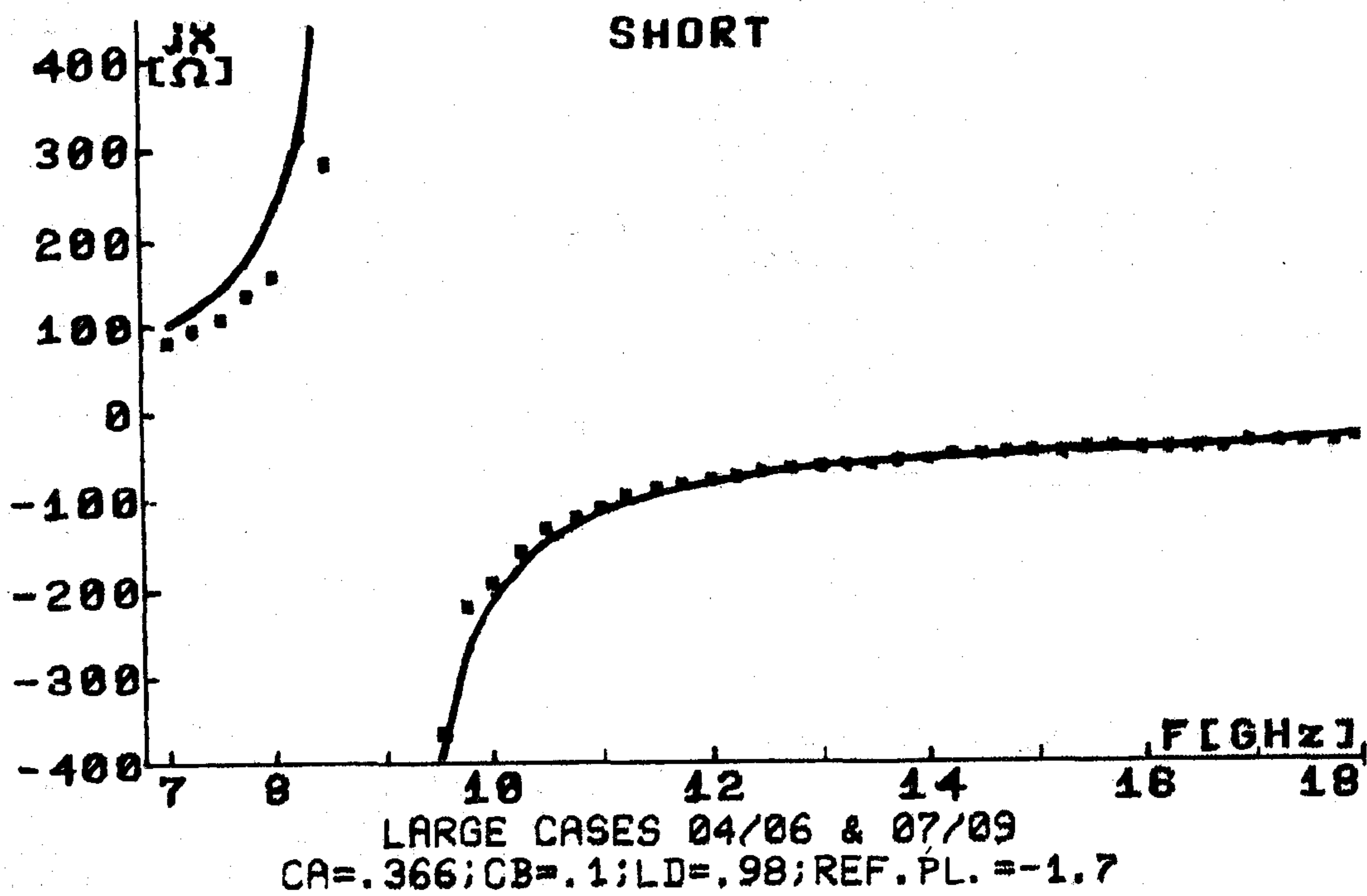
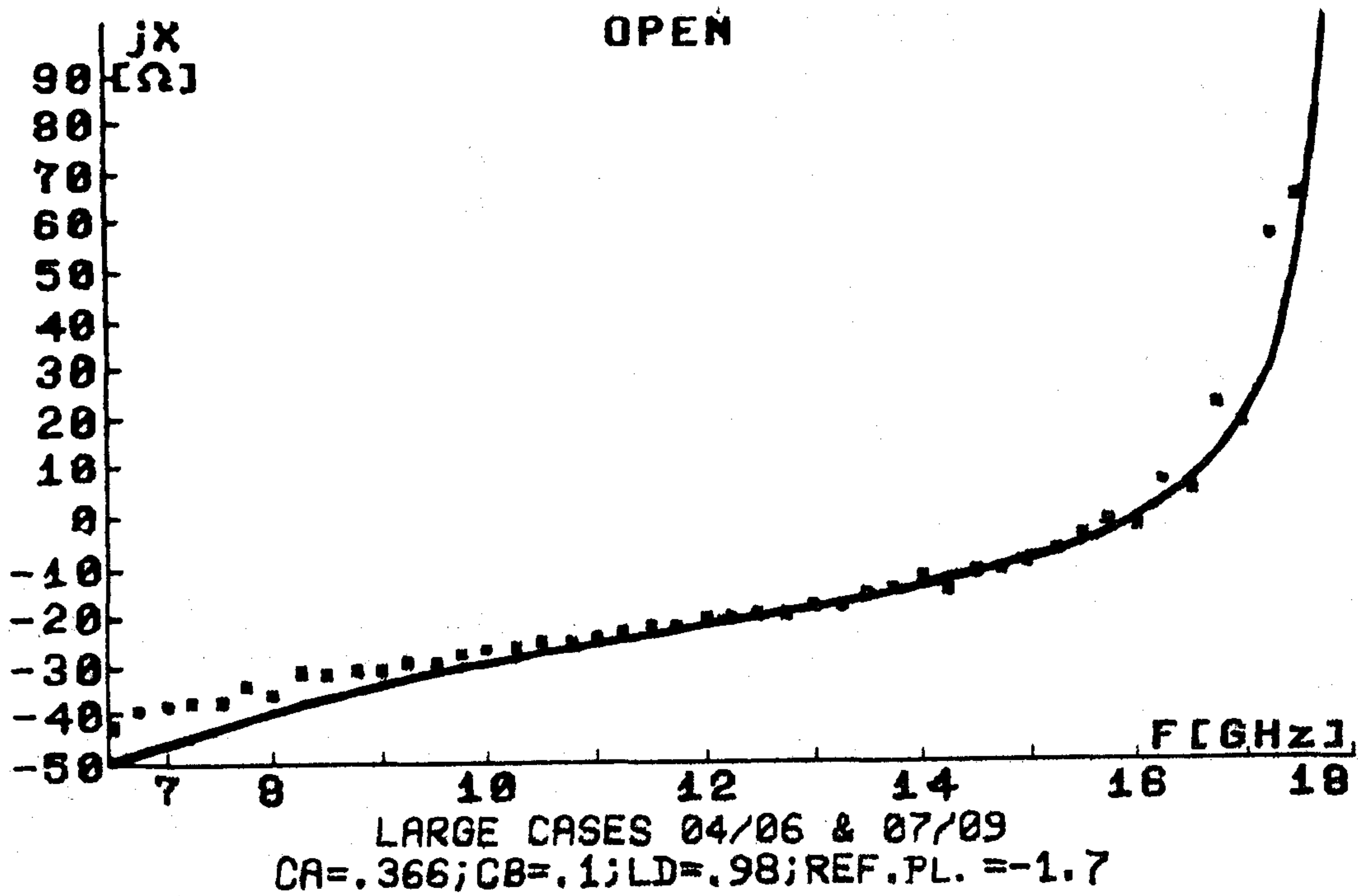
1967-ben a Kijevi Műszaki Egyetem félvezetők

és dielektrikumok szakán végzett. 1967 óta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetének kutatójaként dolgozik. Kezdetől fogva vegyületfélvezetők fizikai tulajdonságai, elsősorban az elektrofizikai tulajdonságok, az ehhez kapcsolódó fizikai mérések és értelmezésük képezte kutatási területét. Korábban InSb, GaP, ZnGeP₂, ZnSiP₂, ZnMn_xTe_{1-x} képezte a kutatások tárgyát, az elmúlt 6 évben a GaAs és annak epitaxiás szerkezeteké. Ezen témákból 30 tudományos dolgozata jelent meg külföldi folyóiratokban.



OLÁH ANTAL

Gimnáziumi érettségi után 1967-ben rádióműszerész szakképesítést szerzett. 1967-től 1975-ig a Gépipari Elektromos Karbantartó Vállalatnál dolgozott, mint műszerész. 1975 óta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézet dolgozója. Jelenleg mint technikus a GaAs alapú mikrohullámú aktív eszközök technológiai és alkalmazástechnikai kísérleteiben vesz részt.



9. ábra. Menetes Gunn-tok impedanciájának frekvenciafüggése a chip helyén szakadósos (open) és rövidzáras (short) esetben. (Vonal: számított érték, csillag: mért érték)

H38-9



NÉMETH TIBORNÉ

1958-ban szerzett vegyészdiplomát a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen. Működését az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézet félvezető csoportjánál kezdte. Részt vett a Ge-alapú tranzistorok tech-

nológiájának fejlesztésében és ugyanakkor a félvezető felületi kémia, oxid-szerkezetek vizsgálatában. Jelentős feladatokat vállalt az InSb–NiSb-alapú magnetorezisztorok fejlesztésében. A Si technológiájának magyarországi fejlesztésébe már a kezdeti időszakban bekapcsolódott, ahol a Si felületi viselkedése termikus és kémiai úton leválasztott szilíciumdioxid réteg kialakítása, valamint az MNOS, CCD eszközök fejlesztése képezte vizsgálatainak tárgyát. 1980-tól az A^{III}B^V anyagok kémiai-technológiájával foglalkozik. A GaAs alapú eszközök Gunn-Schottky-diódák, MESFET és más rétegszerkezetek technológiai kísérleteivel foglalkozik.

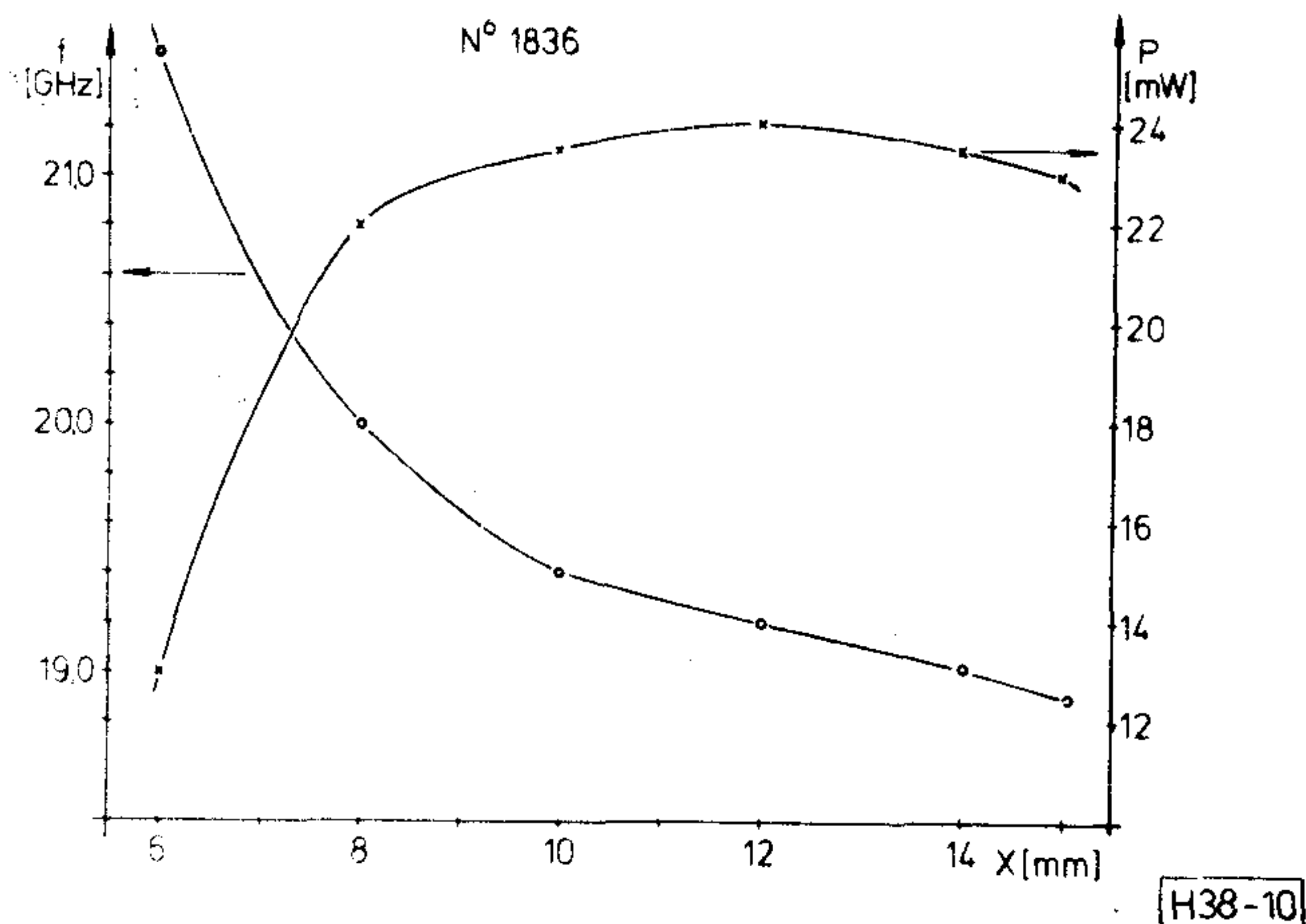
mikrohullámú viselkedését jellemezni [13]. A helyettesítőkép elemeinek értékét a mérési eredményekből számítógépes program segítségével határoztuk meg. A mért és számított értékek szélessávú illeszkedését mutatja a 9. ábra. Optimális illeszkedést abban az esetben kaptunk, ha a tok koncentrált paraméterű helyettesítőképének referenciasíkját az aktív chip síkjába helyeztük. Az MFKI által használt fémkerámia tok 50 Ω -os (7/3-as) koaxiális tápvonalba helyezve jól modellezhető egy, a chip síkjába helyezett aluláteresztő π -taggal, amelynek elemértékei 50 μ m-es átmérőjű kikötő huzal esetén: $C_A = 0,303 \pm 0,009$ pF, $C_B = 0,097 \pm 0,008$ pF és $L_D = 0,422 \pm 0,019$ nH és amely egyik kapujával a diódátokot befogó tápvonalhoz, másik kapujával az aktív chip-hez csatlakozik.

Másik fontos tényező az elkészült Gunn-dióda megfelelő minősítése. Erre a célra egy nagy jósági tényezőjű, széles sávban hangolható csőtápvonalas oszcillátorcsaládot fejlesztettünk ki, melynek segítségével 40 GHz-ig tudunk Gunn-diódákat megfelelő módon minősíteni [9, 13, 14].

A 10. ábrán egy ilyen üregben minősített 20 GHz-es sávban működő MFKI gyártmányú Gunn-dióda hangolási karakterisztikája látható. Jelenleg magasabb frekvenciás (20 GHz feletti) alkalmazási célokra kisebb átmérőjű kerámiával rendelkező tokok fejlesztése folyik az MFKI és a TKI együttműködésében.

I R O D A L O M

- [1] Gunn, J. B.: Instabilities of Current in III–V Semiconductors; IBM Journ. Res. and Dev. 1961. április 141–159. old.
- [2] Székely V., dr. Tarnay K.: A Gunn-dióda. Híradástechnika, XX. évf. 3. sz. 65–77. old. (1969).

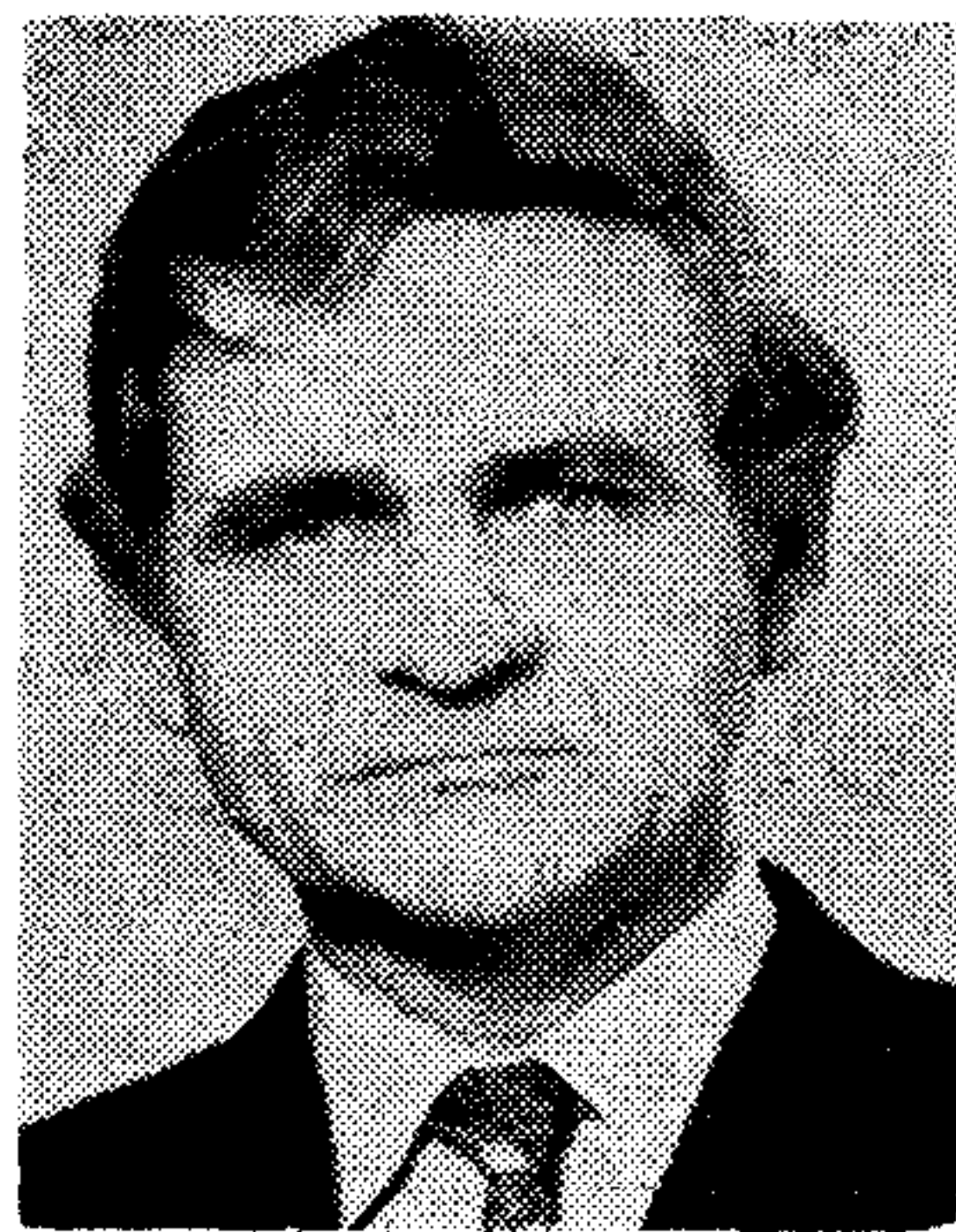


10. ábra. MFKI gyártmányú Gunn-dióda frekvenciájának és teljesítményének változása a hangoló rövidzár helyzete függvényében

- [3] András Andorné, Barna Á., Barna B. P., Beleznay F., Mojzes I., Pödör B., Sebestyén T., Stark Gy., Szentpáli B., Szép I.: GaAs alapú Gunndiódák a 7–10 GHz-es frekvenciasávra. Híradástechnika, XXVIII. évf. 2. sz. 48–49. old. (1977).
- [4] Radácsi É., Mojzes I., Pfeifer J.: Comments on the properties of an $\text{NH}_4\text{OH}-\text{H}_2\text{O}_2$ etch on epitaxial GaAs. Kristall und Technik, 15. évf. 6. sz. 747–751. old. (1980).
- [5] Mojzes I., Sebestyén T. and Szigethy D.: Volatile component loss and contact resistance of metals on GaAs and GaP during annealing. Solid-State Electronics, 25. évf. 6. sz. 449–460. old.
- [6] Barna Á., Beleznay F., Mojzes I., Barna P.: Eljárás és berendezés félvezető eszközök előállítására. No. 173 621 számú magyar szabadalom (1975).
- [7] Mojzes, I.: Reliability studies of medium power Gunn diodes. Proc. of the Sixth Coll. on Microwave Communication MICROCOLL 78, Budapest (Hungary), Aug, 1978. Vol. II. pp. IV–3/19. 1–19. 4.
- [8] Bakk, L., Kazi, K., Kovács, B., Mojzes, I., Oláh, A., Veresegyházy, R., Zsebe, L.: Equipment for Reliability Testing of High Gunn Diodes. Proc. on Constronic 84, 9–11, Oct. (1984).
- [9] Kazi, K., Mojzes, I., Kovács, B., Völgyi, F.: Experimental Investigations of High Frequency Gunn-Diodes. Proc. of 7th MICROCOLL 82 6–10, sept. (1982).
- [10] Somogyi, K., Rodionov, A. V.: Some Question of the Characterization of GaAs Epitaxial Layers. Elektroniai Technológiai Szimpozium '83, Budapest, 28–30 Sept.
- [11] Mojzes, I.: Formation of AuGe concts to n-GaAs, phys. stat. sol. (a), 47. évf. 2. sz. K 183–185. old. (1978).
- [12] Mojzes, I.: Electrical modelling of ohmic contacts formation on metal-n-GaAs systems. Acta Physica Hungarica, 48. évf. 2–3. sz. 131–146. old. (1980).
- [13] Kazi, K., Mojzes, I., Angelov, I., Urshev, L. K.: Broadband Investigations of Two Terminal Packages for Microwave Devices. 9th European Specialist Workshop on Active Microwave Semiconductor Devices 10–12 Oct, 1984. Veldhoven, Netherland. Book of Abs.: p. 6.
- [14] Kazi K., Kovács B., Mojzes I.: Nagyfrekvenciás Gunn-diódák tokozási problémái. Mikrohullámú Szeminárium Közleményei. Budapest 1985. jan. 15–16., 325–329. old.

Gránát egykristályok mikrohullámú tulajdonságai és anyag paramétereinek mikrohullámú mérés technikája

DR. CSABA ISTVÁN
TKI



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a gránát egykristályok mikrohullámú szempontból fontos tulajdonságait foglalja össze, rövid elemzést ad a giromágneses rezonanciafeltételekről és az anyagparaméterek elvi mérési lehetőségeiről a mikrohullámú frekvencia tartományban. Ismerteti a TKI-ban kidolgozott mérőrendszert és összefoglaló jelleggel megadja az egyes paraméterek meghatározásához szükséges összefüggéseket.

1. Bevezetés

A YIG eszközök egyre szélesebb körű alkalmazása teszi indokolttá a YIG egykristállyal és paramétereinek a mérés technikájával való foglalkozást. A YIG szűrőket, szűrő-limitereket és YIG hangolású oszcillátorokat elterjedten építik be a modern mikrohullámú rendszerekbe, mérőműszerekbe.

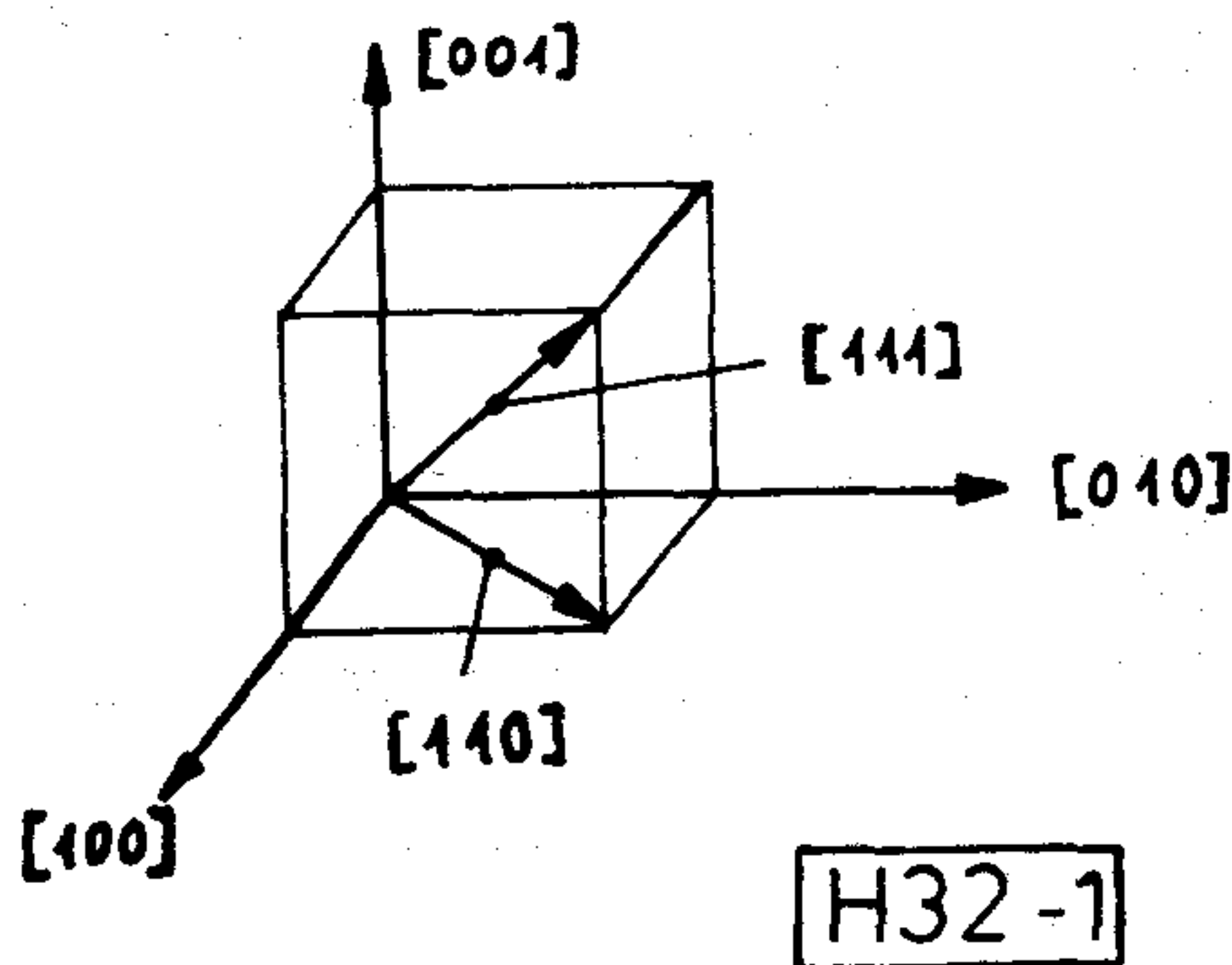
A YIG anyagok legjellemzőbb reprezentánsa az $Y_3Fe_2(FeO_4)_3$ kémiai összetételű YIG anyag, melybe Ga, Al, stb. beötvözésével AlYIG, GaYIG, GaAlYIG-et kapunk. Hasonló tulajdonságú a CBV (Calcium-Bizmut-Vanádium-Gránát) is.

Szabályos, köbös kristályszerkezetű (1. ábra) anizotróp anyag. Könnyű mágnesezési iránya az [111] tengelybe, nehéz mágnesezési iránya a [001] tengelybe esik.

Szuperkemény anyag, megmunkálása különleges technológiát (gyémánt szerszámokat) igényel. Alacsony frekvenciákon lágy mágneses anyagként viselkedik. Giromágneses tulajdonságai teszik lehetővé mikrohullámú alkalmazását.

A giromágneses anyagra a következő paraméterek jellemzők:

Telítési mágneszettség — M_s , A/m; Curie hőmérséklet — T_c , °C; Anizotrópia konstansok, — K_1 és



1. ábra. Köbös kristályszerkezetű anyag egységcellája a kristálytani tengelyekkel

Beérkezett: 1985. II. 15. (□)

DR. CSABA ISTVÁN

A BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán szerzett diplomát 1966-ban. Villamosmérnök—matematikus szakmérnöki oklevelet szerzett 1972-ben és egyetemi doktori fokozatot 1979-ben. A Távközlési Kutató Intézetben tudományos kutatóként, majd tudományos osztályvezetőként és 1982 óta tudományos főosztályvezetői beosztásban

dolgozik. Fő kutatási területe a mikrohullámú mérés technika és a hozzá kapcsolódó műszer- és eszközfelvételek. Jelenlétős eredményeket ért el a ferritmágneses polikristály- és egykristály anyagok mérés technikája területén. Tagja a HTE-nek. Levelező tagja az IEC TC 51 nemzetközi bizottságának és tagja az IEC TC 51 és az IECQ hazai bizottságainak.

K_2 , VAs/m³ (20 °C-nál nagyobb hőmérsékleteken $K_2 \ll K_1$, ezért csak K_1 -et vesszük figyelembe); Giromágneses viszony — γ , m/As; Rezonancia vonalszélesség — ΔH_0 , A/m; Magnetoelasztikus konstansok — λ_{100} , λ_{111} .

Fenti paraméterek értékei függnek az anyag összetételétől, a γ kivételével a hőmérséklettől. A rezonancia vonalszélesség frekvenciafüggő, mért értéke alak és felületi finomság függő is. Polírozott felületű, gömb alakú mintákat alkalmaznak legelterjedtebben a YIG eszközökben. A YIG filmek alkalmazása napjainkban egyre terjed a MIC áramkörökben.

A TKI-ban egy, a 9 GHz-es frekvenciatartományban üzemelő mérőrendszer került kifejlesztésre.

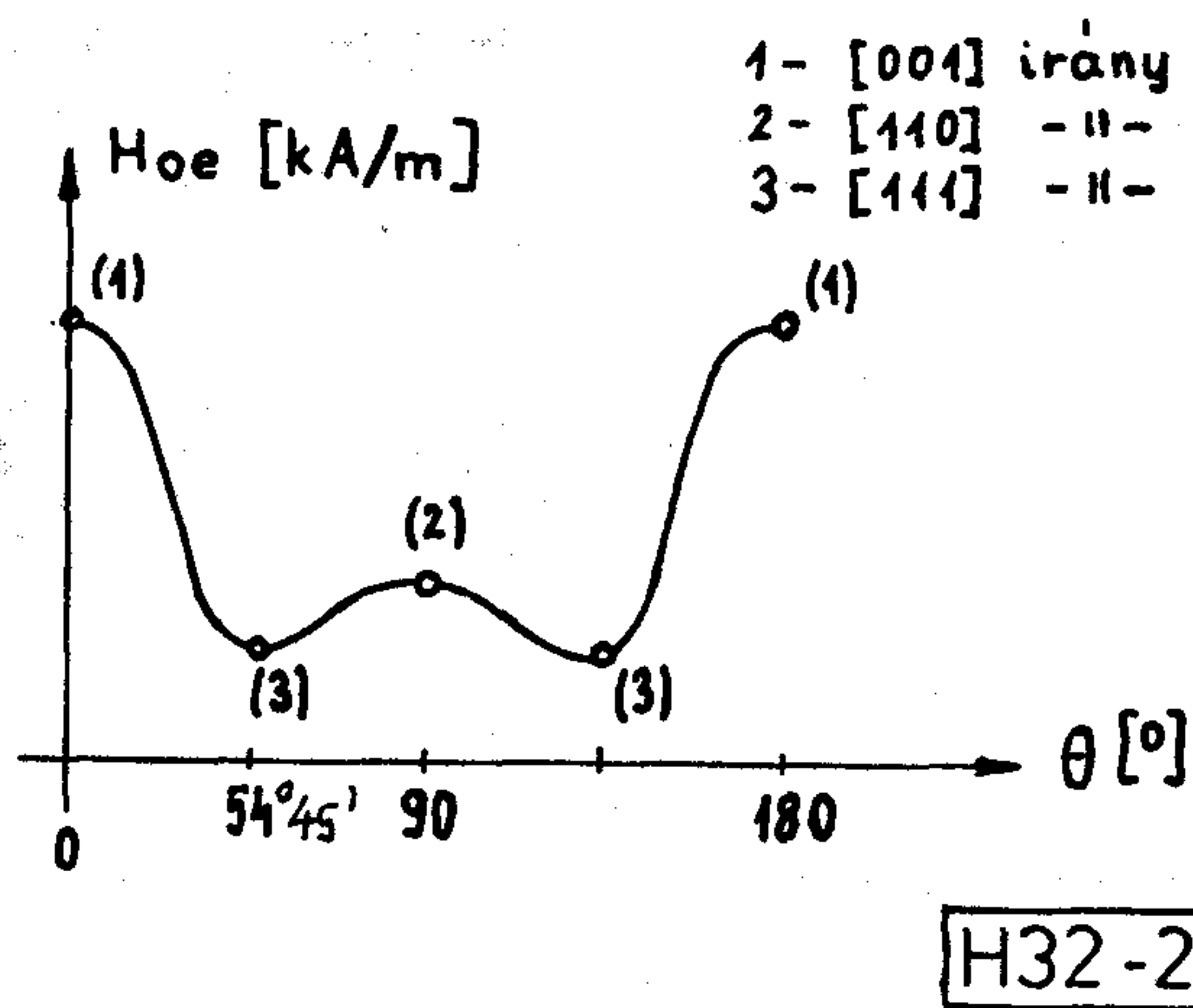
A mérés lehetővé teszi a gránát egykristályok fent említett paramétereinek szobahőmérsékleten történő meghatározását, valamint orientált és botra ragasztott gömbök orientálási pontosságának ellenőrzését. A mérőrendszer mikrohullámú részei csőtápvonalas felépítésűek. A mérő vonal mozgatható rövidzárral lezárt hullámvezető.

A rendszer olyan $\varnothing 0,6-2,0$ mm-es orientálatlan, vagy orientált YIG gömbök mérését teszi lehetővé, melyek rezonancia vonalszélessége 24–300 A/m, telítési mágneszettsége pedig 16–142 kA/m közé esik.

2. Giromágneses tulajdonságok

Az anyag giromágneses viselkedése a következő módon írható le, ha a homogén spin-precesszió gerjed csak a mintában.

A mozgásegyenletből kiindulva, annak a határfeltételeket kielégítő megoldásai adják a giromágneses



2. ábra. Giromágneses rezonancia orientáltságtól való függése

rezonancia feltételeket, valamint a $\bar{b} = f(\bar{h})$ kapcsolatot.

Az ω_r rezonanciafrekvenciát megadó Kittel-egyenlet a következőképpen módosul az egyes esetekben:

a) A vizsgált YIG mintára nem hat erő, de véges alakú és anizotróp. Ekkor a rezonancia feltétel a következő

$$\omega_r = \gamma \{ [H_{0k} + (N_x + N_x^a - N_z)M_s] \cdot [H_{0k} + (N_y + N_y^a - N_z)M_s] \}^{1/2}, \quad (1)$$

ahol H_{0k} — külső polarizáló mágnesztér, N_x, N_y, N_z — az alaklemagnesezési együtthatók az egyes koordinátatengelyek irányában ($N_x + N_y + N_z = 1$), N_x^a és N_y^a — az anizotrópia hatását leíró együtthatók.

Mindkét lemagnesezési együttható rendszer diagonál tenzor formájában írható fel általános tárgyalás esetén — $\bar{N}$ és $\bar{N}^a$ [2], [4].

Gömb alakú mintára ($N_x = N_y = N_z = 1/3$) az anizotrópia hatásokat figyelembe véve a következő egyszerűsített rezonancia feltételt kapjuk:

$$\omega_r = \gamma \left[H_{0k}^2 + H_{0k} \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \left(4 - 5 \sin^2 \Theta - \frac{15}{4} \sin^2 2\Theta \right) \right]^{1/2}, \quad (2)$$

ahol μ_0 vákuum permeabilitása és Θ a polarizáló mágnesztér és a minta [001] kristálytani tengelye által bezárt szög az [1, 1, 0] síkban.

Az ω_r -állandó esetben a rezonanciához tartozó mágnesztér értékeket a 2. ábra mutatja Θ függvényében. Az egyes kristálytani tengelyekhez tartozó rezonancia feltételek a következők lesznek, ha a (2) egyenletbe behelyettesítjük Θ aktuális értékeit:

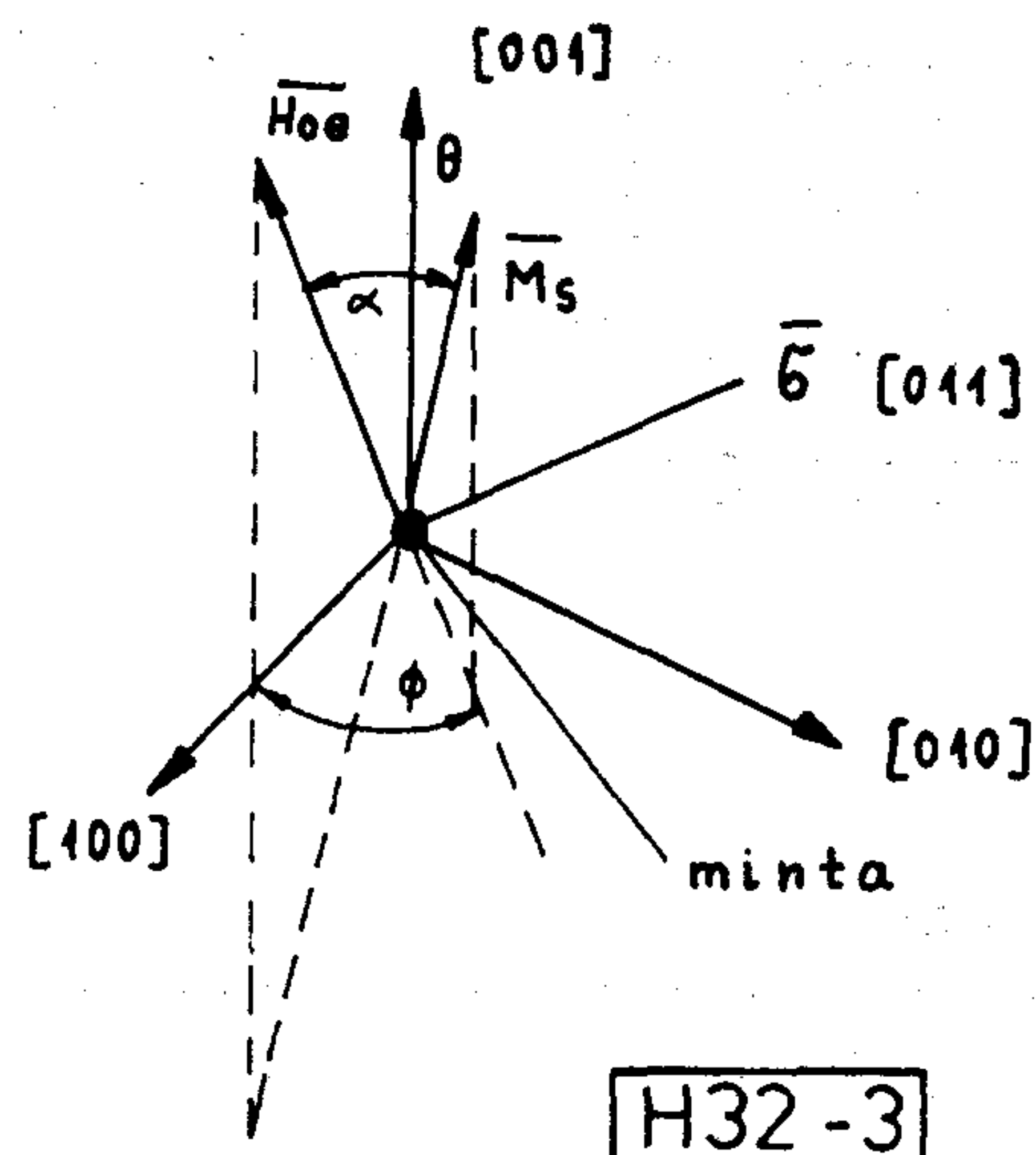
$$\omega_r = \gamma \left(H_{0k}^{[001]} + \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right), \text{ ha } \Theta = 0^\circ,$$

$$\omega_r = \gamma \left[\left(H_{0k}^{[110]} + \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right) \left(H_{0k}^{[110]} - \frac{2K_1}{\mu_0 M_s} \right) \right]^{1/2}, \text{ ha } \Theta = 90^\circ, \quad (3)$$

$$\omega_r = \gamma \left(H_{0k}^{[111]} - \frac{4}{3} \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right), \text{ ha } \Theta = 54^\circ 45'$$

ahol

$$H_{0k}^{[001]}, H_{0k}^{[110]} \text{ és } H_{0k}^{[111]}$$



3. ábra. A vizsgált minta különböző határfeltételek között

az egyes kristálytani tengelyek irányában rezonanciához tartozó polarizáló mágnesztér értékek.

b) Ha a vizsgált YIG minta gömb alakú, anizotróp és mechanikai feszültség hat rá (3. ábra) a rezonancia feltételek kis mértékű változása tapasztalható. A változás mértéke függ a mintára ható mechanikai feszültségtől, a minta anizotrópia-, valamint *magnetoelasztikus tulajdonságaitól*. Ha a mintára ható feszültség (σ) a [011] irányban hat, akkor a rezonanciafeltételek a következők lesznek különböző irányú H_{0k} -k esetén [5], [6]:

$$\omega_r = \gamma \left[\left(H_{0k}^{[100]} + \frac{2K_1}{\mu_0 M_s} + \frac{3}{2} \sigma \frac{\lambda_{100}}{\mu_0 M_s} \right)^2 - \left(\frac{3}{2} \sigma \frac{\lambda_{111}}{\mu_0 M_s} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (4)$$

amikor a H_{0k} [100] irányú.

$$\omega_r = \gamma \left[\left(H_{0k}^{[110]} + \frac{K_1}{\mu_0 M_s} - \frac{3}{2} \frac{\lambda_{100} - \lambda_{111}}{\mu_0 M_s} \sigma \right) \times \left(H_{0k}^{[110]} - \frac{2K_1}{\mu_0 M_s} + 3 \frac{\lambda_{111}}{\mu_0 M_s} \sigma \right) \right]^{1/2}, \quad (5)$$

ha a H_{0k} [110] irányú és

$$\omega_r = \gamma \left[\left(H_{0k}^{[111]} + \frac{4}{3} \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right)^2 + 3 \sigma \lambda_{111} \left(H_{0k}^{[111]} - \frac{4}{3} \frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right) \right]^{1/2}, \quad (6)$$

ha a H_{0k} [111] irányú.

c) Abban az esetben, amikor nem ideálisak a feltételek a mintán belüli homogén spin precesszió létrejöttére, spin hullámok jönnek létre, amelyeknek alacsony hullámszámokhoz tartozó módusai a *magnetoelastikus módusok*.

A legegyszerűbb módusok az $(n, m, 0)$ számhármassal adhatók meg [2], [3]. Ebben a rendszerben a homogén (eddig tárgyalt) spin precesszióhoz az $(1, 1, 0)$ számhármassal tartozik. Külön jelentőséggel bírnak az $(m+1, m, 0)$ és az $(m, m, 0)$ módusok, mivel frekvencia, ill. mágnesztér függetlenek. Az $(1, 1, 0)$ alpmódustól vett távolságuk a minta alakjától és telítési

mágnesezettségétől függ. Ez ad lehetőséget gömb alakú minta esetén az M_s meghatározására a mikro-hullámú frekvenciatartományban.

A rezonanciafeltételt bővítve a magnetosztatikus módusok hatásával is, általánosan írható:

$$\omega_r = \gamma \{ [H_{0k}^{(n,m,0)} + (N_x^a - N_z + N_M^{(n,m,0)}) M_s] \times [H_{0k}^{(n,m,0)} + (N_y^a - N_z + N_M^{(n,m,0)}) M_s] \}^{1/2}, \quad (7)$$

ahol $N_M^{(n,m,0)}$ az $(n, m, 0)$ módus rezonanciára gyakorolt hatását leíró tag.

d) A YIG egykristályok felhasználása szempontjából jelentős az alsó határfrekvencia, amelynél még felhasználhatók az anyagok. A mintának telítésig kell mágnesezettnnek lenni a fenti jelenségek létrehozása céljából. Az alsó határfrekvencia értéke $-\omega_A = -\gamma N_z M_s$, amely alatt a giromágneses rezonanciát adó mágnesztér már nem viszi telítésbe az anyagot.

A másik kritikus frekvencia érték $\omega_{krit} = 2\gamma N_z M_s$, amely felett a mintát tartalmazó eszköz lineáris lesz. $\omega_A \leq \omega \leq \omega_{krit}$ frekvenciatartományban az eszköz ún. incidencia limiterként működik.

e) A mozgásegyenlet megoldásaként adódó $\bar{m} = f(\bar{h})$ kapcsolat a következő

$$\bar{m} = \bar{\chi}_k \bar{h}_k = \begin{bmatrix} \chi_{kx} & j\chi_k & 0 \\ -j\chi_k & \chi_{ky} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \bar{h}_k \quad (8)$$

ahol $\bar{\chi}_k$ az ún. külső mágneses szuszeptibilitás tenzor, amely az alak és anizotrópia hatásokat is magában foglalja.

A (8) összefüggés ilyen formában akkor érvényes, ha a mintát telítésig mágnesező polarizáló mágnesztér z irányú. A $\bar{\chi}_k$ részletes kifejtése a [2] és [4] szakirodal-makban található.

Az anyag belső és külső (látszólagos) szuszeptibi-litás tenzorai közötti kapcsolat a következő

$$\bar{\chi}_k = [\bar{I} + \bar{\chi}(\bar{N} + \bar{N}^a)]^{-1} \bar{\chi} \quad (9)$$

és

$$\bar{\chi} = \bar{\chi}_k [\bar{I} - (\bar{N} + \bar{N}^a) \bar{\chi}_k]^{-1},$$

ahol $\bar{I}$ — egységtenzor, $\bar{\chi}$ — izotróp anyag belső szuszeptibilitás tenzora.

Gömb alakú mintát feltételezve, valamint elha-nyagolva az anizotrópia hatását, amit vizsgálataink-ban a fizikai kép lényeges torzítása nélkül megtehe-tünk, a $\bar{\chi}_k$ elemekre a következő, könnyen kezelhető formulákat kapjuk:

$$\chi_{kx} = \chi_{ky} = \chi_k = \frac{\omega_M T}{2(1 + 4Q_0^2 \delta^2)} [(4Q_0)^{-1} - 2Q_0 \delta - j], \quad (10)$$

$$\chi_k = \frac{\omega_M T}{2(1 + 4Q_0^2 \delta^2)} [-(4Q_0)^{-1} - 2Q_0 \delta - j].$$

Ahol $\delta = (\omega - \omega_0)/\omega_0$ relatív elhangolás, $Q_0 = \omega_0/\gamma \Delta H_0$ jósági tényező, $\omega_M = \gamma M_s$, $\omega_0 = \gamma H_{0k}$, $\Delta H_0 = 2/\gamma T$, T spin processzió lecsengési ideje.

A $\chi_k = \chi'_k - j\chi''_k$ és $\chi_k = \chi'_k - j\chi''_k$ komplex mennyisé-gek az anyag veszteségei miatt. A ΔH_0 a $\chi_{max}/2$ -höz tartozó mágnesterek különbsége, mely szoros kapcsola-tban van az anyag veszteségeivel.

3. A paramétermérések elvi alapjai

A mintában disszipált teljesítmény, amikor homogén spin precesszió jön létre benne, a következő formában írható, ha a $\bar{\chi}_k$ elemek ismeretét tételezzük fel

$$P_d = -\frac{1}{2} \omega \mu_0 \text{Im} \left\{ \int_{V_s} \bar{\chi}_k \bar{h}_k (\bar{I} - \bar{N} \bar{\chi}_k)^* \bar{h}_k^* dV \right\}, \quad (11)$$

ahol V_s a minta térfogata, $\bar{h}_k^*$ -a külső gerjesztő RF mágnesztér komplex konjugáltja.

Ha a minta a TE vagy TEM módusú mikro-hullámú vonalban $\bar{h}_{ky} = 0$ helyre van téve, méretei kicsik a hullámhosszhoz képest, azaz h_{kx} homogénnek tekint-hető a mintában és $h_{kx} = \hat{h}_{kx}$, akkor

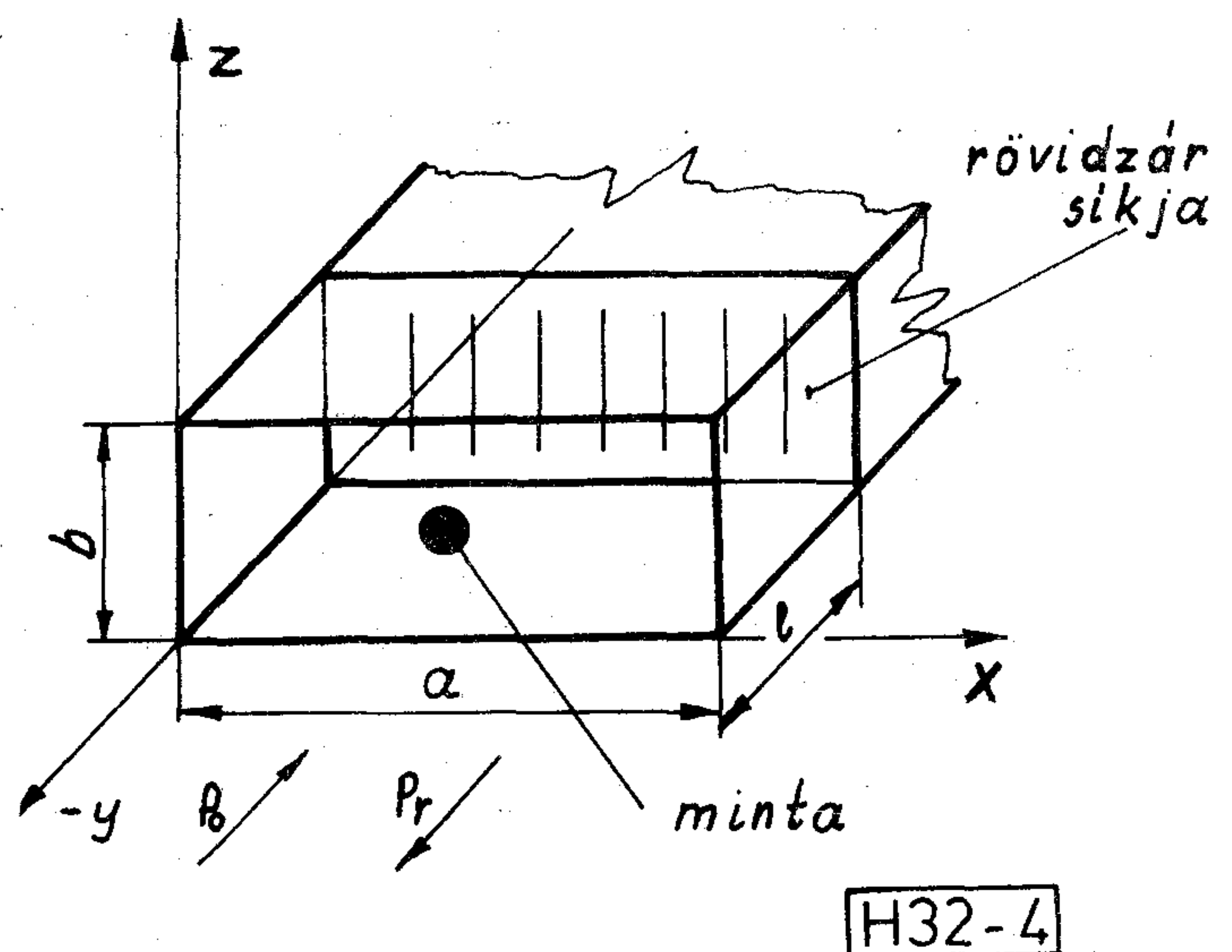
$$P_d = \frac{1}{2} \omega \mu_0 V_s \chi_{kx} |\hat{h}_{kx}|^2 \quad (12)$$

formában írható ahol $\hat{h}_{kx}$ a h_{kx} csúcserőssége. A mintát gerjesztő $\bar{h}_k$ mágnesztér a mikro-hullámú vonalban haladó $\bar{h}$ és a minta, mint mágneses dipólus által ki-sugárzott mágnesztér — vektor összegeként írható fel közvetlenül a minta közelében.

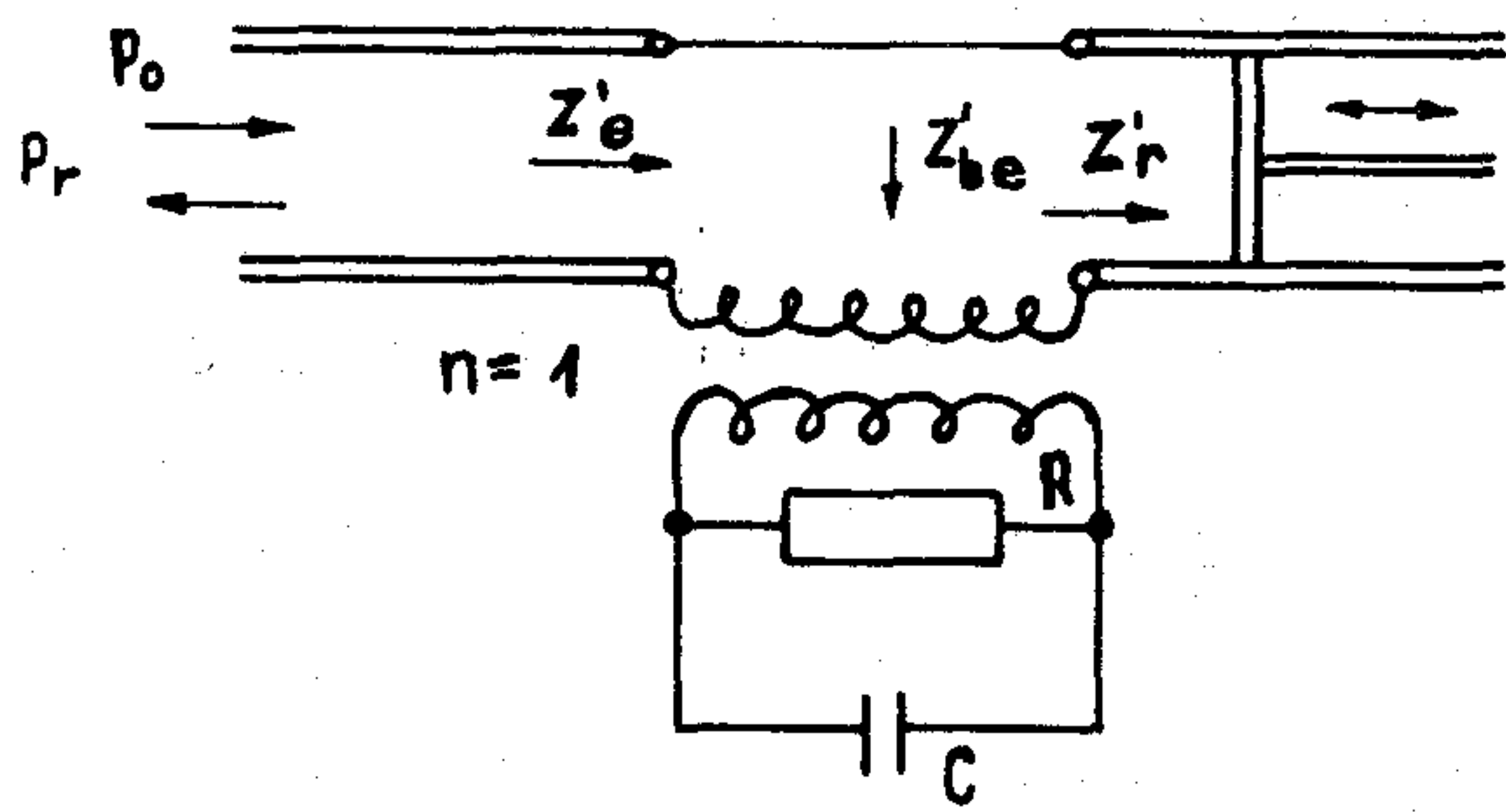
a) Rövidzárral lezárt mérővonalba helyezett minta esetén, ha a mérővonalba TE_{10} módus gerjed (4. ábra), a $\bar{h}_k$ mágnesztér, melybe a minta merül, a követ-kező lesz

$$\bar{h}_k = \begin{bmatrix} (1 - \Gamma_r) \left(1 - jA \frac{m_x}{h_0} \sin \frac{\pi}{a} x \right) h_0 \sin \frac{\pi}{a} x \\ -j(1 + \Gamma_r) \left(1 - A \frac{\lambda_g}{2a} \frac{m_y}{h_0} \cos \frac{\pi}{a} x \right) h_0 \frac{\lambda_g}{2a} \cos \frac{\pi}{a} x \end{bmatrix} \quad (13)$$

ahol Γ_r rövidzár által a minta helyén létrehozott reflexiós tényező, h_0 hullámvezetőben a mágnes-tér amplitúdója.



4. ábra. Rövidre zárt mérővonalba a behelyezett mintával



H32-5

5. ábra. Rövidre zárt mérővonalba helyezett minta helyettesítő képe

Amikor a minta az ábrán jelölt helyzetben van ($x=a/2$, $z=b/2$), akkor

$$\bar{h}_k = \bar{i} h_{kx} = \frac{(1 - \Gamma_r) h_0}{1 + jA(1 - \Gamma_r) \chi_{kx}}, \quad A = \frac{2\pi M_s}{a \cdot b \cdot \lambda_g} \quad (14)$$

A (12) és (14) egyenlet alapján

$$P_d = P_0 \frac{4\beta'}{(1 + \beta')^2 + 4Q_0^2 \delta'^2} \quad (15)$$

ahol β' csatolási tényező, δ' relatív elhangolás és $P_0 = abz_g h_0^2 / 4$ vonalban haladó mikrohullámú teljesítmény,

$$\beta' = \beta_0 \cos^2 \frac{2\pi}{\lambda_g} l, \quad \beta_0 = A \frac{M_s}{\Delta H_0},$$

$$\delta' = \delta - \frac{\beta_0}{4Q_0} \sin^2 \frac{4\pi}{\lambda_g} l. \quad (16)$$

Látható, hogy mind a csatolási tényező, mind a relatív hangolási paraméter függ a minta és a rövidzár távolságától.

A rendszer az 5. ábrán látható helyettesítő képpel adható meg a (14)–(15) egyenletek alapján.

A vonalban reflektált teljesítmény

$$P_r = P_0 [(\beta' - 1)^2 + 4Q_0^2 \delta'^2] / [(\beta' + 1)^2 + 4Q_0^2 \delta'^2]. \quad (17)$$

Giromágneses rezonancián P_r minimális lesz:

$$P_{rm} = P_0 (\beta' - 1)^2 / (\beta' + 1)^2 \quad (18)$$

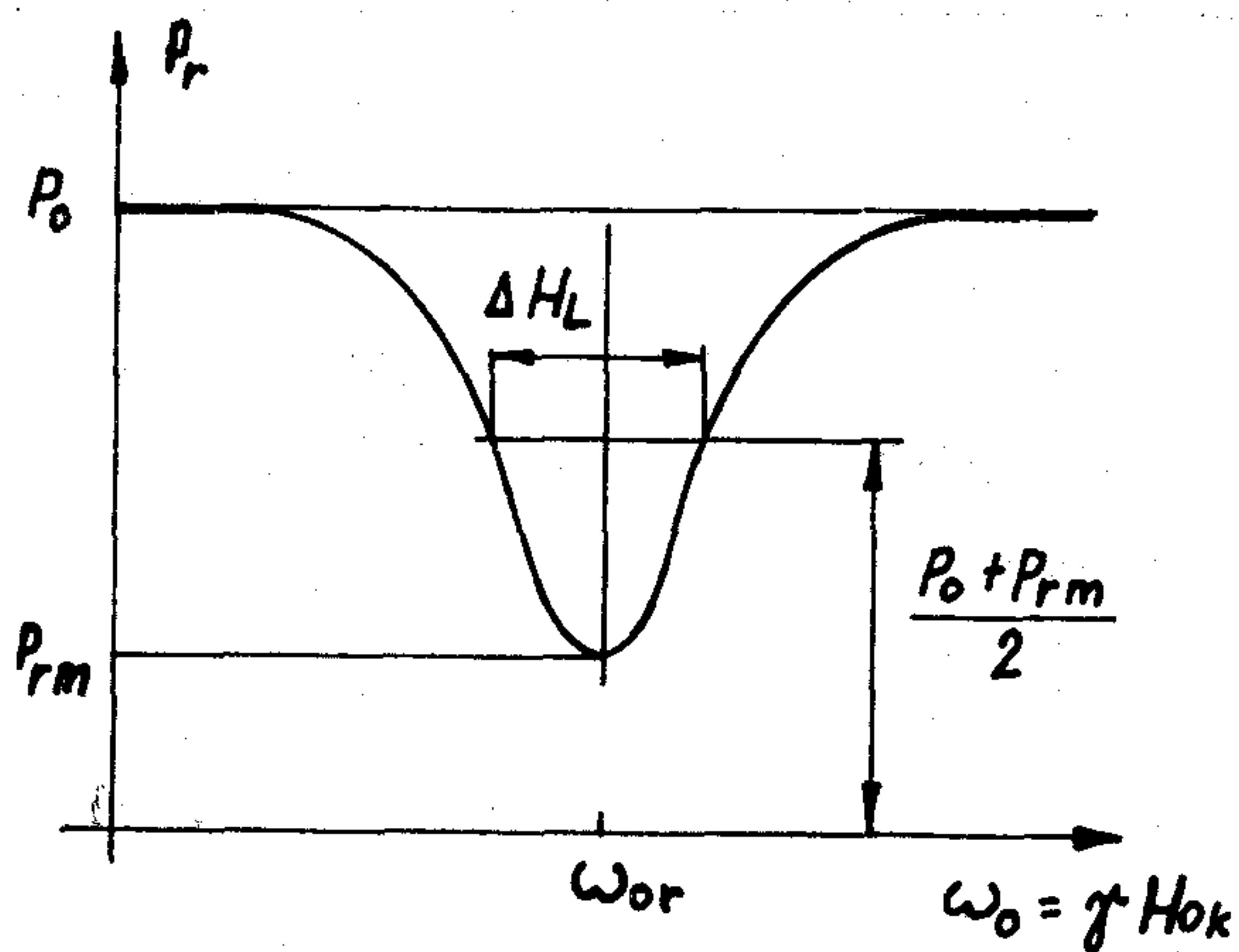
amiből β' meghatározható a csatolás jellegének ismeretében.

A $P_r = f(\gamma H_{0k})$ görbét giromágneses rezonancia környékén a 6. ábra mutatja.

Az 5. ábra helyettesítő képének analízise és a 6. ábra alapján megadhatjuk a mért vonalszélesség – ΔH_L és az ún. terheletlen rezonancia vonalszélesség – ΔH_0 közötti kapcsolatot

$$\Delta H_0 = \frac{\Delta H_L}{1 + \beta'} \quad \text{és} \quad \beta' = \frac{1 + \sqrt{P_0 / P_{rm}}}{\pm \sqrt{P_0 / P_{rm}} - 1} \quad (19)$$

b) Transzmissziós mérővonala alkalmazása esetén a fenti gondolatmenet alapján hasonló összefüggéseket kapunk [4].



H32-6

6. ábra. $P_r = f(\gamma H_{0k})$ a giromágneses rezonancia tartományban

4. Mérőrendszer rövidre zárt mérővonallal

A mérőrendszer blokkképe a 7. ábrán látható. A rendszer alkalmas a ΔH_0 , K_1 , λ_{100} , λ_{111} és M_s mérésére, valamint orientált és botra ragasztott YIG gömbök orientálási pontosságának ellenőrzésére. A rendszer paraméterei a következők: mérőfrekvencia: 9140 MHz, stabilitása: $5 \cdot 10^{-6}$ /óra; kimenő RF szint stabilitása: 0,05 dB/20'; csillapításmérés pontossága: 0,1 dB; polarizáló mágnes tér stabilitása: $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ /óra; lassú mágnes tér sweep bármely térértéknél; mágnes térmérés pontossága: ± 40 A/m (lock-in rendszert alkalmazva ± 4 A/m); térkülönbség mérési pontossága ± 4 A/m; giromágneses rezonancián a max. csillapításváltozás 8 dB lehet; illesztetlenségi hibák: $\pm 2\%$.

ΔH_0 mérése történhet a $\chi''_{k \max}$ félértékéhez tartozó mágnes térek közvetlen mérésével, vagy X–Y koordináta íróval ábrázolt rezonanciagörbe alapján.

Közvetlen $(1/2)\chi''_{k \max}$ -hoz tartozó mágnes tér mérés esetén forgócsillapítót és referenciaszint indikátort alkalmazva az $(1/2)\chi''_{k \max}$ -hoz tartozó csillapítóállás

$$P_{r1/2}^{\text{dB}} = P_{rm}^{\text{dB}} - 3 + 10 \lg \left[\text{num} \lg \frac{P_0^{\text{dB}} - P_{rm}^{\text{dB}}}{10} + 1 \right], \quad (20)$$

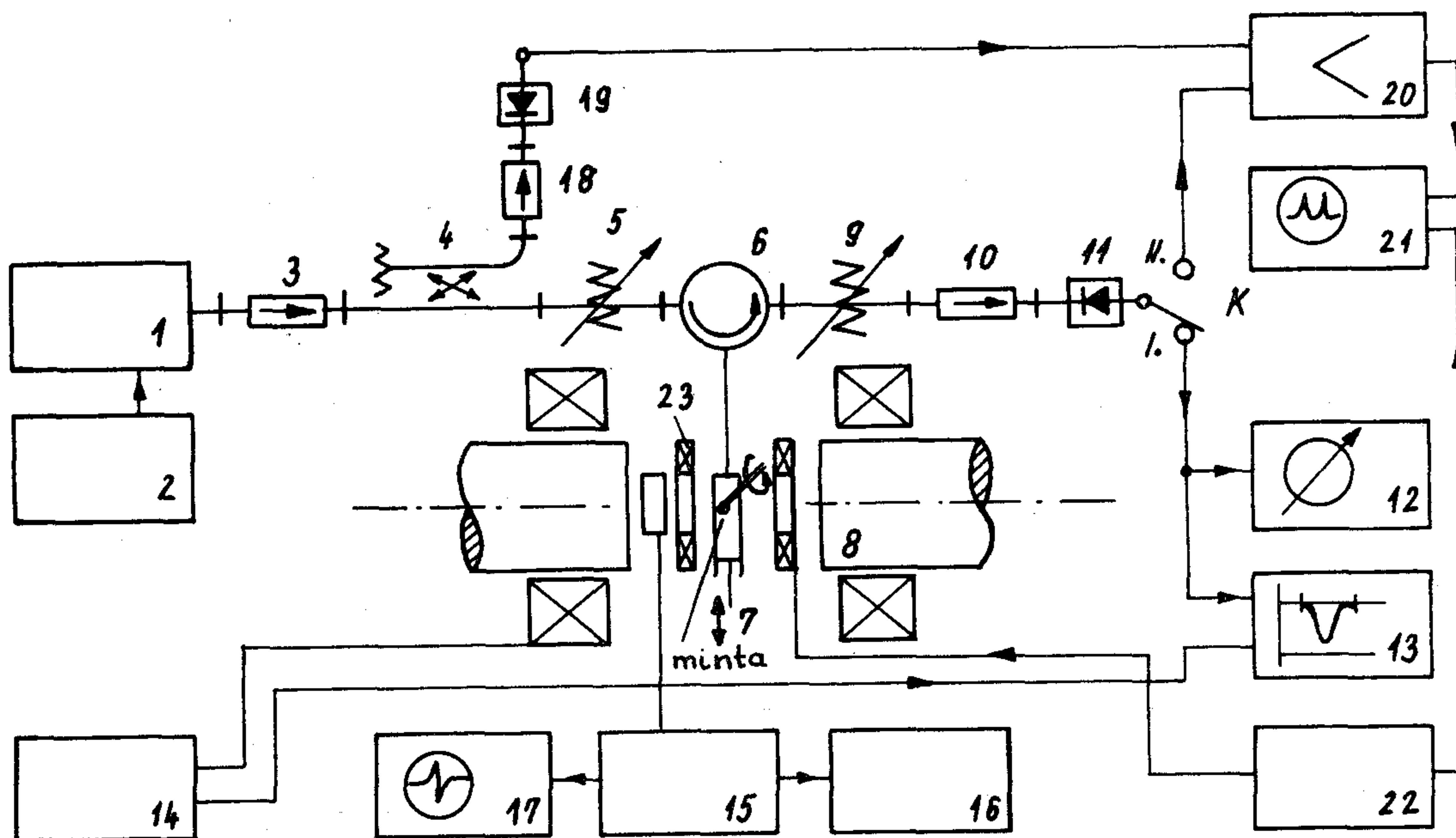
ahol P_{rm}^{dB} – a giromágneses rezonanciához tartozó csillapító állás, P_0^{dB} – a giromágneses rezonanciától távoli esetben a csillapító állása.

A csatolási tényező

$$\beta' = \frac{\text{num} \lg \left[\frac{1}{20} (P_0^{\text{dB}} - P_{rm}^{\text{dB}}) \right] \mp 1}{\text{num} \lg \left[\frac{1}{20} (P_0^{\text{dB}} - P_{rm}^{\text{dB}}) \right] \pm 1} \quad (21)$$

összefüggéssel számítható. A felső előjelek $\beta' < 1$, az alsók $\beta' > 1$ esetben érvényesek.

Anizotrópia konstans mérése orientált mintán történik. Az egyes kristálytani tengelyekhez tartozó



7. ábra. Mérőrendszer bloksémája
1, 2 — Gunn-oszcillátor és tápegysége; 3, 10, 18 — izolátor; 4 — iránycsatló; 5 — csillapító; 6 — cirkulátor; 7 — mérővonal; 8 — polarizáló elektromágnes; 9 — precíziós csillapító; 11, 19 — kristályszerelvény; 12 — indikátor; 13 — X-Y koord. író; 14 — el. mágnes tápegység; 15 — protonrezonanciás mágnesmérő; 16 — digitális frekvencia mérő; 17 — oszcilloszkóp; 20 — erősítő; 21 — oszcilloszkóp; 22 — hangfrekv. generátor; 23. térmod. tekercspár

H32-7

rezonanciafeltételek ismeretében a (3) egyenleteket felhasználva

$$\frac{K_1}{\mu_0 M_s} = 0,3 (H_{0k}^{[111]} - H_{0k}^{[001]})$$

és

$$6 \left(\frac{K_1}{\mu_0 M_s} \right)^2 + (4H_{0k}^{[001]} + H_{0k}^{[110]}) \frac{K_1}{\mu_0 M_s} + (H_{0k}^{[001]})^2 - (H_{0k}^{[110]})^2 = 0 \quad (22)$$

alapján a $K_1/\mu_0 M_s$ számítható.

A magnetoelasztikus konstansok meghatározása irányított és mechanikai feszültség alá helyezett mintán végzett mérések alapján történik. A (3, 4, 5, 6) összefüggések alapján

$$\lambda_{100} = \frac{3}{2} \frac{\mu_0 M_s}{\sigma} \delta H_{0k}^{[100]} \quad (23)$$

$$\lambda_{111} = \frac{4}{9} \frac{\mu_0 M_s}{\sigma} \left[\left(1 - \frac{K_1}{2\mu_0 M_s H_{0k}^{[110]}} \right) \delta H_{0k}^{[110]} + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2K_1}{\mu_0 M_s H_{0k}^{[110]}} \right) \delta H_{0k}^{[100]} \right] \quad (24)$$

ha $1 \gg \frac{K_1}{2\mu_0 M_s H_{0k}^{[110]}}$ akkor

$$\lambda_{111} \approx \frac{4}{9} \frac{\mu_0 M_s}{\sigma} \left(\delta H_{0k}^{[110]} + \frac{1}{2} \delta H_{0k}^{[100]} \right) \quad (25)$$

míg a (3) és (6) egyenlet alapján

$$\lambda_{111} \approx \frac{8}{13} \frac{\mu_0 M_s}{\sigma} \left(\delta H_{0k}^{[111]} + \frac{1}{12} \delta H_{0k}^{[100]} \right) \quad (26)$$

ahol

$$\delta H_{0k}^{[110]} = H_{0k}^{[100]} - H_{0k\sigma}^{[100]}, \quad \delta H_{0k}^{[110]} = H_{0k}^{[110]} - H_{0k\sigma}^{[110]}$$

és

$$\delta H_{0k}^{[111]} = H_{0k}^{[111]} - H_{0k\sigma}^{[111]}$$

A σ index a feszültség alatt levő minta esetén a rezonanciához tartozó mágnesmérőérték az egyes kristálytani tengely irányokban.

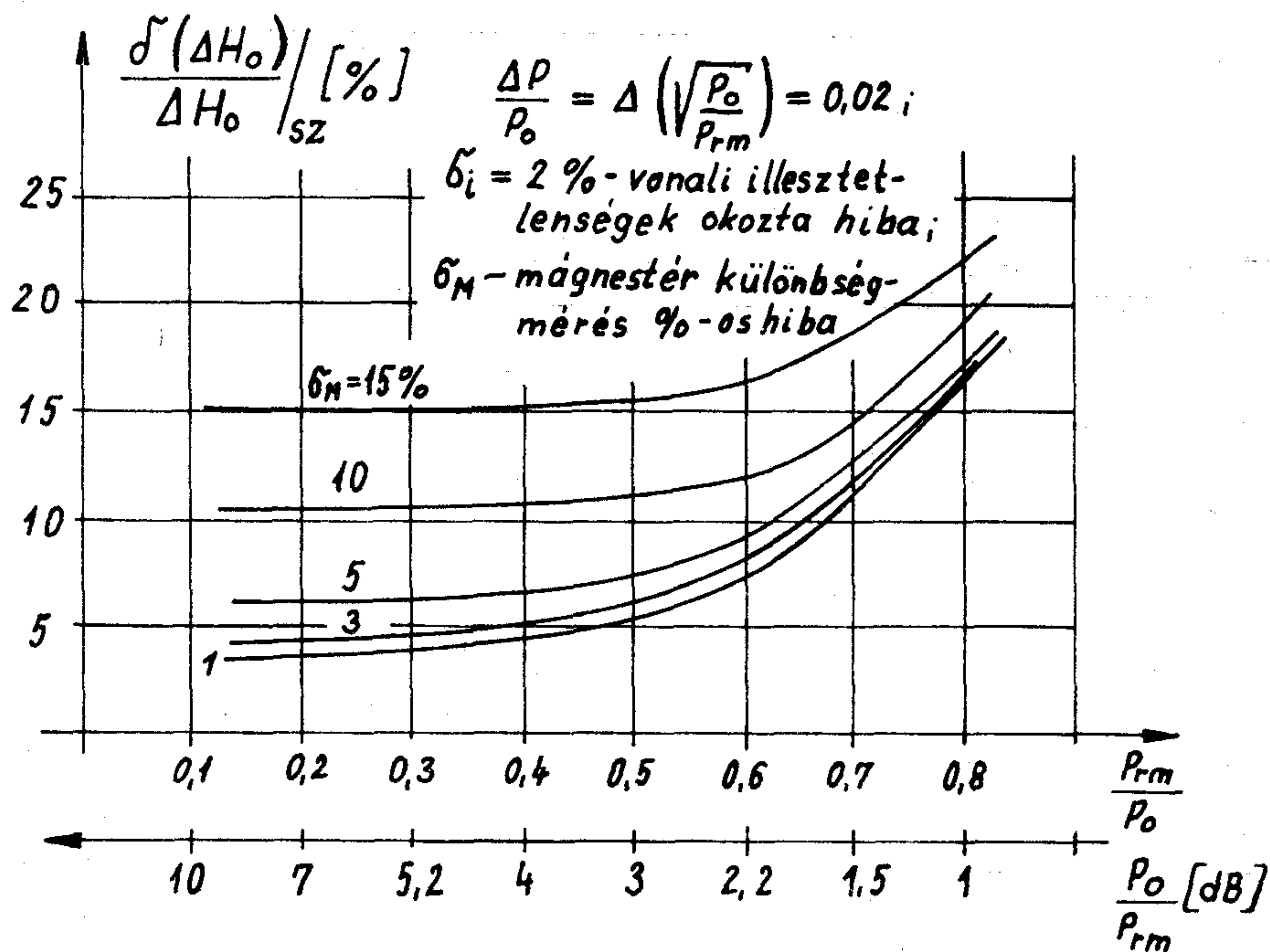
$\sigma = F/A_{\text{eff}}$, $A_{\text{eff}} = 0,85 \cdot \pi \cdot R^2$, F — mintára ható erő, R — YIG gömb sugara.

Telítési mágnesszettség meghatározása a magneto-sztatikus módusok egymástól vett távolságainak ismeretében történik a módusok azonosítása után [3], [4]. A (7) egyenlet alapján gömb alakú mintára a következő összefüggést kapjuk

$$M_s = \frac{H_{0k}^{(n, m, 0)} - H_{0k}^{(1, 1, 0)}}{N_M^{(n, m, 0)} - 1/3} \quad (27)$$

$$N_M^{(n, m, 0)} = \frac{m}{2m+1}, \quad \text{ha } n=m,$$

$$N_M^{(n, m, 0)} = \frac{m}{2m+3}, \quad \text{ha } n=m+1,$$



8. ábra. ΔH_0 mérési pontosságának változása a P_{rm}/P_0 fv.-ében különböző relatív hibák esetén (illesztetlenségi hiba $\sigma_i = 2\%$, rel. teljesítmény ingadozás $\Delta P/P_0 = 0,02$, mágnes tér-különbség mérési hiba $\sigma_M, \%$)

H32-8

ahol $H_{0k}^{(n,m,0)}$ az $(n, m, 0)$ rezonanciahelyéhez tartozó mágnes térérték.

Orientálás ellenőrzése orientált mintákon történik a 2. ábrán látható görbe szerinti szélső értékek geometriailag helyes elrendezésének vizsgálatával. A két könnyű mágnesezési irányhoz $[111]$ tartozó $H_{0k}^{[111]}$ térnek meg kell egyeznie helyes orientáltság esetén.

5. Mérési eredmények és következtetések

A fentiekben analizált mérések elvégzésére a mérőrendszer alkalmas. Az ellenőrző mérések azt mutatják, hogy az elvileg számított hibahatáron belül vannak azok az eredmények, melyek értékeit első sorban a mérőrendszer műszaki paraméterei befolyásolják [1], [4], [6].

Megállapítható, hogy a ΔH_0 mérési hibája $< \pm 10\%$, de függ az aktuális mért értéktől, mint az a 8. ábrán látható.

A $K_1/\mu_0 M_s$ mérési eredmények általában 30%-kal kisebbek, mint a statikus módszerrel (RSMM) mért értékek, melynek oka a mérések nem azonos határfeltételeiben rejlik. A telítési mágneszettség mérési eredmények 10%-nál kisebb mértékben térnek el a

statikus mérési módszerekkel (VSMM és mágneses inga) kapott értékektől. A mérési bizonytalanság ± 300 A/m-nél nem nagyobb. A λ_{100} és λ_{111} mérési eredmények hibahatáron ($\pm 10\%$) belül megegyeznek a szakirodalomban közöltekkel.

IRODALOM

- [1] Csaba I.: Gránát egykristályok jellemző paramétereinek mérése a mikrohullámú frekvencia tartományban. TKI Közlemények, 1977. 2. szám. 13–48. old.
- [2] Dr. Almássy Gy.: Mikrohullámú kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1975.
- [3] B. Lax, K. J. Button: Microwave Ferrites and Ferrimagnetics. McGraw-Hill Book Company, Inc. 1962.
- [4] Csaba I.: Gránát egykristályok mágneses paramétereinek meghatározása és vizsgálata a mikrohullámú frekvencia tartományban. Doktori értekezés, 1978.
- [5] A. B. Smith: A Ferrimagnetic Resonance Method of Measuring Magnetostriction Constants. Rev. of Sci. Instr. Vol. 39. No. 3. 1968 pp. 378–385.
- [6] Csaba, I.: Several Remarks on Measurements of Magnetoelastic Constants of pure and doped YIG Single Crystal Materials. Proc. of International Conference on Microwave Ferrites. Szmolence, CSSR. 1984. pp. 307.

Quo vadis...

GÖBLÖS JÁNOS

REMIX Rádiótechnikai Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény egy olyan új szerelési technológia lényegére hívja fel a szakmai közvélemény figyelmét, amely meghatározó eleme lesz a további műszaki fejlődésnek. A szerző az eddigi fejlődés tükrében és a gazdasági környezetbe helyezve mutatja be a nyomtatott huzalozású áramkörök felületszerelési technikáját, alkatrészhatárait, és utal a magyar elektronikai ipar lépéskényszerére.

Közel tíz éve a Híradástechnika cikket közölt az elektronika akkor prognosztizálható fejlődéséről és a sürgető hazai tennivalókról. Ma, amikor állami program igyekszik a korábban meg nem hozott iparpolitikai döntések szerepét pótolni, célszerű ismét végiggondolni, merre tart az elektronika. Annál is inkább időszerű ez, mert egyfelől a hazai fejlesztési programok most fogalmazódnak 1990-ig, másfelől — úgy tűnik — szereléstechológiai fejlesztési eredmények teremtenek új helyzetet az elektronikában. Mindenekelőtt néhány szót arról a kölcsönhatásról, amely a gazdasági feltételek változása és az elektronika között hat.

1. A környezet és az elektronika

Napjaink gazdasági környezetéről szerte a világban kevés egyértelműen jó mondható el, és a jövő kilátásait is vegyesen ítélik meg. Úgy tűnik, a gazdaságtörténet olyan periódusát éljük át, amelyben a stagnálás és recessziós válságok szakaszai gyakoribbak. Egyre több gazdasági szakember vizsgálja komolyan Kondratyev ciklikus gazdaságfejlődési modelljét, amelyben 55 éves hullámzások követik egymást. Az ipari forradalmaktól napjainkig bizonyíthatóan lezajlott 4 olyan ciklus, amelyben a gazdaság növekedését stagnálás és hanyatlás követte.

Az 1. ábrán például jól leolvasható az 1928–32. évi gazdasági válság és csupán remélni lehet, hogy a hasonló 1979–83. évi mélyponton megnyugtató módon túljutott már a világ. Érdemes észrevenni, hogy a gazdasági ciklusokhoz egyértelműen hozzárendelhető bizonyos technikai vívmányok ipari megvalósítása vagy elterjedése. A gazdasági ciklusok természetesen nem olyan simán futnak le, mint ahogyan azt a szemléletesség kedvéért rajzoltuk. Számos egyenetlenség adódhat: gondolunk pl. az 1973. évi első olajárrobbanás hatására. Sok szakember a nagy ciklusokon belül 5 és 11 éves periódusokat vél felfedezni. Az 5 éves gazdasági periódusok és az elektro-

GÖBLÖS JÁNOS

okleveles villamosmérnök, 1954 óta a REMIX-ben dolgozik, 1957-ig üzemmérnök, illetve kondenzátor üzemvezető volt. 1958–1968 között a kondenzátorok fejlesztésével

foglalkozott. 1969-től 1980-ig fejlesztési főmérnök, 1980-tól a REMIX műszaki igazgatóhelyettese. Több mint 25 éve HTE tag, a VB és az Alkatrész Szakosztály vezetőségi tagja.

nika utóbbi 40 évében megfigyelt 5–7 éves generációváltási szakaszai közötti összefüggés nem bizonyított (2. ábra).

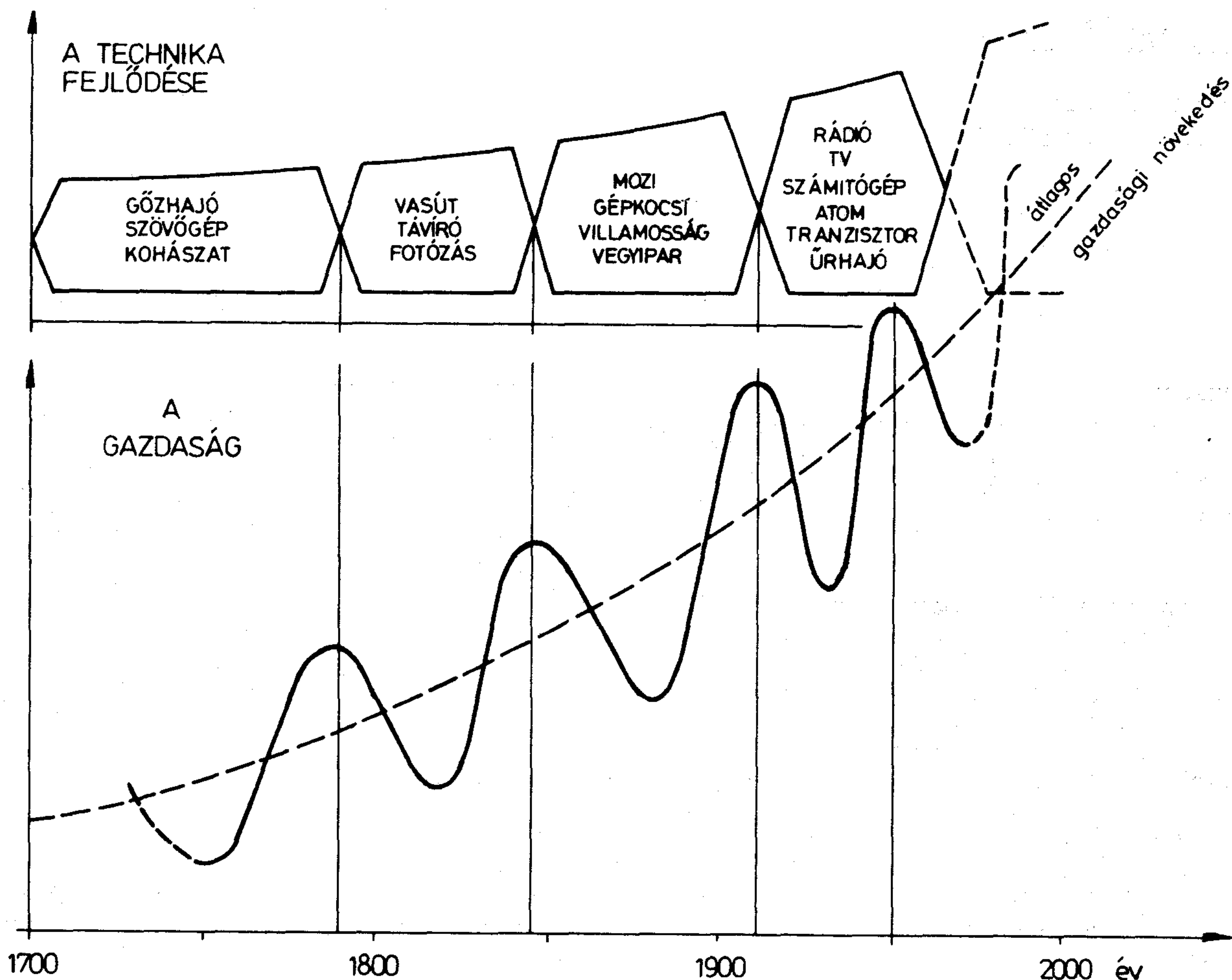
Figyelve tehát azt a környezetet, amelyben az elektronika — gyorsuló — fejlődése végbemegy, nem kevés (látszólagos?) ellentmondás is megfigyelhető a világban:

- a gazdasági labilitással vagy recesszióval is dacolva ez az iparág, amelynek nem csökkent a fejlődési dinamikája;
- a növekvő anyag-, energia-, beruházási, bér-stb. költségek ellenére az elektronika csökkenő ártrendeket tud a világpiacra felmutatni;
- jelentős területeket hódít el a hagyományos gépgyártástól és meghatározóvá válik számos, korábban idegennek számító területen, mint pl. mezőgazdaság, járműgyártás stb.;
- behatol olyan világba, mint a biológia és felhasznál biokémiai eredményeket (folyadékkrisztály), szolgálatba állítja az optikát (hírközlés).

Az elektronikai technológiák fejlődése felülmúlja a kémia és a biofizika dinamikáját is:

- egy-egy elektronikai alkatrészgenerációhoz a célra alkalmas, más termék előállítására (többnyire) nem használható gépek tartoznak, amelyek egy-egy generációváltás során használhatatlanná válnak, vagy más szóval 5–7 év alatt amortizálódniuk kell: meg kell termelniük nemcsak a következő gépgeneráció árát, hanem technikai bázisát is;
- a létrehozott termék ára és a gyártóberendezés értékének aránya 10^8 – 10^{10} szemben a hagyományos gépipari eszköz/termék átlagos 10 – 10^3 arányával. Csupán részben magyarázza az arányeltolódást a termelékenység 10^2 – 10^4 arányú növekedése az elektronikai iparban a gépipari átlaghoz képest az elmúlt 15 évben;
- az elektronika fejlődési (innovációs) dinamikáját 80 év alatt megtízszerezte: az elektroncső

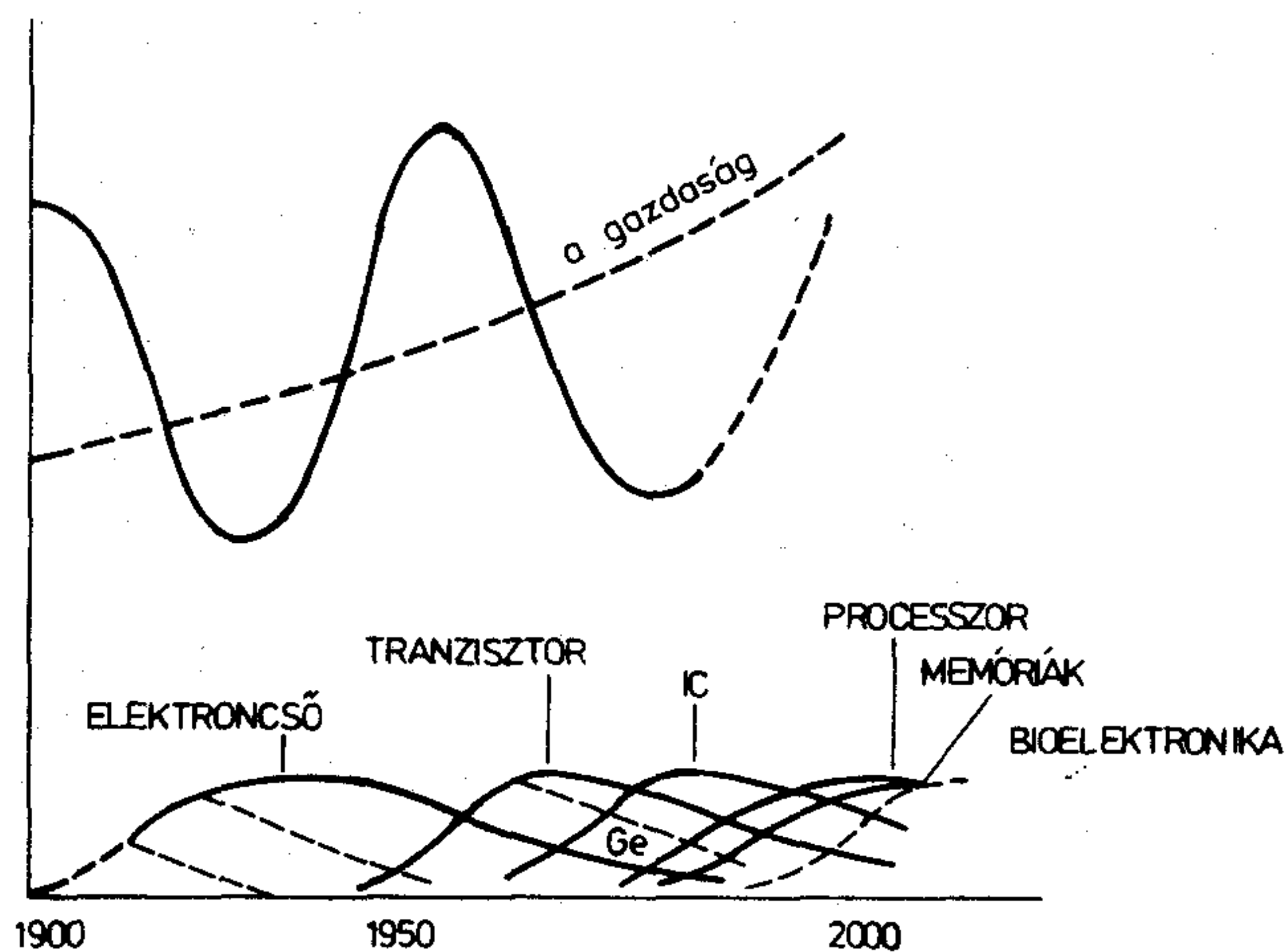
Beérkezett: 1985. II. 11. (△)



1. ábra. A világgazdaság hullámzó fejlődéséhez, a fejlődési ciklusokhoz jól hozzáilleszthetők a technikai fejlődés jellemző szakaszai

H46-1

elterjedéséhez mintegy 25 év kellett. A modern elektronika eszközei a felfedezést követően 1–3 év alatt iparérették.



H46-2

2. ábra. Az utóbbi 80 év gazdasági ciklusai és az aktív elektronikai alkatrész generációk életciklus görbéi

Joggal merül fel a kérdés az eddig elmondottak alapján, hogy vajon meddig tartható ez a fejlődési ütem, nem következik-e valamiféle „kifulladás” a műszaki fejlődésben? Meddig tartható az, hogy az elektronikában alkalmazott konstrukciók és gyártási eljárások összessége, azok generációváltási sebessége — és csak másodsorban a piaci verseny — hozza az elektronika és gazdasági környezete közötti legnagyobb ellentmondást: a viszonylagos árstabilitást, helyesebben a törvényszerű árletörések rendjét a világpiacra. Úgy tűnik elérkeztünk egy olyan fejlődési szakasz határához, ahol az elektronika szereléstechológiai oldalról lesz képes megújulni és új lendületet venni.

Ez a megújulás egy alkatrész generációváltást is feltételez, vagy legalábbis egy alkatrész generáció szélesebb körű elterjedését a nyomtatott áramkörtéchnikában.



a,



b,

H46-3

3. ábra. Az elektronikai ipar szerkezete az 1960-as évekig (a), és napjainkban (b)

Az elmúlt 15 évben az elektronikai iparon belül is átrendeződött a munkamegosztás: bizonyos szerelőipari (szerelvénygyártási) feladatokat az alkatrészipar vett át.

Úgy tűnik — a jövő várható fejlődését is figyelembe véve —, hogy a 3. ábra szerinti egydimenziós modell helyett egy háromdimenziós szerkezetet felvázolva (4. ábra) jobban leírható a várható műszaki előrehaladás az elektronikában. Az így előálló „bűvös kocka” elemeit a valóságos Rubik-kockához hasonlóan forgatva előállíthatók a valóságos technikai életben létrejövő fejlődési lépcsők és kombinációk, amelyek elemzése sajnos nem lehet e rövid cikk célja.

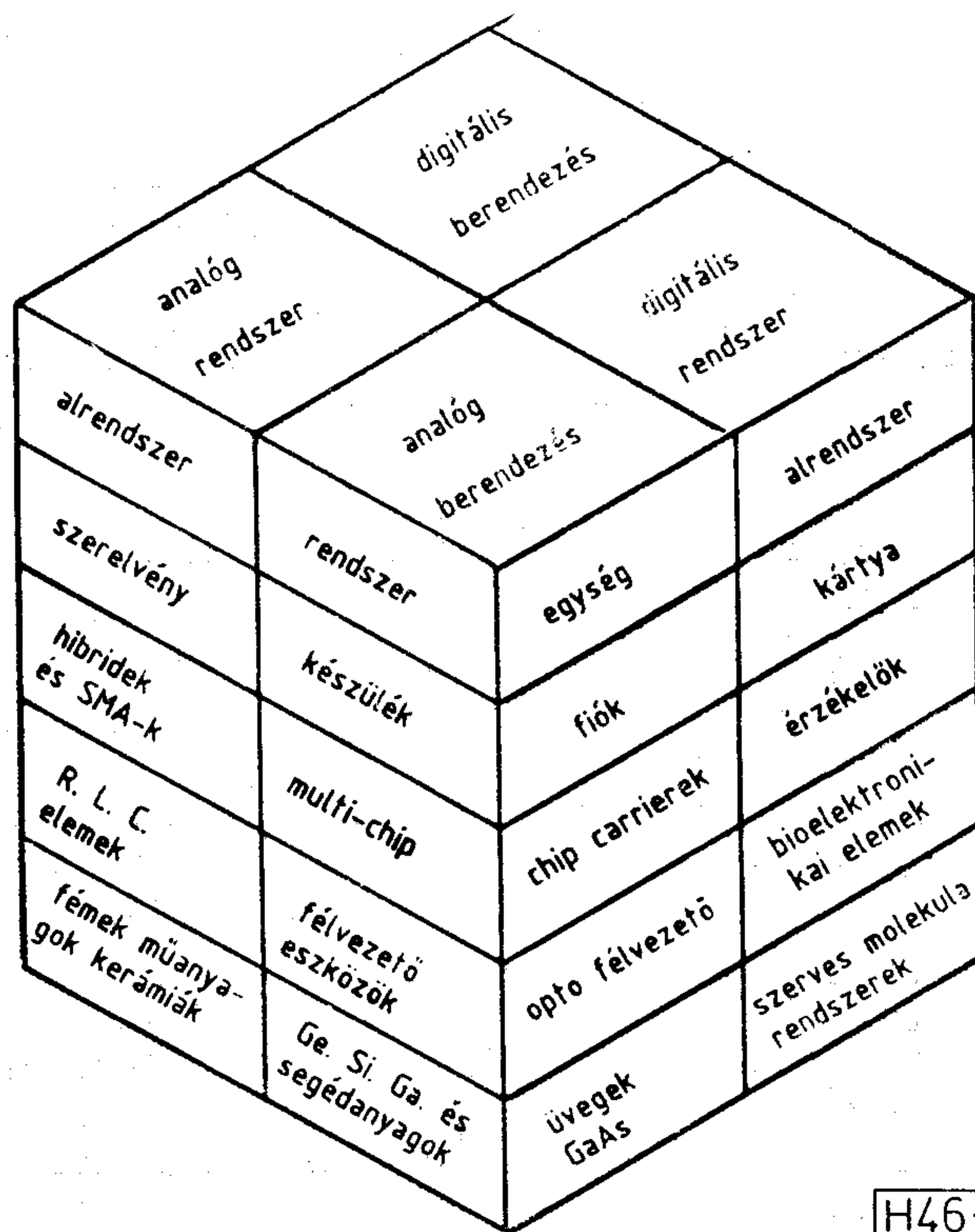
E gondolatébresztőnek szánt prognosztikai bevezető után a következő 5...8 év elektronikai fejlődésének egyik jelentős és meghatározó technológiai elemét vizsgáljuk.

2. Honnan hová tart a technológiai fejlődés

Mintegy harminc éve alkalmazzák ipari nagysorozatokban a nyomtatott huzalozású áramköröket. Ezek felépítése nem szorul ismertetésre, irodalma és gyakorlata bőséges. Alapvető, elvi szerkezeti felépítése 30 év alatt nem változott: egy vagy több vezető rétegű szigetelő hordozón az alkatrészek kivezetőit előkészítve célszerűen kialakított (pl. galvanizált) furatokba helyezve, azokat forrasztással rögzítik. Az előző mondat szándékosan egyszerűsít a később elmondandók kedvéért (5. ábra).

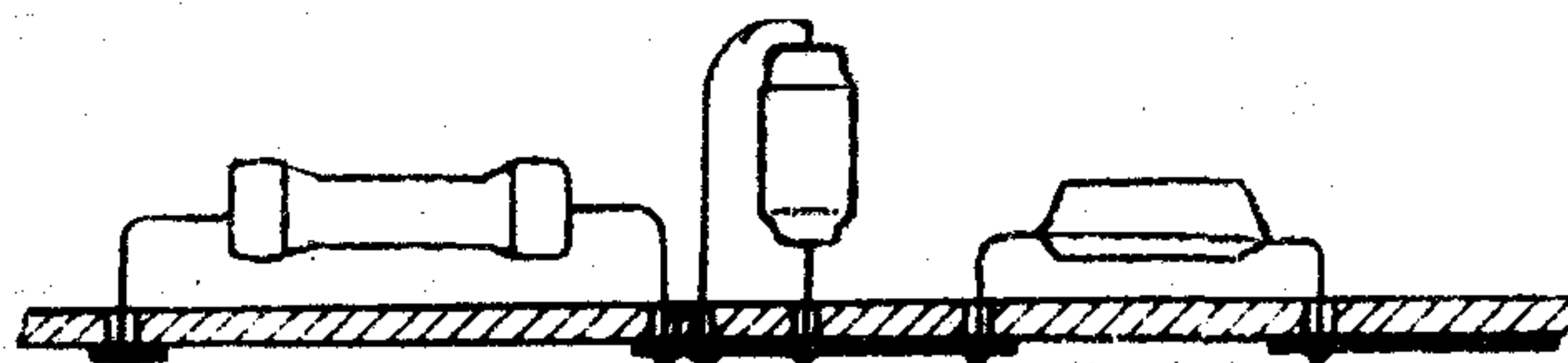
E 30 év alatt számos próbálkozás zajlott le az elektronikai áramköri szerelvények miniatürizálására:

- az 1950-es évek elején a tinkertoy program az elektroncsöves áramköröket kísérelte meg — mai szóhasználattal — integrálni: fogazott és forrasztható kontaktussal ellátott kerámia lapkákra valósította meg a passzív elemeket. Ezeket a lapkákat emeletesen a csőfoglat (csőlá-



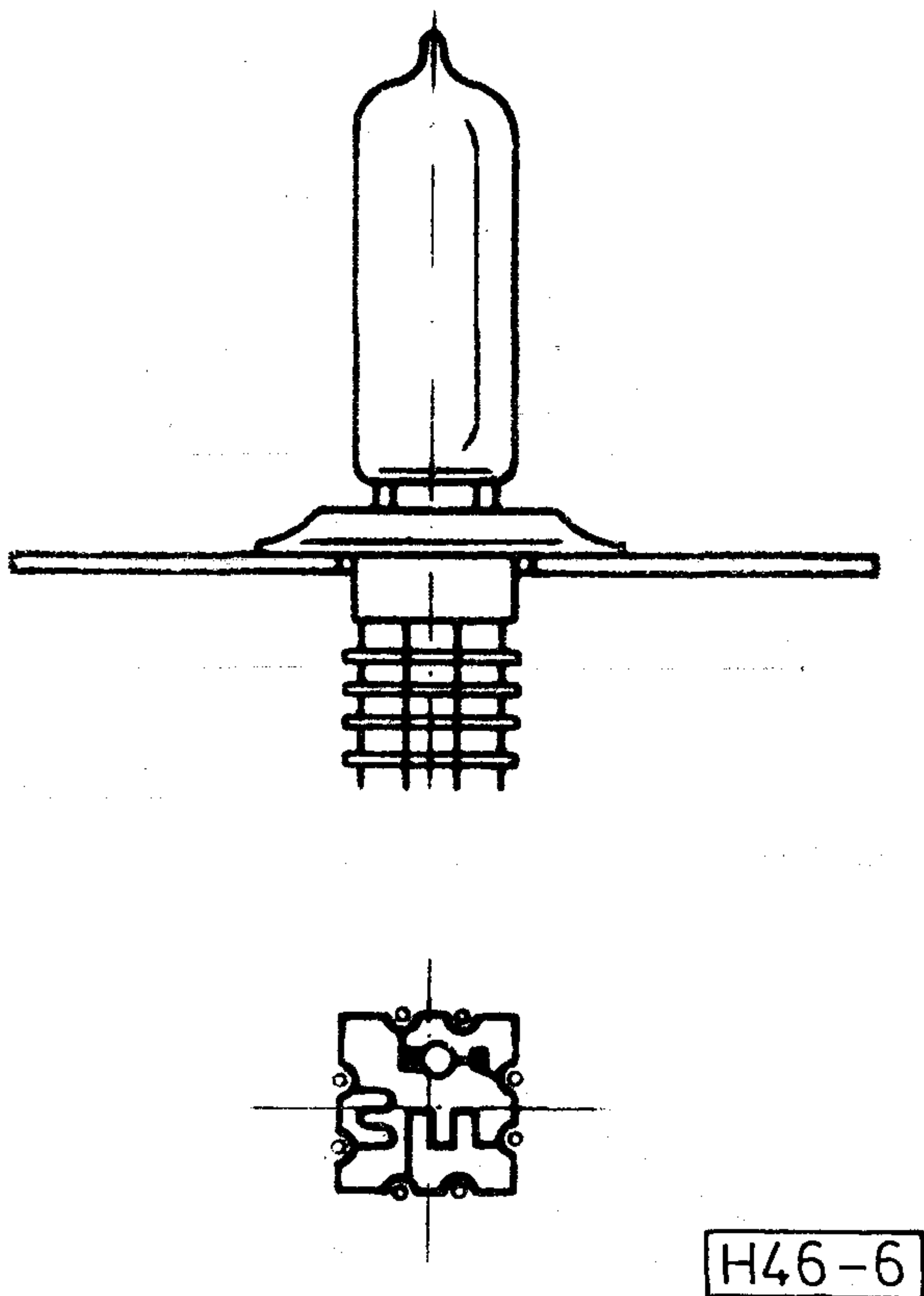
H46-4

4. ábra. Az elektronika vázlatos technológiai hierarchiája az alapanyagoktól a berendezés-rendszerekig



H46-5

5. ábra. A hagyományos nyomtatott áramköri szerelés elve



6. ábra. Az alkatrész-integrálás kezdetei az elektroncső korszakban: fogazott élű kerámia lapkákon valósítottak meg passzív R és C funkciókat

bak) meghosszabbításai közé forrasztotta be (6. ábra);

- az 1960-as évek fordulóján — immár Ge alapú félvezető elemekkel — a mikromodul program használt ugyancsak fogazott kerámia hordozókat, azokon pedig a különböző aktív és passzív elemeket. A kerámia lapkákat a fogazás mentén vezetékkel blokkokká forrasztották össze;
- hat évvel később néhány cm^2 területű nyomtatott áramkörökből készítettek hasonló blokkokat (pl. Simiblock — Siemens). Nem érdektelen megjegyezni, hogy erre az időszakra esik az első monolit (szilícium alapú) integrált áramkörök ipari előállítása.

Mindhárom rendszer alapvető hibája a munkaigényesség és az indokolatlanul sok, felesleges forrasztott kötés, mindmégannyi potenciális hibahely.

Az 1960-as évek második felében egy új technológiai fejlesztés kezdődött, amely a következő felismeréseken alapult:

- olyan áramkörfajtát kell létrehozni, amely nem tartalmaz redundáns mennyiségű villamos kötet;
- a villamos kötések lehetőleg az alkatrészek (egy részének) kialakításával együtt kell létrehozni;
- lehetőséget kell teremteni magasabb áramköri disszipáció megvalósítására (100 mW/cm^2);

- az újfajta áramkör legyen alkalmas más módon előállított (hibrid aktív és passzív) elemek befogadására is;
- az új áramkör legyen alkalmas a monolit (félvezető) technikában pillanatnyilag gazdaságosan nem megvalósítható áramkörök (szigetelő alapú) integrált megformálására, miniatűr méretekben fajlagosan nagy ($5-30 \text{ elem/cm}^2$) alkatrész-sűrűséggel;
- és végül: ez az új áramkör legyen ellenálló hő-sokk, rezgés, klíma stb. behatások ellen igen széles követelménytartományban.

Nos, utólag visszagondolva az előző technológiai programok kudarcai kellő tanulságokkal szolgáltak a hibrid áramköri technológusok számára, de nem kis szerepet játszott a sikerükben néhány más tényező:

- megjelentek a nagy mechanikai szilárdságú kerámia (alumínium-oxid) és üveg hordozók;
- kerámia hordozóra szitanyomtatható fém-üvegek (cermetek) és vákuumban kialakított stabil fém és szigetelő rétegek;
- megjelentek a légköri behatások ellen passzivált (szilícium) félvezetők;
- a vákuumtechnika jelentős lépést tett: az ipari gyakorlattá váló katódporlasztás gazdaságos és egyben megbízható vékonyrétegeket adott.

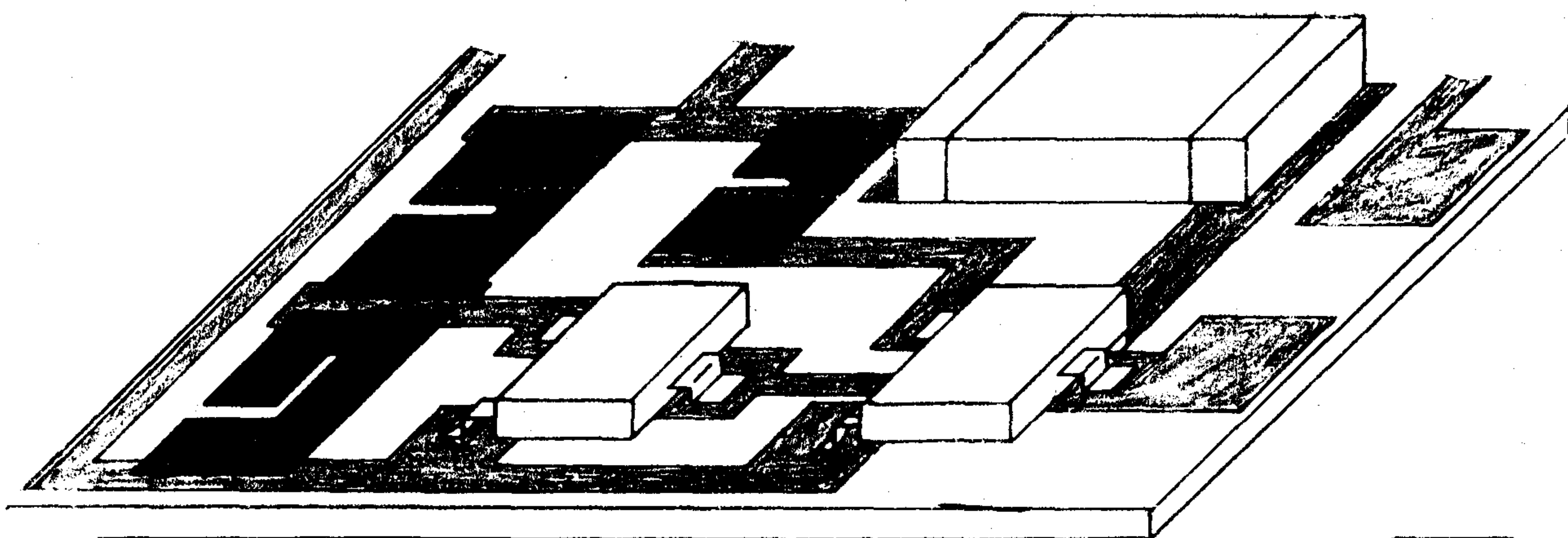
A szigetelő alapú vastag és vékonyréteg technika hibrid alkatrészválasztéka kezdetben alig különbözött a nyomtatott áramköri alkatrészválasztéktól: többnyire hagyományos (huzalkivezetős) vagy tokozatlan alkatrészek kerültek beépítésre. Mintegy tizenöt éve jelentek meg az első kerámia monolit kondenzátorok és kezdtek tokozatlan félvezetőket (chipeket) beültetni a hibridekbe. Tíz éve jelentek meg az első mikrotokozott (SOT 23) tranzistorok, néhány évre rá a hasonló (SO) integrált áramkörök, tantál monolit kondenzátorok, mikroinduktivitások stb. A hibrid vastag- (vékony) rétegtechnika az utóbbi 15 évben kialakított egy olyan szereléstechikailap kultúrát és hibrid elemválasztékot (7. ábra), amely magasfokú automatizálásra is alkalmas.

A szokványos nyák beültetési technikákhoz képest több nagyságrenddel nagyobb termelékenységével és megbízhatóságával, mint látni fogjuk, az egész elektronikai készülékipar szereléstechológiájának feladta a kérdést a következő évtizedre.

3. . . . quo vadis . . .

Láttuk tehát, hogy — miközben alapelvét tekintve a nyomtatott áramköri technika az elmúlt évtizedekben egy mennyiségi technológiai fejlődésen ment át, — az alkatrészgyártás területén egy olyan új szerelési eljárás alakult ki, amely magában hordozza egy minőségi előrelépés lehetőségeit a nyomtatott áramköri technikában is.

Az utóbbi két évben a vezető elektronikai cégek jelentős energiát fordítottak egy olyan fejlesztési célra, hogy a hibrid technikában már hagyományos felületszerelési technikát átültessék a nyomtatott áramkörökre is. Az okok, amik miatt ez a fejlesztés



7. ábra. Hibrid vastag- (vékonyréteg) áramkör mikrotokozott félvezető és monolit kondenzátor hibrid elemekkel

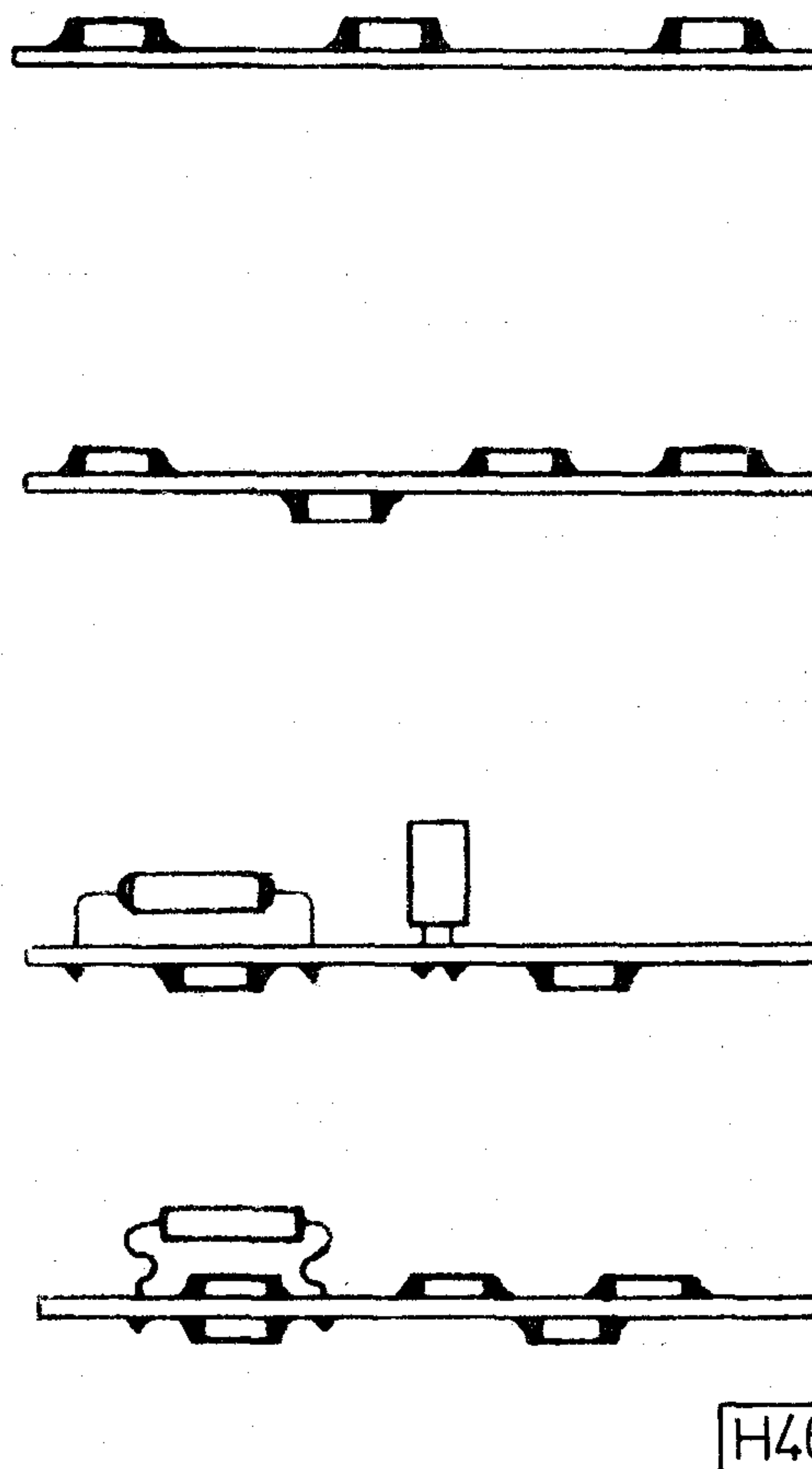
most vált aktuálissá, az alábbiakban foglalhatók össze:

- elsősorban a nagy darabszámban gyártott nyomtatott áramköröknél, a piaci konkurrencia következtében bekövetkező drasztikus árletörések kényszerítették ki a további költségcsökkentést, a termelékenység jelentős növelését;
- az autóiparban 4—5 éve megindult elektronizáció a maga szokatlanul nagy sorozataival, extrém megbízhatósági követelményeivel és nyomott áraival nem csekély mértékben járult hozzá — elsősorban a tengerentúlon — az SMD kidolgozásához (SMD = surface mounted devices);
- a nyugaton szokásos bérek és azok terhei egy alacsonyabb automatizáltságú hagyományos nyák szerelés esetében is elviselhetetlenné tették a szerelés költségeit;
- végül, de nem utolsósorban a hibrid technikában kialakult mikrotokozott és chip elemválaszték árszínvonala, amely másfél-kétszerese a hagyományosnak, elviselhetően alacsonnyá vált ahhoz, hogy egy tíz vagy százszoros termelékenységnövekedés mellett gazdaságosan alkalmazhatóvá váljék akár közszükségleti nyomtatott áramkörökben is.

Mi ennek az új technikának a lényege?

Az új nyák szerelési technika lényege úgy foglalható össze, hogy mindazokban a pozíciókban, ahol erre alkatrész oldalról lehetőség van, elhagyja a nyomtatott áramkörön a furat készítést (lyuk galvanizálást) és a folírozott összekötő vezetékből kialakított néhány mm² felület szolgál az alkatrész villamos bekötésére, valamint részben a rögzítésére is. Elmarad tehát a hagyományos nyák szerelési technikában az alkatrész huzal kivezetőinek előhajlítása, illetőleg az alkatrész-beültetés során az a különleges megfogás, amely a kivezető huzalok biztonságos furatba helyezéséhez szükséges. Önmagában ez a körülmény lehetővé teszi, hogy a néhány 100 db/óra beültetési sebes-

ség akár több 1000 db/óra legyen növelhető. Az új eljárás további jellegzetessége, hogy az alkatrészeket szükség szerint a nyomtatott áramkör mindkét oldalán képes elhelyezni oly módon, hogy a beültetéskor egy speciális ragasztóval rögzíti — elsősorban a forrasztás időtartamára — az alkatrészt. A lehetséges kombinációkat a 8. ábrán mutatjuk be.



8. ábra. A felületszerelt alkatrészek elhelyezési lehetőségei a nyomtatott áramköri lemezen. A hagyományos és az új szerelés kombinációja is megfér a gyakorlatban

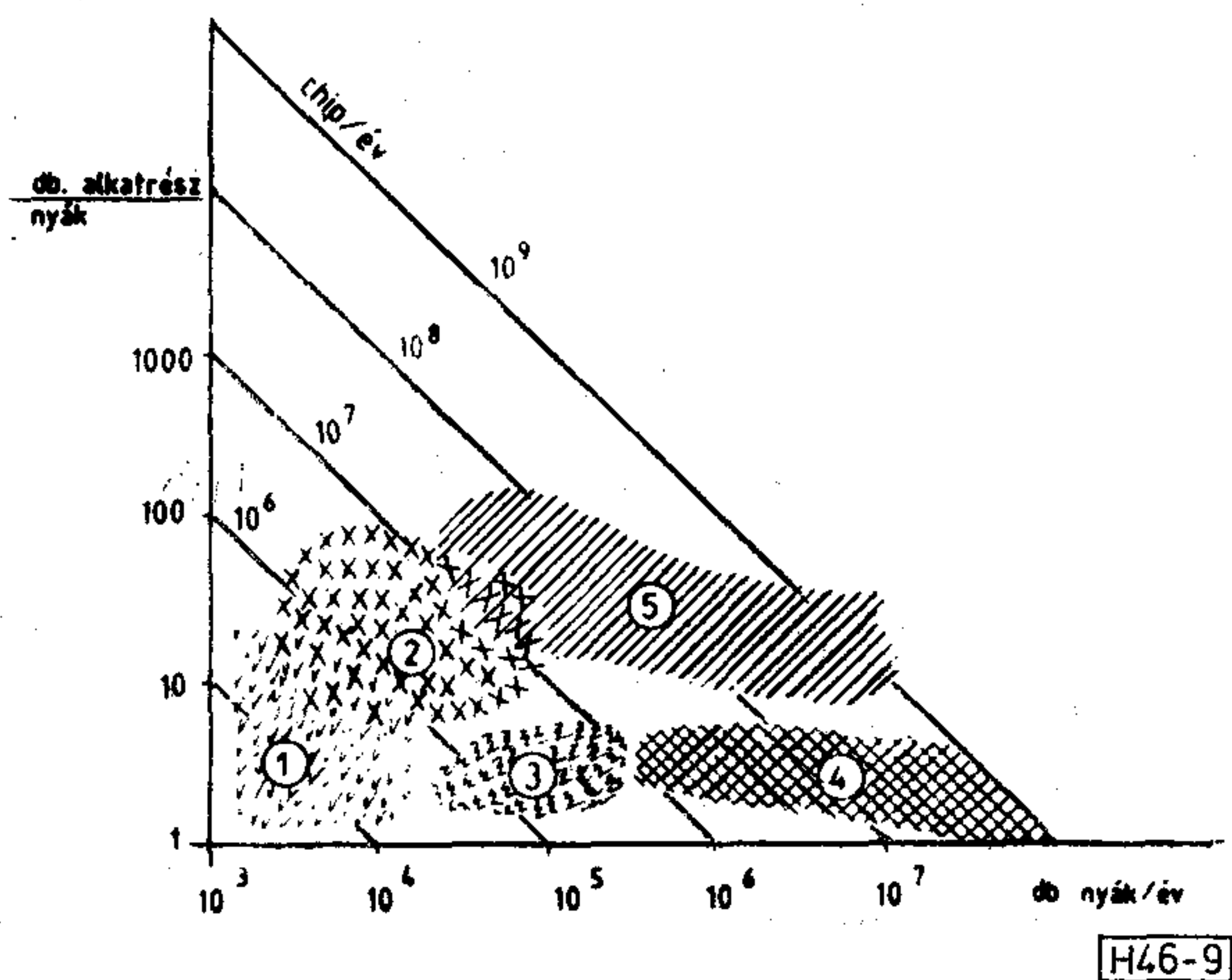
Mint az ábrán látható, a hagyományos és felületszerelési technika egyidejűleg alkalmazható, egymással kompatibilis. Jelenleg a gyakorlati esetek nagyobb részében — elsősorban alkatrész választékbeli korlátok miatt — ez a megoldás a jellemző.

A beültető gépeket tekintve 3 nagy csoport különböztethető meg:

- a hibrid technikában már korábban használt „pick and place” korszerű, többnyire mikroszámítógépes „tanítható” szerelőautomaták, amelyek egyszerűbb kivitel esetén egy beültető fejrel rendelkeznek és egy technológiai ciklusban 30–40-féle alkatrészt képesek 0,7 s körüli ütemidővel a nyomtatott áramköri lemezre felrakni. Az alkatrészek rögzítésére szolgáló ragasztózás a beültetés előtt közvetlenül szitanyomással történhet, vagy magán a szerelőautomatán egy ragasztó pipetta gondoskodik pozícionként mintegy 0,8 mm³ ragasztó elhelyezéséről. Ezek a gépek kis és közepes sorozatok szerelésére használatosak, teljesítményük az ütemidőből következően 4–5 edb/óra alkatrész beültetés;
- több beültetőfejes számítógép vezérelt középgepek 40–70 edb/óra alkatrész beültetésre, tulajdonképpen az előzőekben elmondott kisméretű automaták többszörözésének tekinthetők, megfelelően nagyobb hard- és software háttérrel;
- a 400–500 edb/óra beültetési sebességű célgépek, amelyek gyakorlatilag egy adott gyártmányfajta-hoz készülnek, nem öntanulóak és igen nagy darabszámú nyomtatott áramkör elkészítésére alkalmasak. Az elmondottakat a 9. ábrán próbáljuk az áttekinthetőség kedvéért számszerűsítve is bemutatni.

Mielőtt a hazai ipar szempontjából célszerű alternatívákat végiggondolnánk, érdemes összefoglalni azokat az előnyöket, amelyeket a felületszerelési technika az alkalmazók számára jelent:

- a hagyományos nyák szerelési technikához képest mintegy 3–5-szörös lineáris méret- és ezzel arányos súlycsökkentés érhető el;
- a jellemzően nem huzalkivezetős alkatrészekből álló szerelt kártyák lényegesen lecsökkennek a parazita induktivitások és kapacitások, ami elsősorban közepes és magasabb frekvenciákon jelentősen megnöveli az áramkörök működési stabilitását;
- a huzalkivezetős alkatrészekből szerelt nyákoknál a szerelési megbízhatóságot általában 10⁻³ fölé nem lehetett emelni. Ez egyfelől azt jelentette, hogy a már megszerelt nyákok esetében átlagosan minden 1000 alkatrész pozíciót kézzel kellett javítani. A felületszerelési technikánál a beültetés megbízhatósága 10⁻⁴ vagy még annál is jobb lehet, ami egyfelől lényegesen bonyolultabb áramkörök teljesen automatizált szerelését és szerelés utáni felélesztését teszi lehetővé, másfelől további élőmunkát hagy ki a folyamatból. Irodalmi utalások vannak arra, hogy



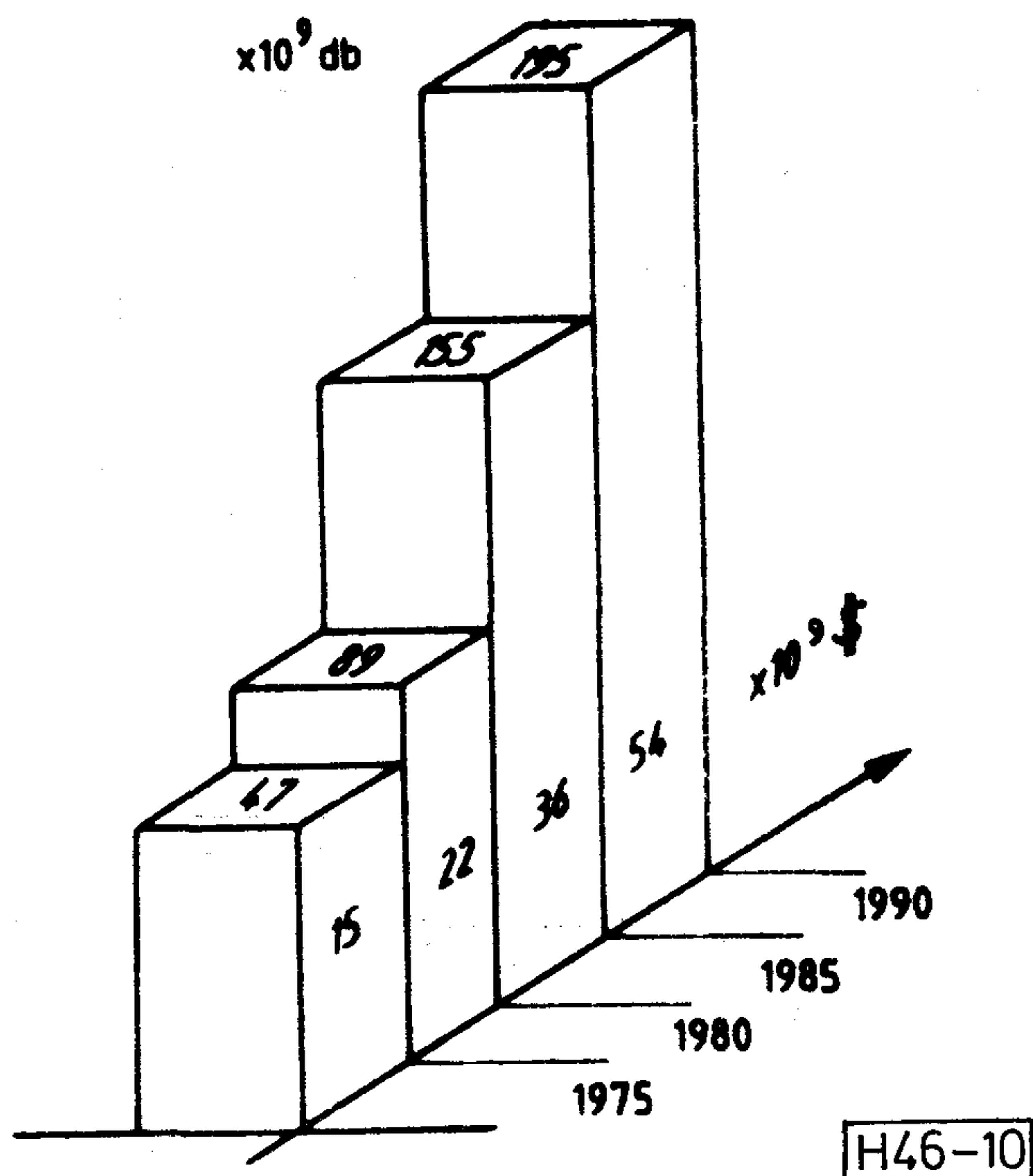
9. ábra. Nyomtatott áramkörök szerelése:
1 — kézi szerelés; 2 — software programozott automaták;
3 — közepes automaták; 4 — célgépek; 5 — többfejes fix (hardware) programú automaták

igen jól karbantartott beültető géppel és megfelelő minőségű alkatrészválasztékot feldolgozó automatákon a 10⁻⁵–10⁻⁶ beültetési megbízhatóság is elérhető. Ez a felhasználás előtti 100%-os idegenáru (alkatrész) ellenőrzést tételezi fel;

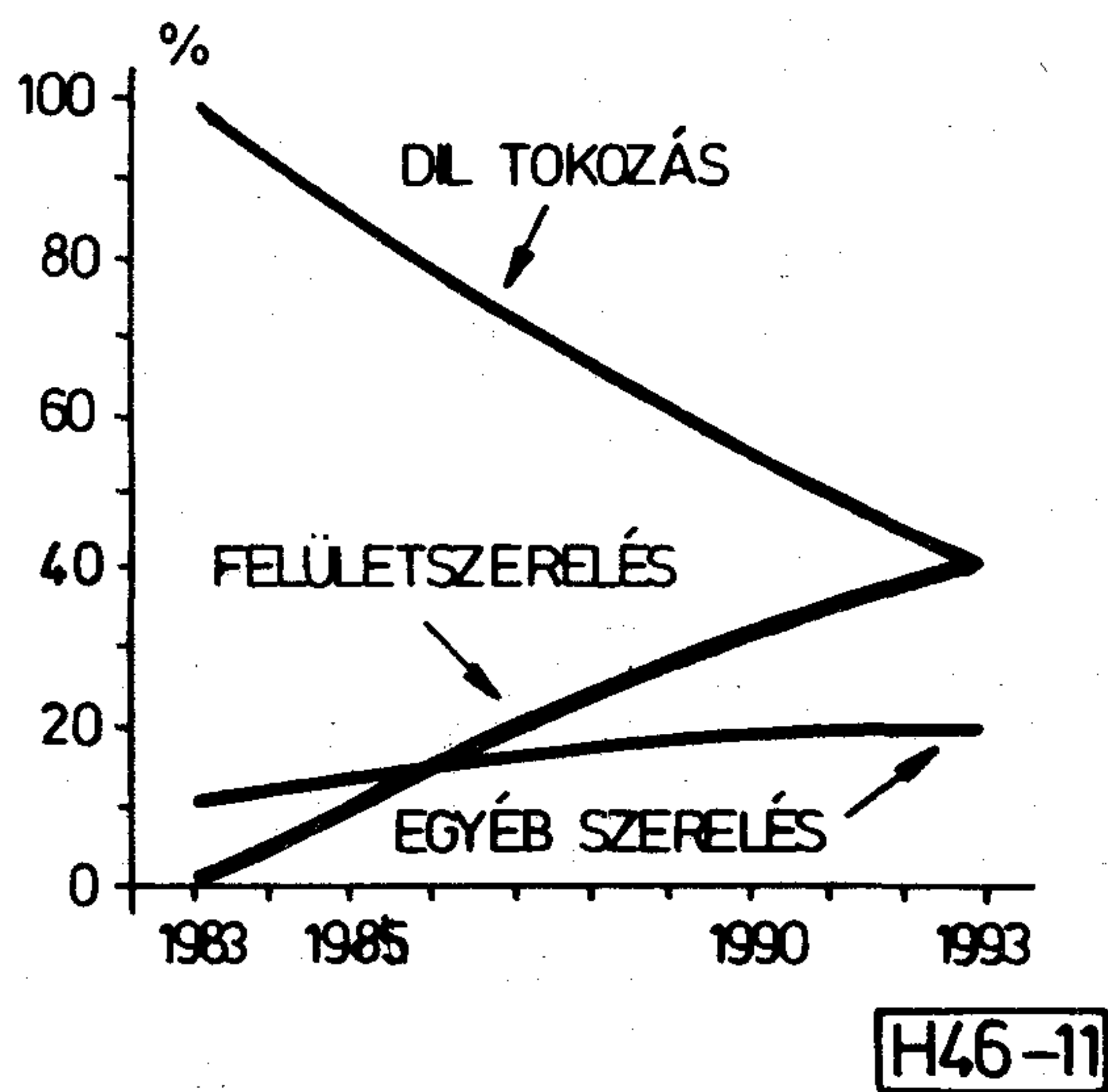
- nem utolsósorban a kézi vagy félautomatikus beültetéssel szemben elmaradnak azok a szubjektív beültetési hibák, amelyek nem megfelelő alkatrész adott pozícióban történő beültetéséből eredtek: a beültető gépen az első vagy első néhány nyák letesztelése után biztonsággal indítható tetszőleges sorozat és csupán egyetlen olyan bizalmi művelet marad, amely a további eredményt befolyásolja és ez a kifogyó alkatrészek (műszaki paraméterek szempontjából ekvivalens) pótlása a gépen;
- végül utalni kell e technika anyagtakarékos volta: a fajlagos kisebb nyák szükséglet, a vörösréz huzalok elmaradása, az ömlesztett vagy tárazott alkatrészek miatti hevederezés anyagának elmaradása, a forrasztáshoz fajlagosan kisebb ón (és energia) szükséglet nemcsak népgazdaságilag, de egy-egy vállalatnál is jelentős megtakarítást eredményezhet.

A felsorolt előnyök természetesen technológiai előrelépést, és megfelelő gyártási háttérrel feltételeznek. Ennek egyik leglényegesebb eleme a finomrajzolatú nyák (legalább 100...150 μm csíkszélesség) és a nagypontosságú illeszthetőség. Bizonyos geometriai méretek alatt a hordozó plánpárhuzam volt nem elsőrendű követelmény, de 8×8 cm²-nél nagyobb felületeken a szitanyomtatás és pozicionálás pontossága érdekében ez elengedhetetlen.

A kép teljessége érdekében szólni kell a felületszerelési technika alkatrész háttéréről is. Az alkatrészvilágpiac statisztikáit elemezve (10. ábra) az látszik, hogy a szerelőipar az utóbbi 10 évben mintegy megháromszorozta a felhasznált alkatrész darabszámot, aminek termelési értéke valamivel több mint kétszeres növekedést mutat.



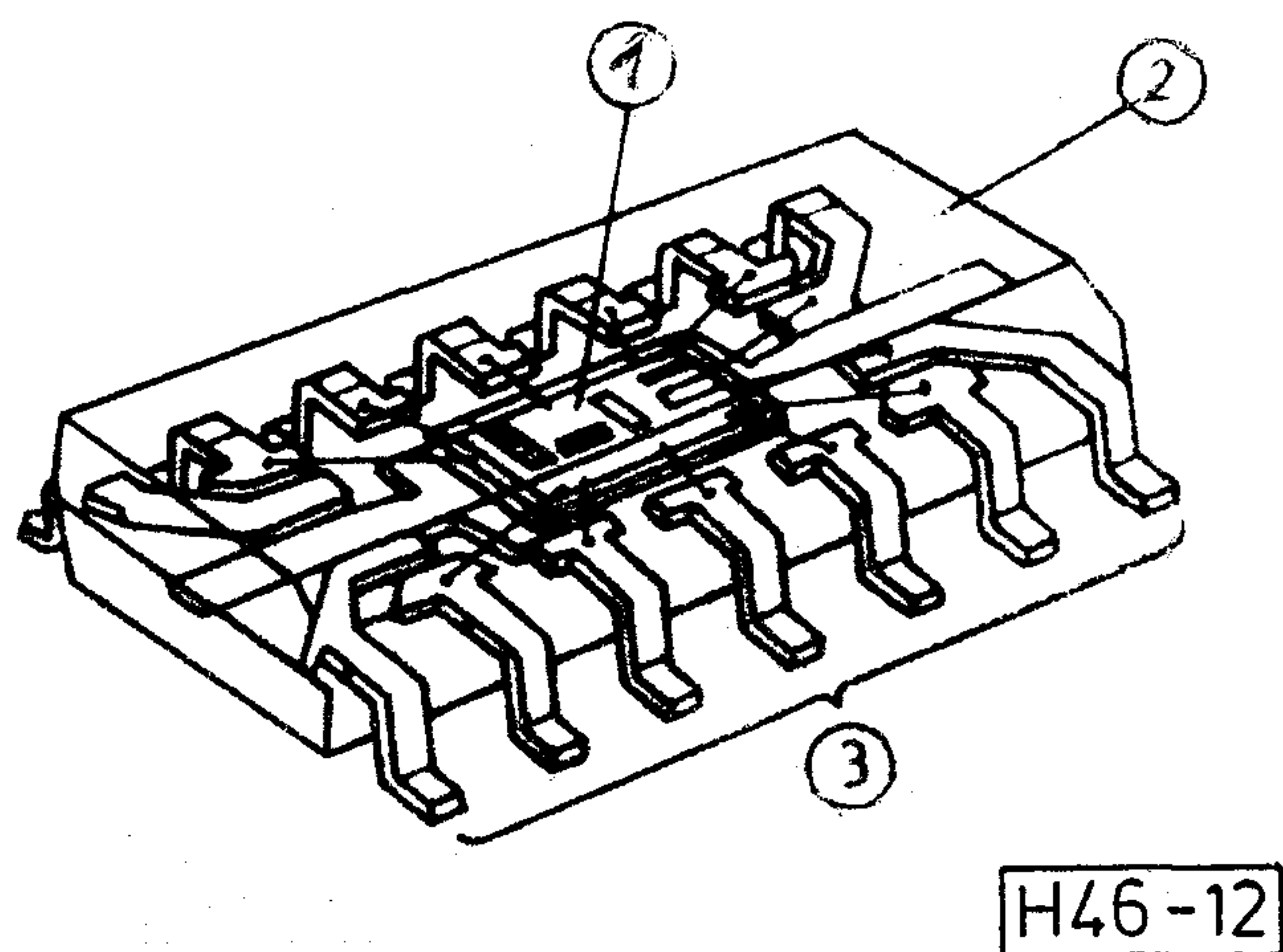
10. ábra. Az alkatrész világpiac legutolsó tíz éve és a következő öt



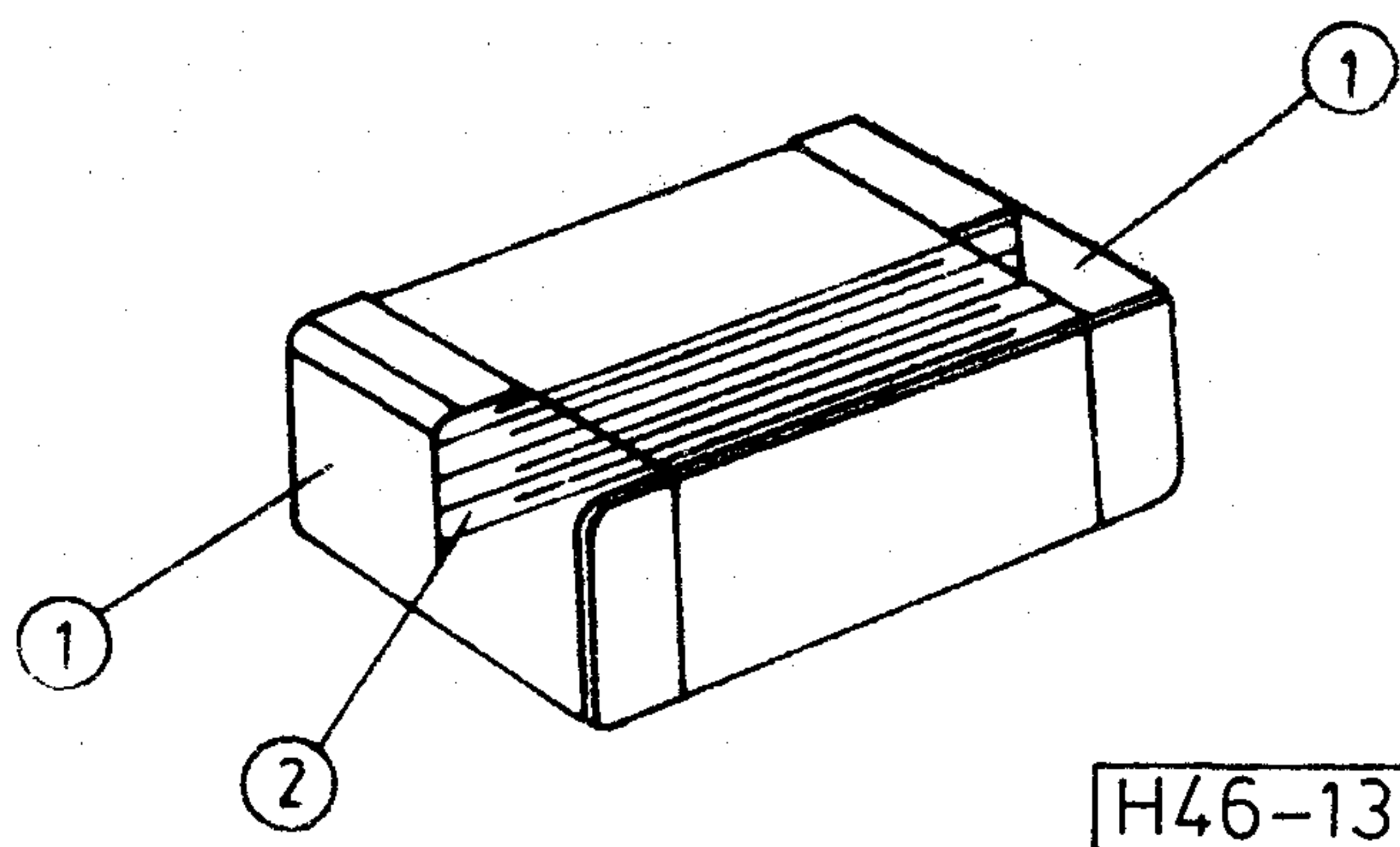
11. ábra. Az új technológia várható térhódítása a tengerentúlon (USA, Japán). A világpiaci elvárások hatásait a magyar készülékiparra (egyszerűsítve) úgy lehet számszerűen megbecsülni, ha az időtengelyt 5 évvel balra toljuk

A következő öt esztendőre (1990-ig) a prognózisok 30%-ot megközelítő növekedést jeleznek. E globális növekedés szerkezetét vizsgálva a most tárgyalt felületszerelési technológia és annak szükséges alkatrész-háttérre szempontjából a 11. ábra ad felvilágosítást és ebből úgy tűnik, hogy a fejlett ipari országokban mintegy 40%-ra lesz tehető 1990. tájékán a felületszerelhető alkatrészek aránya.

A szükséges alkatrészválaszték leglényegesebb elemeit a 12., 13., 14., 15. és 16. ábrákon mutatjuk be. Mint az előzőekben láttuk, ezek az alkatrészek nem-



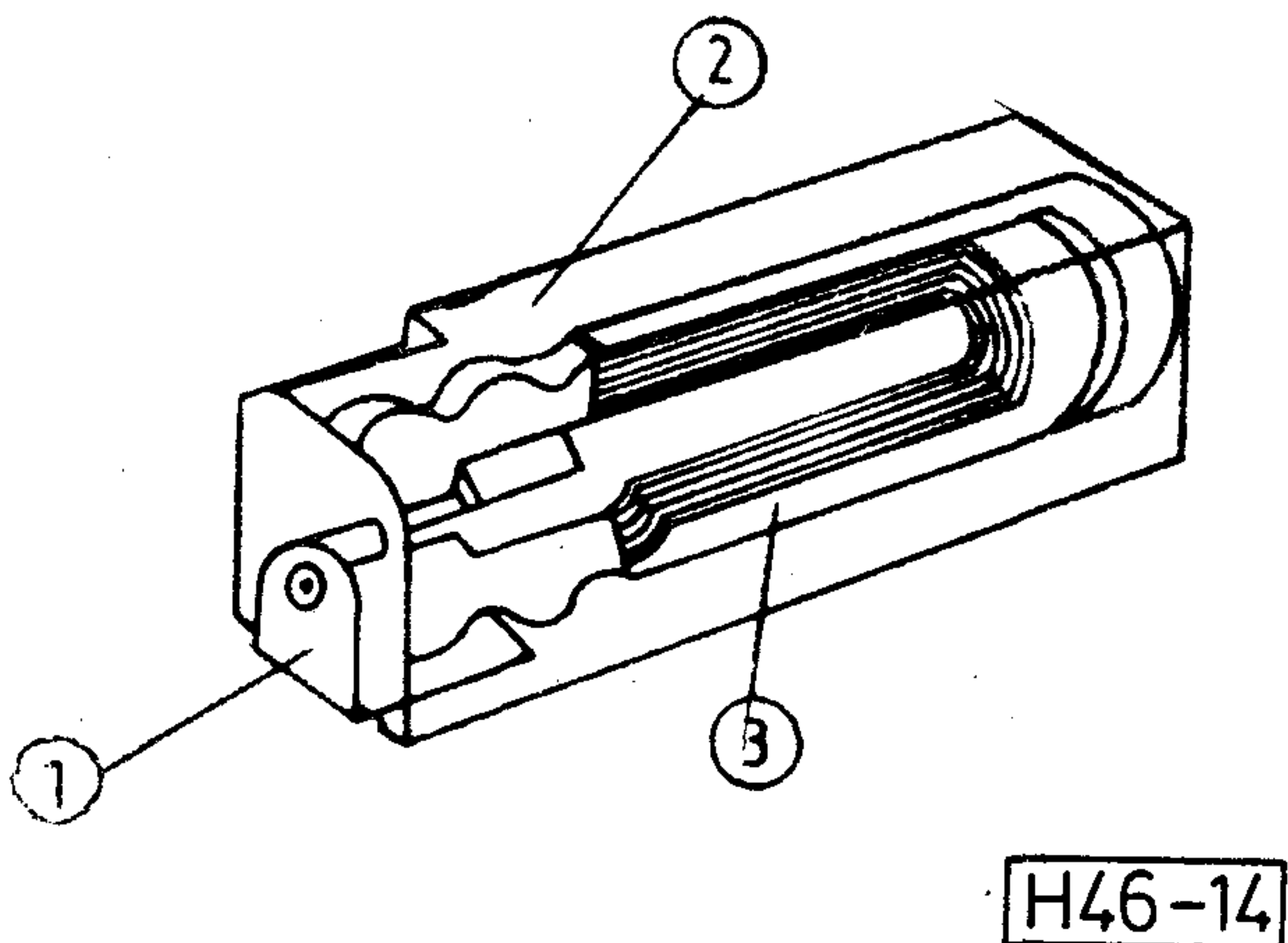
12. ábra. Mikrotokozott félvezetők
1 — a félvezető morzsa (chip); 2 — hőálló műanyag tok;
3 — kivezetők



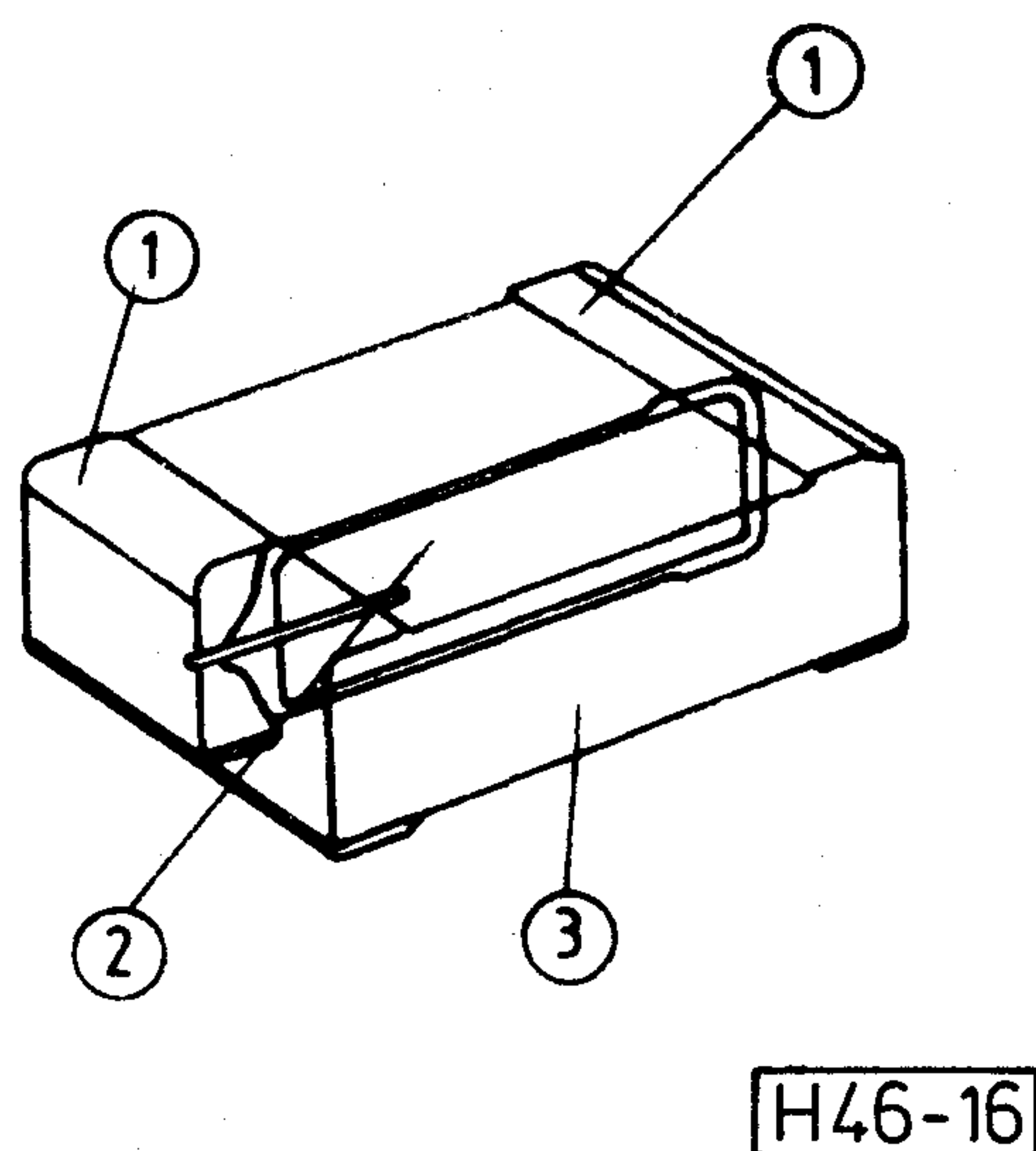
13. ábra. Kerámia monolit (chip) kondenzátor
1 — forraszfelület; 2 — kerámia-fólia dielektrikum és Pd-Ag fegyverzetek

csak önmagukban, hanem hagyományos alkatrészekkel kombináltan is szerelhetők (8. ábra).

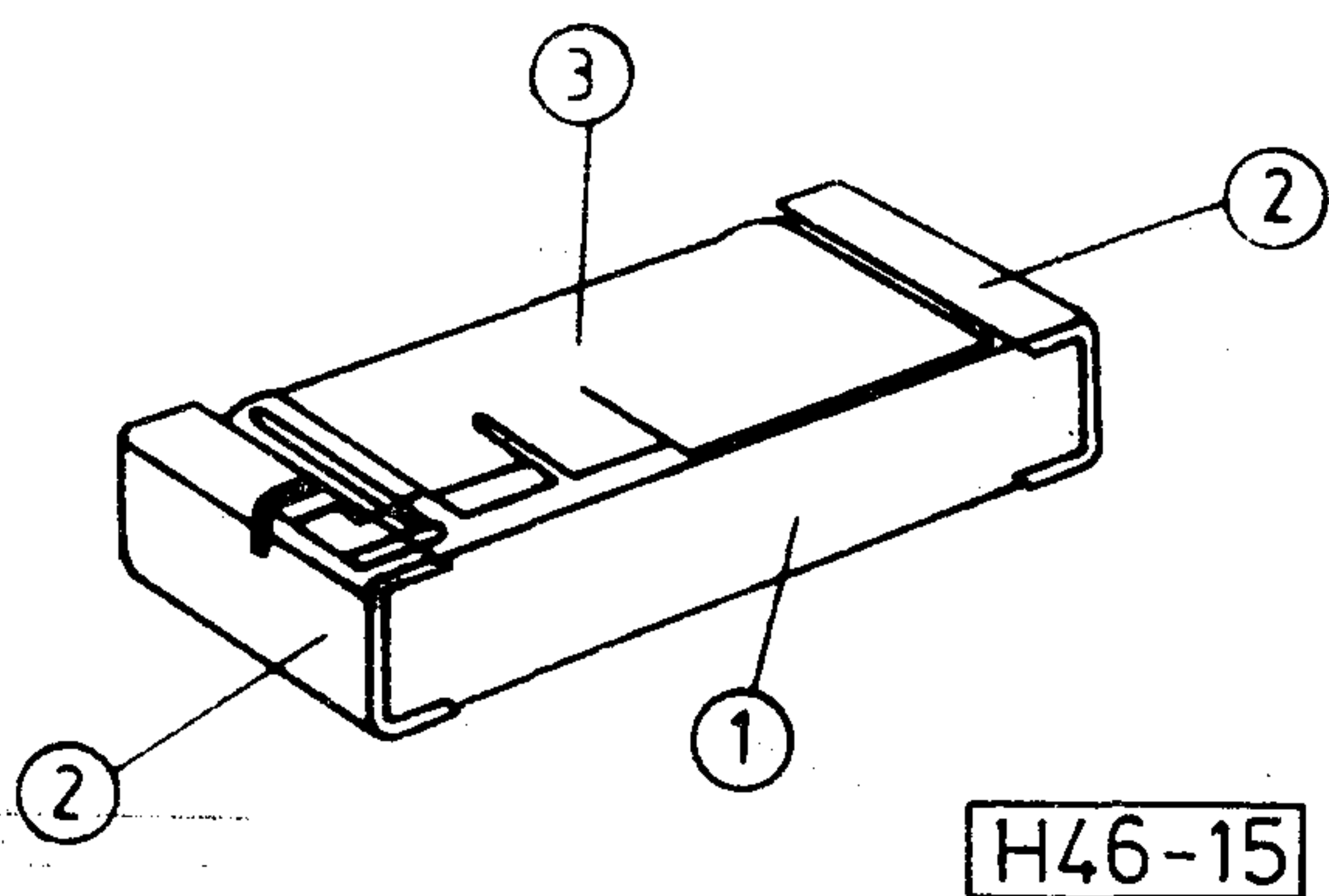
Nyilvánvaló, hogy a vegyes szerelési módszer esetében a felületszerelés előnyei csak kisebb mértékben jelentkeznek. Nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy a vázolt előnyök kihasználása érdekében a vegyes szerelési technológia viszonylag rövid 5...7 év alatt



14. ábra. Elektrolit-kondenzátor
1 — anódkivezető és forraszfelület; 2 — hőálló szigetelő tok; 3 — kondenzátor tekercs (Philips)



16. ábra. Tantál chipkondenzátor
1 — forraszható anód-, ill. katód-kivezetés;
2 — Ta_2O_5 — MnO_2 szinterfest; 3 — burkolat



15. ábra. Sík (chip, vastagréteg) ellenállás
1 — Al_2O_3 hordozó; 2 — forraszfelületek; 3 — ellenállás réteg

gyakorlatilag eltűnik és egy többé-kevésbé tipizált félvezető, passzív és elektromechanikus elemválaszték birtokában a felületszerelési technika összes előnyei kiaknázhatókká válnak.

Az eddigiek alapján a javasolható magyar fejlődési út is felvázolható:

A magyar ipar, benne az elektronikai készülékgyártás bérköltség érzékenysége még a legújabb gazdasági szabályozás nyomán sem akkora, hogy a jellemzően kis és közepes sorozatnagyságok gyártásánál ez a körülmény a felületszerelés irányába ösztönöznö. Nagyobb a valószínűsége annak, hogy a világpiaci verseny fog kényszerítő hatást gyakorolni a készülék konstrukciójának és gyártási technológiájának ilyen fejlesztésére. Ez utóbbi feltételt vizsgálva, arra a következtetésre lehet jutni, hogy 1988—1990 tájáig a kibocsátott berendezések és készülékek összes termelési értékének mintegy 15—20%-ában fejezhető ki az új szerelési technika részaránya. Ennek megvalósításához szükséges gép háttér beszerzése a nagyobb sorozatokat gyártó és tőkeerősebb készülékgyáraink számára elérhető lesz. A készülékgyártás éves produktumának 60%-át termelő kis- és középvállalatok, valamint szövetkezetek számára egyenként 350—600 e\$-nyi beruházás fedezetének előteremtése, illetőleg várható megtérülése irreálissá tenné az előrelépést. Ezzel pár-

huzamosan a szükséges alkatrész háttér, helyesebben annak gyártóeszköz beruházása egy több 100 millió forintot kitevő programot kell, hogy alkosson.

Közzükségleti készülékgyáraink évente jellemzően 100 edb-os nagyságrendben gyártanak bizonyos nyomtatott áramköri szerelvényeket (pl. tuner). Ezek a sorozatnagyságok azonban a készülékgyártás éves összproduktumában kivételnek is tekinthetők. Jellemzőek a néhány 100 db/év...10 000 db/év sorozatok. Ez utóbbiak azt feltételezik, hogy a feladatot flexibilisen átállítható kis vagy közepes teljesítményű beültető géprendszerekkel kell megoldani, másfelől szolgáltató-szerelő üzemekkel kell a tőkeszegényebb vállalatok számára is lehetővé tenni e technika alkalmazását. A szolgáltatás bér munka, gépidő-bérlet stb. formában látszik megvalósíthatónak. Ez a szolgáltatás egyben az azt igénybe vevő szakemberek betanítását, a technológia gyakorlati megismerését is lehetővé teszi akár egy olyan esetre szóló ismeretanyagot is adna, amely egy későbbi saját vállalati beruházás műszaki előkészítésének alapjául szolgálhat.

A felületszerelési technikának ma már kisebb könyvtárnyi irodalma van és számos információ mutat arra, hogy fejlődésének kezdeti szakaszán tart.

4. Záró gondolat

A cikk célja alapvetően a figyelem felkeltése volt egy olyan új gyártástechnológiai irányzatra, amelyről nagy valószínűséggel jelenthető ki, hogy egy további technikai haladás meghatározó eleme lesz. Gazdasági és elektronika-kultúrtörténeti háttér bemutatásával a felületi szereléstechológia logikai szükségszerűségére szeretnénk volna rámutatni. Az így kialakított kép vázlatos és számos egyébként lényeges részletkérdés nem került tárgyalásra annak érdekében, hogy az egész fejlődés leglényegesebb (stratégiai) elemei váljanak világossá. A kérdésnek számos olyan elméleti vonatkozása van, amely további publikációk témája lehet.

- [1] Göblös: Fejlődés, prognosztika és tervezés az elektronikában. Híradástechnika XXVII. évf. 5. sz. pp. 144–152.
- [2] Göblös: Néhány érdekesség az elektronikai alkatrészekről I–II. Finommechanika–Mikrotechnika 18. évf. (1980). pp. 279–287. és pp. 309–316.
- [3] Dr. Tófalvi: Úgy gondolom. Híradástechnika XXXV. évf. 9. sz. pp. 387–390.
- [4] SMA – Surface Mounted Assembly. Philips Review 1984.
- [5] Funkschau 17/1984. pp. 10. Huckepack Bauelemente.
- [6] Tendenzen bei Schichtwiderständen 8/1984. pp. 388.
- [7] Minimelfs: kampf gegen Hitze... Funkschau 18/1984. pp. 49.

- [8] Siemens MKT Chip Kondensatoren 1984. adatlap.
- [9] New Electronics 1984. május 29. Equipment Design pp. 46.
- [10] Siemens Components 5/1984. pp. 208–211. és pp. 234. Oberflächenmontage...
- [11] Simonyi: A fizika kultúrtörténete. Gondolat 1978.
- [12] Electronic Components & Applications. Vol. b. No. 2. 1984. pp. 66–71.
- [13] Dr. Molnár: Előadás az alkatrész-konferencián. 1984. Siófok.
- [14] P. Zumstein: Az elektronikai szerelés a jövőben. Polyscope 14/84. pp. 19–23.
- [15] Elektronikai kapcsolások teljesen automatikus szerelése. „Schweizer Maschinenmarkt” 29/1984. pp. 32–37.
- [16] ELCOMA BULLETIN (Philips & MBLE). SMA cikksorozat 1984. július–október.

SZEMLE

Összeállította: GÁL FERENC

Argentína Mendoza tartományának szervezeteivel jég-eső-elhárító berendezés szállításáról szerződést írt alá a szovjet Mashpriborintorg. E berendezés egy MRL–5-ös meteoradart, kilövőállásokat és Alazany típusú jég-eső-elhárító rakétákat tartalmaz. A jég-esőfelhők aktív befolyásolására szolgáló módszer know-how-ját ugyancsak eladták.

A jég-eső-elhárító berendezés részét képező kéthullám-sávú (3 és 10 cm) MRL–5-ös meteoradiólokátor lehetővé teszi, hogy 300 kilométeres sugarú körzetben kellő időben felderítsék a jég-esőgócokat, sőt azt is, hogy igen pontosan meghatározzák a jégdarabok átlagos méretét. A szovjet módszernek köszönhetően a természetes jégkár elleni védelmének határfoka eléri a 80–90 százalékot, amely sokszorta felülmúlja a földünk különböző részein alkalmazott más módszerek hatásfokát.

(Szovjet Export, 1984/6.)

*

1984. december 6-án került sor az OMIKK Klub-szobájában a Mikroelektronikai Vállalat és az Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár Előterében a háttérpar című, kiállítással egybekötött közös szervezésű szimpóziumára.

A rendezvényt Ágoston Mihály, az OMIKK főigazgatója és dr. Sándory Mihály, a MEV vezérigazgatója nyitotta meg. Ágoston elvtárs hangsúlyozta az OMIKK összekötő szerepét a termelő vállalatok és a műszaki értelmiség közötti információáramlásban, amelynek fontos eseménye a MEV kiállítással egybekötött szimpóziuma. Sándory elvtárs megnyitójában utalt a MEV-nek a mikroelektronikai alkatrészgyártásban elfoglalt kulcspozíciójára, valamint a MEV tevékenységének a Mikroelektronikai Kormányprogrammal való összefüggéseire.

Az előadások elsősorban a MEV perspektivikus fejlesztési és termelési stratégiájával foglalkoztak. Az előadások után került sor a MEV-et bemutató diaszorozat vetítésére. A szimpózium résztvevőinek száma mintegy 70 fő volt; elsősorban a felhasználó vállalatok (Orion, Videoton, Híradástechnikai Szövetkezet stb.) szakemberei részéről mutatkozott nagy érdeklődés. A megjelentek által kitöltött érdeklődő lapok értékelése azt mutatja, hogy a berendezésorientált áramkörök mellett az érzékelőkről és folyadékkristályos kijelzőkről szóló információszolgáltatást kell szélesíteni.

A kiállítás a szimpózium napján és még egy hétig tartott nyitva. Ennek során kiállították a MEV szerzői által írt szakkönyveket, a MEV-et bemutató cikkeit, hirdetéseket és egyéb információs anyagokat, és tablókön mutatták be a vállalat legfontosabb tevékenységeit, kiemelt gyártmány típusait. A kiállítás időtartama alatt a Vevőszolgálat szakemberei három alkalommal tartottak ügyeletet az érdeklődők tájékoztatására, a látogatókat folyamatosan ellátták prospektusokkal, katalógusokkal és egyéb tájékoztató anyagokkal is.

Összefoglalva megállapítható, hogy a MEV–OMIKK közös rendezvény megtartása aktuális és célszerű volt; várhatóan tovább javította a MEV good-willjét és egyben elősegítette a vállalat és a felhasználók közötti információáramlást.

*

A Híradástechnika Szövetkezet a megalapítása óta eltelt csaknem három évtizedben a kezdeti szerény körülmények közül kiemelkedve ma már a televíziós technika szinte minden ágát felölelő profiljában számottevő, korszerű középüzemmé fejlődött.

A szövetkezet központja korábban a VII. kerületben volt, s a fővárosban csaknem negyven helyen dolgoztak szakemberek. Az üzem rekonstrukciója során azonban folyamatosan áttelepült a XI. kerületbe. Munkájával a szövetkezet többször elnyerte az Ipar Kiváló Szövetkezete címet. Termékeit a 160 fős, kiválóan képzett mérnökökből és szakemberekből álló, önálló fejlesztési főmérnökség tervezi és dolgozza ki. A szövetkezet tervszerű kutatómunkáját, eredményességét jól mutatja, hogy jelenleg 112 szabadalommal rendelkezik.

(XI. kerületi Híradó, 1984 november)

*

Az 1984. november 5. és 13. között Pekingben megrendezett CHINA COMM '84 híradástechnikai, számítástechnikai és elektronikai nemzetközi vásár első alkalommal nyitotta meg kapuit európai kiállítók előtt. A kiállításon a Siemens cég EWDS elektronikus telefonközpont rendszerét, ill. az ezzel nyújtható korszerű szolgáltatásokat, az EDX adathálózati és üveg-szálal összeköttetéseket mutatott be.

(Siemens press release, NÖV 1184.079 e)

(Folytatás a 330. oldalon)

16 bites szorzó áramkör logikai tervezése a részegységek analóg szimulációjával

SZÓKE SÁNDOR

Mikroelektronikai Vállalat — BME/HEI*



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk rövid betekintést ad a digitális szorzók világába, majd részletebben ismerteti egy $16 \times 16 + 31$ bites szorzó—összeadó áramkört. A teljes áramkör logikai tervezése és szimulációja, valamint az egyes részegységek analóg szimulációja a MEV-ben levő tervező rendszer segítségével történt.

1. Bevezetés

Napjainkban a digitális jelfeldolgozás egyre több analóg területre tör be. A kommersz elektronikában történő tömeges elterjedésének alapfeltétele, hogy nagy mennyiségben álljanak rendelkezésre olcsó, e feladatra specializált integrált áramkörök. Az igényt felismerve a vezető nyugati félvezetőgyártók (INTEL, AMI, NEC, BELL, TI, IBM, ITT, INTERMETALL) kifejlesztették egy chipes digitális jelprocesszorait (DSP) [1]. Széles körűen felhasználhatók azonban olyan kisebb komplexitású IC-k is, amelyek nagy sebességgel képesek digitális számok szorzására (TRW, MMI). A MEV-ben jelenleg megbízhatóan működő 5–6 μm -es NMOS technológia lehetővé teszi egy $16 \times 16 + 31$ bites szorzó—összeadó áramkör gyártását. Mivel a szocialista piacon ilyen áramkör jelenleg nem szerezhető be, komoly keresletre számíthatunk.

2. Szorzó algoritmusok

Egy szorzás eredményét a szorzandók értéke egyértelműen meghatározza, így elvileg nincs akadálya, hogy egy $N \times M$ bites szorzót egy $N + M$ be-, illetve kimenettel rendelkező kombinációs hálózattal realizáljunk. Ez az átviteli függvények gyors bonyolódása miatt gyakorlatilag csak néhány bitre valósítható meg, nagyobb szorzók minden esetben részszerzők — igen gyakran bitszerzők — összegzésével állítják elő az eredményt. A szorzó működése — s így tervezése is — két fázisra bontható:

- a részszerzők előállítása az összeszorzandó számokból,
- a részszerzők összegzésével a szorzat kiszámítása.

A szorzókat a részszerzők előállításának és összeadásának alapján két csoportba sorolhatjuk.

Beérkezett: 1985. II. 5. (A)

* MEV Szóke Sándor munkahelyét nappali szakmérnöki tanulmányai idejére a BME/HEI-be helyezte ki.

SZÓKE SÁNDOR

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnika Szakán szerzett oklevelet 1983-ban. Jelenleg a Mikroelektronikai Vállalat fejlesztő mérnökeként a BME Hír-

adástechnikai Elektronika Intézetében folytat szakmérnöki tanulmányokat, a digitális jelfeldolgozásban felhasználható integrált áramkörök tervezését tanulmányozza. Szűkebb témája a digitális szorzók.

A szekvenciális (SEQUENTIAL) szorzók jellemzője, hogy minden ciklusban ugyanaz az áramköri egység szolgáltatja az aktuális részszerzőt, s hozzáadja az előző ciklusból származó részeredményhez, így a szorzatot egyetlen egység többszöri felhasználásával nyerjük. Hardware igényük viszonylag kicsi, de bonyolult vezérlő jeleket kívánnak. Legfőbb hátrányuk, hogy a számolás időbeli széttolása és a ciklusok között szükséges adatmozgatások miatt a műveleti idő megnő.

A párhuzamos (PARALLEL) szorzókban egy egység csak egy pozíción vesz részt a számolásban, minden funkciót külön megvalósított hálózat lát el. A részeredmények közvetlenül a következő fokozat bemenetére jutnak, így a sebességet csak a tényleges számolásra használt idő szabja meg. A műveletek nagyfokú párhuzamosítása, a holt idők csökkentése által lehetőség nyílik olyan struktúrák kialakítására, amelyek a sebesség jelentős növekedéséhez vezetnek. A műveleti idő csökkentése általában a komplexitás és a fogyasztás növekedése mellett érhető el.

Tekintsük először a legegyszerűbb esetet, amikor egy N és egy M bites pozitív egészként értelmezett számot akarunk összeszorozni:

$$P = \left(\sum_{i=0}^{N-1} A_i 2^i \right) \times \left(\sum_{j=0}^{M-1} B_j 2^j \right) \quad (1)$$

Ha (1) kifejezést átalakítjuk a (2)-nek megfelelő formába, azonnal adódik a léptet és összeadó (SHIFT AND ADD) szorzási módszer.

$$P = \sum_{i=0}^{N-1} 2^i (A_i B) \quad (2)$$

Itt $A = \sum_{i=0}^{N-1} A_i 2^i$ és $B = \sum_{j=0}^{M-1} B_j 2^j$.

Az összeadandó bitek képe a helyiértéküknek megfelelően az 1. ábrán látható, ahol minden bitet egy $\times$ karakter jelképez. Az összegzés megvalósítható például egy N bit hosszúságú összeadó sorral akár szekvenciálisan ugyanazon blokk ismételt alkalma-

zásával, akár párhuzamosan több blokk megépítésével. A bitek előállítását bitszorzatokkal vagyis AND kapcsolatokkal történhet. Az algoritmus jól használható előjeles abszolút értékes formában ábrázolt számok szorzására is. Az előjelüktől megfosztott számokat pozitív egészként összeszorozzuk, az eredmény előjele egy EXOR kapuval meghatározható.

A digitális jelfeldolgozásban legelterjedtebb a 2's komplement kód használata, ahol az előjegy (MSB bit) negatív súlyozása felborítja a műveleti homogenitást. Egy 2's komplement kódban ábrázolt N bites szám értéke:

$$\text{val}\{A\} = -a_0 2^0 + \sum_{i=1}^{N-1} a_i 2^{-i}. \quad (3)$$

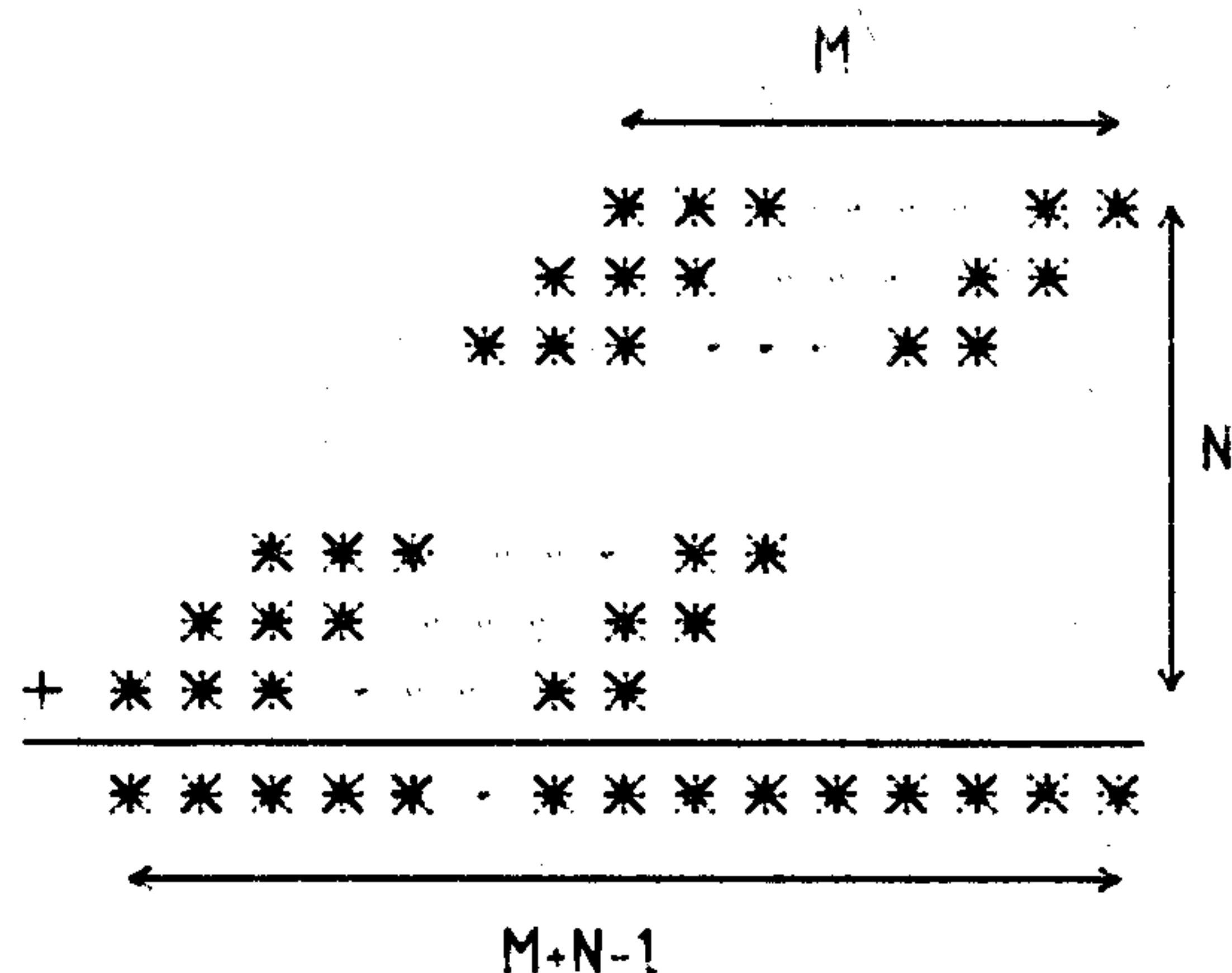
Ilyen formában kódolt számok szorzására is több módszer terjedt el. Szekvenciális szorzókban szívesen alkalmazzák a Booth-algoritmust [2], mert ez mind az M lépésben azonos műveleti szabályok szerint számolja az eredményt. A szorzó aktuális két bitjét vizsgálva az előző részeredmény feléhez vagy hozzáadja, vagy abból kivonja a szorzandót, vagy pedig nem végez műveletet. A kivonás megvalósítható a szorzandó komplementének hozzáadásával, ami a bitek negálását és az LSB helyen +1 hozzáadását igényli. A műveletvégző egység így az összeadó-kivonó áramkör helyett egy egyszerűbb, csak összeadó hálózatot tartalmaz, az összeadandó tagok előállításához azonban az AND kapuk helyett itt egy bonyolultabb kapcsolásra van szükség, amely minden ciklusban a vezérlő jelektől függően vagy a_i , vagy $\overline{a_i}$ biteket állít elő.

Párhuzamos szorzó áramkörök tervezésénél gyakran alkalmazott megoldás, hogy különféle korrekciók bevezetésével visszatérnek az 1. ábrának megfelelő struktúrához és algoritmushoz. Alakítsuk át (3)-t és nézzük meg, hogyan változik a szorzat kifejezése:

$$\text{val}\{A\} = -a_0 2^1 + \sum_{i=0}^{N-1} a_i 2^{-i} \quad (4)$$

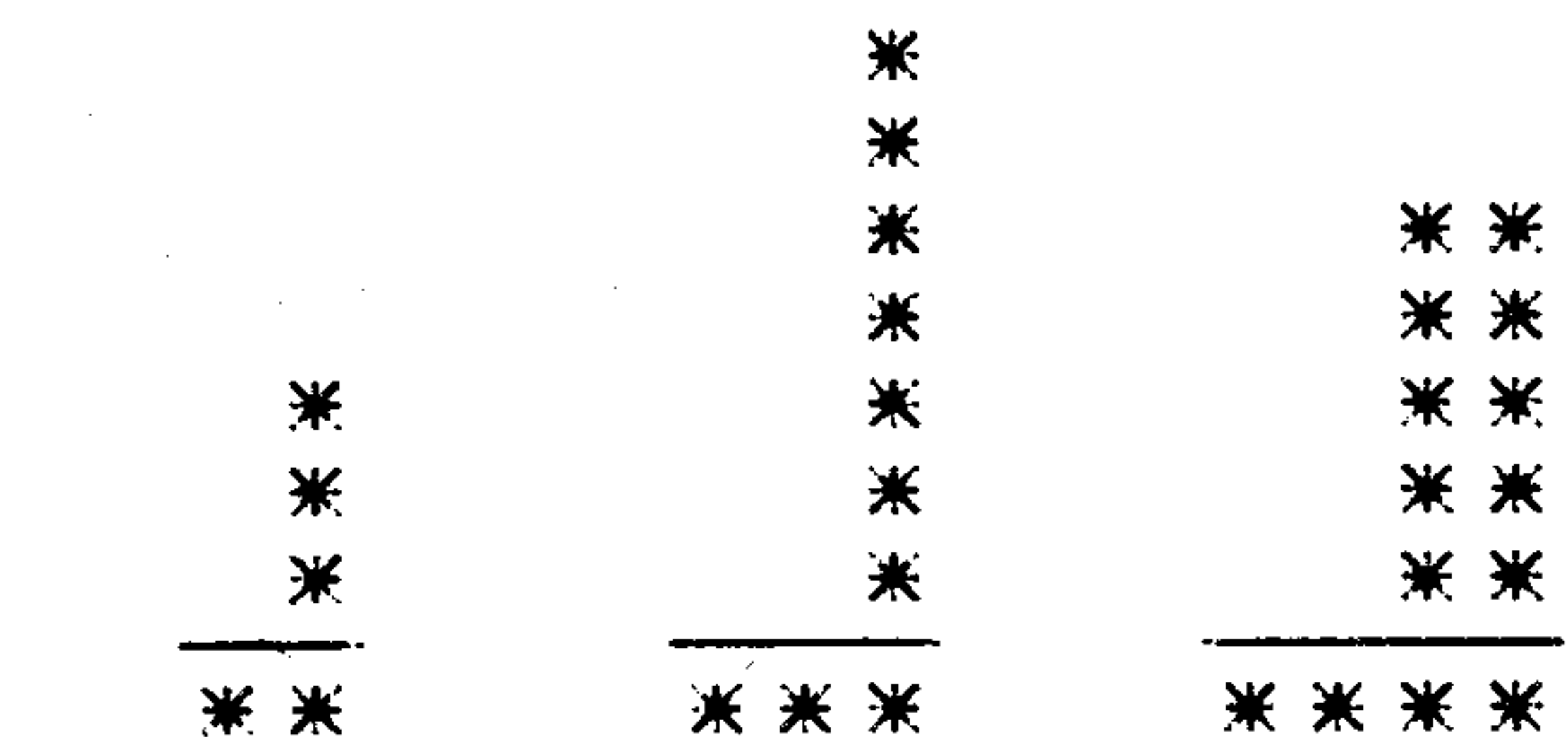
$$\begin{aligned} \text{val}\{P\} &= \left(-a_0 2^1 + \sum_{i=0}^{N-1} a_i 2^{-i} \right) \times \left(-b_0 2^1 + \sum_{j=0}^{M-1} b_j 2^{-j} \right) = \\ &= \sum_i a_i 2^{-i} \times \sum_j b_j 2^{-j} + 4a_0 b_0 - 2a_0 \sum_j b_j 2^{-j} - 2b_0 \sum_i a_i 2^{-i}. \end{aligned} \quad (5)$$

Látható, hogy egy lehetséges megoldás az utólagos (EXPLICIT) korrekció. Az (5) első tagjának értéke az első módszerrel számolható, a második az ábrázolható tartományon kívülre esik, így figyelmen kívül hagyható. A két kivonás a 2's komplement hozzáadásával realizálható, ami két újabb összeadó sor megvalósítását igényli. Ezt az eljárást régebben alkalmazták, ha a már meglevő, drága (nagy méretű kártyán kb. 100 IC-t tartalmazó, pl. [4]) szorzó egységet akarták felhasználni az újabb igényeknek megfelelő 2's komplement kódban végzett számolásra. Az ezután építendő áramkört eleve ilyen kódra tervezzük, s a szükséges korrekciókat már a számolás közben figyelembe vehetjük (IMPLICIT algoritmusok). A műveleti homogenitás ezzel természetesen megbomlik, de ez párhuzamos szorzóknál nem alap-



H35-1

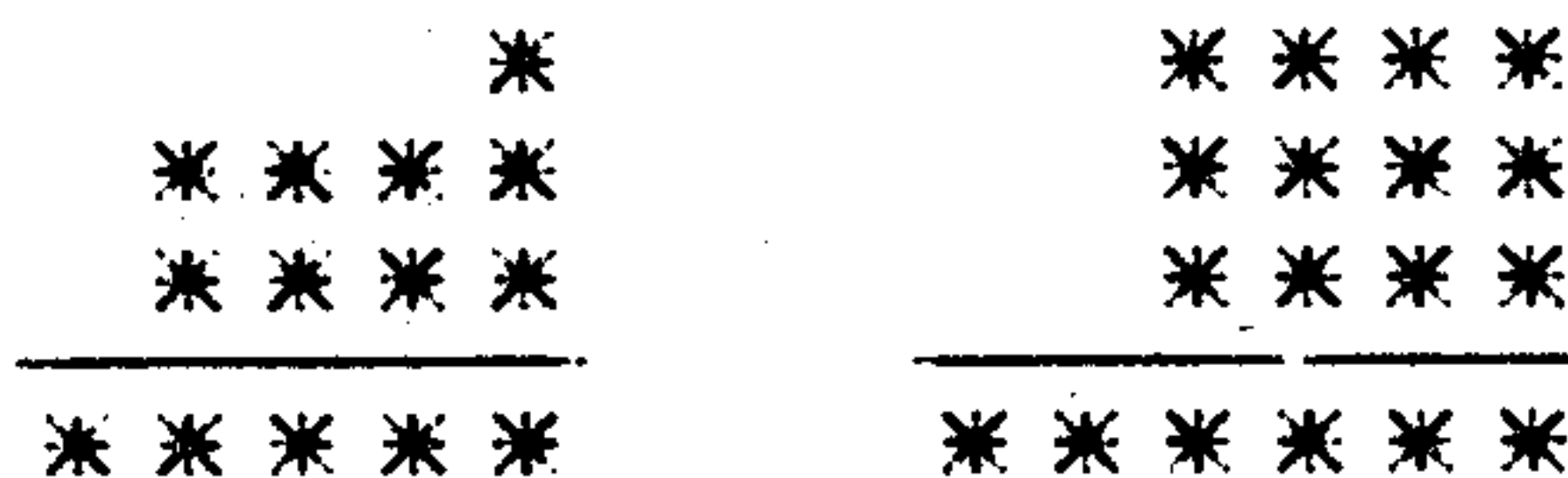
1. ábra. Az összeadandó bitek képe egy N és egy M bites pozitív szám szorzásakor



a/ [3;2]

b/ [7;3]

c/ [5;4]

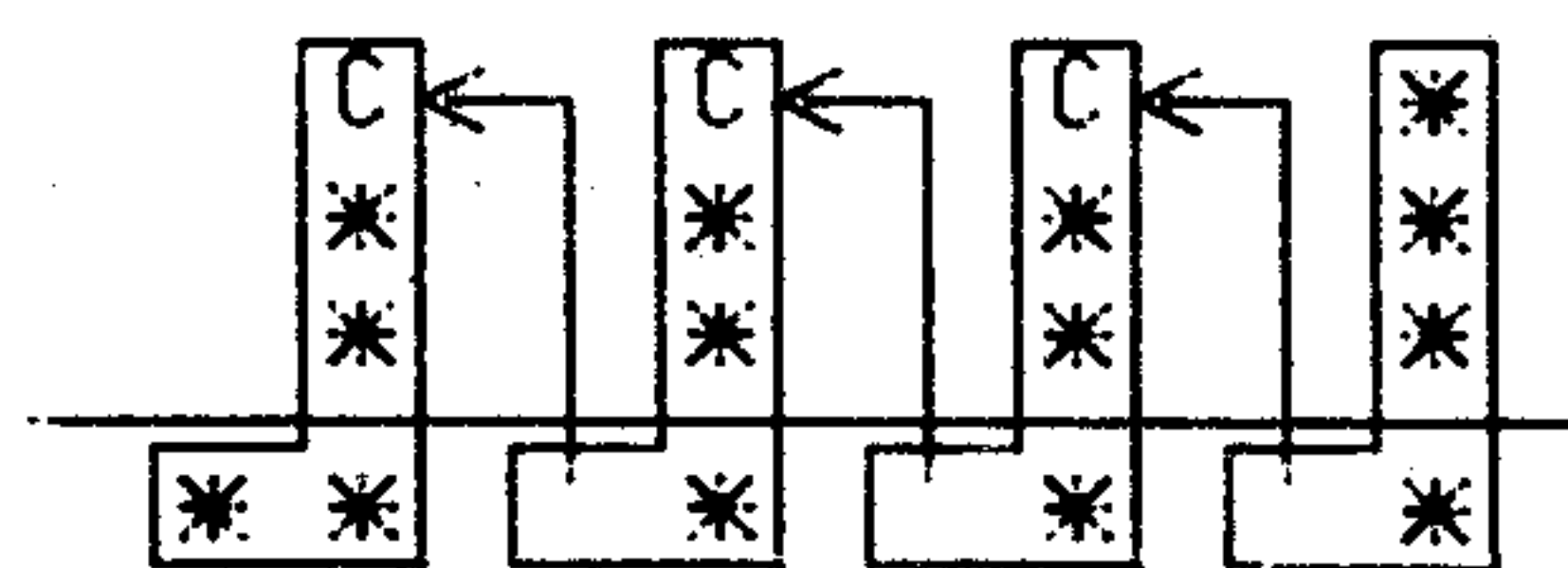


d/ [2,2,2,3;5]

e/ [3,3,3,3;6]

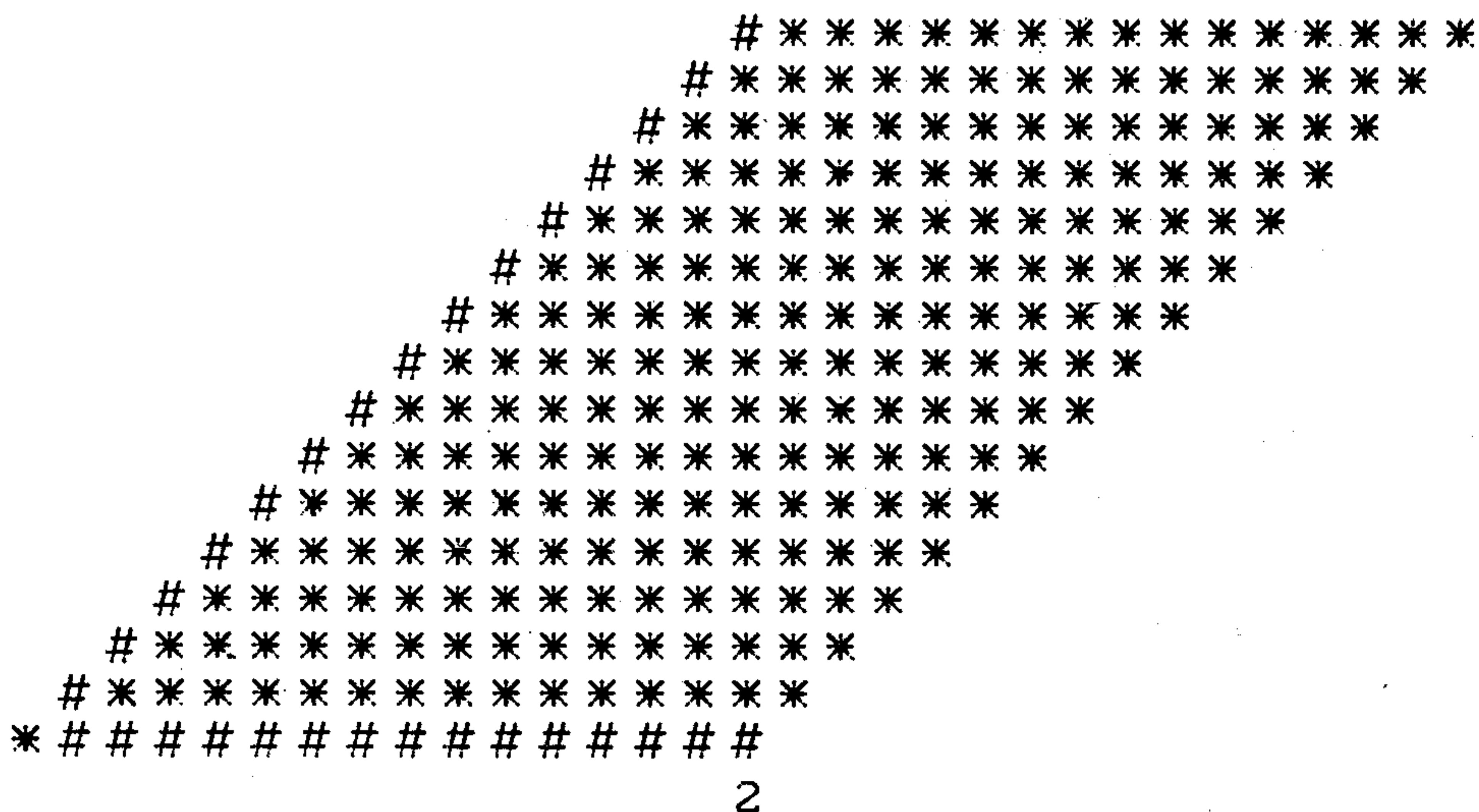
H35-2

2. ábra. Néhány gyakoribb összeadó egység



H35-3

3. ábra. 2/d előállítás 4 db 2/a blokkból



2

H35-4

4. ábra. Az összeadandó bitek képe a 16×16 bites 2's komplementű szorzónál

vető követelmény, csak a tervezést könnyítő tulajdonság. Egy ilyen implicit algoritmus ismertetése található a következő pontban.

Vizsgáljuk meg ezek után a részszorzatok összeadásának problémáját! A bithalmaz redukálása különféle összeadó blokkok alkalmazásával történhet. Egy általános összeadó egység K bemenő bitből L kimenő bitet állít elő. Minél nagyobb a $(K-L)$ érték, annál kevesebb összeadót kell használnunk. Az alkalmazandó cella kiválasztásánál természetesen figyelembe kell venni a műveleti sebességet is, hiszen több, de lényegesen gyorsabb fokozat eredményezhet eredőben gyorsabb áramkört. Néhány tipikusnak mondható cella látható a 2. ábrán [5] alapján. A legegyszerűbb közülük az 1 bites teljes összeadóként ismert egység (FULL ADDER), amely 3 bemenő bit (a_i , b_i és egy kisebb helyiértékről származó átvitel) felhasználásával 2 kimenő bitet (szumma és átvitel) számol.

Megfigyelhetjük, hogy a $2/d$ egységgel megegyező funkciójú áramkör összeállítható 4 db FA felhasználásával a 3. ábra szerint. Ugyanígy egymás mellé helyezve N egységet összeadhatunk két N bites számot, és még marad is egy szabad bemenetünk az LSB helyiértéken, ami pl. a komplement hozzáadásával megvalósított kivonás esetén felhasználható a +LSB érték figyelembe vételére a számolási idő növelése nélkül. Leggyakoribb megoldás, hogy ilyen összeadó sorok segítségével az 1. ábrának megfelelő bitképet soronként összegzik, mivel ez egy szabályos, jól áttekinthető hardware struktúrát eredményez.

A párhuzamos megvalósítás adta lehetőségeket lényegesen jobban kihasználó algoritmust ismertet

Vuillemin, ahol $ld(N)$ lépésben a szomszédos rész-eredmények páronkénti összegzésével jut el a vég-eredményhez [6].

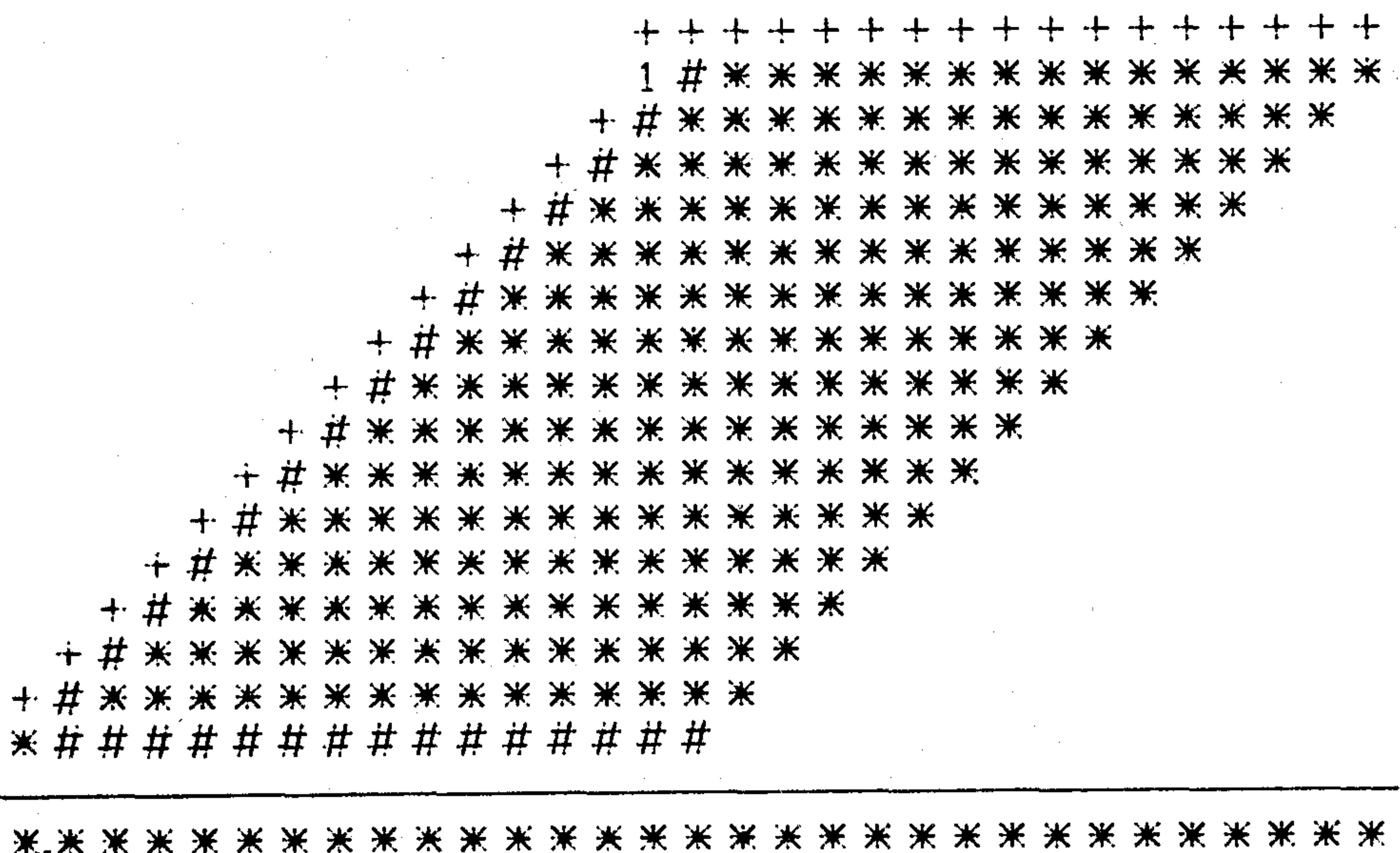
Legáltalánosabb esetben a gyorsaság fokozása érdekében tetszőleges, a feladatra orientált összeadó hálózat alkalmazható, de a szabálytalan struktúra nehezen áttekinthető, számos hibalehetőséget rejt magában. Az áramkör tervezése és ellenőrzése nagyobb munkát igényel, s ezzel a tervezési időt és költséget, végső soron az integrált áramkör árát növeli.

3. A tervezéshez használt algoritmus

A szorzó áramkört a szabványok, a piaci igények és a technológiai lehetőségek figyelembevételével 16×16 bitesre terveztük, így célszerű a felhasznált algoritmust — az általánosság megszorítása nélkül — erre a konkrét esetre levezetni. A feladat tehát a 16 bites, 2's komplement kódban ábrázolt A és B számok összeszorozása. A szorzat kiszámításához használjuk a (3) képlet szerinti értelmezést:

$$\begin{aligned} \text{val } \{P\} &= \left(-a_0 2^0 + \sum_{i=1}^{15} a_i 2^{-i} \right) \times \left(-b_0 2^0 + \sum_{j=1}^{15} b_j 2^{-j} \right) = \\ &= a_0 b_0 + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{15} a_i b_j 2^{-i-j} - a_0 \sum_{j=1}^{15} b_j 2^{-j} - b_0 \sum_{i=1}^{15} a_i 2^{-i} \quad (6) \end{aligned}$$

Az első két tag a számolás során nem okoz problémát, de mivel hálózatunkban csak összeadó cellákat szeretnénk használni, a két kivonást vissza kell vezetnünk összeadásra. Az előjegyűktől megfosztott



H35 - 5

5. ábra. Az összeadandó bitek képe a $16 \times 16 + 31$ bites szorzó-összeadónál

A és B számok pozitív értéket képviselnek, így kiegészíthetők egy 0-s előjeggyel. Az így nyert számokat jelöljük vesszővel (7) definíciók szerint:

$$a'_0 = b'_0 = 0; \quad a'_i = a_i \quad \text{és} \quad b'_j = b_j, \quad i, j > 0. \quad (7)$$

Jelöljük S -sel a (6) első két tagjának összegét. A szorzat értéke (6) és (7) alapján:

$$\text{val } \{P\} = S - \sum_{j=0}^{15} a_0 b'_j 2^{-j} - \sum_{i=0}^{15} b_0 a'_i 2^{-i} \quad (8)$$

A kivonásokat a komplementek hozzáadásával helyettesítve:

$$\text{val } \{P\} = S + \sum_{j=0}^{15} \overline{a_0 b'_j} 2^{-j} + 2^{-15} + \sum_{i=0}^{15} \overline{b_0 a'_i} 2^{-i} + 2^{-15}. \quad (9)$$

Mivel $a'_0 = b'_0 = 0$, $i=0$ és $j=0$ esetén keletkezik egy-egy 2^0 tag, amelyek összege 2. Ezen konstans érték az ábrázolható tartományon kívülre kerül, így ez a két tag elhagyható a szummából. A megmaradó vesszős tagok megegyeznek az eredeti értékekkel, így azokat visszairva a szorzat értékére a következő végeredményt kapjuk:

$$\begin{aligned} \text{val } \{P\} = & a_0 b_0 + \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{15} a_i b_j 2^{-i-j} + \sum_{j=1}^{15} \overline{a_0 b_j} 2^{-j} + 2^{-15} + \\ & + \sum_{i=1}^{15} \overline{b_0 a_i} 2^{-i} + 2^{-15}. \end{aligned} \quad (10)$$

Az egyenlet jobb oldalán levő szummákat felbontva, majd a tagokat 2 hatványai alapján csoportosítva meghatározhatjuk, hogy melyik bitszorzatot milyen helyiértéken kell figyelembe venni. Az össze-

adandó bitek képe a 4. ábrán látható, ahol # karakter jelöli azokat a biteket, amelyeket negáltan kell előállítani. A bitszorzatok generálásában ez nem okoz különösebb nehézséget, minden bitet egy egyszerű logikai alapkapu szolgáltat.

A $16 \times 16 + 2$ bit összeadása legegyszerűbben 15 db 16 bites összeadó sorral történhet. Ha megkeressük a jelterjedés szempontjából leghosszabb utat, azt találjuk, hogy a számolási idő:

$$T_{\max} = 29 T_c + 15 T_s, \quad (11)$$

ahol T_c a carry, T_s pedig a szumma képzésének ideje egy FA cellában. A képletből jól látható, hogy a soros átvitelterjedés igen sok időt emészt fel, megszüntetése gyorsítaná az áramkört. Ez átvitel megőrző (CARRY SAVE = CS) összeadó sorok használatával érhető el. A CS összeadás lényege, hogy a vízszintes átvitelterjedés helyett a keletkező C értékeket egy következő fokozat bemenetére vezetjük. Az összeadás eredménye így egy N bites C és egy N bites S jellegű szám lesz, amelyek együttesen képviselik az összeg értékét. A felszabaduló C bemenetek következtében az összeadó sor 3 számot képes fogadni, tehát 3 db N bites szám vagy egy normál és egy CS szám összeadására képes, az eredmény CS formában áll elő. Az N bites összeadás mindössze $1 T_s$ időt igényel, mivel a FA cellák egymástól függetlenül, azonos időben működnek, s a számolási idő független az összeadó sor hosszától.

14 db 16 bites összeadó sor alkalmazásával az eredmény $14 T_s$ idő alatt előáll 16 bites CS formában, amiből még képezni kell a 2's komplement kódú végeredményt. Ha ezt a legegyszerűbb módon, egy soros átvitelterjedéses 16 bites összeadóval végez-

nénk el, ehhez $(15 T_c + 1 T_s)$ időre lenne szükség, ami még így is $14 T_c$ -nyi gyorsulást jelent az eredeti megoldáshoz képest. A végső összeadás azonban gyorsabban is elvégezhető átvitelgyorsító blokkokat tartalmazó összeadóval [2]. Ennek műveleti ideje a megtervezett kapcsolásban kb. $(6 T_c + 1 T_s)$ -nek felel meg, így végeredményben a CS összeadó sorok és az átvitelgyorsító összeadó bevezetésével $23 T_c$ -vel csökkent a számolási idő. Az átvitelgyorsító blokkok az áramkör méretét növelik, ami azonban az összkomplexitáshoz mérten nem jelentős.

A csak szorzó áramkörhöz képest lényegesen nagyobb keresletre számíthat egy szorzó-összeadó. A szorzás párhuzamos megvalósítása lehetővé teszi a kapcsolat viszonylag egyszerű, gazdaságos továbbfejlesztését. A két 16 bites számot összeszorzó, s a szorzathoz egy 31 bites számot adó áramkör bitelrendezése látható az 5. ábrán, ahol + jelöli a hozzáadandó szám bitjeit. Ebben az elrendezésben az előző kapcsoláshoz képest eggyel több FA sorra van szükség, s minden sor 17 bites, az eredmény 16 bites CS szám. Az új funkció bevezetése miatt a műveleti idő $1 T_s$ -sel megnőtt, a FA cellák számának változása $(15 \times 17 - 14 \times 16) = 31$. A kritikus paraméter, a sebesség tehát nem változott jelentősen, de a komplexitás kb. 10%-kal nőtt.

A főbb paramétereket összefoglalva az átvitelterjedéses csak szorzó algoritmus műveleti ideje:

$$T(MUL) = 29 T_c + 15 T_s. \quad (12)$$

A szorzó-összeadó számolási ideje:

$$T(MAD) = 16 T_s + 5 T_c. \quad (13)$$

Az előzetes becslések szerint $1 T_s = 2 T_c$, így:

$$T(MAD)/T(MUL) = 0,63, \quad (14)$$

tehát az átvitelmegőrzős és az átvitelgyorsító összeadások bevezetésével sikerült a műveleti időt a 63%-ára csökkenteni az áramköri funkció bővülése mellett. A komplexitás növekedése kb. 25%-os.

4. Logikai szimuláció

A logikai szimulációhoz az egész hálózatot meg kell tervezni logikai kapu szinten, amit nagyon megkönnyíthet a szabályosan ismétlődő részegységekből felépülő struktúra. A szorzó meghatározó alapeleme az egy bites FA cella, így annak optimalizálása a tervezés legfontosabb feladata. Az összeadó cellát definiáló alapegyenletek:

$$S = A \oplus B \oplus C \quad (15)$$

$$CO = AB + AC + BC \quad (16)$$

Könnyen belátható a függvények szimmetria tulajdonsága:

$$\bar{S} = \bar{A} \oplus \bar{B} \oplus \bar{C} \quad (17)$$

$$\overline{CO} = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}\bar{C}, \quad (18)$$

ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy ugyanaz az áramkör akár pozitív, akár negatív logikában korrekciók nélkül használható. Számos megoldást összehason-

lítva sebességük és komplexitásuk alapján a következő függvényeket megvalósító cellára esett a választás:

$$\bar{S} = \overline{CO(A + C + B) + ABC} \quad (19)$$

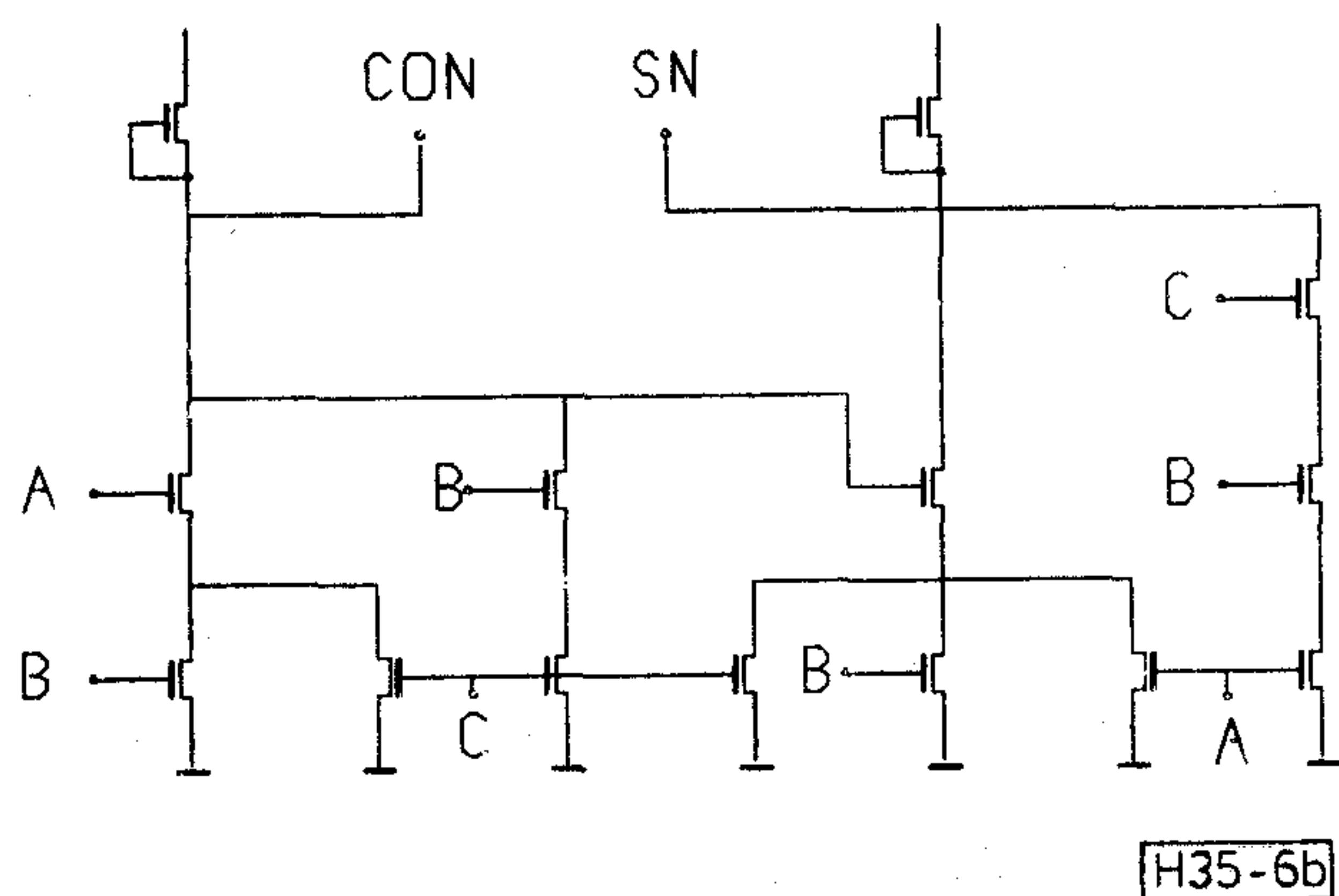
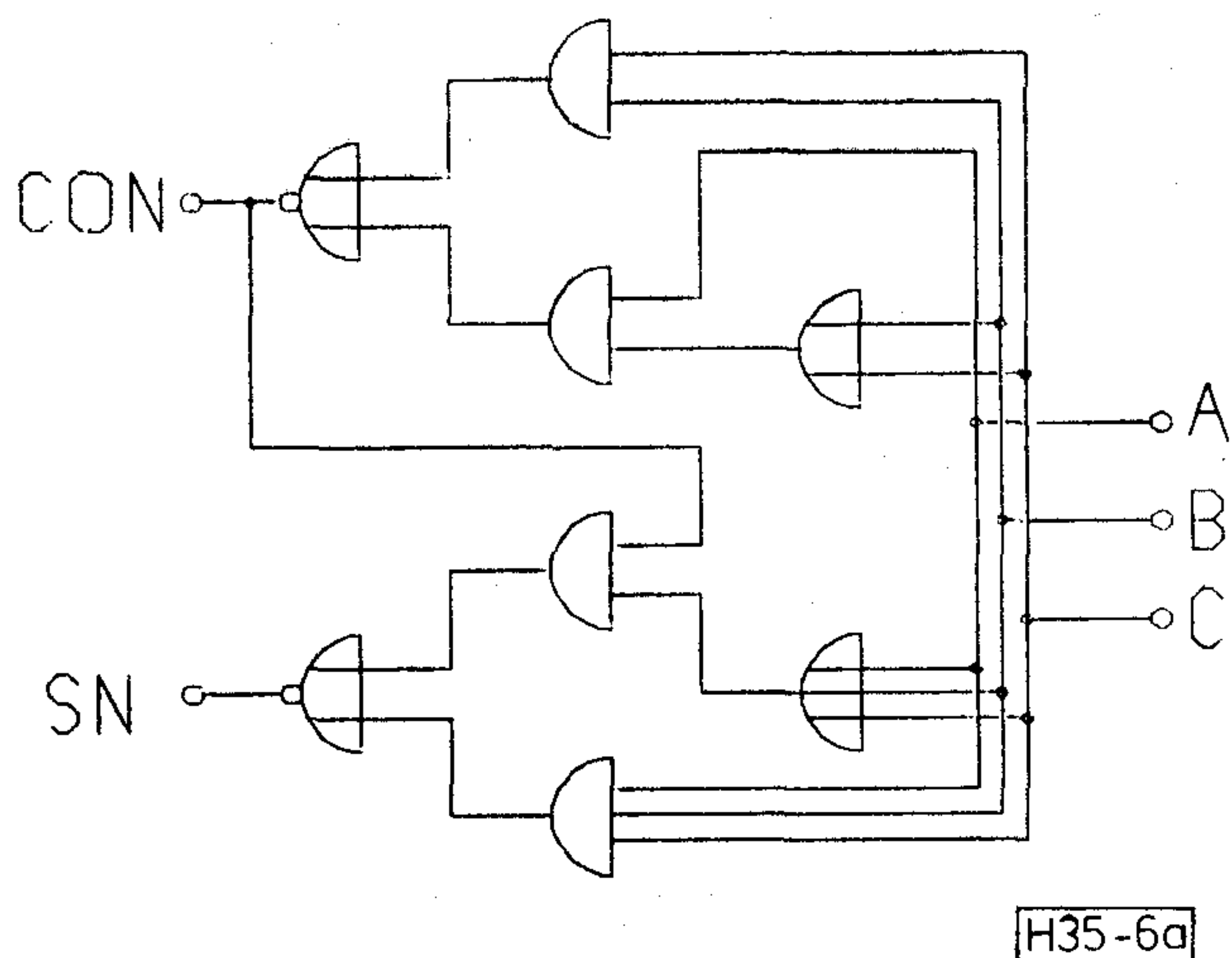
$$\overline{CO} = \overline{C(A + B) + AB} \quad (20)$$

A (19), (20) egyenleteket vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a $\bar{C}$ és $\bar{S}$ kimenetek két komplex kapuval realizálhatók, s ezekből egy-egy inverter állítja elő C-t és S-t. Csökkentené a komplexitást, ha elhagyhatnánk az invertereket, s a negált kimeneteket tudnánk felhasználni a további számolás során. A függvény szimmetriatulajdonságát kihasználva a negált kimeneteket tekinthetjük ellentétes logikában értelmezett ponált értékeknek is, amit a következő, ellentétes logikában működő fokozat képes feldolgozni. A váltott logika használatánál arra kell ügyelni, hogy az egyes cellák bemenetei azonosan legyenek értelmezve. Ez egyszerűen megvalósítható a CS összeadók jóvoltából, az egymást követő sorokat felváltva pozitív, illetve negatív logikában működtetve. Ez azt eredményezi, hogy az 5. ábra minden második sorában az algoritmus szerinti bitek negáltját kell előállítani, de így is minden bit kifejezhető $\bar{A}_i B_j$ vagy $A_i + B_j$ alakban.

Egy adott sorban minden bit generálásához azonos logikában értelmezett b_j -re van szükség, míg az egymást követő sorokban az a_i -k felváltva ponált, majd negált értékkel szerepelnek. A b_j értékek a tápfeszültséggel párhuzamosan fémezéssel vezethetők végig a mátrix sorain, az erre merőlegesen futó a_i -kat poliSi-mal vagyunk kénytelenek továbbítani, ami a nagy távolság (3–4 mm) miatt nagy késleltetést jelentene. Mivel úgyszintén minden sorban az előző sorban levő értékek negáltjaira van szükség, azt az összes pozíción egy-egy inverterrel állítjuk elő, ami egyúttal a jel soronkénti frissítését is eredményezi. Igaz, hogy ez több mint 200 plusz inverter megvalósítását igényli, de ezek a sebesség szempontjából nem kritikus úton helyezkednek el, így kis területen kis fogyasztással megvalósíthatók.

Az 5. ábra szerinti elrendezésben a bitek a helyiértéküknek megfelelően helyezkednek el, ami paralelogramma alakú chipet eredményezne. A megvalósítás során a sorokat egymás alá toljuk, így a C függőlegesen lefelé, a S jobbra lefelé lép a következő fokozat bemenetére. A téglalap alakú struktúra jobb szélén keletkezik a 15 db kisebb helyiértékű eredménybit, az alján pedig a 16 bites CS szám. A felhasznált FA cella logikai és tranzisztorszintű kapcsolása látható a 6. ábrán.

A CS szorzatot a 16 bites, kétszintű átvitelgyorsítót tartalmazó összeadó fogadja, amelynek konkrét kapcsolása a definiáló egyenletek technológiához illeszkedő átalakításával nyerhető [2]. A logikai szimulációs programban a kapukésleltetések megfelelő megválasztásával elérhető, hogy a futtatások során $T_c = 6$ nsec adódjon, ami reális érték egy komplex kapu késleltetésének figyelembevételére. Az eredmény a kipróbált bemenő adatokra minden esetben a becsült $37 T_c$ -nek megfelelő 222 nsec-on belül adódott. A 6 nsec-os becslés helyességét az analóg futtatások eredményei megerősítették.



6. ábra. Az összeadó cella logikai kapu és tranzisztorszintű kapcsolási rajza

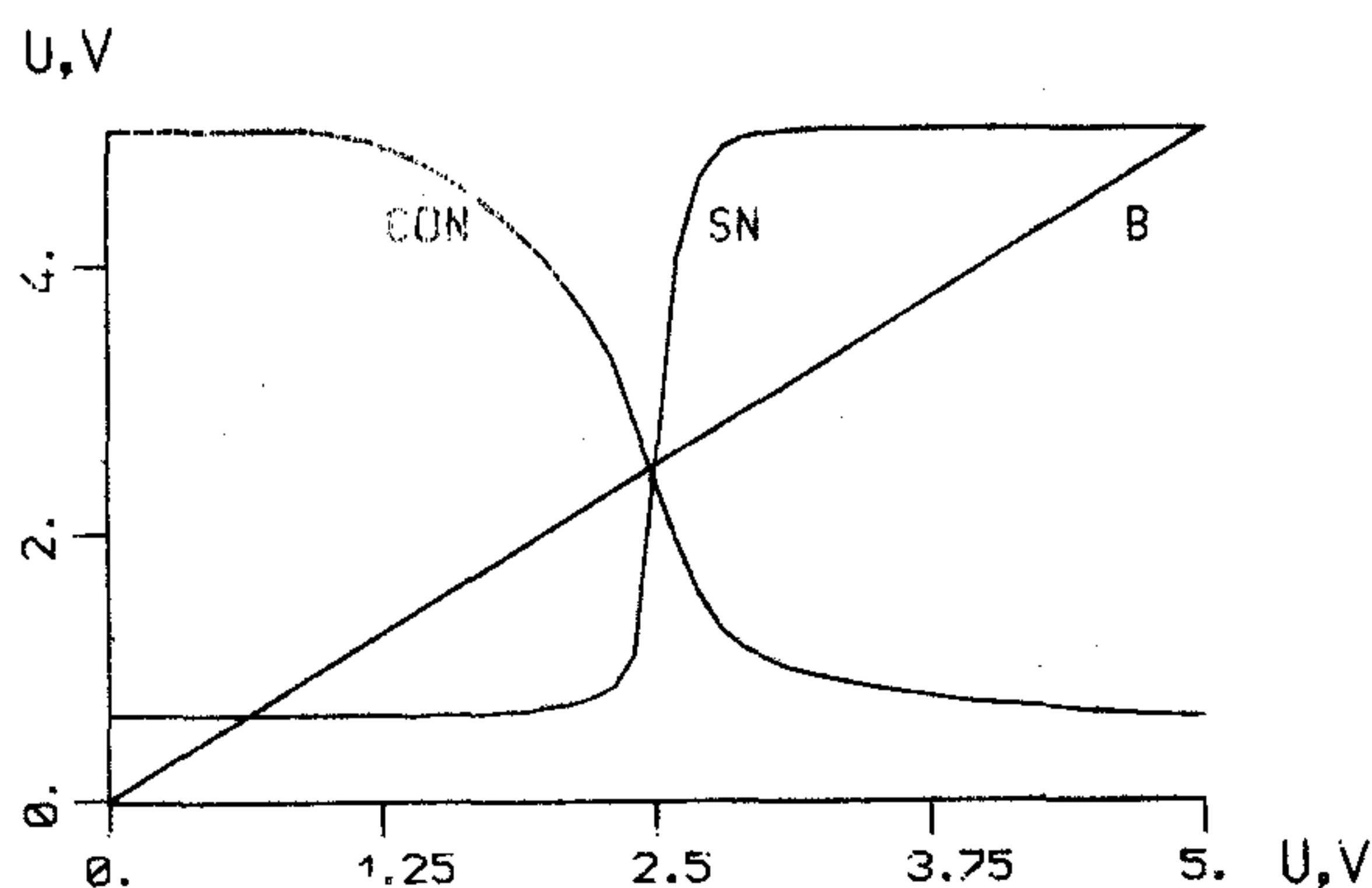
5. Analóg szimuláció

Az analóg szimulációval kapcsolatban előljáróban meg kell említeni, hogy a szimulációs eredmények a technológiai és szimulációs bizonytalanságok miatt csak tájékoztató jellegű értékek, amelyek hasznos információkat szolgáltatnak a tervezés során, nem képesek azonban arra, hogy egy áramkör működését előre pontosan megadják.

Az analóg szimulációs futtatások a TKI-ban kifejlesztett ANAL20 nevű MOS analízis program felhasználásával készültek, amely MOS tranzisztorokból, ellenállásokból, kapacitásokból és jelforrásokból felépülő hálózatok DC és tranziens viselkedésének modellezésére képes. A program nagy előnye, hogy az áramkörleírás bemenő paraméterei a layoutról vett méretek, így az analóg szimuláció jól definiált kapcsolatban van a tényleges áramkörrel.

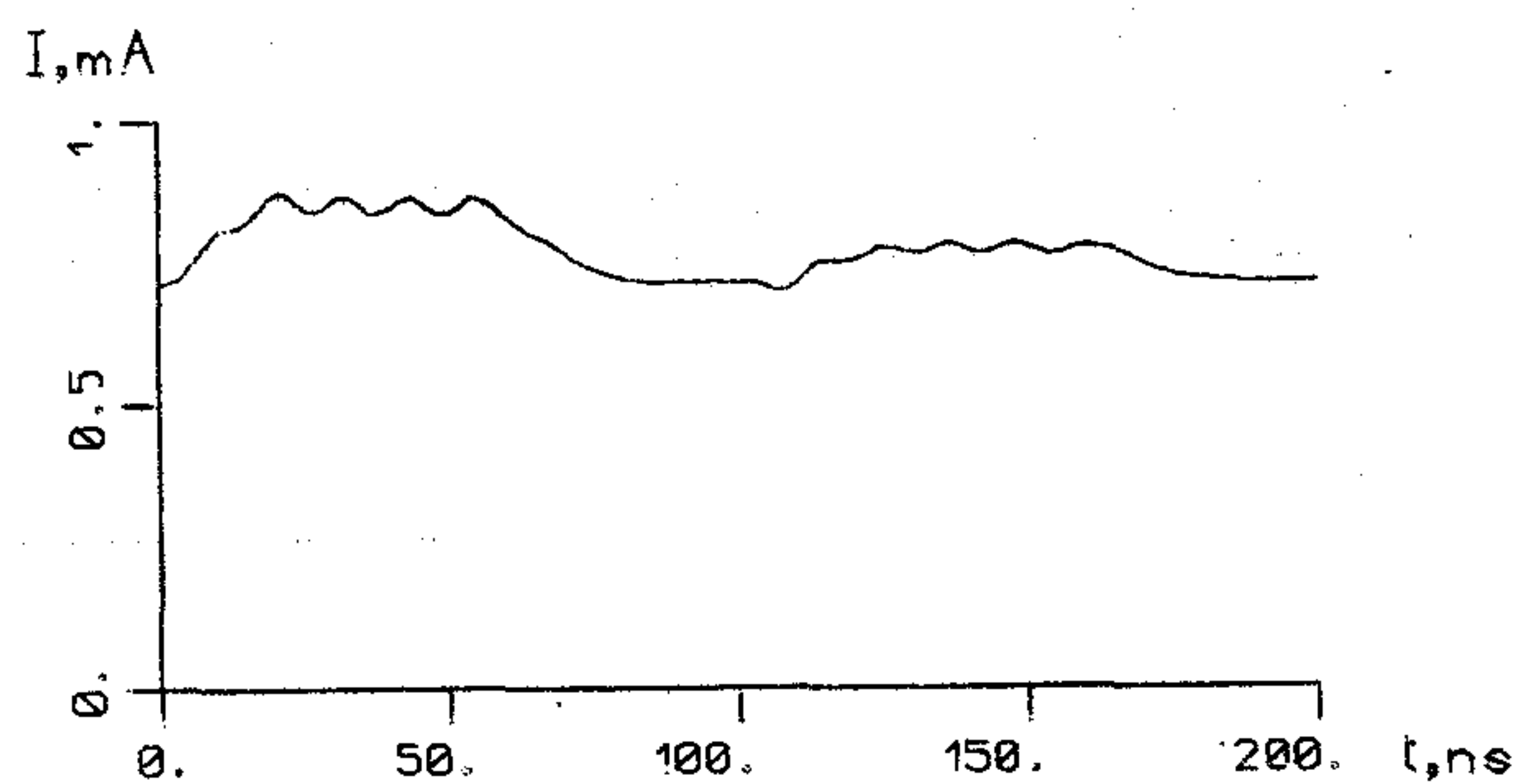
A legfontosabb feladat itt is a FA cella tervezése volt. A meghajtó tranzisztorok L értékét (csatorna hossz) célszerű a technológia által megengedett minimális értékre választani, s a szükséges csatorna szélességeket (W) a szimuláció során meghatározni. A számolt tranzisztor méretek felhasználásával több layout terv is készült, az ezek alapján pontosított áramkörleírások szimulációi gyakorlatilag azonos eredményeket szolgáltatottak. Ez azzal magyarázható, hogy a késleltetéseket okozó R és C értékeket

döntően a tranzisztorok aktív területének mérete határozza meg, az összeköttetések csak nagy távolságok esetén okoznak jelentős lassulást (poliSi > 1 mm). Az összeadó cella DC transzfer karakterisztikája látható a 7. ábrán. A vezérelt bemenet a B jelű, a vizsgált kimenetek CN és SN . Az ábra alapján a logikai küszöbfeszültség kb. 2.3 V. Mindkét kapu erősítése a küszöbfeszültség környezetében > 1 (a kimenő jel meredeksége nagyobb a bemenőénél), ami a zavarelnyomás miatt fontos követelmény.

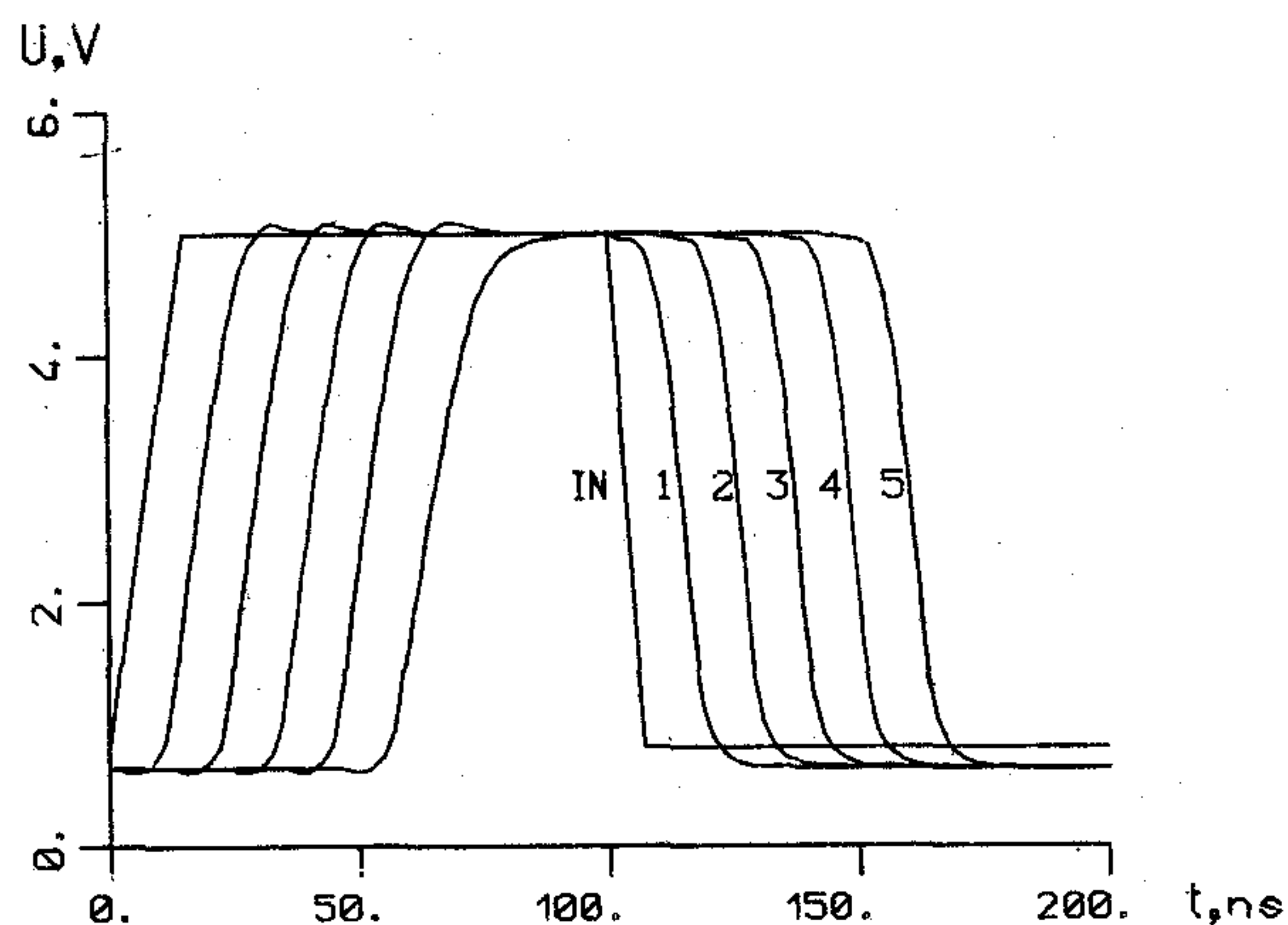


H35-7

7. ábra. A FA cella DC transzfer karakterisztikája



H35-8a



H35-8b

8. ábra. A FA cella tranziens jellemzői: a) áramfelvétel, b) tranziens feszültségátvitel

A FA cella késleltetését sorba kötött blokkok tranziens vizsgálatával lehet meghatározni. A program 5 összeadót tartalmazó sort volt képes feldolgozni, ennek futtatási eredményei láthatók a 8. ábrán. Az 5 fokozat késleltetése 60 nsec-ra adódott, amiből T_c -re a logikai futtatások során használt 6 nsec becsülhető. Az 5 cella együttes áramfelvétele még logikai szint váltáskor sem haladja meg az 1 mA-t, így az összeadó hálózat fogyasztása kisebb lesz mint 50 mA. Az inverterek együttes áramfelvétele max. 10 mA-re becsülhető, így a teljes szorzó egysége kisebb 60 mA-nál. A fogyasztás 5 V-os tápfeszültségnél kisebb 300 mW-nál, amit a 40 lábú tok könnyedén eldisszipálhat. A fogyasztás és sebesség paraméterek az igényeknek megfelelően változtathatók a tranzistorok W/L arányának módosításával. Növekvő értékgyorsulást és nagyobb fogyasztást eredményez, míg a csökkentés hatására kisebb fogyasztású, de lassúbb áramkört nyerünk.

6. Összefoglalás

A digitális szorzók rövid áttekintése után egy konkrét párhuzamos szorzó áramkör tervezését láthattuk. Az áramkör összeszoroz 2 2's komplement kódban adott 16 bites számot, s eközben a szorzathoz hozzáad egy 31 bites ugyancsak 2's komplementű számot. A kivonásokat egy implicit algoritmussal viszszevezettük csak összeadást igénylő struktúrára, így CS összeadó mátrixot használhattunk. A CS eredményt egy kétszintű átvitelgyorsítót tartalmazó összeadó segítségével alakítjuk át 2's komplement kódra. A használt layout méretekkel a szorzó-összeadó 300 mW-os fogyasztás mellett max. 222 nsec

alatt szolgáltatja az eredményt, ami nyugati publikációkkal összevetve is jó eredménynek tekinthető. Nem árt még egyszer megemlíteni, hogy ezek az adatok csak fenntartásokkal fogadhatók el, s az input-output egységek nélkül jellemzik magát az aktív műveletvégző egységet.

7. Köszönetnyilvánítás

Végezetül szeretném köszönetemet nyilvánítani dr. Gordos Géának és Tuzson Tibornak munkámat segítő hasznos ötleteikért, az áramkör tervezéséhez és a cikk megírásához nyújtott segítségükért.

I R O D A L O M

- [1] Tuzson Tibor, Asztalos András: VLSI Digital Signal Processing Structures and their Feasibility, Proceedings of the Third Symposium on Microcomputer and Microprocessor Application, Bp., 18–21 October, 1983 vol. I. pp. 148–164.
- [2] Rupprich Péter: Digitális aritmetika, BME Mérnöktoábbképző jegyzet.
- [3] Gibson, J. A., Gibbard, R. W.: Synthesis and Comparison of Two's Complement Parallel Multipliers, IEEE Transactions on Computers, October 1975 vol. C-24, No. 10 pp., 1020–1027.
- [4] Pezaris, S. D.: A 40-ns 17-bit by 17-bit Array Multiplier, IEEE Transactions on Computers, Apr. 1971 vol. C-20, pp. 442–447.
- [5] Stenzel, W. J., Kubitz, W. J., Garcia, G. H.: A Compact High-Speed Parallel Multiplication Scheme, IEEE Transactions on Computers, Oct. 1977. vol. C-26, No. 10 pp., 948–957.
- [6] Jean Vuillemin: A Very Fast Multiplication Algorithm for VLSI Implementation, North-Holland Publishing Company Integration, The VLSI Journal 1983 pp. 39–52.

SZEMLE

(Folytatás a 323. oldalról)

Az összeszerelő berendezések 1982-es 250 millió dolláros piaca három év alatt 520 millió dollárra bővült, a vizsgáló berendezések piaca pedig 730 millió dollárról 1,84 milliárd dollárra. Az USA szerelőberendezés piaca az 1982-es 68,3 millió dollárról 1987-re várhatóan 213,5 millió dollárra bővül, ezen belül a huzalforrasztó berendezések uralják a piacot, részarányuk 1982-ben 41 százalék volt, 1987-ben pedig becslések szerint 50 százalék lesz. Ezt követik a végszerelő berendezések, ezek 35 százalékos részaránya 1987-re 23%-ra zsugorodik.

(Journal of Electronic Engineering,.)

A japán elektronikai ipart 1985-re 15 600 milliárd yen értékű gyártás fogja jellemezni, 1990-re pedig 25 600 milliárd yen. Az évi átlagos növekedés 1985-ig 9,9 százalék lesz, 1985–1990 között 10,2 százalék. A telefongyártás 1981–1990 között évi 12,7%-os növekedést mutat, az elektronikus számítógépek évi 15,7 százalékos, az irodai berendezések 12,4 százalékos és az integrált áramkörök 21,4%-os növekedést érnek el.

(Journal of Asia Electronics Union.)

Az optikai szálakat gyártó ipar fejlődése az utóbbi években is töretlen maradt, hajtóereje még mindig a hagyományos hírközlés. A kutató laboratóriumok már a gyártási technológia negyedik generációján dolgoznak. Az 1550 nm-es hullámhosszúságú fényt használó, egymódusú rendszerek nagy távolságú, széles sávú gyors átvitelt biztosítanak. Az ATT Long Lines és az MCI Telecommunications megvalósított rendszerei (harmadik generáció) 1300 nm-es fényt alkalmaznak, átviteli sebességük 400 Mbit/s, illetve 270 Mbit/s. Az előbbi 1400 km hosszú, míg az utóbbi 6800 km-es. A kutatások a veszteségek további csökkentésére irányulnak, így hosszabb szakaszok alakíthatók ki ismétlő erősítők nélkül. A Bell Laboratories-ben bemutatott optikai szálvezeték csillapítása 0,27 dB/km, beleértve a csatlakozók veszteségeit is. A Corning Glass Works kísérleti kábelének csillapítása csak 0,16 dB/km. A Corning fényvezető szálának törésmutatója a szál sugarának függvényében változik. A Corning cég 1983-ban több 10 000 kilométernyi optikai szál gyártott.

(Laser Focus/Electro Optics,*)



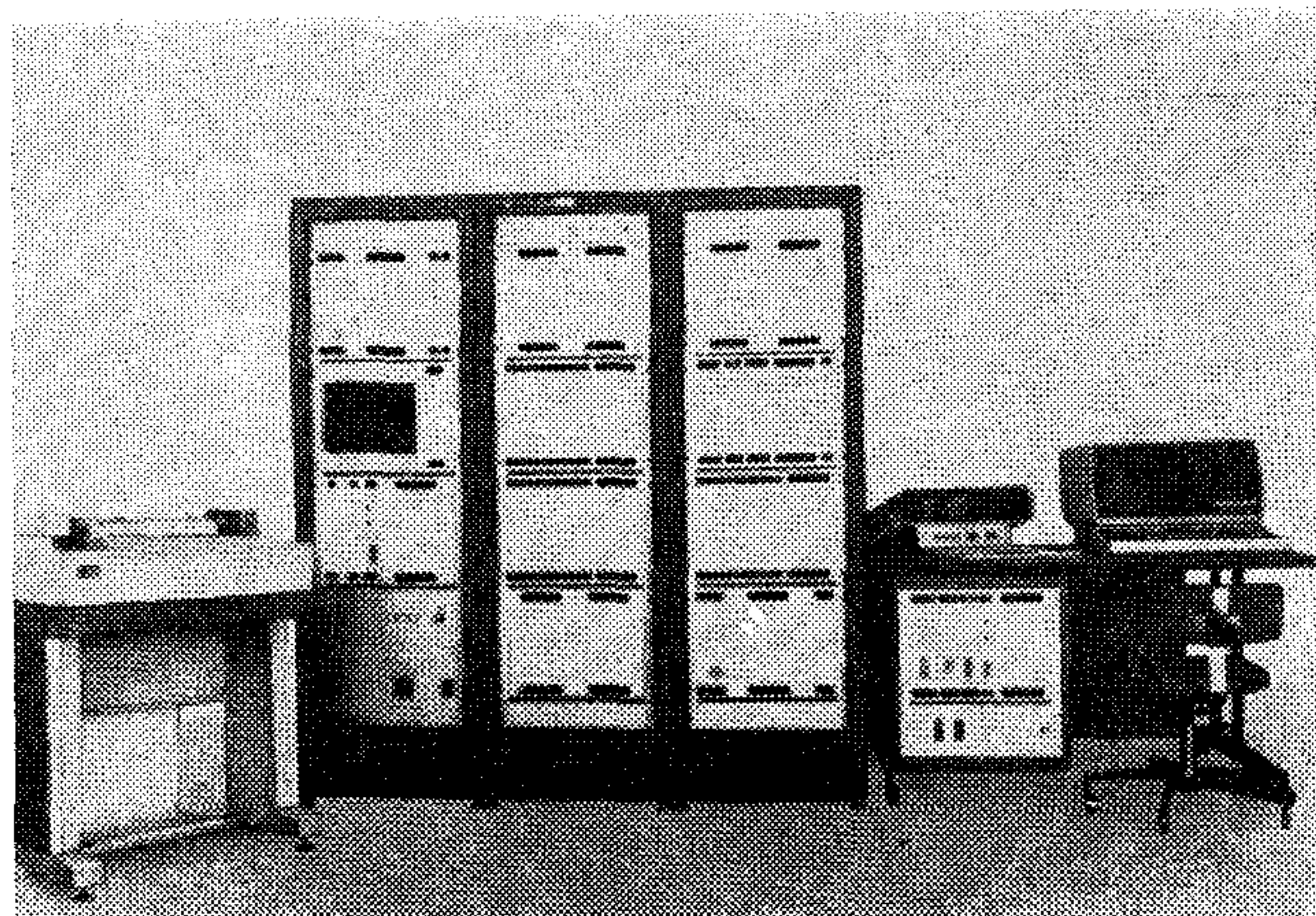
1325 Budapest, Pf. 21

IV., Fóti út 56.

Telefon: 691-100

Telex: 22-7306

MACROMAT 801 C NAGYSEBESSÉGŰ SZÁMÍTÓGÉP- VEZÉRELT MÉRŐRENDSZER



A mérőrendszer alapvetően alkalmas analóg (ipari lineáris és konzumer) integrált áramkörök paraméter méréseire, első fokon az egyenáramú jellemzők vizsgálatán keresztül, ugyanakkor alkalmazható váltóáramú, ill. dinamikus mérésekre is opcionális kiépítettségétől függően. Ez esetben a mérőrendszer komplex AC/DC mérőautomataként működik.

Javasolt felhasználási területek: tömegszerű mérés és minősítés a szelvénygyártásban és a tokozott eszközök gyártásában.

Felépítés, főbb egységek

- CU—83 vezérlő és adatfeldolgozó számítógépegység.
- AN—81 analóg DC generátor- és mérőegység.
- CN—82 kiegészítés: konzumer AC generátor- és mérőegység.
- ST—81 DC mérőállomások és ST—83 AC/DC mérőállomások. Kiépítés: max. 3 mérőhely.

CU—83 SZÁMÍTÓGÉP EGYSÉG

Felépítése multiprocesszoros, Z80-as alapú mikro-számítógépekből áll.

- **Mérésvezérlő számítógép (Foreground computer)**
Feladata a mérőrendszer hardware közvetlen vezérlése, a mérési adatok nagysebességű, többirányú továbbítása, kiértékelése, műveletvégzések.

- **Háttér számítógép (Background computer)**
Szolgáltatja a mérési adatgyűjtés, adatfeldolgozás és magasabb szintű kiértékelés eredményeit, vezérli a perifériákat, valamint lehetőséget biztosít a mérőprogramok szerkesztésére és azonnali módosítására. A mérőprogramok tárolása ennek a számítógépnek a memóriájában történik. Függetlenül is működtethető a foreground számítógéptől, de szinkron működésük is biztosított, mely közben a programok és mérési adatok nagy sebességgel közlekednek a két terület között. A programozási nyelv egyszerűen elsajátítható, mérésorientált nyelv.

— Perifériák:

- kettős floppy-disk egység,
- félgrafikus, katódsugárcsöves megjelenítő egység (CRT),
- sornyomtató,
- lyukszalagolvasó,
- lyukszalaglyukasztó.

AN—81 ANALÓG EGYSÉG

Nyolc generátort és két mérőgenerátort tartalmaz, ezek egyidőben programozhatók, négy síknegyedben működnek, áram-, illetve feszültséggenerátoros üzemmódban. Programozható áram-, illetve feszültséghatárkorlátozás áll rendelkezésre, lehetőség van valós idejű feszültségkülönbség-mérésre is.

Az AN—81 ezen kívül egy nagyteljesítményű relémátrixot és multiplex kapcsolórendszert, valamint egy igen gyors A/D konverter egységet is tartalmaz.

Főbb specifikációs adatok

Generátorok:

— FESZÜLTSG GENERÁLÁS:

0 — ± 30 V; max. 1,2 A
0 — ± 30 V; max. 100 mA
felbontás 1 mV, pontosság tipikusan $\pm 0,1\%$.

— ÁRAM GENERÁLÁS:

0 — $\pm 1,2$ A; max. 30 V
0 — ± 100 mA; max. 30 V
felbontás 1 μ A, pontosság tipikusan $\pm 0,2\%$.

Mérőgenerátorok:

— FESZÜLTSG GENERÁLÁS:

0 — ± 50 V; max. 1,2 A
felbontás 1 mV, pontosság tipikusan $\pm 0,1\%$.

— ÁRAMMÉRÉS: 0 — $\pm 1,2$ A, felbontás 1 nA pontosság tipikusan $\pm 0,2\%$.

— ÁRAMGENERÁLÁS: 0 — $\pm 1,2$ A, felbontás 1 nA, pontosság tipikusan $\pm 0,2\%$.

- FESZÜLTSGMÉRÉS: $0 - \pm 50$ V,
felbontás 1 mV, pontosság tipikusan $\pm 0,1\%$.

Relé mátrix

12×30-as méretű, Kelvin rendszerű, aktív guardolással felépített. Ugyanez érvényes a multiplex kapcsolórendszerre is. Az AN-81 képességei 3 mérőállomáson egyenként 30 pin-en hozzáférhetők. Jellemző a kis szivárgás, valamint a nagy (max. 6 A) áramok átvitele.

A/D konverter

11 bit + előjel (opcionálisan 13 bit + előjel),
konverziós idő: 50 μ s.

Mérési sebesség

A go-no-go döntés ideje: tipikusan 3 ms, ezen kívül az aktív mérési idő. A mérési idők programozhatók 100 μ s-tól 99 s-ig. A gyakorlatban a tényleges mérési sebességet csak a használt mérési technológia és a mérőkörök fizikai paraméterei korlátozzák.

CN-82 KONZUMER AC KIEGÉSZÍTŐ EGYSÉG

A moduláris elven felépített kiegészítő egység generátorai és mérőberendezései pontosan igazodnak a tényleges konzumer lineáris IC méréstechnológia igényeihez.

Felépítés

— CHROMA TV jelgenerátor

Fekete-fehér és színes tv mérőjelek előállítását végzi. Több egyidejű kimenettel rendelkezik, szabványos szinkronjel sorozatot és alkotójeleket bocsát ki az alapvető mérőjeleken kívül. Programozható szinkronjel- és színsegédvívőjel frekvencia.

— CHROMA Vektor Voltmérő

ÜZEMMÓDOK: széles sávú (100 kHz – 11 MHz-ig) szintmérés, tv-jelek fázismérése.

BEMENETI FESZÜLTSGTARTOMÁNY: 100 mV – 3 V rms.

— RF generátorok: 500 kHz, 1 MHz, 5,5 MHz, 6,5 MHz, 10,7 MHz-es mérőfrekvenciák.

ÜZEMMÓDOK: AM, FM, CW.

Modulációs mélység, ill. löket programozható.

— SAMPLING Voltmérő

BEMENETI FESZÜLTSGTARTOMÁNY: 10 mV – 10 V rms

BEMENETI FREKVENCIATARTOMÁNY: DC – 1,5 MHz

ÜZEMMÓDOK:

- indított mintavételes szintmérés,
- csúcstól csúcsig mérés,
- szinusz – effektív értékre kalibrált AC-szintmérés.

— AUDIO generátorok

MÉRŐJELEK: 1 kHz/400 Hz

KIMENŐSZINT: 3 V rms-től – 40 dB-ig programozható. Programozható indítójeleket is generál.

— AUDIO Voltmérő és torzításmérő

BEMENETI FESZÜLTSGTARTOMÁNY: 10 mV – 10 V rms

BEMENETI FREKVENCIATARTOMÁNY: 10 Hz – 20 kHz

ÜZEMMÓDOK:

- valódi effektív érték mérés,
- szinusz effektív értékre kalibrált szintmérés,
- torzításmérés (THD),
- zajmérés.

Programozhatóan váltható szűrőkészlet.

— IMPULZUS generátor

FREKVENCIATARTOMÁNY: 1 Hz – 1 MHz

Impulzusszélesség programozható.

KIMENŐSZINT: TTL-kompatibilis, ill. analóg kimenet, váltható polaritás.

— IMPULZUS analízátor

BEMENETI SÁVHATÁR: 10 MHz

ÜZEMMÓDOK:

- f_0 mérés,
- T_0 mérés,
- Δt mérés egy jelen, vagy két jel között,
- impulzusszámlálás.

A teljes CN-82-es kiegészítő rendszer automatikus önkalibrációval rendelkezik.

ST-81 ÉS ST-83 MÉRŐÁLLOMÁSOK

- Minden mérőállomás saját, Z80-as alapú mikroszámítógéppel és CRT terminállal rendelkezik. Ezeken keresztül vezérelhetők a különböző működési módok, megjeleníthetők a mérési adatok, valamint módosíthatók a mérő programok.
- A mérőállomások tartalmaznak különálló, földfüggetlen tapforrásokat és 40 relévezérlő vonalat, a közvetlen mérőáramkör működtetéséhez.
- Rendelkezésre állnak interface áramkörök és csatlakozások automatikus adagolóhoz (Auto-Handler) és szeletmérő automatához (Wafer-Prober).
- Az ST-83-as komplex AC/DC mérőhely az ST-81 DC mérőhely fenti képességein felül tartalmazza a CN-82 konzumer AC kiegészítés mérőhelyhez kötődő illesztő áramköreit is.

Németh György

Varga György

Bármely alkalmazástechnikai kérdésben a MEV Berendezésfejlesztési Főosztálya készséggel áll felhasználóink rendelkezésére (telefon: 692-800/2442 mellék).

MEV

MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALAT

Beszámoló a Hibrid Klub összejöveteléről

Ez év első klubnapján Telepy Miklós (MEV) az érzékelő témakör folytatásaként Gáz-, nedvesség- és hőmérsékletérzékelők jelfeldolgozó elektronikája címmel tartott előadást.

Az előadó először azt a komplett, többszörös adatátviteli rendszert ismertette, amelynek egyik elemét alkotja a szűkebb értelemben vett, s az éppen felhasználni kívánt érzékelő fajtához szükséges speciális követelményeket teljesítő jelfeldolgozó elektronika. Az adatátviteli lánc a következő elemekből épül fel:

- érzékelő
 - távadó
- } gyakran egybeépítve,
- a szűkebb értelemben vett jelfeldolgozó elektronika,
 - távadó,
 - mérés adatpont váltó, amely összefogja az előzőleg felsorolt elemekből felépített csatornák jeleit,
 - vezérlő, átalakítók, kijelzők.

Az ellenállás típusú érzékelőknél a mérőfeszültség nagyságával és jelalakjával szemben speciális követelményeket támasztanak.

Több csatorna szükségességére, s csatornánként más-más fizikai paraméter figyelésére példaként szolgált a baromfikeltetőknél használatos mérésadatgyűjtő rendszer, ahol a páratartalom, a hőmérséklet és a gáztartalom egyidejű szabályozására van szükség.

A szűkebb értelemben vett jelfeldolgozó elektronika feladatai:

- az érzékelendő fizikai paraméterrel arányos feszültséget állít elő,
- kellő erősítést végez,
- az érzékelő nemlineáris karakterisztikáját linearizálja,
- lehetővé teszi a nullpont eltolást és a végkitérés beállítását,
- szükség esetén kompenzációs feladatot is ellát (erre pl. a nedvesség érzékelésnél van szükség, amikor is az érzékelt hőmérséklet függvényében más-más mértékű karakterisztika eltolásra van szükség).

Ezután az egyes érzékelő fajtákhoz kialakított jelfeldolgozó elektronikákról esett szó.

Gázérzékelők jelfeldolgozó elektronikája

Legelterjedtebb változatukban nem a koncentrációt jelzik, hanem egy kritikus koncentráció elérésekor riasztanak vagy pl. szellőztetőt kapcsolnak be. Az érzékelő és a távadó sok esetben robbanásbiztos kivitelben készül. Lehetőség van a beállított riasztási szint alatt a 20%-os értéknek megfelelően előjelzésre is. Rendszerint többszörös kivitelben készülnek. Létezik kalibrációs üzemmód is. Gyakori a telepes kivitel, hordozható gázszivárgás jelzőkhöz.

Nedvességérzékelők jelfeldolgozó elektronikája

Mivel a relatív páratartalom kiértékeléséhez a hőmérséklet ismeretére is szükség van, gyakran egybe épülnek egy hőmérséklet-érzékelővel. A távadó nem külön egység, hanem a jelfeldolgozóval egybe van építve. Ritkán készül többszörös kivitelben (de ennek nem elvi akadálya van), bár az elvileg lehetséges lenne.

Hőmérséklet-érzékelők jelfeldolgozó elektronikája

Az érzékelő, távadó, jelfeldolgozó elektronika gyakran egyetlen tokba építve készül. Bonyolultabb rendszereknél külön áramkör figyeli a vezetékek épségét. Elérhető felbontóképessége: 0,01 °C. Gyakori a sokcsatornás kivitel. Beépített hitelesítő egységgel is készül. Teljes szabályzó kör is készül az érzékelőkkel és az elektronikával egybeépítve (pl. kemencefűtés céljára).

A beszámoló értékét növelte a MEV-ben kifejlesztett különféle érzékelők és azok elektronikájának bemutatása.

A február 5-én megtartott ez évi második összejövetelen dr. Pásztor Gyula (MEV) és Berkecz János (MEV) Szilícium terjedési ellenállás elvén alapuló hőérzékelő címmel tartott ismertetőt.

Az előadó egy rövid történelmi áttekintés után változtatta az eszköz geometriai felépítését, majd a technológiai lépések vázlatos ismertetéséből kiderült, hogy a gyártás menete a planár technikával teljesen kompatibilis. A hőmérséklet-érzékelést az eszköz ellenállásának mérésére vezetik vissza. Az érzékelő ellenállása két tényezőtől függ: a diffundált terület méretétől és a fajlagos ellenállástól.

Mivel a geometriai jellemzők függetlenek a hőmérséklettől, az érzékelés a fajlagos ellenállás hőfokfüggésén alapul. A töltéshordozók mozgékonyságának és az elektronok koncentrációjának hőmérsékletfüggésén keresztül végül is az eszköz ellenállásértékét a felmelegedés egyértelműen meghatározza. A mozgékonyság hőkoeficiense pozitív és negatív is lehet. A hőmérséklet érzékelése a pozitív meredekségű szakaszon történik. Problémát jelent az, hogy a mozgékonyság a hőmérsékletnek nem lineáris függvénye, ezért különféle linearizáló megoldásokat dolgoztak ki. Ennek legegyszerűbb módja az eszközzel párhuzamosan kapcsolt külső ellenállás. További linearizálás érhető el hídkapcsolással.

A PTS 11 típusjelű MEV-gyártmány ellenállása 900 ohmtól 1750 ohmig terjed. Ára: 100 Ft. A pontosabb, lineárisabb hőmérsékleti karakterisztikájú eszköz gyártásba vitele folyamatban van. Ennek mérestartománya -40 °C-tól +150 °C-ig terjed. 25 °C-on ellenállása: 1 kohm $\pm$ (1-2)%. Ha a 25 °C-on mért ellenállás tűrése 1%, akkor hitelesítés nélkül 100 °C-on a kumulatív hiba a legkedvezőtlenebb esetben: 1,8 °C. TO 18-as fémtokban fogják forgalmazni. A MEV tervezi az eszköz TO 92 és SOT 32 típusú tokozását is. Az utóbbi kiviteli forma előnye: fémfelületre felcsavarozva jó hőátadás érhető el.

Az ismertetett hőmérséklet-érzékelő érdekes alkalmazási területe: ha az érzékelőn átfolyó áram okozta disszipáció is számottevően melegíti az eszközt, akkor áramlásmérőként is használható.

Az érdeklődésre tekintettel dr. Pásztor Gyula beszámolt arról, hogy ez idáig csak 72 órás tartós égetési vizsgálatok folytak. Az első félévben végrehajtják a hosszú idejű stabilitásvizsgálatokat, és remélhetőleg a nyár folyamán már a felhasználók is kipróbálhatják az új eszközt. Ebben az évben még mindenképpen kissorozatú, kísérleti gyártásban készülnek a hőérzékelők, a nagysorozat beindításának időpontja a felhasználói igények alakulásától is függ.

Kérdés formájában felvetődött egy érdekes javaslat: tervez-e a MEV olyan változatot, amelynél az

zérékelővel együtt ugyanazon a chipen egyéb áramköröket is integrálnak, pl. erősítőt, mérőhidat, speciális tápegységet? Minthogy a hídkapcsoláshoz nagy pontosságú ellenállások szükségesek, ez legcél-szerűbben hibrid technológiával lenne megvalósítható. Ezúttal is tanúi lehettünk annak, hogy a szakmabeliek nem elszigetelten, egy-egy megoldási mód-szernél megrekedve tekintik a problémákat, hanem minden létező eljárás figyelembevételével töreked-nek a legjobb termék kialakítására. Ez is arra ösztö-nöz, hogy a Hibrid Klub mindig nyílt legyen, teret adjon a sokszor első pillanatra nem oda tartozó téma-köröknek is.

dr. Száraz György

SZEMLE

**Félvezető világkereskedelem 1983-ban
(millió US \$-ban)**

Vevő z állító	Vevő				Össze- sen	Export a terme- lés %-ában
	USA	Japán	Európa	A világ többi része		
USA	6760 88%	360 8%	1580 52%	800 50%	9 500	29
Japán	850 11%	4080 91%	250 8%	500 31%	5 680	28
Európa	70 1%	20 —	1225 40%	10 —	1 325	7
Egyéb országok	20 —	40 1%	20 —	290 19%	370	22
Összes felhasználás	7700 100%	4500 100%	3075 100%	1600 100%	16 875	—
Import a hazai szükséglet %-ában	12	9,3	60	82		

(Marketing Research, Motorola Europe 1983. október)

**Elektronikai berendezés-termelés (világ összesen)
várható alakulása 1982-től 1987-ig
(milliárd US \$-ban)**

Régiók	A világ termelése összesen				Évi növe- kedési ráta 1982—1987
	1982		1987		
	érték	%	érték	%	
Észak-Amerika	144	45	284	42	14,6
Nyugat-Európa	66	21	130	19	14,0
Távol-Kelet	67	21	183	27	22,3
Egyéb országok	43	13	82	12	13,9
Világ összesen:	320	100	679	100	16,3

(Technische Rundschau, 1983/50.)

**Az elektronikai berendezés világpiac 1983-ban
(milliárd US \$-ban)**

Szektor	USA			Európa			Japán		
	érték	%-os évi növekedés	részarány	érték	%-os évi növekedés	részarány	érték	%-os évi növekedés	részarány
Adatfeldolgozás	54	18	41	23	15	38	13,5	17	37
Hírátvitel	39	12	30	11	10	18	2,5	20	7
Fogyasztói termékek	21	6	16	15	(5)	25	11	0	31
Ipar	17,5	18	13	11,4	7	19	9	20	25
Összesen:	131,5	13	100	60,5	10	100	36	13	100

(Technische Rundschau, 1983/50.)

Д-р Тофальви, Д.:

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 7.

В статье говорится об одной из самых крупных проблем венгерской электронной промышленности. Главный редактор журнала вел дискуссию с пятью руководителями крупнейших предприятий. В статье подробно говорится о проблемах снабжения деталями, но в то же время даются предложения для решения этого вопроса.

Дюро, И.—Кази, К.—Ковач, Б.—Мойзеш, И.—Немет, Т.—Олах, А.—Шомоди, К.:

Технология диодов ганна на более высокие частоты

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 7.

В статье описываются результаты достигнутые настоящее время в институте МFKI Академии Наук ВНР по ходу исследования технологии высокочастотного диода-Ганна (полосы К.). Рассматривается рост эпитаксии из газовой фазы, метрика исходного материала, технология оснастки, вопросы связанные с моделированием конпусов, обращая особое внимание на особенности отличающиеся от технологии диода полосы Х.

Д-р Чаба, И.:

Микроволновые особенности гранатовых монокристаллов и техника микроволнового измерения всех их параметров

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 7.

Статья обобщает важнейшие особенности с точки зрения микроволновой техники гранатовых монокристаллов, дает краткий анализ об условиях гиромагнитной резонансии и о принципиальной возможности измерения материальных параметров в микроволновом диапазоне частот. Излагает систему измерения разработанную в институте ТКИ (Исследовательский Институт Связи) с характером обобщения задает зависимости необходимые для определения отдельных параметров.

Варю, Д.:

Изучение соотношения между наводимым в кабелях связи напряжением помех и их асимметрией

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1985. № 7.

В статье рассматривается расчет наводимых со стороны электросети в цепях проводной связи помех. После определения пригодного для расчета возмущающего влияния модели обобщаются результаты основанные на нумерическом методе серии расчетов на различные характерные случаи параметров кабеля, нагрузок и расположения сетей, находящихся в взаимосвязи. На основе большего количества вычисленных вариантов в статье даются основные характеристики возмущенности, а также взаимосвязь между измерением параметров асимметрии и отношением их перевода.

Секе, Ш.:

Логическое проектирование 16-и разрядного умножителя методом аналоговой симуляции отдельных узлов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хиридаштехника, Будапешт) 1985. № 7.

В статье дается краткий обзор цифровых умножителей, затем подробное описание схемы умножителя сумматора на 16 16+31 разрядов. Логическое проектирование и симуляция всей схемы а также аналоговая симуляция отдельных узлов выполнялась с помощью системы проектирования на Предприятии Микроэлектроники.

DR. Tófalvi, GY.:

Bauelementenversorgung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 7.

Der Artikel beschäftigt sich mit der Bauelementenversorgung, dem grössten Problem der ungarischen elektronischen Industrie. Der Hauptredakteur unserer Zeitschrift hat Besprechungen mit den Generaldirektoren von fünf wesentlichen Fabriken geführt. Der Artikel gibt einen Überblick über die Bauelementenversorgung und empfiehlt deren Lösung.

Gyuró, I.—Kazi, K.—Kovács, B.—Mojzes, I.—Németh, M.—Oláh, A.—Somogyi, K.:

Die heimische Entwicklung der K-Band Gunn Dioden

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 7.

Dieser Artikel handelt von den Ergebnissen, erreichten im Laufe der Untersuchung der Technologie der Hochfrequenz-(K-Band)-Gunn Dioden, die im FITP der AdW UVR hergestellt waren. Die Fragen der Technologie der Epitaxieschichten, Diodetechnologie, Gehäuse und der Modellierung der Gehäuse sind berührt. Die Fragen der speziellen Unterschiede von der Technologie der X-Band Gunn Dioden sind beachtet.

Dr. Csaba, I.:

Die Mikrowelleneigenschaften und das Messen auf Basis der Mikrowellentechnik aller Parameter der Granat-Monokristallen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 7.

Der Artikel gibt uns Eine Zusammenfassung über die, seitens der Mikrowellentechnik wichtigen Eigenschaften der Granat-Monokristallen. Wir bekommen ausserdem eine kurze Analyse über die gyromagnetischen Resonanzbedingungen, sowie über die theoretischen Messungsmöglichkeiten der Materialparameter im Bereich der Mikrowellen. Der Verfasser macht uns ferner mit dem im ungarischen Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik (TKI) ausgearbeiteten Messsystem bekannt, welches zur Feststellung der einzelnen Parameter Benötigt ist.

Göblös, J.:

Quo vadis?

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 7.

Diese Mitteilung lenkt die Aufmerksamkeit der öffentlichen Meinung der Fachleute auf das Wesentliche einer solchen neuen Technologie der Montage, welche das bestimmende Element der weiteren technischen Entwicklung sein wird. Der Verfasser zeigt uns im Spiegel der bisherigen Entwicklung und in die ökonomische Umwelt gesetzt, die Technik der Oberflächenmontage von gedruckten Schaltungen, sowie den Komponenten-Hintergrund und bezieht sich auf den Schrittzwang der ungarischen elektronischen Industrie.

Szőke, S.:

Entwurf eines 16-Bit-Multiplikationsschaltkreises mit analogischer Simulation der Bauelemente

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. Nr. 7.

Es wird in die Welt der digitalischen Multiplikation eine kurze Einsicht genommen, anschließend wird ein 16*16+31-Bit-Multiplikationsschaltkreis

tions-Additionsschaltkreis eingehend vorgezeigt. Der logische Entwurf und die Simulation des vollen Schaltkreises, ferner die analogische Simulation der Bauelemente wurden durch das CAD-System in MEV durchgeführt.

DR. Tófalvi, Gy.:

Component-supply

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 7.

The present paper deals with one of the most significant problems of the Hungarian electronics industry. The chief editor of our periodical headed a panel discussion with the general-managers of five leading companies. The paper overviews the difficulties of component supply, and in the meantime offers a proposal for solving the problem.

Gyuró, I.—Kazi, K.—Kovács, B.—Mojzes, I.—
Németh, M.—Oláh, A.—Somogyi, K.:

Development of the K-Band Gunn Diodes in Hungary

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 7.

Present paper deals with the results reached during the investigation of the high frequency (K-band) Gunn diodes obtained in the RITP of HAS. Questions of the gas phase epitaxy, material and structure characterization, device technology, encapsulation and case modeling are concerned, with a special attention to the questions differing from the technology of the X-band Gunn diodes.

Dr. Csaba, I.:

Microwave properties of single crystal garnet material and microwave techniques for measuring all of the parameters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 7.

The paper gives a brief survey of the main properties of single crystal garnet material and describes the conditions of the gyromagnetic resonances and the possibilities of measuring techniques in the microwave frequency band. A description of the measuring system developed by TKI is given and all the required equations are presented to calculate each parameters.

Göblös, J.:

Quo vadis?

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1985. No. 7.

This article calls the public opinion of the profession to the essence of such a new mounting technology that will be determinant regarding the further technical development. The author sets the mounting technology and the background of components of the printed circuit boards in economical environment, reflected the progress hitherto, and he refers to the necessary steps to be taken by the Hungarian Electronic Industry.

Szőke, S.:

Syntax Design of a 16-by-16-bit Multiplier with the Analog Simulation of the Part Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1985. No. 7.

The article gives a short look over the field of digital multipliers, then describes a 16*16+31-bit multiplier—adder circuit in detail. Syntax design and simulation of the full circuit and analog simulation of the part circuits were made at MEV (Enterprise for Microelectronics) using its design system.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat, 1442 Budapest VII., Garay u. 5. Telefon: 415-583, 215-440. Felelős kiadó: Faklan Pál igazgató. 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—296.162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,— Ft, egész évre 360,— Ft. Egyes szám ára 30,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.



Egyetemi Nyomda — 85.3669 Budapest, 1985. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375