



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam

BUDAPEST

1987

12

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam 1987. 12. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIII. évfolyam 1987. 12. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

V. évfolyam 1987. 12. szám

Felelős szerkesztő:

DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:

HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANGYAL LÁSZLÓ

MÉREY IMRÉNÉ

SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné
Csepregi-Horváth Kázmér, dr. Flesch István
Forintos György, Gál Ferenc, dr. Prónay Gábor

BHG

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

MEV

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

ORION

Rovatvezető: Dr. Somogyi Andras
Tudományos szerkesztő: dr. Frigyes István,
Denk Attila, Froemel Károly,
Nóvik Lajos, Szász Gerő

REMIX

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

TKI

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

TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál
Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,
Baján Tibor, Benedek Elek, Kovács Oszkár,
Schnürmacher Tamás, Márk Zoltán

*

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

ROVATOK

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

ROVATGAZDÁK

HTE (H)
TKI (□)
BHG (#)
TERTA (←→)
ORION (★)
MEV (↑)
REMIX (△)

ROVATTÁRSÁK

BEAG HTV
BME KONTAKTA
BRG KÓPORC
EMO KFKI
El. Szöv. M. Posta
FMV ML
GAMMA MM
HTSZ MFKI
HAGY TUNGSRAM

TARTALOM

DR. HUSZTY GÁBOR—RAJKAI GYÖRGY: Az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok leírasi módszerei. I. rész.....	529
Szemle	538, 556
DR. BERCELI TIBOR—GELEJI VILMOS—TÓTH TAMÁS: Csatorna-váltás mikrohullámú rádióberendezésben	539
MTA: Műszerkölcsonzés.....	542
HORVÁTH ZSOLT—DR. GYURÓ IMRE—NÉMETH TIBORNÉ—SZENTPÁLI BÉLA—KÁZI KÁROLY—FOGT ÁKOS—DOBOS LÁSZLÓ—KOLUMBÁN GÉZÁNÉ—TÜTTŐ PÉTER: GaAs-alapú Schottky varaktorok mikrohullámú frekvenciahangolásra.....	543
PROF. DIPL. ING. GERHARD NEUKAMM—DR. NAGY JÁNOS: Végeselem alkalmazása a Helmholtz-egyenlet megoldására.....	549
Nemzetközi Mikrohullámú Szimposium, Rio de Janeiro, 1987. július 27—30. (Dr. Frigyes István).....	552
DR. MIZSEI JÁNOS: Kémiai érzékelők félvezetőkkel	553
DR. GYURÓ IMRE—SOMOGYI KÁROLY—NEMCSICS ÁKOS—MÉSZÁROS ISTVÁN: Mikrohullámú célra történő gőzfázisú GaAs epitaxiális növesztés az MTA MFKI-ban	557
KONTAKTA: KONTEX mikrokapcsoló család	560
TAKÁCS GÁBOR: Reverzibilis működésű áramkorlátozó passzív elem	565
EMO: Elektronikai kereskedőház	568
DEÁK ISTVÁN: Korszerű áramkörtokok, többretegű hordozók kerámiából	570
Mikroszámítógépek szerepe a hírközlésben és a távadatfeldolgozásban (Brno)	574
Tartalmi összefoglalások	574

Az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok leírási módszerei I. rész

DR. HUSZTY GÁBOR—RAJKAI GYÖRGY
Posta Kísérleti Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A CCITT XVIII. Tanulmányi Bizottsága 1980-ban kezdett el intenzíven foglalkozni az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok egységesítésének témakörével. A cikk I. részében a CCITT tevékenységére támaszkodva bemutatjuk az ISDN-ek filozófiáját és leírási módszereit, azokat az elveket és eljárásokat, amelyek együttesen a szolgálatok és szolgáltatások lehető legszélesebb körét hatékonyan biztosítják a felhasználók számára. A cikk II. részében bemutatjuk az ISDN felhasználói-hálózati interfészét, annak 1. rétegét, lényegesebb jellemzőit. Kitérünk a még nyitott kérdésekre és utalunk a várható tendenciákra is.

1. Bevezetés

A nemzetközi irodalom és a hazai gyakorlat egyik leggyakrabban használt kifejezése az *ISDN*, az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok¹ szökepe. Ennek oka alapvetően az, hogy a fejlett távközléssel rendelkező országokban a Postaigazgatások fokozatosan befejezik *ISDN* mintahálózatuk kialakítását, és a 80-as évek végére nyilvános szolgálatként fogják felhasználni számára rendelkezésre bocsátani az e hálózatok által nyújtott széles körű lehetőségeket. [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Természetes, hogy a rendkívül gyorsütemű fejlődéssel együtt jár egy olyan nemzetközi szabványosítási tevékenység is, amely biztosítékot nyújt a nemzeti *ISDN*-ek nemzetközi együttműködésére.

Az 1980-as évek elejére már jól lemérhető változás tükröződött a CCITT munkájában: a hálózatok nemzetközi szintű együttműködése a hálózati elemek egészen részletes, sokszor már szinte gyártási szintű szabványosítását igényelte (pl. a tárolt programvezérlésű központokhoz kifejlesztett programnyelvek: *CHILL*, *MML*, *SDL*).

Ez a tendencia az *ISDN* esetében is látható: a nemzetközi együttműködés gyakorlatilag az előfizetői hálózatok, és a végberendezések csatlakozási paramétereinek szabványosítását követeli meg. Természetesen ez a szabványosítási tevékenység még messze nem lezárt folyamat, azonban már rendelkezésre áll egy keretkonceptió.

Jelen cikk legfőbb célja, hogy bemutassa az *ISDN*-ek filozófiáját és leírási módszereit, azokat az elveket, eljárásokat, amelyek együttesen a szolgálatok és szolgáltatások lehető legszélesebb körét hatékonyan biztosítják a felhasználók szá-

DR. HUSZTY GÁBOR

A BME Híradástechnikai Szakán végzett 1976-ban, azóta a Posta Kísérleti Intézetben dolgozik. PCM rendszerek és digitális hálózatok kérdéseivel, távközlő hálózatok központosított felügyeleti rendszereinek problémáival foglalkozott. 1978-ban és 1987-ben Pollák—Virág díjat kapott. 1979

óta képviseli a Magyar Postát a CCITT XVIII., a digitális hálózatokkal foglalkozó Tanulmányi Bizottságában. 1985-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen műszaki doktori címet szerzett. Szakmai érdeklődési körébe az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok és a központosított felügyeleti rendszerek kérdései tartoznak.

mára. Kitérünk a még nyitott kérdésekre és utalunk a várható tendenciákra is.

Elsőként az *ISDN* koncepciót és előzményeit mutatjuk be, hogy a kezdetektől a jelenlegi helyzetig felmérhető legyen a fejlődés folyamata. Ezután rögzítjük azokat az alapelveket, amelyek az *ISDN*-ek kialakulásának feltételeit határozzák meg. Részletesen elemezzük az *ISDN* leírásának módszereit, jelentős hangsúlyt fektetünk az ún. attributum módszerre.

Az *ISDN* egyik alapkérdése a felhasználókkal és a más hálózatokkal való együttműködés. A két részes cikk később megjelenő II. részében e kérdés-csoporton belül részletesen kitérünk a felhasználó — hálózati interfész problémakörére. Itt fogjuk bemutatni az interfész jellemzőit, a különböző csatornatípusokat és interfész struktúrákat. Az *ISDN*-beli információáramlás modellezési módszereinek bemutatásaként kitérünk az *ISDN* protokoll referencia modell kérdéseire is.

2. Az ISDN koncepció és előzményei

Egyetlen fejlett ország távközlési szakértője szerint sem kétséges, hogy az integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok kialakulását illetően ma a hosszú folyamat első kezdeti szakaszában vagyunk. A legfejlettebb országokban is csak — bár igen gyorsan — a kezdeti lépéseket teszik, hogy egységes alapokon nyugvó, nemzetközi együttműködésre képes, új, jelenleg még ismeretlen szolgálatok befogadására is alkalmas nyílt rendszer alakuljon ki.

A nyilvános *ISDN* kialakításának alapfeltétele a legalább közepes fokon digitalizált távbeszélő-hálózat — állítja a CCITT. A nemzetközi trendek valóban azt mutatják, hogy egy — már kialakult — 64 kbit/s-os alaphálózatra lehet építeni a további erőforrásokat, amelyek azután elvezethetnek az *ISDN*-hez. Az *ISDN* kialakulását számos azonos-

¹ A kifejezésekre magyar elnevezéssel, de az eredeti angol rövidítéssel hivatkozunk.

Beérkezett: 1986. X. 21. (□)

ság mellett jelentősen eltérő nemzeti sajátosságok fogják jellemezni.

Az ISDN koncepció lényege, hogy ugyanazon hálózat a legkülönbözőbb (beszéd és nem beszéd jellegű) szolgáltatásokat biztosítja. Ezek megvalósulhatnak vonal- és csomagkapcsolt vagy nem kapcsolt formában, alapul véve a 64 kbit/s-os kompatibilitást. A jeleket a felhasználói végpontok között végig digitálisan továbbítják és kapcsolják, és a kommunikáció minden vezérlési, jelzési, fenntartási stb. funkciójához egy szabványosított protokoll rendszert, a hétrétegű OSI (Open Systems Interconnection) modellt alkalmazzák [7]. A modellt a 4. szakaszban mutatjuk be.

A pontos megfogalmazáshoz először idézzük a CCITT IDN definícióját [1].

Az Integrált Digitális Hálózat (IDN) digitális csomópontok és digitális átviteli szakaszok olyan halmaza, amelyben integrált átvitelt és kapcsolást alkalmaznak annak érdekében, hogy két, vagy több pont között digitális összeköttetést és ezen távközlést biztosítsanak. Ennek alapján: az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat (ISDN) olyan IDN, amely véges számú felhasználó-hálózat típusú interfész között biztosít digitális összeköttetéseket a felhasználóknak.

A fenti meghatározás lényeges új fogalma a felhasználó (user), amely az előfizető által kijelölt személy vagy gép, aki vagy ami jogosult a távközlő hálózat szolgálatait és szolgáltatásait igénybe venni.² (Látni fogjuk, hogy a felhasználók körébe akár egy másik ISDN is beletartozhat.)

A most elmondottakat tanulságos lehet az elmúlt mintegy tizenöt év néhány idevonatkozó definíciójával, gondolatával kiegészíteni.

—1982: a CCITT-ben még nem önálló Tanulmányi Bizottság, de már önálló speciális csoport vizsgálja a digitális hálózatechnika kérdéseit, és megadja az IDN, ISDN kezdeti definícióit:

IDN: digitálisan átvitt jeleket digitálisan kapcsoló hálózat;

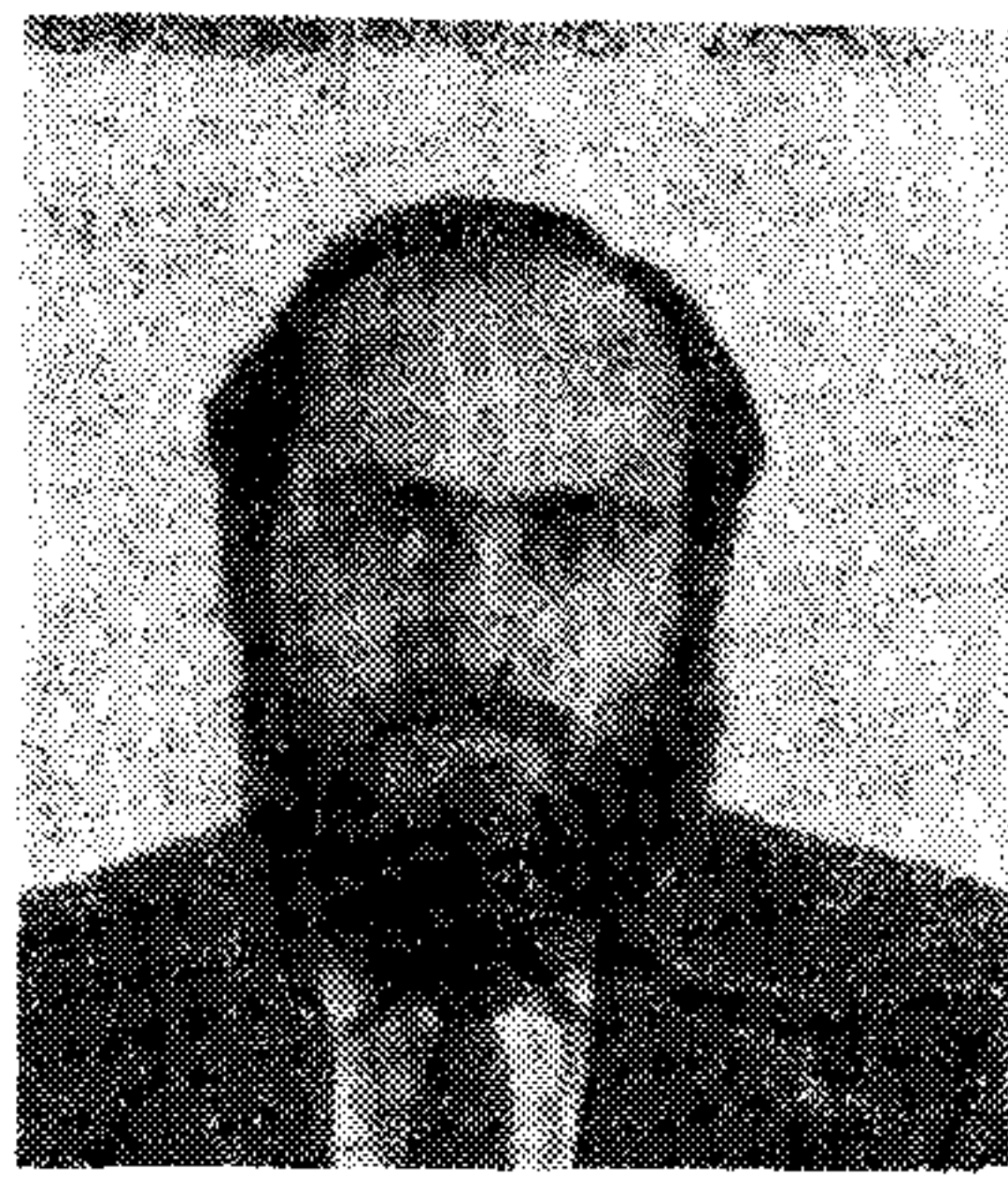
ISDN: különböző szolgáltatásokhoz ugyanazokat a digitális átviteli utakat és kapcsolókat alkalmazó hálózat.

Ebben az időszakban született az ISDN első magyar elnevezése is; EDITH (Egységes Digitális Integrált Távközlő Hálózat).

—1982: Ideiglenes Ajánlás tervezetek formájában megjelennek az első, „igazi” ISDN gondolatok (Ixxx, Iyyy jelű, pl. a felhasználói hozzáférésmódokról szól).

—1984: A tanulmányi periódus zárásaként elkészül összesen 26 új Ajánlás, amelyet más területről (pl. adatátvitel, digitális kapcsolat) származó további, mintegy 20 egészít ki. 10 még előkészületi állapotban lévő Ajánlást kell még említeni. (Az új Ajánlások szövege az 1985. végén megjelent Vörös Könyv-ben található meg [13].)

² A továbbiakban azt a kialakulóban lévő Aerminológiát használjuk, amely különbséget tesz szolgálat (service) és szolgáltatás (facility) között.



RAJKAI GYÖRGY

1979-ben szerzett villamosmérnöki diplomát a

Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki karán. Azóta a Posta Kísérleti Intézetében dolgozik, jelenleg tudományos munkatársként. TPV kapcsolástechnikai rendszerekkel, távközlőhálózatok központosított felügyeleti rendszereinek problémáival foglalkozott. Jelenleg szakmai érdeklődési körében az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok kialakítási lehetőségeinek kérdései tartoznak.

—1985: A CCITT XVIII. Tanulmányi Bizottsága felgyorsult ütemben folytatja a munkát 33 fő kérdés köré csoportosítva tevékenységét, amelyből mintegy 20 közvetlenül az ISDN-t érinti. Megjelennek az első vázlatok a szélessávú, B-ISDN (Broadband-ISDN) hálózatra vonatkozóan (ahol a felhasználó számára biztosított értékes sebesség néhányszor 10 Mbit/s lehet).

—1986: A meglévő ISDN Ajánlások nyitott kérdéseinek jelentős része lezárult az év közepén. (Újabb kb. 20 ajánlás tervezet jelent meg) Számos új ajánlás időközi, ún. CCITT szürke könyvben fog megjelenni 1987-ben. A további nyitott kérdéseket a CCITT 1988-ig tervezi lezárni.

Az ISDN kialakulásával kapcsolatban további részleteket közöltünk a [7] cikkünkben.

3. Az ISDN alapelvei

Hangsúlyozzuk, hogy az ISDN nem egyetlen világhálózatot jelent, számtalan, önmagában is egységes, integrált szolgáltatást biztosító hálózat halmazáról beszélhetünk, tehát „ISDN” helyett, „ISDN-ek” a helyes kifejezés.

Az alábbi lényeges alapgondolatokat kell ezzel kapcsolatban kiemelni:

— Az ISDN koncepció fő tulajdonsága, hogy ugyanazon hálózaton teszi lehetővé mind a beszéd, mind a nem beszéd jellegű szolgáltatások variációit.

— Az ISDN-ek az alkalmazások széles körét teszik lehetővé, beleértve a kapcsolt és nem kapcsolt összeköttetéseket is. A kapcsolt összeköttetések tartalmazzák mind a vonal-, mind a csomag-, mind ezek együttes (hibrid) kapcsolását is.

— Egy ISDN-ben bevezetett új szolgáltatatoknál mindig a 64 Kbit/s-os sebességet kell alapelemként figyelembe venni.³

— Egy ISDN hozzáféréseinek meghatározásához a rétegezett protokoll felépítést célszerű alkalmazni. (Ezt a továbbiakban még részletezzük.)

— Az ISDN megvalósítások a nemzeti sajátosságok miatt különbözőek lehetnek, hiszen az egyes országok gazdasági, földrajzi, politikai helyzete egymástól jelentősen eltér.

³ Ez várhatóan még a 100 Mbit/s sebességnél nagyobb sebességű csatornákkal rendelkező széles sávú ISDN-ben is így lesz.

1. táblázat

Attributumok és alkalmazási helyük az I. 130, I. 211, I. 340 Ajánlások alapján [1]

Attributum neve	Szolgálat attributum		Összeköttetés típus attributum
	Hordozó szolgálat	Távközlő szolgálat	
Inf. átviteli mód	×	×	×
Inf. átviteli seb.	×	×	×
Inf. átv. kapacitás	×	×	×
Hírközlés létesítése	×	×	
Összeköttetés létesítése			×
Szimmetria	×	×	×
Hírközlés elrendezés (konfiguráció)	×	×	
Összeköttetés elrendezés			×
Topológia			×
Egységesség			×
Dinamika			×
Felépítés (struktúra)	×	×	×
Hozzáférési csatorna és sebesség	×	×	×
Hozzáférési protokoll	×	×	
Jelzés hozzáférési protokoll			×
Inf. hozzáférés kódolás/protokoll			×
Felajánlott kiegészítő szolgálatok	×	×	
Szolgálat minősége	×	×	
Minőségi jellemzők			
hibaarány,			×
szlip,			×
egyéb			×
Együttműködés	×	×	×
Üzemeltetési és kereskedelmi megfontolások	×	×	×
Felhasználói inf. típusa		×	
4. réteg protokoll		×	
5. réteg protokoll		×	
6. réteg protokoll (grafikus mód is)		×	
7. réteg protokoll		×	

Az ISDN-ek kialakulásáról az alábbiakat rögzíti a CCITT:

— Az ISDN-ek a távbeszélő célra kialakított IDN-ekből fognak kialakulni.

— Az átmenet a meglévő hálózatból az ISDN felé több évtized is lehet.

— Az ISDN vég—vég közötti digitális összeköttetéseit a meglévő Ajánlásoknak megfelelő berendezésekkel kell majd felépíteni.

— Az ISDN-ek kialakulásának kezdeti időszakában ideiglenes felhasználó-hálózati interfészeket is lehet alkalmazni (ti. amelyek nem felelnek meg a CCITT előírásoknak).

— Az ISDN-ek egy távolabbi fejlődési szakaszában 64 kbit/s-nál nagyobb sebességek is alkalmazhatók lesznek.

4. Az ISDN leírási módszerei

A CCITT I-sorozatú Ajánlásrendszere adja meg az ISDN leírásának, modellezésének és jellemzésének alapvető eszköztárát. Ugyanis ezek az Ajánlások zömében egy megközelítési módot, egy műszaki filozófiát, az ISDN koncepcióját rögzítik, és nem a berendezésekre, rendszerelemekre, hálózatokra vonatkozó előírásokat. Ugyanakkor számos helyen (pl. interfészek a hozzáféréshez) természetesen valóban műszaki részletkérdésekig definiálják a paramétereket.

Ebben a fejezetben a modellezési, leírási módszerek eszközeiről adunk áttekintést.

4.1. A modellezés általános eszközei

A nyilvános hírközlő szolgálatot (vagy egyszerűen szolgálatot) a Postaigazgatások biztosítják felhasználóik valamely hírközlési igényének kielégítésére. A hírközlő szolgálatokat úgynevezett attributumok jellemzik. A CCITT I. 112 Ajánlása szerint a szolgálati attributum egy hírközlő szolgálat bizonyos egyedi, meghatározott jellemzője, amelyet neve, leírása és értéke határoz meg. Hasonlóan attributumok jellemzik magukat az összeköttetések típusait is.

Az attributumok bevezetése teszi lehetővé egyrészt a szolgálatok, másrészt az összeköttetés típusok rendszerezését, osztályozását.

A CCITT jelenleg az 1. táblázat szerinti attributumok nevét, illetve felhasználási helyét határozta meg.

Az attributumok értelmezését és felhasználásuk módját külön fogjuk vizsgálni a szolgálatok és az összeköttetés típusok eseteire.

Az attributumok valójában az ISDN modellezés filozófiájának elvont fogalmait jelentik, ezért példaként részletesen bemutatunk két attributumot, melyek közül az egyik csak összeköttetésre vonatkozik.

Attributum neve: információ átviteli képesség;

leírása: a különböző típusú információk ISDN-beli átvitelével kapcsolatos képességeket határozza meg; hírközlő szolgálatok és összeköttetések jellemzésére szolgál;

értékei: — nem korlátozott digitális információ, mely meghatározott sebességű bitfolyamok változtatás nélküli átvitelét jelenti, és magában foglalja a

- bitsorozat függetlenség
- digitsorozat integritás és
- bit integritás kérdéseit;

— a beszéd, amely a digitálisan kódolt beszédjeleket jelenti (pl. „A” vagy „μ” törvény szerint).

— 3,1 kHz-es hang, amely a 3,1 kHz-es felső határfrekvenciával korlátozott hanginformációk pl. beszédcsatorna adat, vagy beszéd digitális reprezentációja (pl. „A” ill. „μ” törvény szerint).

— 7 kHz-es hang: mint fent, de 7 kHz-es sávra, a kódolási törvény még tisztázatlan.⁴

⁴ Megjegyezzük, hogy a CCITT 1985. évi tevékenysége nyomán kialakulóban van a 7 kHz-es kommentátor minőségű beszédcsatorna 64 Kbit/s-os kódolását leíró G.72x jelű ajánlás, amely az SB-ADPCM (Sub Band-ADPCM) módszert alkalmazza. [9].

- 15 kHz-es hang: mint fent,
- video, amely a képinformációk digitális reprezentánsa, a kódolási törvény még tisztázatlan.

Attributum neve: összeköttetés létesítése;

leírása: egy ISDN-beli összeköttetés létesítésének és fenntartásának módszereit határozza meg; értékei: kapcsolt összeköttetés, amely vonalkapcsolt, vagy csomagkapcsolt lehet. A vonalkapcsolt eset jellemzője, hogy az előfizetőktől, központoktól vagy más hálózatoktól érkezett jelzőinformációk alapján igény szerint hívásonként létesül az összeköttetés. A csomagkapcsolt összeköttetések létesülhetnek a vonalkapcsolt *B* csatornán, vagy a *D* csatornán.⁵

— félig állandó (összeköttetés), amelynek jellemzője, hogy az előre rögzített időtartamokban a kapcsoló hálózaton — ti. központon — keresztül létesül.

— állandó (összeköttetés), amely csak az ISDN átviteli eszközeit használja, a kapcsoló eszközöket kikerüli, és az előfizetési időtartam alatt a felhasználó által kívánt tetszőleges időpontokban biztosít a másik rögzített végpont felé összeköttetést.

4.2. ISDN szolgálatok jellemzése

Elsőként vizsgáljuk meg, miként lehet a hírközlő szolgálatokat csoportosítani és jellemezni.

Ahhoz, hogy egy felhasználó valamennyi hírközlési igényét kielégíthesse egy ISDN, különböző funkciók biztosítása szükséges. Másképpen megfogalmazva: az eszközöknek különféle „képességei”:

- hálózati képességek
 - végberendezésbeli képességek*
 - egyéb szolgálati képességek*
 - és üzemeltetési, továbbá kereskedelmi tevékenységek (árusítás, marketing)
- összesítésére van szükség. (A * jelű funkciók esetlegesek.)

Az ISDN Ajánlások jelenlegi szintjén a CCITT a hálózati képességekre összpontosított, annak is erőteljesen az ún. alacsonyabb rétegű részeire.

A szolgálatok jellemzésénél a továbbiakban a hálózati képességekkel foglalkozunk.

Az ISDN hálózati képességek két részre bonthatók:

- az ún. alacsonyabb rétegű képességekre, melyek a hordozó szolgálatokat jelentik, és
- az ún. magas rétegű képességekre, amelyek az alacsonyabb rétegű képességekre támaszkodva jelentik a távközlő szolgálatokat.

4.2.1. A „Nyílt Rendszerek Összekapcsolása”

A cél a rendszerek⁶ közötti együttműködés és információcsere szabványosítása volt.

Az ún. ISDN protokoll referenciamodell a nyílt rendszerek összekapcsolásának (OSI) Open Systems Interconnection referenciamodelljére támaszkodik, melyet az ISO dolgozott ki. Az eredményeket a CCITT átvette és továbbfejlesztette az X. 200-as Ajánlásban. Nyílt rendszernek a szabványok szerinti együttműködésre képes rendszereket nevezzük. A referenciamodell a tényleges nyílt rendszer viselkedését leíró modell.

A referenciamodellben az OSI fizikai közegére épülve hét rétegre bontják fel a nyílt rendszereket.

A rétegre bontás alapelvei:

- ne legyen túl sok réteg
- a réteghatárokon a kölcsönhatás minimális legyen
- hasonló funkciók azonos rétegbe kerüljenek
- réteghatár csak az alsó és a felső szomszéddal legyen,
- előző tapasztalatok (pl. IBM modell, meglévő interfész szabványok).

Az így kialakított hét rétegű architektúrában a rétegek olyan hierarchiába rendezett elvi tartományok, amelyek egy vagy több funkciót⁷ testesítenek meg egy alsó és egy felső logikai határfelület között.

Az *n*. réteg szolgálatokat nyújt az *n* + 1. rétegnek, felhasználva az *n* — 1. réteg szolgálatait.

A rendszerekben a tevékenységeket végrehajtó elemek neve entitás.

Az egyes rétegek lényegesebb funkciói az alábbiak:

1. Fizikai réteg (1 Ph)

Bitenkénti átvitelt biztosít a fizikai közeggel összekötött rendszerek között (mechanikai, villa-

2. táblázat

A szolgálatokat megvalósító funkciók és kapcsolataik

Hálózati képességek		Távközlő szolgálat			
		Hordozó szolgálat		tele- szolgálat	
		Alap hordozó szolgálat	Alap + kiegészítő szolgálat	Alap tele- szolgálat	Alap + kiegészítő szolgálat
LLF (OST 1—3)	BLLF	X	X	X	X
	ALLF*	—	Op	—	Op
	BHLF*	—	—	Op	Op
HLF (OSI 4—7)	AHLF*	—	—	—	Op

* Megj.: Nemzeti előírások szabályozzák

OSI: Open System Interconnection, a számok a rétegeket jelentik.

⁶ Rendszer — számítógép, szoftver, perifériák, terminálok és a kezelő személyzet együttese, információfeldolgozás és/vagy továbbítás céljából.

⁷ Funkció — speciális célból meghatározott folyamatok készlete.

⁵ A csatornatípusokat a II. részben mutatjuk be.

mos, funkcionális és eljárásbeli eszközök). Lefelé a fizikai közeggel van összeköttetésben.

2. Adatkapcsolati réteg (2 DL)

Adatblokkok átvitelét teszi lehetővé a fizikai réteg összeköttetéseinek (keretezés, hibajelzés).

3. Hálózati réteg (3 N)

Hálózat szintű összeköttetés felépítését, fenntartását, forgalomirányítást végzi. Az adatok szerkezetét és tartalmát csak a felette álló rétegek határozzák meg. Az adatátvitelt függetlenné teszi a távközlő közegtől.

4. Szállítási réteg (4 I)

Az összeköttetések minőségének azonos szintre hozását végzi. Azonos minőségű szolgálatot biztosít a felette álló réteg számára.

Az 1—4 réteg átvitel orientált.

5. Viszony réteg (5 S)

A felette álló réteg számára eszközöket biztosít az együttműködés lebonyolítására. (Dialógus megszervezése, adatcsere menedzselése).

6. Megjelenítési réteg (6 P)

Az információ egységes ábrázolása a felette álló réteg számára. Csak szintaxissal foglalkozik.

7. Alkalmazási réteg (7 A)

Az alkalmazási folyamat számára hozzáférést biztosít az OSI környezethez, közvetlen kapcsolatban áll az alkalmazási folyamattal, az összes szolgáltatást ez nyújtja. (Adatfeldolgozás az alkalmazás számára.)

Az 5—7 rétegek alkalmazás orientáltak.

4.2.2. A hálózati képességek és az OSI rétegei

Az alacsonyabb rétegű képességeket az ún. alacsony rétegű funkciók (Low-layer Functions, *LLF*) határozzák meg, amelyek az OSI 7 rétegű modelljének alsó 1., 2., 3., rétegeit valósítják meg. A *LLF*-ek alap (*BLLF*) és kiegészítő (*ALLF*) csoportokra oszthatók, ahol a kiegészítő funkciók a kiegészítő szolgálatok alsó 3 rétegét valósítják meg.

A magas rétegű képességeket a magas rétegű funkciók (*HLF*) határozzák meg, melyek az OSI modell 4., 5., 6., 7. rétegeivel kapcsolatosak. Hasonlóan *LLF*-hez *BHLF* és *AHLF* funkciókra bonthatók.

3. táblázat

A szolgálatok attribútumai és OSI rétegeik

Szolgálat attribútumok	Távközlő szolgálat			
	Alapszolgálat attribútumok		Kiegészítő szolgálat attribútumok	
	BLLA	BHLA*	SLLA	SHLA*
A hozzátartozó hálózati képességet megvalósító funkció	BLLF	BHLF	ALLF	AHLF

* Megj.: Csak távbeszélő szolgálatnál van, hiszen a hordozó szolgálat csak 1—3 rétegű.

Lényeges tehát, hogy a hordozó szolgálatok a *LLF*, alacsony rétegű funkciókkal (1—3 réteg) kapcsolatosak, a tele-szolgálatok a *HLF*, magas rétegű funkciókkal (4—7 réteg) kapcsolatosak, míg a távközlő szolgálatok a hordozó és a tele-szolgálatokat együtt jelentik. Ugyanakkor az OSI modell alapvető sajátosságából is következően a 4—7 rétegek nem állhatnak a „levegőben”, tehát a tele-szolgálatok mindig a hordozó szolgálatokra támaszkodnak. [10], [11].

A kapcsolatokat a 2. táblázat szemlélteti. A szolgálatok megvalósítása tehát a funkciókon keresztül már vizsgálható, de nyitott kérdés a szolgálatok jellemzése és leírása. Ehhez ad segítséget az attribútum módszer, a következők szerint.

Egy ISDN-ben megvalósult távközlő szolgálat

— alacsony rétegű attribútumokkal (*LLA*) és

— magas rétegű attribútumokkal (*HLA*)

jellemezhető. A hordozó szolgálatot csak *LLA*-k a tele-szolgálatot *LLA*-k és *HLA*-k jellemzik. Mindkét csoport tovább bontható alap (*Basic*) és kiegészítő (*Supplementary*) attribútumok csoportjára. A távközlő szolgálatot jellemző attribútumok és kapcsolataik a 3. táblázatban láthatók.

Az attribútumokat most már a szolgálatok szerint vizsgáljuk tovább, elsőként a hordozó szolgálatot tekintjük.

4.2.3. ISDN hordozó szolgálatok

Az attribútumokat — mint mondtuk — nevük és értékük határozza meg. Tekintsük a 4. táblázatot, amelyben összefoglaltuk a jelenleg Ajánlásban szabályozott hordozó szolgálati attribútumokat.

A táblázat egyrészt tartalmazza azt a csoportosítást, amely segíti a tárgyalást, másrészt bemutatja a jelenleg már meglévő attribútum értékeket. Lényeges, hogy az értékek oszlopai nem tartoznak össze, azokat igen sokféle módon válogatva „készül el” végül is egy hordozó szolgálat.

A hordozó szolgálati attribútumok bemutatásának lezárásaként részletesen megadjuk egy — jól ismert szolgálat attribútumait, a hozzátartozó értékekkel:

szolgálat: vonalkapcsolt, 64 kbit/s-os, tetszőleges (nem korlátozott), 8 kHz struktúrájú hordozó szolgálat. (A szolgálat lényeges eleme, hogy az *S/T* referencia pont⁸ váltása nélkül teszi lehetővé beszéd, X.25 adat és 64 Kbit/s alharmonikus sebességnek megfelelő multiplex adatok átvitelét úgy, hogy az adatok a *B*, a jelzés a *D* csatornán halad.)

információ átviteli attribútumok: (lásd. a 4 táblázatot is!)

1. Mód: vonal (kapcsolt)
2. Sebesség: 64 kbit/s
3. Képesség: nem korlátozott
4. Szerkezet: 8 kHz-es integritású
5. Összeköttetés: lehet igény szerinti; lefoglalt; állandó
6. Elrendezés: pont-pont, vagy több pont
7. Szimmetria: kétirányú szimmetrikus vagy egyirányú hozzáférési attribútumok:

⁸ A referencia pontokat az 5. fejezetben mutatjuk be.

Hordozó szolgálati attributumok és értékeik

Mit azonosít	Csop. név	Típus	Sor-szám	Attributum neve	Az attributum lehetséges értékei							
Hordozó szolg. kategóriát	Domináns attributumok	Információ átviteli attributumok	1	Információ átviteli mód	vonal			csomag				
			2	Információ átviteli seb.	Bitsebesség: 64, 384, 1536, 1920 Átbocsájtó képesség: tanulmányozzák							
			3	Inf. átviteli képesség	Tetsz. digitális 15 kHz hang	Beszéd video stb.	3, 1kHz hang	7kHz hang				
			4	Felépítés, szerk.	8kHz-es integritás	Szolgálat adat-egys. integritás	nem szerkesztett					
			5	Összeköttetés létesítése	Igény szerinti	Lefoglalt	Állandó					
			6	Összeköttetés elrendezése	Pont-pont közötti	Multi pontos	Elosztó (broadcast)					
			7	Szimmetria	Egyirányú	Kétirányú, szimmetrikus	Kétirányú, aszimmetrikus					
A kat.-án belüli egyedi hord. szolg. Szekunder attributumok			8	Hozzáférési csat. és sebesség	D/16Kbps	D/64Kbps	E	B	H0	H11	H12 stb.	
			9.1	Jelzés hozzáférési protokoll	I. 440	I. 451	CCITT No. 7	I. 462	stb.			
			9.2	Információ hozzáférési protok.	G 711	G. 721	I. 460	I. 451	X. 25	stb.		
			10	Felajánlott kiegészítő szolg.	A lehetőségeket a CCITT-ben tovább vizsgálják							
			11	A szolg. minősége								
			12	Együttműködési lehetőségek								
			13	Üzemeltetés, kereskedelem								

Tele- szolgálati attributumok és értékeik

5. táblázat

Csoport név	Attributum neve	Az attributum lehetséges értékei								
Alacsony rétegű attributumok (LLA)	Információ átviteli és hozzáférési attributumok	Lásd a 4. táblázatot								
Magas rétegű attributumok HLA	Felhasználói információ típusa	Beszéd	Zene	Szöveg	Faksimile	Videotext	Video	Stb.		
	4. réteg protokoll	X. 224	T. 70	Egyéb						
	5. réteg protokoll	X. 225	T. 62	Egyéb						
	6. réteg protokoll	X. 200	X. 240	X. 300	X. 400	T. 73	T. 61	T. 6	T. 100	stb.
	7. réteg protokoll	T. 60	T. 5	T. 72	stb.					
Általános attributumok	Kiegészítő szolgálatok	A lehetőségeket a CCITT-ben tovább vizsgálják								
	Szolgálat minősége a felhasználó szemp.-jából									
	Együttműködési lehetőségek									
	Üzemeltetés, kereskedelem									

8. hozzáférési csatorna: felhasználói információhoz B, jelzéshez D

9. hozzáférési protokoll: I.440, I.441, I.450, I.451 szerint

általános attributumok:

10.—13. További tanulmányozás alatt áll.

4.2.4. ISDN tele-szolgálatok

Ez a témakör a hordozó szolgálatokhoz képest jelenleg kevésbé kidolgozott. Az 5. táblázat, ahol a teleszolgálati attributumokat foglaltuk össze, jól tükrözi azt, hogy a helyzet még messze áll a véglegestől. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy a teleszolgálatok tartalmazzák a hordozó szolgálatok

alacsony rétegű attributumait (1—9). A kérdés további részletezése 1986—87-re várható a CCITT-ben.

4.3. ISDN összeköttetések jellemzése

Egy ISDN meghatározásához

- véges számú felhasználó — hálózati interfész
- és véges számú ISDN összeköttetés típus meghatározására van szükség, melyek együttesen támogatják a
- távközlő szolgálatok változatait.

A hálózatok képességeit a szolgálatok oldaláról már vizsgáltuk. Most az a feladat, hogy a külön-

ISDN összeköttetés típusok attribútumai

Csoport név	Sor szám	Attribútum neve	Az attribútum lehetséges értékei						
Domináns attribútumok	1	Információ átviteli mód	vonal	csomag					
	2	Inf. átv. sebesség	64	384	1536	1920	Átbocsájtóképesség:		
	3	Inf. átv. képesség	látozott	nem kor- hang	Beszéd	3,1kHz	video	stb.	
	4	Összeköt. létesítése	Kapcsolt állandó	Félig	Állandó				
	5	Szimmetria	Egyitányú	Kétirányú aszimmetrikus	Kétirányú szimmetrikus				
Kiegészítő attribútumok	6	Összeköttetés konfiguráció							
	6a	Topológia	Pont-pont: egyszerű	Tandem	Éárhuzamos	Multiport			
	6b	Egységesség	Egységes	Nem egységes					
	6c	Dinamika	Konkurrs	Soros	Hozzáad/eltávolít				
	7	Szerkezet	8kHz	Szolgálat adat-egység	Nem szerkesztett				
	8	Hozzáférési csat. és sebesség	D, 16	D, 64	E	B	H0	H11	H12 stb.
	9	Jelzés hozzáférési protokoll	I. 451	I. 440	Q. 710	I. 462	stb.		
	10	Inf. hozzáférés kódolás protokoll	I. 451	G. 711	I. 460—464	X. 25	stb.		
	11	Minőség							
	11a	Hibarány	G. 821	stb.					
	11b	Szlip minőség	G. 822	stb.					
	11c	Egyéb minőség							
	12	Együttműködés	Tanulmányozzák						
	13	Üzemeltetés kereskedelem	Tanulmányozzák						

Megjegyzés:

A stb. jelentése: az egyéb megoldásokat tanulmányozzák.

7. Táblázat

ISDN összeköttetések javasolt változatai

ISDN összeköttetés típus	Domináns attribútumok melyek az ö. k. típust jellemzik 1.					Kiegészítő attribútumok
	1	2	3	4	5	
64 kbit/s	1 vonal	64	Tetsz. 3.	Kapcsolt		
	2 vonal	64	Tetsz. 3.	Félig áll.		
	3 vonal	64	Tetsz. 3.	Állandó		
Beszéd	4 vonal	64	Beszéd	Kapcsolt		
	5 vonal	64	Beszéd	Félig áll.		
	6 vonal	64	Beszéd	Állandó		
Beszéd sávú	7 vonal	64	3,1kHz	Kapcsolt		
	8 vonal	64	3,1kHz	Félig áll.		
	9 vonal	64	3,1kHz	Állandó		
Széles sávú 4.	10 vonal	384	Tetsz. 3.	Állandó Félig áll.		
	11 vonal	1536	Tetsz. 3.	Állandó Félig áll.		
	12 vonal	1920	Tetsz. 3.	Állandó Félig áll.		
Csomag	13 csomag	átbocsájtó	Tetsz. 3.	Kapcsolt		
	14 csomag	képességét vizsgálják	Tetsz. 3.	Félig áll.		

Kétirányú szimmetrikus

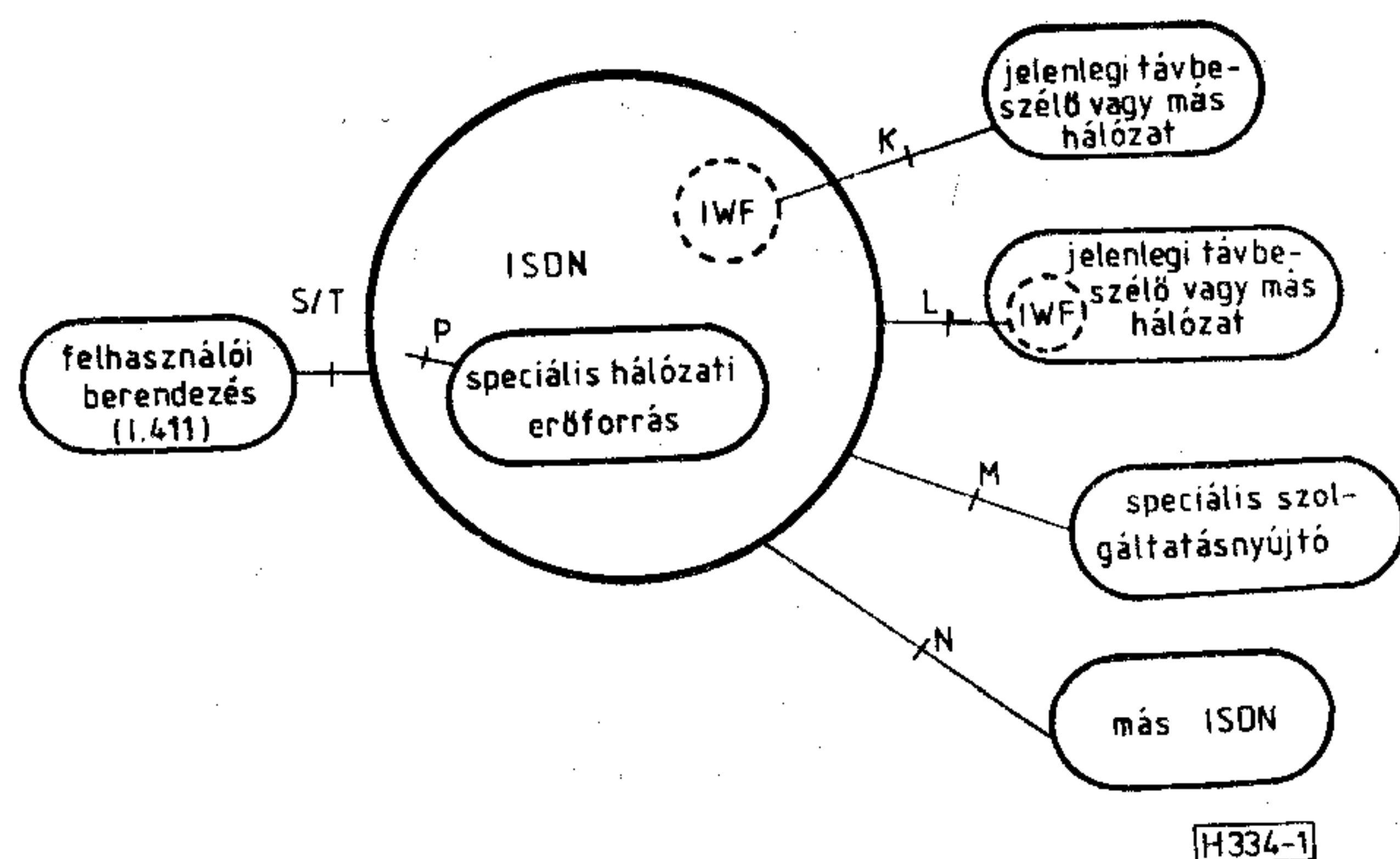
Tanulmányozás alatt 2.

Megj.: 1.) az elnevezéseket lásd a 6. táblázatban

2.) az első 5 attribútum határozza meg a típust, a 6—13 attribútumok több módon is kiválaszthatók lesznek.

3.) Tetsz.: nem korlátozott.

4.) még vitatott, hogy hány Kbit/s-nál kezdődik a széles sáv.



1. ábra. Az ISDN-ek és más hálózatok, felhasználók közötti referencia pontok

bőző (alacsony és magas) rétegű funkciókhoz összeköttetés típusokat rendelünk 13, 14.

Valamely ISDN összeköttetés mindig ISDN referencia pontok közötti összeköttetést jelent. Az összeköttetést az ISDN összeköttetés típusok segítségével lehet megadni.

Bármely ISDN összeköttetés az alábbi funkciókat, illetve eszközöket tartalmazza:

- összeköttetési eszközök, beleértve az átvitelt és a kapcsolást is;
- vezérlő funkciók és protokollok, beleértve a jelzést, folyamatvezérlést és irányítást;
- üzemeltetési és menedzselési funkciók.

Az ISDN felhasználók szempontjából a szolgálati irány kielégítése az alábbi folyamatok összessége során valósul meg:

- valamely szolgálati igénnyel jelentkezik egy felhasználó.
- a kért szolgálatot azonosítani lehet a szolgálati attribútumokkal,
- a szolgálati attribútumokkal azonosított szolgálatához egy olyan, megfelelő ISDN összeköttetést kell meghatározni, amely alkalmas a szolgálat biztosítására,
- az összeköttetés típust attribútumokkal lehet jellemezni és azonosítani,
- az összeköttetés típust ún. összeköttetés elemekre kell bontani,
- meg kell határozni azokat a hálózati funkciókat, amelyek az egyes összeköttetés elemekhez szükségesek.

Az ISDN összeköttetés típusokat tehát a szolgálatokhoz hasonlóan attribútumokkal jellemezzük. A 6. táblázatban foglaltuk össze a különböző attribútumokat és értékeiket. Nyilvánvaló, hogy egy-egy összeköttetés típus — elvileg — az attribútumok bármilyen csoportosításából előállhat. Ugyanakkor addig, amíg a szolgálatok terén a minél nagyobb variáció (egy értelmes küszöbig) hasznos, addig az összeköttetéseknel ez nyilvánvalóan előnytelen. Éppen ezért a választékot a CCITT korlátozta, jelenleg a 7. táblázat szerinti típusokat részesíti előnyben.⁹

Az összeköttetés típusokat összeköttetés elemekből lehet összeállítani, amelyek részletes leírása még nem áll rendelkezésre. Példaként annyit

mondhatunk el, hogy ilyen összeköttetés elem lehet a hozzáférési szakasz vagy a tranzitáló szakasz, amelyek topológiája sokféle változatnak felelhet meg (pl. egyszerű, tandem, párhuzamos, többpontos, stb.).

Az ISDN szolgálatok biztosításához tehát a felhasználó igény bejelentése után a hálózatnak egy olyan összeköttetés felállításával kell „válaszolni”, amely alkalmas a szolgálat attribútumainak támogatására. Megjegyezzük még, hogy lehetőség van a hívás alatti szolgálat váltásra, tehát pl. a 64 kbit/s-os beszédre nem beszéd jelre való átváltásra. Ilyenkor az attribútumok megváltozása miatt másik összeköttetés típus hozzárendelésre van szükség, amelynek kérdéseit még tovább vizsgálják.

5. Egy ISDN együttműködése más hálózatokkal, felhasználókkal

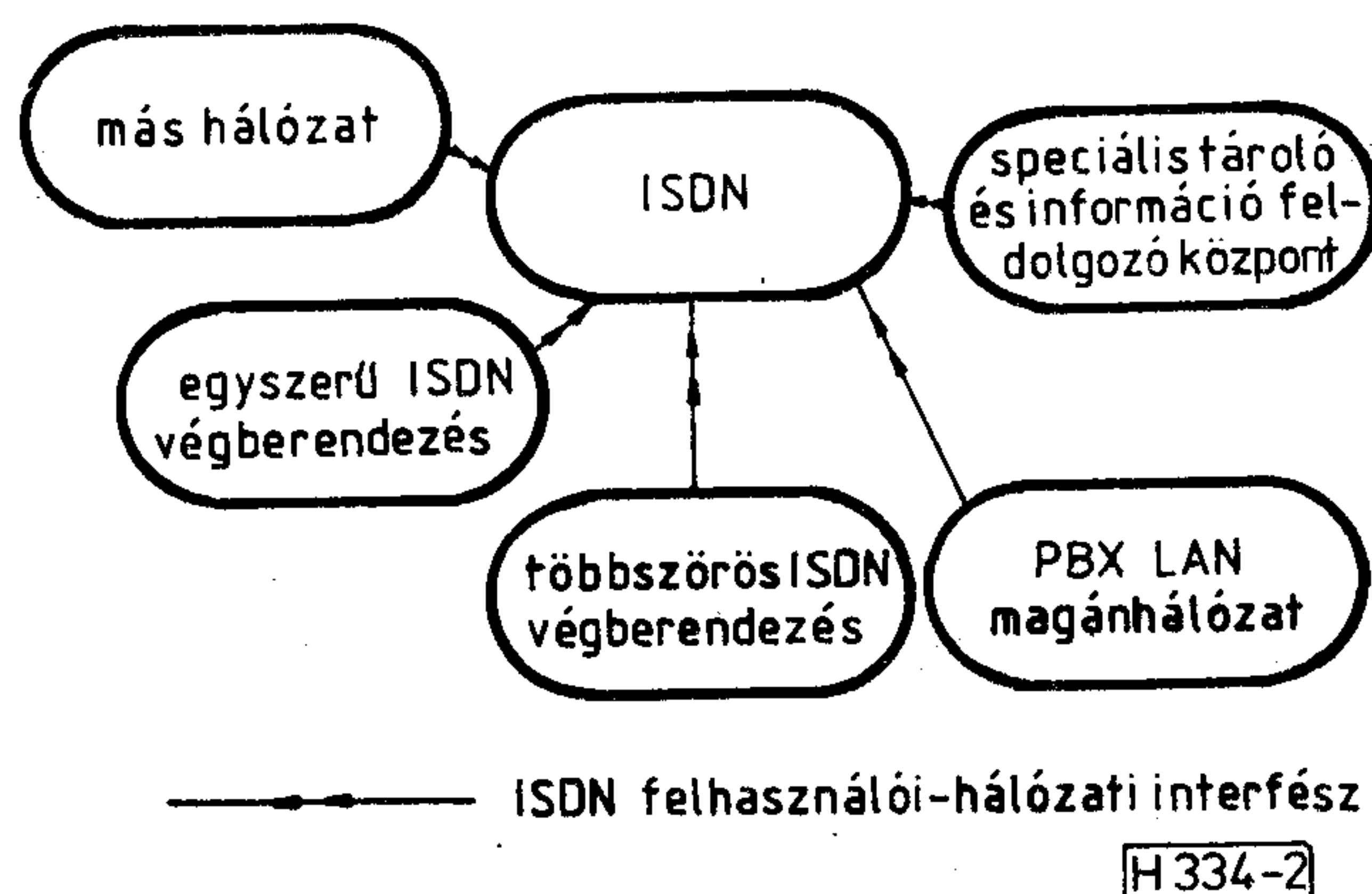
A szolgálatok integrálhatóságának kulcskérdése, a korlátozott számú, többféle célra is alkalmazható felhasználó-hálózati interfészek kialakítása [1], [15]

Mivel az ISDN-ek kialakulása várhatóan hosszabb időszakot igényel, szükségessé válik együttműködésük a jelenlegi hálózatokkal, (távbeszélő, adat, telex, stb.) és más ISDN-ekkel is. Ezért a felhasználó-hálózati interfészeken kívül a hálózatok közötti interfészeket is meg kell határozni.

A referencia-pontok olyan elvi pontok, amelyek két egymástól független funkcionális csoport kapcsolódik egymáshoz. Az interfészek elvileg kötődhetnek a referencia-pontokhoz, de ez nem szükségszerű. (Ezért nem szabatos például az „S” interfész kifejezés.) A funkcionális csoport az ISDN hozzáféréshez szükséges funkciók halmazát jelenti. (A 6. szakaszban a kérdést még részletezzük.)

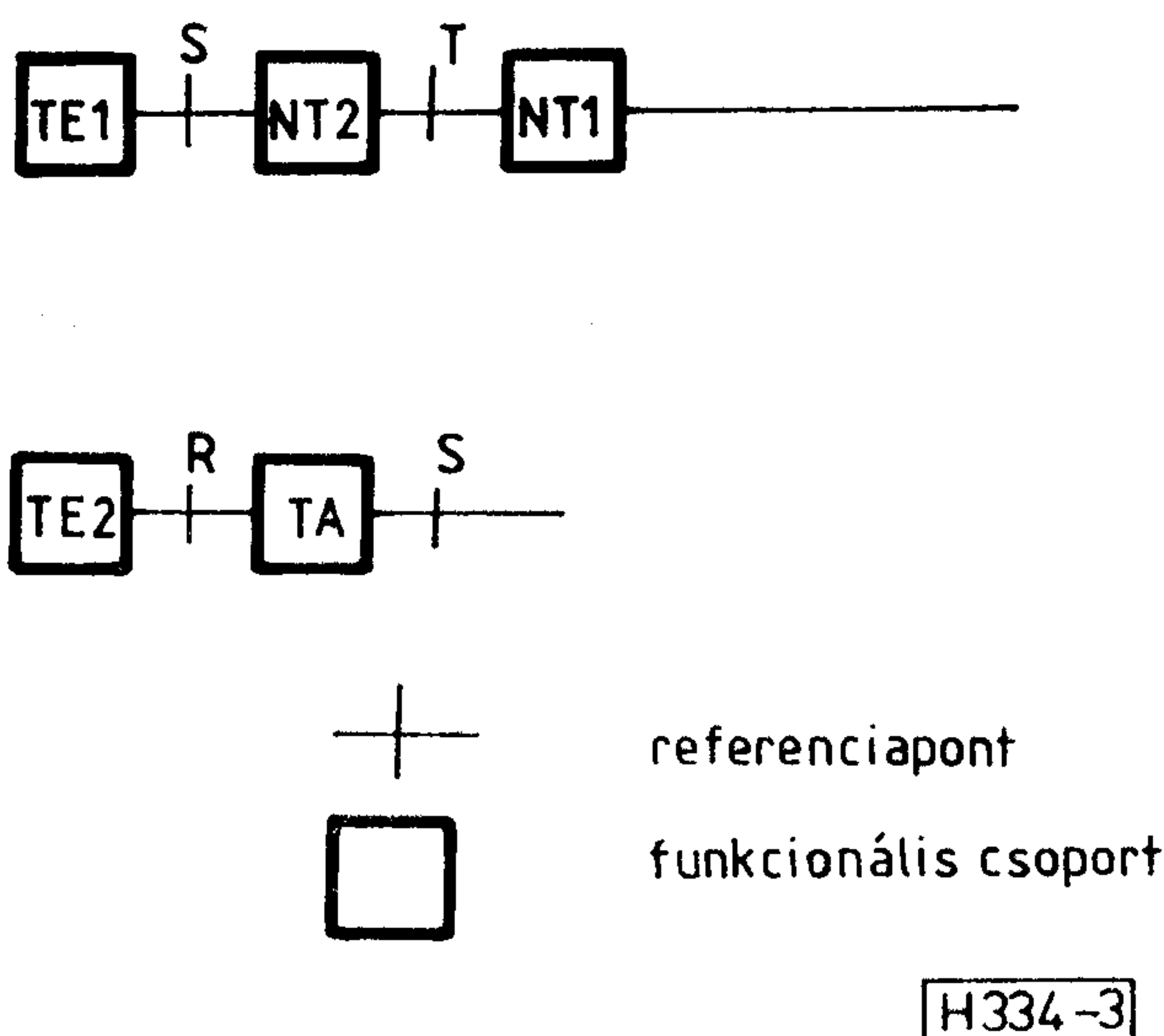
Az ISDN-ek és más hálózatok, illetve felhasználók közötti referencia pontokat mutatja be az 1. ábra.

A K és L referencia pontok abban különböznek egymástól, hogy az együttműködési funkció az ISDN-en vagy a speciális hálózaton belül helyezkedik el. Mivel a K referencia pont esetén az együttműködést egy ISDN biztosítja, ezért a speciális hálózattól függően különböző interfészek fognak ehhez a referencia ponthoz tartozni. A K, L, M, N



2. ábra. Példák az ISDN felhasználókra

⁹ Megjegyezzük, hogy a típusok száma időközben 16 lett, de ez még tovább is változhat.



3. ábra. Az ISDN felhasználó hálózati interfész referencia elrendezése

és *P* referencia pontokon értelmezett interfészek tanulmányozását még folytatja a CCITT. Azonban az Ajánlások már részletesen foglalkoznak a felhasználó-hálózati interfész meghatározásával az *S/T* referencia ponton [1].

6. ISDN felhasználó-hálózati interfész, referencia-konfiguráció

Egy ISDN a felhasználó-hálózati interfésszel és az interfészen keresztül nyújtott szolgálat jellemzőkkel a felhasználó számára jobban leírható, mint belső szerkezetével, felépítésével. Ezáltal az interfészek részletes meghatározása a hálózati és felhasználói elemek egymástól független fejlődését teszi lehetővé [16].

Az ISDN felhasználó-hálózati interfészekre mutat néhány példát a 2. ábra. Az ábra alapján jól látható, hogy egy ISDN felhasználója mást jelent, mint egy hagyományos előfizető.

Egy ISDN felhasználója lehet egy terminál, vagy eltérő szolgálatokat nyújtó terminálok összessége, egy PBX, LAN, vagy magánhálózat, vagy akár egy információfeldolgozó központ is. Az ábrán szereplő más felhasználók kategóriájába tartozhatnak meghatározott szolgálatokat biztosító hálózatok, vagy többféle szolgálatot nyújtó hálózatok, tehát más ISDN-ek is.

A fentiekből az is következik, hogy ezeknek a más felhasználóknak az ISDN-hez való hozzáférését vagy a felhasználó-hálózati, vagy a hálózatok közötti interfészeken keresztül lehet biztosítani. Az alkalmazott interfészek kiválasztását a nemzeti szabályozás döntheti el.

A felhasználó-hálózati interfészre vonatkozó Ajánlások biztosítják a terminálok áthelyezhetőségét, és azt, hogy különböző típusú terminálok és alkalmazások ugyanazt az interfészt használhassák.

A felhasználó-hálózati interfész meghatározásakor meg kell adni az interfész fizikai, elektromágneses jellemzőit, a csatornastruktúrát, a hozzáférési lehetőségeket, a felhasználó-hálózati proto-

kollokat, a fenntartási-üzemeltetési és szolgálati jellemzőket.

A felhasználó-hálózati interfész a különböző szolgálati képességeken kívül biztosítja a többterminálos elrendezések kiszolgálását, a felhasználói igényektől függő bitsebesség, kapcsolási mód, kódolási eljárás, stb. kiválasztását, a terminálok közötti kompatibilitás ellenőrzését, vagyis annak az ellenőrzését, hogy a hívó és a hívott terminál képes-e egymással kommunikálni.

Az eltérő felhasználói igényeket, az alkalmazások széles körét néhány szabványos felhasználó-hálózati interfészen keresztül lehet kielégíteni.

Az ISDN felhasználó-hálózati interfészek 3. ábra szerinti referencia elrendezése a különböző fizikai hozzáférési lehetőségeket szemlélteti.

Az *S* és *T* referencia pontokon az ajánlott csatorna struktúrát használó fizikai interfészekre vonatkozó Ajánlások az *I*-sorozatban találhatók, míg az *R* referencia ponton más Ajánlásokban szereplő (*X*.) vagy a CCITT által nem ajánlott fizikai interfészek is használhatók.

A funkcionális csoportok az alábbiak szerint értelmezhetők.

a) 1-es típusú hálózati végződés (Network Termination 1, *NT 1*): az OSI Referencia Modell első (fizikai) rétegének funkcióit reprezentálja. Ezek a funkciók a hálózat fizikai és elektromágneses végződésével kapcsolatosak (pl.: időzítés, áramellátás, interfész végződés).

b) 2-es típusú hálózati végződés (Network Termination 2, *NT 2*) az OSI Referencia Modell első és magasabb rétegű funkcióit reprezentálja. *NT 2* funkciót valósít meg pl. egy PABX, LAN, vagy terminál vezérlő. *NT 2* funkciók például a második és harmadik réteg protokoll kezelése, a második és harmadik réteg multiplexálása, a különböző fenntartási funkciók, stb.

A különböző alkalmazásokban az *NT 2* funkcióknak csak egy részét kell megvalósítani.

Egy PABX az 1., 2., 3. rétegű *NT 2* funkciókat is megvalósítja, egy terminál vezérlő már csak az 1. és 2. rétegűeket, míg egy időosztásos multiplexer csak az 1. rétegű *NT 2* funkciókat valósítja meg. Speciális esetben az *NT 2* funkcionális csoport jelentheti csak a fizikai kapcsolatot is.

c) A végberendezés (Terminal Equipment, *TE*) az OSI Referencia Modell első és magasabb rétegű funkcióit is tartalmazza. *TE* funkciót valósít meg például a digitális telefon, egy adatvégberendezés, vagy egy integrált (szolgálatú) munkahely.

A lényegesebb *TE* funkciók: — protokoll kezelés; — fenntartási, interfész és

— más berendezésekhez való kapcsolási funkciók.

d) 1-es típusú végberendezés (Terminal Equipment 1, *TE 1*) olyan *TE* funkciókat reprezentáló funkcionális csoport, amely az ISDN felhasználó-hálózati interfészre vonatkozó Ajánlásoknak megfelelő interfésszel rendelkezik.

e) 2-es típusú végberendezés (Terminal Equipment 2, *TE 2*) olyan *TE* funkciókat reprezentáló funkcionális csoport, amely a CCITT által nem ajánlott, vagy az *I*-sorozatú Ajánlásokban nem szereplő (pl. *X*.) interfésszel rendelkezik.

f) terminál illesztő (Terminál Adaptor, *TA*) az *OSI* Referencia Modell első és magasabb rétegeihez tartozó azon funkciókat tartalmazza, amelyek lehetővé teszik *TE* 2 kiszolgálását egy *ISDN* felhasználó-hálózati interfészen keresztül.

Az *R* és *S* vagy az *R* és *T* referencia pontokhoz tartozó fizikai interfészek között elhelyezkedő illesztőknek kell megvalósítani a *TA* funkciókat.

7. A folytatásról

Cikkünk második részében az eddig elmondottakra alapozva fogjuk elemezni az *ISDN* felhasználó-hálózati interfészét, bemutatjuk annak 1. rétegű jellemzőit, és az *ISDN* protokoll referencia modell néhány jellemzőjét. Kitérünk az ún. *U* referencia pont, a kéthuzalon megvalósított 144 kbit/s-os duplex átvitel néhány kérdésére.

IRODALOM

- [1] CCITT: Red Book Vol III/5. Integrated Services Digital Network. UIT Geneve, 1985.
- [2] Irving, G. E.: The Evolution of Integrated Access towards the ISDN. IEEE Comm. Magazine, Apr. 1984.
- [3] Nyugen, Q. D., Eng., K. C.: ISDN Protocol Architecture. IEEE Comm. Magazine March. 1985
- [4] Becker, D.: ISDN pilot service for the Deutsche Bundespost Comm. Engineering International, Aug. 1985.

- [5] Kunze, H.: The ISDN Concept of the Deutsche Bundespost and the Integration of Non-voice Services. Proc. of the COMNET'85, Budapest, Oct. 1985.
- [6] Mazgon S.: Winding road to an ISDN Proc. of the COMNET'85 Budapest, Oct. 1985.
- [7] Mazgon S., Huszty G., Rajkai Gy.: Az ISDN, mint új fogalom. Magyar Elektronika. III. évf. 4. szám 1986.
- [8] Pfyffer, H. K.: Lectura on Transition from Digital Telephone Networks to ISDN. Proc. of the Digital Switching and Transmission Seminar. Dubrovnik, 21—31. Oct. 1985.
- [9] CCITT COM. XVIII, TD—100. Draft Recommendation G. 72x: 64 kbit/s coding of 7 kHz voice band signals. UIT, Geneve, June, 1985.
- [10] Duc, N. Q., Chew, E. K.: ISDN protocol Architecture, IEEE Comm. Magazine, Apr. 1984.
- [11] Ebert, G. I.: The Evolution of Integrated Access towards the ISDN. IEEE Comm. Magazine, Apr. 1984.
- [12] Deutsche Bundespost: ISDN—The DB's response to the telecommunication requirements of tomorrow, Bonn, 1984.
- [13] Kenedi, R., Rendall, D. S.: ISDN Implementation Issues, Proc. of the ISS'84. Florence, May 1984.
- [14] Bergs, H. J., Nett, S., Witzgall, M.: Implementation of Services in an ISDN.
- [15] Dondoux, J.: The French Telecommunications Network and the Introduction of New Services. Proc. of the ISS'84. Florence, May 1984.
- [16] Pay, G.: Equipment at Subscriber Premises, L'Echo des RECHERCHES, English issue, 1983.

Szemle

Összeállította: Gál Ferenc

A Degussa csoport egyik vállalata a — Scholler und Co Elektronik GmbH — tavaly szeptemberben nyitotta meg új nyomtatott áramkör gyártó üzemét a bajorországi Grassauban. A 350 dolgozót foglalkoztató gyárban 30 millió DM értékű gépi berendezés segíti a többrétegű NYÁK lemezek előállítását. A kisátmérőjű furatok megbízható lyukgalvanizálását a képünkön látható számítógépvezérelt galvanizáló robot biztosítja. A precíziós munkát és a jó minőséget további számítógép vezérlésű gépek és mérőberendezések (öttengelyes fúró és marógép, nyomtatott huzalozás vizsgáló stb.) is elősegítik.

(Degussa Presse-Information, 1986. szeptember.)

1987-ben a Szovjetunióban a számítástechnikai eszközök kibocsátása 19,5%-kal bővül az ötéves tervben szereplő 16%- helyett. Megkezdődik a személyi számítógépek tömeges gyártása is.

(Pravda, 1986. november 18.)

A lengyel piasecznoi Polkolor gyár eddig mintegy 600 ezer db képcsövet szállított Magyarországra, a jelenlegi ötéves terv végéig pedig még több mint egymillió képcsövet szállítanak.

(Trybuna Ludu, 1986. november 12.)

Az amerikai McGraw Hill cég reprezentatív felmérése szerint, amely a számítógépipar 6 nagyobb szegmensét — a nagygépek, a személyi számítógépek piacát — vizsgálta, 1986 harmadik negyedévében az egy évvel korábbihoz képest átlagosan 17%-kal nőtt az értékesítés, a nyereség pedig 21%-kal.

1986 korábbi negyedévei is növekedést mutattak az egy évvel korábbi helyzethez viszonyítva. A legdinamikusabb fejlődést az üzleti berendezések piaca mutatta 136%-os profit növekedéssel (ebben jelentős szerepe volt a Xerox cégnek, amely 1986-ban 112 millió USD nyereséget ért el az egy évvel korábbi 21 millió USD-vel szemben). A személyi számítógépgyártó cégek (az IBM kivételével) 18%-kal növelték az értékesítést és 21%-

kal nyereségüket, a nagy gép gyártók (az IBM kivételével) 46%-os profitnövekedést könyvelhettek el.

(EDP Weekly, 1986. december 15.)

Az Integrated Circuit Engineering amerikai piackutató intézet becslése szerint a felhasználó orientált integrált áramkörök (application specific integrated circuits) piaca az elmúlt öt évben igen nagy ütemben: 675 millió USD-ról 3 milliárd USD-re nőtt. 1990-re eladásai eléri a 9 milliárd USD értéket, ami durván az USA mai össz-félvezetőpiacának felel meg. A felhasználóorientált integrált áramkörök világméretű piacának alakulását táblázatosan is áttekinthetjük:

A felhasználóorientált integrált áramkörök világméretű piacának várható alakulása (millió USD):

	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Kapuhálózatok	950	1150	1335	1690	1900	2220
Lineáris hálózatok*	84	120	165	215	290	350
Összesen („semi-custom”)	1034	1270	1500	1905	2190	2570
Szabványcella	235	490	900	1320	1900	2700
Teljes felhasználói tervezésű**	854	1005	1350	1625	2000	2500
Összesen („full custom”)	1089	1495	2250	2945	3900	5200
Biztosítéklogika (fuse logic)	235	330	480	635	740	875

Mind, összesen 2358 3095 4230 5485 6830 8645

* a lineáris és digitális integrált áramköröket egyaránt magába foglalja

** egyazon lapkán teljesen felhasználói (full custom) és szabványcellákat tartalmaz

(Integrated Circuits International, 1986. szeptember.)

(Folytatás az 556. oldalon)

Csatornaváltás mikrohullámú rádióberendezésben

DR. BERCELI TIBOR—GELEJI VILMOS—TÓTH TAMÁS
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A csatornaváltás igénye egyre több esetben vetődik fel a mikrohullámú összeköttetéseknel. Az ismertetésre kerülő elrendezéssel viszonylag egyszerűen és jó minőséggel megoldható a teljes sávban bármely csatorna kiválasztása.

Bevezetés

A csatornaváltás igénye egyre több esetben vetődik fel a mikrohullámú összeköttetéseknel. Ennek az igénynek a kielégítése azonban sok műszaki probléma megoldását kívánja meg.

A csatorna kiválasztásának módszerei

A csatornák kiválasztása érdekében mind az adóban, mind a vevőben megfelelő szűrést és hangolható frekvenciaszintetizátort kell használni. Az adó oldalon a szintetizátor egyúttal a modulátor feladatát is ellátja. Az adó felépítése ily módon viszonylag egyszerű. A vevő kialakítása viszont bonyolultabb és ezért részletesebb vizsgálatot igényel.

Elsősorban a szűrést kell a vevőben a csatornaváltás szempontjából megvizsgálni. A kínálgó lehetőségek:

- hangolható YIG szűrő,
- kapcsolható fix szűrők sorozata,
- középfrekvenciás szűrés.

A hangolható YIG szűrő előnye, hogy széles sávban használható és kis méretű, azonban csillapítása jelentős, telítési szintje alacsony, előállítása drága, továbbá a frekvenciastabilitás érdekében a YIG gömböt állandó hőmérsékleten kell tartani, ami szabályozott fűtést igényel. A YIG szűrők alkalmazását nehezíti a hangolási hiszterézisük is.

A kapcsolható fix szűrők telítési problémával nem bírnak, széles sávban használhatók, de nagy méretűek, sok kell belőlük és ezért drágák, valamint a szükséges kapcsolókkal együtt csillapításuk jelentős.

A legkedvezőbb megoldást a középfrekvenciás szűrés adja. Középfrekvenciás szűrés esetén széles sávú mikrohullámú szűrőre és kétszeres keverésre van szükség. A teljes szelektivitás és tükörjel elnyomás így két szűrő eredőjeként adódik.

A vevő felépítése

A vevő felépítésére alapvetően kétféle megoldás kínálkozik. Végezhetjük a csatorna kiválasztását

DR. BERCELI TIBOR

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Ezután a Távközlési Kutató Intézetben előbb aspiránsként, majd kutatóként dolgozott. Jelenleg ugyanott tudományos tanácsadó A Budapesti Műszaki Egyetemen félállású adjunktus

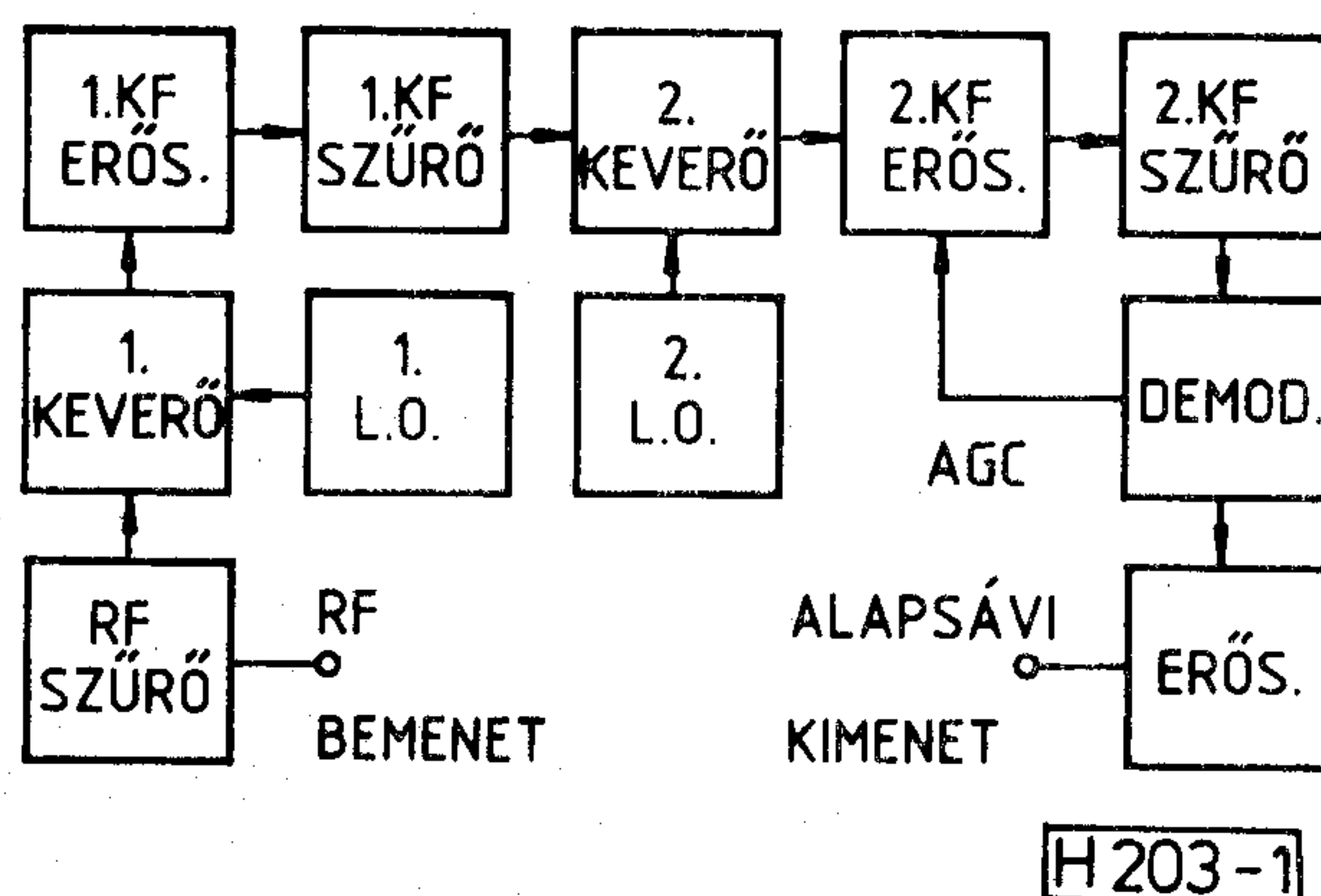
volt, jelenleg címzetes egyetemi tanár. Kutatásait elsősorban a mikrohullámú technika területén végzi. E területen előbb kandidátusi, majd akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Munkájának eredményeiről 52 idegen nyelvű és 43 magyar nyelvű cikket írt. Tevékenységét Állami Díjjal ismerték el.

az első középfrekvencián vagy a mikrohullámú sávban. Az első esetben középfrekvenciás, a második esetben mikrohullámú szintetizátorra van szükség. Mindkét esetben a vevő tömbvázlata az 1. ábra szerinti, csak a szintetizátor vagy a 2. lokáloszcillátor, vagy az 1. lokáloszcillátor helyén van.

Az első megoldás esetében a mikrohullámú vételi jelet az első keverő rögzített frekvenciájú lokáloszcillátor jelével keverve az első középfrekvenciára teszi át. Az első középfrekvencia sáv szélessége ekkor a mikrohullámú sáv szélességével egyezik meg. A csatorna kiválasztására a második keverő szolgál, melynek lokáljelét hangolható frekvenciaszintetizátor biztosítja. A jel demodulálása a 2. középfrekvencián történik.

Ennek az elrendezésnek az a hátránya, hogy a 2. középfrekvenciának legalább akkorának kell lennie, mint a mikrohullámú sáv szélessége, ami viszont általában eléggé jelentős érték. Ha a 2. középfrekvencia nagy, akkor a szűrés nehezebbé, az áramkör pedig drágábbá válik.

Ezenkívül ebben az esetben az 1. középfrekvencián nincs az egyes csatornáknak szelektivitásuk, ami az interferencia zavarok szempontjából okoz



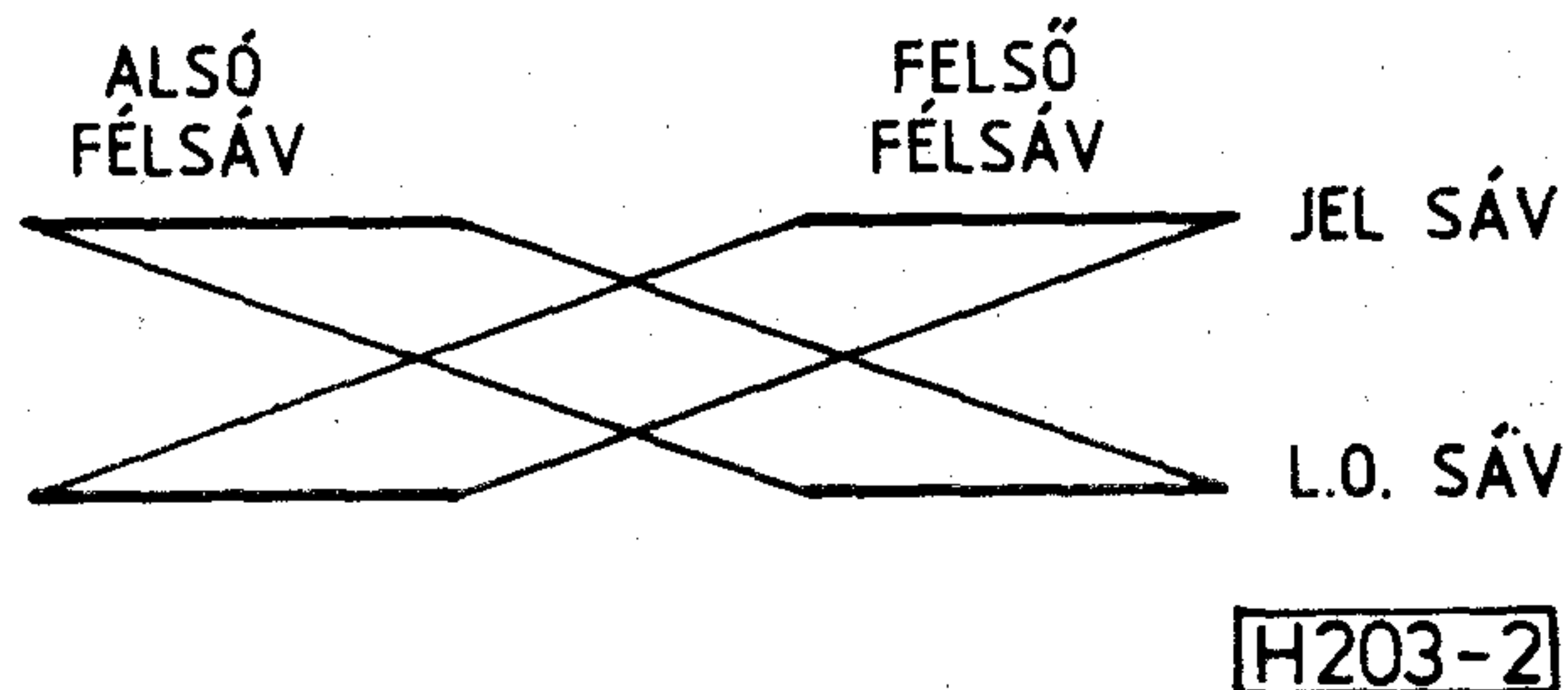
1. ábra. A vevő felépítése

Beérkezett: 1986. V. 8. (□)



GELEJI VILMOS

1973-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. A Távközlési Kutató Intézet tudományos munkatársa. 1977-ben elvégezte a BME Rádió-Híradástechnikai Szakmérnöki szakát és kitüntetéses oklevelet szerzett. 1977-től 1980-ig ösztöndíjas aspiráns volt. Kutatási területe: UHF és SHF keverők és rész-áramköreik analízise, tervezése.



2. ábra. Jel és helyi oszcillátor sávok

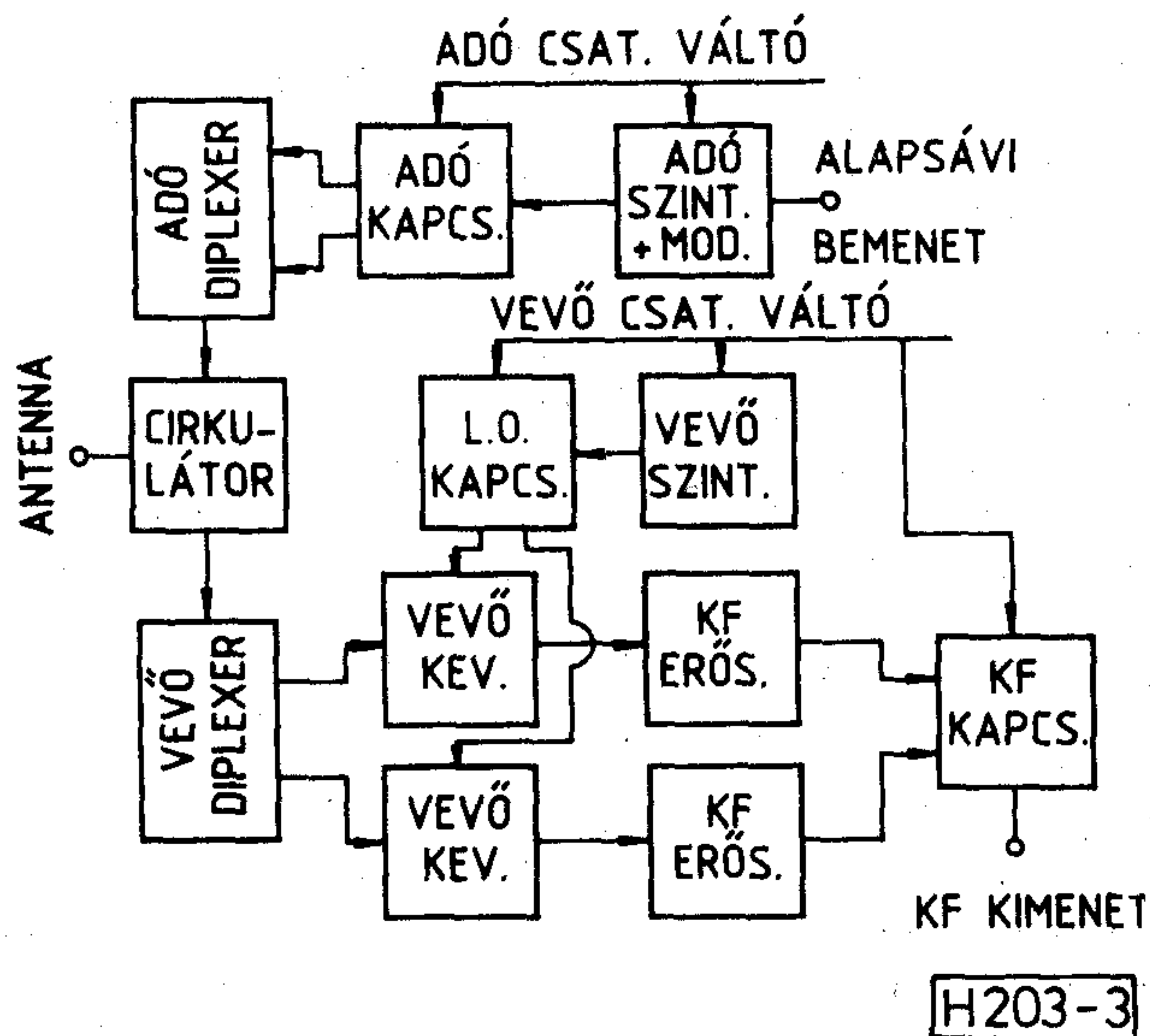
problémát. További hátrány, hogy a szintetizátor relatív áthangolási sávja nagy lesz. Előny viszont, hogy a szintetizátort viszonylag kis frekvencián kell megvalósítani.

A másik megoldás esetén a lényeges különbség az elsőhöz viszonyítva abban van, hogy itt a mikrohullámú lokáloszcillátor helyett mikrohullámú hangolható frekvencia-szintetizátort használunk. A 2. keverőhöz viszont szintetizátor helyett oszcillátort alkalmazunk. Ez az elrendezés több vonatkozásban előnyösebb, mint az előző. Mivel már a mikrohullámú sávban kiválasztjuk a vételi csatornát, az első középfrekvencia sáv szélessége sokkal kisebb lehet. Ez esetben ugyanis a mikrohullámú sáv helyett csak a jelátviteli csatorna sáv szélessége határozza meg a középfrekvenciás sáv szélességet. Ily módon mind az első, mind a második középfrekvencia lényegesen kisebb lesz, s így a középfrekvenciás szűrés könnyebben megvalósítható és az áramkörök is olcsóbbak. Viszont a szintetizátor bonyolultabb, mint az első elrendezésben. A fenti szempontokat mérlegelve a második elrendezés mutatkozik kedvezőbbnek, ezért ezt választottuk.

Teljes sávú üzem

Az összeköttetés rugalmasságát nagy mértékben fokozza, ha a rendelkezésre álló sáv bármely csatorna-frekvenciája adásra vagy vételre egyaránt használható. Ennek érdekében a sávot két részre osztjuk: az alsó és a felső félsávra, melyek között elválasztó sávot hagyunk. Az egyik félsáv bármely frekvenciáján lehet adás és a másik félsáv bármely frekvenciáján lehet vétel. Továbbá a két félsáv felcserélhető, más szóval lehet adás a felső félsávban és vétel az alsó félsávban, vagy fordított esetben lehet adás az alsó félsávban és vétel a felső félsávban. Ez az üzemmód a félsávok váltását igényli.

A teljes sávú vétel szempontja alapján választottuk meg a frekvencia-sávokat, amint ez a 2. ábrán látható. E szerint az első lokál oszcillátor, azaz a vevő szintetizátor sávjai a vételi sávokkal megegyeznek. A két félsáv közötti elválasztó sáv szélességét a diplexer, a szintetizátor és a teljes elfoglalt sáv szempontjából kell optimalizálni. Ha az elválasztó sáv nagyobb, a diplexer egyszerűbb módon realizálható, mivel kisebb csillapítás-merekségekre van szükség az áteresztő és a záró sáv

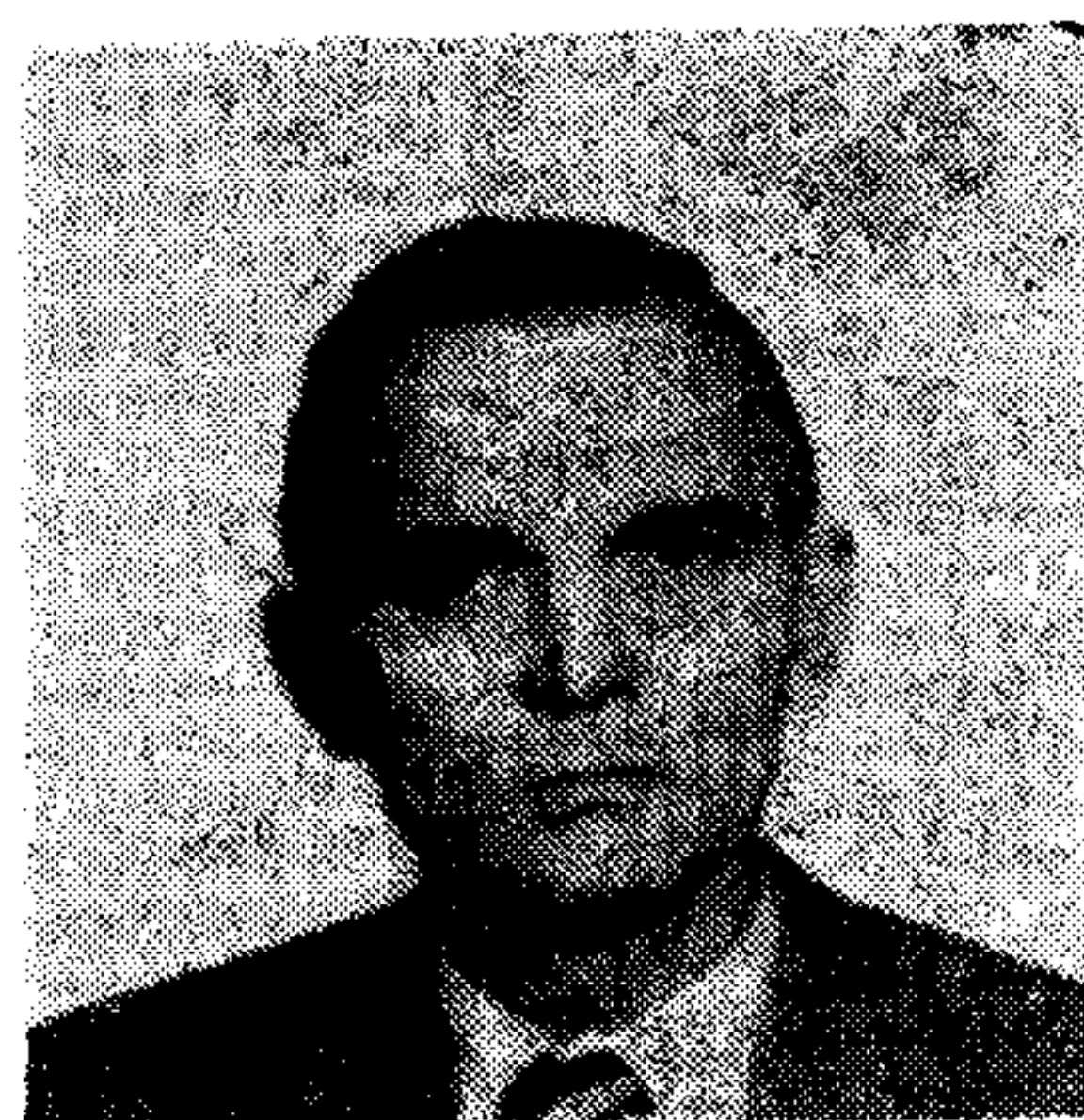


3. ábra. A sáv váltás megoldása

között, ugyanakkor viszont a szintetizátor áthangolási sávja és az összeköttetés által elfoglalt sáv nagyobb lesz.

Sáv váltás

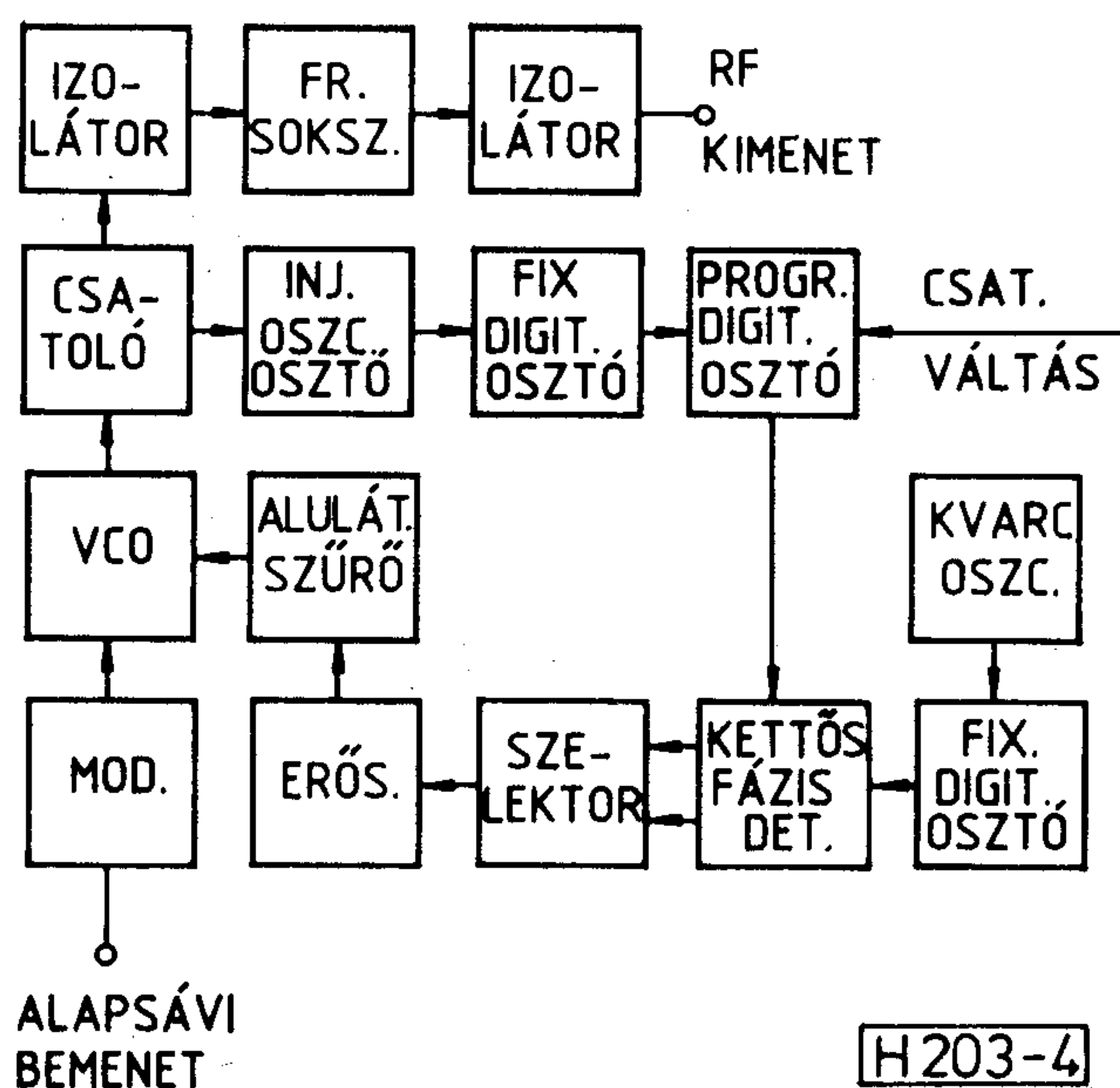
A félsávok felcserélhetősége érdekében sáv váltást kell megvalósítani mind az adóban, mind a vevőben. A kialakított sáv váltó rendszert a 3. ábra



TÓTH TAMÁS

1961-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kara híradástechnika szakán. 1968-ban mikrohullámú szakmérnöki oklevelet szerzett. 1961 óta a Táv-

közlési Kutató Intézetben dolgozik. Kezdetben mikrohullámú aktív és passzív áramkörök kutatás-fejlesztését végezte. 1978-tól a Mikrohullámú erősítők és jelforrások osztály vezetőjeként mikrohullámú aktív áramkörök, frekvenciaszintetizátoros ejelforrások és integrált adó-vevők kutatás-fejlesztését irányítja. 1963 óta végez oktatómunkát a BME-n. Számos cikk és konferencia-előadás szerzője. 1980-ban a Mikrohullámú Rendszerek és Berendezések kutatása-fejlesztése tén végzett munkájáért Állami Díj kitüntetést kapott.



4. ábra. Az adó szintetizátor felépítése

mutatja. Ebben két diplexert alkalmazunk, egyet az adóban és egyet a vevőben. Mindegyik egy-egy fix hangolású széles sávú szűrőt tartalmaz, melyek az alsó illetve a felső félsávot engedik át.

A cirkulátor adó-vevő váltóként működik: a diplexerek közös kapuját az antennával köti össze. Az adó mikrohullámú kapcsolója az adó szintetizátorának jelét a kiválasztott csatornának megfelelően a diplexer egyik bemenő kapujára vezeti. Az adó szintetizátor egyébként frekvencia-modulátorként is működik.

A vevőben két átviteli ágat alakítottunk ki, melyek egy-egy keverőt és középfrekvenciás előerősítőt tartalmaznak és a vevő diplexer két kimeneti kapujához csatlakoznak. Az átviteli ágak egyikének a kiválasztására a középfrekvenciás és a lokálfrekvenciás kapcsoló szolgál.

A vevő sávváltó működésének lényege, hogy az üzemen kívüli félsávban az átvitelt gyakorlatilag megszüntetjük a lokálfrekvenciás és középfrekvenciás jel kapcsolójának egyidejű átváltásával, valamint a középfrekvenciás előerősítő tápfeszültségének a lekapcsolásával.

A vevő sávváltó egységével szemben támasztott elsőrendű követelmény, hogy a két félsáv elválasztása nagy legyen. Az elválasztási csillapításnak akkorának kell lennie, hogy a saját állomáson levő adónak a másik félsávban levő jele a zajszint alá kerüljön. Az elválasztási csillapítást a diplexer záró sávi csillapítása, a középfrekvenciás és lokálági kapcsolók záró irányú csillapítása, valamint az

üzemen kívülhelyezett keverő és középfrekvenciás erősítő átvitele határozza meg. A két jelátviteli ágat egymástól jól el kell árnyékolni, hogy szórás útján se zavarják egymást.

Az átviteli út minőségének a csatornaváltás során nem szabad számottevően változnia. Ügyelni kell tehát arra, hogy az átviteli jellemzők változása kicsi legyen, ami szélessávú áramköröket és közel állandó modulációs meredekségű szintetizátort kíván meg.

A sávváltást és a csatornaváltást egyszerre kell végrehajtani az adott szakasz adójában és vevőjében. Ehhez olyan szolgálati összeköttetésre van szükség, mely az egyidejű átkapcsolást biztosítja.

Hangolható frekvencia-szintetizátor

Az adó szintetizátor felépítését a 4. ábra adja meg. A feszültségvezérelt oszcillátor 2 GHz táján működik, melyhez frekvenciasokszorozó csatlakozik, s így kapjuk a kimenő jelet. Ugyanakkor a feszültségvezérelt oszcillátor jelének egy részét injektált oszcillátoros frekvenciaosztóra visszük. A további frekvenciaosztást fix és programozható digitális osztók végzik. A leosztott jelet kvarckristály jellel kettős fázis detektorban hasonlítjuk össze, a hibajellel pedig a 2 GHz-es oszcillátor frekvenciáját szabályozzuk. Ily módon a szintetizátor frekvenciáját a kvarckristály frekvenciája és a frekvenciaosztás száma határozza meg.

A kettős fázis detektor alkalmazása lehetővé teszi a behúzási tartomány növelését a frekvencia stabilitásának romlása nélkül. A szelektor a hibajeleket automatikusan választja ki.

Az adó szintetizátor egyúttal modulátorként is szolgál. A moduláló jelet a feszültségvezérelt oszcillátorra vezetjük. A vevő szintetizátor azonos felépítésű, mint az adó szintetizátor; az egyetlen különbség, hogy ebben modulációt nem alkalmazunk.

Fontos követelmény a szintetizátor jelének tisztasága. A frekvencia-zaj effektív lökete 3 MHz sáv szélesség esetén kisebb, mint 1 kHz. A hamis jelek szintje pedig -70 dBc alatt van a vivő körüli ± 10 MHz-es sávban.

Következtetések

Összefoglalva megállapítható, hogy az ismertetett elrendezéssel viszonylag egyszerűen és jó minőséggel megoldható a teljes sávban bármely csatorna kiválasztása. Ez a felépítés jól alkalmazható olyan hírközlő hálózatokban, melyek rugalmas csatornaváltást igényelnek.



BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

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

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

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

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!

FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 450-903 vagy 66-23-66/176 telefonon.
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY
Budapest XI., Szakasits Á. út 59–61. I. em. 107. szoba.
H-1502 Budapest Pf. 58



GaAs alapú Schottky varaktorok mikrohullámú frekvenciahangolásra

HORVÁTH ZSOLT*, DR. GYÚRÓ IMRE*, NÉMETH TIBORNÉ*, SZENTPÁLI BÉLA*, KAZI KÁROLY*, FOGT ÁKOS*, DOBOS LÁSZLÓ*, KOLUMBÁN GÉZÁNÉ**, TÜTTŐ PÉTER*

*MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete

**Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

A megvalósított hangoló varaktor fejlesztés fő lépései az epitaxiális aktív réteg optimalizálásának kidolgozása, a megfelelő eszközkonstrukció kiválasztása, a tokozás optimalizálása és az epitaxiális technika fejlesztése volt. A hangoló varaktorok mért mikrohullámú soros induktivitás értékei a 0,7—0,9 nH tartományba estek, míg a soros ellenállás értéke típusától és az előfeszültségtől függően 0,6—4,4 ohm között volt. A felforrasztási ellenállás kisebb, mint 0,1 ohm. Az eredmények azt mutatják, hogy a soros ellenállás erősen befolyásolja a mikrohullámú oszcillátorok kimenő teljesítményét.

1. Bevezetés

Mint már hírt adtunk róla, az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében különböző típusú mikrohullámú GaAs alapú hangoló varaktorok kerültek kifejlesztésre [1, 2, 3, 4]. Jelen dolgozat röviden összefoglalja a fejlesztés fő lépéseit és eredményeit, elemzi a soros ellenállás mérési lehetőségeit és a mikrohullámú impedanciamérésekkel kapcsolatos problémákat, módszert javasol a felforrasztás minősítésére, ismerteti a Távközlési Kutató Intézetben megvalósított mikrohullámú impedanciamérést és a kapott jellemző soros ellenállás és induktivitás értékeket, valamint kísérleti eredményekkel szemlélteti a soros ellenállás hatását a mikrohullámú kimenő teljesítményre.

2. Hangoló varaktor fejlesztés

Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében megvalósult hangoló varaktor fejlesztés a korábban kidolgozott GaAs—CrAu Schottky keverő- és detektordióda technológián alapult [5].

A fejlesztés a fizikai alapok tisztázásával, az eszköz működésének elemzésével kezdődött [2, 3, 6]. Világossá vált, hogy ugyanaz a konkrét C—V karakterisztika különböző vastagságú és adalékoltságú aktív epitaxiális rétegek segítségével is megvalósítható. Ez lehetővé tette az aktív réteg veszteségi soros ellenállásának minimalizálását az aktív réteg optimális vastagságának és adalékoltságának kiválasztásával.

A varaktor soros ellenállása, mely a ki nem ürített aktív réteg, a hordozó és a tokozás ellenállásából tevődik össze, felelős az eszközön kiváló mikrohullámú veszteségért, és így módon meghatározza a varaktor jósági tényezőjét (Q) és levágási frekvenciáját. Így a soros ellenállás csökkentése a varaktorfejlesztés legfontosabb iránya.

Beérkezett: 1986. VI. 12. (H)

HORVÁTH ZSOLT a Kijevi Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet 1973-ban. Azóta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetben dolgozik. 1983-ig szilícium alapú rétegszerkeze-

tek kutatásával ill. az ezeken felépülő eszközök fejlesztésével foglalkozott. 1983. óta a GaAs alapú kutatásban és a mikrohullámú eszközök fejlesztésében vesz részt.

Az is világossá vált az elemzés során, hogy az aktív réteg soros ellenállásának csökkentését a GaAs letörési térerősség értéke korlátozza, vagyis a soros ellenállás további csökkentésének egyik lehetősége a GaAs letörési térerősségének növelése.

Mivel az aktív réteg fenti optimalizálása szükségessé teszi a GaAs—CrAu kontaktuspotenciálkülönbség és a GaAs letörési térerősség ismeretét, a fejlesztés következő lépése ezen értékek kísérleti meghatározása volt az adalékkoncentráció függvényében [2, 3, 7, 8]. A keverő- és detektordióda technológiában alkalmazott planár szerkezetek (1a. ábra) esetében azonban a kapott letörési térerősség értékek az élhatás miatt jóval alacsonyabbak voltak az elméleti értékeknél. Az élek elektromos erőter torzító hatása vagy diffúziós védőgyűrű vagy mezamarás segítségével küszöbölhető ki (1b. és c. ábra). Mi a mezatechnológiát választottuk, és azt találtuk, hogy így módon az aktív réteg soros ellenállása a letörési térerősség növekedése következtében harmadára-negyedére csökkenthető [2, 3].

Mint láttuk, a soros ellenállás egyik összetevője a hordozó ellenállása. Mivel a szkinhatás következtében a mikrohullámú áram az eszköz felületén



DR. GYÚRÓ IMRE

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán folytatta az Elektronikai Technológia Szakon. 1978-ban végzett, diplomamunka témája a GaAs gőzfázisú epitaxiális nö-

vesztése volt. Egyetem után az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében kezdett dolgozni. Tevékenységi köre szintén a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztése (Gunn-Schottky-diódák kissorozatú gyártására szolgáló rétegszerkezetek növesztése, technológia fejlesztése, új eszközök (MESFET, varaktor) rétegszerkezeteinek kidolgozása). Részt vett a szovjet—magyar közös űrrepülés során (1970. máj. 26—jún. 3.) végrehajtott Éötvös-program kidolgozásában, megvalósításában. Tagja volt a repülésirányító központba kiküldött magyar szakértődelegációnak. 1986-ban a BME-n egyetemi doktori fokozatot szerzett.

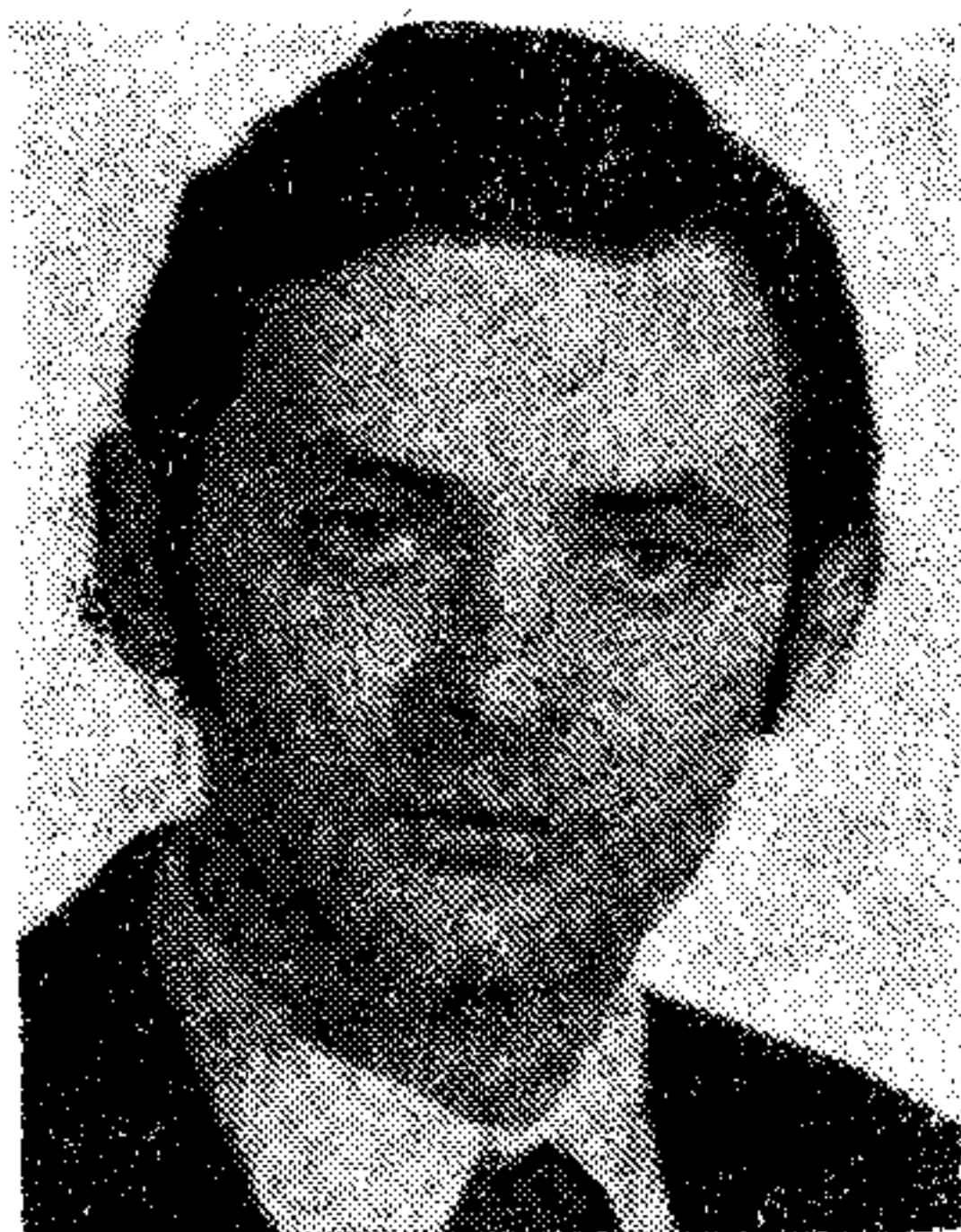


NÉMETH TIBORNÉ

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

nológiájának fejlesztésében és ugyanakkor a félvezető felületi kémia, oxid-szerkezetek vizsgálatában. Jelentős feladatokat vállalt az InSb—NiSb-alapú magnetorezisztorok fejlesztésében.

Az Si technológiájának magyarországi fejlesztésébe már a kezdeti időszakban bekapcsolódott, ahol az Si felületi viselkedése termikus és kémiai úton leválasztott szilícium-dioxid réteg kialakítása, valamint az MNOS, CCD eszközök fejlesztése képezte vizsgálatainak tárgyát. 1980-tól az A///B. anyagok kémiai-technológiájával foglalkozik. A GaAs alapú eszközök Gunn-, Schottky-diódák, MESFET és más rétegszerkezetek technológiai kísérleteivel foglalkozik.



DR. SZENTPÁLI BÉLA

1967-ben végzett az ELTE fizikus szakán, azóta az

MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében dolgozik. Kezdetben hetero-, majd homoepitaxiális rétegek minősítő módszereinek kidolgozásával foglalkozott, e témakörből nyert kandidátusi fokozatot 1980-ban. 1976-ban az ő vezetésével kezdődtek meg a GaAs alapú mikrohullámú Schottky dióda előállítását célzó munkák. Jelenleg a kifejlesztett diódák kissorozatú gyártását irányítja, további eszközfejlesztésekben vesz részt (MESFET, monolit mikrohullámú IC) és alkalmazástechnikai kérdésekkel foglalkozik.

folyik (1. ábra), a meza szerkezet a hordozó ellenállásának csökkentését is lehetővé teszi egy utólag felpárolgatott borító fémréteg segítségével (1d. és 2. ábra) [9]. Az így elért ellenálláscsökkenés hatását az 5. pontban szemléltetjük.

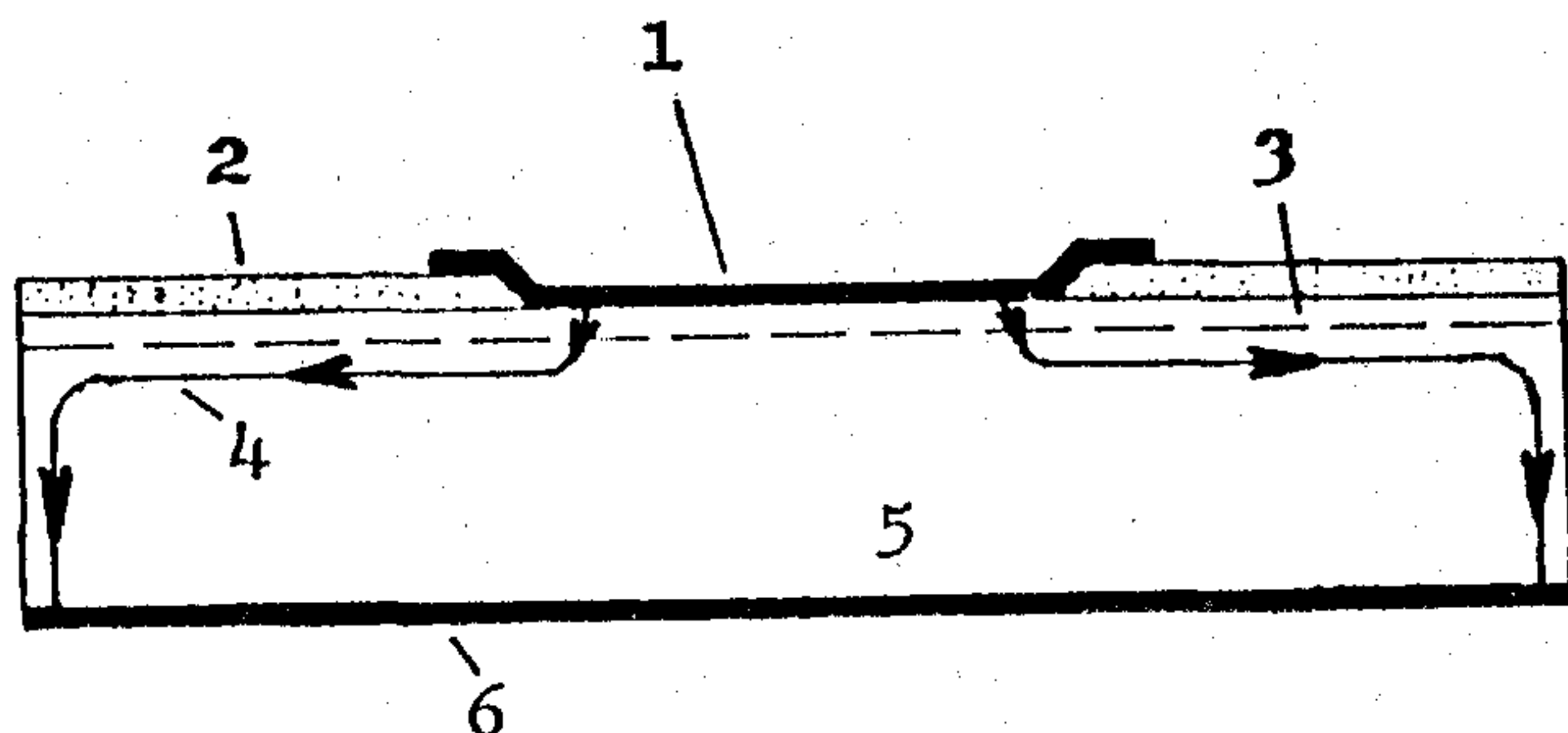
A tokozási ellenállás csökkentése céljából megvizsgáltuk a szálas hatását (átmérő, szálasvezetés, több párhuzamos szál) a mikrohullámú karakterisztikákra, és ennek megfelelően optimalizáltuk a kiserelést.

A soros ellenállás további csökkentése végett vizsgálatokat végeztünk és végzünk annak tisztázására, hogy milyen mértékben növelhető a letörési térerősség és a mozgékonyág az aktív rétegben a hibásűrűség csökkentésével [7, 10].

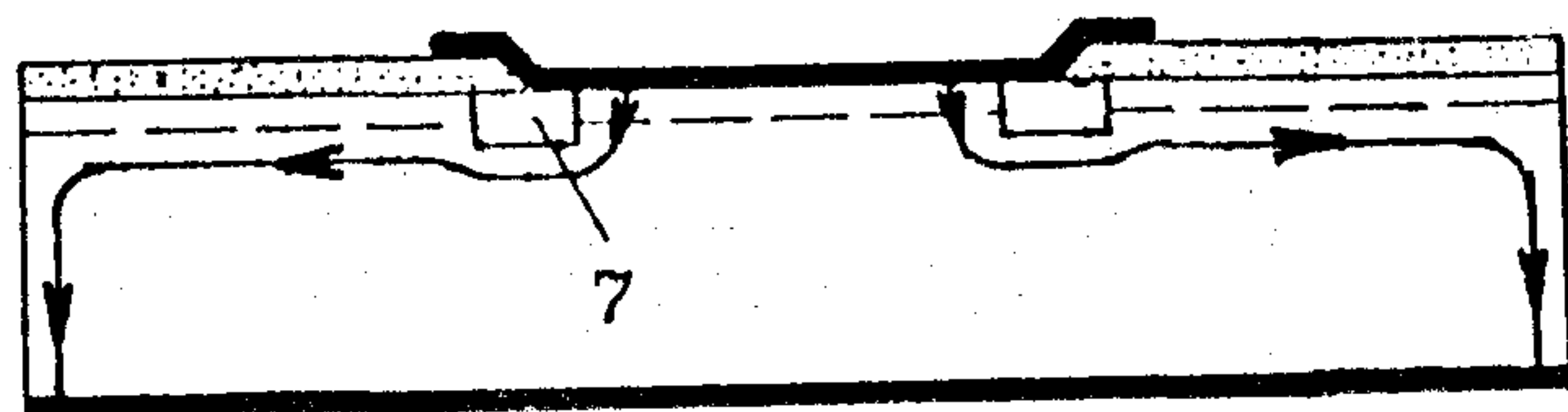
A hangoló varaktor fejlesztés megkövetelte az epitaxiális technika fejlesztését is. Ennek fő oka az volt, hogy az egyes C—V karakterisztikák megvalósításához szükséges bonyolult adalékprofilok növesztése az adalékos kézi vezérlése miatt nehézségekbe ütközött [2, 3, 11].

3. Soros ellenállás mérések

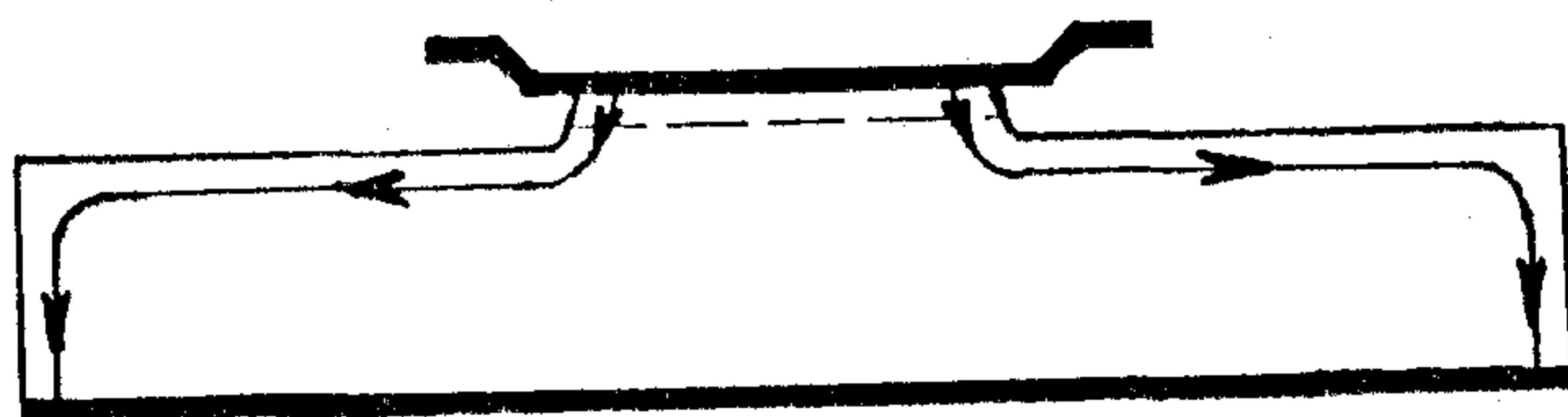
Mint láttuk, a varaktorfejlesztés kulcskérdése a soros ellenállás csökkentése, ami a soros ellenállás



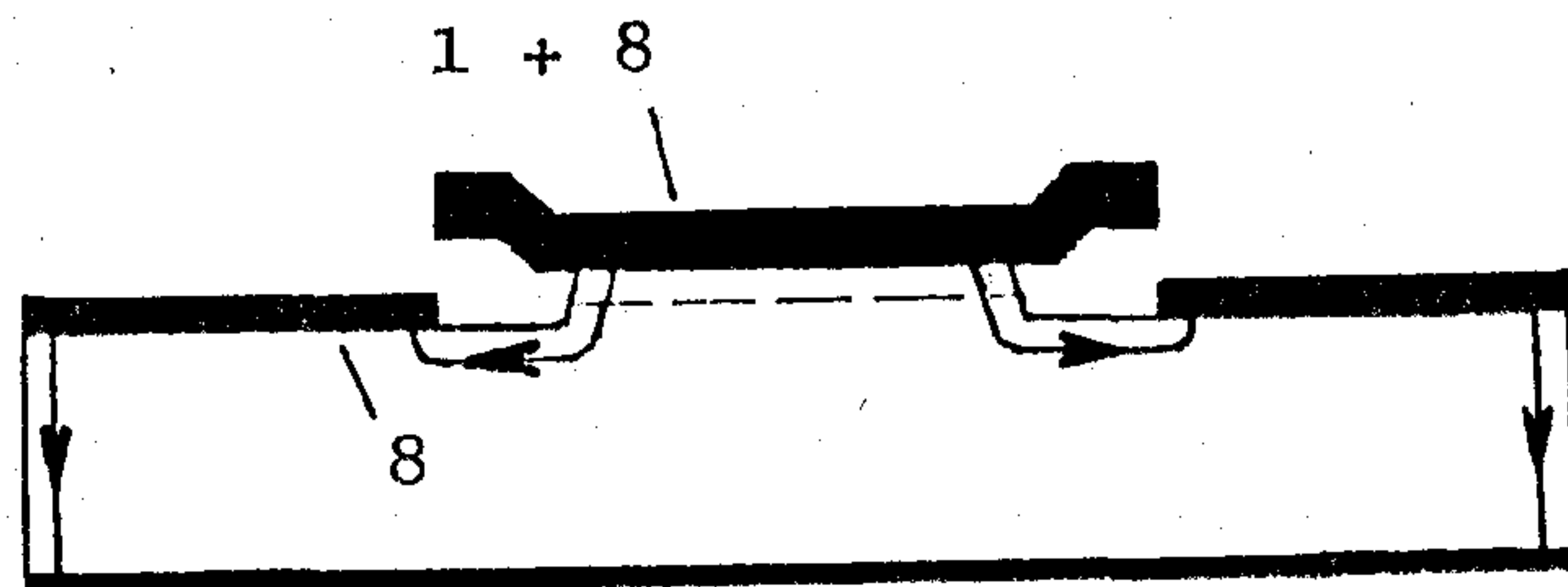
a.



b.



c.



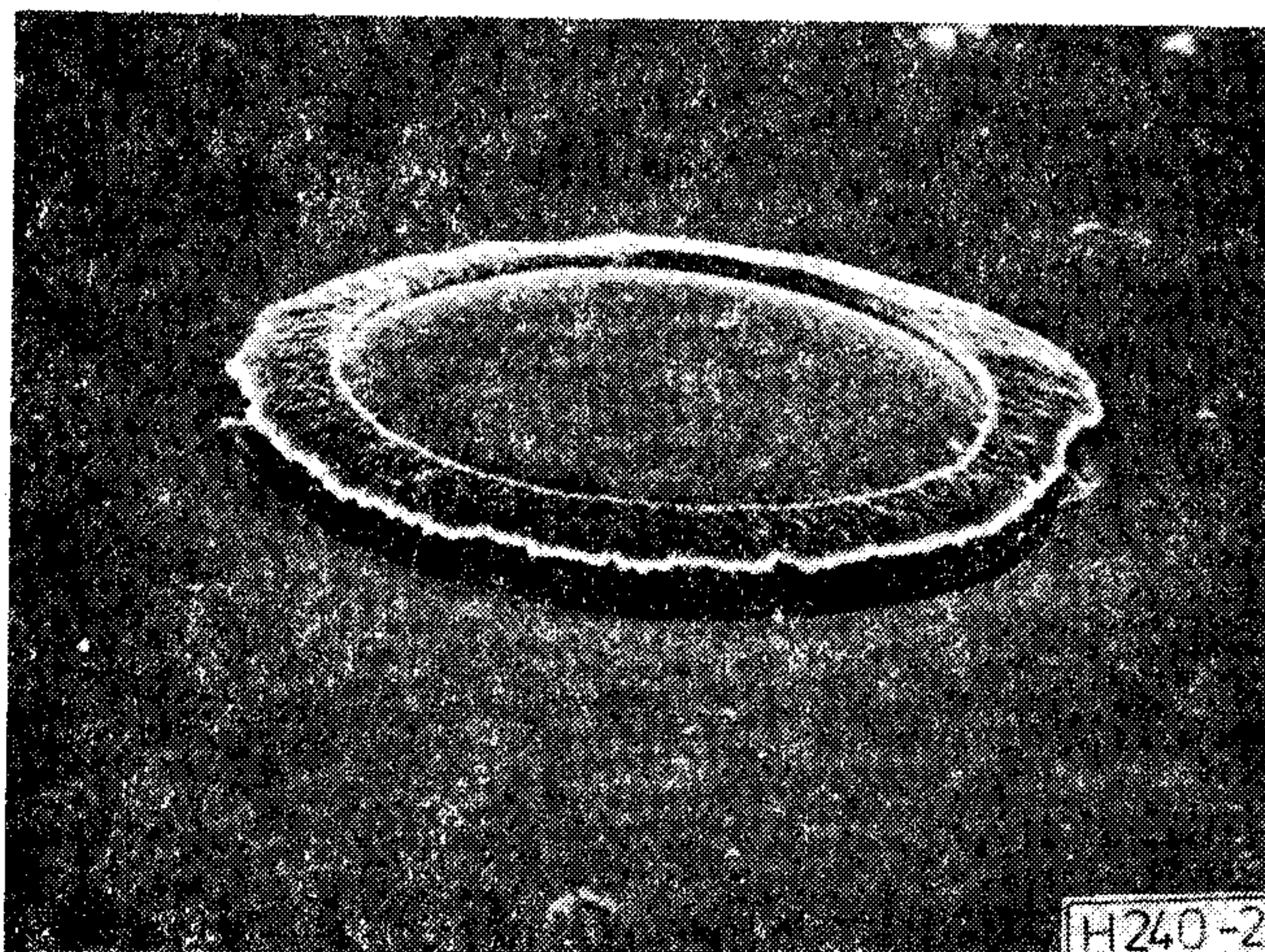
d.

H240-1

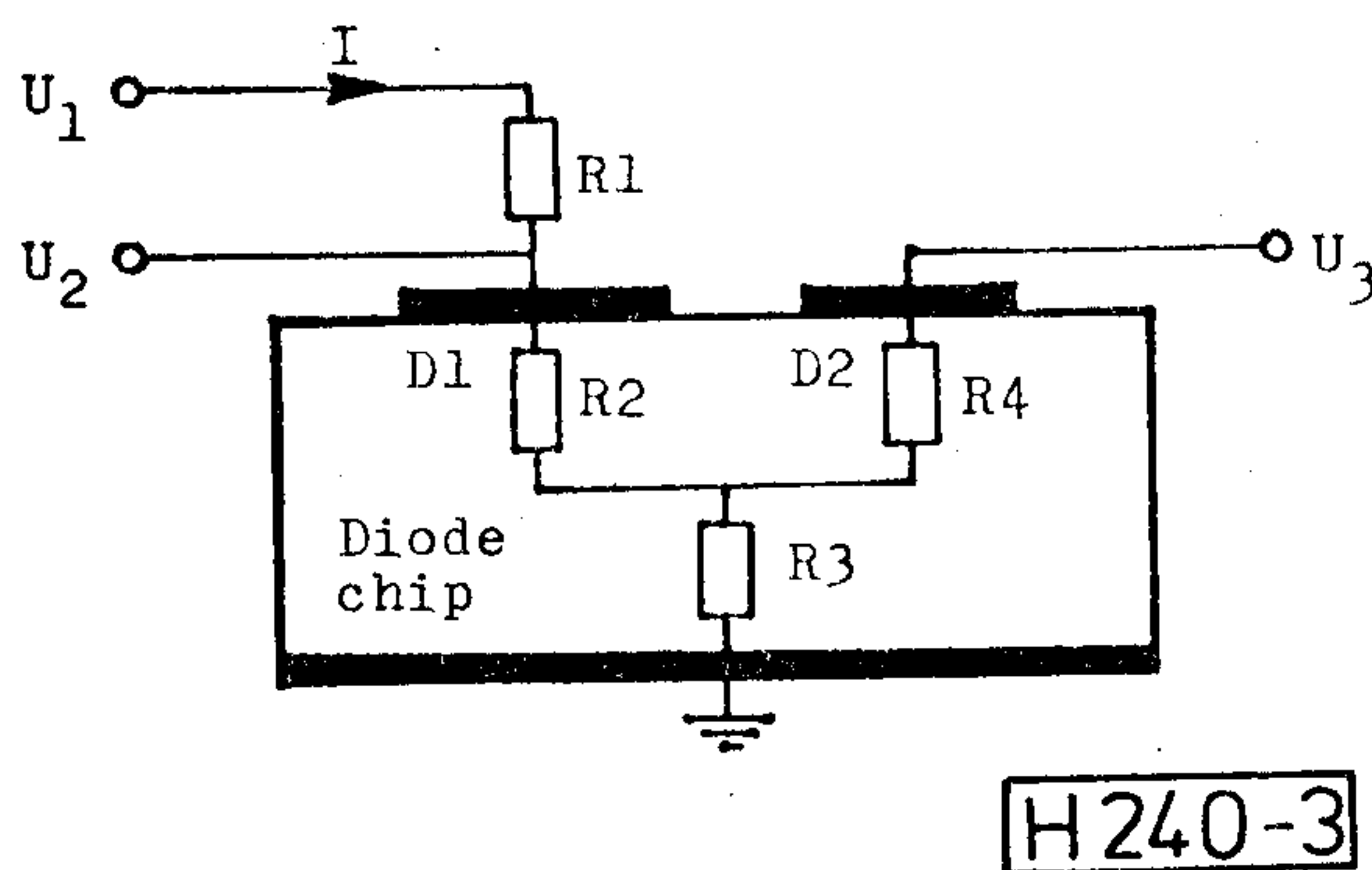
1. ábra. Különböző Schottky varaktor szerkezetek: a. planár, b. védőgyűrűs planár, c. meza d. meza borító fémmezéssel. Jelölések: 1. Schottky kontaktus, 2. szigetelő réteg, 3. n típusú aktív epitaxiális réteg, 4. a mikrohullámú áram vázlatos nyomvonala, 5. n⁺ hordozó, 6. ohmikus kontaktus, 7. p⁺ védőgyűrű, 8. utólagos borító fémmezés

minél pontosabb mérését teszi szükségessé. Ez a látszólag egyszerű feladat azonban komoly nehézségekbe ütközik, különösen kis ellenállás értékek esetén.

A varaktorok nyitó irányú I—V karakterisztikájának meredekségéből kiértékelhető egyenáramú soros ellenállás érték eltér a mikrohullámú soros ellenállástól. Ennek oka részben az, hogy nyitóirányú mérés esetén egyrészt elektronok injektálódnak a hordozóból az aktív rétegbe, másrészt pedig az aktív réteg effektív vastagsága nagyobb (működés közben csak a ki nem ürített rétegben keletkeznek számottevő veszteségek), részben pedig az, hogy a szkinhatás következtében a dióda ellenállása növekvő frekvenciával nő. Így az egyenáramú mérés csak durva minősítésre alkalmas,



2. ábra. A borító fémezés gyakorlati megvalósítása (A kalap külső átmérője kb. 33 μm .)

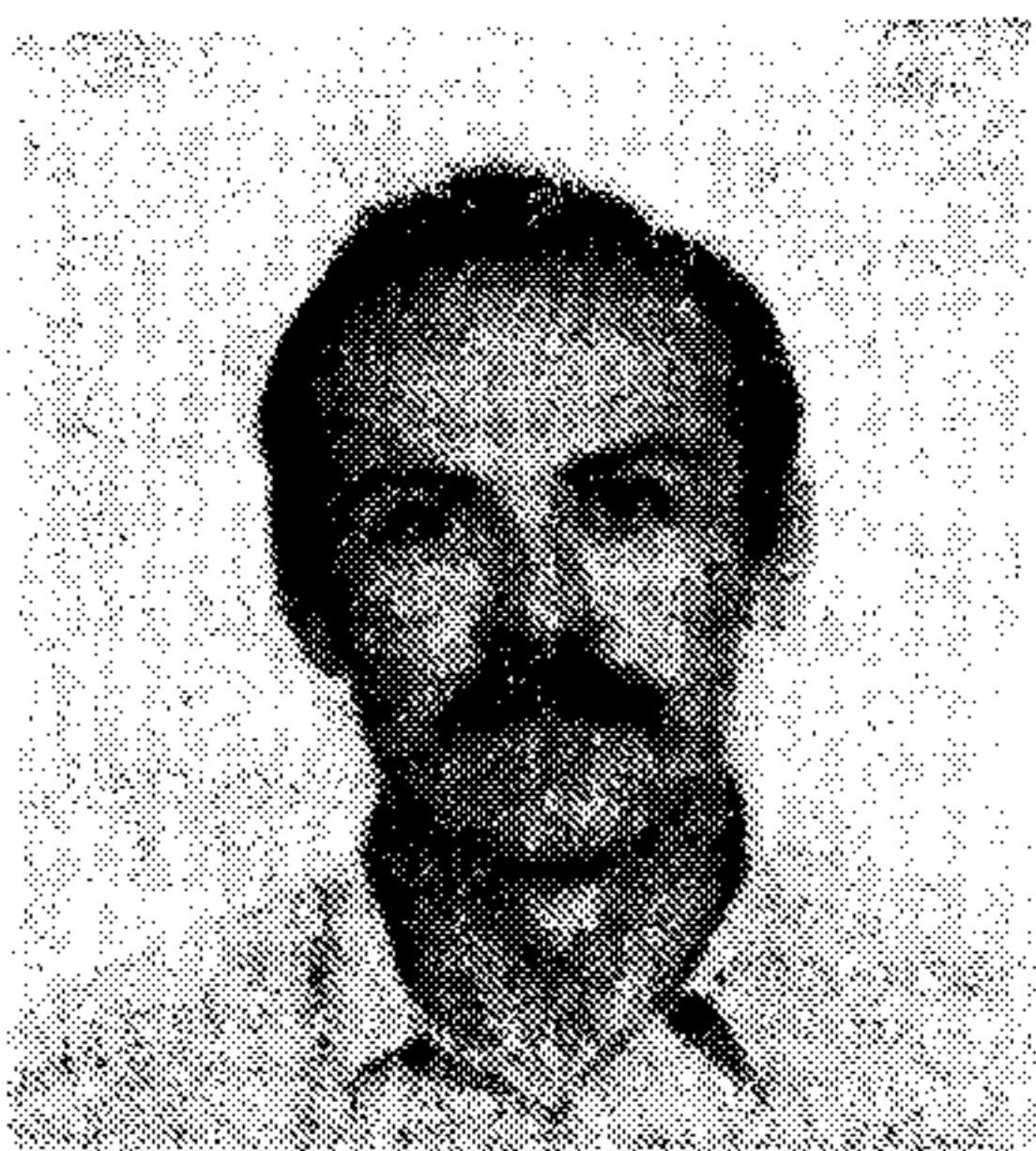


3. ábra. A felforrasztás javasolt minősítési módja

megbízható eredmények csak mikrohullámú mérésekből nyerhetők. A mikrohullámú soros ellenállás értékek a mikrohullámú impedanciamérésekből értékelhetők ki.

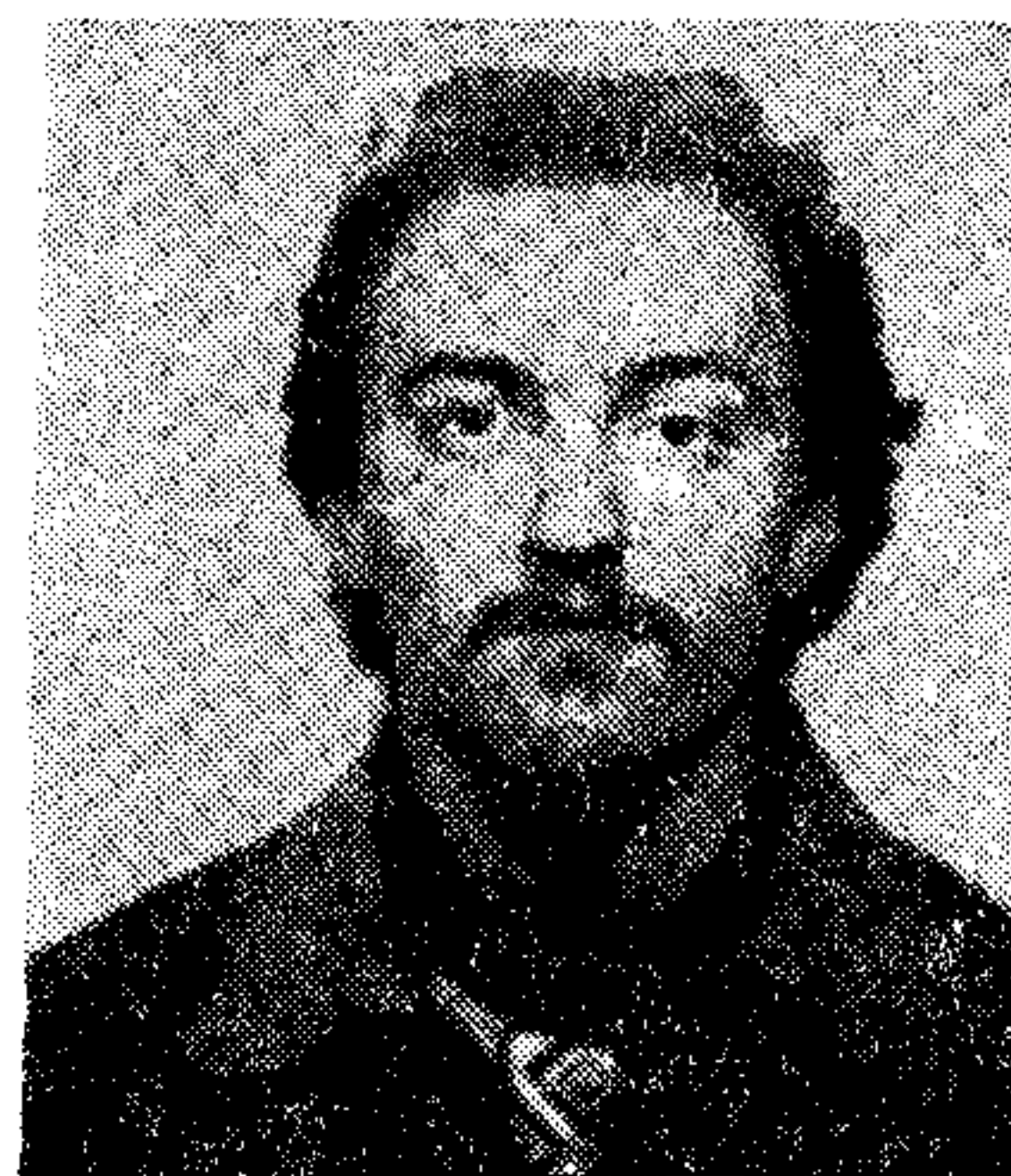
A soros ellenállás mértékére a mikrohullámú oszcillátorok kimenő teljesítményére kifejtett hatásából is következtethetünk, ui. nagyobb soros ellenállás esetén a nagyobb veszteségek következtében csökken a kimenő teljesítmény.

A soros ellenállás összetevőinek mérés útján történő szétválasztása meglehetősen nehéz feladat. Mi a 3. ábrán egy impulzus üzemi módszert javasolunk a felforrasztási ellenállás minősítésére [9]. A mérés két szomszédos dióda segítségével történik, melyek távolsága kb. 30 μm [2, 3]. A D1



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 kutatásfejlesztésén belül elsősorban a Gunn-diódák minősítési és alkalmazástechnikai kérdéseivel foglalkozik.



FOGT ÁKOS
1977-ben végzett a Kandó Kálmán Villamosipari

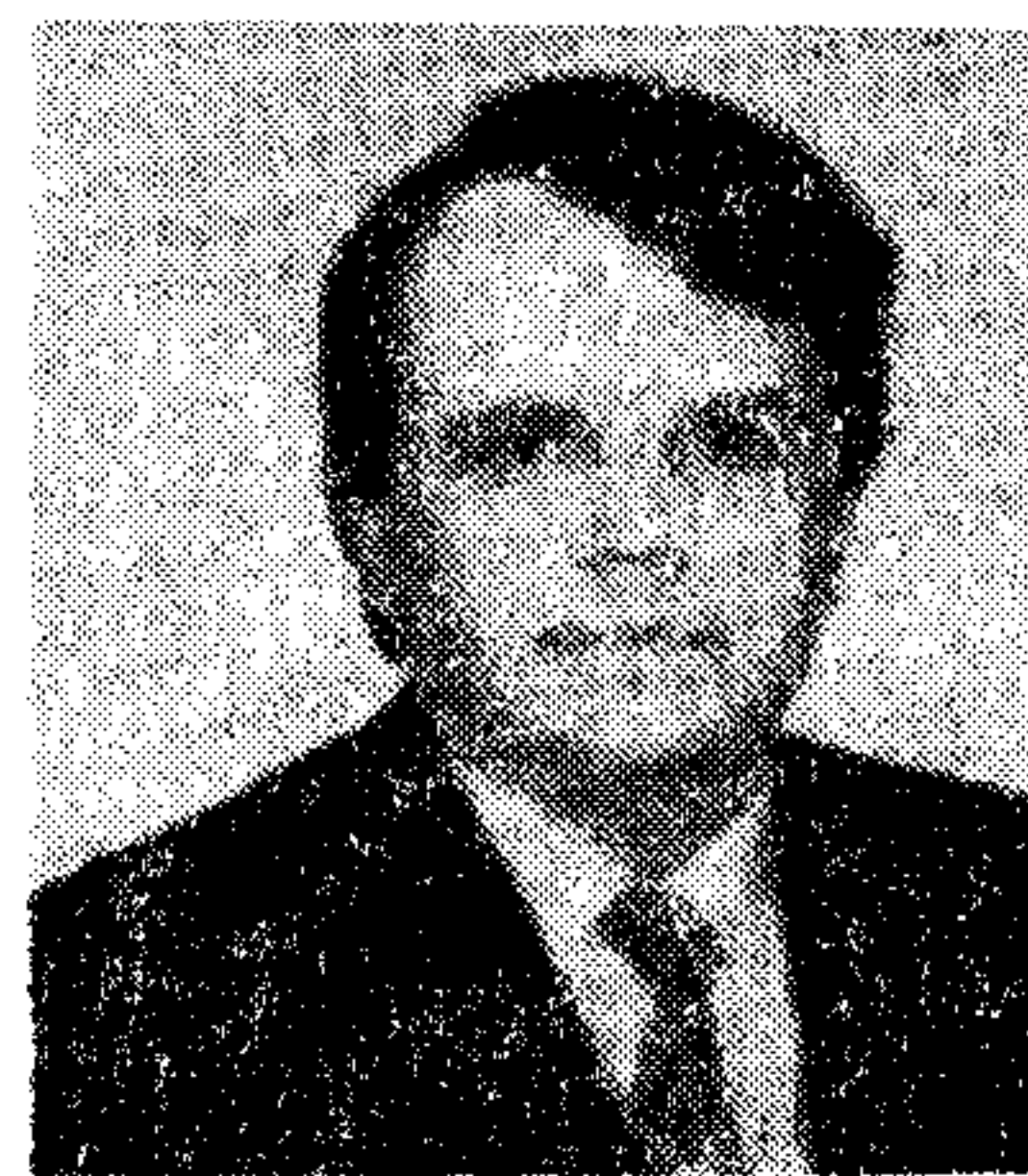
Műszaki Főiskolán a Gyengeáramú Kar Alkatrészgyártó Ágazatán félvezető technológia szakon. Diplomamunkája Si szelektív H_2 injekciós bór-diffúziójával foglalkozott. Azóta az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében dolgozik. Mikrohullámú GaAs eszközök ki-szerelésével és tokozásával foglalkozik. Részt vesz a GaAs alapú MESFET-ek hazai fejlesztésében, elsősorban a tokozási problémák megoldásában.

diódán átfolyó áram erősségét az $R1$ ellenállás állítja be. $R2$ a D1 dióda soros ellenállásának nagyobb részét, $R3$ a hordozó és a tok ellenállásának egy részét és a felforrasztás ellenállását foglalja magában. Mivel $R4$ -en át nem folyik áram, az U_3 feszültség $R3$ -mal arányos. A mi diódáink esetében $R3$ általában 0,1 ohm alatt van.

4. Mikrohullámú impedanciamérések

Varaktorok esetében a mikrohullámú impedanciamérésnek alapvetően két célja van: a mikrohullámú soros ellenállás és a mikrohullámú soros induktivitás meghatározása. Az általában katalógusadatként megadott —4 V előfeszültségre vonatkozó 50 MHz-es jósági tényezőt többnyire az 1 MHz-en mért kapacitás értékből és a 10 GHz környékén mért soros ellenállásból számítják ki. A mikrohullámú soros induktivitás a felső frekvenciahatárt befolyásolja.

A mikrohullámú impedanciamérésekkel ill. azok kiértékelésével kapcsolatban a következő problémák merülnek fel: 1. A dióda méretei összevethetőek a hullámhosszal, így mind a referenciasík kiválasztása kérdéses, mind a helyettesítő áramkörök bonyolultak. 2. A helyettesítő áramkör elemeiről nem mondható egyértelműen meg, hogy a diódához vagy a mérőáramkörhöz (hullámvezető, üreg) tartoznak-e, így a kapott paraméterek csak az adott mérési összeállításban érvényesek. 3. Rezonanciamódszerek alkalmazása esetén az ellenállás és induktivitás frekvenciafüggése korlátozottan vizsgálható. 4. Kis ellenállású diódák csak kis hullámimpedancia esetén vizsgálhatók. (50 ohmos vonal esetén az 1 ohm körüli soros ellenállás már a mérési hibatarto-



DOBOS LÁSZLÓ
1975-ben villamos üzem-mérnöki diplomát szerzett

a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Gyengeáramú Karán. Egyetemi tanulmányait a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szak Műsor-közlő Ágazatán 1983-ban fejezte be levelező tagozaton. 1975 óta dolgozik az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében, ahol mikrohullámú berendezések fejlesztésével és kivitelezésével, valamint pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokkal foglalkozik.



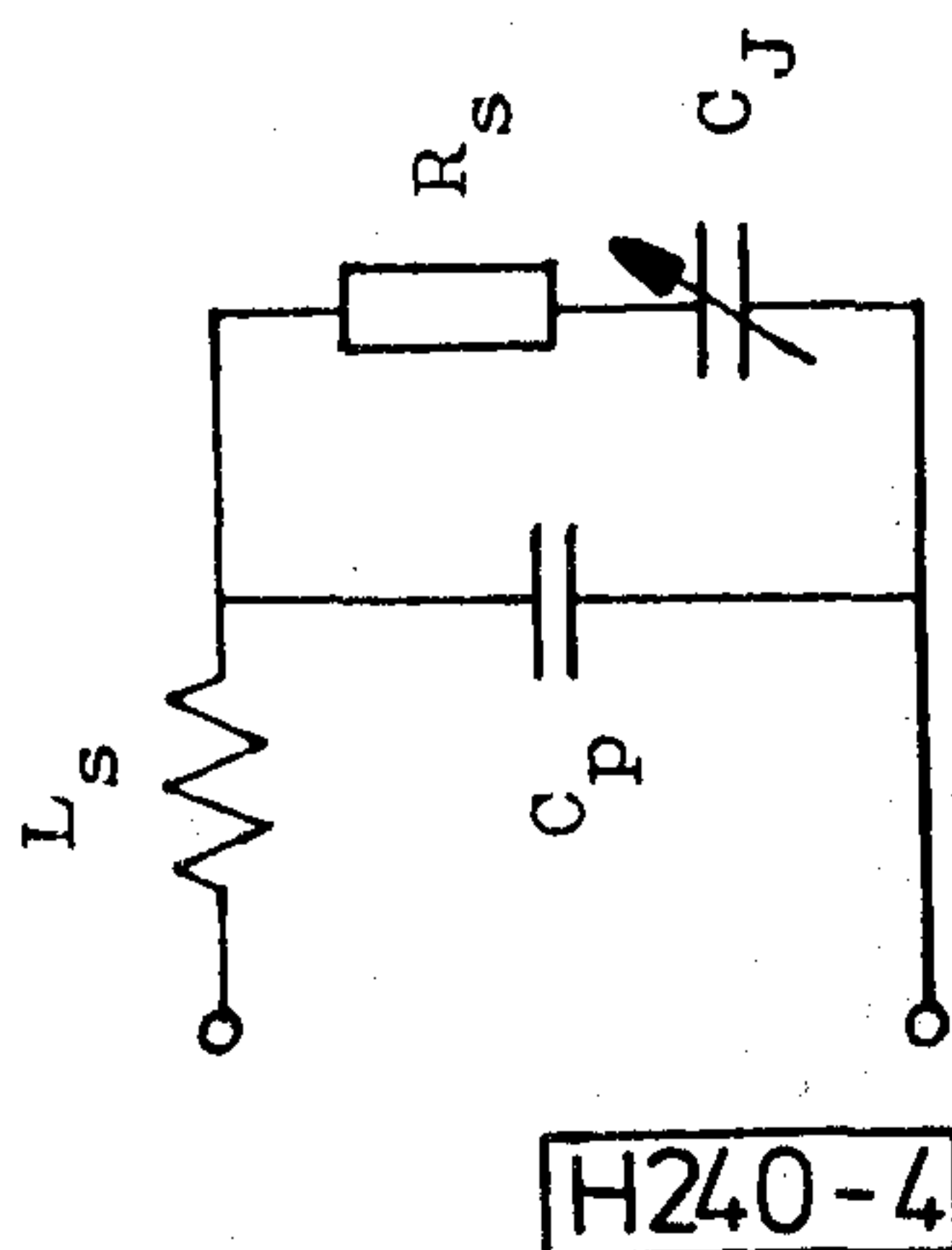
**KOLUMBÁN
GÉZÁNÉ**

1976-ban végzett a BME
Villamosmérnöki Kara

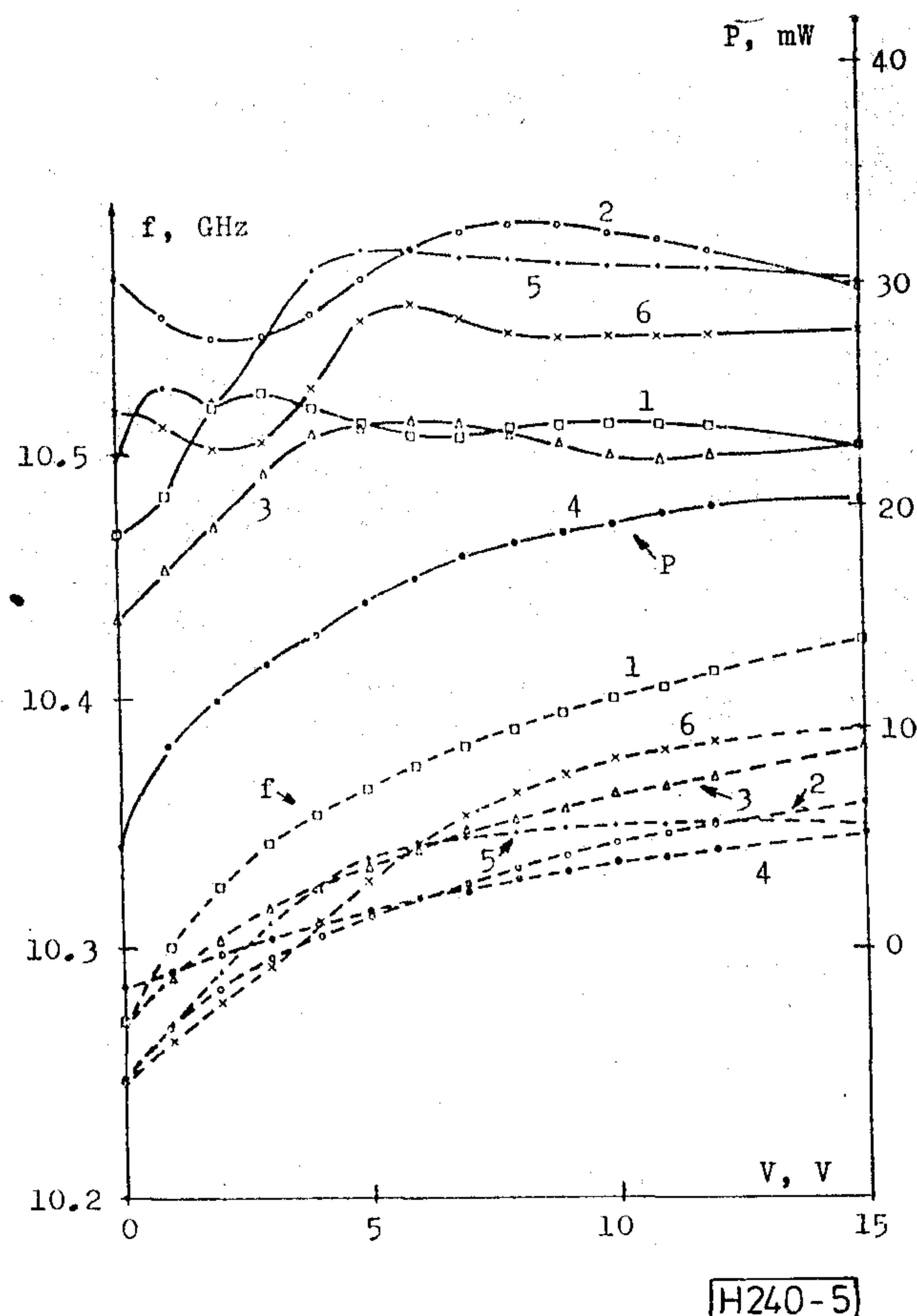
Híradástechnika tagozatának mikrohullámú adástechnika ágazatán. Első munkahelye a Finommechanikai Vállalat volt, ahol mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozott. Több FMKT szakdolgozattal helyezést ért el, és megkapta a „Kiváló Ifjú Szakember” kitüntetést. 1981 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, ahol különböző tápvonaltípusban realizált (csőtápvonal, coax, fin-line, mikro-sztríp) szűrőkkel és egyéb áramkörökkel foglalkozik.

mányba esik.) 5. A parazitakapacitások okozta transzformációk lényeges hibát okozhatnak a soros ellenállás kiértékelésénél [9, 12].

A Távközlési Kutató Intézetben megvalósított mikrohullámú impedanciamérés esetében a tápvonal hullámellenállását 12,5 ohmra redukáltuk [9]. A méréseket egy HP hálózatanalizátor segítségével végeztük. A soros ellenállást és induktivitást a soros rezonanciához tartozó reflexiók tényező és rezonanciafrekvencia értékekből határoztuk meg a 4. ábrán látható helyettesítő kép alapján. A soros induktivitás értéke a 0,7—0,9 nH tartományba esett és nem függött sem a vezérlő feszültségtől sem a varaktor típusától (a diódák azonos módon lettek kiserelve). A soros ellenállás (R_s) vezérlő feszültség (V) függését három különböző típusú [4] varaktor esetében az 1. táblázat szemlélteti. A táblázatban a soros rezonanciafrekvencia (f_r) és az adott vezérlő feszültséghez tartozó kapacitás értékek ($C_T = C_J + C_P$) is fel vannak tüntetve. A növekvő feszültséghez tartozó növekvő kiürülési mélység mind a kapacitás, mind a soros ellenállás csökkenését eredményezi. Nagyobb kapacitásfogás (szélesebb aktív réteg és kisebb adalékkoncentráció [2, 3, 6]) esetén természetesen nagyobb a soros ellenállás is. A soros ellenállás nagyobb előfeszültségeknél tapasztalható szórása részben a szórt kapacitások okozta transzformációk hatásának növekedésével, részben pedig azzal magyaráz-



4. ábra. Az alkalmazott mikrohullámú helyettesítő kapcsolás

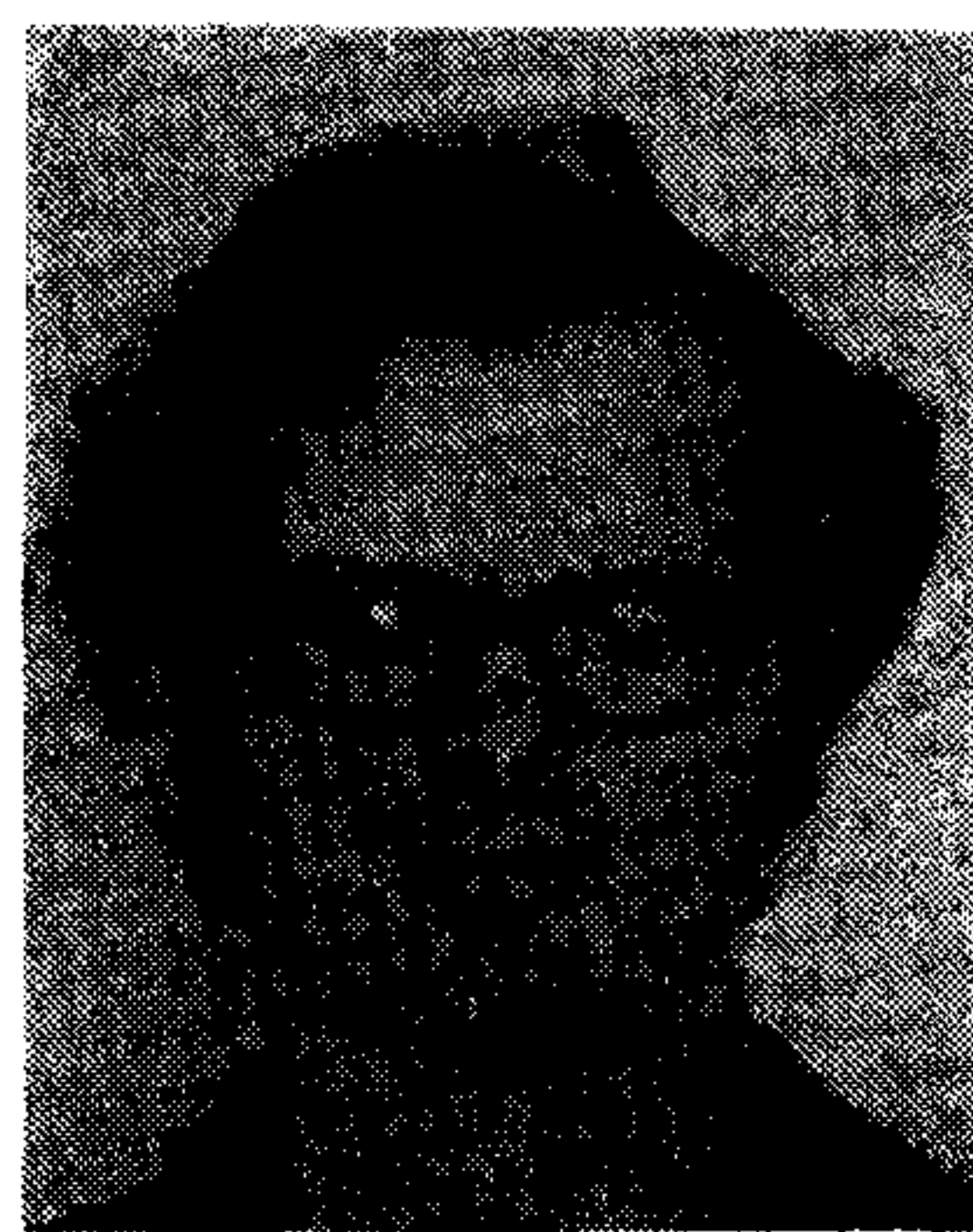


5. ábra. Mikrohullámú frekvencia-feszültség és kimenő teljesítmény-feszültség karakterisztikák különböző gyártmányú varaktorok esetében az üreg áthangolása nélkül. Jelölések: 1. Frequency Sources DC51306—30, 2. Microwave Associates MA 46601G, 3. Tesla VBV646, 4. TÁKI 1SV452C2, 5. MTA MFKI CBA3125G, 6. MTA MFKI CBB3135E

ható, hogy csökkenő ellenállással csökken a mérés megbízhatósága.

5. A soros ellenállás hatása a mikrohullámú teljesítményre

Az 5. ábra — mely két általunk előállított varaktor frekvencia-feszültség ($f-V$) és kimenő teljesítmény-feszültség ($P-V$) karakterisztikáját hason-



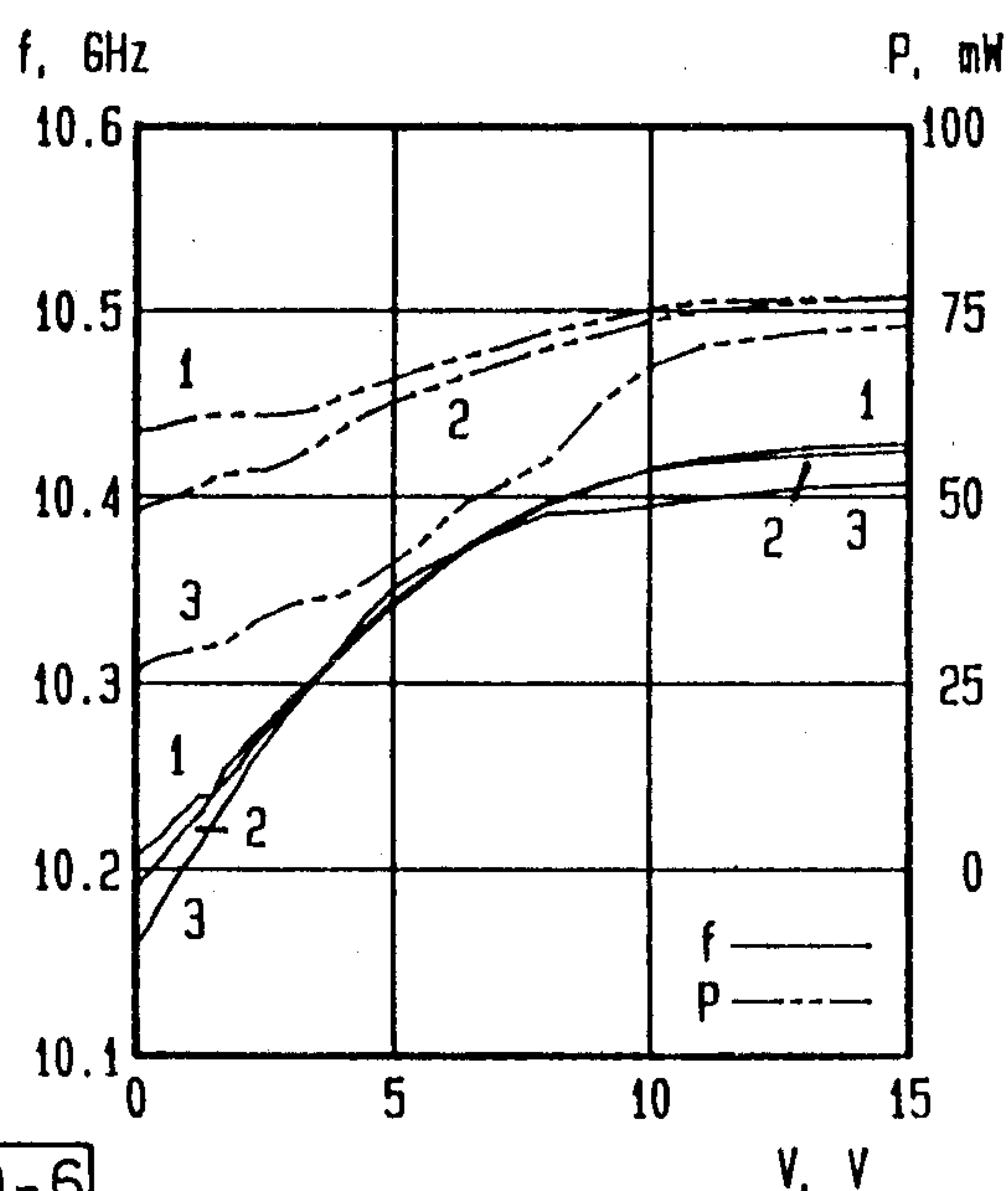
TÜTTŐ PÉTER 1971-ben végzett az ELTE TTK fizikus szakán, azóta az MTA MFKI-ban dolgo-

zik. Az eltelt időszakban főbb kutatási területei a szilícium alapú félvezető-szigetelő határfelület-közelbeli tartományok generációs-rekombinációs jelenségeinek, az MNOS struktúrák kettős dielektrikum rétegeiben lejátszódó fizikai folyamatoknak a vizsgálata és méréstechnikáinak fejlesztése. Ezenkívül közreműködött a magneto-rezisztor, a CCD és az MNOS típusú áramkörök fejlesztésében. Jelenleg vegyületfélvezetőkkel — többek között félvezető lézerek méréstechnikai problémáival — foglalkozik.

1. táblázat

Az MTA MFKI-ban előállított három különböző típusú hangoló varaktor kapacitásának mikrohullámú soros rezonancia frekvenciájának és soros ellenállásának vezérlő feszültség függése

Típus	V , V	0	-1	-2	-4	-6	-8	-10
CBA3125G	C_T , pF	2,30	1,25	0,95	0,80	0,78	0,76	0,75
	f_r , GHz	3,85	5,2	5,95	6,9	7,0	7,1	7,1
	R_s , ohm	1,1	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7
CBB3135D	C_T , pF	2,58	1,70	1,35	1,02	0,80	0,63	0,58
	f_r , GHz	3,5	4,2	4,9	5,6	6,0	7,5	8,0
	R_s , ohm	1,9	1,9	1,4	1,5	1,45	1,1	0,7
CBC3136B	C_T , pF	3,45	2,0	1,42	0,9	0,63	0,58	0,57
	f_r , GHz	3,2	4,0	4,9	5,9	7,8	8,8	9,0
	R_s , ohm	4,4	3,0	2,8	2,7	1,4	1,1	1,4

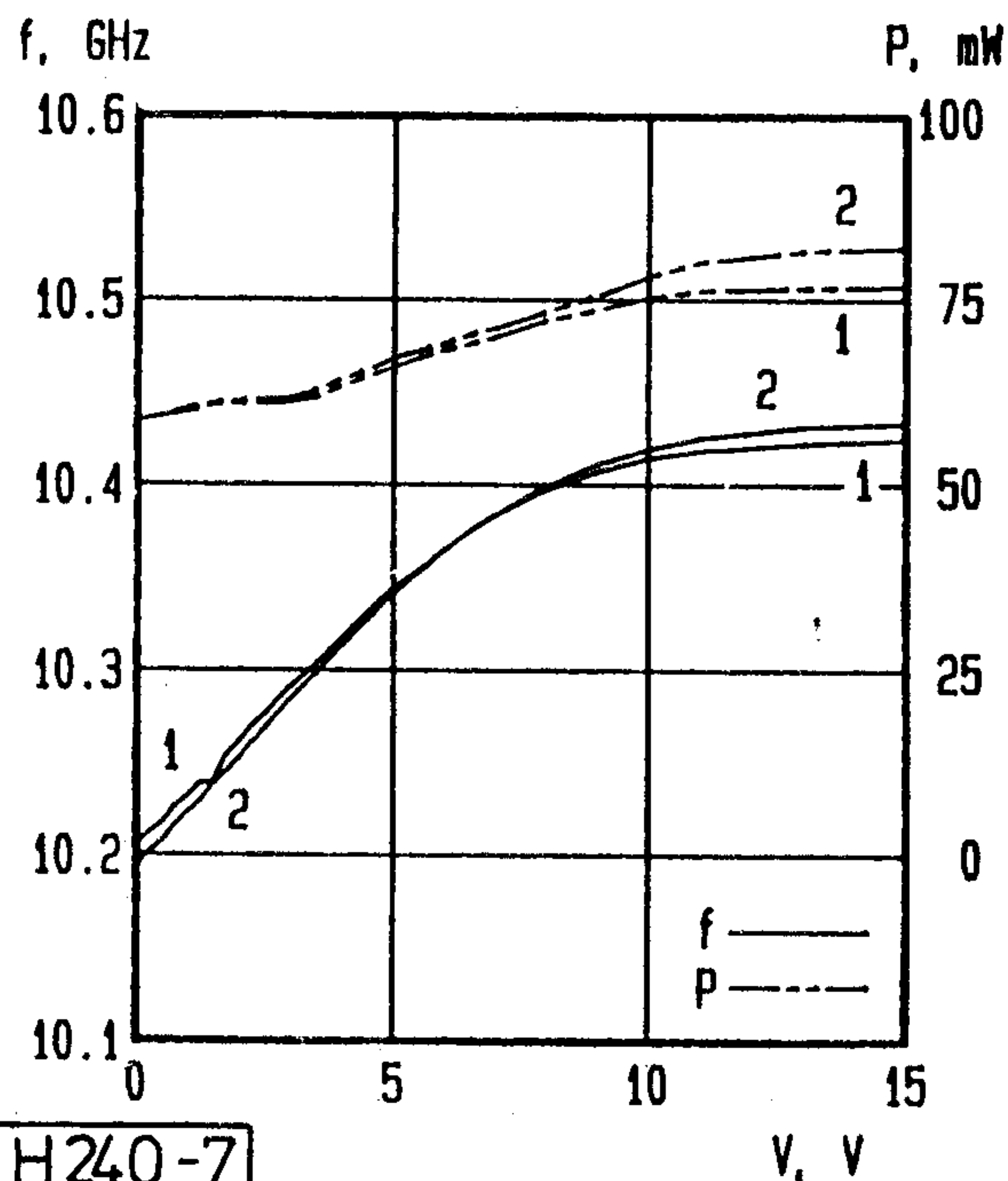


6. ábra. A varaktor átmérőjének hatása a kimenő teljesítményre

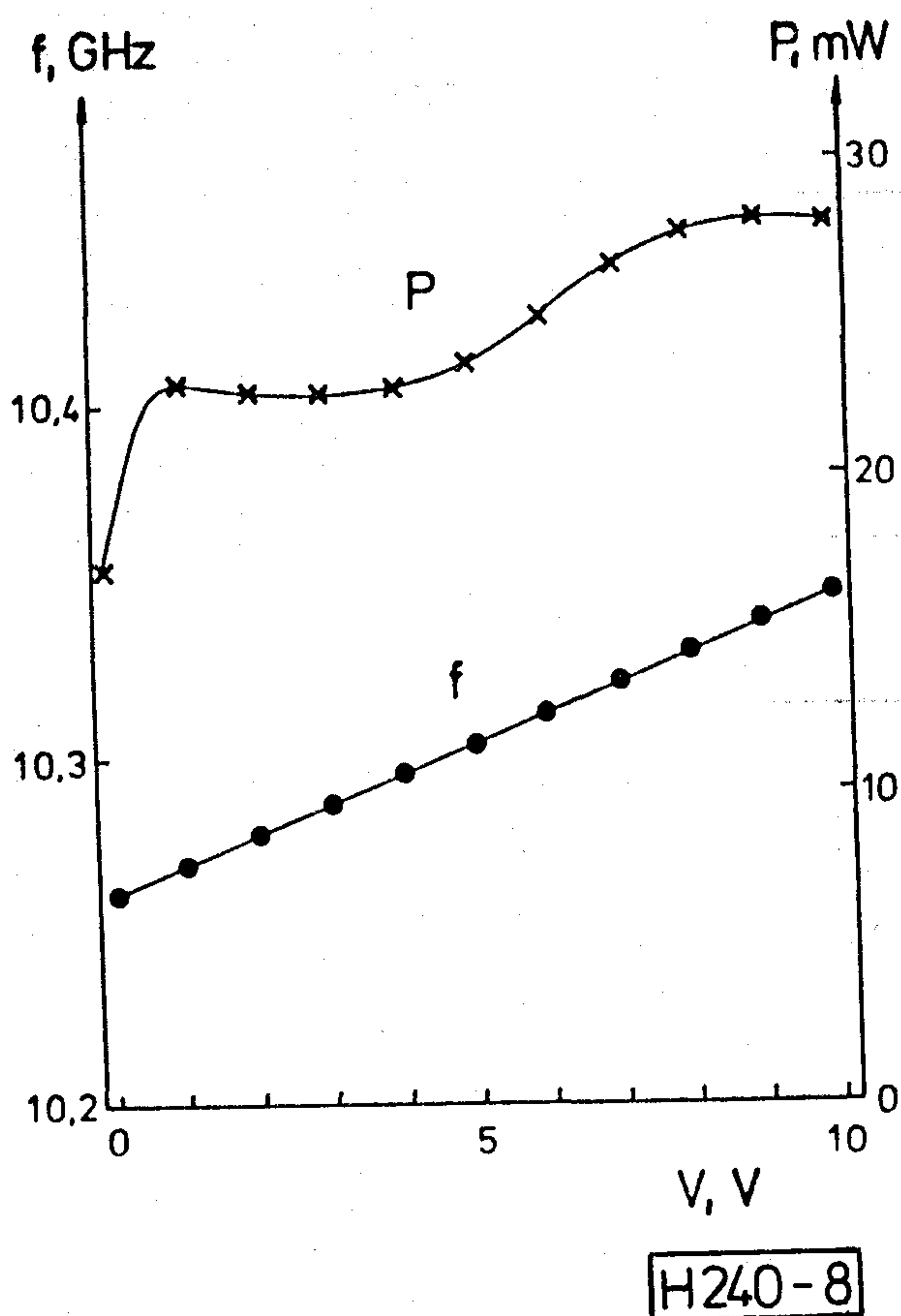
lítja össze négy másik, kereskedelmi forgalomban kapható varaktor hasonló karakterisztikáival [3] — jól szemlélteti a soros ellenállás hatását a mikrohullámú kimenő teljesítményre. Látható, hogy a kimenő teljesítmény a legnagyobb jósági tényezővel rendelkező MA 46601 G (2) varaktor esetén a legnagyobb ($Q=7000$ — 4 V előfeszültség-nél 50 MHz-re). A mi CBA31225G (5) típusú eszközünk esetében kisebb a kimenő teljesítmény, mely a nagyobb soros ellenállással magyarázható ($Q=5000$). A Frequency Sources gyártmányú DC51306—30 varaktor (1) kimenő teljesítménye még a mi hipermeredek CBB3135E varaktorunk (6) ($Q=3000$) kimenő teljesítményénél is kisebb. A Tesla VBV646 eszköz (3) esetében a nagy teljesítménymoduláció bizonyára a soros ellenállás erős feszültségfüggésének következménye. A Távközlési Kutató Intézet ISV452C2 szilícium alapú varaktora (4) esetében a kis kimenő teljesítmény és a nagy teljesítménymoduláció az elektronok alacsony mozgékonyságának tudható be.

A 6. ábrán ugyanazon szeletből készült különböző átmérőjű varaktorok $f-V$ és $P-V$ karakterisztikáit szemléltetjük (1—95 μm , 2—80 μm , 3—64 μm). A 2 jelű eszköz azonos az 1. táblázatban szereplő CBB3135D típusú varaktorról. A méréseket — az előzőkhöz hasonlóan — egy FM2 oszcillátormodulban [4] végeztük. Itt azonban az üreg úgy lett minden diódára behangolva, hogy a 3,5 V-os előfeszültséghez 10,3 GHz tartozzék. Látszik, hogy az eszközátmérő elsősorban az aktív réteg soros ellenállásának értékét befolyásolja, így nagyobb előfeszültségeknél egyre kisebb a hatása.

A 7. ábrán az 1d. ill. 2. ábrán mutatott utólagos borító fémzés hatása látható [9]. Az 1 jelű görbék ugyanazok, mint az előző ábrán, a 2 jelű görbéket pedig egy hasonló varaktoron kaptuk utólagos borító fémzés után. A borító fémzés — az átmérővel ellentétben — nagy előfeszültségeknél hat, amikor a ki nem ürített aktív réteg ellenállása már nem domináló jellegű. A valamivel nagyobb frek-



7. ábra. Az utólagos borító fémzés hatása



8. ábra. Lineáris hangolási karakterisztika esetén viszonylag nagy a teljesítménymoduláció

venciahangolás oka az, hogy a mezamarás csökkenti a szórt kapacitást, így a kapacitásváltozás jobban érvényesül.

A 8. ábra az egyik hipermeredek ($\gamma=1,0$) varaktorunk $f-V$ és $P-V$ karakterisztikáját mutatja. Ezeket a varaktorokat lineáris frekvenciahangolásra és torzításmentes frekvencia-modulációra fejlesztettük ki [4]. Mivel az aktív réteg soros ellenállása ezen varaktorok esetében elég nagy, a teljesítménymoduláció szintén jelentős, de azért még elfogadható: az ábrán látható esetben például 2,2 dB.

6. Összegezés

Az általunk megvalósított hangoló varaktor fejlesztés alapvető célja a soros ellenállás minimalizálása volt. Az ellenállás csökkentés módja az aktív epitaxiális réteg vastagságának és adalékolásának optimalizálása, a GaAs letörési térerősségének növelése mezatechnológia alkalmazásával, a hordozó ellenállásának söntölése utólagos borító fémezés segítségével és a kiserelés optimalizálása volt.

A soros ellenállás mérése több problémát vet fel. A mikrohullámú ellenállás jelentősen eltérhet az

egyenáramútól, és a mikrohullámú impedancia-mérések szintén nagy hibát hozhatnak be. A soros ellenállás elemeinek szétválasztása szintén bonyolult. Az általunk javasolt impulzus üzemű ellenállásmérés a felforrasztás minősítésére alkalmas. A megvalósított mikrohullámú impedanciamérés 1 ohm alatti soros ellenállás értékek mérését is lehetővé teszi.

A soros ellenálláson fellépő veszteségek a mikrohullámú oszcillátor kimenő teljesítményének csökkenését eredményezik, így a teljesítménymérés közvetett információt ad a soros ellenállásra. Ez lehetővé teszi a varaktorok viszonylag egyszerű minősítését.

I R O D A L O M

- [1] Zs. J. Horváth, I. Gyúró, Á. Nemcsics, K. Kazi: GaAs Schottky tuning varactors. Conf. Phys. Technol. GaAs other III—V Semicond. Nov. 19—24 1984, Reinhardtsbrunn, GDR, Abstr. C13.
- [2] Zs. J. Horváth, I. Gyúró, —. Németh-Sallay, B. Szentpáli, K. Kazi: GaAs Schottky varactors for linear frequency tuning in X-band. phys. stat. sol. (a) 94, N2, 719 (1986).
- [3] Horváth Zs., Némethné Sallay M., Gyúró I., Szentpáli B., Kazi K., Szép I.: GaAs alapú mikrohullámú hangoló varaktorok fejlesztése. Finommechanika—Mikrotechnika 25, N2—3, 52 (1986).
- [4] Research Institute for Technical Physics of the Hungarian Academy of Sciences, Microwave Products, Budapest, 1986
- [5] B. Szentpáli, A. András, Á. Tichy-Rács: The development of microwave mixer Schottky barrier diodes. MFKP'78, Yearbook of the Research Institute for Technical Physics of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 1979. p. 66
- [6] Horváth Zs.: Konstans gammájú Schottky hangoló varaktorok tervezése. 3. Mikrohullámú Szeminárium, Budapest 1985. jan. 15—16., Közlemények 321. old.
- [7] Zs. J. Horváth, I. Gyúró, M. Németh-Sallay, P. Tüttő, A. Nagy, L. Dózsa, B. Kovács, E. K. Pál, B. Szentpáli, Á. Fogt, T. Németh, G. Stubnya, Á. Nemcsics: The effect of dopant concentration on the electrical behaviour of GaAs-CrAu junctions. 7th Czechoslovak Conf. Electron. Vac. Phys. Sept. 3—6, 1985, Bratislava, Proc. Pt. 3, p. 747
- [8] Zs. J. Horváth, P. Tüttő, M. Németh-Sallay, G. Stubnya, T. Németh, I. Gyúró, V. I. Fineberg: Breakdown investigations in MIS and MS structures. 15th School Phys. Semicond. Comp., April 21—25. 1986, Jaszowiec—Ustron, Poland; A71, N3, 485 (1987) Acta Physica Polonica
- [9] Zs. J. Horváth, M. Németh-Sallay, I. Gyúró, K. Kazi, B. Szentpáli, Á. Fogt, L. Dobos, P. Tüttő, T. Kolombán: GaAs—CrAu Schottky tuning varactors. Conf. MICROELECTRONICS'86, Oct. 23—25. 1986, Plovdiv, Bulgaria, Proc. Vol. 3, p. 328.
- [10] Zs. J. Horváth, I. Gyúró, L. Dobos, E. K. Pál, V. I. Fineberg, R. V. Konakova, Yu. A. Tkhorik: SEM investigations of macroscopic crystal defects in GaAs VPE laers. 4th Hung. Conf. Cryst. Growth, July 22—25. 1986, Budapest, Acta Phys. Hung. 61, N2 263 (1987).
- [11] I. Gyúró, Zs. J. Horváth: GaAs VPE layers for Schottky microwave varactors. 61, N2, 165 (1987). ugyanott.
- [12] R. G. Strauch, R. A. Mjesch, R. E. Cupp: Varactor Measurements and Equivalent Circuits. IEEE Trans. MTT—13, N11, 872 (1965)

Végeselem-analízis alkalmazása a Helmholtz egyenlet megoldására

PROF. DIPL. ING. GERHARD NEUKAMM
DR. NAGY JÁNOS
Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola



ÖSSZEFOGLALÁS

Tetszőleges kialakítású mikrohullámú planár alakzatok analízise csak numerikus módszerekkel lehetséges. Ez a közlemény a planár áramkörök mezőeloszlásának a Helmholtz egyenlet által leírt közelítése alapján mutat be egy személyi számítógépen végzett analízis módszert. A végeselemek módszerével végzett analízis felépítését alapvető lépéseiben ismertetjük és az elért eredményt numerikus példán mutatjuk be.

Bevezetés

Mikrohullámú planár elrendezések mezőeloszlása általános alakzatokban numerikus módszerekkel határozható meg. Ezen feladat megoldására a végeselemek módszere előnyösen alkalmazható. Ez a közlemény egyfelől bemutatja a módszer alkalmazásának alapvető lépéseit, másfelől példát ad a mikrohullámú planár elrendezések egy lehetséges numerikus analízisére.

Az adatbeviteli eljárás célszerű kidolgozásával tetszőleges alakzatformák és peremfeltételek könnyen kezelhetők. A módszer hatékony alkalmazásának feltétele, hogy a feladathoz jól illeszkedő problémamegfogalmazást találjunk. Az ismertetett eljárásban a probléma alapegyenletének integrál megfogalmazását használtuk fel. A végeselemek módszerének a mechanika területén kidolgozott kiforrott módszereit vettük át.

A végeselemek módszerének alapelemei

A végeselemek módszeréhez a vizsgálandó tartományt tetszőleges alakú meghatározott tulajdonságú résztartományokra kell osztani. Tekintettel arra, hogy a mikrohullámú planár áramkörök síkproblémát képviselnek, kétdimenziós feladatot kell megoldani. Az analízis elvégzésére kétdimenziós „Serendip” típusú végeselemet alkalmaztunk [1]. Az alapelemet az 1. ábra mutatja.

A csomópontokat az ábrában bejelölt módon az óramutató járásával megegyező értelemben láttuk el növekvő indexekkel. Az elemre a következő közelítő függvényt alkalmaztuk

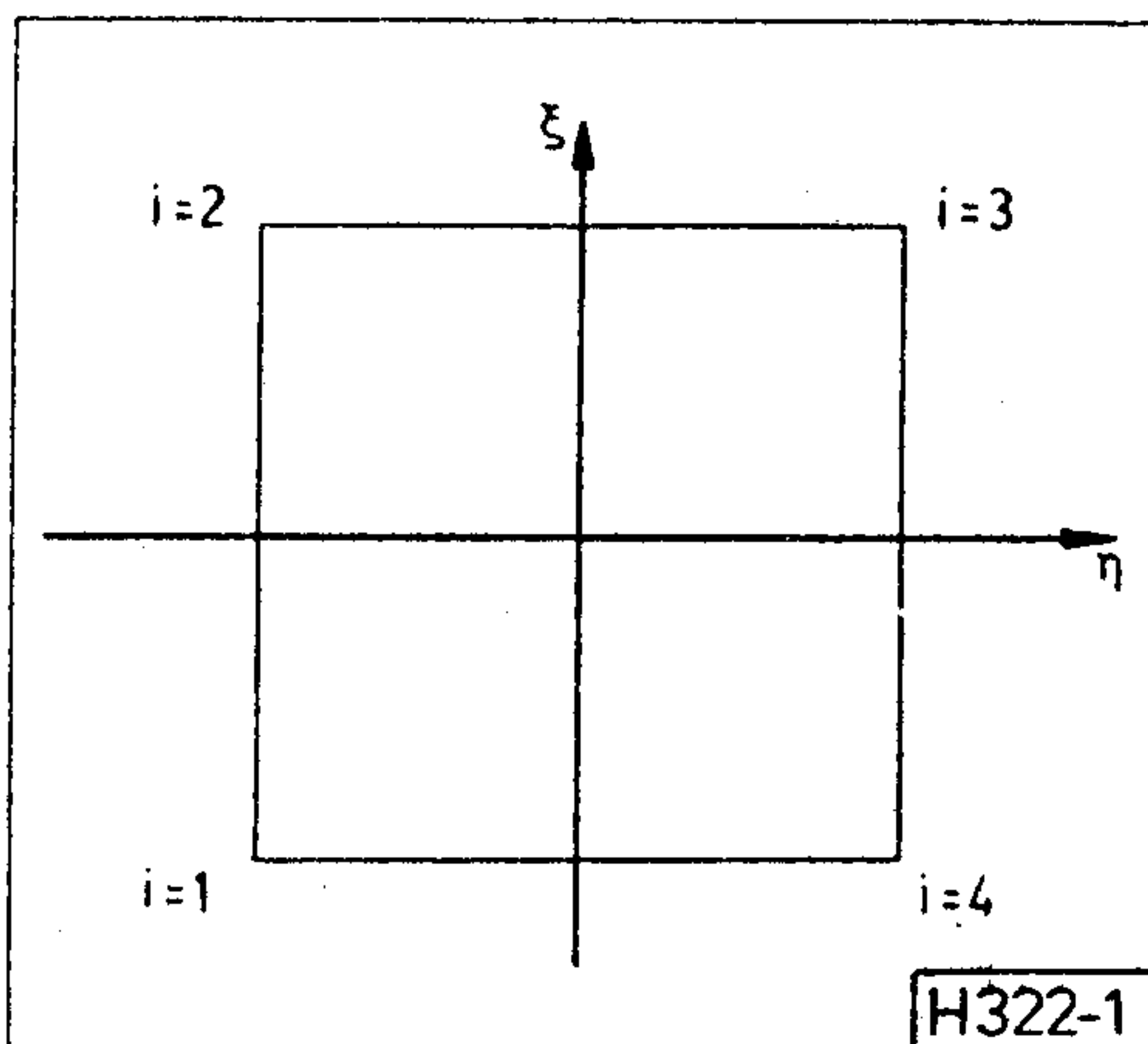
$$\Phi = \sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \quad (1)$$

A végeselemek módszerével meghatározandó paraméterek a sarokpontokban érvényes H_{i0} érté-

PROF. DIPL.-ING.
GERHARD NEU-
GERHARD
NEUKAMM

Gerhard Neukamm professzor 1960-ban fejezte be tanulmányait a Stuttgarter Műszaki Egyetem híradástechnikai tagozatán. 1967-ig az AEG-Telefunkennél dolgozott Backnangban a mikrohullámú

összeköttetések tématerületén. 1967-től a Wilhelms-haveni Szakfőiskola professzora. Szakterülete a nagyfrekvenciás technika és a mikrohullámú technika. Neukamm professzor tevékenyen részt vesz a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola és a Wilhelms-haveni Szakfőiskola közötti együttműködésben.



1. ábra. „Serendip” típusú négy-sarok-pontos alapelem

kek. Az (1) egyenletben szereplő alakfüggvényeket a (2) egyenlet adja meg.

$$N_i = \frac{1}{4} (1 + \xi \xi_i) (1 + \eta \eta_i)$$

$i=1$	$\xi_1 = -1$	$\eta_1 = -1$
$i=2$	$\xi_2 = -1$	$\eta_2 = 1$
$i=3$	$\xi_3 = 1$	$\eta_3 = 1$
$i=4$	$\xi_4 = 1$	$\eta_4 = -1$

(2)

Az N_i alakfüggvény jellemzője, hogy az i -ik sarokpontban értéke 1, az összes többi sarokpontban értéke 0. Figyelemre méltó, hogy az alakfüggvény értékét bármely oldalél mentén csupán az adott oldalélhez csatlakozó két csomópont paramétere határozza meg.

A választott végeselem alapfüggvény az élek mentén biztosítja a függvény folytonosságát. Az alkalmazott integrál alapösszefüggés legfeljebb elsőrendű differenciálhányadosokat tartalmazhat. [2]

Az eljárás egyszerűsítése végett a vizsgált tartomány tetszőleges elemét az alapelemre vonat-

Beérkezett: 1987. III. 30. #

koztatva analizáljuk. Ez az eljárás a szakirodalomban izoparametrikus leképezés néven ismert. A (3) egyenletben megadott leképező függvények — az alapelem közelítő függvényekkel való alak egyezőségük indokolja az izoparametrikus megjelölést — segítségével egy tetszőleges végelem pontjai és e pontokban az első differenciálhányadosok az alapelemből származtathatók.

$$X = \sum_{i=1}^4 N_i X_{i0}$$

$$Y = \sum_{i=1}^4 N_i Y_{i0}$$
(3)

A (3) egyenletben X_{i0} és Y_{i0} a tetszőleges végelem sarokpontkoordinátái.

Az első differenciálhányadosokat a tetszőleges elemekben és az alapelemben a Jacobi mátrix (4) kapcsolja össze.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \xi} & \frac{\partial y}{\partial \xi} \\ \frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial y}{\partial \eta} \end{bmatrix}$$
(4)

Ez a transzformáció az alkalmazott számítógép programban rutinként szerepel.

A számításoknak az egyes elemeken való elvégzéséhez, valamint a rendszeregyenlet összeállításához az elemeket és a csomópontokat meg kell számozni. A rendszer topológiai tulajdonságait célszerűen egy kétméretű tömbben tároltuk. A tömb első indexe a végelem sorszáma, a második indexe a csomópontok sorszáma.

A rendszeregyenlet összeállításának alapja a csatlakozó végelemek közös csomópontjaiban a csomóponti paraméterek azonos értéke [1]. Ezen az alapon az egyes végelemekre érvényes egyenletekből csatolt egyenletrendszer jön létre. A megoldásnál figyelembe vettük mind az együtthatómatrix szimmetriáját, mind annak részleges kitöltöttségét. Ezáltal a probléma méretéhez a lehető legkisebb tárterületet használtuk fel. Ez különösen fontos személyi számítógépek alkalmazásánál.

A felsorolt elvek minden olyan kétdimenziós problémára érvényesek, melyeknél csupán a megoldás folytonossága követelmény. A probléma kezelhetőségét nagyban megkönnyíti a differenciálegyenlet integrál megfelelőjének alkalmazása. Ennek előállítását mutatja be a következő fejezet.

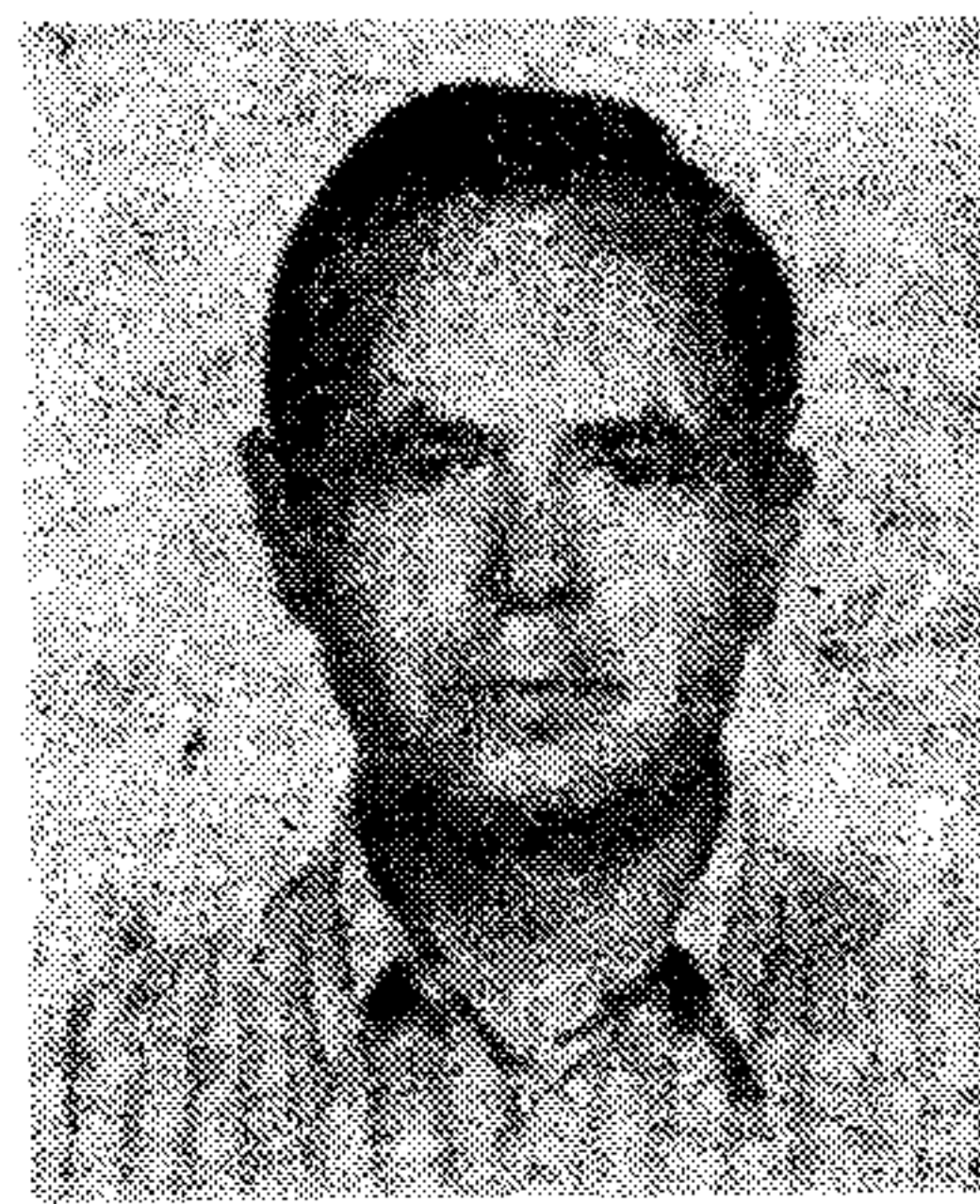
A Helmholtz egyenlet integrális alakja

Mikrohullámú planár alakzatokban a mezőeloszlást a skalár Helmholtz egyenlet határozza meg [3].

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + k^2 \Phi = 0$$
(5)

ahol $k^2 = \epsilon \mu \omega^2$

Az integrálegyenletet a súlyozott maradékok módszerével állítjuk elő [1]. Az (1) egyenletben



DR. NAGY JÁNOS

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1957-ben villamosmérnöki oklevelet, 1968-ban mikrohullámú

szakmérnöki oklevelet és Dr. tech. fokozatot szerzett. 1972-ig a Távközlési Kutató Intézetben dolgozott, 1972 óta főiskolai tanár a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán, a Mikrohullámú Szakcsoport vezetője. 1979–80-ban a Berkeley Egyetemen ösztöndíjas-ként dolgozott, 1985–86-ban a Wilhelmshaveni Szakfőiskolán vendégprofesszor volt. Szakmai érdeklődési köre a híradástechnikai elektronika területén belül a személyi számítógépek tudományos és mérnöki alkalmazási lehetőségei köré csoportosul.

definiált alapösszefüggés szerint az integrálegyenlet a következő alakú lesz

$$\int N_i \cdot \left[\frac{\partial^2 \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \right]}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \right]}{\partial y^2} + k^2 \sum N_i \Phi_{i0} \right] \cdot d\Omega = 0$$
(6)

Az i index értéke 1, 2, 3, 4.

A (6) egyenlet által előállított egyenletrendszer a problémához tartozó elemkarakterisztika. A második differenciálhányadosok az alkalmazott alapfüggvényekre az elemek éle mentén végtelenné válnának, ezért a differenciálhányadosok rendjét parciális differenciálással csökkentjük [1]. Ennek megfelelően az egyenletrendszer első tagja a következő alakú lesz

$$\int_{\Omega} N \left[\frac{\partial^2 \left(\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \right)}{\partial x^2} \right] d\Omega =$$

$$= \int_{\Omega} \left[N_i \frac{\partial}{\partial x} \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \right] \right] n_x d\Gamma -$$

$$- \int_{\Omega} \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i0} \right] d\Omega$$
(7)

ahol Γ az Ω elemtartomány peremét, n - a kifelé mutató egységvektort jelöli.

Az integrál értéke a peremen 0, mert

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = 0.$$

Ez a feltétel fizikailag azt jelenti, hogy a planár alakzaton a kapuk kivételével be- illetve kifolyó áramok nem léphetnek fel [3]. A kapukon, ahol a mezőintenzitás előírt,

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n}$$

kiadódik.

A peremfeltételeket a következő fejezetben leírt módon vettük figyelembe. Ezek után az elemkaraktisztikában a következő tagok maradtak vissza

$$\begin{aligned}
& - \int_{\Omega} \left[-\frac{\partial N_i}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i_0} \right] + \right. \\
& \left. + \frac{\partial Nt}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y} \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Omega_{i_0} \right] \right] d\Omega + \\
& + \int_{\Omega} N_i k^2 \left[\sum_{i=1}^4 N_i \Phi_{i_0} \right] d\Omega = 0 \quad (8)
\end{aligned}$$

Ismeretes, hogy ez az egyenlet a Helmholtz egyenlethez rendelt variációs integrálból is származtatható [1]. Az itt bemutatott származtatása rámutat azonban arra, hogy az ún. természetes peremfeltételeknek mi a fizikai jelentése.

A (8) elemkarakterisztikából a négydimenziós lineáris egyenletrendszer együtthatóira a következő összefüggés adódik

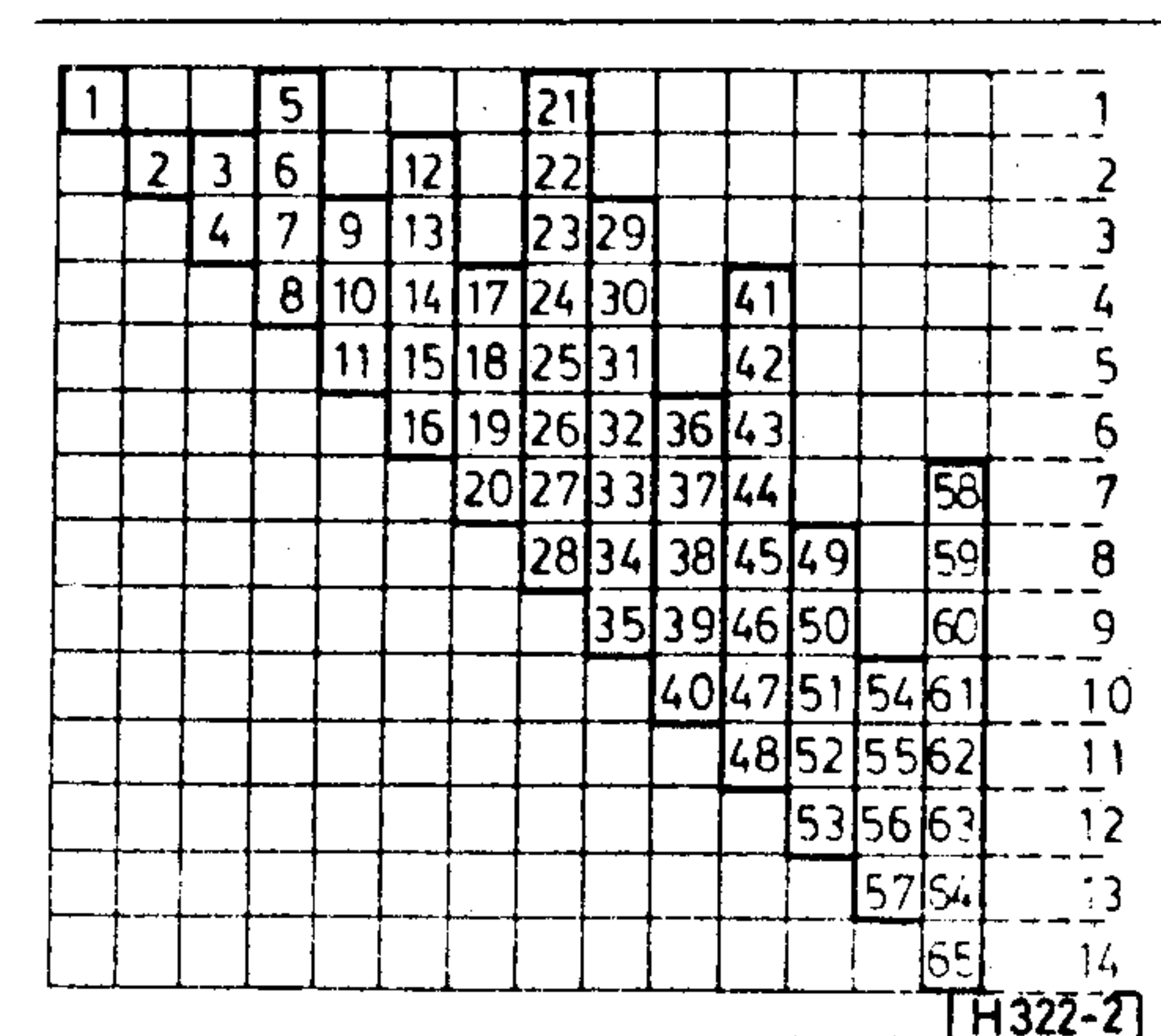
$$S_{ij} = \int \left[\frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial N_j}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial N_j}{\partial y} - k^2 N_i N_j \right] d\Omega \quad (9)$$

ahol az i és j a sor illetve oszlopindexek és értékük az alkalmazott elemre 1,2,3,4. Figyelemre méltó, hogy az elemkarakterisztika szimmetrikus és ennek következtében a rendszeregyenlet is szimmetrikus. Ez a tulajdonság a másodrendű variációsintegrál extrémizálásakor mindig fennáll [1].

Megjegyezzük, hogy a végeelem analízis alkalmazásakor csupán az elemkarakterisztika (9) alakja problémafüggő, ezért a más területeken kifejlesztett módszerek megfelelő módon alkalmazhatók.

A peremfeltételek figyelembe vétele

Az egyenletrendszer méretét az előírt értékű csomópontok számának megfelelően csökkentettük. Az együtthatómátrix kitöltési alakját ugyanis már az egyenletrendszer összeállítása során meg lehet határozni. A tényleges kitöltöttséget egy mutató megadásával vettük figyelembe [1]. Ennek segítségével az együtthatók egyetlen egyméretű



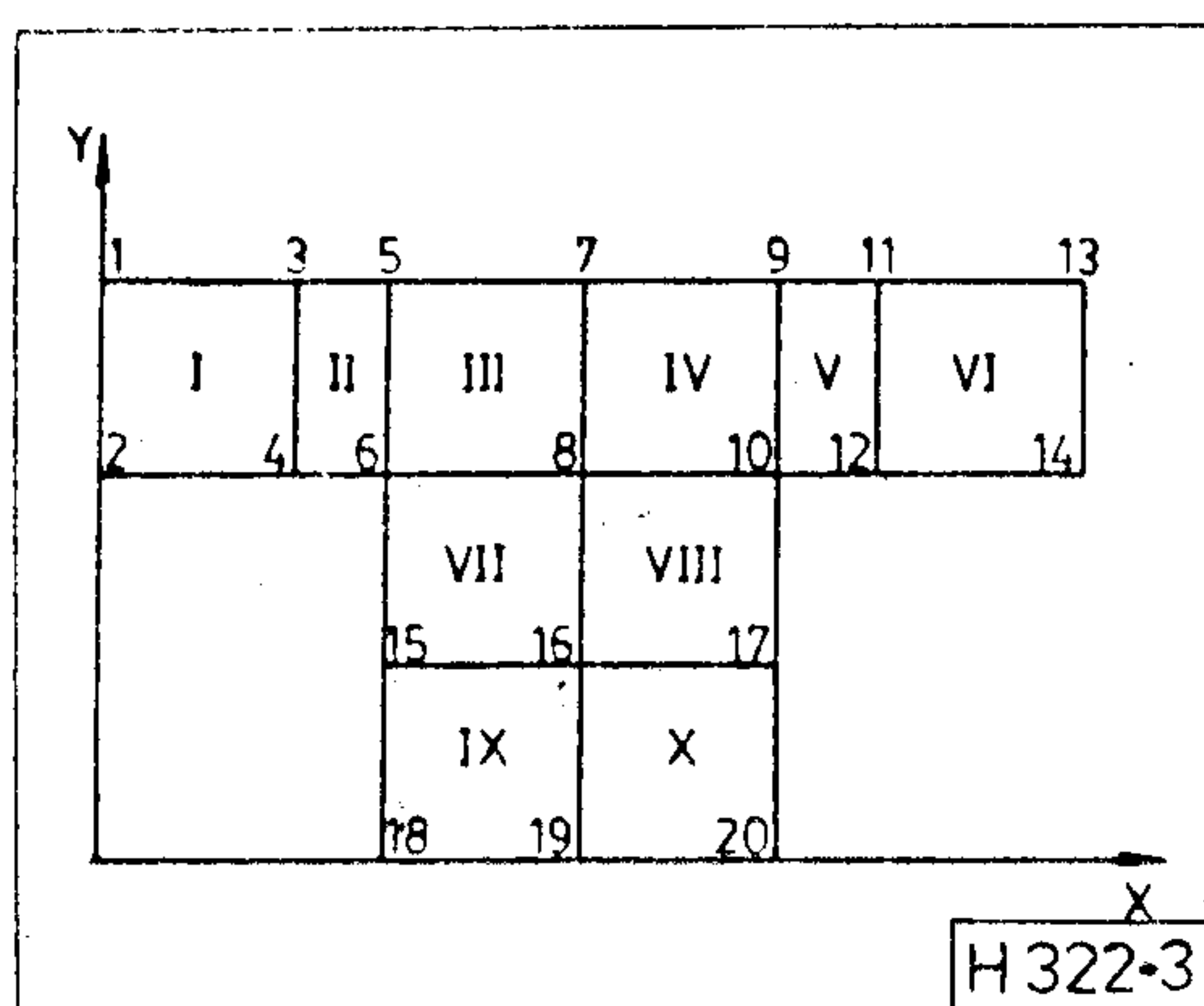
2. ábra. Példa 14 csomópontos rendszer együtthatómátrixának kitöltöttségére

tömbben tárolhatók. A mutató a diagonalelemek sorszámaára mutat az együttható tömbben. Szemléltető példát mutat a 2. ábra.

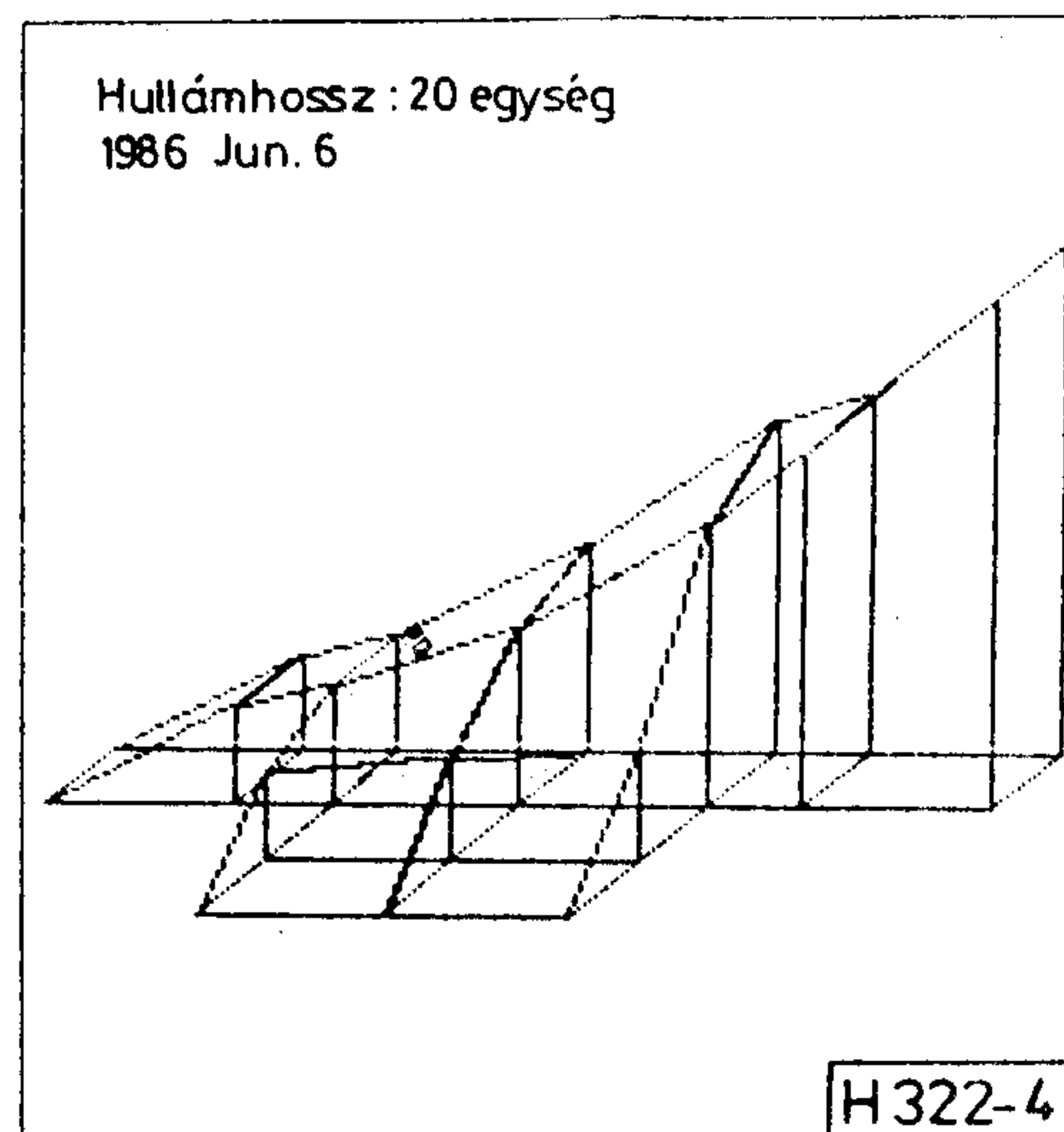
A példában az együtthatók száma 65, a mutató mérete 14 és értékei: 1, 2, 4, 8, 11, 16, 20, 28, 35, 40, 48, 53, 57, 65. A mutató utolsó értéke egyben az együtthatók számát is megadja.

A mutató előállításakor a topológiai tulajdonságokat és a peremelőírásokat vettük figyelembe. A kétméretű topológiai változó indexei az elem sor száma és a megfelelő lokális csomópontsorszámok, értékei a megfelelő globális csomópontszámok. A peremértékváltozó indexe a globális csomópontszám, értéke pedig vagy az előírt peremérték egy megkülönböztethetőséget biztosító nagyon kis számmal (10^{-20}) megszorozva, vagy maga a globális csomópontszám. Ezeknek a változóknak a segítségével a diagonálemek feletti oszlopok magassága meghatározható és ebből a mutató már közvetlenül származtatható [1]. Az egyenletrendszer jobboldala az elemkarakterisztikák rendszer egyenletbe építésekor kiadódik.

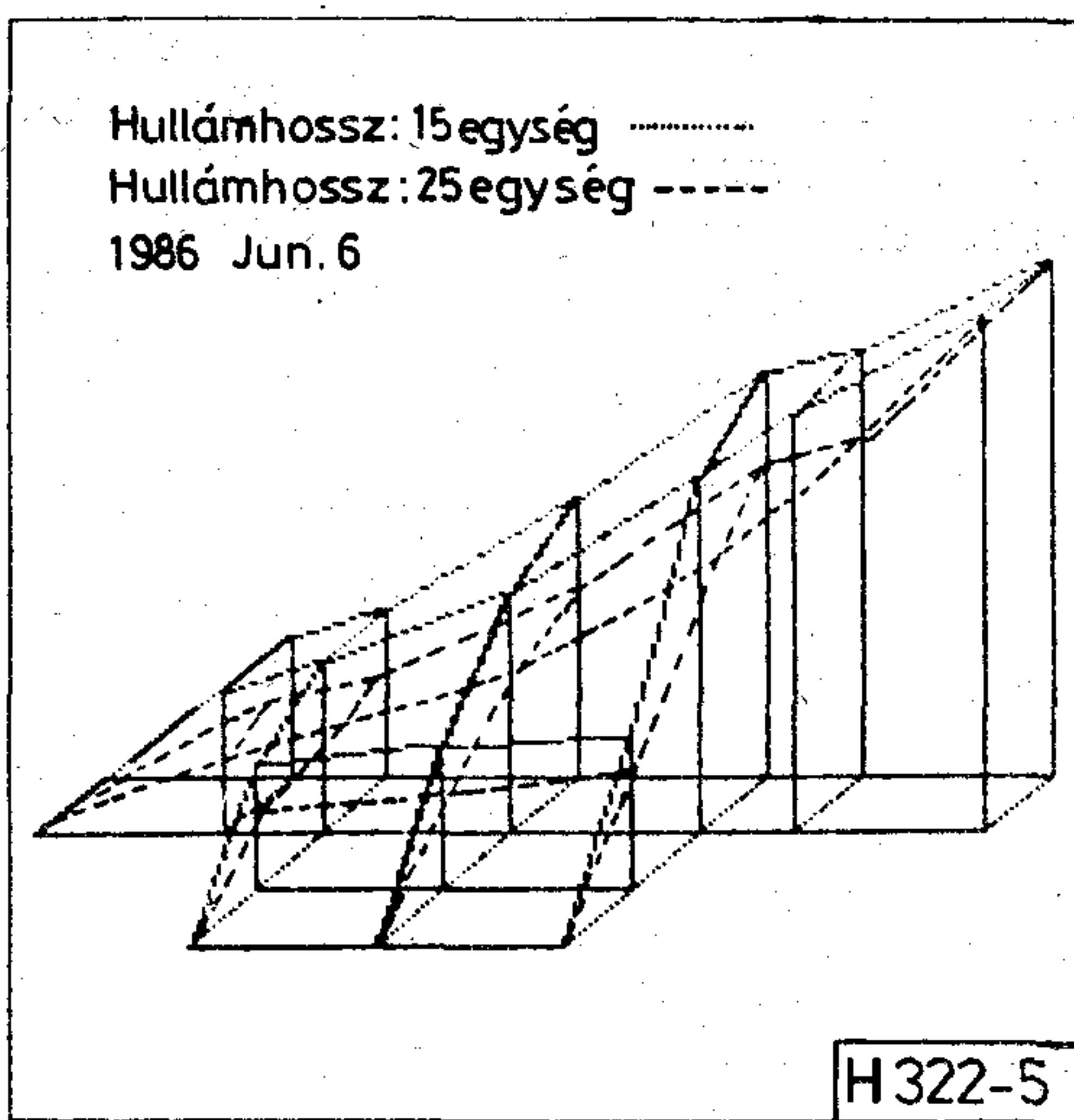
Az egyenletrendszert egy megfelelően módosított Gauss eljárással oldottuk meg [1]



3. ábra. A numerikus példában szereplő alakzat adatai



4. ábra. Mezőeloszlás $\lambda_2=20$ koordinátaegységre



5. ábra. Mezőeloszlás $\lambda_1 = 15$ koordináta egységre és $\lambda_3 = 25$ koordinátaegységre.

A számítógép program felépítése

A program két részből áll. Az első részben a koordinátákat, a topológiai adatokat és a peremfeltételeket valamint peremértékeket állítottuk elő illetve a program által adott keretek között generáltuk. A második részben történik a mutató előállítás, az egyenletrendszer együtthatómátrixának és az egyenletrendszer jobboldalának az összeállítása, majd az egyenletrendszer megoldása. Ilyen felépítés mellett lehetséges volt hatásos beviteli segédprogramok beépítése az első részbe.

Mivel az első részben csupán adatbevitel történik, megfelelő Basic nyelven könnyen programozható. A program futási idejét a második rész határozza meg, ezért itt már célszerű valamilyen gépi kódra fordítható magasszintű programnyelvet alkalmazni.

Numerikus példa

A 3. ábrában megadott alakzat analízisét mutatja különböző peremfeltételekre a 4. és 5. ábra.

Az alakzat 10 elemből áll, a csomópontok száma 20. A peremfeltételek a következők: az 1, 2, 18, 19, 20-ik csomópontok az alaplamezhez kötöttek ($\Phi = 0$), a 13, 14-ik csomópontok potenciálja előírt: $\Phi = 10$ egység. A hullámhosszat koordináta egységekben adtuk meg. A 4. ábrában $\lambda_2 = 20$ egység, az 5. ábrában $\lambda_1 = 15$ illetve $\lambda_3 = 25$ egység. A különböző hullámhosszatok a frekvenciafüggés bemutatását szolgálják. A program második részének futási ideje (Commodore 128 gépen, Basicben írt programmal) kb. 3 perc. Ez az eredmény is azt sugallja, hogy kb. 50 csomópontszám felett érdemes ezt a programrészt fordítható programnyelven megírni.

Végkövetkeztetések

Ebben a munkában a más területeken kielélt végelem analízist alkalmaztuk mikrohullámú planár alakzatok vizsgálatára személyi számítógép felhasználásával. A munkát a Wilhelmshaven-i Szakfőiskolán, a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolával való együttműködés keretében végeztük. Az elért eredmények azt mutatták, hogy a módszert érdemes a személyi számítógép segítségével a mérnöki tervezés területére bevonni. Az eljárást a mikrohullámú planár alakzatok áramkörü karakterisztikáinak meghatározására célszerű továbbfejleszteni.

I R O D A L O M

- [1] Zienkiewicz, O. C.: The Finite Element Method. McGraw Hill, 1977
- [2] Chari, M. V. K., Silvester, P. P.: Finite Elements in Electrical and Magnetic Field Problems. John Wiley & Sons, 1980
- [3] Gupta, K. C., Garg, R., Chadha, R.: Computer-Aided Design of Microwave Circuits. Artech House, Inc, 1981

Van der Worst (Belgium), Unger, Metzger (NSZK), Guillon (Franciaország), stb. Két magyar előadás hangzott el (Bársony és Frigyes-Molnár).

A konferencia tematikája szűkebb volt, mint a Mikrokollé: a kifejezett mikrohullámú technikán kívül csak a mikrohullámú rendszerek, az optikai hírközlés, és integrált optika, valamint néhány az elektromágneses elmélet körébe tartozó szekció szerepelt. Ilyen rövid beszámoló keretében részletes ismertetést természetesen nem adhatunk. A beszámoló írójának benyomása szerint a legérdekesebb és legnagyobb érdeklődéssel fogadott témák a műholdas műsorszórás, a mikrohullámok ipari és orvosi alkalmazása, a monolit integrált áramkörök, a hírközlő rendszerek és hullámterjedési befolyások, valamint az optikai vezérlés körébe estek.

A konferencia kétkötetes, 1300 oldalas kiadványa az országban két példányban található meg.

dr. Frigyes István
BME Mikrohullámú Tanszék

Nemzetközi Mikrohullámú Szimpózium Rio de Janeiro, 1987. július 27–30.

A Brazil Mikrohullámú Egyesület (SBMO) másodízben rendezett mikrohullámú szimpóziumot. Ez a mikrohullámú tudományos közösségnek valóban jelentős nemzetközi eseménye volt: méreteit, színvonalát, a résztvevők tekintélyét és a külsőségeket tekintve a Mikrokollal vagy az Európai Mikrohullámú Konferenciával vetekedett. A nyomtatásban is megjelent előadások száma megközelítette a kettőszázat, a résztvevők száma több volt öt-százánál. Az előadók 30 országból kerültek ki; a legtöbb mintegy 20–20% az Egyesült Államokból és a rendező Brazíliából, közel 50% Európából, és mintegy 10% ázsiai országokból. A mikrohullámú elmélet és technika számos „nagy neve” volt jelen, illetve tartott előadást: Matthaei, Ishimaru, Lo, Itoh, Ivanek (USA), Rhodes, Scanlan, Forrest (Anglia), Fedi, Solimini (Olaszország),

Kémiai érzékelők félvezetőkkel

Dr. MIZSEI JÁNOS
BME, Elektronikus Eszközök Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a félvezető alapú kémiai érzékelők néhány jelenlegi fejlesztési eredményét foglalja össze a Bad Nauheimben (NSZK) megrendezett „Sensoren-Technologie und Anwendung” c. konferencia alapján. Ezekkel a — tervezérlésű tranzisztor (MOS) vagy ellenállás típusú (homogén) — érzékelőkkel oldatok és gázok vizsgálhatók. A fejlesztés néhány fő tényezője: a felület módosítása az érzékelési tulajdonságok javítása céljából a technológiai folyamatok fejlesztése, gyakorlati és elméleti kutatások a szelektív érzékeléssel kapcsolatban. Fontos az érzékelő technológia és a mikroelektronika közötti kapcsolat is.

Bevezetés

Ez év márciusában a HTE kiküldetésében két kollégámmal együtt részt vettem a Bad Nauheimben (NSZK) a VDE által rendezett „Sensoren Technologie und Anwendung” c. konferencián. Ebben a cikkben a konferencián szerzett tapasztalataimról számolok be, melyeket szűkebb tématerületem, a félvezető alapú kémiai érzékelők körében szereztem.

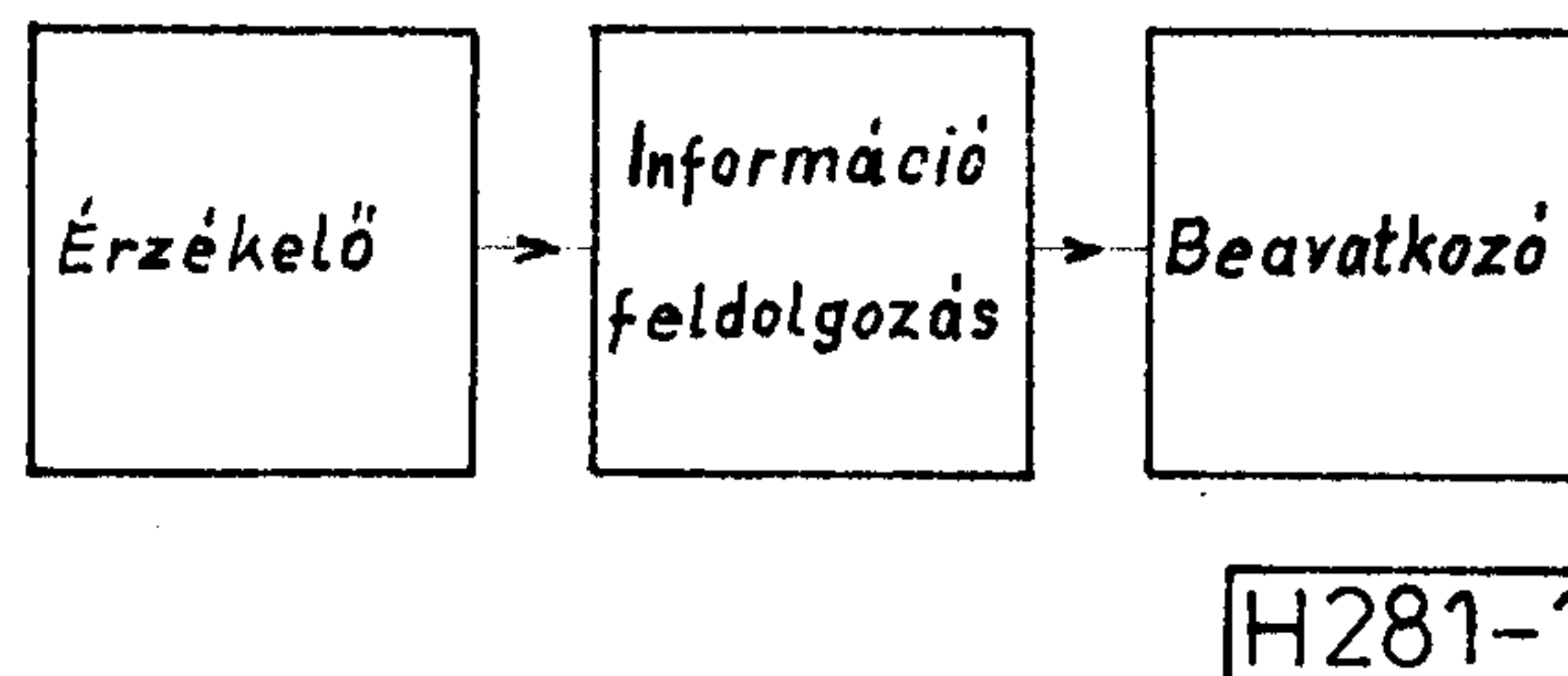
A konferencián főleg a Német Szövetségi Köztársaság e témával foglalkozó kutatói vettek részt, de egy-egy részterület összefoglaló előadásait a téma elismert szakértői tartották mint meghívott előadók. Ennek megfelelően a konferencia jelentősége túlmutat a szokásos, nemzeti szervezésű konferenciákon.

Az érzékelők és a mikroelektronika

Az érzékelők fejlődésében meghatározó a mikroelektronika szerepe. Részint sok technológiai eljárást ad át, részint pedig hozzájárul ahhoz, hogy az egyes érzékelőkből „intelligens érzékelő” rendszereket lehessen létrehozni. A természetben ilyen érzékelő rendszerek rendkívül magas fokon valósulnak meg. A magasabbrendű élőlények érzékelő rendszerei rendkívül összetett jelenségeket és ingereket képesek analizálni, de egyes baktériumok iránytűje, az amőba-társadalom „éhség jelei”, a homoki skorpiók rezgés érzékelése sem jelent kis teljesítményt [1]. Rendszerteknikai szempontból (1. ábra) a természet érzékelő rendszerei a mesterséges rendszerekhez hasonló felépítésűek. A ter-

Dr. MIZSEI JÁNOS
1976-ban szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Elektronikai Technológiai Szakán. Tanulmányait nappali tagozatos szakmérnök hallgatóként folytatta, 1977-ben kutató-fejlesztő szakmér-

nöki diplomát, 1979-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett. 1977 óta a BME Elektronikus Eszközök Tanszékén dolgozik, jelenleg mint adjunktus. Tématerülete: félvezető technológiája, fémoxid-félvezető alapú gáz szenzorok fejlesztése, félvezető vékonyrétegek vizsgálata.



1. ábra. Az elektronikus érzékelő-beavatkozó rendszer felépítése

mészet intelligenciáját a mesterséges rendszer az „információ feldolgozása” felíratú dobozka fejlesztésével érheti el. Itt lép be a mikroelektronika, melynek szédületes fejlődését az 1 megabit mennyiségű információ tárolására alkalmas félvezető memória árcsökkenésén mutatja be Wartmann [2], (ld. 1. táblázat).

Gondolatait kissé szabadjára engedve vázolja a háromdimenziós érzékelő rendszer képét, melyben a szilícium hordozón egymás fölötti rétegekben helyezkednek el a rendszer elemei a kémiai illetve biológiai jelekre érzékeny FET érzékelő mátrixtól kezdve az analóg jelfeldolgozón, analóg-digitális átalakítón, RAM és ROM táraikon keresztül a processzor és interfész egységeig.

Működési elvek

A félvezető alapú kémiai érzékelők működése közös alapelven nyugszik, akár a MOS jellegű, akár az úgynevezett „homogén” ellenállás jellegű

1. táblázat

Az 1 megabites félvezető memória ára

1973	1 K IC tok,	1024 db	150 000 DM családi ház
1977	16 K IC tok	64 db	10 000 DM kisautó
1981	64 K IC tok	16 db	800 DM hordozható TV vevő
1984	256 K IC tok	4 db	240 DM kerékpár
1987	1 M IC tok	1 db	60 DM férfi trikó

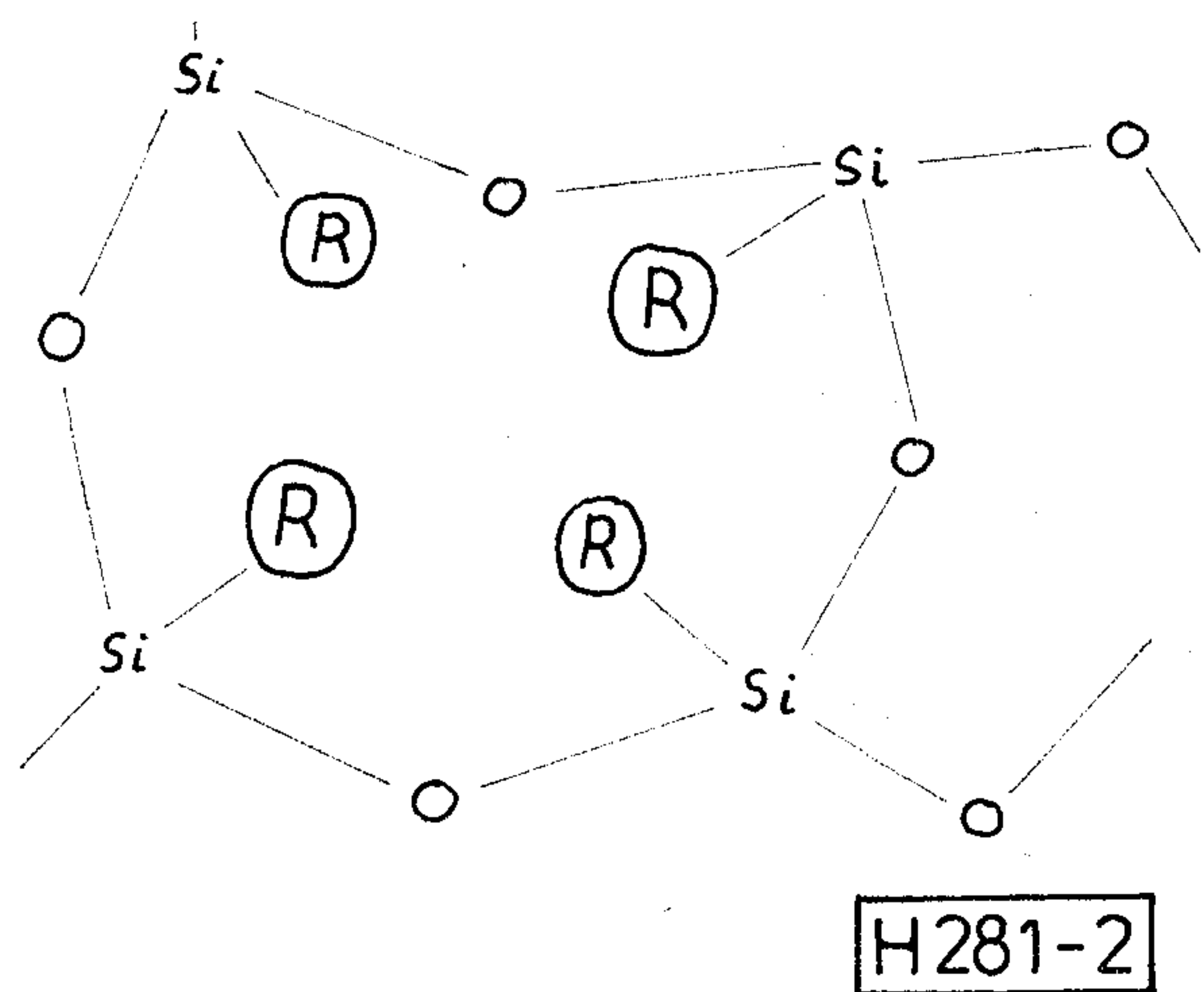
Beérkezett: 1986. XI. 5. (H)

érzékelőt tekintjük. Mindkét érzékelő típus lényegében egy kémiailag érzékeny rétegből és félvezetőből áll, a MOS jellegű érzékelőkben az érzékelő réteg és a félvezető élesen elkülöníthető, a homogén gázérzékelő ellenállás esetében az érzékelő réteg egyben félvezető is. A működés során az eszközt körülvevő közeg hat a felületen elhelyezkedő érzékelő rétegre, megváltoztatja annak valamilyen elektromos tulajdonságát, s ez a félvezetőből készült eszköz valamilyen jellemzőjében is változást okoz. Az eredmény a MOS eszközök küszöbfeszültségében illetve a homogén félvezető ellenállásában bekövetkező változás lesz.

MOS kémiai érzékelők

Az MOS kémiai érzékelők tekintetében a fejlesztés a vezérlőelektródára felvitt, kémiailag érzékeny anyagok területére irányul. Szerves anyagok és specifikus enzimreakciók felhasználásával szelektív bioérzékelő MOS tranzisztort készítettek [3], oldatokban való mérésre. Nátrium-alumínium-szilikát—szilícium-nitrid—szilícium-oxid rétegezett vezérlőelektród szerkezettel nátrium-ionokra szelektív érzékelőt készítettek [4].

A gázérzékelő MOS eszközök vezérlőelektródája rendszerint valamilyen katalitikusan aktív anyagból készül. Az elektróda alakjának megfelelő megválasztásával (strukturálás) nagyobb szerepet kaphat a működésben a gáz-vezérlőelektród-SiO₂ hármass határátmenet. Így olyan gázok érzékelésére is lehetőség nyílik, amelyek a vezérlőelektróda anyagán keresztül nem képesek áthaladni. Ilyen eszközre példa a bevágott Pd vezérlőelektródával készült MOS tranzisztor, amely szénmonoxid gáz érzékelésére használható [5]. Új lehetőség gázérzékelő tranzisztor készítésére az úgynevezett ORMOSIL (szerves gyökökkel módosított szilikát) alkalmazása. Az ORMOSIL szerkezetét a 2. ábra mutatja. Ezt az anyagot oldatból centrifugálással viszik fel a felületre, hasonlóan a fotoreziszt lakkozáshoz. A különböző szerves gyökök beépítésével valószínűleg más-más gázokra érzékeny MOS tranzisztorok készíthetők, a [6] szerzői a technikát kéndioxid érzékelő eszközön mutatták be.



2. ábra. Szerves gyökökkel (R) módosított szilikát szerkezeti vázlata

A gázérzékelő tranzisztor alaptípusa a Pd vezérlőelektródával készített MOS eszköz volt. További fejlesztése nemcsak a Pd réteg más anyaggal való helyettesítésével, hanem a Pd felületére felvitt módosító, szűrő anyaggal is lehetséges. Egy példa erre a zeolit réteggel borított Pd vezérlőelektródás MOS szerkezet [7]. A zeolit réteg a pórusok méretétől függetlenül nem befolyásolja az eszköz hidrogén iránti érzékenységét, de más gázok tekintetében a pórusok méretétől függően változik az eszköz viselkedése.

Gázérzékelő ellenállások

A gázérzékelő ellenállások felépítése és működése az elvi alapokat tekintve meglehetősen azonos, a konkrét megvalósítási forma azonban jelentős különbségeket mutat. Nem kétséges, hogy ezeknek az érzékelőknek piaci szempontból is sikeres alaptípusa a Taguchi szabadalmán nyugvó Figaro gázérzékelő, amely kerámiára szinterelt fém-oxidokból és katalitikusan aktív adalékokból készített gázérzékelő ellenállásból és egy fém spirálból áll. Ez utóbbi a megfelelő felületi hőmérséklet beállítását szolgálja. A Figaro érzékelőről (feltalálója után TGS-nek is nevezik) az évek során egyre több információ került napvilágra. Ezen a konferencián már nemcsak a korábbiak már ismert, az alkalmazást segítő tények és adatok szerepeltek, hanem — valószínűleg a hosszú kutatási és alkalmazási tapasztalatok következményeként — az eszköz működésére, összetételére és további fejlesztésére vonatkozó elképzelések is [8]. A fejlesztés két alapvető tényezője az érzékelési karakterisztikák befolyásolása a gázérzékelő SnO₂ ellenállás Pt, Pd, illetve egyéb anyagokkal való adalékolásával, illetve az etil-szilikát kötőanyag kifejlesztése, amely az eszköz hosszú élettartamának alapja. A fejlesztés során a tiszta, illetve adalékolat ón-dioxid érzékelő ellenállástól eljutottak a vas-oxid, a titán-oxid, a cirkonium-dioxid érzékelőig. E két utóbbi az úgynevezett lambda érzékelő alapanyaga, amely tüzelőanyag-oxigén arány érzékelésre alkalmas. A vas-oxid érzékelő kifejezetten városi gáz érzékelésére, az ón-dioxid érzékelő (az adalékolástól függően) poláros vagy csak egyszerűen éghető gázok és oldószer-gőzök kimutatására alkalmas. Japánban a gázfogyasztók mintegy fele, közel 20 millió háztartás használja ezeket az érzékelőket. Ennek is köszönhető a gázzal kapcsolatos, súlyos balesetek számának csökkenése. A további fejlesztési elképzelésekben helyet kapott a Si hordozón anizotróp marás segítségével kialakított igen kis elektromos fűtőtéljesítményt igénylő mikroérzékelő, és a monolit félvezető páratartalom érzékelő, amely integrált formában hőmérőt is tartalmaz.

Világosan kivehető tehát a folyamat amely a kerámia csövecskétől, a fűtőspiráltól és a szinterelési technológiától (TGS) a monolit félvezető technológiák felé mutat.

A TGS a technológiát és az érzékelő ellenállás szerkezetét tekintve a vastagréteg érzékelők közé sorolható. Vékony, — és vastagréteg ón-dioxid ecetsav-gőz iránti érzékenységét, az érzékelési

folyamat természetét vizsgálják [9] szerzői. A vékonyréteget ónréteg oxidálásával, a vastagréteget színtereléssel készítették. Az érzékenység maximumát mindkét esetben 600–700 K felületi hőmérséklet körül tapasztalták. Ez a felületi hőmérséklet egyébként a gázérzékelők nagy többségére jellemző.

Az ón-dioxid rétegek általában ellenállás csökkenést mutatnak éghető gáz jelenlétében, vagy oxigén hiányában, nem meglepő tehát, hogy oxidáló atmoszférában ellenállásuk növekszik. Vékonyréteg ón-dioxid érzékelőt készítettek nitrogén-dioxid mennyiségi meghatározására [10], integrált, fűtésre és felületi hőmérséklet mérésére szolgáló ellenállásokkal. Az eszköz már 2 milliomodrész NO_2 megjelenésére ellenállásának kétszeresére növekedésével válaszol.

Oxidált szilícium hordozón a félvezető technológia eszköztárának teljes bevetésével cink-oxid, titán-dioxid és ón-dioxid vékonyréteg érzékelőket készítettek DIL (dual-in-line) tokozással [11]. A háromféle réteget tartalmazó integrált érzékelővel hulladékvíz feletti levegő oxigéntartalmát vizsgálták.

Platina és palládium adalékolású bárium-titanát kerámiát is fel lehet használni gázdetektor készítésére [12].

Végeredményben a stroncium-titanát tömb is ellenállás jellegű, érzékelő melyben a térfogati oxigén-transzportot vizsgálták [13]. Ez azonban a fém-oxid érzékelők magas hőmérsékleten működő ($T > 1000$ K) családjába tartozik. Ezen a hőmérsékleten az érzékelés már nem egy felületi reakció és a kémiai változatlan tömb tartományok elektromos kapcsolatán alapszik, hanem az egész anyagmennyiség kémiai átalakulásán. Az ilyen érzékelőket általában oxigén mérésére használják.

A szelektivitás kérdése

A kémiai érzékelők körében kulcskérdés a szelektív érzékelés megvalósítása. Általában elmondható, hogy a felületen lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok hasonlósága miatt az egyes érzékelők az anyagok bizonyos csoportjaira érzékenyek, a csoport egyes elemeire esetleg nem azonos mértékben. Szinte valamennyi, az érzékekkel kapcsolatos előadás, illetve cikk kitér a szelektivitás kérdésére, legtöbbször abban az irányban, hogy az érzékelő felület bizonyos módosításával milyen irányban lehet befolyásolni az érzékenységet.

Érdekes elvi kérdés, hogy korlátozottan szelektív érzékelők segítségével hogyan lehet az egyes kémiai komponensek mennyiségét meghatározni. Ha az érzékelők karakterisztikaiban és az egyes komponensek kimenő-jelre gyakorolt hatásában a linearitás érvényesülne, akkor a probléma egy lineáris egyenletrendszer megoldására egyszerűsödne. Ez a linearitás azonban — különösen nagy koncentráció-tartományban és egymással is reagáló anyagok esetén — nagyon nincs meg, így a szelektivitás felé egészen más irányban kell lépni. A járható út az, hogy a több érzékelőből felépített rendszert hitelesíteni kell az összes számításba vehető összetevőre, és az összes, esetleg előforduló

keverési arányra. Az analizálni kívánt minta mérésekor az érzékelők kimeneti jeleit valamilyen módon össze kell hasonlítani a hitelesítéskor előre felvett kimeneti jelekkel. Az elvet különböző zeolit szűrőkkel ellátott, palládium fémezéssel készült MOS rendszeren [14], illetve hat, különböző anyagú (SnO_2 , WO_2 , ZnO) és aktiválása (Pd, Pt) ellenállás jellegű érzékelőből integrált eszközön [15] mutatták be. Ez utóbbi hat érzékelő egyes kőolaj-származékokra adott jeleit összehasonlítottak egy nyúl agyához kapcsolt elektróda rendszer jeleivel is. Ily módon különböző szag-osztályokat határoztak meg, amelyekbe az ismeretlen minta egy alakfelismerési algoritmuson keresztül besorolható.

A szelektivitás megvalósítása tehát még szorosabbra fűzi az érzékelők és a mikroelektronika, valamint a számítástechnika kapcsolását. A szag-osztályok jellemzőit nyilván tárolni kell, és a meghatározáshoz szükséges algoritmust is számítógép valósítja meg (félvezető táruk, mikroprocesszor).

Következtetések

Az automatizált rendszerek iránti igény és az ilyen rendszerek egyre olcsóbb hozzáférhetősége egyre nagyobb jelentőséget ad az olcsó, kisméretű, kisfogyasztású, egyszerű, könnyen a rendszerhez illeszthető vagy integrálható kémiai érzékelőknek. A mikroelektronika és az érzékelők fejlődése közötti technológiai és rendszertechnikai kölcsönhatások most értek be annyira, hogy rövid időn belül integrált érzékelő rendszerek megjelenése várható.

A téma előzményeiről és hazai eredményeiről a [16]–[19] magyar nyelven megjelent közleményekből tájékozódhat az érdeklődő olvasó.

I R O D A L O M

([1]–[15]: Sensoren-Technologie und Anwendung, VDE VERLAG GmbH, Berlin, 1986.)

- [1] H. Heywang: Intelligente Sensorsysteme in der Natur p. 9.
- [2] I. Ruge: Sensorik und Mikroelektronik, p. 24.
- [3] A. Nabauer, P. Berg, I. Ruge, F. Riedlberger: Ein Transducer für Biosensoren auf der Basis eines Feldeffekttransistors. p. 39.
- [4] M. Klein: Ionensensitiver Feldeffekttransistor mit Natrium-Aluminium-Silikatschicht zur Messung der Na^+ -Ionenkonzentration in wässrigen Lösungen p. 66.
- [5] K. Dobos und G. Zimmer: Gasempfindliche MOS-Strukturen p. 54.
- [6] H.-E. Enders, S. Drost, E. Obermeier: Gassensitive MOS-Feldeffekttransistoren mit Gate-Beschichtung aus Ormosil p. 60.
- [7] G. Horner, E. Lange, W. Albertshofer, F. Nuscheler: MOS-Gassensoren mit Zeolith-Filter-schichten p. 108.
- [8] K. Ihokura: Solid-state gas sensors in Japan p. 32.
- [9] U. Schnakenberg, W. Thoren, D. Kohl, J. Woitok, G. Heiland: Oberflächenreaktionen an SnO_2 -Schichten verschiedener Präparation beim Nachweis von Essigsäuredampf p. 73.

- [10] J. Lagois, H. P. Oepen und W. Hagen: Halbleitersensoren zur quantitativen Messung nitroser Gase p. 93.
- [11] U. Lampe, J. Müller: Integrierte Metalloxid-Gassensoren für die Messung von Sauerstoffkonzentrationen im Abwasser p. 87.
- [12] K. H. Härdtl, W. Kübler und J. Riegel: Die Detektion von Gasen durch katalytische Verbrennung an halbleitender BaTiO₃-Keramik p. 97.
- [13] K. H. Härdtl, A. Müller: Die Kinetik des Sauerstofftransports im Volumen oxidischer Gassensoren p. 103.
- [14] R. Müller: Gasanalyse mit nichtselektiven Sensoren p. 116.
- [15] Akira Ikegami, Masayoshi Kaneyasu and Kazuji Yamada, Mitsuro Ai: Olfactory detection using integrated sensor p. 122.
- [16] Mizsei János, Kolonits Pálné: Vastagrég technológiával megvalósítható gázérzékelők. Mérés és Automatika, 32. évf. 1984. 4. p. 143—146.
- [17] Mizsei János: Félvezető alapú kémiai érzékelők I.: Diódák és ellenállások, Fizikai Szemle, 1985. 5. p. 182—187.
- [18] Harsányi József: Fém-szigetelő-félvezető szerkezetű kémiai érzékelők, Fizikai Szemle, 1985. 5. p. 187—191.
- [19] Gádor Lajos: Félvezető alapú gázérzékelő alkalmazási lehetőségei a környezetvédelemben, Mérés és Automatika, 24. évf. 1976. 11. p. 416—419.

(Folytatás az 538. oldalról)

A rádiótechnikai, elektronikai és villamosipari termékek gyártása során a NYÁK-lemezekben levő furatok és a dielektrikumok fémmel való bevonására jelenleg igen bonyolult eljárásokat használnak, amelyek minimum nyolc műveletből állnak, így többek között szükség van drága komponenseket tartalmazó oldatokban való megmunkálásra is. A Szovjetunióban kidolgozott új eljárás az alábbiakból áll: Abból a célból, hogy a dielektrikum felülete vezetővé váljon, kristályos hőérzékeny rézvegyület-réteget visznek fel, amelyet aztán termikusan elbontanak. A reakció terméke olyan elektromos vezetést viztosít, amely elegendő a galvanikus réteg közvetlen növelésére.

A módszer kiküszöböli a drága fémpalládium felhasználását, mert helyette a felület aktiválására rezet használnak. Ezenkívül nincs ón-klorid oldatra, csökken az öblítések száma és a vízfogyasztás.

Az új technológia legfőbb előnye, hogy nem tartalmazza a kémiai úton történő rezezés munkaigényes műveletét. Mint ismeretes, a rézbevonat kémiai úton való kialakításához szükséges oldatok költségesek, olyan komponenseket tartalmaznak, mint a kálium- és nátrium-tartarát és más szerves komplexképzők. Az új technológia szerint a fémet közvetlenül viszik fel a felületre és ez a fém közönséges réz. Ennek következtében a metallizálás időtartama nagymértékben csökken és megnő a folyamat intenzitása. Az egyik szovjet üzemből az új módszer bevezetésének eredményeként a metallizálás technológiai sorának teljesítménye a galvánózással befejezve egy műszak alatt 120-ról 500 NYÁK-lemez elkészítésére növekedett.

Egy kétoldalú közepesen bonyolult (felület 2 dm², furatok száma 200) NYÁK-lemez elkészítésének munkaigénye 1,2 órától fél órára csökkent.

Az új módszer jobb minőségű fémbevonatot eredményez. Javul a lemezek megbízhatósága, mert a felület nem védett részein nem következik be a palládium kontakt kiválása. A fémbevonat alatt nem keletkeznek kavernák. A metallizált furatok a szokásos 3—5 helyett 12—20 újraforrasztást is kibírtak. Az új technológia bevezetése a NYÁK-lemezek készítéséhez szükséges hagyományos berendezésekkel megvalósítható. Mint-hogy nem szükséges a bomlékony palládium-oldatok és a kémiai bevonatképzés stabilitását biztosítani, a folyamat könnyen automatizálható. (Szovjet Export, 1986.)

A professzionális híradástechnikai berendezések NSZK piacának alakulása (millió USD-ban)

	1985	1986	1987
Adatátviteli berendezések	145	150	158
Fakszimile terminálok	54	63	71
Száloptikai hírközlő rendszerek	28	50	68
Belső kommunikációs (intercom) rendszerek	45	45	48
Navigációs segédesszközök radart kivéve	325	315	325

Nyilvános és privát személyhívó rendszerek	36	39	41
Radar (légi, tengeri, földi)	198	219	205
Rádió összesen	457	512	450
— műsorszóró berendezések	69	82	96
— mikrohullámú rendszerek	160	177	175
— mobil földi rendszerek	175	200	208
— műholdak földi állomásai	53	53	61
Hírátviteli rendszerek összesen	2753	2946	2996
— telefon és adat alközpontok (PABX)	803	763	790
— nyilvános telefon és adatközpontok	1025	1045	1088
— telefon és távíró átviteltechnika	925	1138	1118
Televíziós berendezések összesen	139	160	186
— műsorszóró (studio) berendezés (beleértve kamerákat, videó studiómagnókat és monitorokat)	54	60	66
— zártláncú TV (beleértve az ipari oktatási és orvosi alkalmazást is)	85	100	120
Híradástechnikai (professzionális) berendezések összesen	4180	4499	4628

(Elektronics, 1987. január 22.)

Az integrált digitális hírközlő rendszerek (ISDN) területén a Siemens cég nem csupán a hálózatok, hanem a kapcsolódó mérő és vizsgáló berendezések fejlesztésében is aktívan részt vesz. A K1195 típusú protokoll tesztter egy szabadon programozható és interaktív adatanalizátor és így különösen jól használható ISDN interfészek vizsgálatára. Az ISO referencia modell összes rétegét lefedő szinkron, aszinkron és izosinkron, bit vagy karakter orientált átviteli és telematikai protokollok átfogó valósídejű vizsgálatára, szimulációjára és emulálására alkalmas. Előnyös tulajdonsága az egyszerű kezelhetőség (fa struktúrájú menü rendszer). Egy kis ízelítő az egyre bővülő vizsgáló és emulációs program választékából: X. 21, X. 25/HDLC, Teletex, SNA/SDLC és ISDN D csatorna protokollok. A képernyő szerkesztő program és a FORTH compiler segítségével a gyakorlott felhasználók maguk is elkészíthetik vizsgáló programjukat. A mért adatok a beépített, nagyfelbontású színes monitoron jeleníthetők meg. A maximális adatátviteli sebesség jelenleg 128 Kbit/s, de ennek növelését tervezik. A VME buszos hardver architektúra alapja 3 db MC 68000 mikroprocesszor (8 MHz óráfrekvenciával), bővíthető, alapkiépítésben 768 Kbyte RAM 2×0,8 Mbyte mikroflop (3,5"), de Winchesteres változatot is terveznek. (Siemens Press Release, 1986.)

Mikrohullámú célra történő gőzfázisú GaAs epitaxiális növesztés az MTA MFKI-ban

DR. GYÚRÓ IMRE, SOMOGYI KÁROLY, NEMCSICS ÁKOS,
MÉSZÁROS ISTVÁN
MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete



ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka röviden ismerteti az MTA MFKI-ban a mikrohullámú célra történő GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztés területén végzett tevékenységet és annak eredményeit. Tárgyalásra kerülnek az alkalmazott módszer alapkérdései, a berendezésünkben végrehajtott kísérletek eredményei, az azokból levont következtetések, valamint példákat mutatunk be az egyes rétegszerkezetek tipikus koncentrációeloszlás profiljára.

1. Bevezetés

A működési frekvencia növelésével (10 GHz felett) a GaAs alapú félvezető eszközök elterjedése figyelhető meg. Azonban ezen mikrohullámú eszközök mindegyike (Gunn-, Schottky-, varaktor dióda, MESFET) az elektromos tulajdonságok speciális mélységi-eloszlását követeli meg. E követelmények kielégítésére különféle fizikai és kémiai epitaxiális rétegnövesztő módszereket fejlesztettek ki.

2. Kísérleti munka

Intézetünkben laboratórium alakult a rétegszerkezetek előállítására és minősítésére. Ez magába foglalja a kloridos transzporton alapuló [1–5] növesztő berendezést (1. ábra) és kiszolgáló egységeit, valamint a rétegszerkezetek minősítésére szolgáló galvanomágneses és C–V mérési eljárásokat is. Ezen módszerek segítségével lehetőségünk van 0,2–20 μm vastagságú epitaxiális rétegek növesztésére különféle GaAs egykristály hordozó lapkára. Reprodukálhatóan -eszközkészítés, illetve kísérleti célokkal — a fenti rétegekből akár 20–30 is növeszthető egymásra.

Munkánk során a már említett Schottky-, Gunn-, varaktor diódák, MESFET tranzisztorok készítésére

DR. GYÚRÓ 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 növesztése (Gunn-Schottky-diódák kissorozatú gyár-

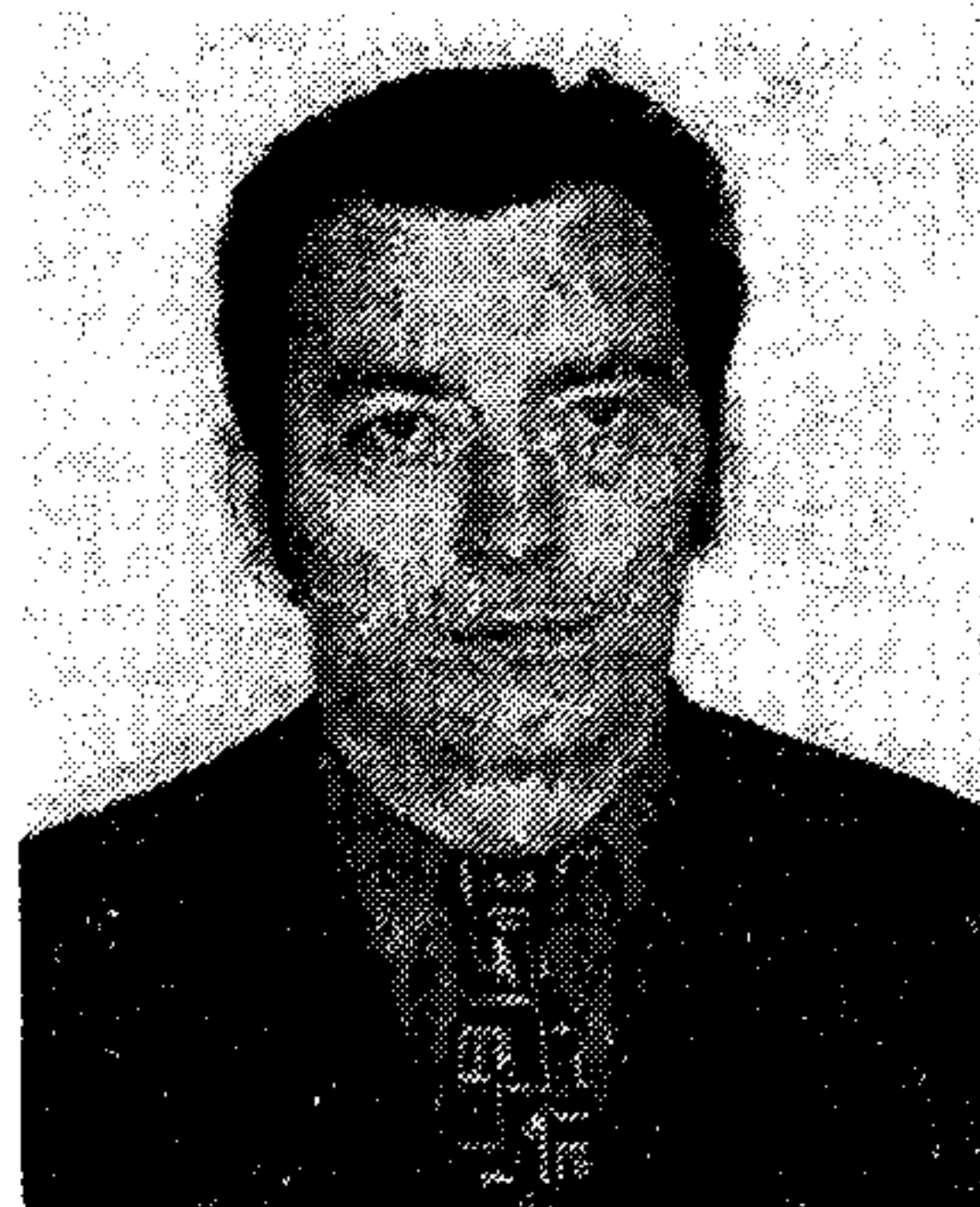
tására szolgáló rétegszerkezetek növesztése, technológia fejlesztése, új eszközök (MESFET, varaktor) rétegszerkezteinek kidolgozása). Részt vett a szovjet–magyar közös űrrepülés során (1970. máj. 26–jún. 3.) végrehajtott Eötvös-program kidolgozásában, megvalósításában. Tagja volt a repülésirányító központba kiküldött magyar szakértői delegációnak. 1986-ban a BME-n egyetemi doktori fokozato szerzett.

sére alkalmas rétegszerkezeteket készítünk. Az első három eszköz tipikus szabad töltéshordozó-koncentráció mélységi eloszlását (profilját) mutatjuk be a 2., 3. és 4. ábrákon.

A technológia fejlesztése során végzett munkánk az alábbi területekre terjedt ki:

- Gunn- és Schottky-diódák készítésére alkalmas rétegszerkezetek növesztésének reprodukálhatósági vizsgálata,
- gázáram-menti homogenitás vizsgálata. A növesztési paramétereknek (hőmérsékleti gradiens, gázáramlási sebességek) a rétegvastagság homogenitására gyakorolt befolyása, illetve az itt fellépő jelenségek értelmezése,
- a puffer-aktívréteg átmenet meredekségét befolyásoló tényezők vizsgálata.

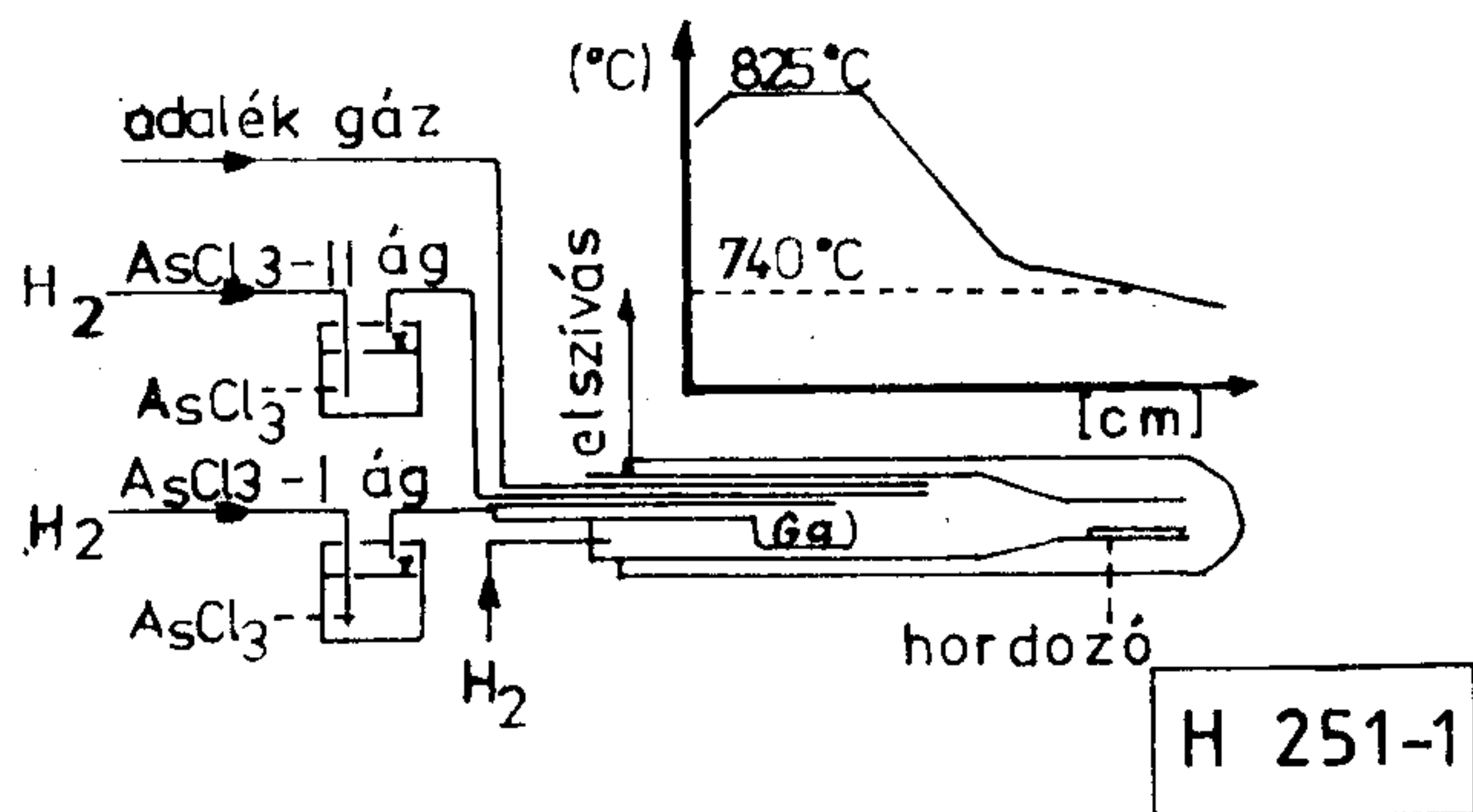
A növesztés során lezajló fizikai és kémiai folyamatok jobb megértése érdekében megkezdjük a számítógépes modellezési eljárás kidolgozását.



SOMOGYI KÁROLY

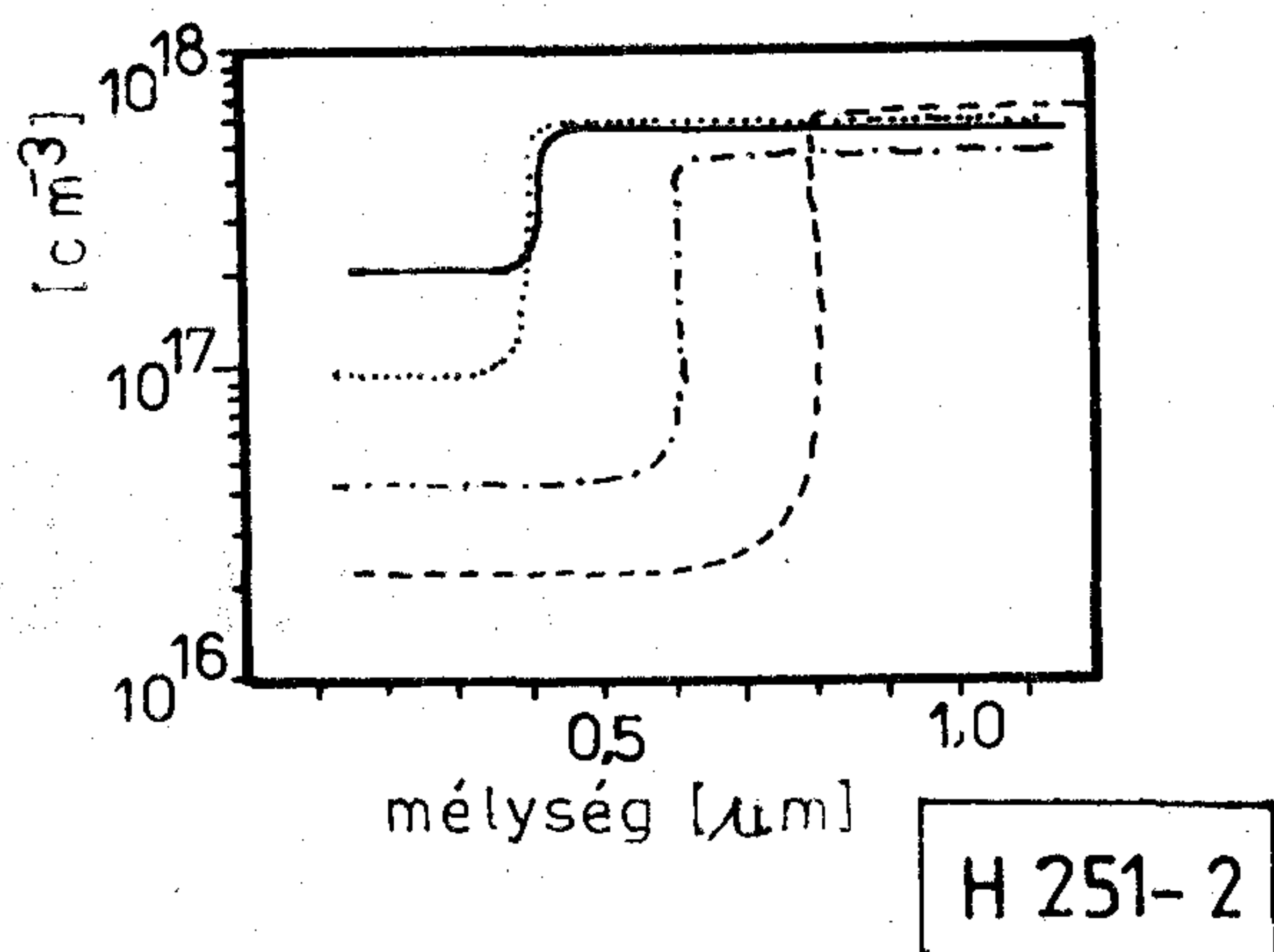
1967-ben a Kijevi Műszaki Egyetem félvezetők és dielektrikumok szakán

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/Te/-/ képezte a kutatások tárgyát, az elmúlt 8 évben a GaAs és annak epitaxiális szerkezei. Ezen témákból 35 tudományos dolgozata jelent meg külföldi folyóiratokban. Beosztása tudományos osztályvezető.

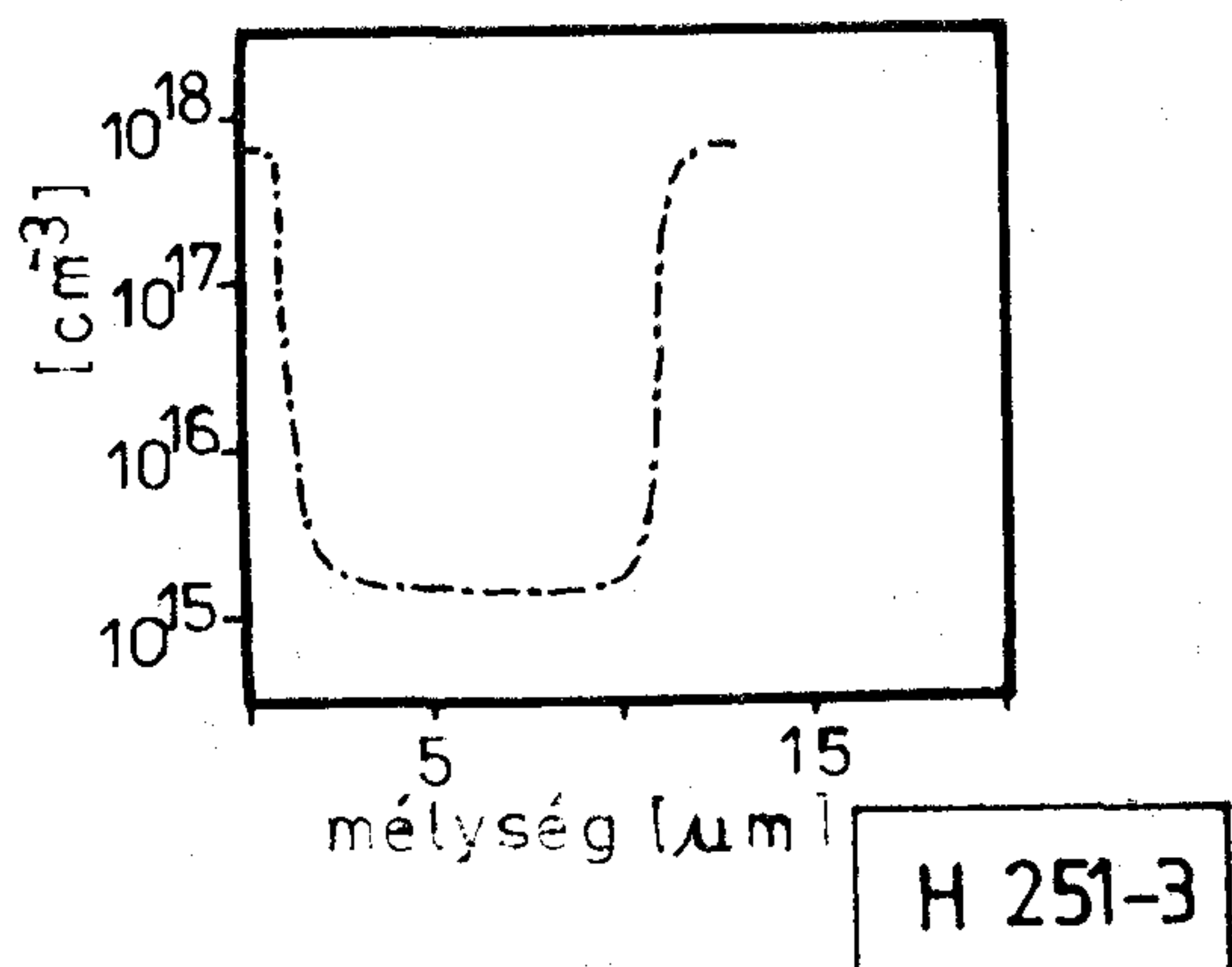


1. ábra. A növesztőberendezés vázlata

Beérkezett: 1986. VIII. 25. (H)



2. ábra. Schottky-dióda készítésére alkalmas rétegszerkezetek tipikus szabad töltéshordozómélység profilja



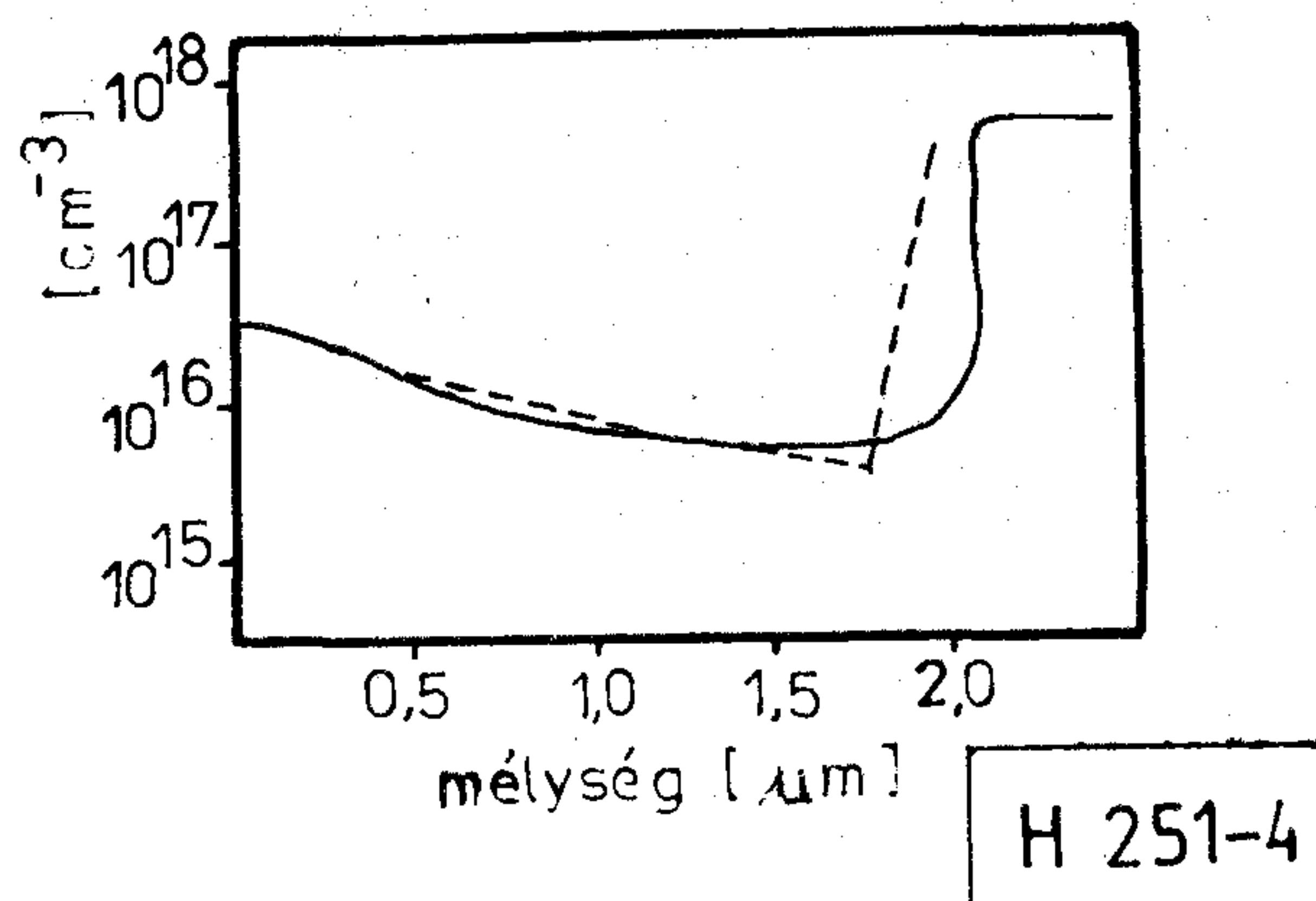
3. ábra. Kontaktus réteggel ellátott Gunn szerkezet szabad töltéshordozó-koncentráció-mélység profilja

Első eredményeink jó egyezésben vannak a kísérleti adatokkal.

3. Kísérleti eredmények

A növekedési sebesség és az adalékanyag beépülésnek a különböző technológiai paraméterektől való függése hasonló az irodalomban publikálthoz [1—2]. (Jól megkülönböztethető a kinetikus (alacsonyabb hőmérsékleten) és a termodinamikai (magasabb hőmérsékletek esetén) tartomány [3—5]. A növekedési sebesség mértéke is jó egyezésben van az irodalmi adatokkal [3—5].)

A vizsgálatok azonban jelzik berendezésünk — reaktor-geometriából adódó — sajátosságait is. Egyik ilyen jelenség a növekedési sebesség — AsCl_3 —I ágban lévő áramlási sebesség összefüggése, amely maximumot mutat. Ennek a magyarázata, hogy az AsCl_3 és H_2 reakciójaként keletkező sósav egy bizonyos áramlási sebesség fölött egyre kisebb arányban tud reagálni a Ga forrás felületén kialakuló GaAs kéreggel. Ily módon a leválási zónába bejutó sósav mennyisége az áramlási sebességgel növekszik. Ez a fölös mennyiségű HCl a növekedési sebességet és az adalékbeépülés mértékét csökkenti. (Ez utóbbi jelenség felhasználható a háttér-szennyezettség szintjének csökkentésére.)



4. ábra. Varaktor dióda készítésére növesztett szerkezet szabad töltéshordozó-mélység profilja a — számított, tervezett profil b — növesztett, mért profil

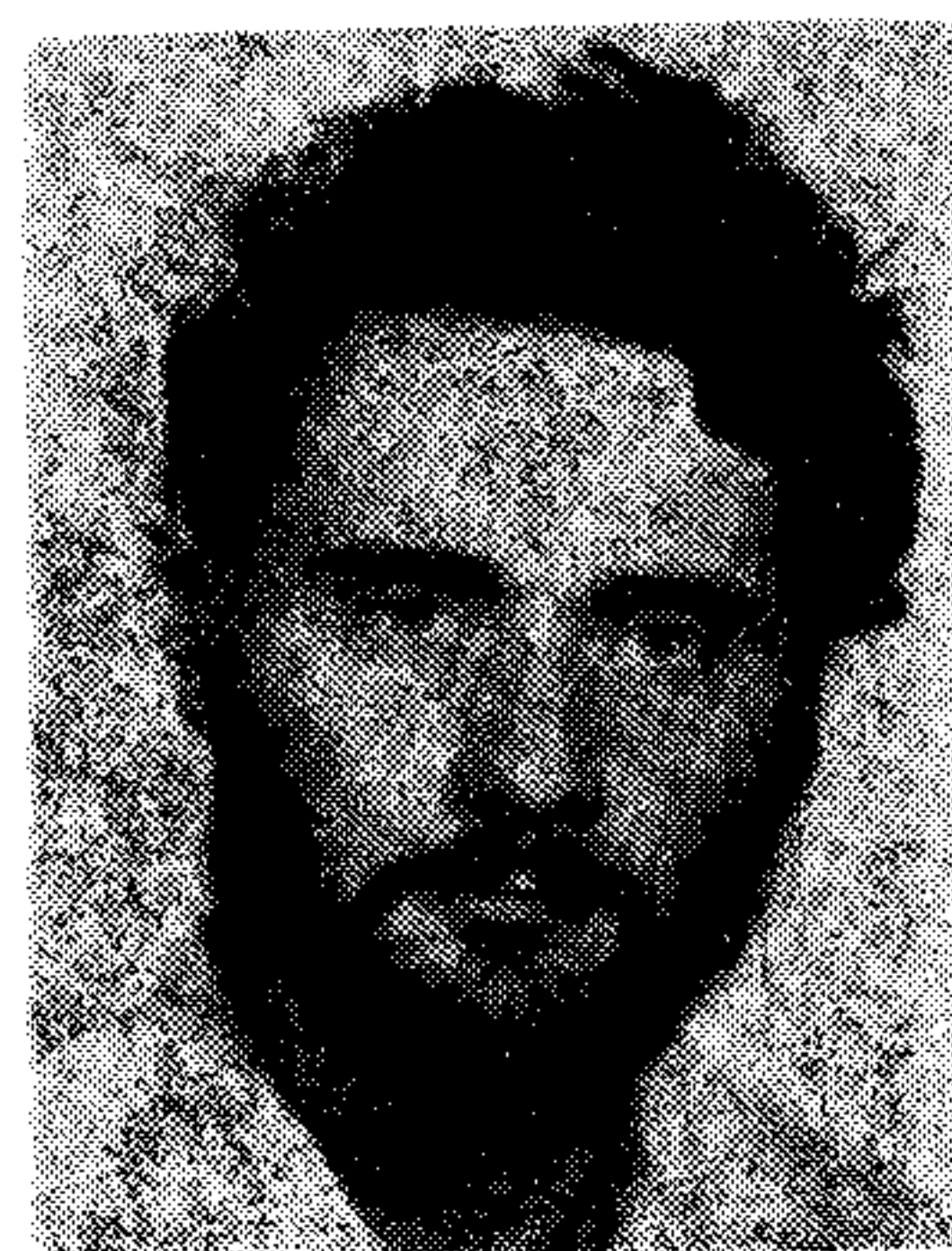
A fent említett csökkenő tendencia jelentkezik, amennyiben közvetlenül a leválási térbe HCl-t juttatunk. Ezt a jelenséget felhasználjuk sorozat-növesztéseinknél a meredek HI—LO átmenetek készítésére.

Az eszközkészítés szempontjából lényeges követelmény a szeletmenti homogenitás. Mivel rétegeinket a már említett termodinamikai tartományban növesztjük, e tartományban vizsgáltuk a homogenitás alakulását. Ennek eredményeként optimalizálhatóak voltak a növesztési paraméterek. Megállapítható volt az is, hogy a $\pm 5\%$ inhomogenitásnál kisebb érték a berendezés átalakítása nélkül nem érhető el. Vékony rétegek növesztése esetén (mint pl. a MESFET szerkezet) azonban lehetőség nyílik a homogenitás javítására az alacsonyabb hőmérsékletű (kinetikus) tarto-



MÉSZÁROS ISTVÁN

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai szakán folytatta „B” Műszaki Fizika Ágazaton. Diplomamunkáját 1985-ben készítette az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében, témája a GaAs gőzfázisú epitaxiális növesztés számítógépes modellezése volt. Végzése óta az említett intézetben dolgozik. Feladata a GaAs rétegszerkezetek epitaxiális növesztése és a technológia fejlesztése.



NEMCSICS ÁKOS

Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai szakán végezte. Diplomamunkáját 1983-ban készítette. Témája: Kisebbségi töltéshordozó élettartam mérése Si alapú fényelemeken. Végzése óta az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében dolgozik. Epitaxiális rétegszerkezetek minősítésével foglalkozik.

mányban történő növesztés segítségével. Ezek a vizsgálatok megkezdődtek, s az első eredmények igazolták várakozásunkat.

Az elvégzett nagyszámú kísérlet lehetőséget teremt számunkra a rétegszerkezetek minőségének javítására és új típusú szerkezetek kifejlesztésére. Ennek során megvalósíthatóak speciális, előre tervezett változó adalékolású profilok is. E területen két fejlesztési eredményünk a már említett varaktor (4. ábra) és a változó adalékoltságú aktív réteggel rendelkező Gunn-szerkezet, amelyek eszközkészítésben is sikeresen alkalmazásra kerültek.

Problémát jelent azonban, hogy a változó koncentrációjú rétegek növesztése sok kézi munkát igényel. Az előkészítés során a növekedési sebesség és az adalékolás kalibrációs görbéit fel kell venni, a növesztés tervét pedig kis lépésekre bontva 'kell felépíteni. A berendezés adottságai miatt a növesztés során az adalék mennyiségének változtatását kézzel kell megvalósítani. Emiatt a berendezés számítógépes vezérlésének kialakítását tervezzük.

Az epitaxiális rétegszerkezetek növesztése területén, a fentiekben ismertetett tevékenységünk

eredményeként, a technológia folyamatairól rendelkezésünkre álló ismereteink elmélyültek illetve átfogóbbá váltak. Ez pedig lehetőséget teremtett az új típusú rétegszerkezetek kifejlesztésére, illetve a kissorozatú gyártás megvalósítására.

I R O D A L O M

- [1] *M. Heyen, P. Balk*: Epitaxial Growth of GaAs in Chloride Transport Systems. Prog. Cryst. Growth Charact. vol. 6., (1983) pp. 265—303
- [2] *D. W. Shaw*: Influence of Substrate Temperature on GaAs Epitaxial Deposition Rates. J. Electrochem. Soc. vol. 115., (1968), pp. 405—408
- [3] *I. Gyuró, T. Görög, K. Somogyi*: Vapour Phase Epitaxial Growth of GaAs Structures. Symposium on Electronics Technology 16—19 April. 1985. Budapest. Proc. vol. I. pp. 137—144
- [4] *I. Gyuró, K. Somogyi, A. Nemcsics*: Homogeneity Investigation in the GaAs VPE System. Seventh Czechoslovak Conference on Electronics and Vacuum Physics, Bratislava, 1985. Book of Abstracts. p. 140
- [5] *T. Görög, I. Gyuró, K. Somogyi*: The preparation of GaAs Structures for Different Devices with Chloride Transport. HCCG—3. 19—21 Sept. 1983. Budapest. Abstracts p. 16.

Beszéljen velünk, mielőtt legközelebb konferenciát szervez!

A Delta Tours Utazási és Rendezvény Iroda elvégzi mindazt, amire Önöknél nincs külön szakember.

Biztosítjuk a rendezvények számára az összes szakmai, technikai feltételt. Szállással, programokkal és teljes ellátással állunk vendégeink rendelkezésére.

Számíthat ránk abban is, ha valamilyen vállalati összejövetelt, közgyűlést kíván rendezni. Rendezünk fogadásokat, előadásokat, banketteket, ötletrohamokat is.

1027 Budapest, Fő u. 68.

Tel.: 354-115

Bízza ránk





KONTAKTA

1725 Budapest, Pf. 16.

Telefon: 279-200

Telex: 22-4399

KONTEX MIKROKAPCSOLÓ CSALÁD

A mikrokapcsolók a vezérléstechnika, az irányítástechnika, az automatizálás igen fontos elemei. Jellemzőjük a nagy mechanikai élettartam és emellett a viszonylag nagy elektromos teljesítmény kapcsolása. A mikrokapcsolóknál az is alapvető követelmény, hogy a működtetéshez szükséges kis erő és a kapcsolás létrehozásához meghatározott út az élettartam során csak minimális mértékben változhat meg.

A mikrokapcsolókra — többek között — jellemző követelmény az is, hogy ha igen lassú a működtetés, akkor is pillanatszerűen kell megtörténnie a kapcsolásnak. Ilyen eset pl. a hőtáguláson alapuló, ikerfém elemű működtetett elmozdulás.

A felsorolt különleges jellemzők meghatározásait, a mikrokapcsolókkal szemben támasztott követelményeket, vizsgálati előírásokat, világsszerte szabványelőírások szabályozzák.

A mikrokapcsolókra vonatkozó nemzetközi szabványelőírás az IEC 163-1 és ennek kiegészítő publikációi IEC 163-1A és a 163-1B. Az ezekben meghatározott általános követelmények mellett az illetékes munkabizottságok foglalkoznak a konkrét termékszabványok kidolgozásával is.

Általános hazai vonatkozású szabványelőírás az MSZ 05 61. 6101 számú „Érzékeny mikrokapcsolók, Általános követelmények és vizsgálati módszerek. Ezenkívül az egyes típusokra magyar termékszabványok is rendelkezésre állnak.

Nemzetközi viszonylatban a különböző rendeltetéseknek és felhasználási céloknak megfelelően igen nagy választékban állítanak elő mikrokapcsolókat.

A Kontakta ebből a nagy választékból azoknak a típusoknak a gyártását valósította meg, illetve szerepelteti a fejlesztési terveiben, melyek a hazai felhasználók körében a legkeresettebbek. Méretek szerinti sorrendben a következő típusokat sorozatban gyártjuk, illetve fejlesztésükkel foglalkozunk:

A KONTEX mikrokapcsoló család fejlesztése jelenleg folyik. A Pn 2-1 típusú, normál méretű mikrokapcsoló család tagjait sorozatban gyártjuk.

A Pt 2-1 típusú, törpe méretű mikrokapcsoló család 10 A-es változata már sorozatban készül, a 16 A-es változat fejlesztése befejezés előtt áll.

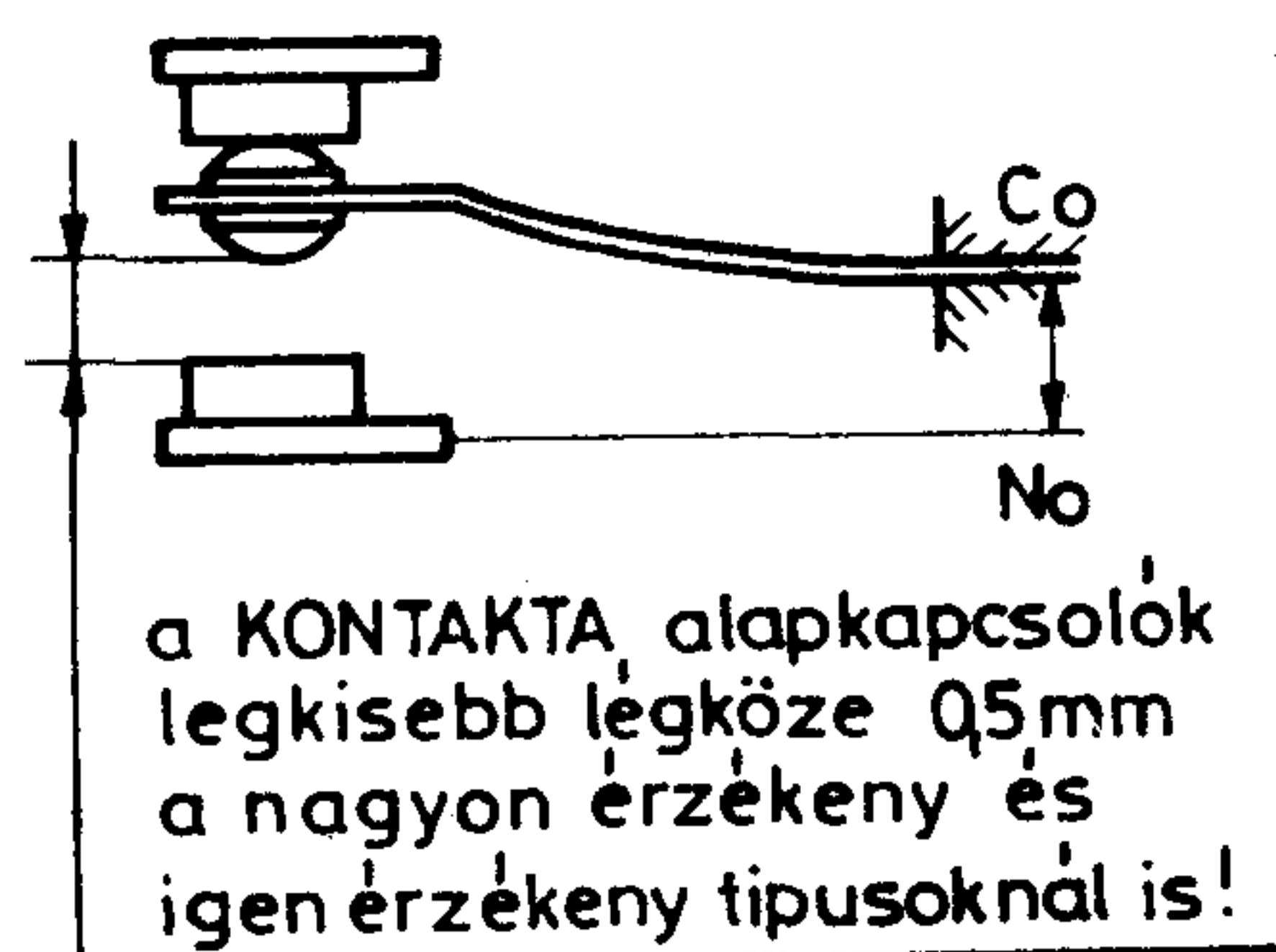
A Pm 2-111 típusú, miniatűr méretű mikrokapcsoló család tagjait sorozatban gyártjuk.

A KONTEX MIKROKAPCSOLÓ CSALÁD RÉSZLETES ISMERTETÉSE

A Kontakta folyamatosan figyelemmel kíséri az azonos profilú vezető külföldi cégek fejlesztési tendenciáit és a felhasználói terület bővülését. Ennek eredményeképpen indította el a Pn 2-1 típuscsalád korszerűsítését célzó fejlesztési munkát. A fejlesztés során sikerült olyan megoldást alkalmazni, melyek egyes paraméterek vonatkozásában versenytárs nélküliek (légköz megnövekedése, kis mozgáskülönbség, nagy érzékenység, teljesítményadatok növelése).

A kapcsolók házai nagy hőmérséklet-változást elviselő műanyagból készülnek, és ezért mind a nagy, mind a kis hőmérsékleten is jól megtartják kedvező szilárdsági és elektromos tulajdonságaikat. A kapcsolók átpattanó szerkezete új konstrukciós kialakítással, nemesített berilliumbronz ötvözetből készül.

Az új átpattanó szerkezet a szokványos konstrukcióhoz képest előnyösen javítja a Kontex kapcsolók működési tulajdonságait és teljesítményadatait. Így a kapcsolóknál a kis mozgáskülönbséghez (nagy érzékenységhez) nincs szükség 0,2–0,25 mm-es szűkített légközre (1. ábra). A nagy értékű érintkező erő lehetővé teszi az érzékenység mellett a teljesítményadatok növelését is.



1. ábra.

Az új konstrukciós megoldás eredményeként a Kontex kapcsolót a hosszú mechanikai és elektromos élettartam, a kapcsolási helyzet pontossága és a kis mozgáskülönbség mellett, nagy kapcsolási teljesítmény jellemzi.

A fejlesztés során nagy súlyt helyeztünk a technológiai folyamat kialakítására, a szigorú gyártásközi és végellenőrzésre.

A Kontex mikrokapcsoló család fejlesztésénél figyelembe vettük a robbanásbiztos kivitel iránti igényeket is, és elkészítettük ennek a családnak a robbanásbiztos toko-

zott változatát. E felhasználási terület szigorú igényeit kielégítő robbanásbiztos Kontex mikrokapcsolók fejlesztési munkái jelenleg folynak, majd ezt követően kerül sor a gyártás feltételeinek megteremtésére.

A robbanásbiztos tokozású mikrokapcsolók konstrukciós lehetőségeit vizsgálva, a Kontakta kifejlesztette a család teljesen hermetikusan zárt változatát is. Ez a típus a szokásos megoldástól eltérően igen kis méretű – a Vasipari Kutató- és Fejlesztő Vállalat által kifejlesztett – permanens mágnesekkel kialakított működtető szerkezettel készül.

A mágnesműködtetés kapcsoló, a műgyantával kitöltött kábelvégcsatlakozás és tokozás egyedülálló biztonságot nyújt, mivel hermetikusan zárt, a legveszélyesebb helyeken alkalmazható.

A robbanásbiztos tokozású kivitel kielégíti a legmagasabb fokozatú védelem követelményeit is. Ez a kivitel további előnyöket nyújt oly módon is, hogy a kapcsoló megbízhatóságát befolyásoló nedvesség, vagy az érintkezők korrózióját előidéző közeg nem kerülhet a kapcsolókamrába.

A működtető „tömítésnek” e konstrukciónál alkalmazott kialakítása a gumi- vagy akár fémmembrános tömítésekkel szemben igen jelentős előnyöket nyújt, mivel nem befolyásolja a kapcsoló karakterisztikáját a külső nyomásváltozások hatására sem gáz, sem folyadék nyomásváltozás esetén. A „tömítés” nem használódhat el, hermetikus zártsága a kapcsoló teljes élettartamát túléli.

A Kontex mikrokapcsolónál alkalmazott új átpattanó-szerkezet konstrukcióját és a mágnesműködtető szerkezetet szolgálati szabadság védi.

Az alapkapsolók különféle működtető szerkezetekkel történő felépítése, valamint ezek robbanásbiztos tokozása széles körű típusváltozat kialakítását teszi lehetővé.

Valamennyi típusváltozat készül csavaros bekötésű és forrfüles kivitelben is. A kapcsolók $\varnothing$ 3,5 mm-es csavarokkal vagy csapokkal szerelhetők fel a kapcsolóházon található furatok felhasználásával. Egyes típusváltozatok központos felerősítésre alkalmasak a kapcsolóval szállított M 12X0,75 menetű nyak segítségével. Ezek a kapcsolók $\varnothing$ 12,2 mm szerelőfurattal, max. 3 mm vastagságú lemezre szerelhetők fel. Más típusok közlőművel ellátott szerelőlemez kivitelben készülnek. A szerelőlemez típusváltozatoknál a szerelőlemez lehetővé teszi a kapcsoló kétféle, bal-, illetve jobbos kábelvezetését, megkönnyíti a kapcsolási helyzet beállítását, és el van látva földelőkapoccsal is.

A szerelőlemez kapcsolók közlőművel felszerelt változatai igen sokoldalú alkalmazási lehetőséget nyújtanak. A közlőművek a működtető tengely körül 30° -onként elforgathatóan szerelhetők, helyzetüket csapok biztosítják a lemazanyák meghúzása után. Mivel a kapcsolót a közlőművel együtt kétféle helyzetben – a szerelőlemez szimmetriatengelyére aszimmetrikusan – lehet felszerelni, lehetőség van a közlőmű működtető karjának tetszés szerinti irányú működtetésére.

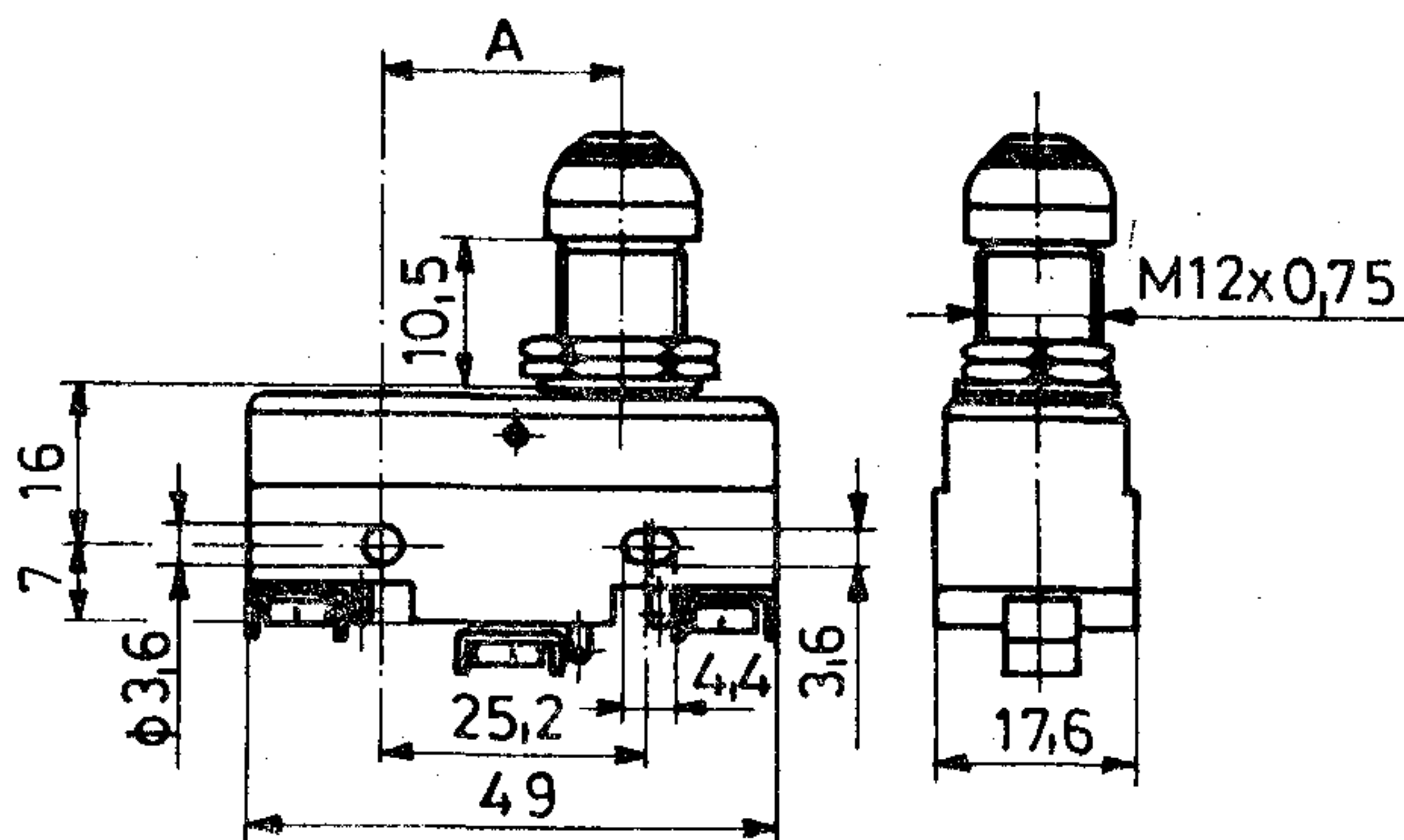
15 ÉS 20A-ES ALAPTÍPUSOK MŰSZAKI ADATAI		
JELLEMZŐK	15A-es	20A-es
	ALAPKAPCSOLÓ	
Névleges feszültség	380 V _{eff}	380 V _{eff}
Névleges áramerősség	15A	20A
Próbafeszültség érintkezők között egyéb helyeken	1200 V _{eff} 50 Hz 2000 V _{eff} 50 Hz	
Szigetelési ellenállás	min. 100 Mohm	
Érintkezők átmeneti ellenállása	max. 20 mohm	
Elektromos élettartam (az MSZ 05-61.6101 vizsgálati feltételei szerint)	min. 10 ⁴ kapcs. ciklus	
Mechanikai élettartam	min. 20 x 10 ⁶	10 x 10 ⁶
Környezetállósági kulcsszám (MSZ 8887/3 szerint)	55/085/21	
Működtető sebesség	0,01 mm/s ... 1 m/s	
Mechanikai kapcsolási gyakoriság	max. 240/min.	

Budapest XX., Helsinki út 51-53. H-1201
Telefon: 279-200* Telex: 22-4399

A 2-től . . . 11-ig terjedő ábrák a gyártásra tervezett széles típusválasztékból mutatnak be néhányat. A táblázatokban pedig ismertetjük a 15 A-es, 20 A-es alaptípusok és a tokozott, illetve robbanásbiztos tokozású változatok műszaki adatait.

"A" = 15A-es változatnál 23,3
20A-es változatnál 19,0

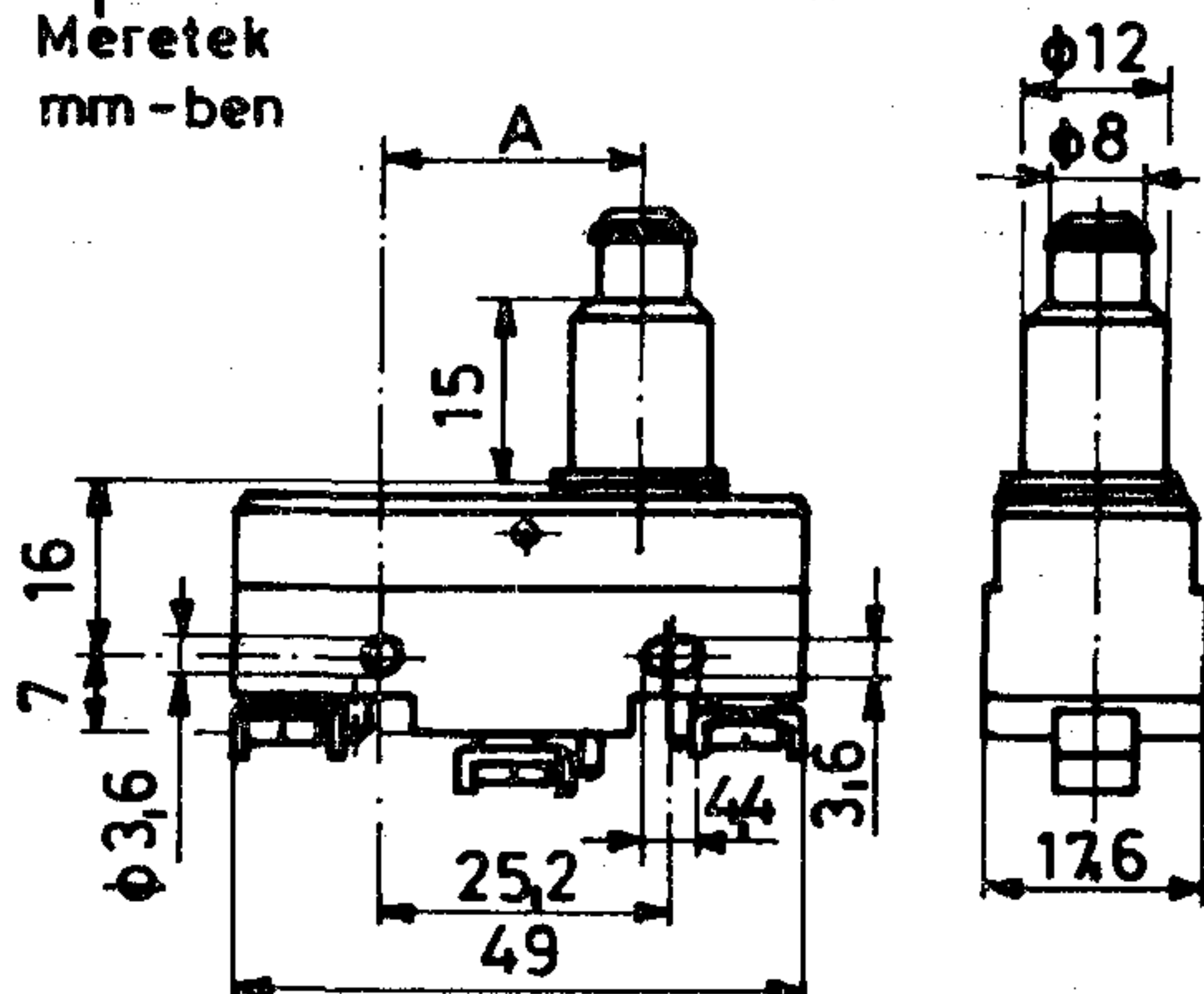
Méret mm-ben



2. ábra. Tömített rugózó nyomócsapos, központi felerősítésű alapkapszó

"A" = 15A-es változatnál 23,3
20A-es változatnál 19,0

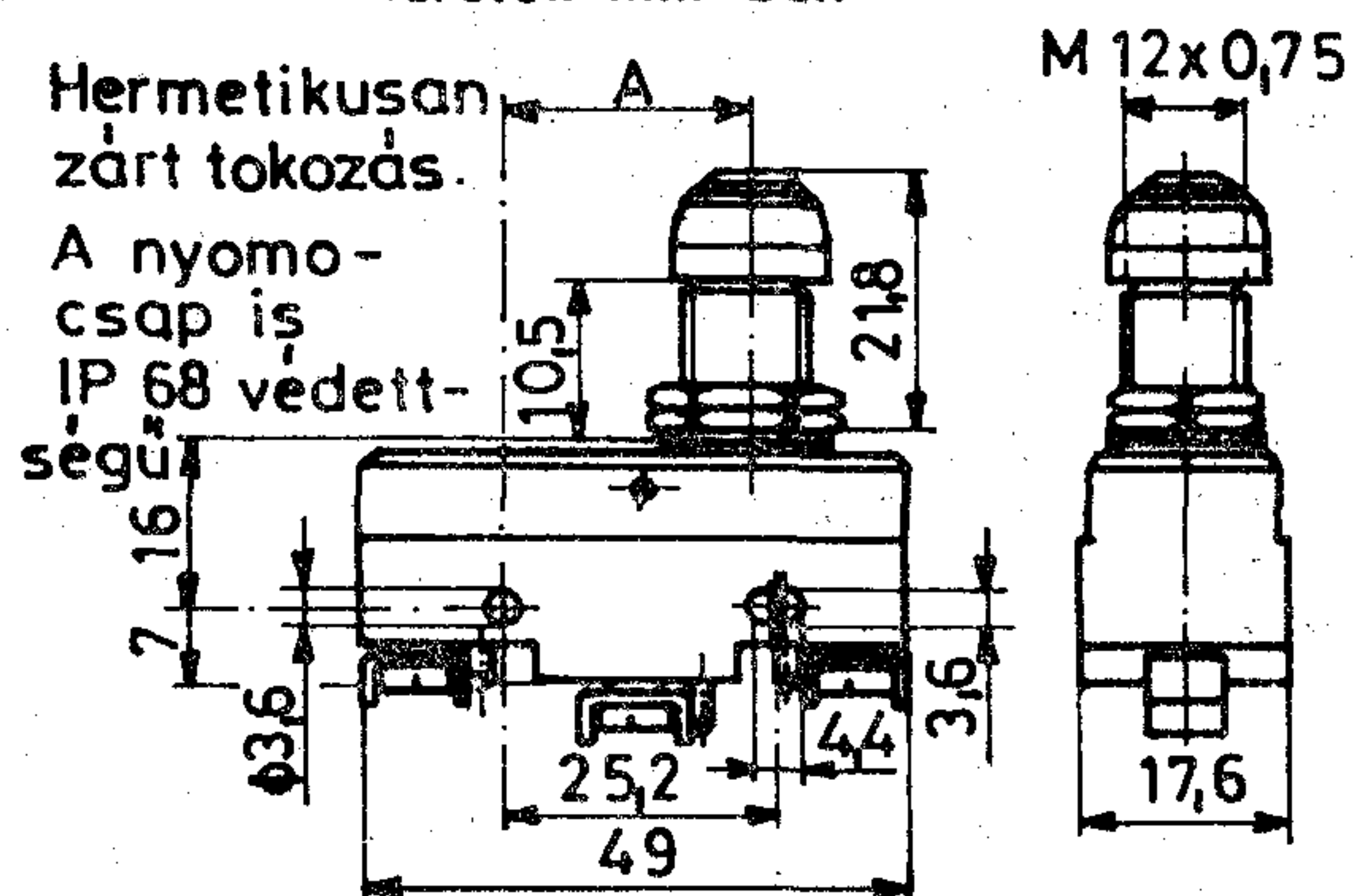
Méret mm-ben



3. ábra. Rugózó nyomócsapos, bilincsszerelésű alapkapszó

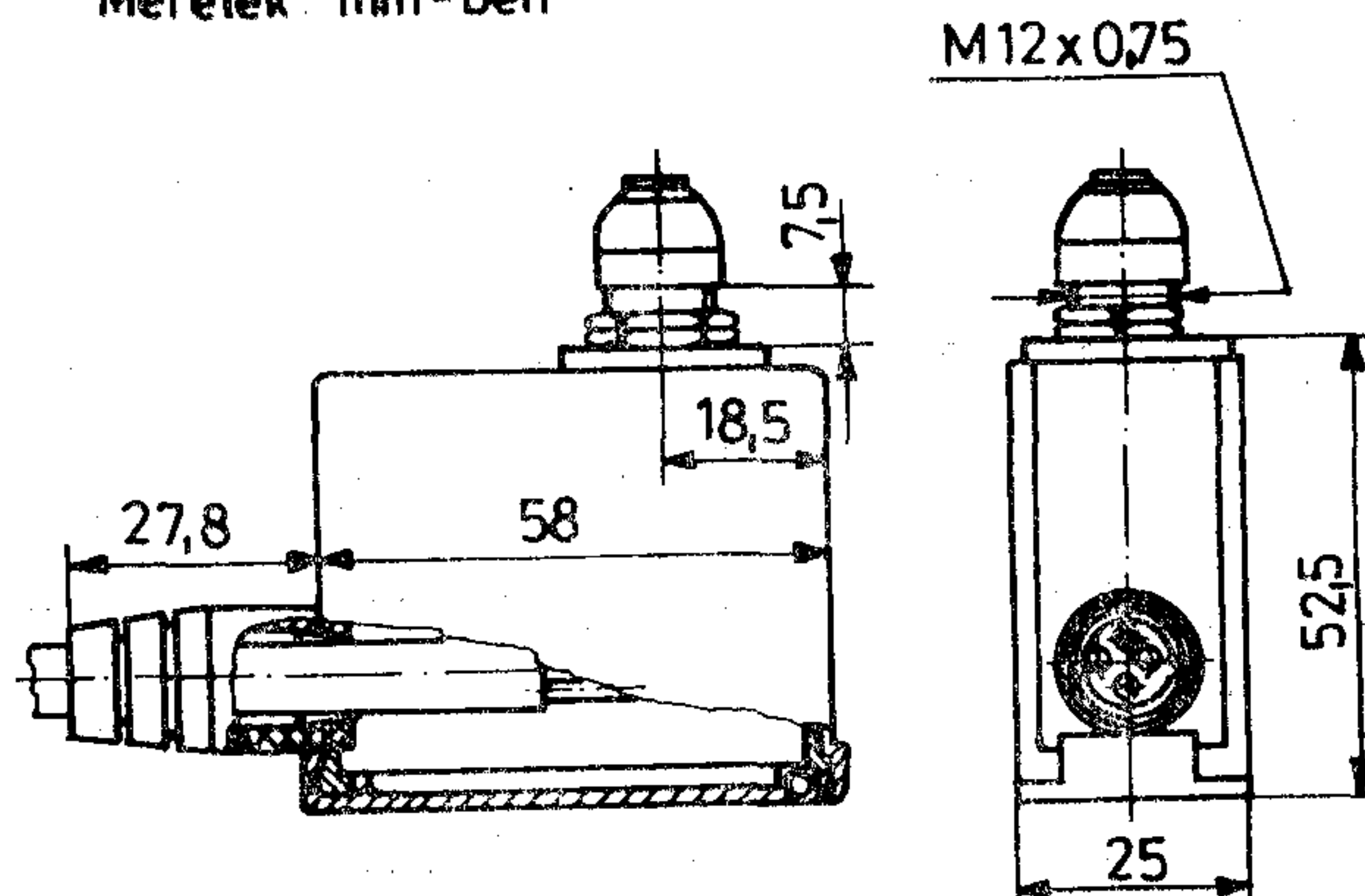
"A" = 15A-es változatnál 23,3
20A-es változatnál 19,0

Méret mm-ben



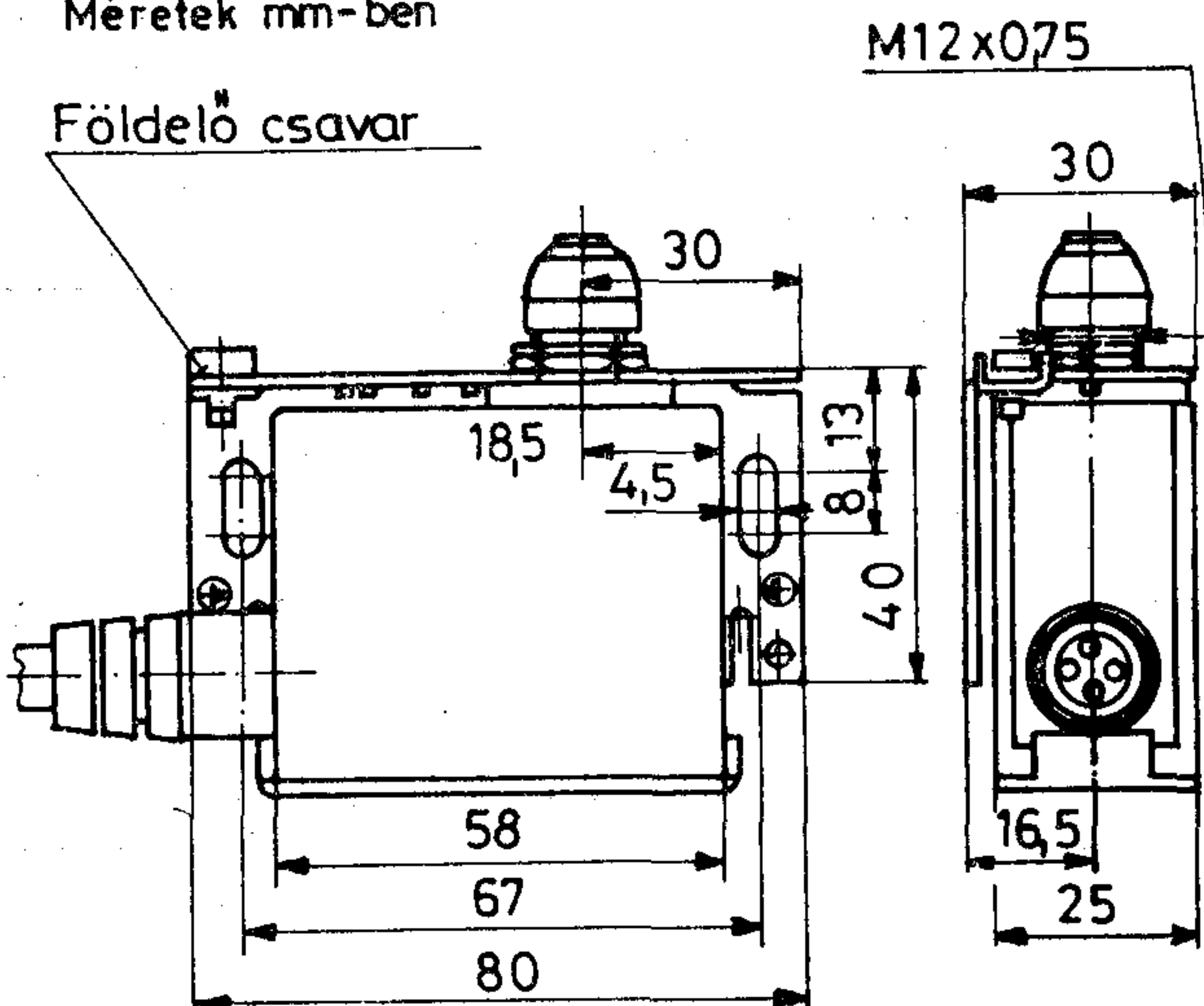
4. ábra. Mágnesműködtetésű alapkapszó

Méret mm-ben



5. ábra. Tokozott központos felerősítésű kivitel

Méret mm-ben

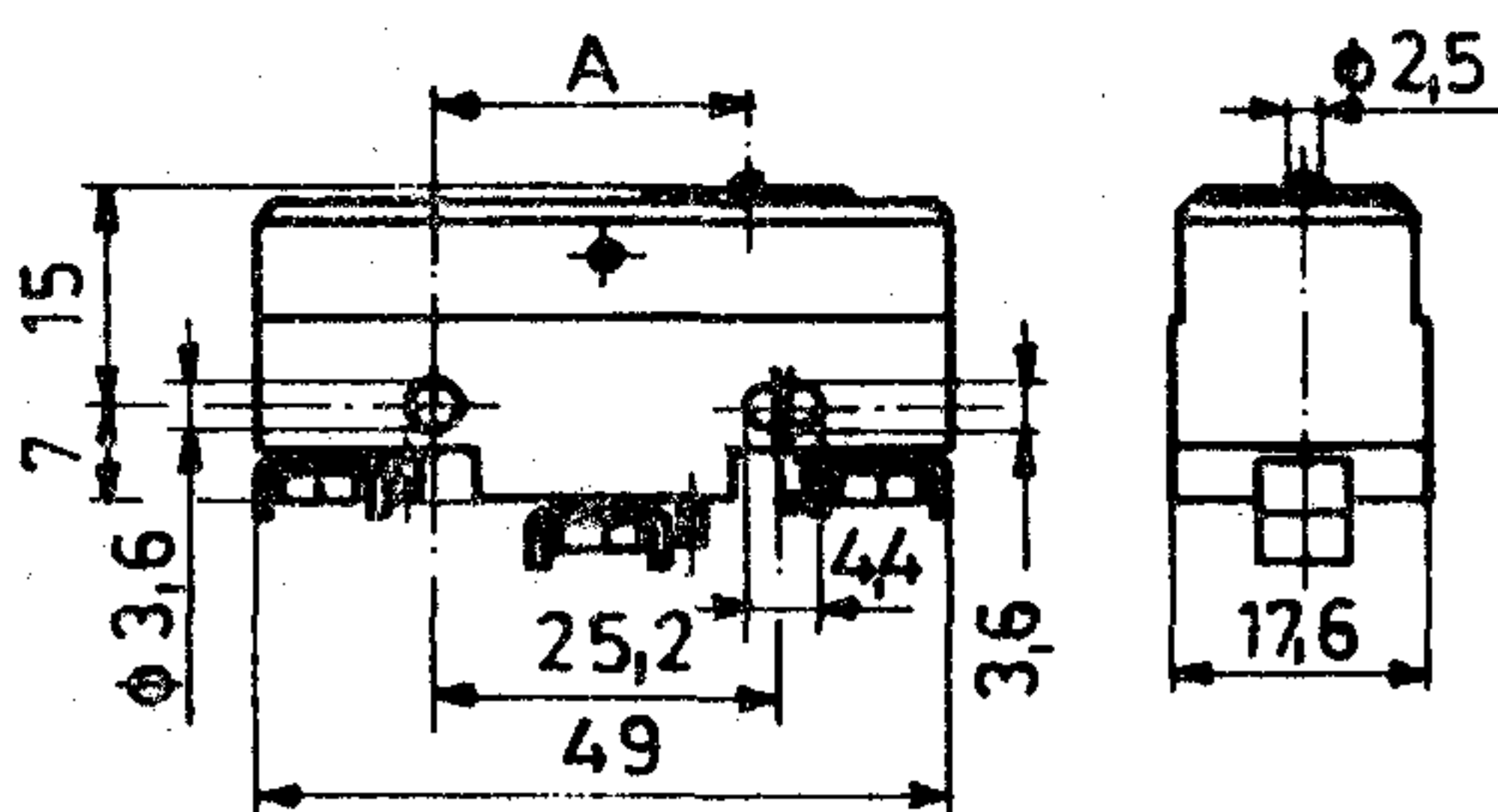


6. ábra. Tokozott központos felerősítésű szerelőlemez kivitel

TOKOZOTT ÉS ROBBANÁSBIZTOS TOKOZÁSÚ MIKROKAPCSOLÓK MŰSZAKI ADATAI		
JELLEMZŐK	TOKOZOTT MIKRO- KAPCSOLÓ	ROBBANÁS- BIZTOS TOKOZÁSÚ MIKROKAPCSOLÓ
Névleges feszültség	380 V _{eff}	380 V _{eff}
Névleges áramerősség	15 A	15 A
Védelmi mód	Rb-k/n IV/x G5	
Védettség	IP 65	Tipustól függően IP 65 IP 68
Próbafeszültség érintkezők között egyéb helyeken	1140 V _{eff} 50 Hz 2000 V _{eff} 50 Hz	
Szigetelési ellenállás	min. 100 Mohm	
Érintkezők átmeneti ellenállása	max. 20 mohm	
Elektromos élettartam (MSZ 05-61.6101 vizsgálati feltételei szerint):	min. 10 ⁴ kapcsolási ciklus	
Mechanikai élettartam	min. 10x10 ⁶ kapcsolási ciklus	
Környezetállósági kulcsszám (MSZ 8887/3 illetve IEC 68 szerint):	55/085/21	40/085/21
Működtető sebesség (nyomócsapos és görgős nyomócsapos típusnál)	0,5 mm/s ... 0,5 m/s	
Közlőműves típusnál	1,0 mm/s ... 1 m/s	
Mechanikai kapcsolási gyakoriság nyomócsapos és görgős nyomócsapos típusnál közlőműves típusnál	120 kapcsolás/min 60 kapcsolás/min	
Villamos kapcsolási gyakoriság	20 kapcsolás/min	
Bekötési mód	3x1 mm ² -es erő vezeték 2,3 és 5 m szabványos hosszúsággal. Kivánságra hosszabb vezetékekkel is készül	

"A" = 15A-es változatnál 233
20A-es változatnál 19,0

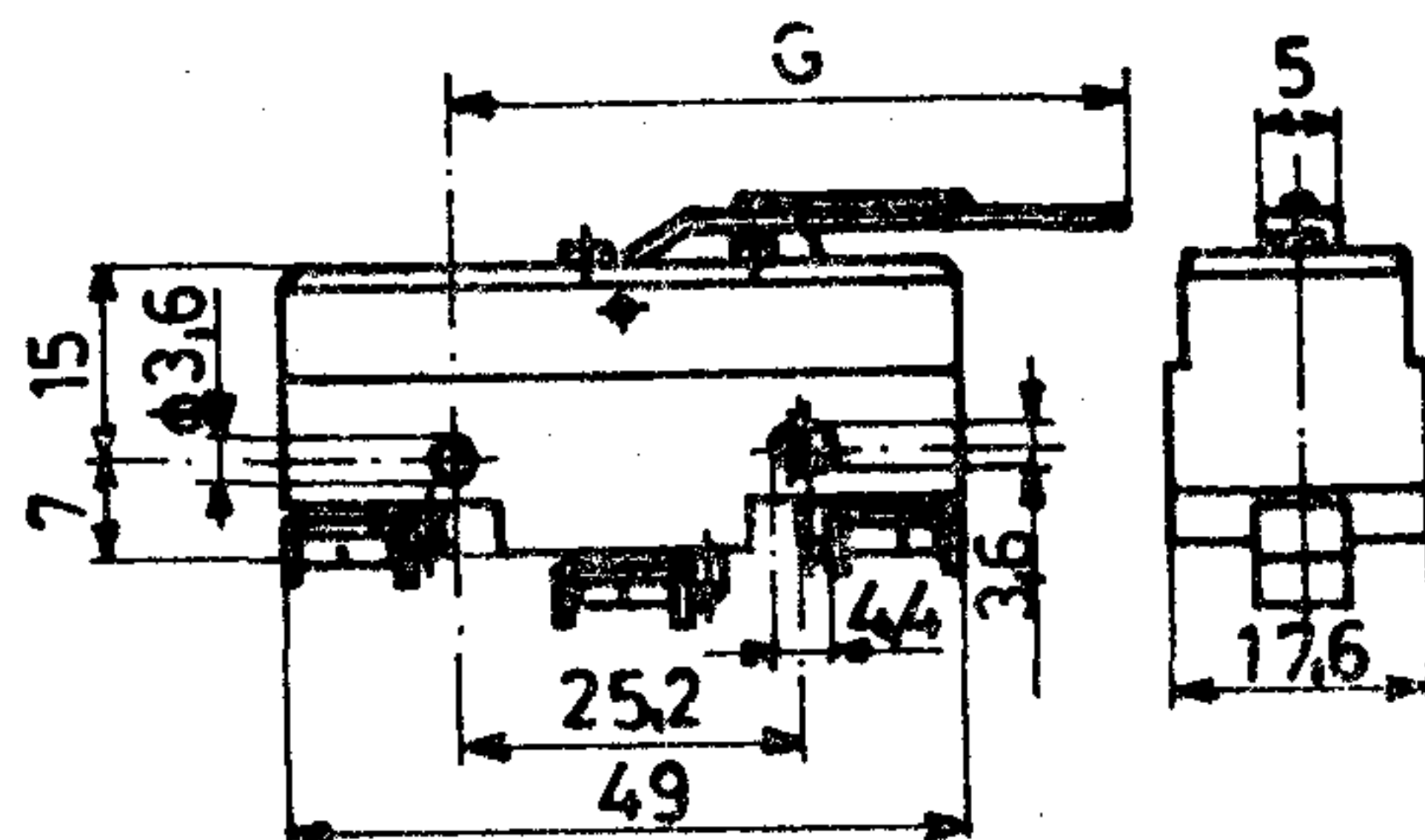
Méret mm-ben



7. ábra. Nyomócsapos alapkapsoló

"G" = 15A-es változatnál 496
20A-es változatnál 450

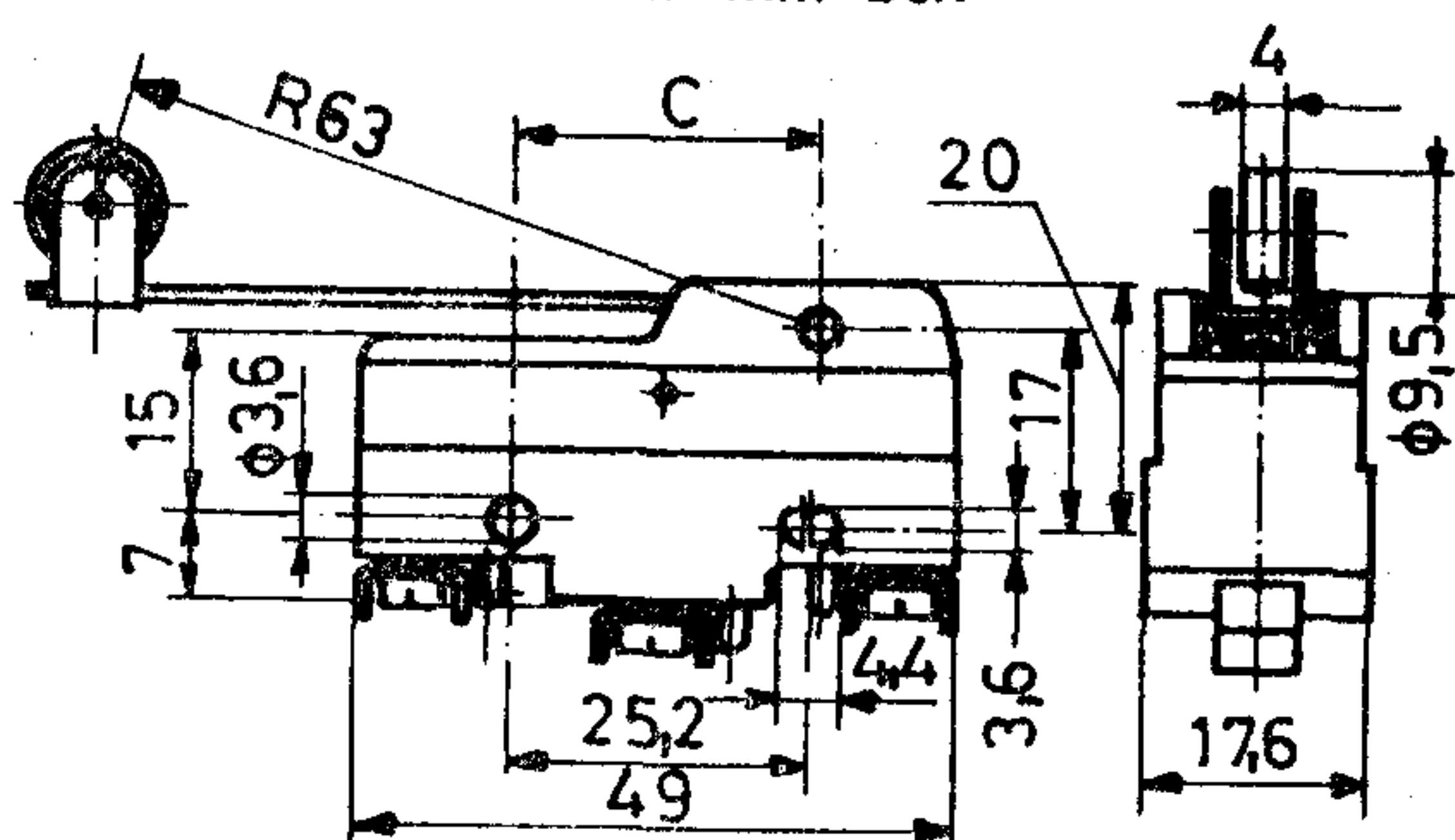
Méret mm-ben



10. ábra. Rugózókaros alapkapsoló

"C" = 15A-es változatnál 26
20A-es változatnál 24,5

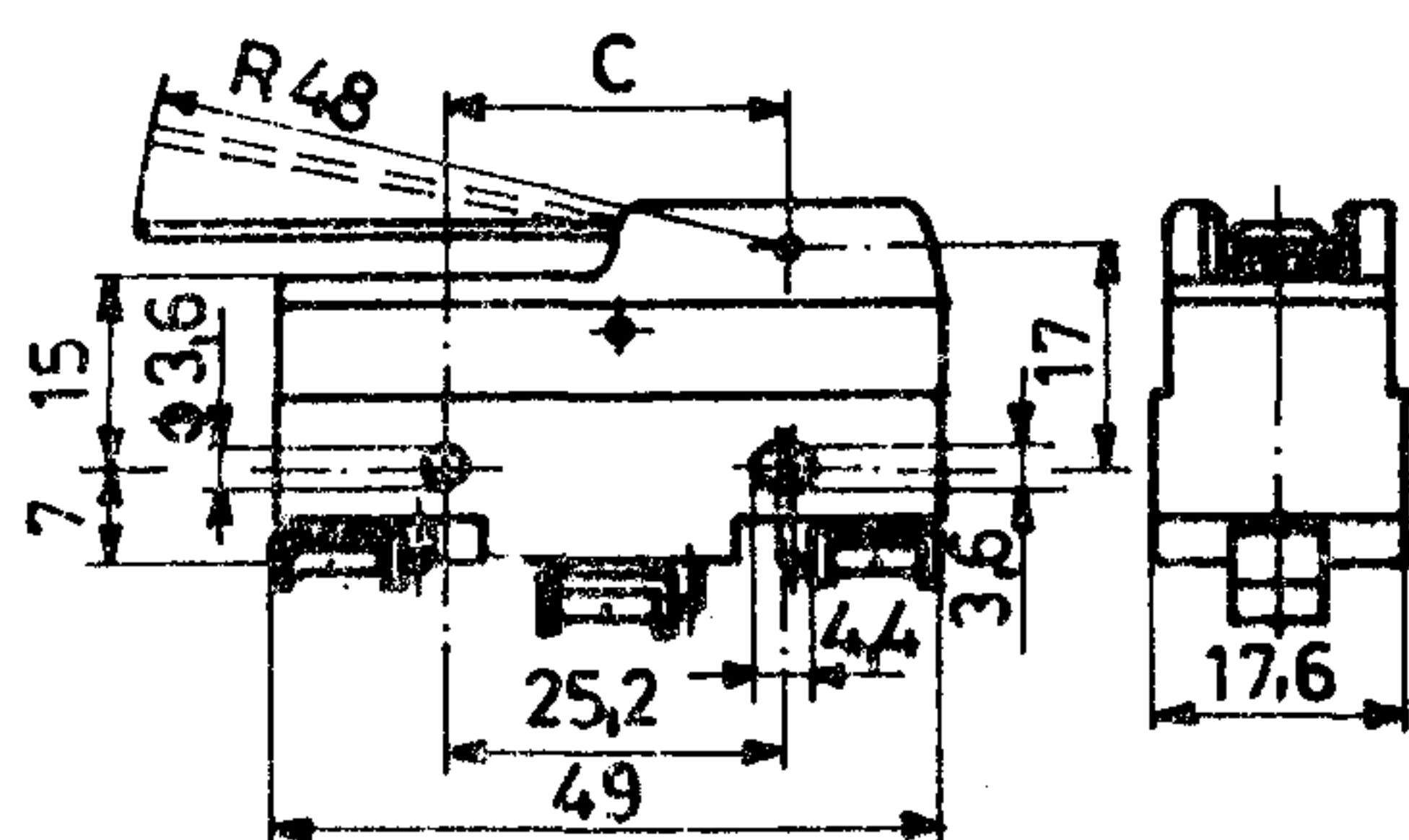
Méret mm-ben



8. ábra. Csuklós, merev görgőkaros alapkapsoló

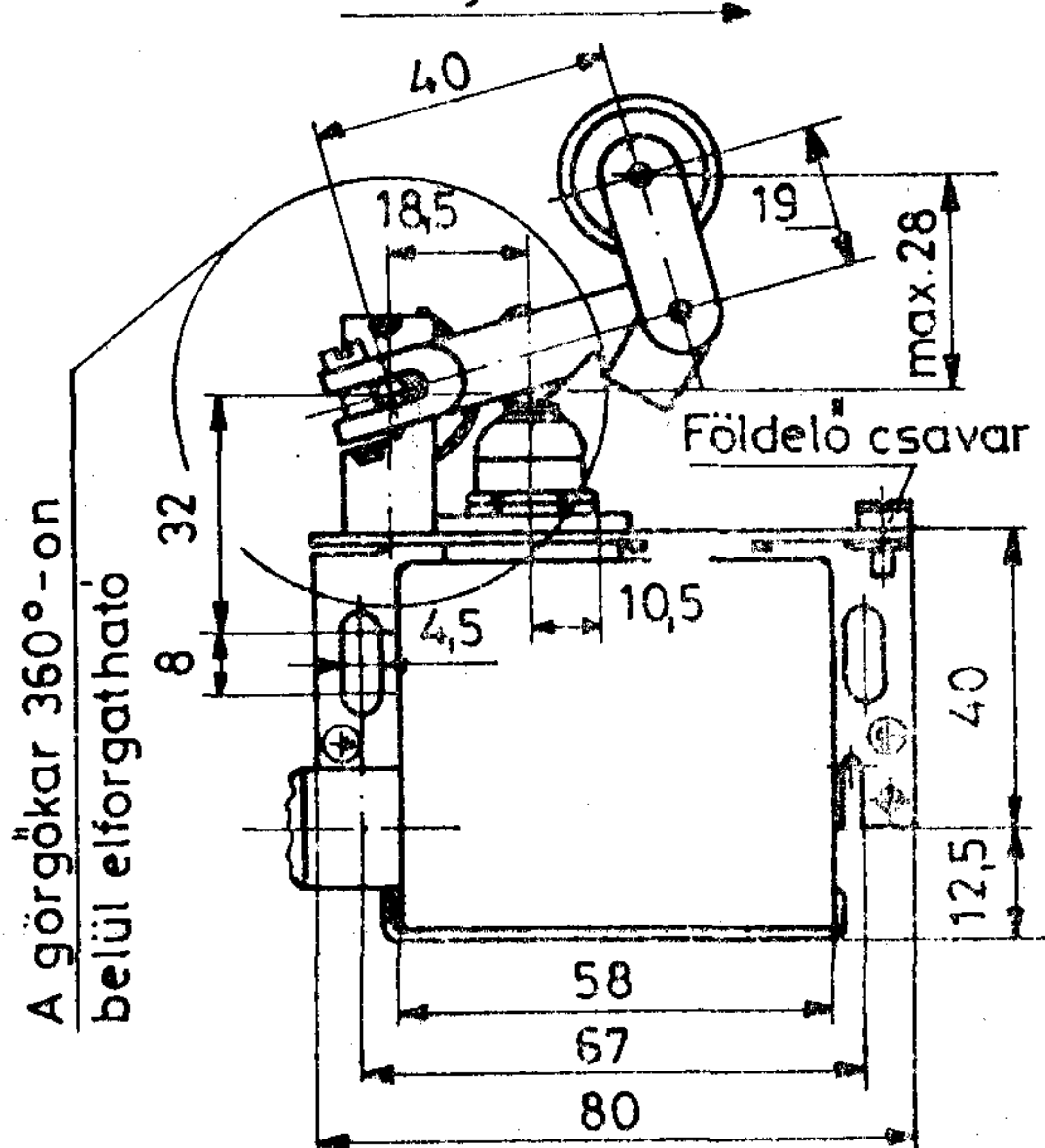
"C" = 15A-es változatnál 26
20A-es változatnál 24,5

Méret mm-ben

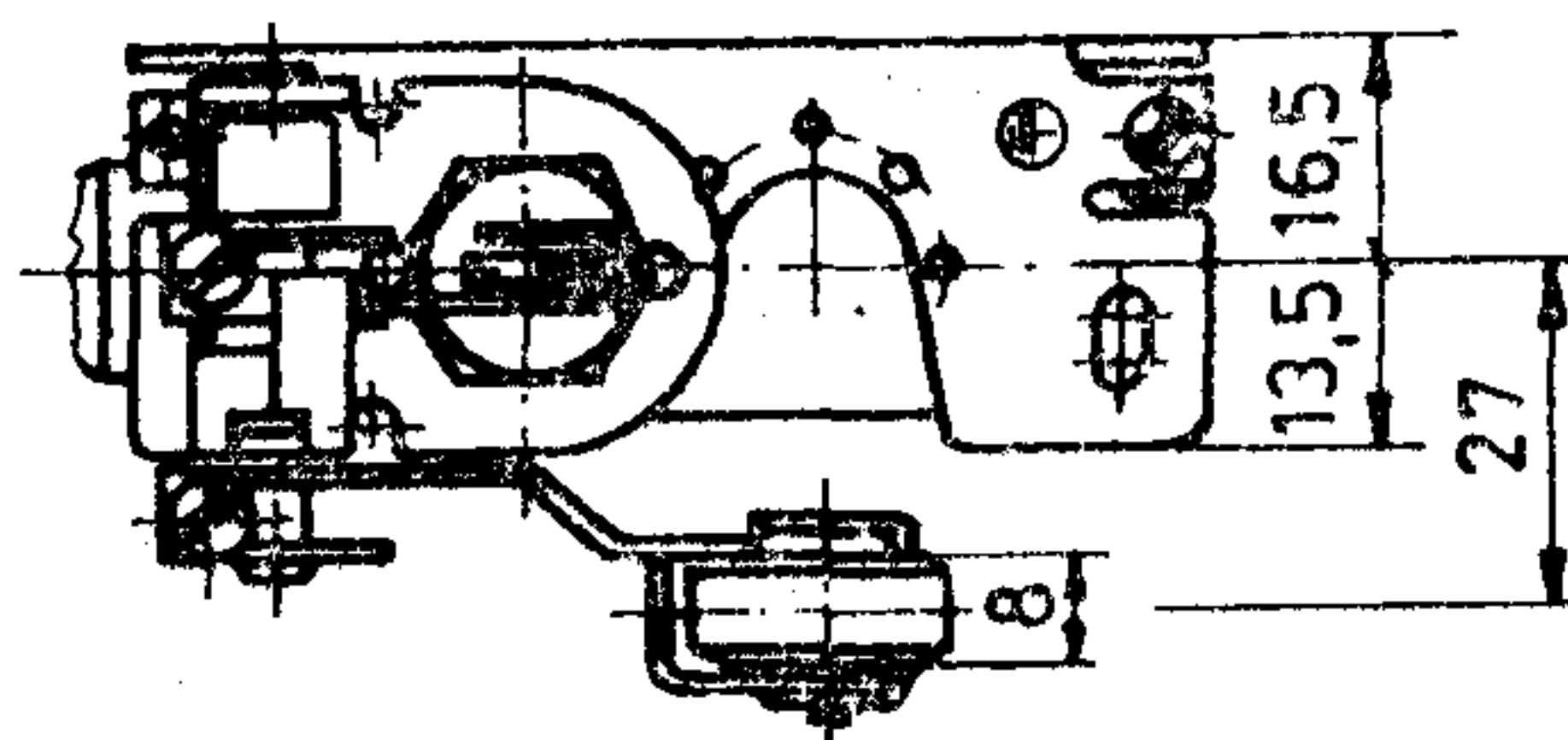


9. ábra. Csuklós, merevkaros alapkapsoló

Működési
irány



Méret mm-ben



11. ábra. Tokozott oldalkaros, billenőgörgős, közlőműves kivitel

A KONTEKX mikrokapcsoló család műszaki paramétereire, típusválasztékára, a katalógus-igényekre, a gyártásba-vétel időpontjára és a témára vonatkozó bővebb információt készségesen nyújt a felhasználóknak és az érdeklődőknek a Kontakta Fejlesztési Intézete és Kereskedelmi Főosztálya (Telefon: 279-200/227)

Lautner Pál



Reverzibilis működésű áramkorlátozó passzív elem

TAKÁCS GÁBOR
Remix



ÖSSZEFOGLALÁS

A vezető műanyagok még kevésbé ismertek a magyar elektronikai iparban. A Remix, a MÜKI-vel közösen, vezető műanyag alapú áramkorlátozó passzív elemet fejlesztett ki. Ennek fizikai és elektromos tulajdonságait vázolja a cikk. Kísérletet tesz az elektromos tulajdonságok matematikai modellezésére. A szerző befejezés-képpen rávilágít az újszerű alkatrész felhasználási lehetőségeire.

1. Bevezetés

Műszaki és fizikai szempontból egyaránt sok érdekességet ígérnek a vezető műanyagok. Az utóbbi tíz évben jelent meg néhány közlemény és szabadalom, amely méltán felkeltette a szakemberek érdeklődését. A Remix felismerte az ebben rejlő lehetőségeket és a Műanyagipari Kutatóintézzel közösen egy vezető műanyag alapú reverzibilis áramkorlátozó passzív elem kifejlesztésébe kezdett.

Az alkatrész (a továbbiakban nevezzük RÁPE-nak) forrasztható kivezetőkkel, kétoldalt fémfólia elektródokkal ellátott tárcsa formájú vezető műanyag. A tárcsát a külső hatásoktól műanyag burkolat védi.

2. A működés elve

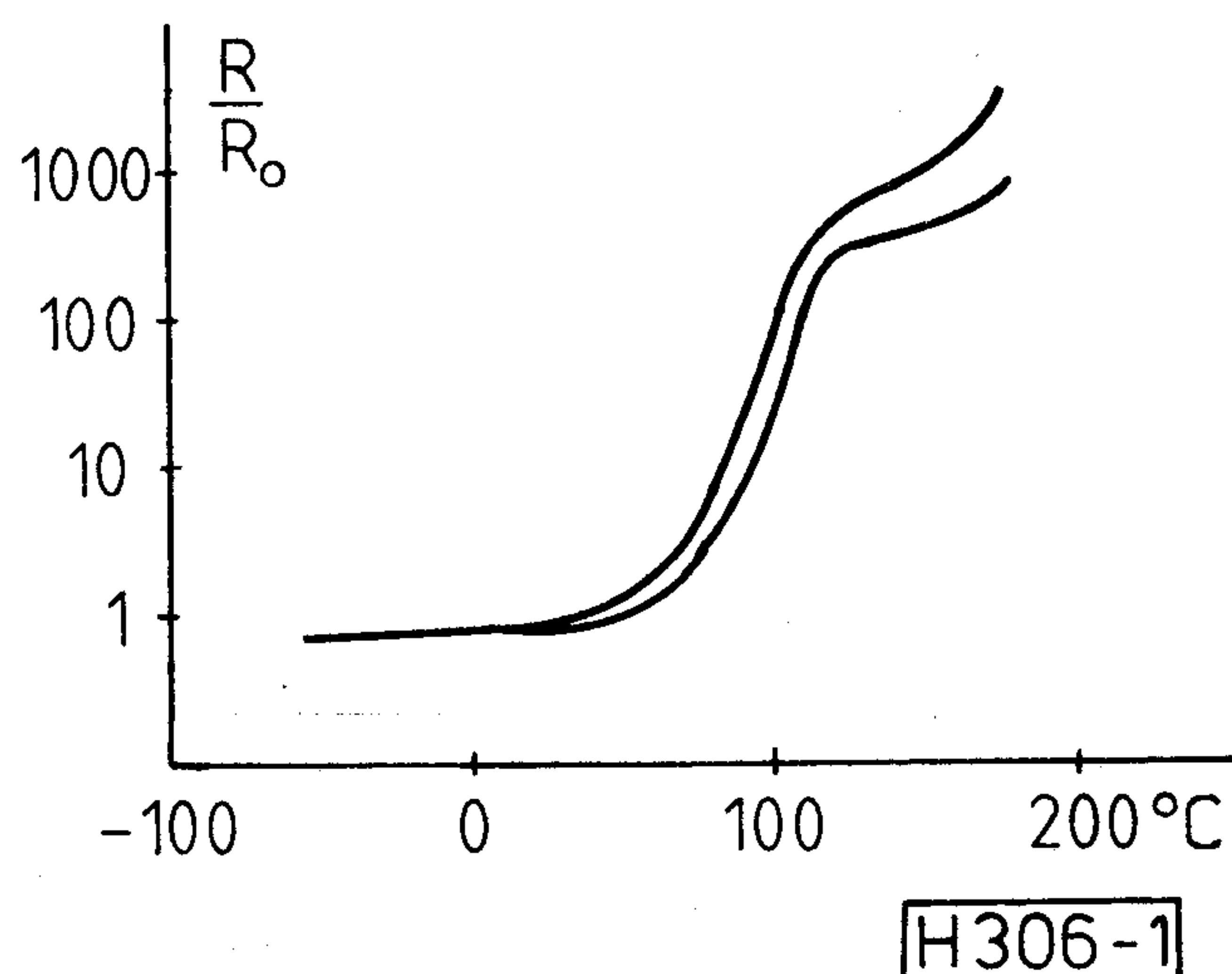
A vezető műanyag speciális korommal töltött polietilén, melyet sugárzással térhálósítanak. A polietilén kristályos polimer; a kristallitok egy meghatározott hőmérséklettartományban olvadnak meg. Szobahőmérsékleten nagy a koromszemcsék térfogati sűrűsége, s így az alkatrész rezisztenciája alacsony. Az átfolyó áram hatására disszipáló teljesítmény addig melegíti az alkatrészt, míg be nem áll a termikus egyensúly a környezet és a RÁPE között. Alacsony áramértékek mellett ez az egyensúlyi hőmérséklet alig magasabb a környezet hőfokánál. Ha azonban az alkatrész hőmérséklete a polimer olvadási tartományát eléri, akkor a kristallitok megolvadnak, a műanyag fajlagos térfogata megnő, a koromszemcsék térfogati sűrűsége lecsökken, azaz a szemcsék eltávolodnak egymástól. A rezisztencia nagyságrendekkel megnövekszik. Itt van szerepe a térhálónak: nem engedi szétfolyni a műanyagot, hanem gumirugalmas állapotban tartja. Ha az átfolyó áramot megszüntetjük, akkor a RÁPE visszahűl, a polimer visszakristályosodik; visszanyeri alacsony rezisztenciáját. A polietilén kristályosodási

TAKÁCS GÁBOR

A BME Vegyészmérnöki Karának műanyag ágazatán végzett. 1986-ban az ELTE BT Karán filozófiai oklevelet is szerzett.

1981 óta dolgozik a Remix-nél az ellenállás fejlesztésén. Termisztor jellegű alkatrészek fejlesztésével, speciális potenciométerek tervezésével foglalkozik.

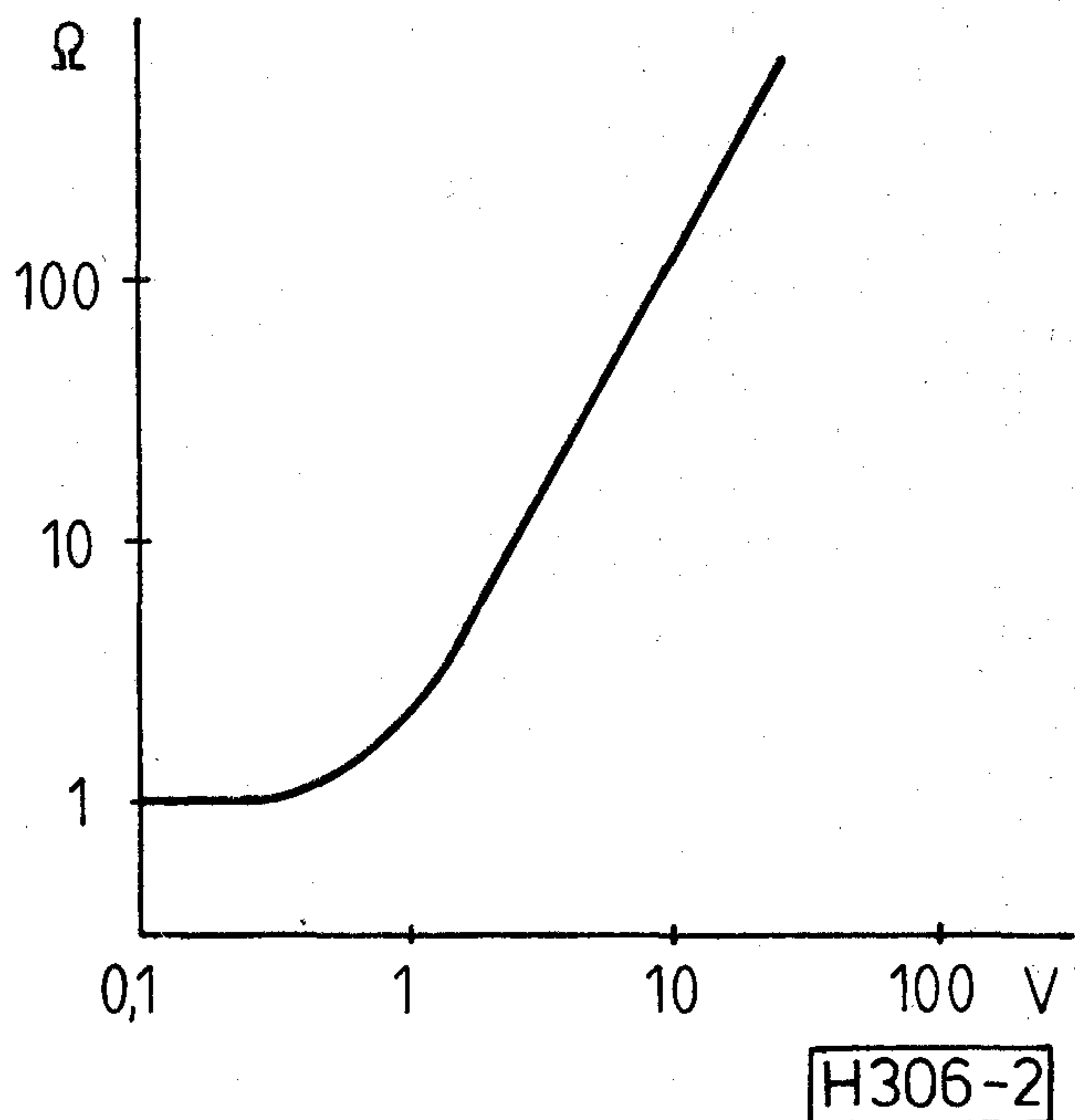
folyamata erősen függ a kristallitképződés termikus körülményeitől. A gyors lehűlés következtében kevésbé szabályos kristallitok alakulnak ki. Az utókristályosodási folyamat akár napokig is elhúzódhat. Ennek során nem csak a kristályosodási fok növekszik, hanem a már kialakult kristallitok is átkristályosodhatnak. Mindez azt eredményezi, hogy a visszahűlést követően a RÁPE rezisztenciája az eredeti érték 120–130%-ára tér vissza. Ez a pozitív irányú eltérés pihentetés során csökken. A RÁPE azonban néhány percel a kikapcsolás után már újraéleszthető. Az utókristályosodás hatása megmutatkozik a hideg tárolás esetében is. Ilyenkor növekszik a kristályosodási hányad, s ezzel együtt szobahőfokra visszamelegítve is kb. 20%-kal alacsonyabb rezisztencia értékre áll be, mint lehűtés előtt. Az 1. ábra a RÁPE hőmérsékleti karakterisztikáját mutatja. A mintákat szobahőmérsékletéről —55 °C-ra hűtöttük, majd 10 °C-onként felmelegítve mértük a rezisztenciát 175 °C-ig. 1-nek vettük a szobahőfokon mért kiindulási értéket. Az ábra két jellemző görbét mutat be. 175 °C-on a kezdeti érték 500–600-szorosát, de a minták egy csoportjánál több mint 3000-szeresét is elérheti a rezisztencia-változás.



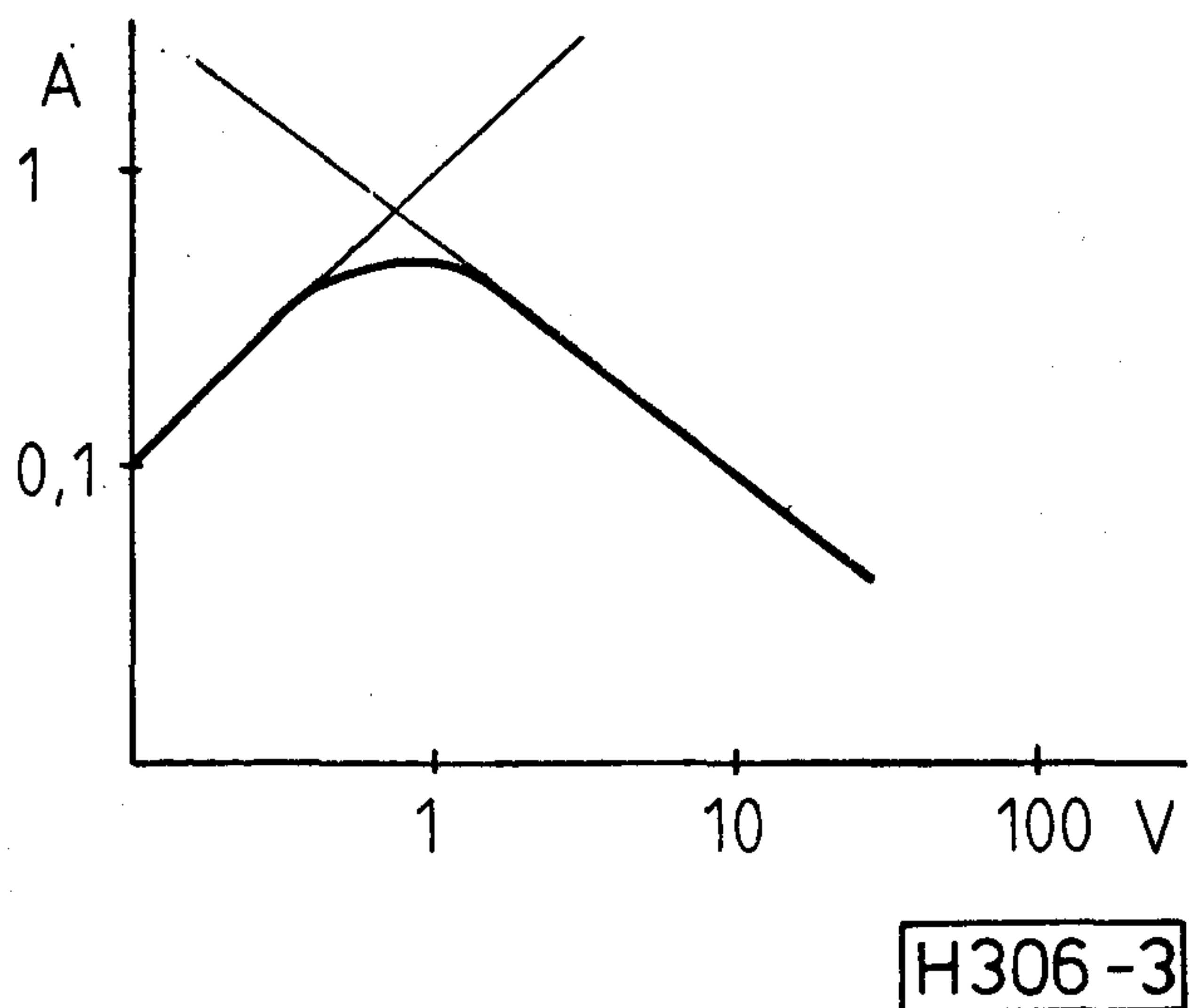
1. ábra. A RÁPE rezisztenciájának hőmérséklet-függése

Beérkezett: 1987. II. 5. (Δ)

A fenti jellemzés már világosan megmutatta, hogy a RÁPE úgy működik, hogy áramkörökbe építve rezisztenciája elhanyagolható az áramkör egészéhez képest. Ha az áramkörben túláram lép fel, akkor a RÁPE rezisztenciája ugrásszerűen megemelkedik, s ezzel visszakorlátozza az áram értékét. A felhasználó szempontjából üzemi körülmények között a karakterisztikát áram-függőnek kell tekinteni, vagyis az átfolyó áram értéke határozza meg a „billenést”. Átbillent (meleg) állapotban az áramkör üzemi feszültsége határozza meg az átfolyó áram erősségét, vagyis a visszakorlátozás mértékét. A 2. ábra a rezisztencia változását mutatja az alkatrészen eső feszültség függvényében.



2. ábra. A rezisztencia függése az alkatrészen eső feszültségtől



3. ábra. Feszültség-áram karakterisztika

nyében. Egy bizonyos feszültség értékig a rezisztencia állandó, a billenést követően azonban rohamos emelkedésnek indul.

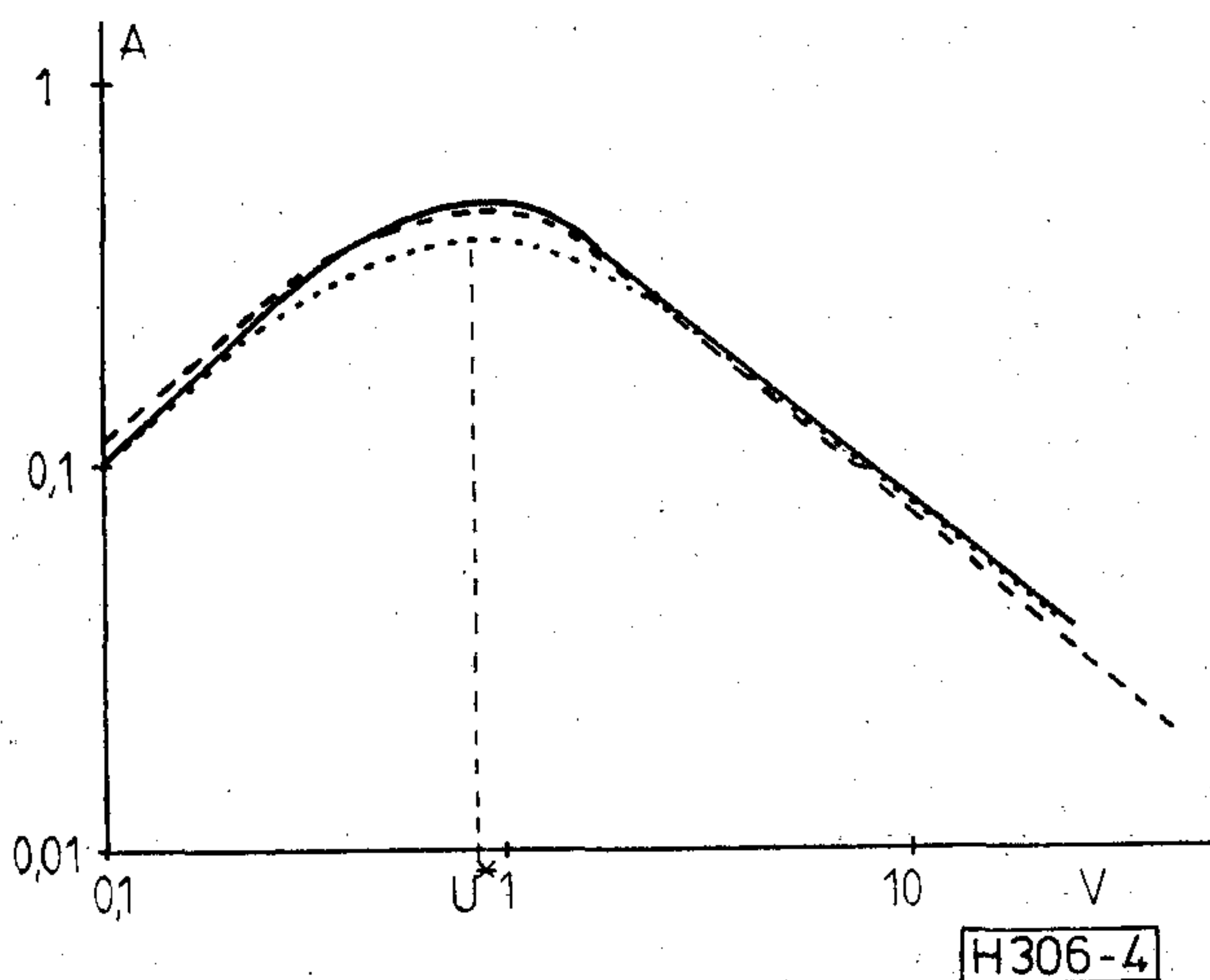
3. Az alkatrész U-I karakterisztikája

A RÁPE feszültség-áram karakterisztikája igen informatív. A karakterisztika görbe egy modellt kínál, amely jól megvilágítja az alkatrész működési elvét. A 3. ábra szemlélteti az U—I jelleggörbét mindkét tengelyen logaritmikus ábrázolásban. A kezdeti (emelkedő) és a végső (csökkenő) szakasz lineáris, azaz egyenes-asszimptotákhoz tart. Ha a kezdeti szakasz (hideg ág) meredeksége 1 lenne, akkor ez egy ideális ellenállást jellemezne. Ha a csökkenő (meleg) ág meredeksége —1 lenne, akkor ez egy hiperbolát jelentene, ahol a feszültség és az áram értékeinek szorzata állandó, vagyis ez egy állandó teljesítményű szakasz. Itt a terhelő feszültség az áram értékét úgy korlátozná vissza, hogy közben a disszipált teljesítmény állandó maradna. A modell szerint van tehát egy állandó rezisztenciájú és egy állandó teljesítményű szakasz; közte pedig az átbillenésre jellemző szélsőérték. A valóság azonban eltér az idealizált modelltől: úgy a hideg, mint a meleg ág meredekségének az abszolútértéke eltér 1-től. A hideg ágnál ez az érték 0,95 körül van. Az alkatrész, mivel vezető műanyagból készül, természetesen eltér hideg állapotban is az ideális ellenállástól. A műanyagok hőtágulási együtthatója nagyságrendekkel haladja meg az egyéb szilárd anyagokét. Már csekély mértékű felmelegedés is megváltoztatja a koromszemcsék térfogati sűrűségét, így pozitív TK-hoz vezet. A meleg ágban a meredekség 0,75—0,85 körüli érték. Ennek oka valószínűleg a laza térháló rovására írható, amely lehetővé teszi a polimerláncok kis mérvű átrendeződését, orientációját. A terhelő feszültség növekedésével a disszipáló teljesítmény is növekszik.

Megkíséreltük matematikailag is leírni a karakterisztika görbét. A két asszimptota egyenlete:

$$\lg I_h = \alpha_1 \lg U + \lg a \quad (1)$$

$$\lg I_m = \alpha_2 \lg U - \lg b \quad (2)$$



4. ábra. A feszültség-áram karakterisztika közelítései

Az (1) és (2) konstansainak segítségével felírható egy közelítő egyenlet az U — I jelleggörbére:

$$I = \frac{aU^{\alpha_1}}{abU^{(\alpha_1 + \alpha_2)} + 1} \quad (3)$$

Ez a függvény kvalitatíve jól leírja a valódi görbét, de az átbillenés, azaz a szélsőérték közelében erősen eltér a mért értékektől. Az eltérés főként a polimer kristályos olvadási tartományát fedi le. A 4. ábrán a folytonos vonal a mért görbe, a pontozott pedig a (3) alapján számított. Indokoltnak tűnt egy korrekciós függvény bevezetése, amely a billenés közelében korrigálja a (3) függvényt. Erre a célra egy haranggörbe volt a legalkalmasabb. Ez a korrekciós függvény:

$$K = 1 + 0,3e^{-\left(\frac{U - U^*}{U^*}\right)^2} \quad (4)$$

ahol U^* a görbe szélsőértékéhez tartozó feszültség. Így a jelleggörbét leíró függvény végső alakjában:

$$I = (1 + 0,3e^{-\left(\frac{U - U^*}{U^*}\right)^2}) \frac{aU^{\alpha_1}}{abU^{(\alpha_1 + \alpha_2)} + 1} \quad (5)$$

A 4. ábrán az (5) függvényt szaggatott vonal ábrázolja. Ez már kvantitatíve is megfelelően írja le a mérhető karakterisztikát. Érdemes szemügyre venni a függvényekben szereplő konstansokat. A hideg ág vezetőképessége: $1/b$, teljesítmény dimenziójú. Az állandó teljesítmény lenne, ha az α_2 kitevő -1 lenne. Nem öncélú az (5) függvény felvázolása. Azt tapasztaltuk, hogy α_1 , és α_2 és b értéke egy gyártási tételen belül állandó, így szobahőmérsékletű rezisztencia-méréssel maga a karakterisztika megközelítőleg számítható. Egyedi esetekben négy pont mérésével a karakterisztika görbe szélsőérték helye meghatározható. A (3) alapján felírható a 2. ábra függvénye is, azaz a rezisztencia-feszültség összefüggés:

$$R = bU^{(1 + \alpha_2)} + \frac{1}{a}U^{(1 - \alpha_1)} \quad (6)$$

Mivel α_1 csak kismértékben tér el 1-től, így a második tag megközelítőleg konstans.

Mi történik akkor, ha zárlati áram lép fel az áramkörben? Az áram a 4. ábra hideg asszimptotáján fut föl. A disszipáló teljesítmény következtében az alkatrész melegedni kezd, növekszik a rajta eső feszültség hányada, ez ismét tovább melegíti, vagyis egy pozitív visszacsatolás következtében átbillen, és ennek eredményeként a karakterisztika görbének azon a pontján állapodik meg, amely az áramkör tápfeszültségéhez tartozik. Az átbillenés néhány perctől néhány század sec-ig terjedő idő alatt megy végbe a túláram mértékétől függően.

4. Felhasználási lehetőségek

Jelenleg a kifejlesztett RÁPE példányok max. 35 V feszültséget kaphatnak. Ennek figyelembevételével néhány alkalmazási lehetőség:

- áramkörök, panelek védelmére; (A RÁPE megközelítőleg lomha biztosítékok helyett alkalmazható túláram és túlmelegedés elleni védelemre.)
- kismotorok túlterhelés elleni védelmére;
- transzformátorok szekunder oldali, túlterhelés elleni védelmére, a primer oldali zárlatvédelmen felül.

Mindkét fenti esetben az alkatrész megfelel az MSZ 91—85 11.2 pontjában foglalt túlmelegedés elleni védelmi követelményeknek.

A RÁPE előnye a biztosítékokkal szemben a reverzibilis működés, azaz a gyakorlatilag korlátlan élettartam. Ezen felül nincsen szükség biztosítékházra. Bővíti a tervezők szabadságát, mivel rosszul hozzáférhető helyre is kerülhet, hiszen nincsen szükség a cseréjére. A RÁPE egy új, korszerű eszköz az üzembiztonság fokozására, s ezt a feladatát magasabb komfort-szinten látja el.

Köszönetnyilvánítás

A szerző szeretne köszönetet mondani Kálmán Ivánnak a MÜKI munkatársának az alkatrész kifejlesztésében végzett munkájáért, valamint azokért az értékes észrevételekért, amellyek ezen cikk megírásához is hozzájárultak.

Lapunk példányonként megvásárolható:

az V., Váci utca 10. és

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



VÁLLALAT

ELEKTRONIKAI KERESKEDŐHÁZ

A magyar elektronikai ipar alkatrészellátására 1968-ban létrehozott vállalat,

1987. január 1-től

**ELEKTRONIKAI
KERESKEDŐHÁZ-zá**
alakult.

Export és import tevékenységét ennek kapcsán kiterjesztette és kész lebonyolítani a magyar elektronikai és gépipar bármely termékének értékesítését, elsősorban konvertibilis devizában fizető piacokon.

A korszerű kereskedelmi irányzatnak megfelelően foglalkozik

- vegyesvállalatok alapításával,
- termelési kooperációk szervezésével,
- bérmutkaügyletek lebonyolításával,
- licenc és know-how szerződések létrehozásával is.

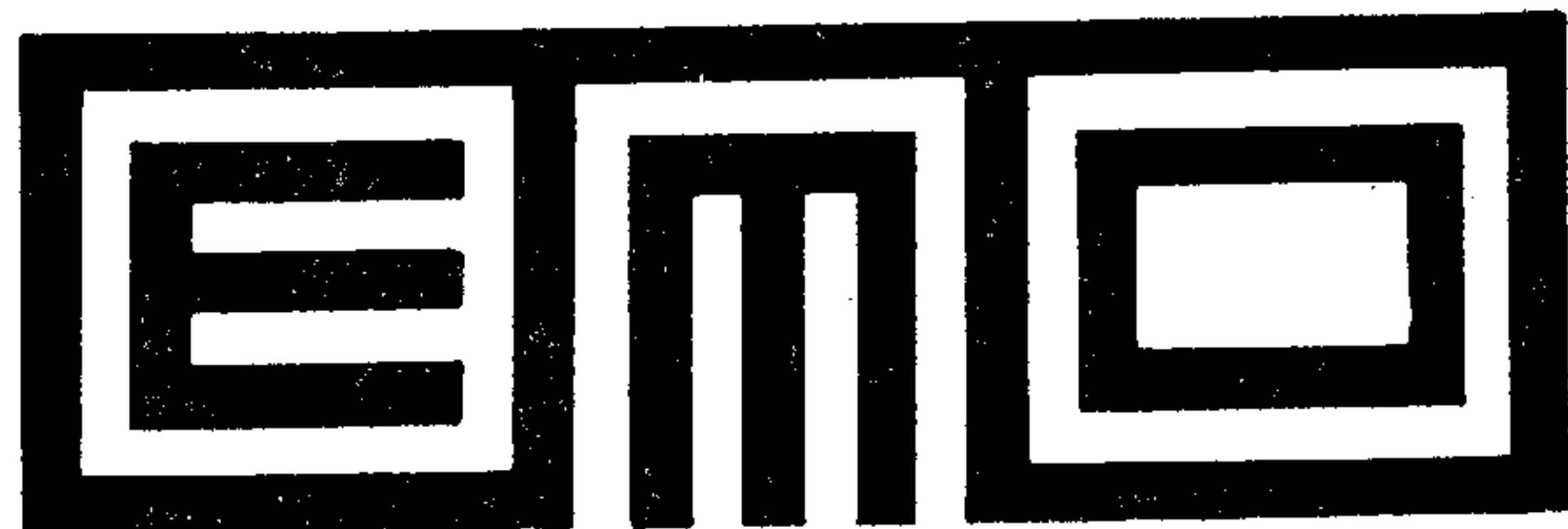
Partnereinkkel tartós kapcsolat létrehozására törekszünk.

Keresse a kapcsolatot velünk!

ELEKTROMODUL
1390 Budapest, Postafiók 158.
Telex: 22-5154
Telefon: (1) 495-340

ÚJ

ELEKTROMODUL



AKCIÓ

folyamatos

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ

VÁSÁR

* megújuló
akcióválaszték

* böngészési lehetőség

* változó mértékű
árengedmények

VÁLLALKOZÓK! BARKÁCSOLÓK!
ANYAGBESZERZŐK!

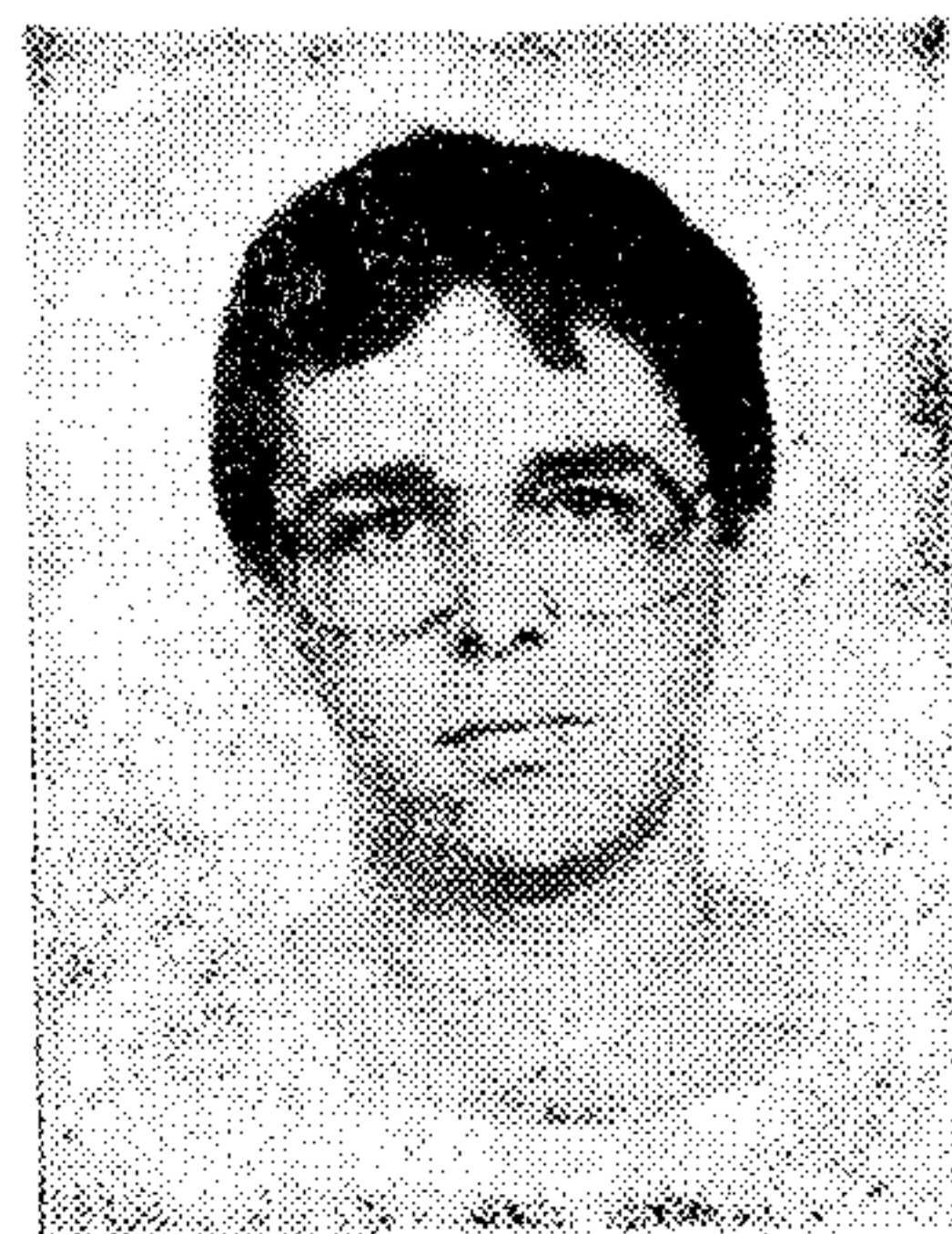
ÉRDEMES RENDSZERESEN
felkeresni az **ELEKTROMODUL**
I. sz. SZAKBOLT-ját

BUDAPEST VII. HERNÁD U. 9. TEL.: 423-193

Korszerű áramköri tokok, többrétegű hordozók kerámiából

DEÁK ISTVÁN

Mikroelektronikai Vállalat



DEÁK ISTVÁN

Diplomáját 1978-ban szerezte meg a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnika Szakán, majd ugyanitt két éves nappali szakmérnökképzésen

vett részt. 1978 óta a Mikroelektronikai Vállalat Híbridáramkör Ágában dolgozik, jelenlegi tématerülete a többrétegű kerámia hordozók és tokrendszerek fejlesztése és gyártása.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az integrált áramkörök növekvő funkciósűrűségének, az elektronikus berendezések egyre nagyobb működési sebességének követelménye az utóbbi években új megoldásokat kényszerített ki a szerelés-tokozás területén. A korszerű technológiák meghonosítása érdekében a MEV kísérleti gyártósort állított fel, amelyen többrétegű kerámia technikával állíthatók elő különféle tokok és nagybonyolultságú vezetőhálózatok.

Bevezetés

A mikroelektronika fejlődését napjainkban többek között a funkciósűrűség és a működési sebesség növekedése jellemzi. Az egyre nagyobb kivezetőszámú integrált áramkörök és a szerelési sűrűség növelésének igénye fokozott követelményeket támaszt a szerelési-tokozási technológiákkal szemben.

Az utóbbi évtizedben világszerte igen intenzíven folyt a fenti kihívásnak megfelelő toktípusok és hordozók, valamint az ezekhez illeszkedő szerelési eljárások fejlesztése.

Ennek egyik eredményeként kialakult, pontosabban fogalmazva tovább fejlődött és széles körben elterjedt a felületi szerelési technika [1, 2],* amit a hibridáramkör-gyártásban már régóta alkalmaznak. Bővült az alkatrészválaszték: megjelentek a kerámia és műanyag chip-carrierek, az SO-típusú integrált áramköri tokok és a diszkrét eszközök felületre szerelhető változatai (SOT—23, SOT—89, MELF stb.) [2, 3].

A hordozók területén a fejlődésnek két fő iránya bontakozott ki: a többrétegű kerámia és a többrétegű nyomtatott huzalozású panelek [4, 5] fejlesztése.

A korszerű szerelési-tokozási eljárások hazai meghonosítására irányuló program keretében a Mikroelektronikai Vállalat — a műanyag tokozású, felületre szerelhető alkatrészek gyártásának bevezetése és egy, az MHE-vel közösen létesített felületszerelési mintalabor felállítása mellett — az elmúlt két évben a KŐPORC-cal kooperálva a ma legkorszerűbbnek számító többrétegű kerámia technológia bevezetését célzó fejlesztést hajtott végre és hamarosan megkezdte e termékek kísérleti gyártását.

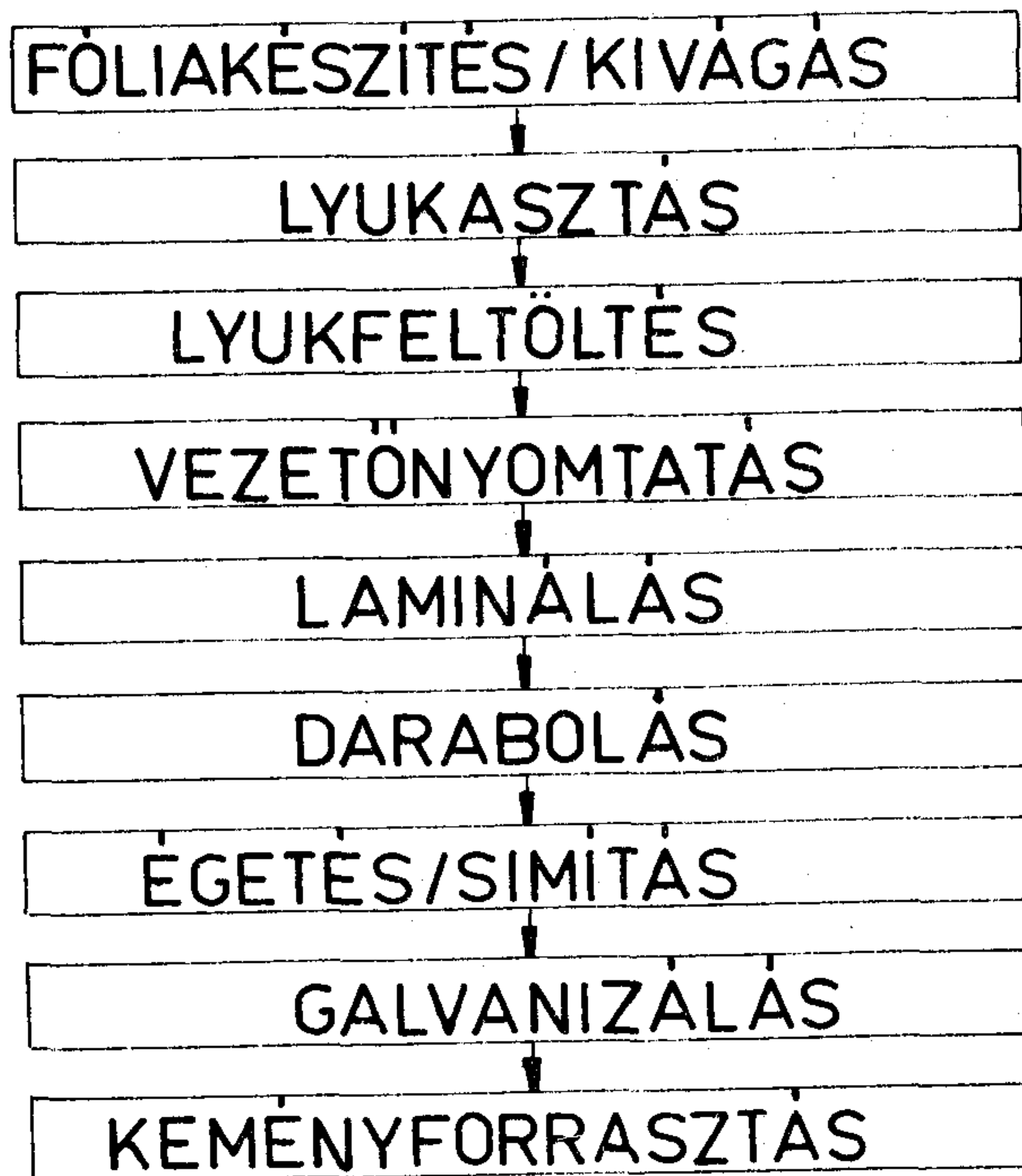
*A téma irodalma rendkívül gazdag; részletes ismertetésemeghaladja e cikk kereteit, ezért itt csak a két legátfogóbb magyar nyelvű cikkre utalunk.

Beérkezett: 1987. III. 21.(†)

A többrétegű kerámia technológia

Az eljárás alapja tulajdonképpen nem teljesen új, így készülnek a régóta jól ismert kerámia DIL-tokok. A 70-es évek második felétől az alaptechnológiát az IBM fejlesztette tovább azzal a céllal, hogy igen nagy sűrűségű, nagyon megbízható vezetőhálózatokat hozzon létre. Az eredmény az 1981-ben az IBM 3081 típusú számítógéphez készített ún. Thermal Conduction Module [6], amelyben 90×90 mm méretű, 33 rétegű kerámiahordozón 118 LSI chipet helyeztek el; a kivezetések száma 1800, ami jól érzékelteti a technológiában rejlő műszaki lehetőségeket.

Az alapstruktúra igen egyszerű: a fém vezetőpályák egymás fölött helyezkednek el, az egyes



H 264-1

1. ábra. A többrétegű kerámia technológia folyamat-ábrája

vezetősíkokat vékony kerámiarétegek (pontosabban: fóliák) választják el egymástól. A különböző szinteken lévő vezetékek között a szükséges átkötéseket a kerámián kialakított, fémmel feltöltött lyukakon keresztül oldják meg.

A gyártási folyamat lépései az 1. ábrán követhetők nyomon.

Nyerskerámia-fólia készítése

A kerámiafóliát alumíniumoxid-porból, szerves kötőanyagokból, oldószerekből és különféle adalékanyagokból álló zagyból készítik legtöbbször öntéssel vagy hengerléssel. Kiszáradás után 0,1—1 mm vastagságú, alumíniumoxid szemcsékkel telített műanyagfóliát kapunk, ami puha, papírszerűen hajlékony és könnyen megmunkálható.

Kiégetéskor a kötőanyagok eltávoznak és a fólia zsugorodik, ezért az alkotórészek arányát úgy kell megválasztani, hogy a kerámia és a vezetőrétegek anyagának zsugorodása illeszkedjen egymáshoz.

A kész fóliából szabványos méretű, helyezőlyukakkal ellátott lapokat vágnak ki; e helyezőlyukak biztosítják a további műveletek során a pontos illesztést az egyes gyártóberendezéseken és a rétegek egymáshoz való pozicionálását.

A nyers fóliát a MEV számára a KŐPORC készíti öntéssel eljárásal és 140×140 mm-es, helyezőlyukakkal ellátott lapok formájában szállítja. A vastagság az alkalmazástól függően változhat, leggyakrabban 0,3—0,8 mm közötti.

Lyukasztás

E művelet célja az egyes vezetősíkok közötti átkötésekhez szükséges lyukak, a chip-carrierek szélén levő hornyok, illetve a tokokban a chipet befogadó üregek kialakítása a nyers fóliákon. Az átvezetőlyukak átmérője rendszerint 0,2 mm.

Tömeggyártás esetén az egy fólián szükséges lyukakat gyakran egyszerre készítik el egy külön, az adott fóliához tervezett, több lyukasztóból álló szerszámmal.

Kisebb sorozatoknál ez nem kifizetődő, ilyenkor egy programvezérlésű lyukasztógép egyenként hozza létre a lyukakat. A MEV is ezt a módszert használja, amely kevésbé termelékeny ugyan (1 s alatt 2 lyukasztás), de rugalmasan változtatható a lyukasztási ábra.

Az ilyen célra használt berendezések lyukasztási pontosságával szemben támasztott követelmények az előforduló legkisebb lyukátmérőtől és a maximális rétegszámtól függenek; általában 5—10 μm az elvárás.

Lyukfeltöltés

Az átvezetésre szolgáló lyukakat vezetőanyaggal kell feltölteni. Ez a vastagréteg-technikában megszokott szitanyomtatással történik, de fémmaszkon keresztül, volfrám-, vagy molibdénpasztával. (Ez a két fém viseli el a kerámia 1600 °C körüli szinterelési hőmérsékletét.) Mivel a lyukfeltöltéskor nem vékony vezetőrétegek jönnek létre, mint a vezetőhálózat nyomtatásakor, hanem a lyukmérettől függő, viszonylag nagy vezető „dugók”,

ezek zsugorodását illeszteni kell a kerámia zsugorodásához, ami a paszta fémtartalmának növelésével érhető el.

A vezetőhálózat nyomtatása

Ennél a lépésnél a vastagréteg-technika szitanyomtatási eljárását használjuk minden változtatás nélkül. A különbség a MEV-ben folyó vastagréteg-gyártáshoz képest annyi, hogy a megszokottnál kb. 7-szer nagyobb felületre kell nyomtatni, ami a technológiai paraméterek nagyon gondos kézbe tartását igényli.

Az eddigi műveletek során a később a termék egyes rétegeit alkotó fóliák egymástól függetlenül kezelhetők, ami a kihozatal szempontjából nagyon kedvező. Így ugyanis alapos (vizuális) ellenőrzéssel biztosítható, hogy a további műveletekben csak jó fóliákat használjunk. Ez az egyik fő oka annak, hogy a többrétegű kerámia technológiával olyan nagy rétegszámú struktúrák készíthetők. A vastagréteg technikával létrehozott sokrétegű szerkezeteknél pl., ahol az egyes vezető, ill. szigetelőrétegeket mindig a megelőzően készített, már beégetett rétegekre nyomtatják, egy, a gyártás végén elkövetett nyomtatási hiba következtében az egész addigi munka kárba vész.

Laminálás

A laminálás a különböző vezetőábrákat hordozó nyerskerámia-fóliák egyetlen, a későbbiekben már megbonthatatlan modullá préselésére szolgáló művelet.

Több szempontból is rendkívül kritikus lépés:

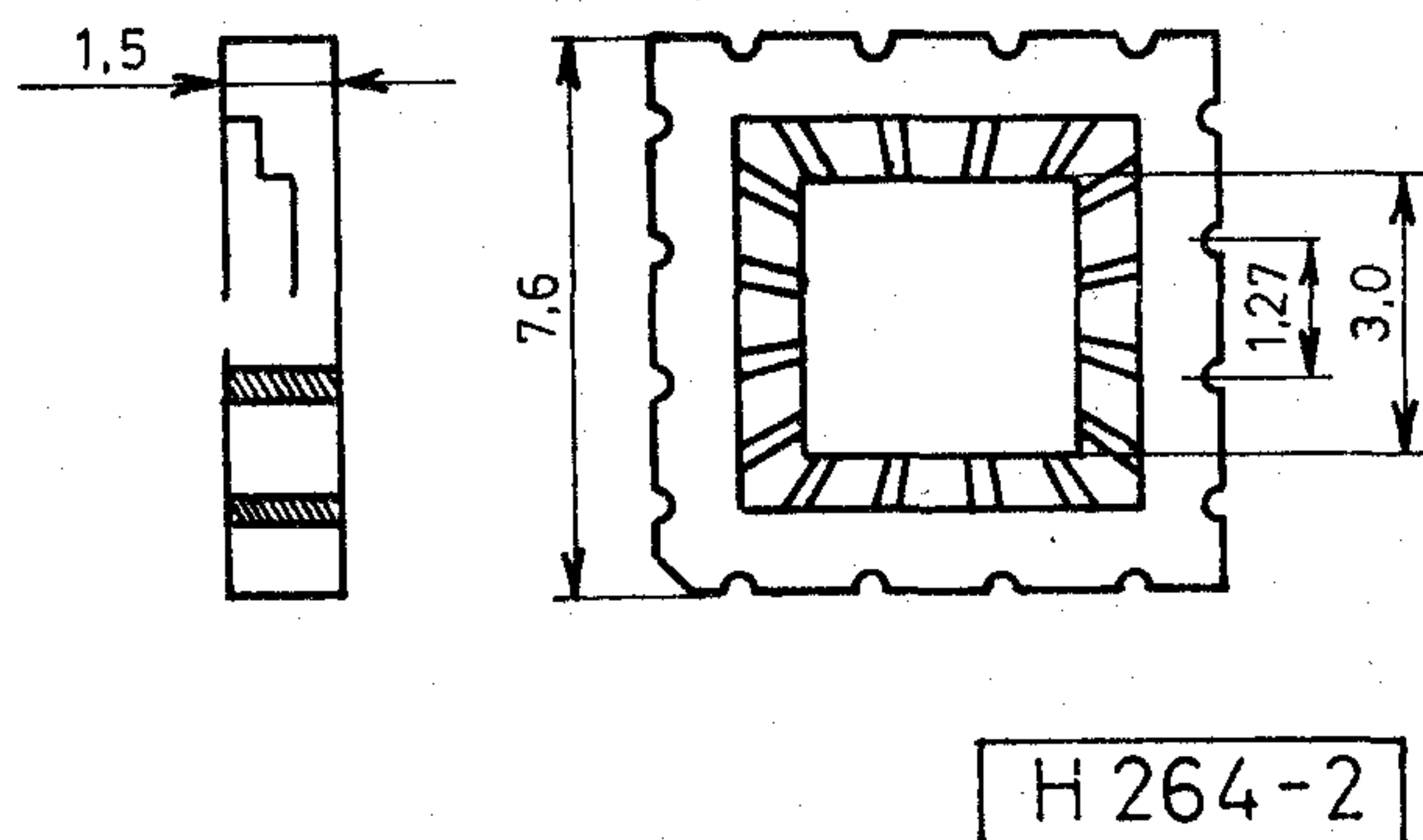
- A fóliákat préselés előtt a megfelelő sorrendben és helyzetben egymásra kell helyezni és olyan pontosan pozicionálni, hogy az átmenő lyukak találkozzanak. Ez rendkívüli figyelmet és gondosságot igényel; ha itt hibázunk, akkor biztosan selejt lesz a termék.
- Préseléskor a nyomásnak a modulon egyenletesen kell eloszlani, ellenkező esetben a sűrűség inhomogénné válik, ami inhomogén zsugorodást eredményez.
- A rétegek között nem maradhat levegőzárvány, mert különben égetéskor a modul szétrobban vagy felhólyagosodik.

Préseléskor megfelelő szerszámmal meg kell akadályozni, hogy a tokok üregei összenyomódjanak.

Darabolás

A már összepréselt, de még nyers modult, amely a tokokból vagy vezetőhálózatokból — azok méretétől függően — többet, akár több százat is tartalmazhat, égetés előtt lehet szét darabolni, vagy úgy bevagdostni, hogy égetés után széttördelhető legyen.

A darabolás pontossága szabja meg — közben tartott zsugorodás esetén — a kész termék méretének pontosságát.



2. ábra. Kivezető lábak nélküli kerámia chip-carrier

Égetés

Az égetés a technológia legkényesebb művelete. Nedves H_2 és N_2 keverékből álló atmoszférában történik, pontosan meghatározott hőprofil szerint.

A kezdeti szakaszban távoznak el a modulból a szerves anyagok, itt ügyelni kell arra, hogy a fel-fűtés kellően lassú legyen, nehogy a folyamat túl hevesen menjen végbe. A csúcshőmérséklettől és a hőtartás idejétől nagymértékben függ a zsugorodás. A lehűtési szakaszban arra kell vigyázni, nehogy a túl gyors hűlés közben feszültségek épüljenek be a kerámiába.

Fontos paraméter még a H_2/N_2 keverék aránya és mennyisége, valamint a nedvesítés mértéke is.

Az égetési ciklus hossza termékfajtánként változó lehet, pl. nem mindegy az sem, hogy milyen vastag a modul.

Simítás

Az égetés során a kerámia kismértékben vetemedhet, síklapúsága elromolhat. Ilyenkor az égetési csúcshőmérsékletnél alacsonyabb hőfokon súlyok között kisimítható. Tapasztalataink szerint a vetemedés legtöbbször csekély, így a kisméretű termékeknél nem okoz különösebb gondot.

Galvanizálás

A kiégetett kerámián levő W vagy Mo fémezés nem forrasztható és a chipek ultrahangos vagy termokompressziós huzalkötéssel való kontaktálására sem alkalmas. Forraszthatóvá nikkelezéssel és esetleg aranyozással, huzalköthetővé aranyozással tehető, ami galvanizálással történik.

Keményforrasztás

A kivezetővel készülő tokokra a kivezetőket keményforrasztással lehet felszerelni, ez redukáló atmoszférában történik.

A többretegű kerámia technológiával gyártható főbb terméktípusok

Mint az eddigiekből látható, a többretegű kerámia technológia egyaránt alkalmas különféle hermetikus tokok és nagybonyolultságú vezetőhálózatok előállítására. A gyártás rugalmassága miatt könnyű a típusváltás, a viszonylag csekély felszerszámozási költségek következtében kisebb sorozatok is gaz-

daságosan gyárthatók. Így elvben lehetőség nyílik a mindenkori felhasználók igényeinek megfelelő „alkalmazás-orientált” termékek készítésére. Az alábbiakban szereplő felsorolás a legfontosabb termékcsaládok rövid bemutatására szolgál.

DIL tokok

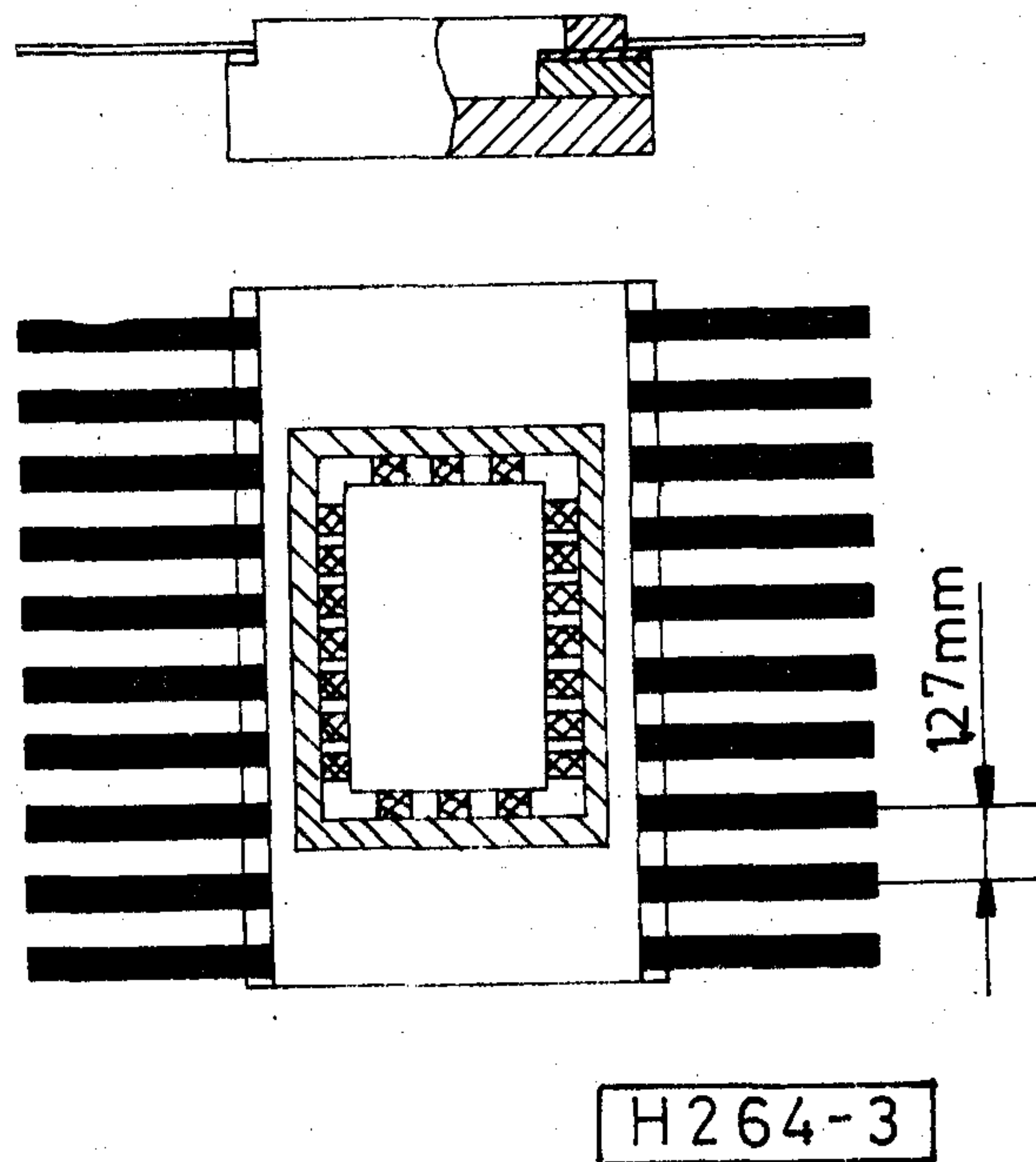
A mindenki által jól ismert, hagyományos kerámia IC-tokok 2,54 mm-es kivezetőtávolsággal készülnek. Helyigényük nagy a chipmérethez képest, 40 kivezető felett már kifejezetten rossz a helykihasználásuk. Felhasználásuk aránya csökkenő tendenciát mutat, nagy méretük miatt áruk aránytalanul magas.

Chip-carrierek

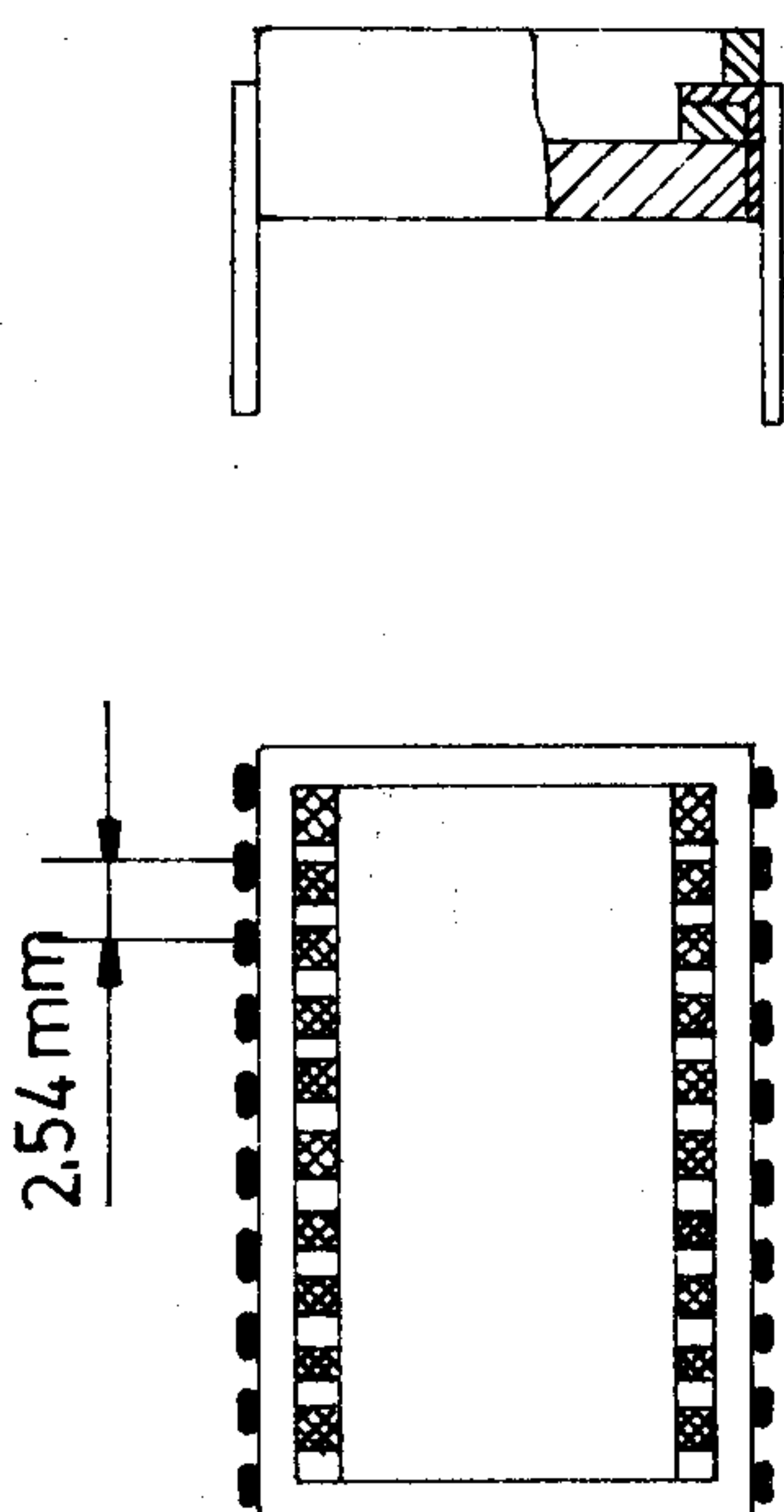
A chip-carrierek kisméretű, kivezető lábak nélküli tokok (2. ábra). A kivezetések négyoldalt elhelyezett, fémezett hornyokkal, vagy a tok alján négyoldalt elhelyezkedő forrasztási felületekkel vannak megoldva. A kivezetések tipikus távolsága 1,27 mm, de lehet ennek a fele is.

Jó helykihasználásuk lehetővé teszi nagy kivezető számú típusaik gazdaságos alkalmazását, kb. 100 kivezetési pontig.

Felhasználásuk körét némileg korlátozza a kerámia és a hagyományos nyomtatott áramkörüi lemezek különböző mértékű hőtágulása. Kb. 40 kivezető felett ennek hatására a felületre szerelt tokok leválhatnak a hordozóról, a forrasztások meghibásodhatnak. Ennek elkerülésére fejlesztették ki a kerámia chip-carrierek fém kivezetőkkel ellátott változatait [7], ahol a deformációkat a rugalmas kivezetőrendszer veszi fel, és a különböző fémbetétes szendvicsszerkezetű nyomtatott huzalozású lemezeket [4, 5], amelyek hőtágulását sikerült illeszteni a kerámiához.

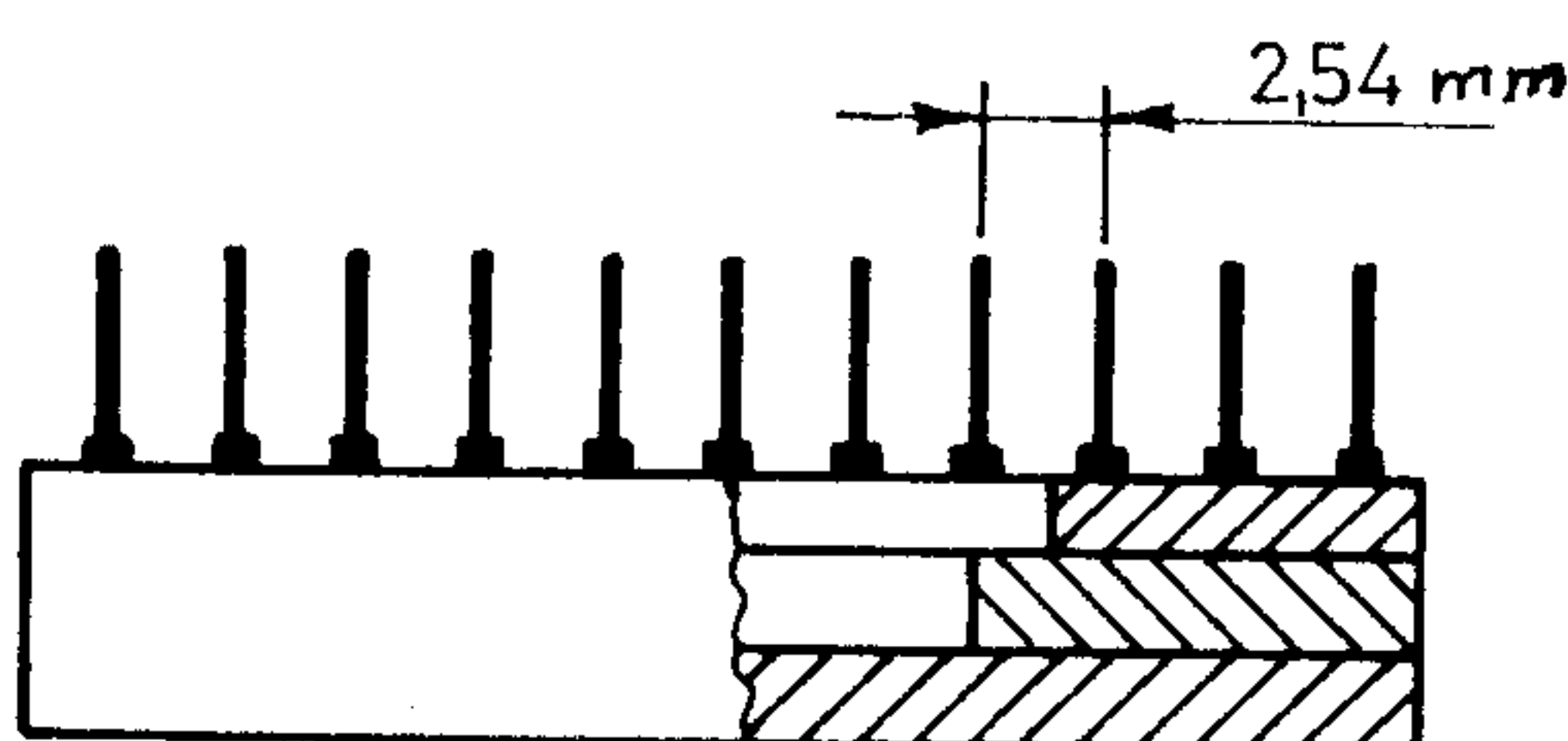
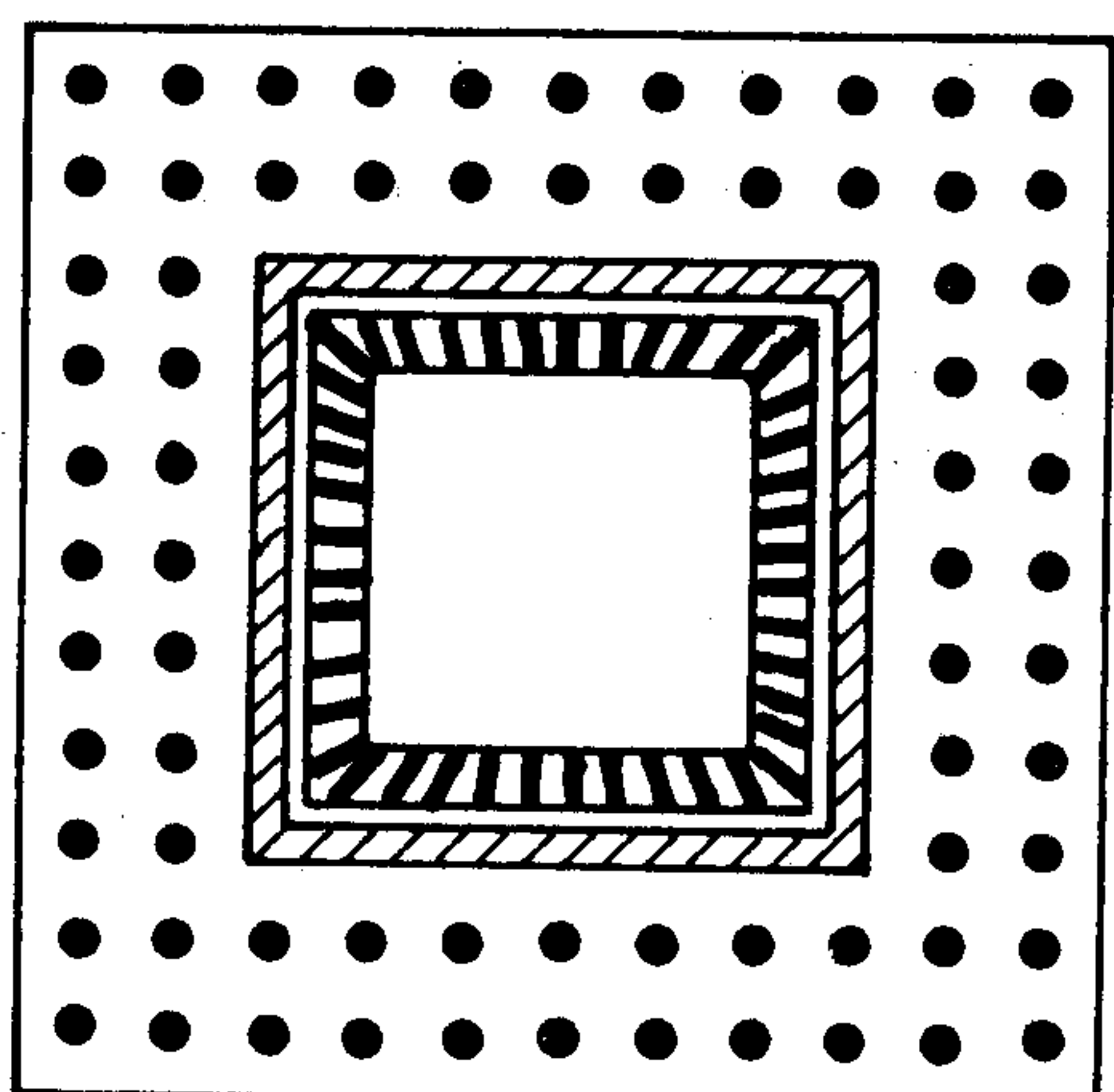


3. ábra. Flat-pack tok



H264-4

4. ábra. Hibrid tok

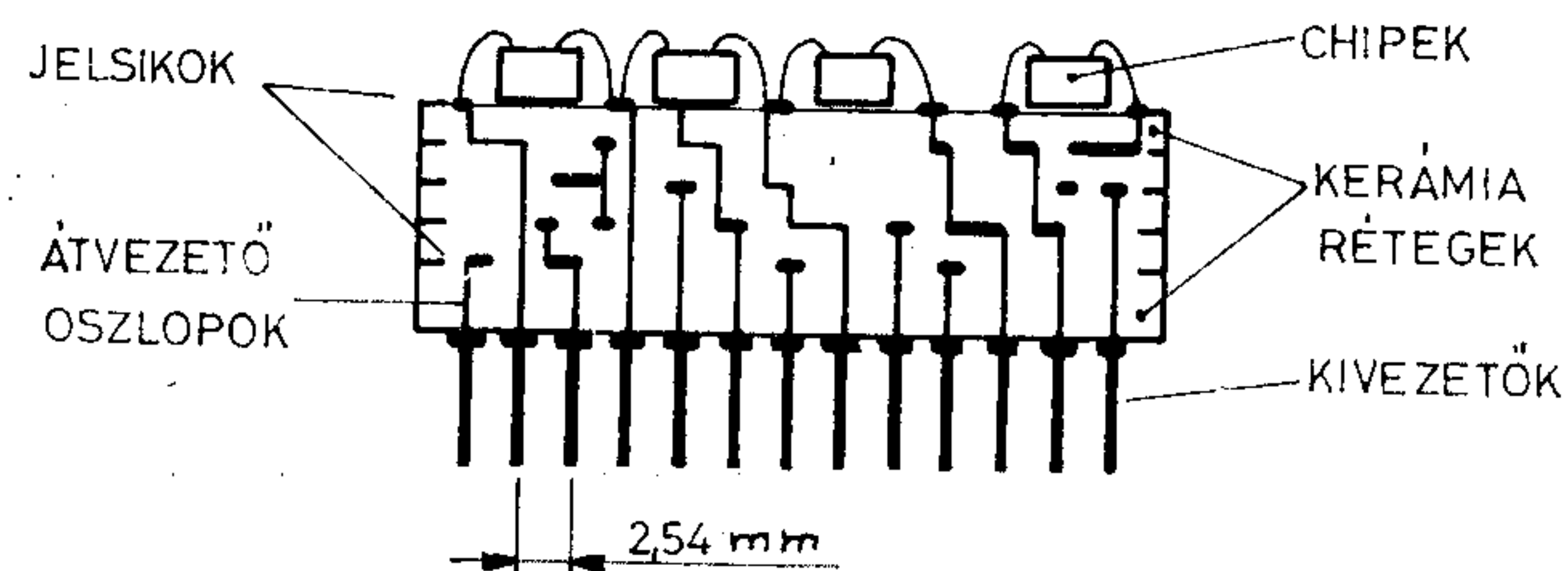


H264-5

5. ábra. Többrétegű áramköri modul

Flat-pack tokok

A flat-pack tokokat (3. ábra) az jellemzi, hogy kivezetéseik a tok síkjában helyezkednek el, akár



H264-6

6. ábra. Pin-grid tok

két, akár négy oldalon, kivezető távolságuk általában 1,27 mm.

Hibrid tokok

E toktípus általában a DIL tokhoz hasonlít, kivezetői kétoldalt helyezkednek el 2,54 mm-es rászterben (4. ábra). Szélessége azonban lényegesen nagyobb a DIL tokénál és az üreg akkora, hogy abba egy hibridáramköri lapka behelyezhető legyen.

Többrétegű áramköri modulok

Az előző fejezetben már említett többrétegű áramköri modulok (5. ábra) ma a legkorszerűbb hibridáramköröknek számítanak. A többrétegű kerámia technikával kialakított vezetőlátozatra az aktív és passzív alkatrészeket forrasztással vagy ragasztással ültetik be, a chipeket chip-carrierbe tokozva, vagy tokozatlanul, huzalkötéssel kötik be.

Az utóbbi esetben érhető el a legnagyobb szerelési sűrűség, de ilyenkor gondoskodni kell a chipek védelméről is. Erre elterjedt módszer a tok és a többrétegű modul kombinálása, amikor is a tok alja több kerámiarétegből áll és magába foglalja a szükséges vezetőlátozatot.

Pin Grid tokok

A pin grid, vagy mátrix-kivezetésű tokokon (6. ábra) a kör keresztmetszetű kivezető csapok egy 2,54 mm rászterű négyzetháló rácspontjaiban helyezkednek el. A kivezetőszám így arányos lehet a tok által elfoglalt felülettel, ezért a legtöbb kivezetőjű chipek tokozására használják.

A MEV-ben folyó próbaüzemelés során eddig egy 68 kivezetős chip-carrier típus mintapéldányai készültek el. Jelenleg egy 4 rétegű vezetőlátozatot tartalmazó 12 bites A/D konverter és egy 28 kivezetéses flat-pack tok fejlesztési munkái folynak; 1988-ra tervezzük egy standard chip-carrier család kifejlesztését, 1989-re pedig a pin grid tokok gyártásának megkezdését.

Összegezés

A felületi szerelési mintalabor felállítását és a műanyag tokozású felületre szerelhető alkatrészek gyártásának megkezdését követően a többrétegű kerámia technológia hazai bevezetésével a MEV újabb lépést tett a korszerű szerelési-tokozási eljárások meghonosítása érdekében.

A felállított kísérleti gyártósor egyaránt alkalmas a legkülönbözőbb hermetikus kerámiatokok, illetve nagybonyolultságú többretegű áramkörü modulok előállítására.

IRODALOM

- [1] A felületszerelés technológiája, tervezési módszerei, termelőeszközei. MHE-kiadvány, 1985.
- [2] Dr. O. Hintringer—W. Maiwald: Bevezetés a felületi szereléstechológiába. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 226. o.
- [3] Dr. Ripka Gábor: Felületre szerelhető aktív diszkrét alkatrészek és integrált áramkörök. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 239. o.

- [4] L. J. Boccia: Printed Wiring Boards with Copper-Invar—Copper. Proc. of the Technical Program, National Electronic Packaging and Production conference, Anaheim, USA 1986. febr. 25—27, 689. o.
- [5] Osváth István: Fémbeágyazott többretegű nyomtatott huzalozású lapok kivezető nélküli kerámia chip-carrierekhez. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 268. o.
- [6] A. J. Bladgett—D. R. Barbour: Thermal Conduction Module: A High-Performance Multilayer Ceramic Package. IBM Journal of Research and Development, 1982. jan. 30. o.
- [7] J. W. Stafford: Chip-carriers—Their Application and Future Direction. Components, Hybrids and Manufacturing Technology 1981. június 195. o.

Mikroszámítógépek szerepe a hírközlésben és a távadat feldolgozásban (Brno)

Az 1984-ben megtartott konferencia folytatásaként tekinthetjük az ideit. A 84-es konferencia címe „A rendszertervezés és a távadatfeldolgozás iskolája”. A mostani konferencia témája:

- mikroszámítógépeken alapuló számítógépes és teleinformatikai technika, továbbá ezen rendszerek tervezésének és alkalmazásának lehetőségei a szakmai és nem szakmai területeken a hagyományos és csúcstechnológia alkalmazása mellett;
- a rendszerek implementációja és hibafeltárása során alkalmazott (analizátorok, fejlesztő rendszerek stb.) különböző intelligencia-szintű adott feltételek mellett programozható és adaptálható eszközök;
- tapasztalatok cseréje a következő területen: mikroszámítógépen alapuló számítógépes és távinformatikai rendszerek bevezetése és üzemeltetése.

A konferencia idején csehszlovák és külföldi cégek bemutatót tartottak. A Schlumberger cég bemutatta a 7702 tip. digitális adatanalizátorát, valamint optikai vezetők mérése során alkalmazható műszereket állított ki.

Az osztrák ELSINKO cég mely öt japán céget képviselt, mikroszámítógépes fejlesztőrendszereket logikai analizátorokat, digitális oszcilloszkópokat mutatott be. A franciák 15 perces videoösszeállítást mutattak be a TELETEL szolgálatról (kiemelve az elektronikus tele-

funkönyvet). A csehszlovákok kiállították a SAPI 1 és SAPI 80 mikroszámítógép rendszereiket. (Ez utóbbiakról előadás is elhangzott.)

Tapasztalatok

- távoli adatbáziselérés problematikája;
- mikroszámítógépes rendszertervezés;
- mikroszámítógépes rendszerek megbízhatósági kérdései;
- a rendszertervezés gazdasági vonzatai;
- különféle típusú számítógépek kommunikációs lehetőségei (elsősorban helyi hálózatok — LAN — kerültek napirendre);
- digitális jelfeldolgozás (képfeldolgozás, beszédfeldolgozás, adatbázisok feldolgozása);
- az adatátviteli technikai kérdései (modemek, multiplexerek stb.);
- adatátvitelre használt hálózatok (PSTN, PDN);
- a hálózatok fenntartásának kérdései;
- IBM PC vagy azzal kompatibilis mikroszámítógépek széles körű alkalmazásának lehetőségei;
- új adatátviteli közeg: az üvegszál.

Résztvevők: 170 csehszlovák, 17 más nemzetiségű (francia, NDK, NSZK, lengyel, osztrák, bolgár, szovjet, magyar)

A konferencia felépítése: 45 perces előadások, 15 perces referátumok, hozzászólások követték folyamatosan egymást.

СОДЕРЖАНИЕ

INHALT

CONTENTS

Д-р Хусти, Г.—Райкаи, Д.:

Методы описания цифровых сетей с интегральными услугами

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Научная Комиссия ХУШ МККТТ в 1980 году начала интенсивно заниматься вопросом Унификации Цифровых сетей с Интегральными Услугами. В . части, статья на основе деятельности в рамках МККТТ, излагает философию и методы описания сети ЗЭДП, а также теорию и способы, которые совместно эффективно обеспечивают самый обширный круг служб и услуг для потребителей. Во II-ой части, статья излагает интерфейс потребителю сети ЗЭДП, . слой его и более важные характеристики. Рассматриваются еще не решенные вопросы и приводится ссылка на ожидаемые тенденции.

Д-р Берцели, Т.—Гелейи, В.—Тотх, Т.:

Переключение каналов в микроволновой радиоаппаратуре

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

При микроволновой связи все более возникает потребность в переключении каналов. С помощью изложенного расположения относительно просто и качественно можно решить выбор любого канала в полной частотной полосе.

Хорват, Ж.—Д-р Дуро, И.—Немет, Т.—не—Сентпали, Б.—Кази, К.—Фогт, А.—Лобаш, Л.—Колумбан, Г.—не—Тютто, П.:

Варакторы шотки на базе GaAs для микроволновой настройки частоты

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Основным шагом разработки созданных варакторов настройки являлась разработка оптимизации эпитаксиального активного слоя, выбор подходящей конструкции прибора оптимизация монтровки, а также разработка эпитаксиальной техники. Измеренные последовательные значения индуктивности варакторов настройки попали диапазон 0,7—0,9 ПН, а значения последовательно сопротивления в зависимости от типа и напряжения смещения находились в пределах 0,6—4,4 Ома. Сопротивление припайки меньше чем 0,1 Ом. Полученные результаты показывают что последовательное сопротивление сильно влияет на выходную мощность микроволновых осцилляторов.

Неукамм, Д.—Д-р Надь, Й.:

Применение анализа конечного элемента для решения уравнения

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Используемый анализ микроволнового плана произвольного

исполнения можно только с помощью численного метода. Статья излагает метод анализа, проведенный на персональной ЭВМ на основе описания уравнения „НЕБМНОБТЗ“ распределения полей планарных схем. Излагаем построение анализа проведенного методом конечного элемента в основных шагах и приведением достигнутых результатов численным примером.

Д-р Мижеи, Я.:

Химические восприиматели на полупроводниках

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Статья обобщает некоторые настоящие результаты по разработке химических восприимателей на базе полупроводников на основе проведенной в Bad Nauheim (ФРГ) конференции по теме: „Sensoren-Technologie und Anwendung“. С помощью упомянутых восприимателей типов полевого транзистора (MOS) или сопротивлений (однородный) можно провести испытания растворов и газов. Основные показатели разработки: модификация поверхности с целью улучшения особенности восприимания, разработка технологических процессов, проведение практических и теоретических исследований в связи селективного восприимания. Является также важной и связь между технологией восприимания и микроэлектроникой.

Д-р Дюро, И.—Шомоди, К.—Немчиц, А.—Месарош, И.:

Эпитаксиальное наращивание паровой фазы GaAs для микроволновых целей в исследовательском институте технической физики Венгерской Академии Наук

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Настоящая работа кратко знакомит с деятельностью и результатами проведенных в области наращивания GaAs; эпитаксиальных паровых фаз для микроволновых целей в МТА MFKI. Обсуждению подлежат основные вопросы применяемого метода и результаты проведенных экспериментов на аппаратуре, и выведенные из них заключения, а также демонстрируют примеры в отношении профиля типичного распределения концентрации нескольких слоев структур.

Такач, Г.:

Реверсивно действующие, токоограничивающие пассивные элементы

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Токопроводящие пластмассовые материалы еще мало известны в венгерской электронной промышленности. Фирма REMIX совместно с институтом MFKI разработала пассивный элемент ограничения тока на базе токопроводящего искусственного материала. Статья излагает физические и электрические особенности элемента. Делает эксперимент математического моделирования электрических показателей. Автор в заключении статьи освещает возможность использования новейшего элемента.

Деак, И.:

Современные схемные кожухи, многослойные носители из керамики

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 12.

Повышающая функциональная плотность интегральных схем, предъявляемые требования по все более нарастающей скорости работы электронной аппаратуры, в последние годы заставляют искать новые решения в области сборки и снабжения кожухом. В интересах внедрения новой технологии на Предприятии Микроэлектроники установлена экспериментальная производственная линия, на которой по технологии керамики можно изготовить различные кожухи и токопроводящие цепи большой сложности.

* * *

Dr. Huszty, G.—Rajkai, Gy.:

Бескрейбсметоден дер Дигиталнетцен мит интегриerten Dienstleistungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987, Nr. 12.

Die XVIII Studienkommission der CCITT hat im Jahre 1980 angefangen mit der intensiven Beschäftigung des Themenkreises über die Vereinheitlichung der Digitalnetze mit integrierter Dienstleistung. Im ersten Teil des Artikels werden die Philosophie der ISDN, sowie ihre Beschreibungsmethoden, basierend auf die Tätigkeit der CCITT, vorgezeigt. Das heisst, diejenigen Prinzipien und Verfahren werden erörtert, welche gemeinsam die breitesten Kreise der Dienste und Dienstleistungen effektiv für die Verbraucher sichern. Im zweiten Teil dieses Artikels werden vor allem das Interface des ISDN Verbrauchernetzes, sowie dessen erste Schicht und Hauptcharakteristika dargestellt. Es werden ausserdem die noch offenen Fragen erörtert und auch auf die zu erwartenden Tendenzen hingewiesen.

Dr. Berceli, T.—Geleji, V.—Tóth, T.:

Каналумсчaltung in Mikrowellen-Funkanlagen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Der Anspruch für Kanalumschaltung taucht bei den Mikrowellen-Verbindungen immer öfters auf. Mit den zu veröffentlichenden Konfigurationen kann man verhältnismässig einfach und in guter Qualität, die Auswahl irgendwelcher Kanals in der gesamten Bandbreite lösen.

Horváth, Zs.—dr. Gyurkó, I.—Frau Németh—Szentpáli, B.—Kazi, K.—Fogt, Á.—Frau Kolumbán—Tüttő, P.:

Schottky Varaktoren mit Grund GaAs auf Mikrowellen-Frequenzabszitung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Die Hauptschritte der Entwicklung der verwirklichten Abstimmungsvaraktoren waren die Ausarbeitung der Optimalisierung der epitaxialen aktiven Schicht, die Optimalisierung der Einkapselung und die Entwicklung der epitaxialen Technik. Die Werte der gemessenen Mikrowellen-Reiheninduktivität der Abstimmungsvaraktoren fallen im Bereich 0,7—0,9 nH, aber der Wert des Reihenwiderstandes abhängig von dem Typ und der Vorspannung beträgt zwischen 0,6—4,4 Ohm. Der Anflöten-Widerstand ist kleiner als 0,1 Ohm. Die Ergebnisse zeigen darauf, dass der Reihenwiderstand die Ausgangsleistung der Mikrowellen-Oszillatoren stark beeinflusst.

Neukamm, G.—Dr. Nagy, J.:

Verwendung die Methode der finiten Elemente zur Lösung der Helmholtz-Gleichungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Die Analyse von Mikrowellen-Planärformationen beliebiger Ausformung kann nur mit numerischen Methoden durchgeführt werden. Diese Studie zeigt uns eine Analysenmethode vor, die auf einem Personalrechner auf Grund der von der Helmholtz-Gleichung beschriebenen Annäherung der Feldverteilung der Planärstromkreise, durchgeführt wurde. Der Artikel beschreibt in dessen wesentlichen Schritten, den Aufbau der mit der Methode der begrenzten Elementen durchgeführten

Dr. J. Mizsei:

Chemische Sensoren, — mit Halbleitern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Der Artikel fasst einige der gegenwärtigen Entwicklungsergebnisse der chemischen Sensoren auf Kunststoffbasis zusammen, auf Grund der in Bad Nauheim (BRD) veranstalteten Konferenz im Thema „Sensoren-Technologie und Anwendung“. Mit diesen Sensoren-Vom Typ raumgesteuerten Transistor (MOS) oder vom Typ Widerstand (homogen)-können Lösungen und Gase geprüft werden. Einige Hauptfaktoren der Entwicklung sind folgende:

Die Modifikation der Oberfläche mit der Zielsetzung der Verbesserung der Sensoreigenschaften, die Entwicklung der technologischen Prozesse, praktische und theoretische Forschungen im Zusammenhang mit der selektiven Perzeption. Das Verhältnis zwischen der Sensortechnologie und der Mikroelektronik ist auch sehr wichtig.

Dr. Gyúró, I.—Somogyi, K.—Nemscics, Á.—Mészáros, I.:

Epitaxialer Anwuchs in „GaAs“ Dampfphase für Mikrowellenzwecke im physikalischen Entwicklungsinstitut der ungarischen Akademie für Wissenschaften

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Dieser zusammenfassende Artikel gibt einen kurzen Bericht über die Tätigkeit und über die Erfolge des physikalischen Entwicklungsinstituts der ungarischen Akademie für Wissenschaften (MTA MFKI) auf dem Gebiet des epitaxialen Anwachses in „GaAs“ Dampfphase für Mikrowellenzwecke. Es werden die Grundfragen der verwendeten Methode, die Ergebnisse der in den Anlagen durchgeführten Versuche behandelt, sowie die daraus bezogenen Schlussfolgerungen erörtert. Es werden ausserdem einige Beispiele für das Profil zur typischen Konzentrationsverteilung der einzelnen Schichtstrukturen vorgezeigt

Takács, G.:

Reversibel funktionierende Passivkomponente mit Strombergrenzung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Die leitungsfähigen Kunststoffe sind noch ziemlich unbekannt in der ungarischen elektronischen Industrie. Die Fabrik Remix und das Forschungsinstitut MFKI haben gemeinsam eine Passivkomponente auf Kunststoffbasis mit Strombegrenzung entwickelt. Der Artikel erörtert die physischen und elektrischen Eigenschaften dieser Komponente. Es wird ausserdem ein Versuch gemacht für die Modellierung mit Hilfe der Mathematik der elektrischen Eigenschaften. Zuletzt beleuchtet der Verfasser des Artikels die Anwendungsmöglichkeiten dieses neuartigen elektronischen Komponenten.

Deák, I.:

Moderne Schaltkreiskapseln und Mehrschichtträger aus Keramik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 12.

Die Forderung für immer zunehmende Funktionsdichte von integrierten Schaltungen, sowie für die immer grösser werdende Funktionsdichte der elektronischen Geräte hat in den letzten Jahren neue Lösungen am Gebiet der Montage und Einkapselung hervorgerufen. Im Interesse der einheimischen Einführung der modernen Technologien hat die Firma MBV eine Versuchsfertigungsstrasse aufgestellt, mit Hilfe derer, die verschiedenen Kapseln und Leiternetze hoher Komplexiertheit mit der Technik von Mehrschichtkeramik hergestellt werden können.

Dr. Huszty, G.—Rajkai, Gy.:

Description Methods of Integrated Services Digital Network

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

The intensive work on ISDN standardization has begun in 1980 in Study Group XVIII. of CCITT. Based on the CCITT activity in the first part of this paper the overall philosophy and the description methods of ISDNs are presented. The principles and procedures allowing the wide range of user services and facility are discussed, too. In the second part of the article the ISDN user-network interface, its 1. layer characteristics and the aspects of "U" reference point are considered.

Dr. Bercei, T.—Geleji, V.—Tóth, T.:

Channel Selection in Microwave Radio Equipment

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

Demand for the channel selection is raised at the microwave connections in more and more cases. Selection of any channel in the whole band can be accomplished relative simply by the introduced arrangement.

Horváth, Zs.—dr. Gyúró, I.—Németh, T.—né—Szentpáli, B.—Kazi K.—rogt, Á.—Dobos, L.—Kolumbán, G.—Fütfő, P.:

GaAs Schottky varactors for microwave frequency tuning

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

The main steps of the performed tuning varactor development were the work-out of the optimisation of epitaxial active layer, the selection of the adequate construction of the device, the optimisation of packaging and the development of the epitaxial technique. The measured microwave series inductance values of the tuning varactors have been in the range of 0.7—0.9 nH, while the series resistance has been 0.6—4.4 ohm for different types and bias values. The resistance of the soldering is less than 0.1 ohm. Results show that the series resistance strongly influence the output power of the microwave oscillators.

Neukamm, G.—Dr. Nagy, J.:

Application of the Finite-Element-Analysis for the Solution of the Helmholtz Equation

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12

Analysis of arbitrary construction microwave planar structures is possible only by numeric methods. This paper introduces an analysis method accomplished on personal computer, on the basis of the approximation of the planar circuits field-distribution described by the Helmholtz equation. Structure of the analysis carried out by finite-element method is published in its basic steps and the achievement is introduced by a numeric example.

Dr. Mizsei, J.:

Semiconductor chemical sensors

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

Some recent development of the semiconductor chemical sensors are summarised in the article based on the conference „Sensoren-Technologie und Anwendung“, Bad Nauheim, 1986, FRG. Solutions and gases can be analyzed by these — field effect transistor type (MOS) or resistor type (homogen) sensors. Some of the main factors of development are: surface modification for improving the sensing properties, development of the technological processes, practical and theoretical investigation on the selective sensing. The connection is also very important between sensor technology and microelectronics.

Takács, G.:

Reversible Operation Current-Limiting Passive Element

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987 No. 12.

Conductive plastics are little known in the Hungarian Electronic Industry. A current-limiting passive element of plastic basis has been developed by REMIX Manufacturing Company for Electronic Components in common with Research Institute MÜKI. Physical and electrical characteristics of this element are outlined in the article. An attempt is made at the mathematic modelling of the electrical characteristics. Finally the author casts light on the application possibilities of the novel component.

Dr. Gyúró, I.—Somogyi, K.—Nemesics, Á.—Mészáros, I.:

The Present Activity of the Institute for Technical Physics of HAS in the Field of Growth of GaAs Structures for Microwave Purposes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

The paper presents a short review of the activity and results in the field of the VPE growth of GaAs in the Institute for Technical Physics of HAS. The paper dealt with the basic questions studied for the method involved, the conclusions of the work carried out in our apparatus, and presents examples of the different type layer structures.

Deák, I.:

Advanced Multilayer Ceramic Packages and Substrates

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 12.

In the recent years new packaging and assembling methods appeared due to the rising complexity of integrated circuits and the need for higher operation speed of electronic systems. In order to introduce the advanced technologies, MEV has set up an experimental production line for manufacturing cofired multilayer ceramic packages and substrates.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat, Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 175-200. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 180,— Ft, egész évre 360,— Ft. Egyes szám ára 30,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: a „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H-1389 Budapest, Postafiók 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279. 86-253. Révai Nyomda Egri Gyáregység, Felelős vezető: Horváth Józsefné dr. 87 2576.

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

A MODERN IPAR ÉPÍTŐELEMEI:

VALÓDINAMIKUS
HIBRID KÖR

ROELECTRON

REAL

Budapest

1000



SE NEM BIZHATÓ
Z EMBEREK SZERVEKRE.
K ÚJ ATOKA NYITNAK
LÉS MŰKÖDŐ TERÜLETEN.



MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT

1325 Budapest