



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam

BUDAPEST

1987

7

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXVIII. évfolyam 1987. 7. szám

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIII. évfolyam 1987. 7. szám

MEV REMIX TKI

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

V. évfolyam 1987. 7. 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
Fénytávközlés
Vezeték nélküli technika
Adástechnika
Vételtechnika
Mikroelektronika
Alkatrésztechnika
Hálózatelmélet
Elektromágneses problémák

ROVATGAZDÁK

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

ROVATTÁRSÁK

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

TARTALOM

DR. LAJTHA GYÖRGY—DR. HESZBERGER ANTAL: Gondolatok a Harmadik Nemzetközi Hálózattervezési Szimpózium új eredményeiről és tanulságairól	289
PETHES ISTVÁN: „Személyi kommunikáció”-cella rendszerű rádiótelefon hálózatok jelene és fejlődési iránya Európában.....	294
Könyvismertetés (dr. Györfi L.).....	298
DR. HALÁSZ EDIT—DR. GEFFERTH LÁSZLÓ—HADI ENDRE: Kapcsolt kapacitású szűrők kaszkád szintézise optimalizálással.....	299
NYERGES ERNŐ—POLGÁR ENDRE: Csillapítók frekvenciahatárának kiterjesztése	302
VANKÓ PÉTER: Ponthibák szerepe és vizsgálata Si egykristályban... ..	305
HORVÁTH ISTVÁN: Telefongyár TAP-34 alkalmazása IEC-625 rendszervezőrőlként.....	308
DR. KENDERESSY MIKLÓS: Kis-zajú mikrohullámú vevőkészülékek Szemle	313
Szimpózium a Telefongyárban (Valló P.).....	327
MTA: A műszerkölesönzés világtendencia	330
MTA: Beruházás helyett—kölesönözzön műszert!	333
Tartalmi összefoglalások.....	334
	335

Gondolatok a Harmadik Nemzetközi Hálózattervezési Szimpózium új eredményeiről és tanulságairól

DR. LAJTHA GYÖRGY

Magyar Posta Központja

DR. HESZBERGER ANTAL

Távközlési Kutató Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

Networks '86 címen 1986. július 1—6. között a floridai Tampa melletti Innisbrookban rendezték meg a Harmadik Nemzetközi Hálózattervezési Szimpóziumot. A beszámoló jellegű cikk, kiemeli a legfontosabb eredményeket és kitér ezek hazai hasznosításának egyes kérdéseire.

1. Bevezetés

1978-ban néhány hálózattervezéssel foglalkozó távközlési szakember fejében felmerült a gondolat, hogy szükség lenne nemzetközi tapasztalatcserére. A hálózattervezés összetett tudománya rendkívül sok távközlési- és számítástechnikai ismeretet igényel és eredményeinek kihatása a nemzeti jövedelemre is jelentős, kb. 1%-os nagyságrendű. Egyértelműen fontosnak tartották tehát, hogy ezen a területen egy olyan nemzetközi fórum jöjjön létre, amely a forgalomelmélettel, a kapcsolástechnikával és az előfizetői hálózatokkal foglalkozó nemzetközi kongresszusok eredményeit szintetizálva lehetővé teszi a gyors hasznosítást.

Elhatározták, hogy háromévenként különböző helyeken ötnapos szimpóziumokat rendeznek úgy, hogy a szervezést és az elnökséget mindig a rendező távközlési igazgatás vállalja. Az első, a Francia Mérnökök Egyesületével együttműködve, 1980-ban a Francia Igazgatás rendezte Párizsban. A szakmai eredmények igazolták az elképzeléseket. A következő szimpóziumra 1983-ban Brightonban (Anglia) került sor, ahol egy további szabályt is alkottak, mely szerint a találkozókat felváltva Európában, illetve Európán kívül rendezik. Ehhez igazodva, olyan döntés született, hogy a soron következő összejevetelt az Egyesült Államok Elektronikus Mérnökeinek Egyesülete fogja megrendezni Floridában. A találkozó gondos előkészítés után 1986. június hó 1—6. között került lebonyolításra a floridai Tampa melletti Innisbrookban. A szervezés során kialakultak a főbb témakörök, mint pl. az integrált szolgáltatású digitális hálózat (ISDN) bevezetése, az ezzel kapcsolatos tervezési kérdések, a csomagkapcsolt hálózatok tervezési problémái, új számítási módszerek a távközlő hálózat tervezésében, jelzéstechnikai problémák és az átviteli hálózat tervezése. Az előadások egy része szigorúan a tematikai elhatárolódásokhoz igazodott, más része egy-két témakört átlapolva tárgyalt meg. Az előadások döntő többségét a távközlés tekintetében legfejlettebb országok szakemberei tartották. Új

* A szekció elnöke Dr. Lajtha György volt.

Beérkezett: 1986. X. 20. (□)



DR. LAJTHA
GYÖRGY

1952-ben került a Posta Kísérleti Intézetéhez, ahol átviteltechnikai és hálózattervezési témákkal foglalkozott, és ahol 1986-ig az Intézet igaz-

gatóhelyettese volt. A Nemzetközi Távközlési Egyesület XVI. Tanulmányi Bizottságának elnöke. 1980. évben címzetes egyetemi tanári címet kapott. A műszaki tudományok doktora.

színfoltja volt a szimpóziumnak, hogy egy kerekasztal megbeszélés során a kevésbé fejlett országok problémái is napirendre kerültek.* Felmerült a kérdés, hogy vajon hogyan valósítható meg az eredmények hasznosítása a fejlődő és alacsonyabb nemzeti jövedelemmel rendelkező országokban. Több más mellett, erre a problémára is sikerült többé-kevésbé egyértelmű választ kapni. A következőkben elsősorban a hazai problémákhoz legközelebb álló kérdésekre térünk ki. Teljes képet az irodalomjegyzékben szereplő konferencia kiadvány alapján lehet szerezni.

2. Távközlő hálózatok tervezése

A tervezési módszerek területén döntő változás történt. Az elmúlt 20 évben használt módszerek Y. Rapp munkásságának eredményeire épülnek. Alapvető cikkei 1967—69-ben összegezték a megelőző öt-hat év kutatómunkájának eredményeit [1], [2], [3], [4]. A módszerek alkalmazásához szükséges gazdasági számítási elvek először T. J. Morgan könyvében jelentek meg. A módszereket a CCITT kézikönyvekben is igyekeztek közkinccsé tenni [6], [7], [8]. Figyelmet érdemel még két alapvető munka [10], [11], melyek jól kiemelik a számítás lényegét és hangsúlyozzák, hogy a tervezés alapja a hálózatok létesítési költségének minimalizálása [10], [11]. Hazai eredmények is kapcsolódnak az irányzathoz [9] és két további hazai publikáció is összegezi az eredményeket magyar nyelven [12], [13]. Ezekben a hivatkozásokban a célfüggvényt a létesítési költség minimuma jelenti, miközben segédfeltételként a forgalmi áteresztőképesség, az üzembiztonság, a jól áttekinthető hálózati hierarchia és a jelzésátvitel megoldásának kérdése jelenik meg. Az innisbrook-i szimpóziumon ezek az alapvető célkitűzések változtak meg.

Az elmúlt néhány évben az elektronika rohamos fejlődésével az eszközök költség döntő mértékben lecsökkent. Így pl. egy egysátnás kodeket tartalmazó integrált áramkör ára 10 dollár alatt van.

Ebből számolva, egy PCM-csatorna végállomási berendezéseit, a szükséges épület és áramellátási költséget, valamint egy fényvezető összeköttetéséből egy csatornára jutó költséget összegezve, az adódik, hogy egy 100 km-es digitális csatorna kb. 200 dollárból valósítható meg. Míg az eszközök ára csökkent, a szolgáltatások iránti igény és a szolgáltatások ára növekedett. Egy 100 km hosszú összeköttetés tarifája óránként kb. 5 dollár. Az igény erre a csatornára nem csak távbeszélő jellegű, hanem a felhasználók egyéb új szolgáltatásokra is igénybe kívánják venni, ami azt jelenti, hogy egy reálisnak mondható, napi 4 órás igénybevétel mellett, a napi bevétel 20 dollár. Megdöbbentően hangzik, de 10 nap alatt amortizálódhat egy csatorna! Jóllehet a kalkulációnál számos elhanyagolás és pontatlanság lehet, azt a tendenciát, hogy a létesítési minimumra való törekvéssel szemben a maximális bevételre irányuló törekvés gazdasági hatása jóval nagyobb, egyértelműen mutatja. Itt persze újra felvetődik az a sokat vitatott problémakör, amelyben a világ számos jelentős igazgatása már többször egyértelműen állást foglalt, nevezetesen az, hogy a távközlés nem üzleti vállalkozás, hanem szolgáltatás, tehát nem szabad bevételmaximumra törekedni. Ha ezt az elképzelést elfogadjuk is, két megjegyzést mégis tennünk kell:

- a) számos olyan új szolgálat veszi igénybe a távközlő hálózatot, amelynél a távközlés a felhasználók hasznát közvetlenül növeli, ami azt jelenti, hogy ott nem egészen egyértelmű, hogy milyen mértékben szolgáltatás és mennyire üzleti vállalkozás a távközlés;
- b) néhány kivételes segélykérési esettől eltekintve, az átlag felhasználó fizet a távközlésért és az általa elfogadott minimális tarifa a távközlési igazgatásnak bevételt jelent és az igazgatás több távközlési lehetőséget nyújtva ugyanazon áramkörön, az árakat nem emelve, sőt esetleg még csökkentve is, többletbevételhez juthat, amellyel újabb távközlési lehetőségeknek adhat teret.

Ezeket a gondolatokat a bevezető előadás [14] mellett több más előadó is hangsúlyozta [15], [16], [17].

Nézzük meg, hogy a fenti elv hazai vonatkozásban mennyire alkalmazható és mennyire indokolt a tervezés új alapokra való helyezése. A jelenlegi tervezési módszerek kezdeti időszakában egy tarifaimpulzus 0,6 Ft értékű volt és egy vivőfrekvenciás összeköttetésből egy végberendezés pár egyetlen csatornájára jutó költség 70–80 ezer Ft-ot tett ki. Vagyis egy vivős csatorna végállomási részének amortizációjához 120 ezer tarifaimpulzusra volt szükség. Jelenleg egy tarifaimpulzus 2 Ft és a vivőfrekvenciás csatorna költsége 15–20 ezer Ft között mozog. Vagyis mindössze 10 ezer impulzus elegendő az amortizációhoz! Lényegében tehát egy nagyságrendi csökkenés mutatkozik. Ehhez hozzávéve a csatornák nagyobb forgalmi kihasználtságát is, látható, hogy a költségarányok alakulásában nálunk is olyan tendencia jelentkezik, mint a legfejlettebb országokban.

A bevezető előadás másik jellemző mondani-
valója az volt, hogy a célfüggvény időfüggő. Ez az időfüggés nem írható le egyértelműen. Az így mozognak tekinthető távlati cél becslésénél gondolni kell

- a rohamosan fejlődő információs üzletág igényeire;
- a piaci lehetőségek változásaira;
- a kormány politikai célkitűzéseinek esetleges módosulására.

Ezek hatására — figyelembe véve az árak alakulására vonatkozó tényeket — célszerű jelentősen túlméretezett hálózatot tervezni, ami a bizonytalan igények esetén is alkalmas a teljes kiszolgálásra és a bevételek növelésére. A túlméretezett átviteli hálózat időről-időre módosuló, ésszerű felhasználása a hálózattervezők egyik fő feladatát kell hogy képezze. Ezen feladatok teljesítéséhez persze igen lényeges egy nagyon fontos adatbázis, ami a pillanatnyi helyzetet pontosan ismeri, és ami a tervezőknek pontos kiinduló adatokat szolgáltat. Kapcsolódó téma a szabványos elemek alkalmazásának fontossága. A rendelkezésre álló átviteli utakat ugyanis a tervezők időszakosan más-más célra használhatják, más módon kapcsolhatják össze a szakaszokat, és ez csak akkor lehetséges, ha a csatlakozási jellemzők a nemzetközi ajánlásoknak megfelelnek.

A harmadik téma, amit a bevezető előadás és számos csatlakozó ismertetés kiemelt, a szoftver és hardver költségek arányainak eltolódása volt. A magas szoftver költségek, összevetve az aránylag alacsonyabb elektronikai alkatrész költségek-ből összetevődő hardver költségekkel, felvetik a kérdést, hogy vajon mi fontosabb, az, hogy a hálózatban minimális számú központ legyen, vagy az, hogy a központok azonosak legyenek és a kidolgozott nagyértékű szoftver minél több egyforma központban kerüljön alkalmazásra. Nyilvánvalóan itt is az azonos központok alkalmazása előnyös, a darabszám növelésének pedig a sokszor magas telekárak és építési költségek szabnak határt.

A bevezető előadásban összegezett, időről-időre visszatérő gondolatsor tehát a következő főbb elemeket tartalmazza:

- elsődleges szempont valamennyi szolgáltatás iránti igényt kielégíteni;
- a pillanatnyi igényektől közel függetlenül nagy kapacitású átviteli hálózatokat kell tervezni és létesíteni;
- a tervező egyik fő feladata a rendelkezésre álló átviteli utak és egyéb eszközök maximális kihasználása;
- a terv tegye lehetővé, hogy a központok intelligenciája az időszakos, gyors változásokat értékelni tudja;
- a tervezés jósága nagyon nagy mértékben függ a rendelkezésre álló adatbázis helyességétől;
- mind kapcsolástechnikai, mind pedig átvitel-technikai téren nagymértékű szabványosításra, egységes csatlakozási paraméterekre van szükség;

- a jól kidolgozott szoftverek többszörös kihasználása egységes központtípusokkal, csökkenti a költségeket;
- a létesítési költségek között az infrastruktúrális kiadások aránya megnövekedett, amit mind a berendezéseknél, mind pedig a hálózattervezésnél figyelembe kell venni.

3. Tervezési módszerek

A fenti elvekhez illeszkedő tervezési módszerek elsősorban az USA-ban, Kanadában és kisebb mértékben Franciaországban terjedtek el. Mindenütt alapvető célkitűzés, hogy egységes tervező programok álljanak rendelkezésre, melyek valamennyi egyértelműen rögzíthető célfüggvényhez a különféle határfeltételekkel kidolgozzák az elképzelt hálózati struktúrákat. Az új elvek egyik közelítése [17] a hálózat feldarabolásával és a meglévő elemek gazdaságos kihasználásával foglalkozik. Az alapelvet először egy Route nevű általános program realizálta [18], [19]. A program a meglévő nyalábokat a pillanatnyi célnak megfelelően úgy rendezi át, hogy lehetőséghez képest minden igény kielégíthető legyen és ezen túlmenően a megbízhatóság és a tartalékolási lehetőség a maximumot adja.

A kidolgozott programok az eredményeket olyan módon jelenítik meg (pl. grafikus formában), hogy a tervező a lehetőségek közül műszaki érzelme alapján a legkönnyebben tudjon dönteni [20].

A tervezési módszerek másik része a minőségi követelmények és a gazdasági hatásuk számításával foglalkozik. A használhatósági és forgalomátteresztő képességi kérdéseket egy elméleti referencia összeköttetésre felírva oldják meg az optimális torlódás és késleltetési idő kihatásának elemzését.

Itt is, és a tervezés további lépéseiben is, előnyös lehet a nem hierarchikus irányítási elvek alkalmazása [20]. Ezzel a hálózatot jelképező gráf minőségromtó csomópontjai és élei tovább csökkenthetők. Az általános tervezési elveket különböző gyakorlati problémákra is alkalmazták. Így pl. az irányítási program jól használható fényvezetős rendszerekkel kiépült nagyvárosi hálózatok esetében [22]. A japánok az elvi megfontolások alapján egy NABLE nevű programot alakítottak ki, mely az egyes szakaszok jelentőségét értékeli és ennek alapján gerinchálózat tervezését tudja megoldani.

A fenti tárgykört érintő előadásokat összefoglalva megállapítható, hogy a hálózattervezési gyakorlatban előtérbe került a gráf-elmélet alkalmazása. Elvontabb tudományos cikkekben eddig is volt ugyan szerepe, mindenesetre a jelenleg megfogalmazott feladatokhoz gyakorlatilag is nagyon jól illeszkedik. Ez a tapasztalat mindenképpen hasznosítható hazai szinten, minthogy a matematika ezen ágát több helyen is magas színvonalon művelik. Remélhető, hogy az alkalmazás nagy kapacitású utakat igénylő előfeltételei a fénytávoközlés térhódításával eleve megvalósulnak.



DR. HESZBERGER
ANTAL

A TKI tudományos főmérnöke (1982—). 1960-ban a Budapesti Műszaki Egyetem elvégzése után került az Intézetbe ahol tudományos munkatárs, főmunkatárs, majd osztályvezető (1972—80) és főosztályvezető (1980—82). Szakterülete az átviteltechnika és a rádió vételtechnika. A híradástechnikai nagyberendezések kutatás-fejlesztésben elért eredményeiért 1985-ben Állami Díjjal tüntették ki.

4. Csomagkapcsolás

E témakörben aligha lehet a konferencia egységes álláspontjáról beszélni. Míg az előző témakörben az összecsengő vélemények hatására a hallgatóság előtt kibontakozhatott a hálózattervezés új koncepciója, addig a csomagkapcsolás alkalmazására vonatkozóan a nézetek meglehetősen nagy szórást mutattak. Hovatovább, az egyik alapvető tanulmány megkérdőjelezte a csomagkapcsolás létjogosultságát is. Nem vitatta, hogy a csomagkapcsolás gyorsabb működése és jobb hálózatkihasználó tulajdonságai az elektromechanikus központokkal való összehasonlításban valóban helytállóak, de felvetette, hogy az időosztásos tárolt programvezérlésű központok kapcsolási ideje a csomagkapcsolás nagyságrendjébe esik. Úgy ítélte meg, hogy a csomagkapcsolás csak akkor lenne versenyképes, ha beszédre is megvalósulna, ez azonban jelenleg sok esetben csökkenti az átviteli minőséget, járulékos eszközök alkalmazását igényelve [23]. Ennek ellenére számos előadás foglalkozott a csomagkapcsolt hálózatok tervezésével. Kidolgozták az irányítástechnikát és többen foglalkoztak a maximális áteresztő képességre való tervezéssel [24], [25].

A vita talán az integrált szolgáltatású digitális hálózatok fejlődésével fog megoldódni. Ennek kapcsán felmerült egy olyan csomagkapcsolt megoldás, amely minőségromlás nélkül kezeli a beszédet [26], de ez az előadás kitért a hibridkapcsolásra is. A hibridkapcsolás lényege [27] egy vonalkapcsolt alapáramköri összeköttetés, mely a szükségnek megfelelő módon a rendelkezésre álló kapacitást csomagkapcsolt adatátvitelre használja ki.

Összefoglalva, úgy tűnik, hogy a csomagkapcsolás technikai eszközei és tervezési módszerei rendelkezésre állnak, és az eljárás küzd azért, hogy megszerezze helyét a jövő hálózatában.

5. Integrált szolgáltatású digitális hálózat

Az előadások nagy részében felmerült, hogy a jelenlegi realizációk legyenek alkalmasak a jövő integrált szolgáltatású hálózatának kiépítésére. Bár mint általános perspektívát ezt valamennyi előadás elfogadta [15], [16], a megoldás formájára vonatkozóan azonban különböző elképzelések lát-

tak napvilágot és kerültek megtárgyalásra. Egyik alapkérdésnek az ISDN jelzésátvitelének megoldása látszott [28]. A CCITT elképzeléseire alapozva már most úgy tervezik kiépíteni a különböző szolgáltatások számozási rendszerét, hogy a szám tartalmazza a szolgáltatásra vonatkozó kódot is, lehetővé téve ezzel egységes jelzésrendszer megvalósulását. Ennek érdekében a különböző országjellemző számokat egységesíteni tervezik, és a szolgáltatást jellemző kód, az országkód és az előfizetői szám között helyezkedik majd el és végigfut a hálózaton, annak befolyásolása nélkül.

Egy jelentős problémát képvisel az ISDN-el kapcsolatban a mobilhálózat bekapcsolása a rendszerbe. A megvalósított kiscellás megoldással és a digitális átvittel szisztematikusan készítik elő [29].

A széles sávú szolgálatok a távlatban szintén részét képezhetik az ISDN-nek [16]. Ezen általános megállapításon túl, érdekes összehasonlításokat megállapításon túl, érdekes összehasonlítások láttak napvilágot, melyek a szolgálatok mennyiségi arányait és az új szolgálatok bevezetésének nehézségeit igyekeznek egyensúlyba állítani [30]. E területen a legmerészebb terveket a japán INS-rendszer kapcsán vázolták fel [31]. Még azt is ismertették, hogy a jelenlegi beruházások hogyan lesznek hasznosíthatók az INS realizálása idején [32].

Mindezekből olyan egyértelmű állásfoglalás alakult ki, amely szerint a jelenlegi hálózat tervezésénél és megvalósításánál már jelentős szempont, hogy az ne akadályozza sem a 64 kbit/sec-os, sem a későbbi széles sávú integrált szolgáltatású hálózat kialakítását. Ez egybevág azokkal a korábbi megállapításokkal, melyek szerint nagykapacitású átviteli utakat kell építeni és adott problémák megoldásakor a rendelkezésre álló átviteli utak megfelelő szakaszainak összekapcsolódásával kell megvalósítani a szükséges összeköttetést.

6. A fejlődő országok problémái

Az előadások döntő többsége a távközlés szempontjából legfejlettebb hat ország szakembereinek véleményét ismertette. Bár az Egyesült Államok, Kanada, Anglia, Svédország, Franciaország és a Német Szövetségi Köztársaság hálózatának színvonala sem azonos, mégis a hálózatuk fejlettsége jelentősen meghaladja a világ többi 140 országáét.

Kerekasztal megbeszélésen kerestük a választ arra, hogyan lehet az elhangzott előadásokból hasznos tapasztalatokat szerezni, a lényegesen fejletlenebb hálózattal rendelkező és kisebb nemzeti jövedelmű országok számára. Egyértelmű elvetésre került az a gondolat, hogy a fejlett országokban kiselejtezzék, de még jó állapotban lévő eszközökkel igyekezzenek a minimális távközlést biztosítani. Ez nemcsak hogy konzerválná az elmaradást, de reménytelenül nehéz helyzetbe hozná a fenntartást és gátjává válna minden további fejlődésnek is.

A digitális átviteltechnikai eszközök és az időosztásos központok már most gazdaságosabb meg-

oldást jelentenek, tehát minél előbb célszerű valamennyi országnak ebben az irányban haladni. A vonatkozó tervezési elvek is megfontolandók. Tehát az átviteli utakat nem az igényeknek megfelelően, vagy költségminimumra kell tervezni, hanem a kiépítést az adott technikai színvonal által megszabott korlátig kell előkészíteni. Vagyis, például új gerincirányt fényvezetővel célszerű megvalósítani és a jelenlegi kisebb csatorna-számú igény ellenére is építési és kábelbontási munkák nélkül bármikor lehetővé kell tenni a bővítést. Itt többször felmerült, hogy számos országban erősen korlátozott a távközlésre fordítható összeg. Ennek a korlátnak a mértékét nem távközlési szempontok szabják meg, hanem az, hogy egy-egy ország az úthálózat, az élelmiszer-ellátás, az egészségügyi ellátás és egyéb életben sürgős problémái mellett mennyit tud fordítani távközlésre.

A résztvevők döntő többsége olyan álláspontot foglalt el, hogy korlátozott anyagi lehetőségek mellett sem indokolt szükségmegoldásokat alkalmazni. (Fontos megemlíteni, hogy ez elsősorban nem az ipari hozzászólások véleménye volt, tehát nem üzleti szempontok diktálták.) Amennyiben viszont a végleges megoldások csak részleges kiépítést tesznek lehetővé, akkor kiemelt jelentősége van a távlati tervezésnek. Ez biztosítja, hogy minden megépülő központ vagy átviteli út a végleges megoldásnak is részét képezheti majd.

A fenti témakörhöz szorosan kapcsolódott az alapvető műszaki tervek elkészítésének szükségessége, és azok időről-időre történő felújítása. A kerekasztal vita után olyan előadások is elhangzottak, melyek bemutatták, hogy néhány legfejlettebb ország tervezői hogyan készítették el pl. Szöulnak a hálózati tervét, vagy a dublini helyi hálózatot. Szó esett Görögország hálózati tervének előkészítéséről és olyan általános módszerekről is, amelyek a legtöbb országban használhatók [30], [33], [34].

Végül szó esett a kerekasztal-megbeszélésen az emberi tényezőkről, a reális, mérhető igényekről és arról, hogy a CCITT kézikönyveket hogyan használják különböző országokban. Sokhelyütt ugyanis a népesség nagy része még nem érzékeli a távközlés fontosságát és az esetleg rendelkezésre álló távközléssel sem tud szakszerűen élni, ráadásul a szakirodalom sem jut el azokba a kezekbe, amelyekben leginkább szükség lenne rá. Ezen kissé borulató megjegyzések ellenére végül is kialakult a minden ország számára tanácsolható célszerű út: digitális alaphálózat kiépítése és ennek fejlesztése az anyagi lehetőségeik határain belül.

7. Összefoglalás

A Harmadik Nemzetközi Hálózattervezési Szimpózium több jelentős új gondolatot vetett fel. Hazai hasznosítás szempontjából talán a következőket kell kiemelni:

— Új építéseknel nagykapacitású átviteli utakat kell építeni és a tervezés ezen utak megfelelő összekapcsolására adjon irányelveket.

- Az eszközkölségek folyamatos csökkenése és a tarifa emelkedése gyors amortizációt tesz lehetővé, ezért valamennyi várható igényt nemcsak hogy ki kell elégíteni, de ezeknek elébe kell menni, mert az új szolgáltatások bevezetésével oly mértékben növelhető a bevétel, amely sokszorosan meghaladhatja a beruházásokat.
- Bár a csomagkapcsolás fejlődése számos új lehetőséget teremt, fontos szerepe a távközlésben nem látszik még tisztán, így az ilyen irányú eredményeket nagyon körültekintően és óvatosan kell kezelni és bevezetni.
- Az új beruházások számoljanak az integrált szolgáltatású hálózat megjelenésével.

Mindezeket a már hivatkozott bevezető előadás foglalja össze, mely a fentieken túlmenően a piac, a szabványok és a tervezés fontosságát is hangsúlyozza.

Nem szakmai kérdés, de talán érdeklődésre tarthat számot, hogy végleges döntés született a következő szimpóziumok helyét illetően: 1989-ben Spanyolország, 1992-ben Japán. Előzetesen felmerült az a kérdés, hogy melyik európai ország jöhet számításba 1995-ben. A jelentkező Hollandia, Svédország és Magyarország közül a szervező bizottság egyhangúan a legkedvezőbbnek azt látná, ha Magyarország lenne a rendező. Ez várhatóan emelné a hazai távközlés tekintélyét és lehetőséget nyújtana sok fiatal távközlési szakember számára, hogy a világ legismertebb szakértőivel közvetlenül eszmét cseréljen és e színvonalas fórumon publicitást kapjon.

IRODALOM

- [1] Rapp, Y.: „Planning of junction network in a multiexchange area” Ericsson technics No. 2. 1965.
- [2] Rapp, Y.: „Einige wirtschaftliche Gesichtspunkte zur Langzeitplanung von Telefonnetzen” Ericsson Review No. 2. 1968.
- [3] Rapp, Y.: „Modern aids in the planning of telephone networks” Paper at a Symposium in Budapest, March 24—28. 1969.
- [4] Rapp, Y.: „Planung eines Leitungsnetzes mit Hilfe eines Elektronenrechners” Ericsson Review No. 2. p. 77. 1967.
- [5] Morgan, T. J.: Telecommunication Economics. McDonald, London 1958.
- [6] CCITT—GAS II. Local Network Planning Handbook, Genève 1968.
- [7] CCITT—GAS III. Economic Choice of Transmission Systems, Genève 1986.
- [8] CCITT—GAS V. Economic Studies, Genève 1971.
- [9] Frajka Béla: „Városi távbeszélő hálózatok számításának módszere” Híradástechnika 1964. X., XV. évf. 10. sz. 289. old.

- [10] Gilbert, E. N.: „Minimum Cost Communication networks” The Bell System Technical Journal Nov. 1967. pp. 2209—2227
- [11] Herzog, U., Lotze, A., Lörcher, W., Schehrer, R.: „Alternate routing tables for the economic dimensioning of telephone networks” Inst. of Switching and Data Techn. Univ. Stuttgart. Stuttgart 1973.
- [12] Dr. Sallai Gyula: Távközlő hálózatok tervezésének gazdasági számításai — KÖZDOK, Budapest, 1979.
- [13] Dr. Sallai Gyula, Dely Zoltán: „Számítógépes módszer az optimális hálózatstruktúra kiválasztására” PKI Közleményei 24. sz. 1978. Third International Network Planning Symposium: Networks '86 Conference Record, June 1—6. 1986, Innisbrook, Tarpon Springs, Florida, USA c. kiadványból:
- [14] Dorros, I.: „Evolution for the Information Age — The Challenge to Network Planning”
- [15] Irmer, Th.: „International Networking Trends”
- [16] Shoji, Yoshida: „Recent Developments in Japanese Telecommunications Networks”
- [17] Roy, M. F.: „Network Planning—The Unified Approach”
- [18] Doverspike, R. D.: „Multiplex Bundler Algorithms for the Network Planning System”
- [19] Clark, C. E., Houck, D. J.: „A Flexible System for Transmission Network Planning”
- [20] Girard, A., Pagé, R.: „Dimensioning of Telephone Networks with Nonhierarchical structure”
- [21] Abdou, E., Krten, J., Roohy-Laleh, E., Robinson, W.: „Network Cost Performance Optimization Models”
- [22] Olsson, E., Rudber, A.: „Impact of Fiber Optic Technology and High Capacity Switches on Metropolitan Network Structure”
- [23] Lubacz, J., Jarocinski, M., Dabrowski, M.: „Traffic and Economic Aspects of Voice/Data Integration”
- [24] Nüssler, E., Trierscheid, P.: „Routing Techniques and Their Impact on the Capacity Planning Procedure in Datex-P”
- [25] Dr. Shyang, Chang: „Simplified Performance Analyses for Packet Network Planning”
- [26] Tatsuki, Watanabe, Masayuki, Matsumoto, Chikara, Imafuku: „A Study on Optimization of Integrated Packet-Networks with Voice and Data”
- [27] Kaplan, M. A., Sohraby, K., DeSerres, I., Cameron, W. H.: „A Strategy for Circuit-Based Hybrid Switching”
- [28] Polanco, J. I., Luetchford, J. C.: „ISDN Numbering and Interworking”
- [29] Clark, J.: „Integration of Cellular Networks with the U. K. PSTN/ISDN”
- [30] Choon, S. S., Lee, S. K., Casali, F., Silva, J. M.: „Planning the Evolution Towards the ISDN of the Seoul Telecommunication Network”
- [31] Horishi, Tokunaga, Fumihiko, Deguchi: „New Approach in Network Operations Systems for INS”
- [32] Kohei, Habara, Hidetochi, Kimura, Akio, Niwa: „Evolution of NTT'S Networks INS Realization”
- [33] Donohoe, M.: „The Planned Evolution of the Dublin Urban Network”
- [34] Lansard, P. D., Sacky, B.: „On A Dinamic Method to Study Policies Towards Fully Digital Telephone Network”

„Személyi kommunikáció”-cella rendszerű rádiótelefon hálózatok jelene és fejlődési iránya Európában

PETHES ISTVÁN
ORION



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk röviden ismerteti a cellarendszerű rádiótelefon-rendszerek általános felépítését és előnyeit. Részletes áttekintést ad a Nyugat-Európában üzemelő és tervezett rendszerekről, illetve arról a nemzetközi erőfeszítésről, hogy egy új rendszerrel kompatibilissé tegyék az eddig elkülönült hálózatokat és illeszkedjenek a személyi telekommunikáció egészét átfogó ISDN szolgáltatásokhoz.

1. Cella-rendszerű rádiótelefon

A mobil rádiótelefonja fejlődésének a cella-rendszerű hálózatok elterjedése adott új perspektívákat. Különösen az elmúlt 10 év mutatott rohamos fejlődést. Tulajdonképpen ez a rendszer tekinthető az első lépésnek a kézben hordozható telefon, a személyi kommunikáció megvalósítása felé. Nyugat-Európa egy harmadára vonatkoztatva a cella-rádiótelefon piaci forgalma már ma eléri az 1990-re jósolt 1,4 milliárd dolláros forgalom 60%-át.

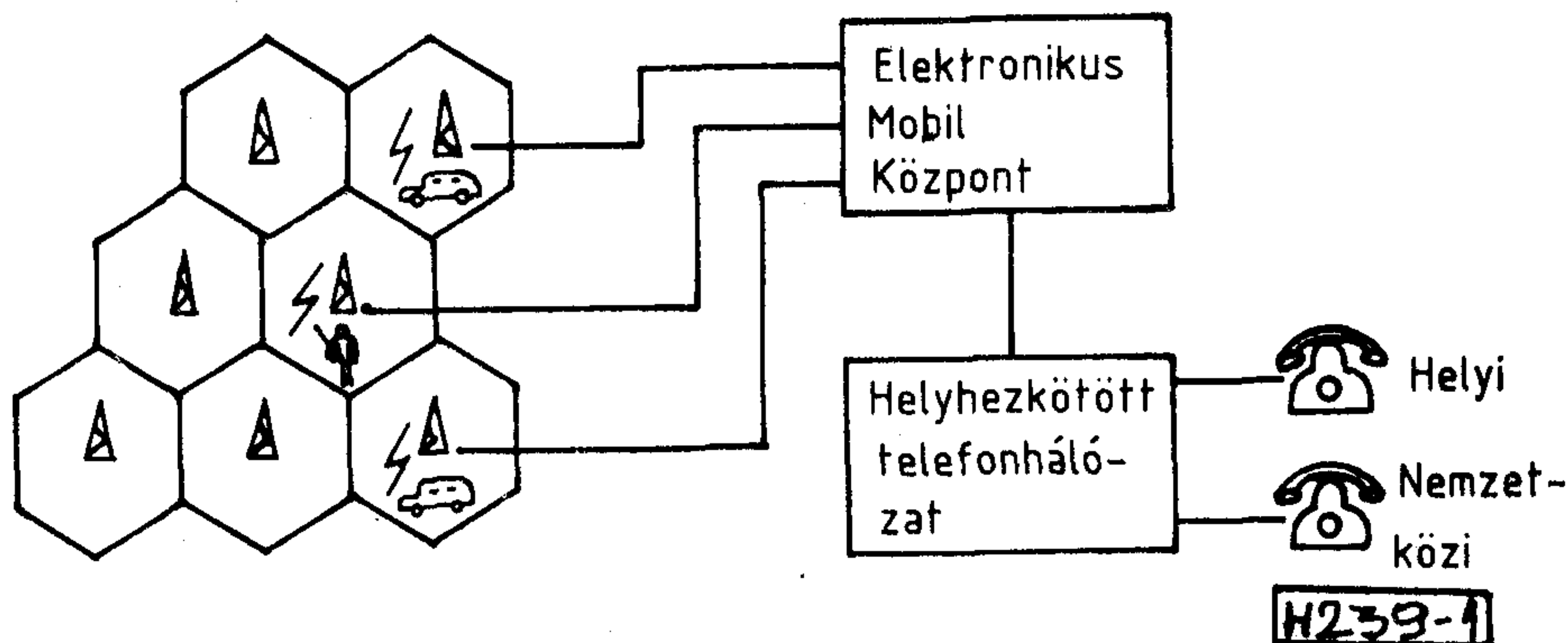
A cella-rendszerű rádiótelefon-rendszerek lényege, hogy az ellátandó területet méhsejtszerűen cellákra osztják, s egy-egy cellát egy bázisállomással kapcsolnak a fix telepítésű „mobil” telefonközpontokon keresztül a hagyományos telefonhálózathoz (1. ábra). Korábban a mobil rádiózás költségeit nagy teljesítményű, egymástól távol elhelyezett bázisállomásokkal igyekeztek csökkenteni. A cellás rendszerek esetében az áthidalási távolságot és a bázisállomások adóteljesítményét lecsökkentik. Az UHF-sáv terjedési viszonyaiból eredően a rendelkezésre álló frekvenciák kihasználása javul, mert ugyanazon frek-

PETHES ISTVÁN
1966-ban szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Karán, a Híradástechnikai szakon és ugyanezen évben kezdett dolgozni az ORION-ban, a TV fejlesztés nagyfrekvenciás csoportjában.

1976-tól a TV fejlesztés-, majd 1981-től az újonnan megalakult Rádió és Audiotechnikai fejlesztés osztályvezetőjeként működött. 1986-tól a Rádiótelefon fejlesztés munkáját irányítja osztályvezetőként.

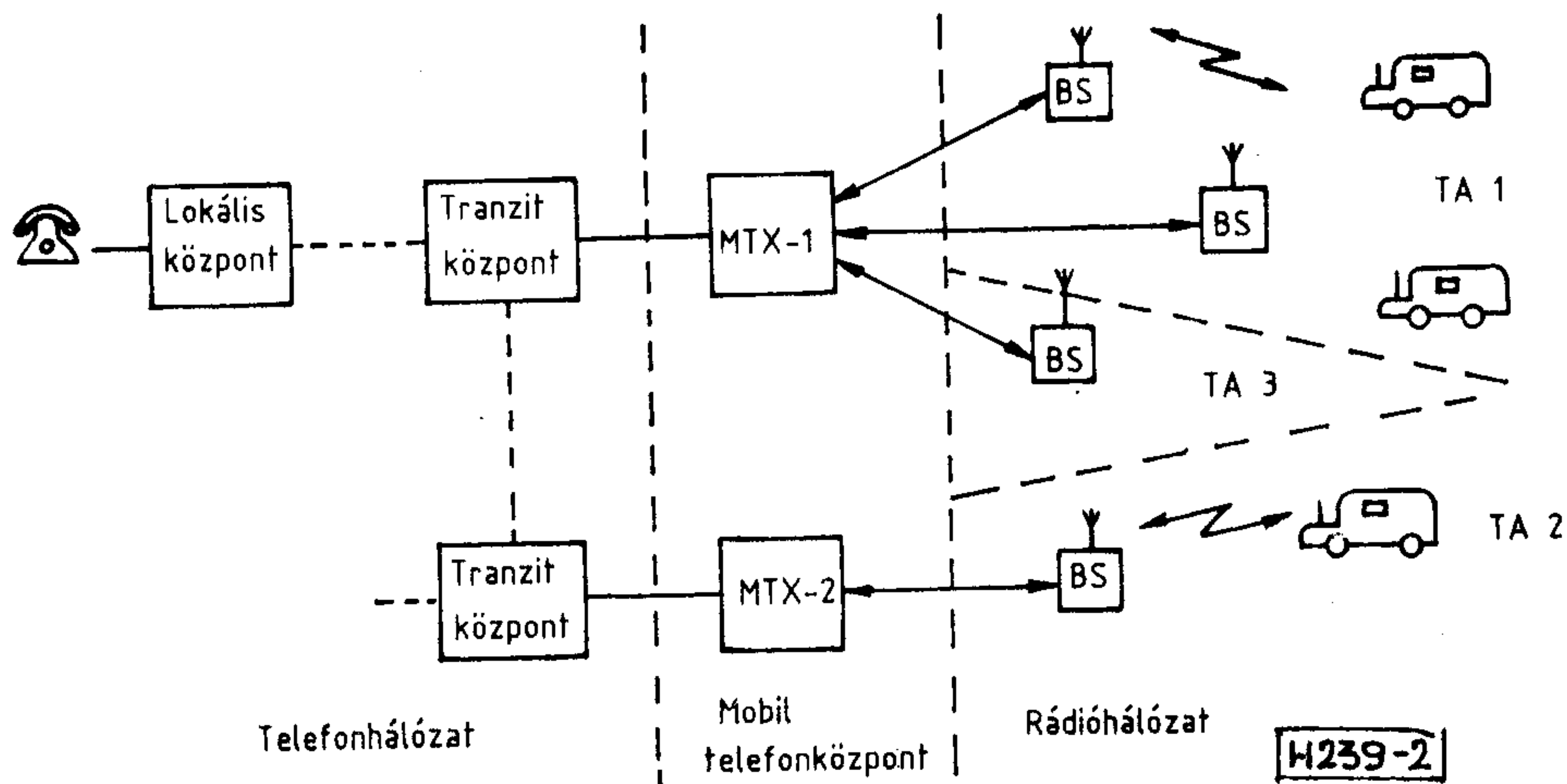
venciát bizonyos cellatávolságra ismét fel lehet használni az interferencia veszélye nélkül. A cellaméretek megválasztása az ellátandó terület terüpvizonyaitól és előfizetői sűrűségétől függ. A hatótávolság 5–25 km között mozog. A hálózat kapacitása bővíthető a cellák számának növelésével, csatornamultiplexálással vagy a központ kapacitásának növelésével. A cellák számának növelését korlátozza az ellenőrzési és kapcsolási műveletek időigénye, ugyanakkor a cellaszám növelése lehetővé teszi a mobil-készülékek teljesítményének csökkentését. Bár korán felmerült egy egységes összeurópai rendszer kialakításának igénye, mindeztideig csak egyetlen nemzetközinek nevezhető rendszer működik, a Nordic Mobile Telephone (NMT). Dánia, Finnország, Norvégia és Svédország távközlési minisztériumai dolgozták ki közösen, s azóta kisebb módosításokkal bevezetése mellett döntött Spanyolország, Ausztria és a Benelux államok is.

A rendszer felépítését mutatja a 2. ábra. A rendszer a helyhez kötött, nyilvános telefonhálózat kiterjesztésének tekinthető, mozgó előfizetőkkel.



1. ábra. Mobil előfizető csatlakozása a hagyományos telefonhálózathoz

Beérkezett: 1986. VII. 29. (*)



2. ábra. Az NMT-rendszer elvi felépítése

A „mobil” telefonközpontok (MTX) követik a hálózatban lévő összes mozgó állomást. Mindegyik központhoz egy — vagy több forgalmi terület (TA) tartozik, számos bázisállomással (BS). A központ mindig tudja, mely forgalmi területen van mozgó állomás. Mindegyik bázisállomás több csatornával rendelkezik, ezek egyike a hívócsatorna (CC). A beszélgetésben részt nem vevő összes jármű ehhez a csatornához csatlakozik. A bázisállomáson adók és vevők vannak, valamint egy vezérlőegység a „mobil” telefonközpontoz való csatlakozáshoz.

A jelenlegi analóg cella-rendszerű rádiótelefonok (1. táblázat), jelentős fejlődést mutatnak az előző

kommunikációs szolgáltatnak a bevezetését. Olyan mobil-rendszer, amely nem tud kapcsolódni az ISDN szolgáltatásaihoz, nem lehet versenyképes. A főbb szolgáltatások a beszélgetés mellett:

- adatkommunikáció,
- a beszélő partner hívószámának kijelzése,
- segélykérés,
- titoktartó kódolás.

Ezek mindegyike csak digitális technikával biztosítható. 1983-ban a mobil szabványok CEPT csoportja, a GSM nekifogott egy összeurópai digitális cella-rádió szabvány kidolgozásának a 900 MHz-es sávban. A digitális rendszer kidolgozására az AEG Telefunken, ANT, Bosch, CIT-Alcatel, Ericsson, LCT, Philips, SAT és SEL vállalatok vállalkoztak. Négy csoport négy különböző rendszer kidolgozásán fáradozik. Ezek a következők:

CD 900: SEL, AEG Telefunken, Alcatel Thomson, SAT
 MATS-D: Philips, TeKaDe
 S 900—D: ANT, Bosch
 SFH 900: LCT

A SEL és Philips-rendszerek szélessávúak, az ANT/Bosch-rendszer keskenysávú időosztásos rendszer. Az LCT-rendszere frekvenciaváltós.

A CD 900 cellánként 60 csatornát biztosít három szektoron át elosztva. Flexibilis rendszer, a forgalom szerint növelhető cellaosztással. A bázisállomások teljesítménye burst csúcsnál 25 W, a mobil állomásoké 4 W. A bázisállomás egyetlen adót és vevőt tartalmaz. A CD 900 rendszer modem használatával adattovábbítást biztosít a hangcsatornán át. A hangcsatorna kódoló mechanizmusának kikerülésével — modem nélkül — 16 kbit/s-os adattovábbítás lehetséges, sőt az adatcsatornák csoportosításával 80 kbit/s-os adatáramlás is elérhető. Ennek segítségével a CD 900 több ISDN szolgáltatást is elérhetővé tesz. (3. ábra) Ez a széles sávú időosztásos (TDMA)-rendszer hasznosítja a kódosztás (CDMA) egyes előnyeit is és a multiplexálást, hogy javítsa a szomszédos cellák interferencia elnyomását, valamint az FDMA-t a forgalmi kapacitás optima-

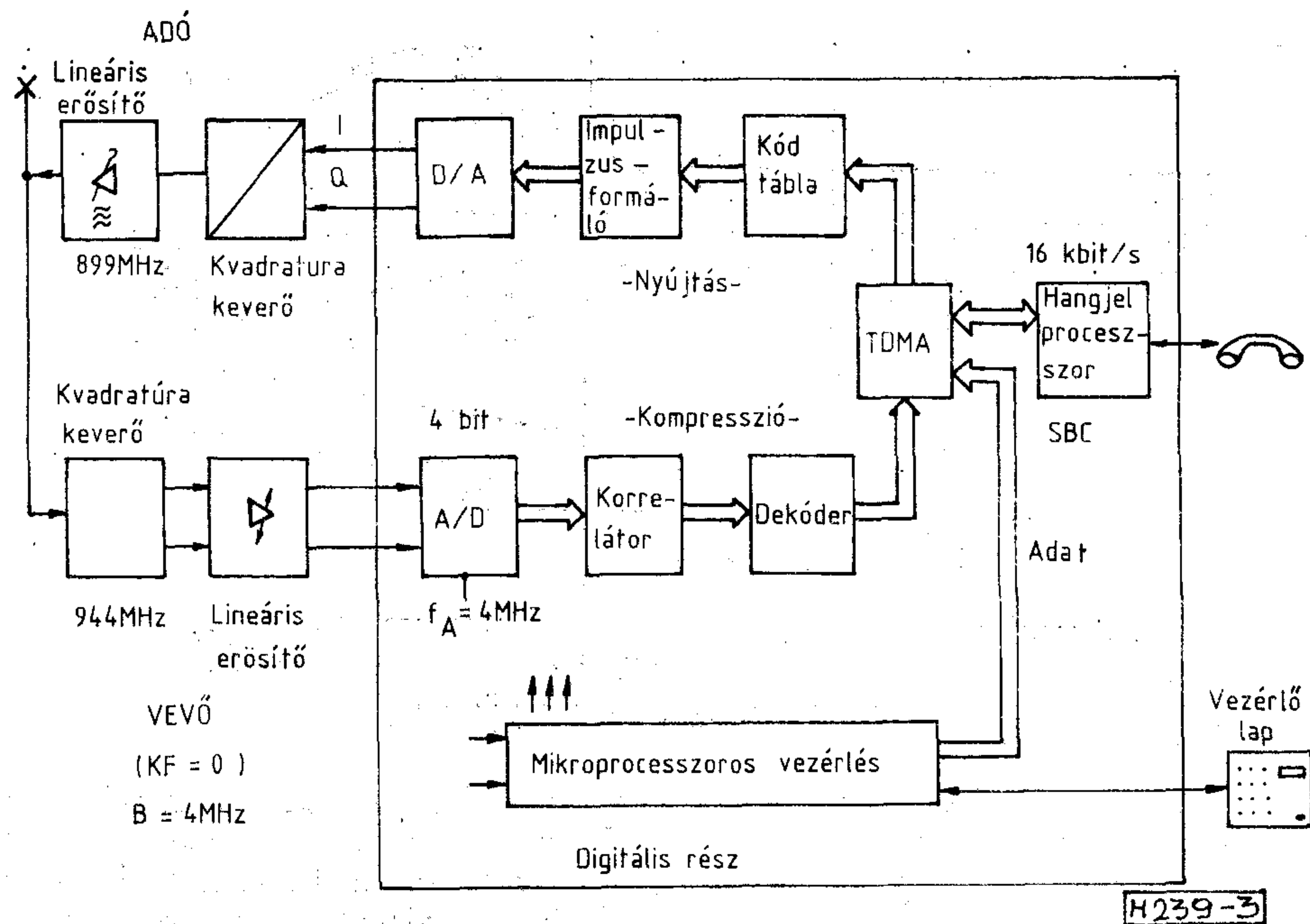
Fontosabb cellarádió-rendszerek

Szabvány	AMPS	TACS	NMT	MCMT
Frekvenciasáv	800 MHz	900 MHz	450 MHz	900 MHz
Csatornaszám	666	1000	200	1000
Csúcslöket	12 kHz	9,5 kHz	5 kHz	5 kHz
Vezérlőcsatorna	21	21	Változtatható	1
Csatornaosztás	30 kHz	25 kHz	25 kHz	25 kHz
Jelzés sebesség	10 kb/s	8 kb/s	1,2 kb/s	300 b/s
Első bevezetés (év)	1979	1985	1981	1979

mobil kommunikációs rendszerekkel szemben az ár és szolgáltatások vonatkozásában, de az évtized végére a várható igényeket nem tudják kielégíteni. A teljesítőképesség fokozásának rendszerből fakadó korlátai vannak:

- a rendelkezésre álló frekvenciasáv kihasználása kicsi,
- a mobil-készülékek bonyolultak,
- a rendszer által nyújtható szolgáltatások korlátozottak.

Századunk utolsó évtizede várhatóan az ISDN korszaka lesz. Sok ország tervezi ennek a tele-



3. ábra. A CD 900-as-rendszer működési blokk-vázlata

lizálására. A CD 900 cellák három részre vannak osztva, melyeket irányított antennák szekvenciálisan sugároznak be. Ily módon az idő és tér kombinált multiplexálása következik be. Az analóg és digitális cellás rádiórendszerek jellemzőinek összehasonlítása jól mutatja az utóbbi döntő fölényét (4. ábra).

2. Helyzetkép a nyugateurópai mobil rádiózásról

Legmarkánsabb közös jellemzője a jelenlegi rendszereknek a kompatibilitás hiánya. Tulajdonképpen ebből a szempontból három sziget található a térképen. Az első a skandináv országok egységes NMT-rendszere, melyhez Finnország, Norvégia, Svédország és Dánia tartozik. A másodikat a Benelux államok képviselik. Hollandia 1985 elején indította el ATF 2 hálózatát, ezt követte 1985 augusztusában Luxemburg. Belgium 1986-ban hozza működésbe az NMT 450-es hálózatot, ami kompatibilis a másik két Benelux állam rendszerével. Ez a rendszer azonban nem kompatibilis a skandináv NMT—450-rendszerrel, amint a spanyol és osztrák NMT—450 sem. Az eltérések oka az egyes nemzeti postai előírásokban keresendő, melyek különböző módon rendelkeznek a csatornaosztásra és a frekvenciakiosztásra vonatkozóan. A harmadik sziget Anglia és Írország, ahol a TACS 900 MHz-es rendszert használják (2. táblázat).

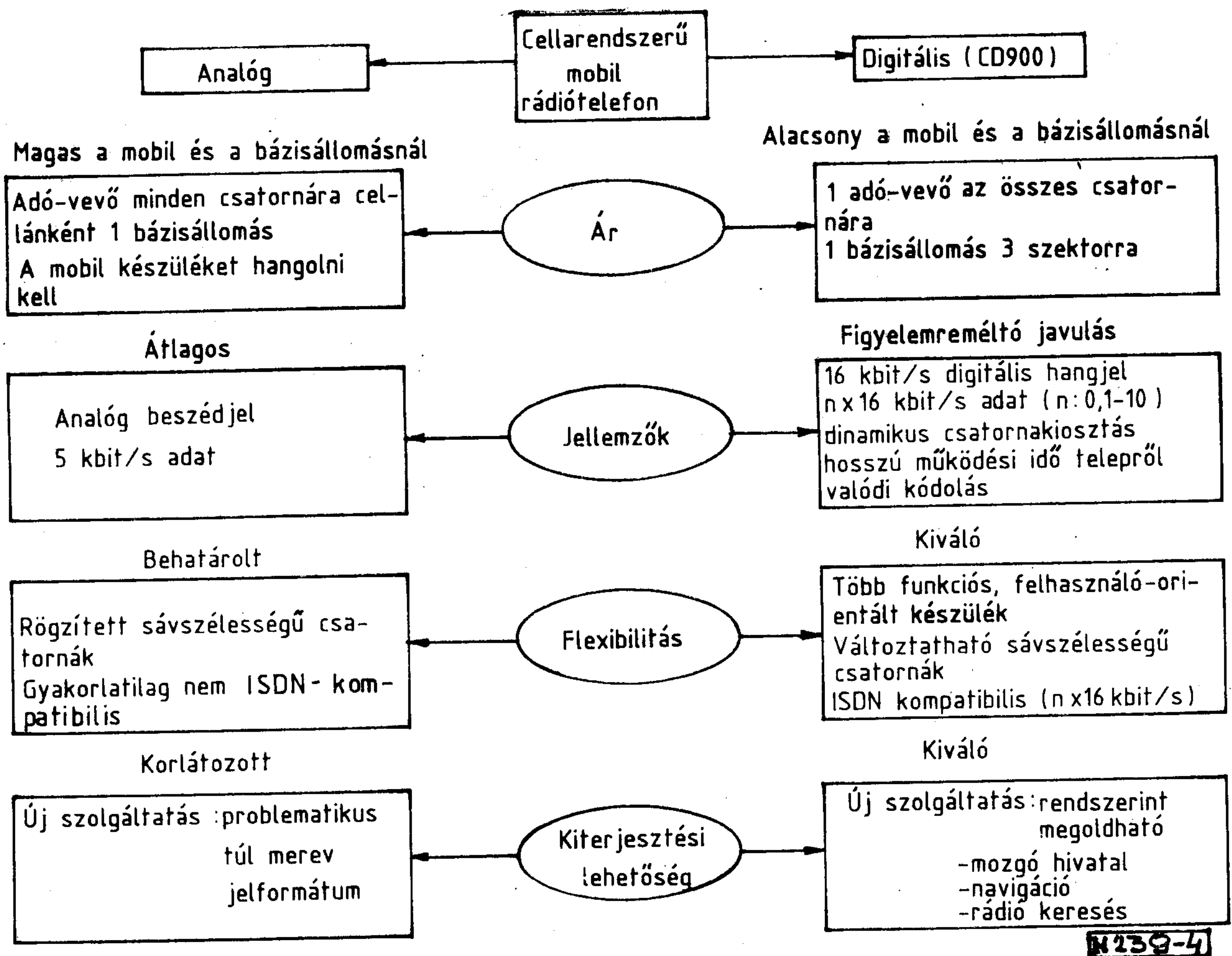
Franciaországban a Téléphone de Voiture-rendszert 1973-ban vezették be Párizsban. A 160 MHz-es sávban dolgozó rendszer volt az első automatikus rádiótelefon szolgálat Franciaországban. Kapacitása mintegy 10 000 előfizető, ebből 5000 Párizsban. Jelenleg tíz körzetet fog át a hálózat. A szolgálat kiterjesztése a 450 MHz-es sávra 1983-ban kezdődött. 1984 végéig ez újabb 3500

Európai cellarádió-rendszerek

Üzembe helyezés	Ország	Rendszer	Előfizetők száma (1985 okt.)
1982	Dánia	NMT 450	39 000
1982	Finnország	NMT 450	29 000
1982	Norvégia	NMT 450	49 000
1982	Svédország	NMT 450	66 000
1982	Spanyolország	NMT 450	650
1984. nov.	Ausztria	NMT 450	7 000
1985. jan.	Anglia, Cellnet	TACS 900	18 000
1985. jan.	Anglia, Vodafone	TACS 900	12 000
1985. jan.	Hollandia	NMT 450	4 000
1985. aug.	Luxemburg	NMT 450	20
1985. szept.	NSZK	C 450	—
1985. nov.	Franciaország	Radiocom 2000	működési teszt kvázi-cellás rendszer

Tervezett rendszerek

Ország	Rendszer	Tervezett rendszerbe állítás	Megjegyzés
Írország	TACS 900	1985 vége	1 cella üzemel Dublinban 1985-ben
Belgium	NMT 450	1986 közepe	kompatibilis Hollandiával és Luxemburggal
Svájc	NMT 900	1986 vége	pilot rendszer, kezdetben Zürichben



4. ábra. A CD 900 digitális és analóg cellarádiós rendszer összehasonlítása

előfizetőt jelentett Párizsban. 1985 folyamán a Francia Posta a vidéki körzetekben is bővítette a szolgáltatást, de a rádiótelefon igénylők még így is hosszú várakozásra kényszerülnek. A kapacitásproblémák feloldására a Matra cég 1981-ben kezdett hozzá egy új rendszer kidolgozásához, melynek eredményeként 1985-ben beindult a Radiocom—2000-rendszer. A 420 MHz-es sávban 500 ismétlőállomás kiépítésével a népesség 80%-ának válik lehetővé a rendszer használata 1990-ig. A rendszer teljes kapacitását mintegy 300 000 előfizetőre becsülik.

Spanyolországban az 1982-ben üzembe helyezett NMT 450 MHz-es rendszer egyike volt az első európai cellás rádió rendszereknek. Jelenleg mintegy 600 előfizetője van Madrid és Barcelona körzetében. Tervezik a hálózat kiépítését Cadiz, Sevilla és Malaga térségében is, 1985 után. Az andalúziai hálózat 1986-ban kezdi meg működését. A spanyol cellarádió-hálózat kiépítője a Telefonica jelenleg három szeparált rendszert üzemeltet: Madrid, Toledo és Segovia 57 csatornával, Barcelona 12 csatornával és Andalúzia 35 csatornával. A tervek szerint 1988-ig az ország 15%-ára kiterjedően a lakosság 50%-ának teszik lehetővé a rendszerhez való hozzáférést.

Ausztriában 1984 novemberében helyezték üzembe az új, cellás rádiótelefon-rendszert. Jelenlegi hálózati kapacitása 30 000 előfizető. Az NMT 450 MHz-es rendszer elemeit a Motorola és Siemens licence alapján az ausztriai Kapsch szállította. Az osztrák rádiótelefon-piacon jelenleg az Ericsson, Mobira, Motorola, Storno és a Philips van jelen. Az 1972 óta működő „Netz B”-rendszer 1800 előfizetőt biztosító kapacitása néhány év alatt telítődött. Az Osztrák Posta dilemmája az új rendszer választásakor az volt, hogy a már üzemelő NSZK C 450-es rendszer nem kompatibilis az új NSZK rendszerrel. Végül is a Motorola NMT 450-es rendszere mellett döntöttek két okból. Először is a Motorola NMT 450 ára alatta maradt a Siemens C 450-es árának, másodsorban az Osztrák Posta a cellarádiós szolgáltatást a lehető leggyorsabban kívánta bevezetni. 222 duplex csatornát alakítottak ki a 451,3—455,7 MHz-es és a 461,3—465,7 MHz-es sávban a szolgálat számára. A frekvenciák újra felhasználásával lehetővé vált 1200 aktív csatorna kialakítása egész Ausztriában. Az NMT osztrák verziója 20 kHz-es csatornaosztást használ. Az osztrák előfizetőknek az új „C”-rendszer sokkal olcsóbb, mint a régi „B”. A mobil egység ára kb. 40 000 Schilling a

korábbi 100 000-rel szemben, a havi előfizetői díj 400 Schilling.

NSZK

A Német Szövetségi Posta (DBP) az új tervezésű C-450-es cellarádiós rendszert 1985 szeptemberében helyezte üzembe 100 bázisállomással. A teljes rendszer kiépítését 175 bázisállomással 1986 májusában tervezték befejezni. A Német és a Francia Posta egy közös, kompatibilis analóg cellarádió rendszerre vonatkozó terveit feladta, és a francia-NSZK konzorcium a SEL/AEG és Thomson/SAT részvételével megkezdte egy összeurópainak tervezett digitális rendszer kidolgozását. Az új rendszer előnyei, összefoglalva:

— időosztásos multiplex (TDMA) a frekvenciaosztásos multiplex (FDMA) helyett,

— egyetlen rádiófrekvenciás csatorna használata az összes előfizető számára egy cellán belül,

— széles sávú átvitel (4 MHz-es csatorna a jelenlegi 25/12,5 kHz-es csatornaosztású analóggal szemben),

— a többutas terjedés előnyös kihasználása.

A CD 900-as technika lehetővé teszi a teljesítményszükséglet és a készülékméret radikális csökkentését.

Svájc

A Svájci Posta 1985 elején eldöntötte, hogy az NMT 900-as rendszert vezeti be, mintegy 12 000 előfizető számára. A svájci előfizetők egyenlőre tovább használhatják az 1976-ban bevezetett NATEL „A” és az 1978 óta működő NATEL „B” rendszerű készüléket a 150 MHz-es sávban. 1985 közepén a NATEL „A”-nak 4200, a NATEL „B”-nek 3000 előfizetője volt.

3. A jövő

Becslések szerint az ezredfordulóra Európában a mobil kommunikáció felhasználóinak száma mintegy 20 millió lesz, ezek közül mintegy 5 millió cella-rendszerű mobil telefont használ. Az előfizetők lehetséges száma nagyon függ a berendezések árától.

A második generációs cellarádióknak feltétlenül biztosítani kell az ISDN-hozzáférést és áruk nem lehet több, mint az 1990-es évek elején még működő első generációs készülékeké.

A CEPT jogos követelménye — miszerint a második generációs rendszernek együtt kell dolgoznia a korábbi, első generációs 900 MHz-es rendszerekkel — felveti azt az ötletet, vajon nem lenne-e célszerű az új, egységes rendszert a ma még tiszta 1,5 GHz-es sávra tervezni? Ez talán lehetőséget biztosítana, hogy a cellarádiók következő generációja megvalósítsa az igazi „személyi kommunikációt”.

I R O D A L O M

- [1] *Denis Gilhooly*: Cellular radio—the mobile bonanza, Communications Engineering International Dec. 1985/Jan. 1986, p: 13—19.
- [2] *Purton, P.*: International developments in digital cellular radio, Communications International Febr. 1986, p: 59—60.
- [3] *Nigel Cawthorne, M. I. E. E.*: Cellular radio—a European rand-up Electronics & Wireless World April, 1986. p: 33—36.
- [4] *L. Tuxen*: The Nordic Mobile Telephone system Philips Telecommunication Review Vol 41, No. 1 April 1983. p: 3—16.
- [5] *Dr.-Ing. Manfred Böhm—Dr.-Ing. Wolfgang Schaller*: Mobilfunksystem CD 900 Funk-Technik 41 (1986) Heft 4 p: 150—153.

Könyvismertetés

Többváltozós statisztikai analízis

Móri F. Tamás és Székely Gábor:

Műszaki Könyvkiadó, 1986.

A többváltozós statisztikai analízis területén egyrészt nagy hagyományokkal rendelkező, nemzetközileg is élenjáró tudományos iskolák működnek Magyarországon, másrészt ma már — elsősorban a személyi számítógépek szaporodásával — tömegesen terjedtek el statisztikai programcsomagok. Sajnos mindezekig nem létezett olyan magyar nyelvű könyv, mely a meglévő elméleti

és gyakorlati lehetőségek között hidat vert volna. Ez a könyv ezt a hiányt pótolja. Nem kíván különleges matematikai előképzettséget — a szükséges alapokat a függelék tartalmazza —, és ugyanakkor az egyes fejezetek bizonyos tekintetben függetlenül, lexikonszerűen olvashatók a modellező számítógépes felhasználó igényei szerint. A könyv tudományos színvonalát, szakszerűségét és ugyanakkor a közérthetőségét a népes szerzőtábor kutatási eredményei és egyetemi oktatói tradíciói garantálták.

dr. Györfi László

Kapcsolt kapacitású szűrők kaszkád szintézise optimalizálással

HALÁSZ EDIT, GEFFERTH LÁSZLÓ
BME Híradástechnikai Elektronika Intézet
HADI ENDRE
MMG Automatika Művek



ÖSSZEFOGLALÁS

Kapcsolt kapacitásokat tartalmazó másodfokú alaptagok kaszkád szintézisének számítógépes módszerét ismertetjük. A módszer lényeges újdonsága, hogy a tervezés az amplitúdó és futási idő egyidejű specifikálása esetén is elvégezhető. A cikkben közölt approximációs módszer analóg és diszkrét idejű áramkörökre egyaránt alkalmazható. Az elkészült program a *Fleischer—Laker* alaptagokból építkezik. A cikkben egy tolerancia központosítási módszert is ismertetünk. A tervezést mintapéldával illusztráljuk.

1. Bevezetés

Kapacitásokat, kapcsolókat és műveleti erősítőket tartalmazó SC (Switched Capacitor) alaptagokból felépülő kaszkád áramkör [1] a MOS-technológia sikeres terméke. A kaszkád SC-áramkör tervezésekor is gyakori az amplitúdó és a futási idő egyidejű specifikálása. Az irodalomban található tervező módszerek vagy amplitúdó vagy futási idő formáló SC-kaszkád szintézisre vonatkoznak. A továbbiakban egy módszert mutatunk be az amplitúdó és futási idő együttes approximálására. A feladatot nemlineáris optimalizálással oldottuk meg.

Sok szerző publikált általános illetve speciális célú másodfokú diszkrét működésű SC alaptagokat. Ezek megegyeznek abban, hogy feszültségtranszfer függvényük az alábbi:

$$K(z) = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{\gamma + \varepsilon z^{-1} + \delta z^{-2}}{1 + \alpha z^{-1} + \beta z^{-2}} \quad (1)$$

ahol $z = e^{sT}$ és T a kapcsolók periódus ideje, míg $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ valós együtthatók valamint

$$s = \sigma + j\omega \quad (2)$$

a komplex frekvencia. Az s komplex frekvencia és a z tér között stabil leképezést ad a bilineáris transzformáció:

$$p = \frac{2}{T} \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}, \text{ ahol} \quad (3)$$

$$p = \Sigma + j\Omega \quad (4)$$

Mind s , mind p komplex frekvencia, azonban egymástól különböző tartalmúak. Tekintsük csak a képzetes részeket. A diszkrét idejű SC-áramkör tényleges működési frekvenciája: ω , míg Ω ezen diszkrét működésű áramkörhöz rendelt fiktív folytonos idejű „áramkör” frekvenciája. A (2), (3) és (4) összefüggések felhasználásával nyerjük a kapcsolatot az ω és Ω között:

Beérkezett: 1986. V. 5. (H)

DR. HALÁSZ
EDIT

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet. Majd a Villamosmérnöki Kar Vezetékes Híradástechnika Tan-székén, utóbb annak jogutódjánál, a Híradástech-

nikai Elektronika In-tézetben egyetemi docensként dolgozik. Fő érdeklődési területe a számítógépes iteratív szintézis és a távközlés. Részt vett számos ipari kutatómunkában. Egyetemi doktori értekezését 1972-ben, kandidátusi értekezését 1983-ban védte meg.

$$\Omega = \frac{2}{T} \operatorname{tg} \frac{\omega T}{2} \quad (5)$$

A bilineáris transzformáció (3) egyik előnye, hogy a p -ben másodfokú folytonos idejű áramkör transzfer függvényét z -ben másodfokú (1) alakú kifejezéssé transzformálja. Így az SC-kaszkád szintézisnél felhasználhatjuk az aktív RC-szintézis és a hagyományos approximáció eredményeit. Az analóg — folytonos idejű — másodfokú alaptagok transzfer függvénye:

$$K(p) = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{cp^2 + ep + d}{p^2 + ap + b} \quad (6)$$

ahol a, b, c, d, e valós értékű együtthatók és közöttük, valamint az (1)-ben szereplő $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ és T -mennyiségek közt a (3) összefüggés segítségével egyértelmű megfeleltetés van. $K(p)$ helyett minket az amplitúdó és futási idő karakterisztika [(7), ill. (8) összefüggés] érdekel

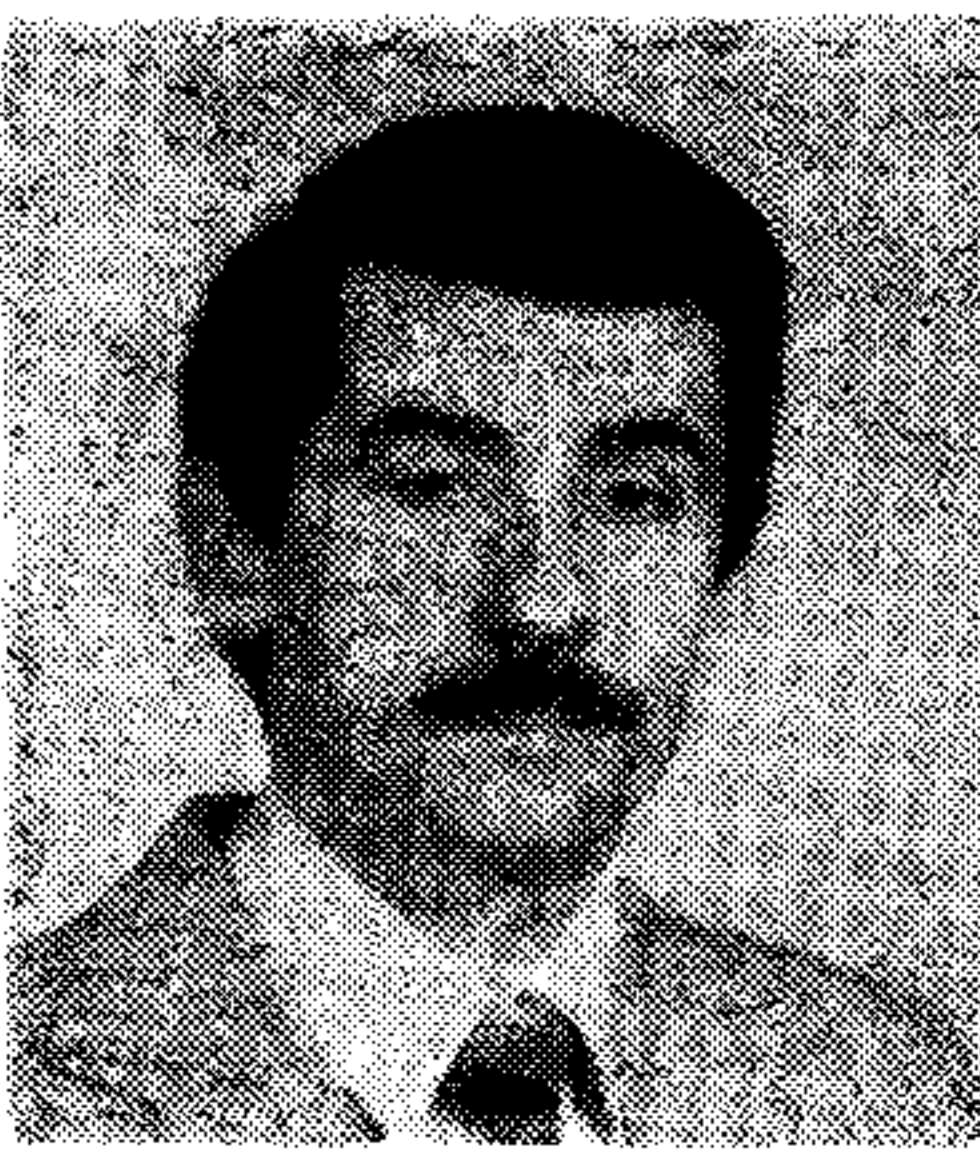
$$|K(j\Omega)|^{dB} = 10 \lg \frac{(d - c\Omega^2)^2 + e^2\Omega^2}{(b - \Omega^2)^2 + a^2\Omega^2} \quad (7)$$

$$\tau(j\Omega) = m \frac{a}{b} \frac{1 + \frac{\Omega^2}{b}}{1 + \left(\frac{a^2}{b} - 2\right) \frac{\Omega^2}{b} + \frac{\Omega^4}{b^2}} \quad (8)$$

ahol $m=2$ mindentáteresztő alaptagnál és $m=1$ aluláteresztő, feluláteresztő, sáváteresztő és elliptikus szűrő alaptagnál.

2. Optimalizálás

Az optimalizálás célja a $K(p)$ [(6) kifejezés] együtthatóinak meghatározása a kaszkád áramkör minden tagjára oly módon, hogy ezen együtthatókkal a specifikáció teljesüljön. Az együtthatók és kapcsolók periódusidejének (T) ismeretében az eredő $K(z)$ transzferfüggvény (1) meghatározható. Az eredő $K(z)$ a teljes kaszkád áramkör feszültség transzfer függvénye.



DR. GEFFERTH
LÁSZLÓ

1968-ban szerezte meg villamosmérnöki oklevelét a Budapesti Műszaki Egyetemen, majd ugyanitt lett dr. techn. 1977-ben. 1969 óta a Budapesti Műszaki Egyetemen dolgozik, a Híradástechnikai

Elektronika Intézet adjunktusa. Kutatási szakterülete a számítógépes tervezés, ezen belül az elektronikus áramkörök gyártási selejt csökkentésének algoritmikus módszereivel foglalkozik: hibalokalizálással és tolerancia-központosítással. 1979–80 telét Londonban az Imperial College-ban töltötte, ahol tolerancia-központosítással foglalkozott. 1977-ben a hibalokalizálásról, 1982-ben a tolerancia-központosításról írt cikkéért Polák–Virágh díjat kapott. 1984–85-ben Humboldt ösztöndíjasként az NSZK-ban, Bochumban hibakorlátozással és hullámdigitális szűrők diszkrét optimalizálásával foglalkozott.

A specifikáció az ω tartományban van megadva: Legyen a feszültségátvitel abszolút értékére vonatkozó specifikáció ω_i frekvencián: $A_{\min}^{dB}(\omega_i)$ ill.

$A_{\max}^{dB}(\omega_i)$ — akkor az eredő $|K(z=e^{j\omega_i T})|^{dB}$ -nek

ezen értékek közé kell esnie, továbbá az eredő hálózat futási idejének $\tau(\omega_i)$ -nek $T \pm \Delta\tau$ pontossággal meg kell közelíteni $\tau_{el\hat{o}rt}(\omega_i)$ értéket minden $i=1,2,\dots$ -re. A futási idő szintje változhat — egy előírt felső határig.

Az iteratív szintézist az Ω tartományban végezzük. Ennek feltétele, hogy a ω_i értékeket az (5)-nek megfelelően módosítani — előtorzítani — kell. A módosított frekvencián Ω_i -n az abszolút érték típusú mennyiségek értéke változatlan:

$$|K(j\Omega_i)| = |K(j\omega_i)|$$

Megjegyezzük, hogy futási idő jellegű mennyiségeknek nem elegendő csupán a frekvenciát transzformálni, a futási idő értéke is változik az alábbi módon:

$$\tau(\Omega_i) = \tau(\omega_i) \cdot (1 + \Omega_i^2)$$

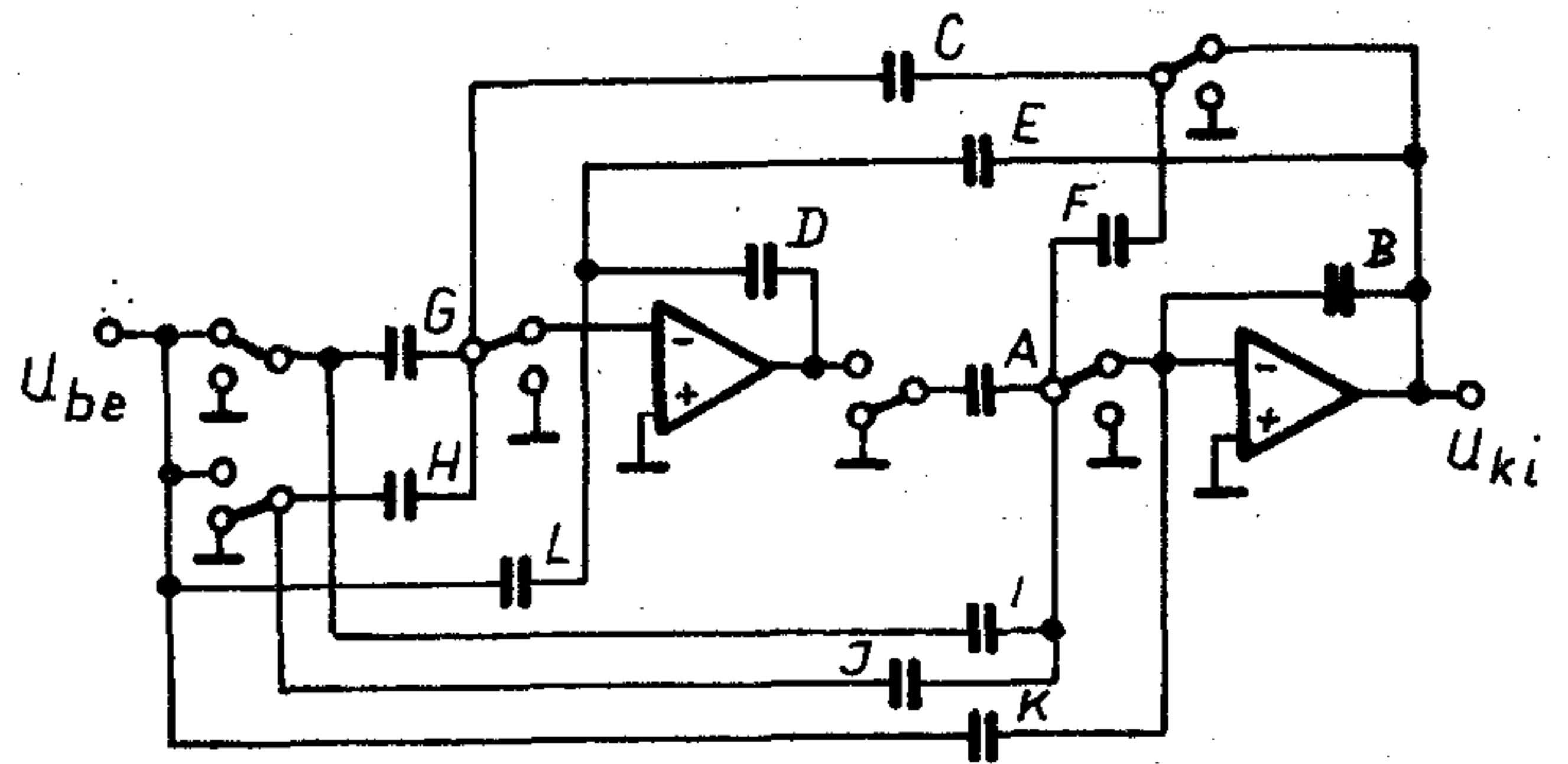
Így például az ω tartományban állandó értékű futási idő az Ω tartományban nem lesz konstans.

Az optimalizálás célfüggvénye egy összetett célfüggvény: súlyozott összege a feszültség transzfer függvény abszolút értékére vonatkozó minimum hibafüggvénynek és az eredő $\tau(\Omega_i)$ valamint $\tau_{el\hat{o}rt}(\omega_i) \cdot (1 + \Omega_i^2)$ mennyiségektől számított négyzetes hibafüggvénynek. Optimalizáló algoritmusként Jacobson—Oksman [2] módszerét választottuk.

3. A másodfokú alaptag

Az optimalizálás eredményeül a másodfokú alaptagok transzfer függvényeinek [(6) ill. (1) alakú kifejezések] együtthatóit nyerjük. Ezek ismeretében meghatározható az irodalomban közölt bármely másodfokú alaptag áramköri elemeinek értéke.

A másodfokú alaptagok közül a gyakorlatban leginkább a Fleischer—Laker szerzőpár által ki-



H208-1

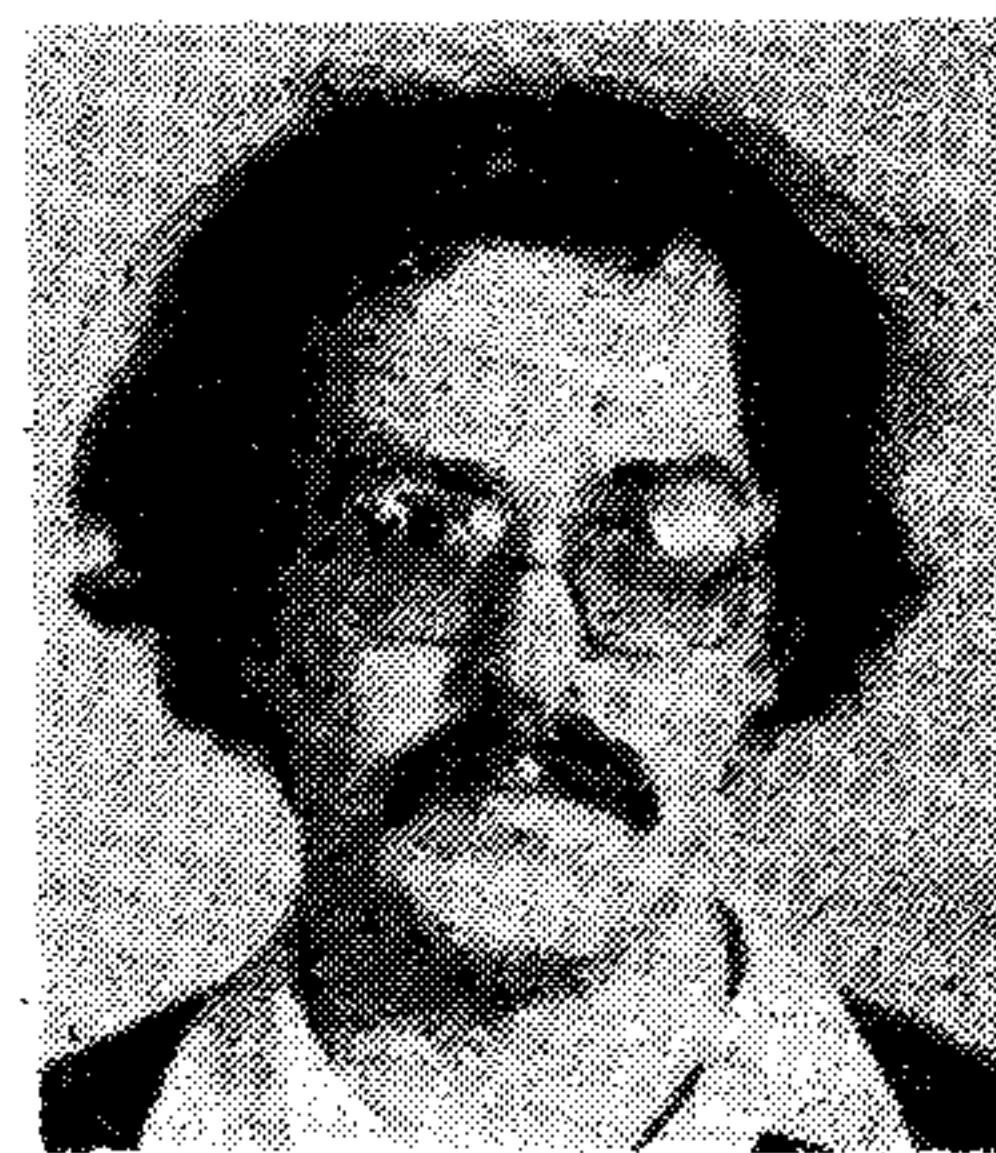
1. ábra. Fleischer—Laker-féle másodfokú SC alaptag

fejlesztett maszk-programozható, parazitakapacitás-érzékeny másodfokú SC alaptag [3] terjedt el. Az általános másodfokú alaptagot az 1. ábra szemlélteti.

Az általunk az IBM 4331 gépre Fortran nyelven írt tervező programok [4, 5] a Fleischer—Laker típusú SC alaptagok normalizált, dinamika maximalizált elemértékeit számítják ki. A tervezés során a mintavételi és tartási effektus $\sin x/x$ torzító hatása is figyelembe vehető.

4. Toleranciaközpontosítás

Iteratív szintézissel egy névleges értékű áramkör tervezhető. Az elem pontatlanság hatásának előzetes figyelembevételének egyik lehetséges módja a szükségesnél szigorúbb specifikációra történő tervezés. Gazdaságosabb eredményre jutunk, ha a tényleges specifikációt és az elemek névleges érték körüli szórását is figyelembe vevő tolerancia-központosítási tervező módszert alkalmazzuk. Olyan statisztikus tervező módszert dolgoztunk ki, mely a gyártási kihozatal elemek szerinti érzékenységen alapul. Két hisztogramot állítunk össze: az egyik a specifikációt teljesítő áramkörök adatait tartalmazza, míg a másik a specifikációt megsértőket. A hisztogramok alapján formula vezethető le, amely megadja a kihozatal érzékenységet az elemek toleranciájának megváltozása szerint. Pontosabban — mivel a hisztogram osztályainak mérete véges — a kihozatal megváltozását közvetlenül kiszámíthatjuk arra az esetre, amikor az egyes elemek felső vagy alsó toleranciája éppen a hisztogram osztályainak méretével változik meg. A hisztogramok előállításához ismételt Monte-



HADI ENDRE

A Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnika Szakán szerzett villamosmérnöki diplomát 1983-ban. Ezt követően az Irodagépipari Vállalatnál dolgozott gyártmányfejlesztőként. 1984-től kezdve a Mechanikai Mérőműszerek Gyára Automatika Művek 9-es gyárában helyezkedett el számítástechnikusként. Fő érdeklődési területe: számítástechnika.

Carlo analízisek szükségesek. Az analízisek száma radikálisan csökkenthető a korábbi minták analíziseinek felhasználásával. A módszer alapelve részletesen a [6] irodalomban található meg. Ezen elvre épülő toleranciaközpontosító programot az IBM 4331 gépre Fortran nyelven a Fleischer—Laker-féle alaptagra amplitúdókarakterisztika típusú előírások esetére dolgoztuk ki. Mintapélda a [4] irodalomban található.

5. Mintapélda

Egy mintapéldát mutatunk be az amplitúdó és futási idő együttes approximálására. A specifikációt az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Specifikáció			
Frekvencia	$A_{\min}$ dB	$A_{\max}$ dB	$\tau_{\text{előírt}}$ μsec
420	—	—29,5	—
830	6,45	7,5	1280
980	7,60	8,6	940
1300	8,20	8,6	685
1850	7,60	8,6	1370
2000	6,50	7,5	1440
3950	—	—29,5	—

A futási idő approximálásának pontossága $\pm 10 \mu\text{sec}$. Az órajel, s egyben a mintavétel és tartás frekvenciája: 32 kHz. Az előírás realizálását négy, egyenként másodfokú alaptagot tartalmazó SC-áramkörrel végezzük.

Az iteratív tervezés kiinduló paraméterei (2. táblázat) egy korábbi aktív RC realizálásból származnak. A paraméterek $f_{\text{egység}} = 100 \text{ Hz}$ -re vonatkoznak.

2. táblázat

A K(p) kezdeti együtthatói

	Mindent áteresztő	Sávát-eresztő	Elliptikus felül-áteresztő	Elliptikus aluláteresztő
<i>a</i>	7,8	15,0	3,6	8,5
<i>b</i>	408,0	160,0	70,0	400,0
<i>c</i>	1,0	0	0,7	0,15
<i>d</i>	408,0	0	10,0	350,0
<i>e</i>	— 7,8	30,0	0	0

A 3. táblázatban a tervezés kiinduló paramétereihez és a megoldáshoz tartozó karakterisztikákat tüntettük fel.

3. táblázat

Kiinduló- és megoldás-karakterisztikák				
Frekvencia Hz	$ K _{\text{kezdeti}}$ dB	$ K _{\text{végső}}$ dB	τ_{kezdeti} μsec	$\tau_{\text{végső}}$ μsec
420	—29,96	—29,91	—	—
830	6,37	6,50	1279	1277
980	8,13	8,54	923	944
1300	7,97	8,45	662	675
1850	7,65	8,27	1306	1362
2000	6,25	7,18	1343	1432
3950	—29,19	—54,49	—	—

A tervezett áramkör kondenzátorainak értékét a 4. táblázatban találjuk. A sikeres tervezést a SCANSY nevű SC-analízis programmal ellenőriztük [7].

4. táblázat

A tervezett Fleischer—Laker-féle SC-alaptagok kapacitásának értéke

	Mindent áteresztő	Sávát-eresztő	Elliptikus felül-áteresztő	Elliptikus aluláteresztő
A	1,152	1,044	1,875	1,408
B	1,152	3,502	13 622	4,446
C	1,056	1,000	7,085	1,116
D	7,587	4,363	34,790	2,433
E	1,000	0,0	0,0	1,019
F	0,0	1,000	1,000	0,0
G	1,056	0,0	1,000	1,000
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	1,000	1,046	0,0	0,0
J	1,152	0,0	0,0	0,0
K	0,0	0,0	9,928	1,000
L	0,0	4,375	0,0	0,0

6. Összefoglalás

Egy iteratív szintézis-módszert mutatunk be amplitúdó és futási idő karakterisztika együttes approximálására. A módszer mind analóg ARC, mind pedig diszkrét idejű SC, ill. digitális szűrő tervezésére felhasználható. A módszer alapján működő programok [4, 5] a Fleischer—Laker-féle másodfokú alaptagokból álló kaszkád SC-áramkör elemeit határozzák meg. Kifejlesztettünk egy további programot, mely amplitúdó előírás esetén toleranciaközpontosított elemértékeket szolgáltat. Az irodalomjegyzéket igyekeztünk úgy összeállítani, hogy ahol választási lehetőségünk volt, ott magyar nyelvű irodalmi hivatkozást adjunk.

7. Köszönetnyilvánítás

A módszerek és programok kifejlesztését — részben — az OMFb és a MEV támogatta. A korábbi [8] valamint a [4] irodalomban szereplő tervező programok továbbfejlesztéséért köszönet illeti Baumann Ferenc, Tihanyi Attila és Kovács Viktor — azóta már végzett egyetemi hallgatókat.

I R O D A L O M

- [1] Géher Károly: Kapcsolt kapacitású szűrők analízise és szintézise. Híradástechnika XXXV. évf. 1984. 11. szám, 519—525 oldal.
- [2] D. H. Jacobson, W. Oksman: An algorithm that minimizes homogeneous functions. Journal of Math. Anal. & Appl. v. 38. 1972 pp. 533—552.
- [3] P. E. Fleischer, K. R. Laker: A family of active switched capacitor biquad building blocks. Bell Syst. Tech. J. vol. 58. pp. 2235—2269. Dec. 1979.
- [4] Hadi Endre: SC biquad számítógépes tervezése. Diplomaterv. Készült BME HEI-ben 1983.
- [5] SCBIQ-Program használati utasítás. Készült a BME-HEI-ben 1985.
- [6] Gefferth László: Elektronikus áramkörök gyártási selejtjének csökkentése... Híradástechnika XXXIII. évf. 8. szám. 1982. 337—343 oldal.
- [7] Trón Tibor: SC hálózatok érzékenység és futási idő analízise. Híradástechnika XXXVIII. évf. 1987. 3. szám. 97—100 old.
- [8] Tóth László—Molnár Tamás: SC szűrők matematikai leírása és számítógépes tervezése. Tudományos Diákköri dolgozat. BME-Híradástechnikai Elektronika Intézet. 1981.

Csillapítók frekvenciahatárának kiterjesztése

NYERGES ERNŐ—POLGÁR ENDRE
ORION Rádió és Villamossági Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk kereskedelmi típusú kapcsolókkal megvalósított kaszkád felépítésű nagyfrekvenciás csillapítókval foglalkozik. Tárgyalja a veszteséges induktivitással helyettesíthető kapcsolók alkalmazásának elméleti alapjait és a kivitelezés problémáit. Megadja a megvalósított csillapítók műszaki adatait.

1. Bevezetés

A kaszkád felépítésű nagyfrekvenciás változtatható csillapítók (1. ábra) legnehezebben megvalósítható elemei a $K_1 \dots K_n$ kapcsolók. A csillapító szükséges nagyfrekvenciás paraméterei ugyanis csak úgy biztosíthatók, ha a kapcsolók a csillapítóval azonos hullám ellenállással és alacsony reflexiós tényezővel rendelkeznek. Ennek megvalósítása — mind mechanikus, mind elektromos működtetés esetén — nagyon bonyolult és munkaigényes. Ez hűen tükröződik a csillapítók árában is.

Megvizsgálva a kereskedelemben kapható egyébként más célra gyártott kapcsolók alkalmazhatóságát kaszkád felépítésű csillapítókban, arra az eredményre jutottunk, hogy ez korlátozott frekvenciatartományban (1 GHz alatt) lehetséges [1], ha a kapcsoló bizonyos — a későbbiekben részletezett — követelményeknek eleget tesz. Egy ilyen tipizált kapcsoló felhasználásával megvalósítottunk két 6—6 tagból álló, 300 MHz-ig, illetve 600 MHz-ig alkalmazható és 0—39 dB között 1 dB-es lépésekben beállítható csillapítót.

2. A kapcsoló illesztése a csillapítóhoz

Egy kapcsoló nagyfrekvenciás helyettesítő képét mutatja a 2. ábra. Ebben L_k a kapcsoló csatlakozási pontjai között fellépő induktivitás, C_k az ugyanezen pontok között levő szórt kapacitás, R_k pedig az érintkezők közötti átmeneti ellenállás.

NYERGES ERNŐ

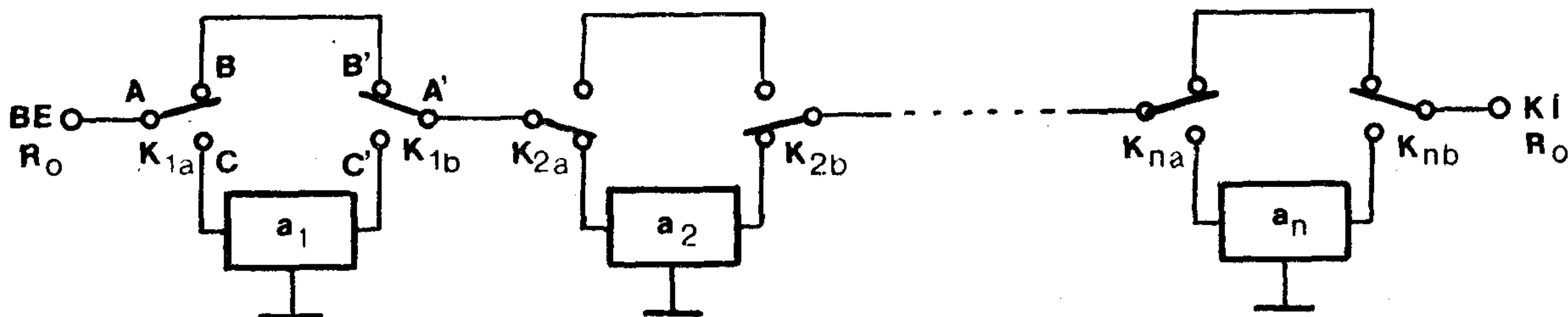
1967-ben szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Kar esti tagozatán. Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat Műszerosztályán fejlesztőként a gyártmányok

bevizsgálásához szükséges célműszerek készítésével foglalkozik. 1980-ban színes TV szakmérnöki diplomát szerzett. A Kandó Kálmán Villamosipari Főiskolán másodállásban oktat.

Amennyiben C_k az alkalmazott frekvenciasávban elhanyagolható és R_k hatását első közelítésben nem vesszük figyelembe, az L_k induktivitás két kapacitás felhasználásával a csillapítóval megegyező hullámellenállású aluláteresztő szűrővé egészíthető ki. Így a csillapító egy tagjára a 3. ábrán látható elrendezést kapjuk. A 3.a. ábra a kiiktatott, a b. ábra a beiktatott csillapítótag esetét mutatja. Látható, hogy a csillapító egy tagjához két aluláteresztő szűrő tartozik, amelyek a csillapítótag kiiktatott és beiktatott állapotában egyaránt jelen vannak. Ezáltal a csillapító frekvencia-menete — ideális csillapítótag esetén — mindkét esetben azonos. Ennek feltétele azonban olyan szimmetrikus felépítésű kapcsoló alkalmazása, amelynek induktivitása a kapcsoló mindkét állásában megegyező.

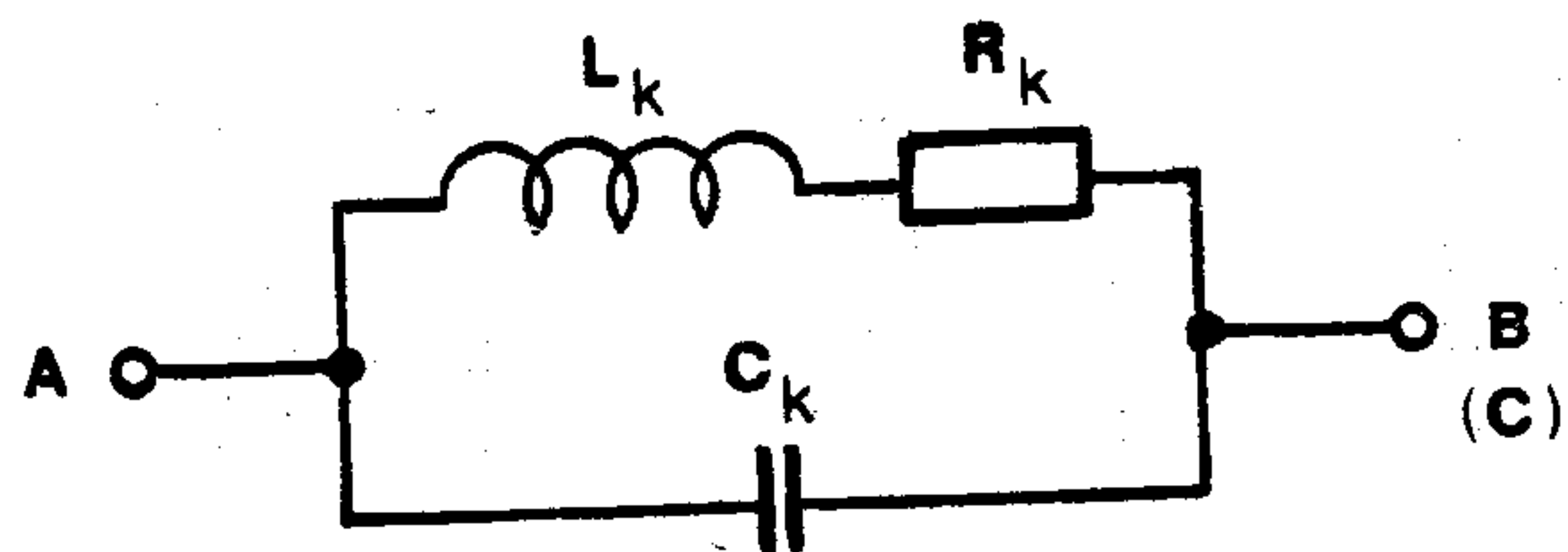
3. Az aluláteresztő szűrő tervezési szempontjai

A csillapítósor egyes tagjait összekötő vezetékek, valamint a kiiktatott csillapítótagnál szükséges „átkötések” a 3. ábrán is láthatóan R_0 hullámellenállású vonalszakaszokkal vannak megvalósítva, ezért az egyes aluláteresztő szűrők nem vonhatók össze. Így n számú csillapítótag esetén $2n$ azonos aluláteresztő szűrő együttes hatását kell figyelembe venni. Ebből következik, hogy a csillapítótagok száma a csillapító tulajdonságait befolyásolni fogja.

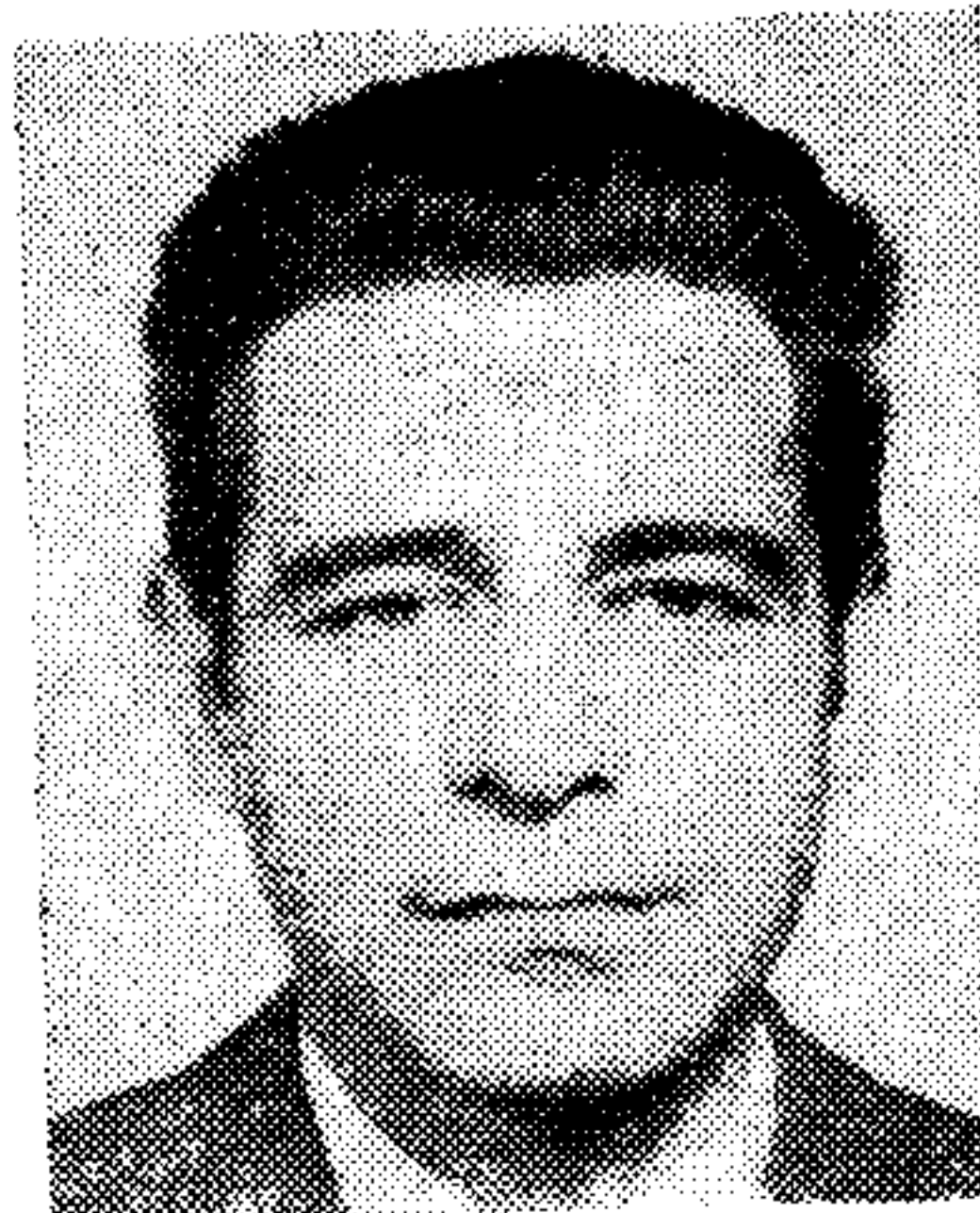


H-218-1

Beérkezett: 1986. VI. 5. (*)

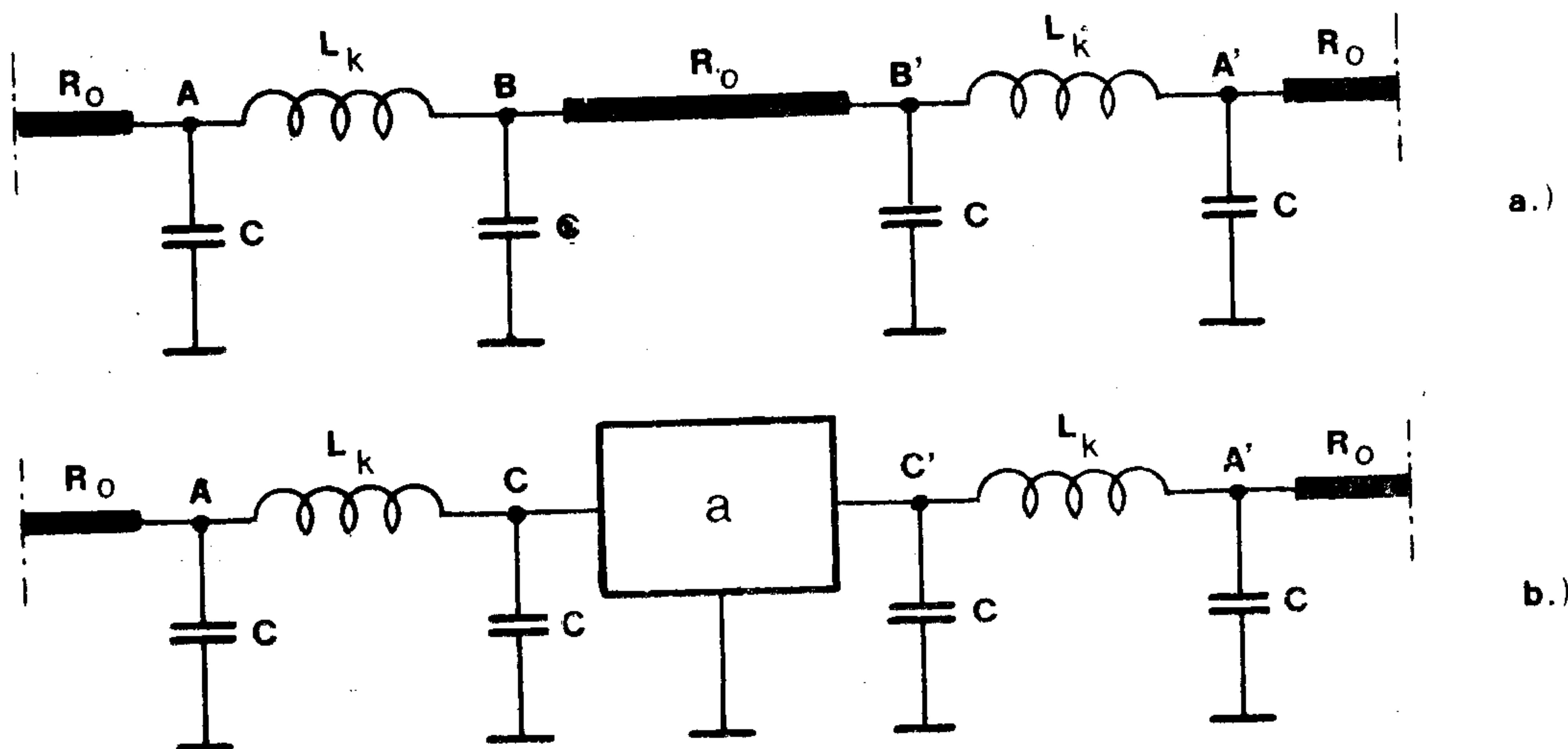


H-218-2



POLGÁR ENDRE

1957-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakon. Azóta az ORION Rádió- és Villamossági Vállalat Műszerosztályának dolgozója, jelenleg a Műszerfejlesztési csoport vezetője. Fő érdeklődési területe a nagyfrekvenciás mérés-technikai.



H-218-3

A szűrősornak az alábbi követelményeket kell kielégítenie:

alacsony bemeneti reflexió,
egyenletes frekvencia karakterisztika és
kis beiktatási csillapítás.

Az n tagból álló csillapító sor esetén egy aluláteresztő állóhullámaránya 0 dB csillapítóállásban, a legrosszabb esettel számolva

$$r = (r_{\max})^{1/2n} \quad (1)$$

lehet, ahol $r_{\max}$ a teljes csillapító megengedett maximális állóhullámaránya. A meghatározásnál nem vettük figyelembe az egyes szűrőtagokat összekötő vonalszakaszok hatását, mivel azok elektromos hossza a gyakorlatban kisebb, mint $0,05\lambda$.

Amennyiben kikötjük, hogy bármelyik csillapítótag bekapcsolása esetén is $r_{\max}$ a megengedett legnagyobb állóhullámarány, az egyes csillapítótagok max. állóhullámarányát jó közelítéssel szintén az egyes szűrőtagokra meghatározott értékben határozhatjuk meg, mivel legrosszabb esetben az n -edik csillapítótag $2n-1$ szűrőtag lezárását adja.

A szűrőtag méretezésénél a kapcsoló adott L_k induktivitásából és a fentiekben meghatározott r

állóhullámarányból kell kiindulnunk. Egy szűrőtag határfrekvenciája

$$\omega_h = \frac{R_0}{L_k} l, \quad (2)$$

ahol l a szűrő induktivitásának relatív értéke. Az állóhullámarányra előírt követelményt vagy megfelelő reflexiójú Csebisev szűrő választásával, vagy egy Butterworth szűrőnek a megengedett reflexióig történő kihasználásával elégíthetjük ki. Bizonyítás nélkül közöljük, hogy a Csebisev szűrő határfrekvenciája 50%-kal magasabb, mint az azonos reflexióig használt Butterworth szűrő kihasználható frekvenciatartománya.

Hosszabb csillapító sor esetén a szűrő tervezésénél az átviteli karakterisztika ingadozását nem kell figyelembe venni, mert a megvalósítandó szűrő alacsony reflexiója miatt az elhanyagolhatóan kicsinyre adódik. A veszteséges elemekből megvalósított szűrők az átviteli sávban csillapítást okoznak, amely a csillapító beiktatási csillapításának felel meg. Egy szűrőtag veszteségi csillapítása (2-ből:

$$a_v = \frac{27,2875}{Q} \Omega T \quad [\text{dB}], \quad (3)$$

ahol Q a szűrő elemeinek jósági tényezője, Ω a relatív frekvencia és T a relatív futási idő.

Mint látható, a veszteségi csillapítás frekvenciafüggő és azért a csillapító beiktatási csillapítása is frekvenciafüggő lesz. Tekintetbe véve, hogy a felhasználható kapcsolók jósági tényezője nem túl magas, a veszteségi csillapítás hatása nem hanyagolható el.

4. Gyakorlati megvalósítás

Az előző pontban tárgyalt szempontok alapján a rendelkezésünkre álló Isostat rendszerű kapcsolóval általunk optimálisnak ítélt 6 tagból álló csillapítósorot valósítottunk meg. Ebbe 1, 2, 3, 3, 10 és 20 dB-es csillapítókat beépítve 0—39 dB között 1 dB-os lépésekben változtatható csillapítót kapunk. A csillapító természetesen más csillapítótagokkal is felépíthető a műszaki paraméterek változása nélkül. (Pl. 0—100 dB 10 dB-es lépésekben).

A csillapítótagokat 0,125 W terhelhetőségű, indukciószegény és axiális huzalkivezetésű fémréteg ellenállásokból építettük fel. Értékeik a csillapítótagokhoz tartozó névleges csillapításnak megfelelőek és 1% tűrésűek. A tervezési szempontok között a max. 1,2 állóhullámarány mellett fontos feladat volt a jó reprodukálhatóság. A csillapítósor a csillapítótagokon és a kapcsolókon kívül más koncentrált elemet nem tartalmaz. A csillapító nyomtatott áramköri kivitelben készült, ahol az aluláteresztő C tagjait és az R_0 hullámellenállású vezetékeket nyomtatással alakítottuk ki. A nyomtatott áramköri lap anyaga kétoldalasan folírozott üvegszálaz epoxi, ill. üvegszálaz teflon lemez. A teflon lemez használatát az ebbe szükségessé, hogy magasabb frekvenciákon az epoxi lemezből készült csillapítósor beiktatási csillapítása a hordozó veszteségei miatt megnövekedett. Az átszórások megakadályozására az egyes csillapítótagokat és kapcsolókat elárnyékoltuk egymástól. A nagyfrekvenciás csatlakozók BNC vagy SMA típusúak.

5. Eredmények

A kivitelezett csillapítók műszaki adatait az alábbiakban közöljük.

CZ-9 típusú változtatható csillapító:

Impedancia: 50 Ω

Terhelhetőség: 0,125 W

Működtetés: mechanikus

Csillapítás: 0—39 dB, 1 dB-es lépésekben állítható

Üzemi frekvenciatartomány: 0—300 MHz

A csillapítótagok értékei: 1, 2, 3, 3, 10 és 20 dB

A csillapítók

pontossága:	0—100 MHz	100—300 MHz
1 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,1$ dB
2 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,1$ dB
3 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,15$ dB
10 dB	$\pm 0,15$ dB	$\pm 0,2$ dB
20 dB	$+0,1$ $-0,2$ dB	$+0,1$ $-0,25$ dB

Alapcsillapítás: max. 0,175 dB max. 0,45 dB

Max. csillapítás: 39 dB $\pm 0,3$ dB $\pm 0,5$ dB

Állóhullámarány 1,15 1,2

C2-10 típusú változtatható csillapító:

Impedancia: 50 Ω

Terhelhetőség: 0,125 W

Működtetés: mechanikus

Csillapítás: 0—39 dB, 1 dB-es lépésekben állítható

Üzemi frekvenciatartomány: 0—600 MHz

A csillapítótagok értékei: 1, 2, 3, 3, 10 és 20 dB

A csillapítótagok pontossága:	0—300 MHz	300—600 MHz
1 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,1$ dB
2 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,1$ dB
3 dB	$\pm 0,1$ dB	$\pm 0,15$ dB
10 dB	$\pm 0,15$ dB	$\pm 0,2$ dB
20 dB	$+0,1$ $-0,2$ dB	$+0,1$ $-0,5$ dB

Alapcsillapítás: max. 0,3 dB max. 0,45 dB

Max. csillapítás: 39 dB $\pm 0,3$ dB $\pm 0,8$ dB

Állóhullámarány: 1,15 1,2

A műszaki adatokat három sorozatban készült nagyobb darabszámú csillapítón ellenőriztük.

A mérések az egyes paraméterek jellegét is azonosnak mutatták. Az aluláteresztő szűrők megvalósításának pontosságát az elért állóhullámarány és a várt monoton átviteli görbe tükrözi.

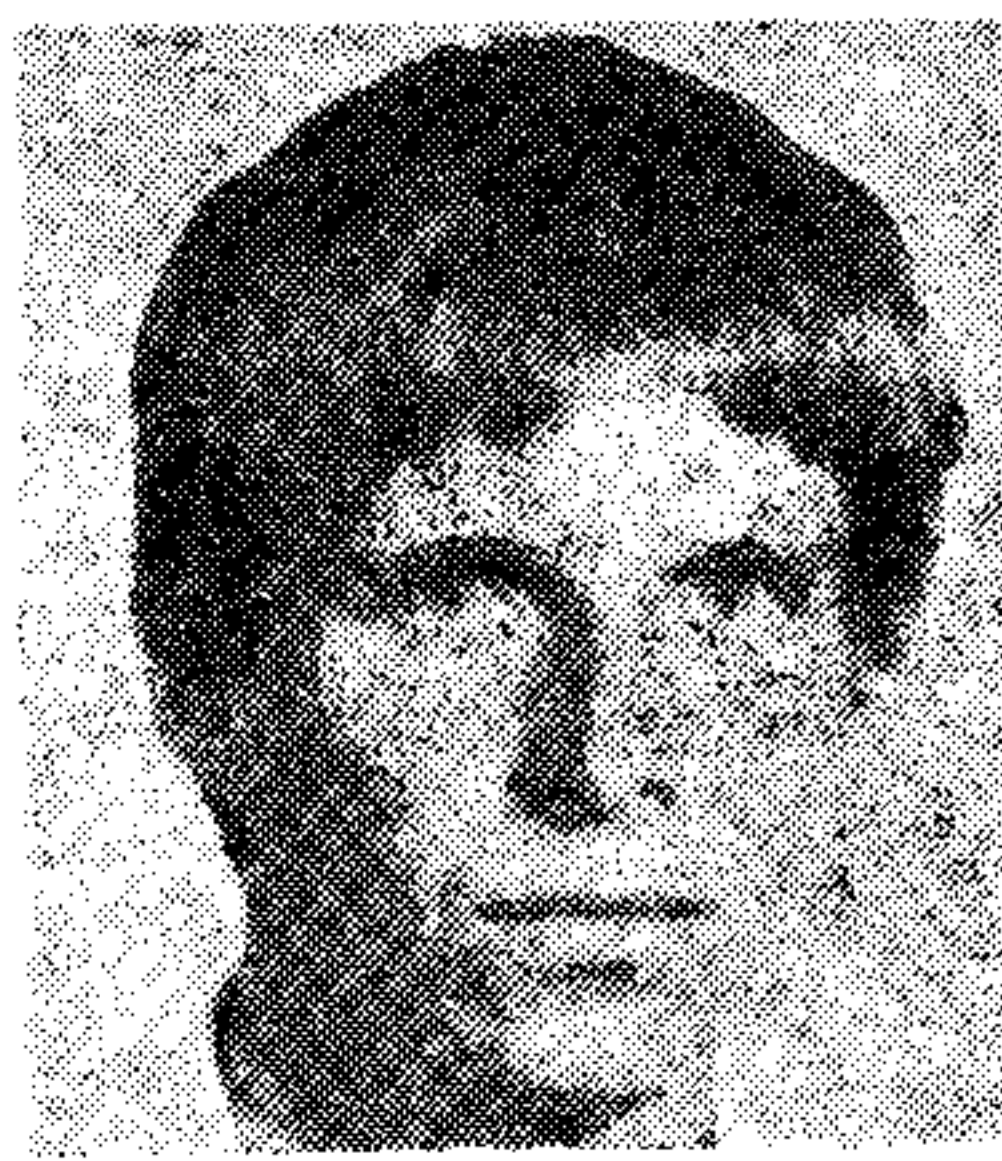
I R O D A L O M

- [1] ORION Rádió és Vill. Váll. (Froemel Károly, Nyerges Ernő, Polgár Endre): Nagyfrekvenciás csillapító tipizált kapcsolóval 1000 MHz frekvenciahatárig. (Szabadalom)
- [2] Pfitzenmaier: Tabellenbuch Tiefpasse. Siemens Aktiengesellschaft, 1971.

Ponthibák szerepe és vizsgálata Si egykristályban

VANKÓ PÉTER

BME Elektronikus Eszközök Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

A ponthibák vizsgálata központi kérdéssé vált a szilícium szelettechnológiában. A szerző áttekinti a Si legfontosabb szennyezőinek: az oxigénnek, a szénnek, az átmeneti- és nemesfémeknek a szerepét. A vizsgálati módszerek közül kiemeli a DLTS-módszert és ismerteti saját méréseit, melyeket vassal szennyezett n-Si szeleteken végzett.

Ponthibák jelentősége

A szilícium egykristályban lévő ponthibák vizsgálata az elmúlt évtizedben a nagybonyolultságú — LSI, VLSI, ULSI — integrált áramkörök megjelenésével központi fontosságú kérdés lett a félvezető-technológiával foglalkozó kutatók körében. A jelenleg gyártott — nagyobb részben Czochralsky, kisebb részben függőzónás — szilícium egykristály szeletek diszlokációmentesek, radiális ellenállás eloszlásuk és geometriai méreteik jól definiáltak, de tartalmaznak ponthibákat: vakanciákat és önintersticiális atomokat, oxigént, szenet, fémszennyezőket (elsősorban vasat), valamint hibakomplexekeket (swirl-hibákat).

Az alapanyagban lévő ponthibák azért jelentenek az áramkör-gyártóknak nagy veszélyt, mert a gyártás nagyszámú technológiai lépése, elsősorban a hőkezelések során folyamat-indukált kristályhibák (termikus donorkok, precipitátumok, diszlokációk, illeszkedési hibák) kialakulásához vezetnek, melyek károsan befolyásolják az áramkörök paramétereit, súlyosabb esetben pedig azok katasztrofális tönkremenetelét okozzák. Ezért a nagybonyolultságú IC-technológiáknak mindeképp kell tartalmaznia hibasűrűség csökkentő, folyamat-indukált hibák kialakulását megakadályozó lépéseket (getterezési eljárásokat). A technológia pontos megtervezéséhez, a getterezési folyamatok optimalizálásához a Si-szeletben lévő ponthibák mennyiségének, eloszlásának meghatározása szükséges alapállapotban és az egyes technológiai lépések után [1].

A Si legfontosabb szennyezői

A) Az oxigén és a szén

A félvezető iparban használt Si-szeletek a szokásos adalékkoncentrációkkal hasonló, vagy azt meghaladó mennyiségben tartalmaznak intersticiálisan oldott oxigént. (Czochralsky szeletekben $10^{17} - 2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ koncentrációban.) A technológia során jelenlétével, mennyiségével mindenképp

VANKÓ PÉTER

1984-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem elektronikai technológia szakán. Diplomamunkája és egyik TDK-dolgozata a Híradástechni-

kai Tudományos Egyesület díjában részesült. Jelenleg tudományos ösztöndíjasként a BME Elektronikus Eszközök Tanszéken Si-egykristályban lévő ponthibák vizsgálatával foglalkozik.

számolni kell, ezért nagyobb gyártók a szeletek oxigén (és szén) tartalmát szűk határok közt garantálják.

450 °C-os hőkezelés hatására az eredetileg semleges oxigénből elektromosan aktív termikus donorkok keletkeznek, melyek gyengén adalékolt p-Si kristály vezetési típusát is megváltoztathatják.

Magasabb hőmérsékleten az oxigén precipitálódik. A keletkező precipitátumok erős szeletgörbületet, a felület közelében lévők az áramkörök paramétereinek jelentős romlását okozhatják, ugyanakkor, ha megfelelő hőkezelésekkel kialakulásuk a szelet belsejére korlátozódik, hatékony getterező centrumokká válnak (belső getterezés, [2]).

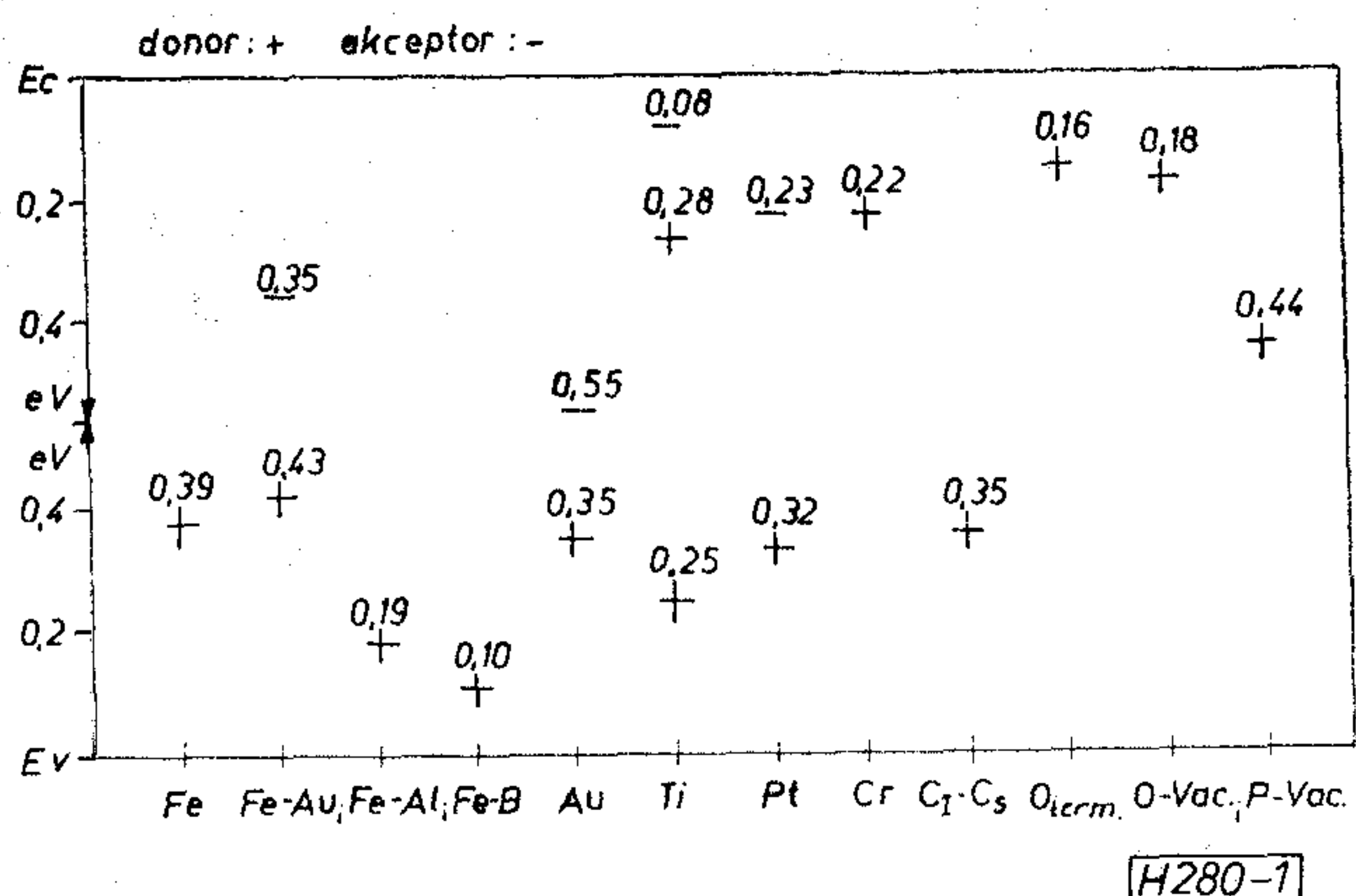
A Si-szeletek szintén nagy ($5 \cdot 10^{15} - 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) koncentrációban tartalmaznak szubsztitúciós szenet. A szén szerepéről kevesebbet tudunk, és kimutathatósága is problémásabb, mint az oxigéné. Feltehetően szerepet játszik az 0 precipitátumok kialakulásában. A tapasztalatok szerint 10^{17} cm^{-3} feletti széntartalom károsan hat az áramkörök kihozatalára.

B) Fémszennyezők

Mivel a technológiai berendezések jelentős része fémekből, elsősorban acélból készül, a Si-szeletek mindig tartalmaznak átmeneti- és nemesfém szennyezőket, főleg vasat, kisebb mennyiségben aranyat, titánt, molibdént, vanádiumot, kobaltot, rezet, palládiumot, nikkelt. A frissen növesztett egykristályrúdban még nagyon kicsi lehet az átmeneti-fém tartalom, nem kell, hogy meghaladja összesen az $5 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ koncentrációt. A vágásnál, polírozásnál és a szelettechnológiai folyamatoknál viszont nagy mennyiségű fém jut a szelet felületére, ami, az átmeneti- és nemesfémek nagy diffúziós állandója miatt, az első hőkezeléssel bekerül a kristály belsejébe. Hosszú hőkezelés hatására az eredetileg tiszta szelet vastartalma 10^{15} cm^{-3} értékig is nőhet.

Gyakorlatilag minden fémszennyező mélynívókat hoz létre a Si tiltott sávjában, és ezzel jelentősen csökkenthetik a kisebbségi töltéshordozók élettartamát. Ráadásul egymással és első-

Beérkezett: 1986. VIII. 6. (H)



1. ábra. A legfontosabb szennyezőkhöz tartozó mélynívók a Si tiltott sávjában

sorban a p típusú adalékokkal szobahőmérsékleten is párokat képeznek, ezzel új mélynívókat hoznak létre, és az áramkörök tulajdonságait ellenőrizhetetlenül befolyásolhatják.

Hőkezelések hatására az átmeneti-fémek mind hajlamosak precipitálódásra. A kialakuló precipitátumok az eszközök szivárgási áramát növelik és elősegítik az oxidáció által indukált illeszkedési hibák (OSF) kialakulását.

Az átmeneti- és nemesfémek viselkedésével és kimutatásával jelentőségük miatt nagyszámú publikáció foglalkozik. (Például [3], [4].) A szelettechnológia során lehetőleg el kell kerülni, hogy a Si-ba jussanak, a kristályban már bentlévő fém-szennyezők koncentrációját pedig a szelet aktív felületi tartományában a már említett getterezési eljárásokkal csökkenteni kell.

A szilícium néhány fontosabb szennyezőjéhez tartozó mélynívókat az 1. ábra foglalja össze.

Ponthibák vizsgálata

Ponthibák vizsgálatára, kimutatására sok módszer ismeretes (szekunder-ion tömegspektroszkópia — SIMS, elektron paramágneses rezonancia-spektroszkópia — ESR, fotolumineszcencia, infravörös abszorpciós spektroszkópia, mély nívók tranziens spektroszkópiája — DLTS, röntgen- és elektron-sugaras spektroszkópiák stb.), de egy hibacentrum meghatározása általában csak több kísérleti eljárás együttes alkalmazásával lehetséges [1], [5].

A módszerek közül — kis kimutathatósági határa, roncsolásmentessége, elektromosan aktív hibák detektálása, mélységi szelektivitása miatt — kiemelkedik a DLTS-módszer. (Részletesen: [6].) Az irodalom tanulsága szerint — a III—V. és II—VI. félvezetőkön kívül, ahol a DLTS alapvető fontosságú módszer — a szilícium vizsgálatában is szinte minden területen, más módszerekkel együtt, használják a DLTS-t. A 2. ábrán látható kutatási területek DLTS eredményekre hivatkozó publikációk alapján gyűlte össze.

A vas, mint legnagyobb koncentrációban előforduló, könnyen precipitálódó fémszennyező, vizsgálata különösen fontos. Az irodalom beszámol az intersticiális vashoz és a vasnak bórral, alumínium-

mal, arannyal, stb. képzett párjaihoz tartozó mélynívók meghatározásáról (Lásd 1. ábra). Sokan vizsgálják a vas-precipitálódás, -párképződés, -getterezés mechanizmusait.

A szerző a vas szennyezés és a technológiai folyamatok kölcsönhatásának megismerésére kezdett kísérletsorozatot. A technológiai folyamatok közül első lépésként az elterjedten használt termikus vastagoxid növesztés hatását vizsgálta a szeletbe mesterségesen bejuttatott vas szennyezésre.

Vassal szennyezett n-Si DLTS-vizsgálata

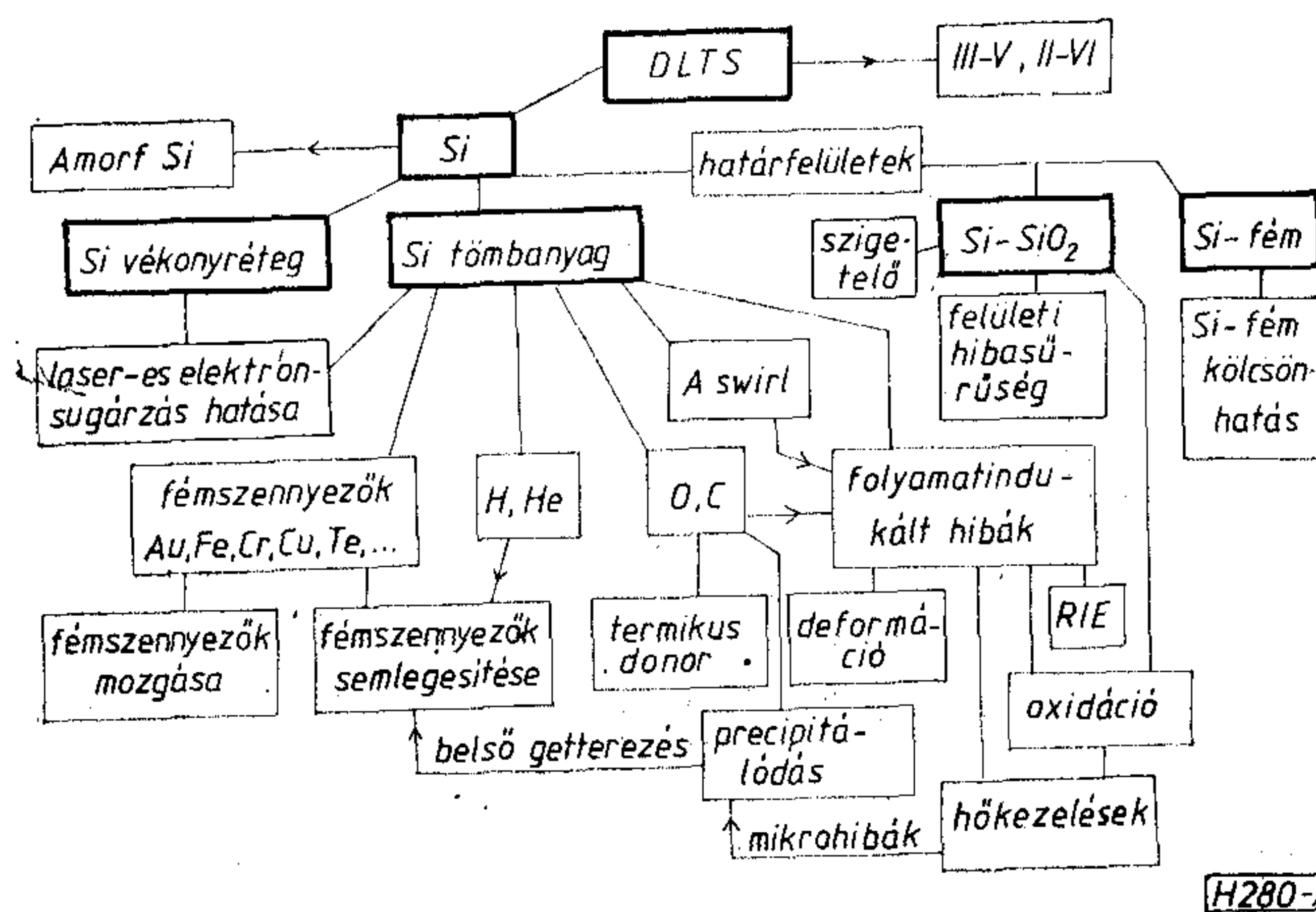
A) Mintakészítés

A vas szennyezés vizsgálatára, kimutatására n-típusú, foszforral adalékolt, $1,5 \Omega \text{ cm}$ -es, 111 orientációjú CZ-szeleteken készültek minták. A vas szennyezés a szelet hátuljára porlasztott $\sim 0,1 \mu\text{m}$ vastag rétegből 30 perces 800°C -os hőkezeléssel (N_2 atmoszféra) jutott a szelet belsejébe. Összehasonlításként vas nélkül hőkezelt (30 perc, 800°C , N_2), illetve hőkezeletlen minta készült. Mindhárom eljáráshoz egyrészt alapállapotban lévő, másrészt a szokásos vastagoxid növesztésnek kitett (70 perc, 1100°C , száraz ill. nedves O_2 + oxidmarás) szeletek szolgáltak kiindulásként (1. táblázat).

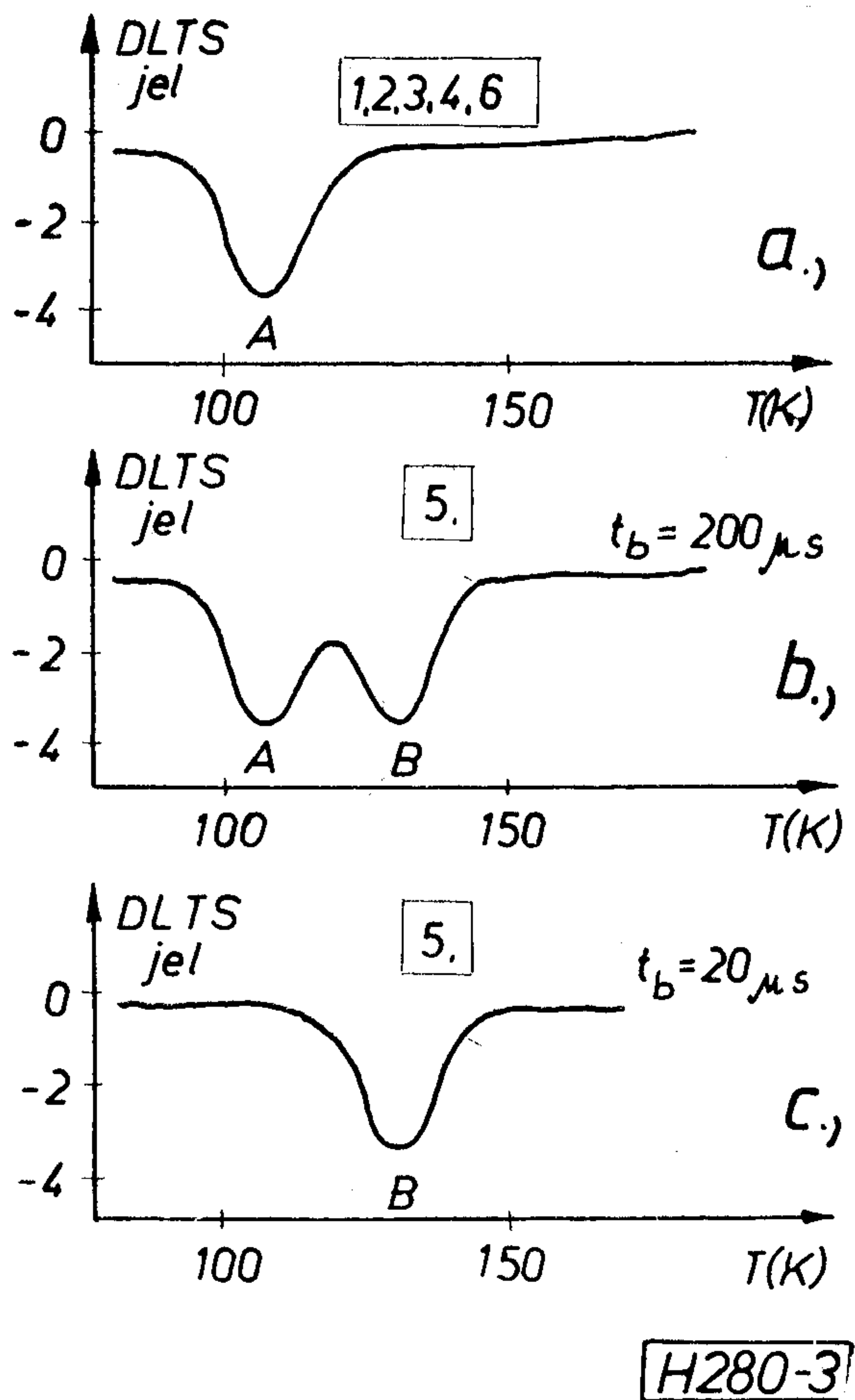
1. táblázat

	Alapállapotú szelet	Vastagoxid + oxidmarás
hőkezelés nélkül	1.	2.
30 perc 800°C	3.	4.
vasporlasztás + 30 perc 800°C	5.	6.

A DLTS-méréshez vékumpárologtatással készültek Schottky-diódák. (Alumínium fémezés, 30 perc, 400°C hőkezelés)



2. ábra. A DLTS-módszer alkalmazása az irodalom alapján



3. ábra DLTS-spektrumok

B) DLTS-mérés és kiértékelés

A 3. ábrán a minták hőmérséklet-pásztázó üzemmódban felvett DLTS-spektrumai láthatók. A spektrumokon két DLTS-csúcs jelenik meg:

- Az A jelű csúcs az összes mintán azonos intenzitással megjelent. (3. ábra a és b rész)
- A B jelű csúcs viszont kizárólag a vassal szennyezett, alapállapotú szeleten készült 5. mintán jelentkezett. (3. ábra b rész)

Ezen a mintán a betöltő impulzus szélességének csökkentésével a B-csúcs kiértékelését nehezítő A-csúcsot el lehetett tüntetni. (200 μ s helyett 20 μ s betöltő impulzus, 3. ábra c rész) A B-csúcsához tartozó centrum $E_t = E_c - 0,18$ eV energiájú elektron-csapda.

A rendelkezésre álló adatkönyvtár alapján egyik csúcs sem volt azonosítható. A mérések alapján a következőket állapíthatjuk meg:

- Az A-csúcs az összes mintán (közte a hőkezeletlen, alapállapotú szeleten készült 1. mintán is) megjelent, így vagy az alapanyagban lévő, vagy a mintakészítésnél létrejövő hibacentrum lehet.
- A 3. és 5. minta termikus előélete teljesen megegyező (30 perc, 800 °C hőkezelés), közöttük csak az a különbség, hogy az 5. minta vas-

sal szennyezett. A B-csúcs csak az utóbbin jelent meg, így megállapítható, hogy a B-csúcsához tartozó centrum „vassal-kapcsolatos” hiba. Pontosabb meghatározására ez a mérés nem ad lehetőséget.

- Az 5. mintán kívül a 6. is tartalmaz vasat. A 6. minta csak abban különbözik az 5. számútól, hogy a vas bejutása előtt magas hőmérsékletű hőkezelést kapott. A B-csúcs jelenlétének hiányát csak úgy magyarázhatjuk, hogy a hőkezelés hatására létrejövő kristályszerkezet a szeletbe kerülő vas szennyezést inaktiválta, a B-csúcsához tartozó hiba-centrum kialakulását megakadályozta. Egy — kezdetleges — getterező hatásnak lehetünk tanúi.

A centrumok pontosabb meghatározásához a mintákat további módszerekkel (például ESR) is meg kell vizsgálni. A mintakészítés hatásának kiküszöbölésére más mintakészítési eljárásokkal való összehasonlítás ad módot. Érdekes a vastag-oxid-növesztés mellett bonyolultabb, többlépcsős hőkezelések (például belső getterezés) hatását is vizsgálni.

Összegezés

Áttekintettük a ponthibák — különösen az oxigén, szén, átmeneti- és nemesfém szennyezők — szerepét és jelentőségét a Si-szelettechnológiában. Az irodalom alapján megállapítható, hogy vizsgálatukra kiemelkedő alkalmassága miatt elterjedten használják a DLTS-módszert. Végül egy gyakorlati példát láthattunk ponthibák vizsgálatára és a hibák azonosításának nehézségére.

Köszönetnyilvánítás

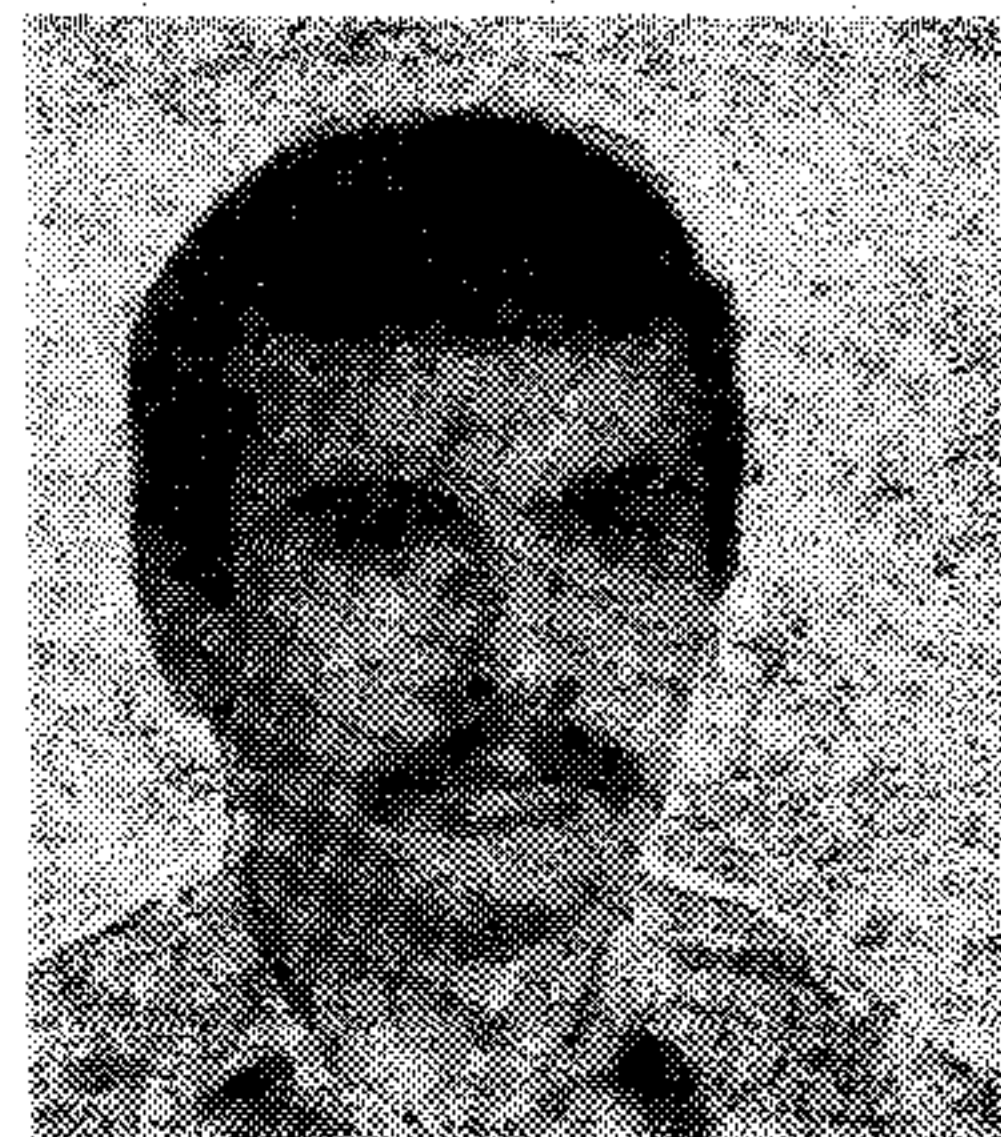
A szerző köszöni Jamrich Klárának a Schottky-diódák készítésében, dr. Ferenczi Györgynek és munkatársainak a DLTS-mérések megvalósításában nyújtott segítségüket, valamint dr. Kormány Teréz sokrétű tanácsait, biztatását és segítségnyújtását.

I R O D A L O M

- [1] Proceedings of the 1st International Autumn School on Gettering and Defect Engineering in the Semiconductor Technology — Garzau, 1985
- [2] Szelőcsei L.—Réti S.—Kormány T.: Belső getterezés a Si-szelettechnológiában. Híradástechnika, megjelenés alatt.
- [3] K. Graff: Transition Metal Impurities in Silicon 4th „LUND” International Conference on Deep Level Impurities in Semiconductor, Abstracts — Eger, 1983
- [4] K. Graff—H. Pieper: The Properties of Iron in Silicon J. Electrochem. Soc. vol. 128 no. 3, March 1981, pp. 669—74
- [5] 7th International Summer School on Defects in Crystals and Symposium on Identification of Defects in Semiconductors, Abstracts — Szczyrk, 1985
- [6] Ferenczi Gy.: Félvezető anyagok és struktúrák elektromosan aktív szennyezéseinek vizsgálata. Híradástechnika XXXVI. évf. 10. szám 451—4, 1985. október

Telefongyár TAP-34 alkalmazása IEC-625 rendszervezérlőként

HORVÁTH ISTVÁN
TELEFONGYÁR



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk röviden ismerteti a Telefongyárban kifejlesztett IEC—625 rendszervezérlő és az univerzális készülék oldali csatoló egység felépítését, a rendszer BASIC interpreterét, és egy busz-analizátort.

Bevezető

A Telefongyárban évek óta folyó technológiai rendszerváltás során, melyről a lap régebbi számaiban többször is olvashattunk [1], [2], felmerült az igény egy valamivel kisebb teljesítőképességű, de célorientált automatikus mérőrendszer létrehozására. Ez a célorientáltság azt jelenti, hogy eltérően a külföldről beszerzett mérőautomatáktól, adott gyártmány, vagy gyártmánycsalád mérésére viszonylag gyorsan lehessen mérőautomatát üzembe állítani, ugyanakkor meg kell őrizni a lehetőséget, hogy konstrukciós, vagy specifikációs változások esetén a mérőrendszeren csak minimális változtatásokat kelljen tenni, lehetőleg csak a mérőprogramban.

Tekintettel arra, hogy a mérendő objektumok a legkülönbözőbbek lehetnek, (pl. analóg, digitális, vegyes áramköri lapok, az előbbieket tartalmazó fiókegységek, dobozott készülékek) a mérőrendszer gerjesztő jeleit adó, illetve a válaszjeleket vevő műszereinek fajtái, és leginkább gyártója előre nem látható. Egyaránt előfordulhat köztük külföldi, hazai és saját (telefongyári) fejlesztésű készülék is. Ilyen körülmények között az egyedül célszerű megoldás az IEC—625 (IEEE—488) szabványban lefektetett alapelveken nyugvó, kifejezetten automatikus mérőrendszerek céljára kifejlesztett buszrendszer alkalmazása, megfelelő rendszervezérlővel, és IEC—625 csatolóegységgel ellátott vezérelhető mérőműszerekkel. Ezek után — mivel ilyen készülékek bő és egyre bővülő választékban beszerezhetők — egy-egy új mérőrendszer kialakítása leginkább a vezérlő program megírását jelenti.

Ezen felül azonban az ismert beszerzési nehézségek miatt, valamint amiatt, hogy a mérendő objektum sajátosságai miatt néha az egyébként nagyon jó minőségű import készülékek sem alkalmazhatók közvetlenül, törekedni kell arra, hogy kisebb igényű feladatokra saját fejlesztésű műszereket alkalmazzunk.

Mindezen megfontolások után a Telefongyárban kifejlesztésre került a gyár által sorozatban gyártott TAP—34 intelligens terminál kiegészítésével egy rendszervezérlő, és egy univerzális

HORVÁTH ISTVÁN

1977-ben végzett a Kandó Kálmán Villamosipari Főiskola Műszer-automatika szakán. Ezután a Medicor Műveknél röntgenvezérlő és kép-

erősítő egységekkel foglalkozott. 1978-tól a Telefongyárban először egyedi műszereket tervezett, majd részt vett a mérés-technológiai fejlesztési program keretében a cikkben leírt eszközök kifejlesztésében.

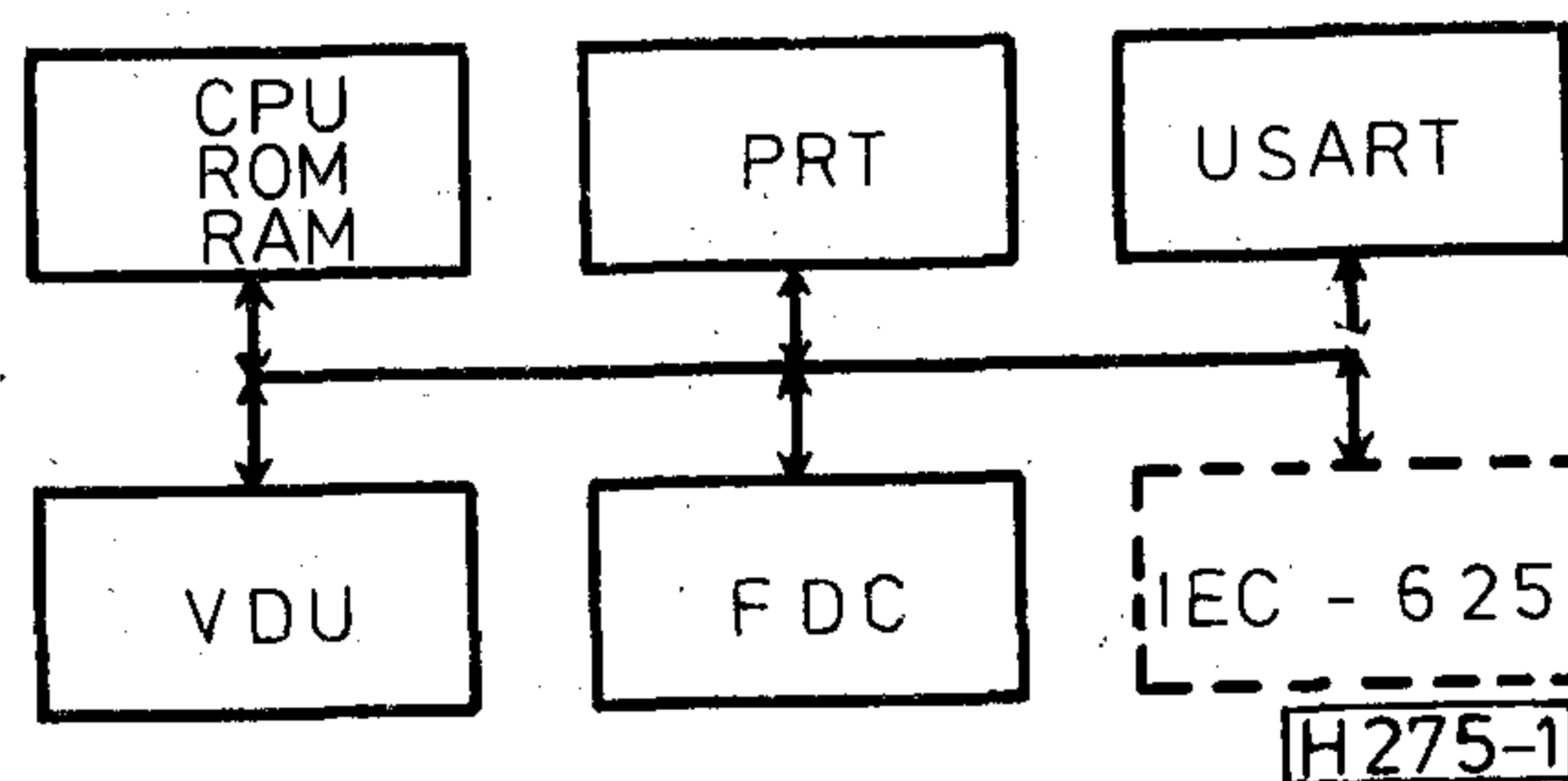
készülékoldali csatolóegység, mely kis méreteinek köszönhetően beépíthető meglevő, addig nem vezérelhető mérőműszerekbe, illetőleg új fejlesztés esetén a tervezőt megkíméli készülékének IEC—625 buszra való illesztésének nehézségeitől.

A rendszervezérlő programjait a TAP—34 8080 assemblerével, vagy BASIC nyelven lehet megírni, mely utóbbi, minden hátránya mellett, rendelkezik a mérőrendszer felélesztésekor szinte nélkülözhetetlen interaktivitással. A terminál BASIC interpretere azonban nem tartalmazott IEC-busz-orientált utasításokat, így ezeket vagy gépi kódú, tehát nehézkesen alkalmazható rutinokkal kellett volna megvalósítani, vagy pedig olyan, ugyancsak kevésbé szemléletes utasítások sorozatával, melyek a meglevő BASIC interpreterben perifériakezelésre szolgálnak.

Ezen megoldások alkalmazása azonban éppen a rugalmasságot, a program olvashatóságát rontaná, ezért sor került egy olyan BASIC interpreter létrehozására, mely tartalmazza a szükséges IEC-busz vezérlő utasításokat is.

TAP—34 alkalmazása IEC—625 rendszervezérlőként

Először egész röviden tekintsük át a TAP—34 felépítését (1. ábra) azzal a megjegyzéssel, hogy a készülék elsődleges feladata távadatfeldolgozás, azonban felépítésénél és szolgáltatásainál fogva mikroszámítógépként kezeljük a jelen téma kapcsán, nem feledve, hogy éppen a beépített táv-



1. ábra. A TAP 34 felépítése

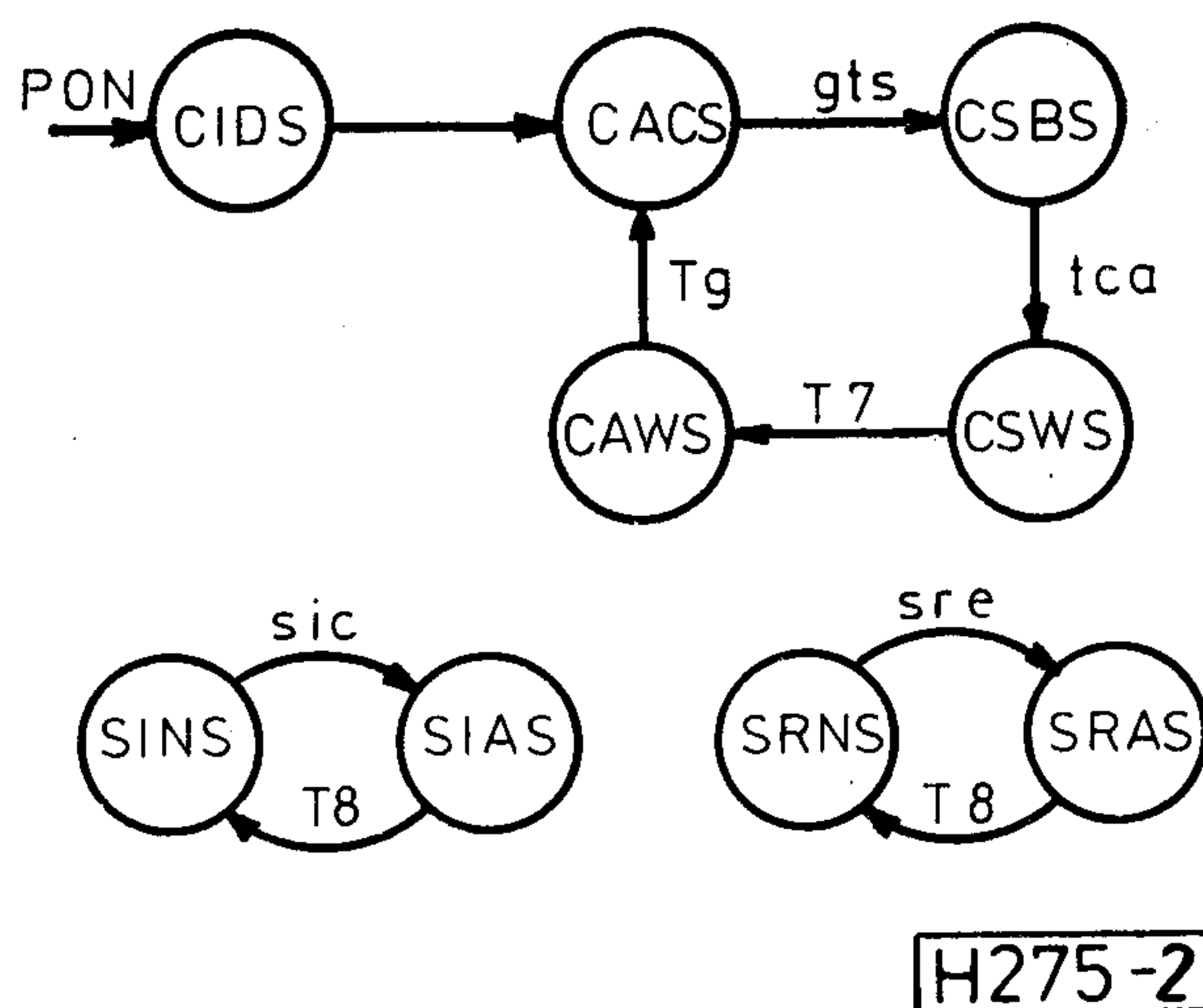
Beérkezett: 1986. IX. 9. (←→)

adatátviteli lehetőségnek köszönhetően elképzelhető az adatfeldolgozó központtól távol elhelyezkedő mérendő objektumok mérési eredményeinek lekérdezése is.

A készülék felépítése lényegében a szokásos, I8080 típusú processzorral működő központi egységet, 20 kbyte ROM, 40 kbyte RAM memóriát tartalmaz, és rendelkezik még video-display (VDU) floppy-diszk vezérlő (FDC), nyomtató (PRT), és soros kommunikációs egységgel (USART). Ezekhez a minden számítógépben megtalálható egységekhez járul még jelen esetben az IEC-csatolóegység. Ennek feladata a 8080 rendszerbusz illesztése az IEC-buszhoz, strukturálisan és elektromos jelek szintjének szempontjából, valamint az IEC-szabványban rögzített adatátviteli protokoll tekintetében. E funkciókat az INTEL gyártmányú 8291 és 8293 típusú integrált áramkörökkel valósítottuk meg. A 8293 végzi az elektromos illesztést úgy, hogy az IEC-busz felé nagyáramú meghajtókat tartalmaz, vételi üzemben pedig schmitt-triggeres bemeneti fokozatokat. Ez biztosítja egyrészt a szükséges zavarérzékenységet, másrészt a buszon lévő több készülék által bevitt terhelés meghajtását. Tudjuk ezen kívül, [3] hogy az adatátvitelre használt „kézfogásos eljárás” megköveteli, hogy a megfelelő vonalak nyitott kollektoros kimenetűen legyenek. A tok tartalmazza még a vonalvégek hullámellenállás szempontjából történő megfelelő lezárását biztosító elemeket is. Ha figyelembe vesszük, hogy mindezek megvalósítása standard áramkörökkel lényegesen bonyolultabban oldható meg, a tok alkalmazása gazdaságos. Ez fokozottan érvényes a 8291 típusú áramkörre, mely ellátja az összes IEC-busz oldali tennivalót, mentesítve a központi egységet pl. a kézfogásos eljárás lebonyolításától. Az említett áramkörök részletes működésének leírása megtalálható az irodalomban [4].

Az ezen áramköröket ismerő olvasó hiányolhatja a 8292 típusú integrált áramkört az adott felhasználásban, hiszen az kifejezetten arra való, hogy vezérlő funkcióval lássa el az eredetileg csak hallgató/beszélő funkciót teljesítő 8291-et. Ha azonban jobban megvizsgáljuk a 8292 képességeit, láthatjuk, hogy az, hogy lehetővé teszi a teljes vezérlőfunkciót, jelen esetben nem túl előnyös, ugyanis a bevezetőben említett szempontok nem teszik szükségessé például több vezérlőegység felváltva történő működtetését, vagyis egy rendszervezérlő, és több lehetséges ügyeletes vezérlő létét. Emiatt a vezérlő funkciók állapotleírásában [3] szereplő állapotok egy része nem került megvalósításra.

Ezen felül egy hardver szempont is szerepet játszott a 8292 mellőzésében, az, hogy ez a tok ön-maga négy megszakítási szintet igényel a központi egység felé, és mivel a cél az volt, hogy a kiegészítés csak a BASIC interpretert érintse szoftver szempontból, a készülék eredeti rendszerprogramjait nem volt célszerű megváltoztatni. Minden, a 8292 által is ellátott feladat bekerült az interpreterbe. Az olyan funkciók megvalósítását, melyekre a 8291 nem képes, az SPM regiszter, és a trig



2. ábra. A megvalósított vezérlő állapotdiagramjai

láb eredetitől eltérő felhasználásával ill. bekötésével értük el. Az SPM regiszterbe való beírással az eredetileg SRQ láb állapota vezérelhető, ezt használjuk az ATN-jel előállítására, a TRIG-láb pedig megfelelő parancsra az IFC- és REN-jel generálására használható. A megvalósított funkciók állapotábrája a 2. ábrán látható. Mint látjuk, bekapcsolás után, pontosabban az IEC-csatolóegység inicializálása után a készülék rögtön CACS, vagyis vezérlő aktív állapotba kerül. Az említett speciális BASIC-interpreter betöltésekor ezenkívül IFC-, és DCL-üzenetet is küld, melyek egyrészt a készülékcsatolókat, másrészt a készülékfunkciókat alaphelyzetbe állítják. Ugyanez elérhető a parancsként, vagy programból kiadott RESET-utasítással is.

CACS állapotban az ATN-jelet igazként továbbítja a vezérlő. A vezérlő a címekeket, általános és címzett parancsokat ebben az állapotban továbbítja a buszon lévő készülékek felé. Maga az adatátvitel úgy történik, hogy a 8291 kimeneti regiszterébe írjuk az adatot, és a tok a kézfogásos eljárás segítségével továbbítja azt a buszra. Ennek sikeres vagy sikertelen elvégzését a státuszregiszterből kiolvasható megfelelő bitek jelzik. Sikertelen pl. az átvitel, ha a buszon nincs, vagy nem működik a vevőként kijelölt készülék, illetőleg túl lassan válaszol. Ez az utóbbi megkötés arra való, hogy mivel az alkalmazott kézfogásos rendszer tetszőlegesen lassú készüléket is megenged, megakadályozzuk a rendszer lebénulását az említett esetekben. Az interpreter az ilyen hibát külön hibaüzenettel jelzi. Készülékfüggő adatok átvitele alatt a vezérlő az ATN-jelet hamisra állítja, így jelezve a készülékcsatolóknak, hogy az illető adatokat a készülékfunkció felé kell továbbítani. Az átvitel végén ATN újra igaz szintű lesz, és a vezérlő UNL, (hallgató címzett állapotot megszüntet) üzenettel az összes hallgatót lecímzi.

Adatok vétele úgy történik, hogy még mindig CACS állapotban a vezérlő a kívánt, beszélő funkcióval ellátott készüléknek beszélő címzést ad majd utána átmegy CSBS, vagyis vezérlő készen léti állapotba. Ez azt jelenti, hogy az ATN-vo

nalat hamis állapotba helyezi. Ha egy aktivizált beszélő, és egy vagy több hallgató van a buszon, azok forgalmazhatnak egymással, de hallgató lehet a vezérlő is. A valóságban mindig ez utóbbi eset áll fenn, mert a vezérlő fel kell ismerje az adatátvitel végét. Jelen esetben üzenethatárolóként a CR-jelet használjuk. Ennek beérkezésekor a vezérlő egy várakozási állapot után újra CACS állapotba kerül.

Az IFC-jeletről a fentiekben már szó esett, előállítása a TRIG-láb aktivizálásával lehetséges, mivel a TRIG, vagyis készülékindítási funkcióra a vezérlőben nincs szükség. A szabványban előírt impulzusszélességet monostabil multivibrátor állítja be. A REN-üzenet ugyaninnen származik, felhasználva azt a tapasztalatot, hogy a rendszer alapállapota célszerűen a helyi vezérlési állapot. Ekkor végezhető manuális mérések a rendszer készülékeivel, majd a rendszer programját elindítva, annak utasításai a szükséges készülékeket távvezérlés állapotba helyezik azok megcímzése által. Mivel rendszerünkben az LLO-üzenet (a készülékek helyi/táv kapcsolóinak tiltása) inicializálás után mindig igaz, a program futása alatt helyi üzembe véletlenül sem lehet tenni a műszereket. A program leállítása után természetesen vagy egyszerre az összes, vagy címzetten egyes műszereket helyi vezérlési állapotba lehet helyezni. Megjegyzendő, hogy van lehetőség az LLO-üzenet hatástalanítására, valamint a készülékeknek adatátvitel nélküli távvezérelt helyzetbe hozására.

A vezérlő képes soros lekérdezési eljárás véghezvitelére is. Ekkor kiadja a CACS állapotban az SPE (soros lekérdezés engedélyezése) üzenetet, majd beszélő címezést ad egy készüléknek, és CSBS állapotba megy. A készülék ekkor nem mérési eredményt, hanem egy ún. állapotbyte-ot ad le, melyet a vezérlő vesz, majd visszaveszi a vezérlést és kiadja az SPD, (vagyis a soros lekérdezés tiltása) üzenetet. A programozó az állapotinformációt felhasználhatja pl. hibaállapotok, vagy a műszer működését illető egyéb döntések meghozására.

Párhuzamos lekérdezési lehetőség jelenleg nincs, mert ennek gyorsasága nem volt szempont, és mivel az általa szolgáltatott 1 bitnyi információ nem volt elegendő.

Konstrukciós szempontból a csatolóegység 4 db integrált áramkört tartalmaz, melyek 1 db áramköri lapon helyezkednek el. Ez a TAP-34 egyik üres kártyahelyére van dugaszolva a szükséges bekötések elvégzése után. Az IEC szabványú buszcsatlakozó a hátoldalon foglal helyet.

A 8291 tok szelektálását a készülék perifériacímdekóderén egy szabad kimenet látja el. A csatoló vezérlése így a már említett módon elemi szinten is lehetséges, de az összes lényeges funkciót az interpreter ellátja, a felhasználónak ezzel nem szükséges törődnie.

Bár a csatoló képes megszakításkérésre, a már szintén említett okokból ez a lehetőség nincs kihasználva.

Az IEC rendszervezérlő BASIC interpreter

A program létrehozása során lényeges szempont volt az új utasítások szemléletessége, olvashatósága, melyet nem lehet minden hasonló interpreterre elmondani.

Mintának a gyárban már alkalmazott Siemens gyártmányú S2313 IEC vezérlőkészülék programozási nyelvét tekintettük, de attól néhány lényeges részletében eltértünk.

A fő eltérés, hogy az eredeti változatban minden készüléknek nevet kell adni, és ezt a nevet rendeli hozzá az interpreter a készülékek fizikai címéhez, vagyis az IEC-buszon elfoglalt helyéhez. Ez egy fejlett módszer, és támogatja a program olvashatóságát, csak hogy a definíciókat a program elején el kell végezni. Ez hátrányos a rendszer felélesztése, és egyáltalán az időnként szükséges manuális beavatkozások esetén, és a programozót túl távol tartja a fizikai címkiosztástól. Természetesen az említett érvek vitathatók, de a gyakorlatban jól bevált az alábbiakban vázolt megoldás.

Jelen megvalósításnál a cím az ASCII táblázat megfelelő oszlopában található karakter [3]. Mindazokban az utasításokban, ahol címezés szükséges, a megfelelő kulcsszó után beírjuk az illető karaktert, és ezzel a címezés megtörtént. E megoldás egyébként sebességnövekedést is eredményez azáltal, hogy az interpreter nem kell, hogy táblázatban keresse a megfelelő készülékcímet.

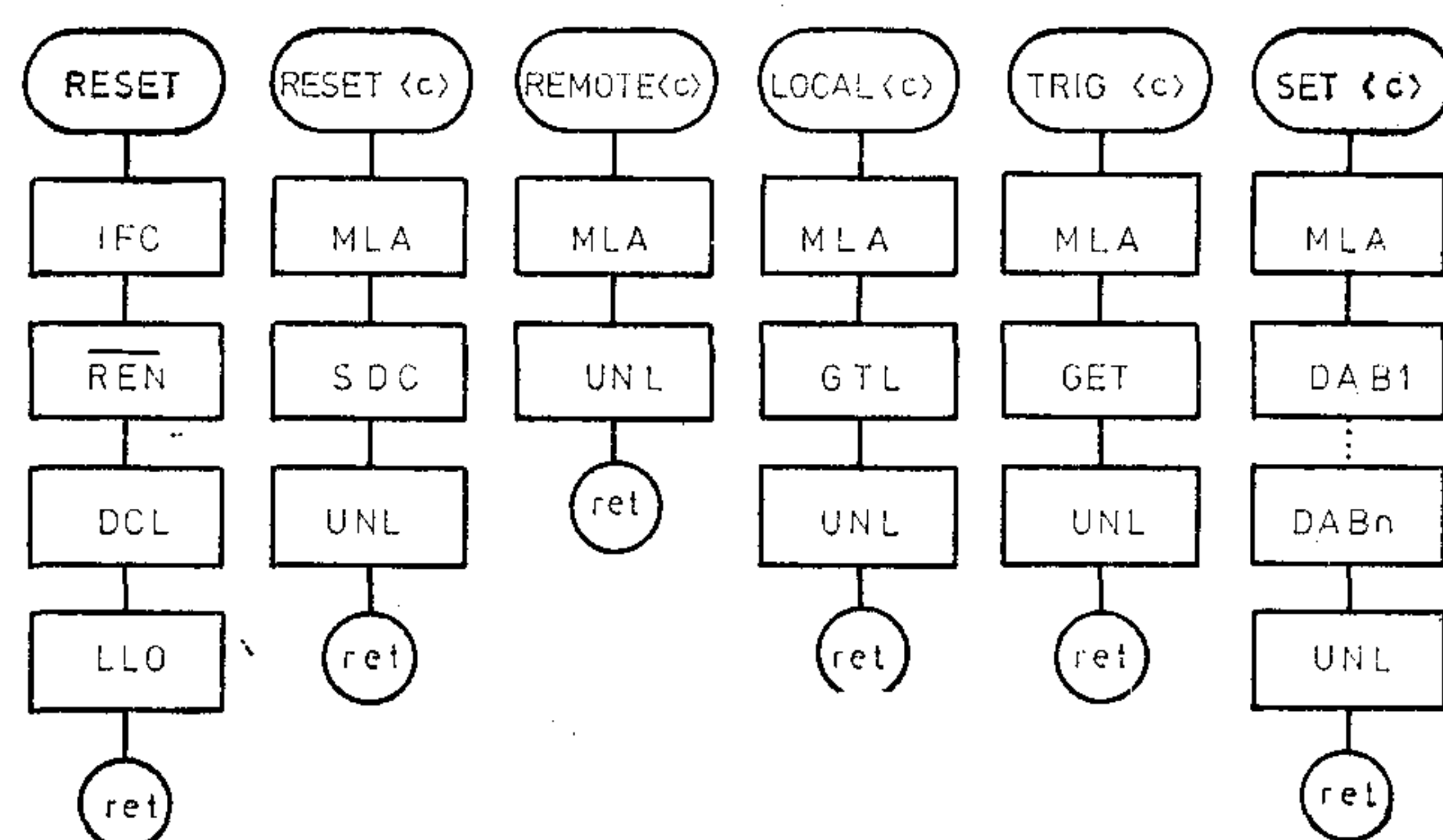
Az interpreterbe a szokásos BASIC-utasítás és parancskészleten felül a következő, programból is és manuálisan is kiadható új utasítások kerültek beépítésre az IEC-busz vezérlése céljából:

A RESET-utasítás argumentum nélküli, és IFC, LLO, REN, DCL üzenetsorozatot ad ki, melyek a buszrendszer alaphelyzetbe állítását végzik el, beleértve a készülékfunkciókat is.

A RESET <cím> címezett utasítás egyedül az adott készülék alaphelyzetbe állítását idézi elő, és távvezérelt állapotba helyezi a készüléket.

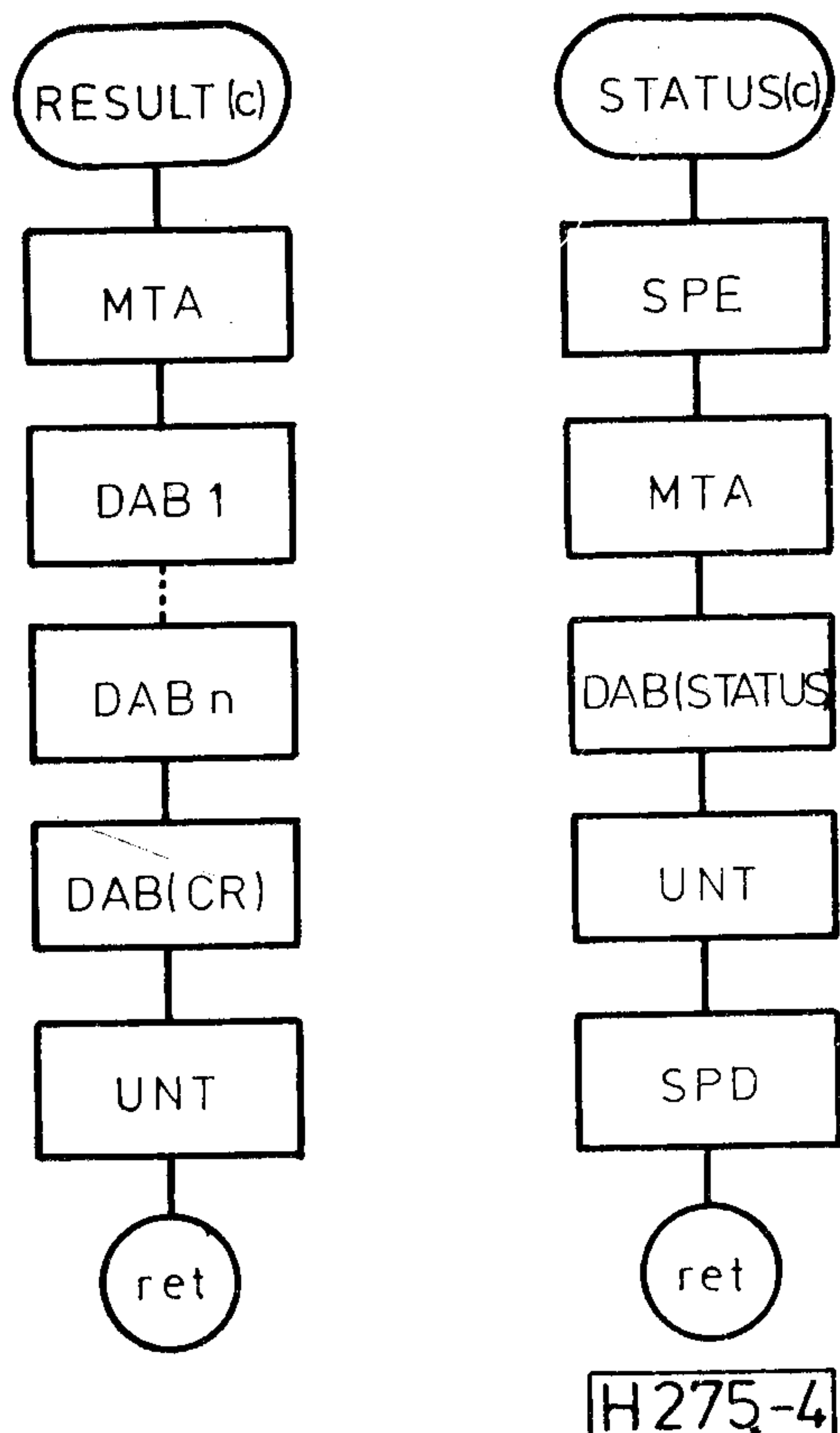
A REMOTE <cím> az adott készüléket távvezérlésbe állítja, de nem törli.

A LOCAL <cím> visszaállítja helyi vezérlésre az adott készüléket. A TRIG <cím> készülékindítás üzenetet küld. A SET <cím> segítségével a címezett



H275-3

3. ábra. A beépített új utasítások adatforgalma



4. ábra. A beépített új függvények adatforgalma

készülék felé tetszőleges adatsorozatot küldhetünk, ami pl. üzemmód, méréshatár stb. beállítás lehet.

Ezen új utasítások a 3. ábrán látható adatfolyamot indítják el a buszon.

A RESULT <cím> függvény segítségével kérdezhetjük le a címzett készülék mérési eredményeit. A kapott adatsorozatot számként kezeli, értéke lebegőpontos változóba tölthető, vagy nyomtatható.

A RESULT \$ <cím> hasonló, de ebben betűkarakterek is lehetnek, így stringváltozóba tölthető, vagy szintén nyomtatható. Mindkét esetben az üzenethatároló a CR-karakter.

A STATUS <cím> függvénnyel kérdezhetjük le a készülék állapotbyte-ját. Ez egy 0...255 tartományba eső egész számmá alakul.

E függvények hívásával a 4. ábrán látható folyamatokat váltjuk ki. Lehetőség van arra, hogy alcímeket küldjünk a készülékfunkciók felé. Egyik megoldásban az üzenet elején, illetve a konkrét készüléktől függő pozícióban, karakterlánc-konstans, vagy változó segítségével érhetjük ezt el. Lehetséges azonban a fizikai cím után közvetlenül is odaírni az alcímet, ekkor ez a fizikai címmel ellentétben ATN hamis szint mellett, tehát készüléküzenetként kerül továbbításra. Ez utóbbi tömörebb írásmódot tesz lehetővé.

Az interpreter ezenkívül tartalmaz néhány új hibáüzenetet is, melyek segítségével az IEC-busszal kapcsolatos hibák kimutathatók. Betöltéskor pl. ellenőrzi a saját csatolóegységét, jelzi,

ha a címzett készülék nem, vagy későn reagál, ha a leadott adatformátum nem megfelelő, vagy nem a megfelelő adattípusú változóba kíséreltük meg betölteni.

A készülékoldali IEC csatolóegység

Időrendben tulajdonképpen a készülécsatolók készültek el először, és mivel akkoriban nagy igény volt addig nem vezérelhető műszerek automatikus mérőrendszerben történő alkalmazására, az eszköz úgy készült, hogy változtatás nélkül legyen használható a legkülönbözőbb helyeken.

Méreteit tekintve (110×60×180 mm) a készülék beépíthető a legtöbb mérőkészülékbe, tápellátását tekintve csak 5 V egyenfeszültséget igényel. Három db EUROCARD áramköri lapból áll, azonban, ha az illető készülék pl. csak hallgató funkciókkal rendelkezik, illetőleg ha nem igényli ebből sem a teljes kiépítésben meglehetősen sok hallgatói csatornát, ebből egy kártya elhagyható. Ha csak egészen egyszerű feladatról van szó, pl. egy készülék indításáról, törléséről stb. akkor egyetlen kártya elegendő. A készülék zárt dobozban foglal helyet, amely jól elhelyezhető a KONTASET-rendszerben, illetőleg a fenti esetekben a kártyák elhelyezhetők a mérőkészülék saját áramköri lapjai között.

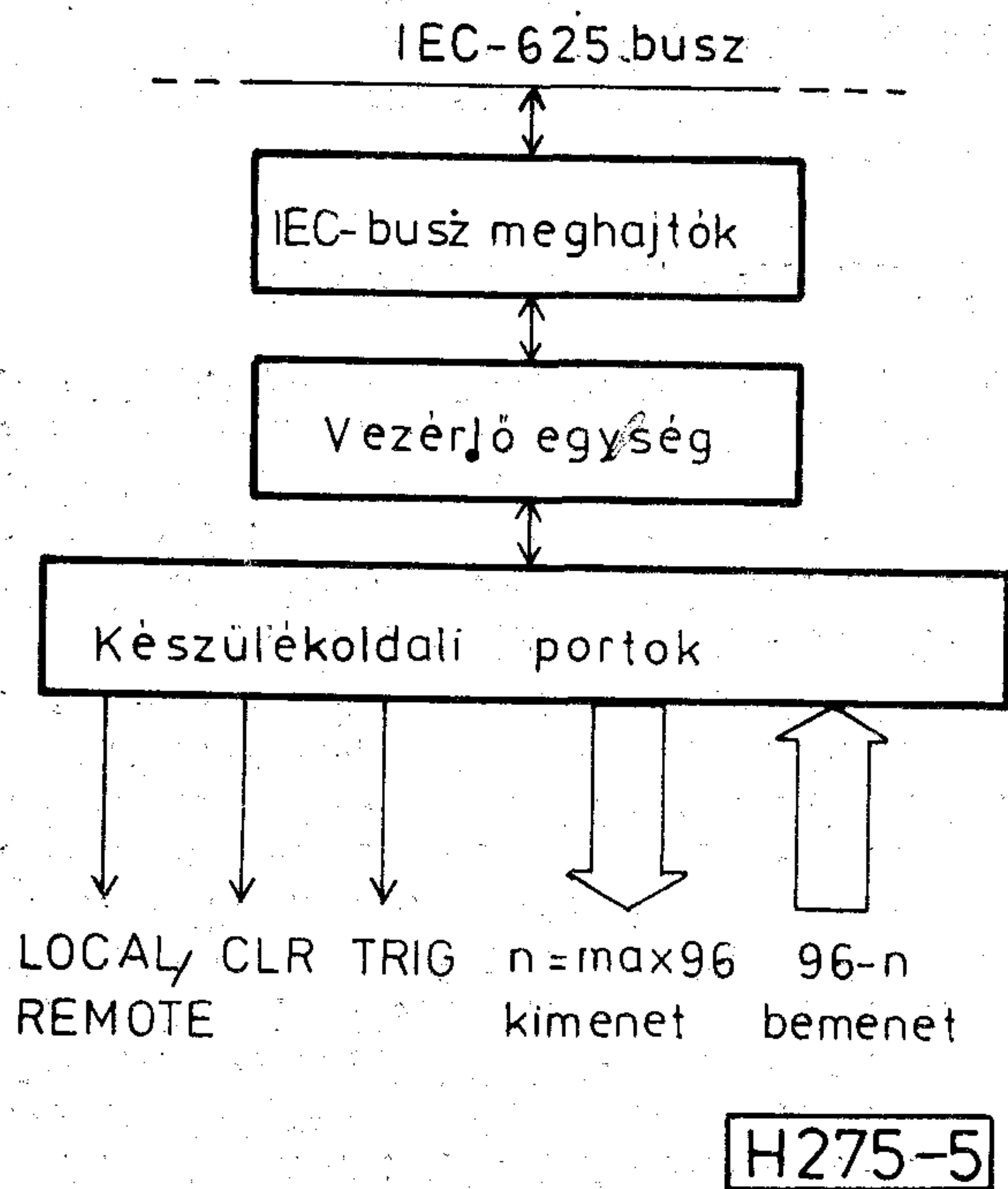
Mivel az eszköz önmagukban nem intelligens műszerek számára készült, saját vezérlést tartalmaz, az említett kis méretek, és áramköri egyszerűség érdekében egy egylapkás mikroprocesszort. Ez tartja a kapcsolatot az IEC-buszon keresztül a rendszervezérlővel, vagyis érzékeli, ha a készülék egyedi címét meghatározó, a kártyán elhelyezett kapcsolóval beállított címzést kapott.

Végrehajtja az általános és címzett üzeneteket, úgymint készüléktörlés, készülékindítás, helyi/távvezérlésbe állítás, valamint a hallgatói és beszélői funkciókat.

Az első három üzenetről egy-egy vezetéken értesíti a mérőkészüléket, utóbbi kettőt illetően pedig BCD-kódot alkalmaz. Hallgatói oldalon 12 db 4 bites csatorna van, melyek az interpreter leírásánál említett alcímekkel aktivizálhatók. Ezek az alcímek jelenleg az ABC betűi, de a processzor programjának módosításával akár egész készüléknevek ill. funkciónevek is megvalósíthatók. Az aktivizált csatornára egy BCD számjegy (0...9) illetőleg egy hexadecimális jegy (0...F) írható ki, mely csak felülíraskor, illetve készüléktörléskor, mely minden bitet nulláz, változik meg.

A beszélő oldal 8 digités eredmény leadását teszi lehetővé, tehát 8×4 bites. A tizedespont bármelyik digit előtt elhelyezkedhet, ezt külön 3 biten, az előjelet 1 biten lehet megadni. A 8 bites státuszbyte 7. bitje a mérőkészülék „mérés kész” állapotának jelzésére van fenntartva, a többi tetszőlegesen használható. A készülék tömbvázlata az 5. ábrán látható.

A jelenlegi nem az egyedül lehetséges kiépítés, a processzor programját módosítva összesen 96 pont állítható be akár kimenetnek, akár bemenetnek.



5. ábra. A készülékesetoló felépítése

A csatolóegység interface-oldali műszaki adatai az e témában szokásos terminológiával élve: SH1, AH1, T6, L4, RL1, DC1, DT1, PP0, C0, [3].

IEC—625 busz-analizátor

Nem nélkülözhetetlen, de hasznos lehet, ha a mérőrendszer felélesztése során figyelemmel kísérhetjük a busz adatforgalmát, és esetenként be tudunk avatkozni abba. Ez igen megkönnyíti a hardver és szoftver hibák felderítését.

Erre a különböző logikai analizátorok is alkalmasak, de kifejezetten IEC-busz analizátor használata kényelmesebb. Ezek ára azonban a szolgáltatásokhoz viszonyítva magas, így házi fejlesztésben készült el egy ilyen műszer. Ennek segítségével egészen elemi szintig követhetjük az eseményeket, ami úgy lehetséges, hogy minden egyes buszvezeték állapota az előlapi kijelzőkön látható, és az adatforgalom tetszőlegesen lelassítható a megfigyelhetőség érdekében.

A készülék úgy szerepel, mint egy szokásos hallgató/beszélő, de ezenkívül, mivel minden buszvezeték állapota befolyásolható az előlapi kapcsolókkal, vezérlőként is működhet.

A fentiek alapján tehát a készülék két alapüzemmódja a hallgató, illetve beszélő állapot. A többi készüléktől abban különbözik, hogy ezen üzemmódok nem a rendszervezérlőtől jövő címzés, hanem a kezelőszervek segítségével állíthatók be. Ennek megfelelően a készülék nemcsak a készüléküzeneteket, hanem az összes interface-üzenetet is láthatóvá teszi.

Olyan esetre, amikor a buszforgalmat nem szabad lelassítani, pl. éppen az adatforgalom időzítési viszonyainak elemzése a cél, a készülék tartalmaz 32 byte memóriát is. Hallgató üzemben a buszról jövő adatok ide íródnak be későbbi, tetszőlegesen lelassítható kiolvasásra, illetve az ide betöltött adatokat beszélő üzemben teljes sebességgel, illetőleg a vizsgált készülék reagálását figyelve, lassan kiadhatjuk a buszra.

A készülék éppen az elemi szintű működés, és ama követelmény miatt, hogy a gyakorlatban előforduló készülékeknél gyorsabb működésű legyen, nem processzoros felépítésű, hanem MSI-szintű áramkörökből épül fel. Az egyes buszvezetékek állapotát LED-ek, az adatbuszét pedig hexadecimális kijelzők jelzik. Időzítési megfigyelések céljára a hátlapi csatlakozón indítóimpulzust ad ki a csatlakoztatott oszcilloszkóp számára minden adatbyte átvitelekor, illetve egy beállítható bitminta beérkezésekor. Lehetőség van arra is, hogy az eddig teljes sebességű adatforgalmat a bitmintától kezdve leállítsuk, és esetleg kis sebességgel folytassuk. Ez praktikus pl. az üzenethatároló, vagy olyan karakter esetén, melyre nézve a vizsgált készülék működése kritikus.

Látható, hogy a készülék elsősorban szerviz célokat szolgál, amit kis mérete is elősegít. Kezelése természetesen az IEC—625 buszrendszer alapos ismeretét feltételezi.

Összegezés

Az említett egységek egymással, és más gyártótól származó, illetve saját fejlesztésű műszerekkel összekapcsolva egységes rendszert alkotnak, mely azonban nyitott az új fejlesztések előtt. A jövőben pl. az import alkatrészek kiváltása, a sebesség növelése, és a TAP—34 saját operációs rendszere helyett CP/M-rendszer alkalmazása jöhet szóba, amely utóbbi a programok hordozhatóságát könnyítené meg.

A rendszer a Telefongyárban működő adatátviteli mérőautomata gerincét alkotja, szintén házi fejlesztésű műszerekkel kiegészítve. Az automata egyedi és csoportos adatátviteli modemek mérését végzi, melyben találhatóak mind analóg mind digitális jellegű mérések.

I R O D A L O M

- [1] Schnürmacher Tamás—Nagy Ferenc: Méréstechnológia a Telefongyárban. BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények 1978. 3. sz.
- [2] Schnürmacher Tamás: A Telefongyárban alkalmazott ATS-rendszer. Híradástechnika 1982. 12. sz.
- [3] Programozható Elektronikus Mérőkészülékek. Magyar Szabványügyi Hivatal Műszaki Irányelvek 1—5.
- [4] INTEL microcomponents Manual 1980.

Kis-zajú mikrohullámú vevőkészülékek

DR. KENDERESSY MIKLÓS
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Kis-zajú mikrohullámú vevőkészülékek mindig szükség volt, mióta mikrohullámú technikával foglalkozunk. Különösen aktuálissá vált ez a kérdés a műholdas hírközlés világában, ahol az adóteljesítmények korlátozva vannak, ezért a vételt javítani csak érzékenyebb vevőkészülékekkel lehet. Ez a cikk áttekintést ad arról, hogy milyen módszerekkel lehet alacsony zajhőmérsékletet biztosítani, kiemelten foglalkozik a Josephson-effektus alkalmazásával elért eredményekkel. Összehasonlításképpen azonban a super-Schottky diódával elért eredmények is ismertetve vannak. A gyakorlati megoldások ismertetésén kívül ezek összehasonlító elemzése és értékelése is megtalálható. Végül egy diagram ad áttekintést az elért eredményekről.

Bevezetés

Egy előző cikkben [1] röviden össze van foglalva a Josephson-effektus elve és alkalmazási módja a mikrohullámú technikában. Eszerint a lazán csatolt szuprevezetőköl álló Josephson átmenet jól felhasználható mikrohullámú jelek keltésére, detektálására és keverésére. Segítségével nagyon kis zajú, igen magas frekvencián működő vevőkészülékeket lehet készíteni. Ilyen vevőkészülékekre elsősorban távolsági vételek esetén van szükség, aminek egy jellegzetes példája a műholdak jeleinek vétele. A műholdakról a földre jutó teljesítménysűrűség nagyon határozottan korlátozva van, ezért a jel/zaj viszony javításánál nagyon fontos a vevőkészülék saját zajának csökkentése. A következőkben áttekintést kívánok adni arról, hogy a Josephson-effektus alkalmazásával milyen eredményeket lehet elérni és összehasonlításképpen néhány egyéb eredményről is beszámolok, melyeket Shottky diódás keverőkkel értek el.

Vevőkészülékek zaj-szempontról kritikus áramkörei

A mikrohullámú tartományban használható nagy érzékenységű vevőkészülékek szinte kivétel nélkül szuperheterodin rendszerűek. Egy ilyen vevő elvi felépítése az 1. ábrán látható. A nagy érzékenység elérése érdekében rendkívül fontos az előerősítő, melynek kis saját zajtényezővel és nagy erősítéssel kell rendelkezni. Ilyen erősítőt tranzistorokból csak néhány GHz-ig lehet készíteni, mai alkatrészekből. E fölött parametrikus erősítőket lehet alkalmazni. Ezek egy speciális változata a Josephson átmenet felhasználásával készített parametrikus erősítő. A parametrikus erősítő szobahőmérsékle-

DR. KENDERESSY MIKLÓS

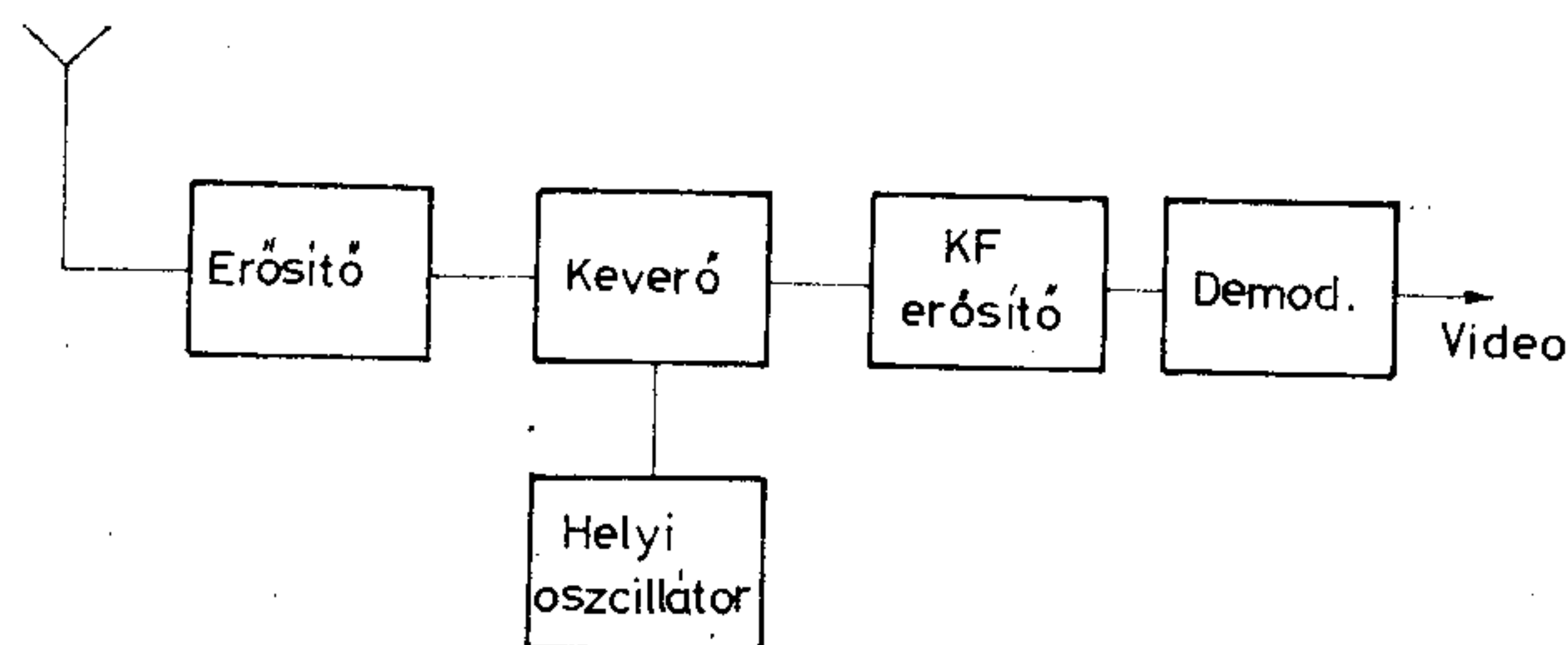
1958-ban szerzett gyengeáramú villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. Munkáját a Távközlési Kutató Intézetben kezdte, ahol jelenleg is dolgozik. Első szakterülete mikrohullámú műszerek fejlesztése volt. E témából szerzett egyetemi doktori címet 1962-ben, majd a műszaki tudományok kandidátusa címet 1967-

ben. 1969-óta foglalkozik mikrohullámú berendezések tervezésével. Ezen a téren elért eredményeiért 1978-ban Állami Díjat kapott. 1963 óta részt vesz az egyetemi oktatásban, munkásságáért c. egyetemi docensi fokozatot kapott. 1958 óta tagja a MATE-nak, jelenleg elnökségi tag és az Elektronikus Műszer Szakosztály elnöke. A Virág-Pollák díj és a Kolos Richárd díj tulajdonosa.

ten is kis saját zajjal rendelkezik, hűtött változata azonban még ennél is jobb. Nagyon jó eredményt lehet elérni a Josephson-effektus felhasználásával, amiről a későbbiekben lesz szó. Ezeket az erősítőket általában 10 GHz környékéig lehet jól használni és csak különleges módszerekkel [35] lehet magasabb frekvenciákat elérni.

10 GHz fölötti frekvenciákon az előerősítők alkalmazása egyre nehezebb, ezért a vevőkészülékek bemeneténél közvetlenül keverő következik. Ilyenkor különösen fontos, hogy a keverő saját zaja és vesztesége minél kisebb legyen. Nagyon jó eredményeket lehet elérni Schottky diódás keverőkkel, különösen ha erősen hűtött környezetbe (1–20 K) helyezzük őket. Még kisebb zajtényezőt lehet azonban elérni a Josephson-átmenet alkalmazásával.

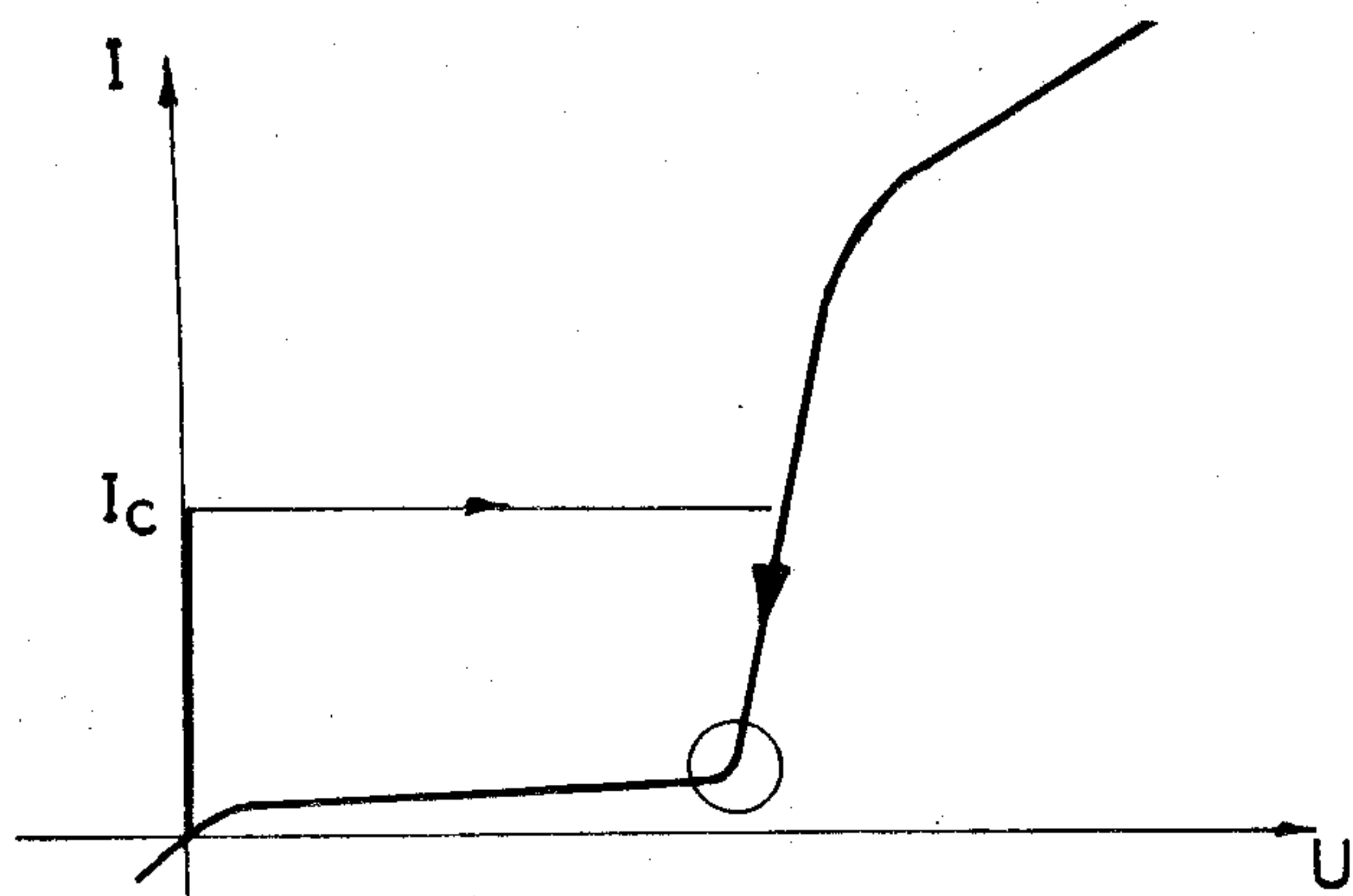
Egy Josephson-átmenet áram-feszültség karakterisztikája a 2. ábrán látható. Látható, hogy az átmeneten jelentős áram tud átfolyani úgy, hogy nem keletkezik rajta feszültség. Ez a szuprevezető jelleg, mely akkor is jelentkezik, ha két szuprevezető laza csatolásban van egymással (vékony szigetelő réteg van köztük). Az I_c kritikus érték



H-260-1

1. ábra. Mikrohullámú vevő tömbvázlata

Beérkezett: 1986. XI. 5. (□)



H-260-2

2. ábra. Josephson-átmenet áram-feszültség karakterisztikája

elérése után hirtelen megnő a feszültség és az átmenet normál félvezetőként kezd viselkedni. Ha viszont csökkentjük az áramot, akkor a feszültség folyamatosan csökken, de a karikával jelölt pontban igen gyors a változás. A karakterisztikának ezt az erősen nemlineáris jellegét lehet jól felhasználni keverők készítésénél. A Schottky diódákkal összehasonlítva, a meredekség változása százszor nagyobb a Josephson-átmenet esetén. Ez teszi lehetővé a kis konverziós veszteségek realizálását.

A vevőkészülék következő fokozata a helyi oszcillátor, melynek jeléből a keverő a középfrekvenciát képezi. Helyi oszcillátorként bármilyen mikrohullámú jelforrás felhasználható, mely elegendő teljesítménnyel rendelkezik és megfelelő frekvenciájú. Speciális megoldásként maga a Josephson átmenet is felhasználható. Ha ugyanis az átmeneten feszültség van, akkor az átmenetben igen nagy frekvenciájú rezgés is jön létre (ez volt Josephson megállapítása 1962-ben), melynek frekvenciája:

$$f/U = 483\,593,718 \pm 0,000 \text{ MHz/mV.}$$

Vagyis a frekvencia és a feszültség lineárisan arányos, és igen kis feszültségek esetén is már GHz nagyságú rezgés jön létre. Ennek a rezgésnek a teljesítménye igen kicsi (10^{-8} W alatt van), ezért normál keverők meghajtására általában nem elegendő. Elég viszont ez a teljesítmény egy Josephson típusú keverőnek. Ebből adódóan a Josephson-keverők két típusa létezik:

- külső helyi oszcillátorral működő keverő, ahol az oszcillátor lehet egy második Josephson-átmenet is, de más munkapontba beállítva,
- saját helyi jellel működő keverő, mikor a Josephson átmenet kettős feladatot lát el: rezgést kelt és kever.

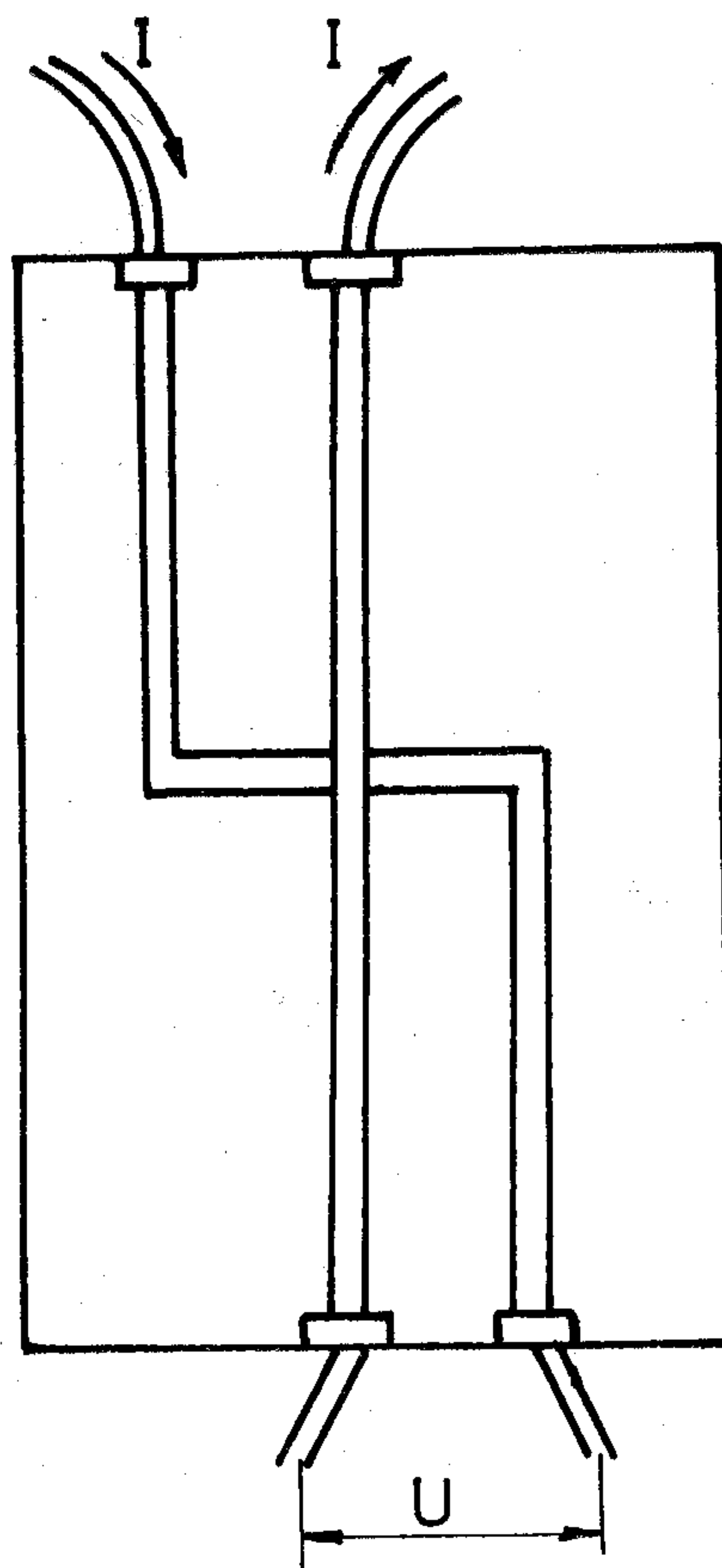
Mindkét megoldásra lehet példákat találni, de az első típus valamivel könnyebben realizálható, mert két egymástól függetlenül beállítható eszköz van.

A vevőkészülék következő fokozata a KF -erősítő. A KF -erősítők készítése általában jól ismert

feladatnak számít. A Josephson-effektus alkalmazási területén azonban olyan magas frekvenciák szokásosak, hogy az első KF -értéke is a GHz-es tartományba esik. Ilyen erősítők készítése pedig nagyon körültekintő, nehéz munkát jelent. Fokozza a nehézségeket, hogy ezeknek az erősítőknek nagyon kis zajúaknak kell lenni. A keverő vesztesége miatt ugyanis az eredő zaj növekszik. Ugyanakkor az összes erősítést a KF -ben kell megvalósítani, ami 120–140 dB lehet. Ilyen nagy erősítést csak többszöri transzponálással lehet realizálni. A legkritikusabb a bemenő fokozat, melynek frekvenciája GHz nagyságú, zajtényezője pedig a lehető legkisebb kell legyen. Ilyen fokozatokat tranzisztoros erősítővel elő lehet állítani, de csak nagyon gondos munkával, ezért nehéz a KF elkészítése.

Minthogy a KF -fokozat tartalmazza az összes erősítést, ezért a demodulátor és videó fokozatok elkészítése nem jelent különösebb problémát. Leginkább a demodulátorra kell ügyelni, hogy a venni kívánt jelnek jól megfelelő típust alkalmazunk.

A következőkben röviden áttekintjük a Josephson-átmenetek készítésének alapvető technológiáit, típusait, melyekből a tényleges keverők felépülnek.



H-260-3

3. ábra. Keresztezett szupravezetők között kialakított tunnel-átmenet

Josephson átmenetek típusai:

A Josephson-átmenet lényege két, egymással laza csatolásban levő szupravezető. A laza csatolás megvalósításának leggyakoribb módja valamilyen vékony szigetelő alkalmazása. Ez az ún. tunnel átmenet. A két szupravezető szétválasztása történhet más módon is, félvezetővel, normálvezetővel vagy igen vékony szupravezető csíkkal is. A következőkben ezeket vizsgáljuk meg röviden.

a) Tunnel átmenet

Tunnel-elemet vákuumpárolgatással vagy katódporlasztással lehet előállítani egy hordozó anyagon (3. ábra). Erre a célra Corning üvegek vagy Rutil a legalkalmasabbak. Az alapot először nagyon gondosan meg kell tisztítani, hogy a fémréteg jól tapadjon. Szokás szerint először négy csatlakozó pontot kell felvinni, amikkel a külső áramkörhöz lehet majd csatlakoztatni. Itt legcélszerűbb Indiumot alkalmazni, mert alacsony az olvadáspontja és jól tapad az üveghez. (A tunnel-elemekhez általában négy csatlakozó szükséges, kettő az árambevezetéshez, kettő pedig a feszültségméréshez.) A következő lépésben egy vékony csíkot kell kialakítani szupravezető anyagból. Ez lehet ón, ólom vagy nióbium. Ezt a csíkot aztán oxidálni kell szobahőmérsékleten száraz levegőben vagy tiszta oxigénben. Magasabb hőmérséklettel gyorsítani lehet az oxidációt.

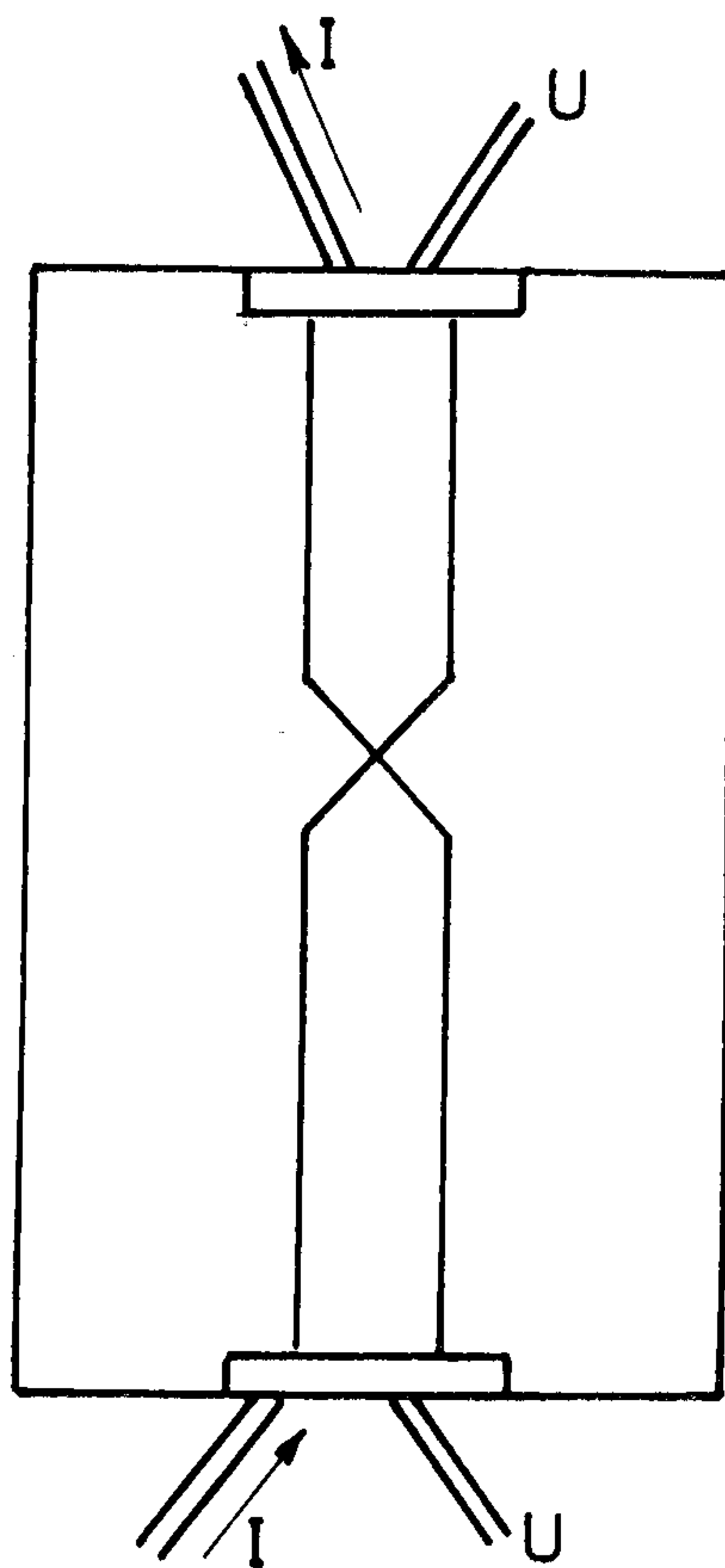
Amikor az oxidréteg már kb. 10^{-9} m vastag, akkor egy újabb szupravezető csíkot kell felpárolgatni az első csíkra keresztben. Ahol a két szupravezető egymás fölött fekszik, ott alakul ki a Josephson-átmenet. Minden csík mindkét végén csatlakozik egy-egy indiumkivezetéshez. Gyakran még védőréteget is tesznek a teljes elrendezésre. Szupravezető állapotban a négy kivezetés a mérőszonda szerepét játssza. A tunnel-átmenet ellenállása szobahőmérsékleten 0,1 Ohm nagyságrendben van. Az áramelosztástól függően néha még negatív ellenállást is lehet mérni. Alacsony hőmérsékleten az ellenállás értéke 10^{-3} —1 Ohm között fekszik.

Az oxidréteg helyett normálvezetőt is lehet alkalmazni. Ezt a szupravezető-normálvezető-szupravezető szendvics-szerkezetet Clarke [2] alkalmazta a kísérleteinél. A hordozó alaplemezre először egy szupravezetőt párolgatott (ólom, ón vagy indium). Erre párolgatott egy normálvezető (rendszerint réz) réteget és erre keresztbe egy újabb szupravezető csíkot. A szupravezető csíkok szélessége kb. 0,2 mm volt és $5 \cdot 10^{-7}$ m vastagok voltak. A rézréteg vastagsága kb. 10^{-6} m.

Félvezető anyagok alkalmazásáról Giaever és Zeller [3] számolt be. Ők tulajdonképpen tiszta tunnel-átmenetet csináltak, de az 1—2 mm vastag oxidréteg szélein kb. 5 nm mélységben félvezető alakult ki, pl. Kadmium-szulfid.

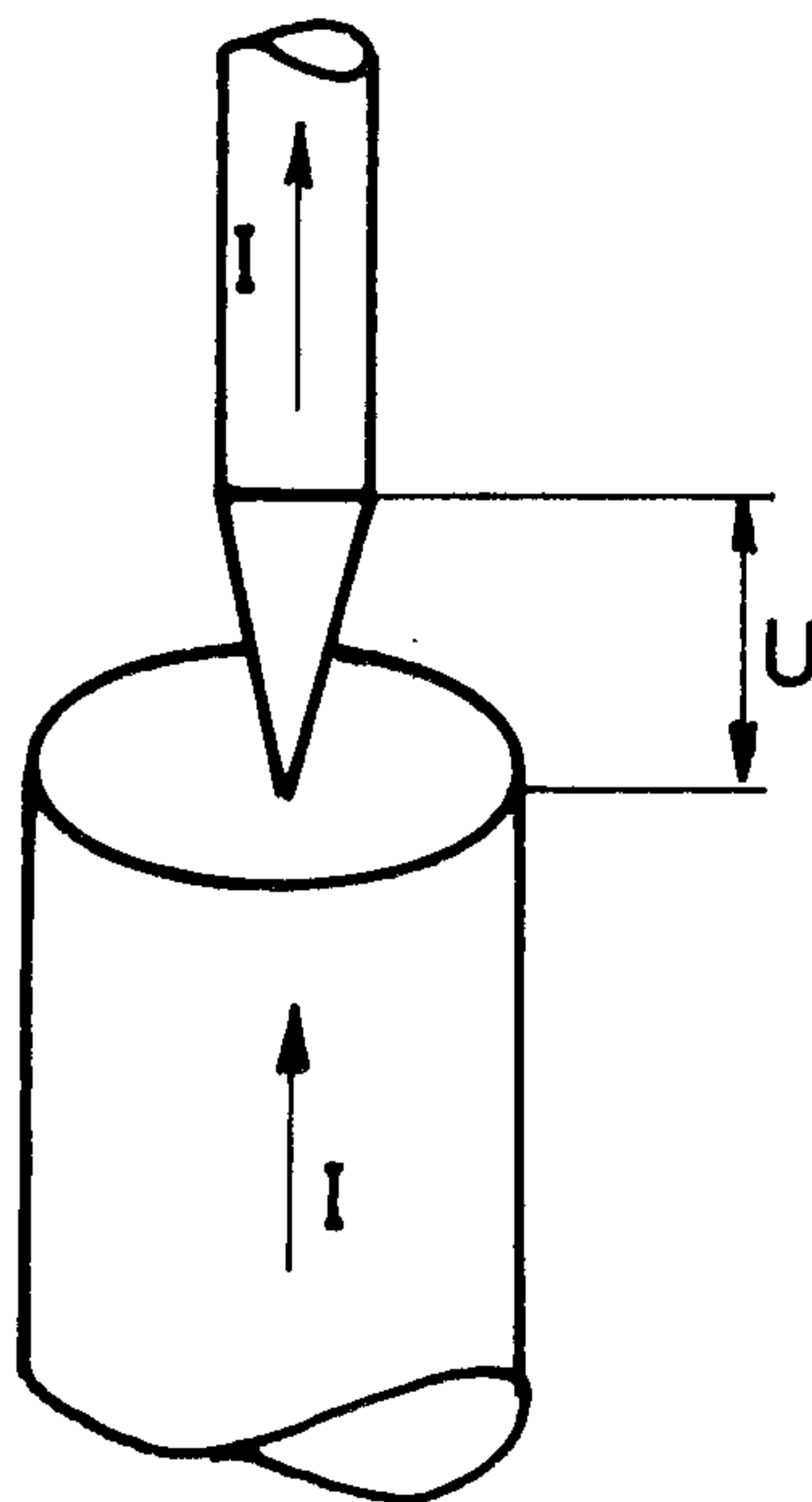
b) A Dayem-híd

Vékonyréteg tunnel-átmenetet Dayem [4] úgy alakított ki, hogy a szupravezetőnek különleges alakot adott (4. ábra).



H-260-4

4. ábra. Elkeskenyített vékonyréteg szupravezetőből kialakított tunnel-elrendezés (Dayem-híd)



H-260-5

5. ábra. Túérintkezős Josephson-átmenet

A szupravezető csíkok közepén egy kb. 10^{-6} m vékony hidat képeztek ki. A rétegvastagság kb. 10^{-5} m volt. Ilyen keskeny csíkok kialakítása nagyon nehéz a párologtató maszk szélein fellépő árnyékhata és fényelhajlás következtében. Ezért a maszkba egy műanyagszálat helyeztek, amit a hordozóra ráragasztottak. Ezután a szálat keresztben borotva-pengével elvágták és ott képződött a keskeny híd. Ezenkívül alkalmaztak elektron-sugaras trimmelő eljárást is. Egy érdekes eljárást ismertetnek Gundlach és társai [5], ahol lézersugarat alkalmaznak a maszk előállítására. Így sikerült nekik 10^{-6} m széles hidat felpárologtatni.

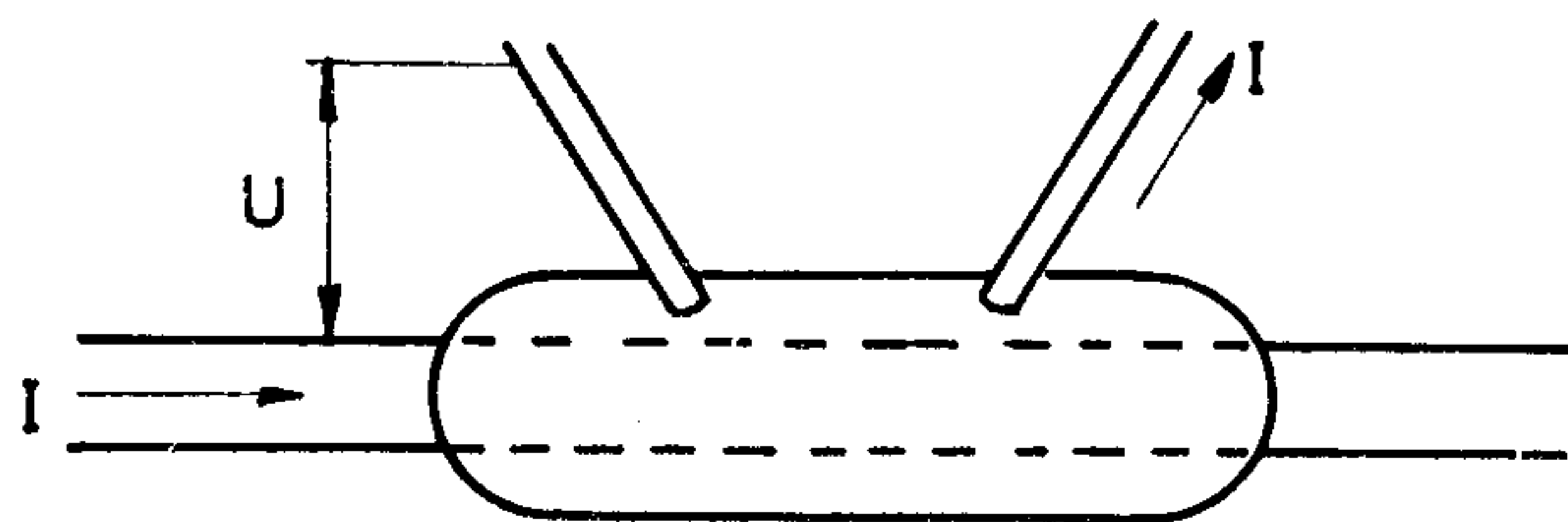
c) A tűérintkezős átmenet

Josephson-átmenetként széles körben alkalmaznak tűérintkezőt (5. ábra). Ennek az az előnye, hogy a tűnyomás változtatásával a sík elektródon levő oxidréteget többé vagy kevésbé lehet átszűrni. Ezáltal állítható a szupravezetők közti gyenge csatolás mértéke, és így egy egész sereg különböző karakterisztikát elő lehet állítani. Ezek a karakterisztikák a tunnel átmenet és a Dayem-híd karakterisztikái között lehetnek. A tűérintkezés azonban nagyon érzékeny a rázkódásokkal szemben. Ezt a hibát azonban megfelelő mechanikus felépítéssel és szerkezettel nagyban csökkenteni lehet. Ilyen megoldásokat ismertetnek Contaldo [7] és Kamper [6].

A tűérintkezés egyik változatában egymásra keresztben fekvő oxidált drótokat használnak, melyeket egy ragasztócsepp segítségével tartanak egymással érintkezésben. Egy másik megoldásnál Clarke [8] kb. 1 mm átmérőjű ón és ólom golyókat alkalmazott, melyeket kis nyomással szorított össze. Így egy sereg pont-érintkezést lehetett előállítani. Ezekkel az átmenetekkel a távoli infravörös tartományban végzett kísérleteket.

d) Csepp-elem

A csepp-elemet először Clarke [9] alkalmazta. Ez egy oxidált nióbium drótból áll, melyre 1–5 mm hosszú forraszcseppet helyeznek el (6. ábra). Ebbe a forraszcseppbe két rézdrótot helyeznek el és így képezik ki a feszültség- és áram-hozzávezetéseket. A tunnel-átmenet a nióbium drót és a forraszcsepp között képződik. Ilyen módon sokféle átmenetet sikerült kialakítani, melyek 7 K alatt már szupravezetők (Warren és Bader [10]).



H-260-6

6. ábra. Csepp-elem, réz feszültségmérő szondákkal

A tunnel-elem helyét gyakran úgy képezik ki, hogy borotva-pengével bemetszik az oxidréteget. Így többszörös átmenetek is kialakíthatók egyetlen forraszcseppen belül.

A csepp-elem egy ún. hideg-forrasztási hely, melynek szobahőmérsékleten kb. 1 Ohm ellenállása van. A gyakorlatban a csepp-elem felét is lehet Josephson-átmenetként alkalmazni, ha szobahőmérsékleten megfelelő ellenállása van. Ezek az átmenettípusok a könnyű előállítási lehetőség miatt jól kezelhetők.

Valamennyi átmenet közül a tunnel-elem használható a legjobban, mert a legstabilabb megoldás. Kísérletek végzéséhez a tűs átmenet is jó, mert könnyű előállítani, de nehéz a rendszert stabilizálni. A tű könnyen elmozdul, eltörik és akkor mindent lehet előlről kezdeni.

A következőkben áttekintést láthatunk az eddig elért eredményekről frekvencia-sávonkénti csoportosításban.

10 GHz alatti vevőkészülékek

A 10 GHz alatti frekvenciasávban elért legjobb eredményekről ad áttekintést az 1. táblázat. Bár

1. táblázat

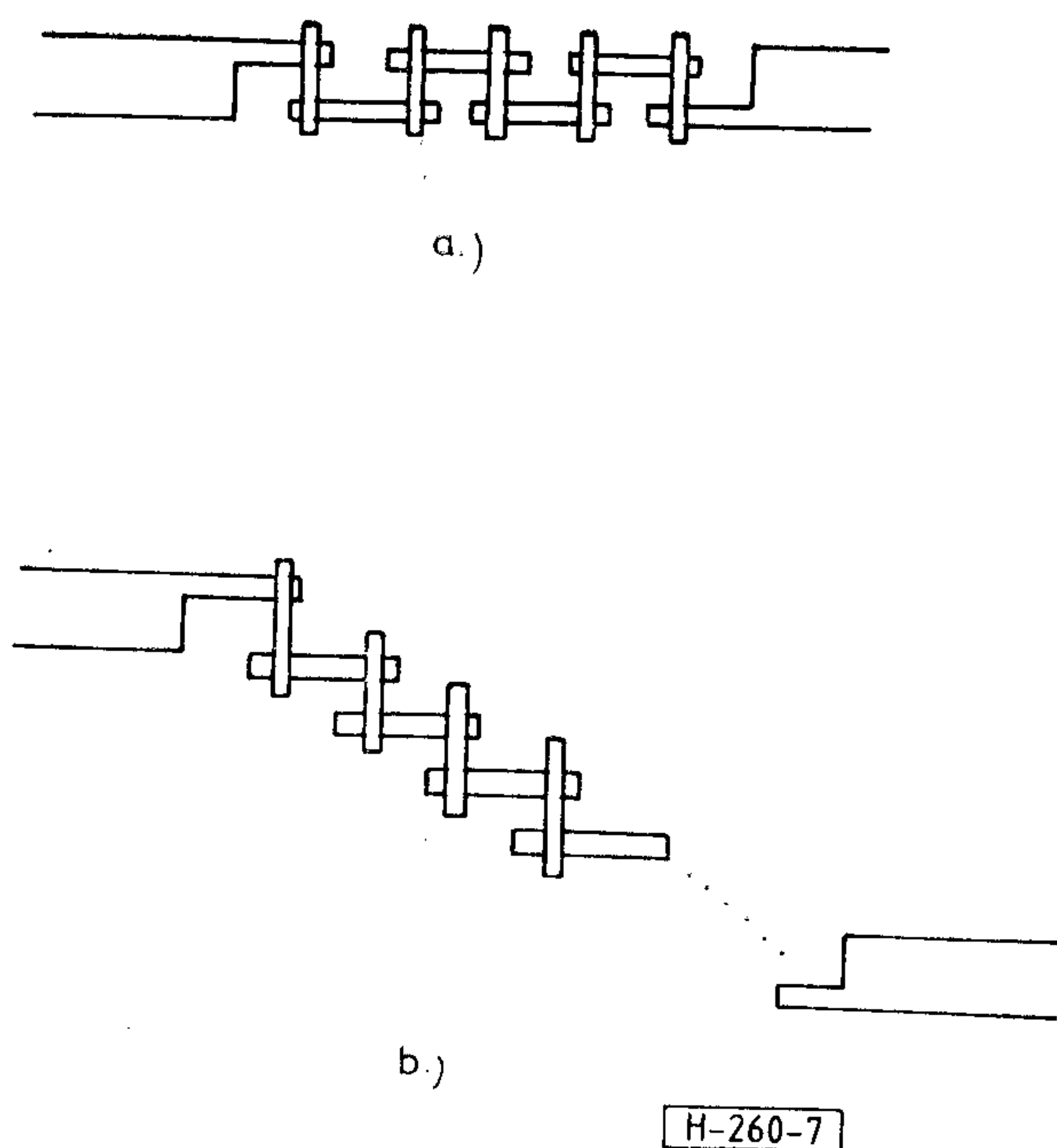
10 GHz alatti frekvenciasávban elért eredmények

Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
11 Vystavkin (1977) (paramp)	4,2 K	9	210 K
12 Wahlsten (1978) paramp	4,2 K	10	30 K
13 McColl (1977) Schottky	1,2 K	9	6 K
14 Rudner (1979)	4,2 K	9	40 K
15 Calander (1981) paramp	4,2 K	10	20 K

ezeknek a frekvenciasávja a legalacsonyabb, mégis csak viszonylag későn, 1977-ben sikerült az első eredményekről beszámolni. Ennek legfőbb oka az, hogy a Josephson-átmenet magasabb frekvencián működik, és ezért az első eredmények is ott születtek.

A legelső eredményről Vystavkin és társai [11] számolnak be a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Rádiótechnikai és Elektronikai Intézetéből, együttműködve a Moszkvai Állami Egyetem Fizika Tanszékével. Kísérleteikhez Nb-Ta tűs átmenetet használtak. A karakterisztika negatív ellenállású szakaszát használták fel parametrikus erősítő készítésére. A pumpletjesítményt is maga az átmenet állította elő. Az átmenetet magába foglaló szerelvényt folyékony héliumba mártva hűtötték le 4,2 K-re. Az így elkészített erősítő 9,37 GHz-en működött és 20 dB-t erősített. Sávszélessége 8 MHz volt és zajhőmérséklete 210 K. Ez a zajhőmérséklet lényegesen kisebb, mint amit szobahőmérsékletű parametrikus erősítőkkel el lehet érni, de lényegesen nagyobb, mint amit egy Josephson-átmenettől el lehet várni. A későbbi eredmények be is bizonyították, hogy ennél sokkal kisebb zajtényezőt is el lehet érni.

Egy évvel később Wahlsten és társai [12] már olyan parametrikus erősítőről számolnak be, mely



7. ábra. Josephson-átmenetekből alkotott sorozatok

10 GHz-en 30 K zajhőmérsékletű. Az erősítés 24 dB, a sávszélesség pedig 15 MHz. A pumpteljesítményt egy külső Gunn-oszcillátor szolgáltatva, a teljesítmény -50 dBm körüli volt. Nagyon érdekes viszont a parametrikus erősítő megvalósítási módja. Kétféle változatban 10 illetve 40 Josephson átmenet van sorbakapcsolva és ezek végül is mikrohullámú szalagvonalba vannak beiktatva. Minden elemi átmenet tunnel típusú, melyet ólom-ólom-oxid-ólom rétegek alkotnak. A rétegeket katódporlasztással vitték fel, a rétegvastagság $0,2-0,3 \mu$. Az átmeneteket kétféleképpen rendezték el, ami a 7. ábrán látható. Az a. ábra szerinti megoldásnál összesen 10 db átmenet van sorbakötve, melyek felülete $30 \times 30 \mu$ és a teljes hosszúság $0,8$ mm. A b. ábra szerinti változatnál 40 db átmenet van sorbakötve, ezek felülete $8 \times 8 \mu$ és a teljes hosszúság $1,8$ mm. Ezek az átmenetek a hozzávezető szalagvonalal együtt 1×1 inch méretű Corning 7049 típusú, $0,8$ mm vastag üveglemezen vannak kialakítva. Ezt a teljes áramkört védő-tokba helyezve olyan hűtőgépbe helyezték, melynél a hőmérséklet $1,5$ és 10 K között változtatható. A legjobb eredményt a $30 \times 30 \mu$ -os átmenetekkel érték el és a környezeti hőmérséklet nem volt kritikus, úgyhogy a folyékony hélium $4,2$ K hőmérséklete teljesen megfelel, nincs szükség a bonyolult hűtőgépre.

Három évvel később Calander-nek és társainak [15] még jobb eredményt sikerült elérni. Ők is ólom-ólomoxid-ólom felépítésű tunnel átmenetet alkalmaztak kb. 50μ felülettel, és az átmenetet folyékony héliumba merítették ($4,2$ K). A tunnel átmenet felhasználásával olyan parametrikus erősítőt készítettek, mely 10 GHz környékén működött, az erősítése 8 dB volt, a zajhőmérséklet pedig 20 K. Az erősítő érdekessége, hogy a pumpteljesítményt maga a Josephson átmenet szolgál-

tatta. Az erősítő széles sávú működése érdekében sorbakapcsolt ellenállásból és induktivitásból álló söntöt alkalmaztak, amivel egyúttal a munkaponti stabilitást is sikerült megnövelni. Érdemes megemlíteni, hogy Walhsten [12], Calander [15] és az itt nem részletezett Rudner [14] mind a svédországi Chalmers egyetem kutatói, akik a parametrikus erősítővel intenzíven foglalkoznak. Ez is a téma iránti széles körű érdeklődést bizonyítja.

Összehasonlításképpen álljanak itt McColl és társainak [13] Super Schottky diódás keveréssel elért eredményei. Az eredő zajhőmérséklet 6 K, ami lényegesen jobb, mint a Josephson átmenettel készített parametrikus erősítők eredő zajhőmérséklete (1. táblázat). Meg kell azonban jegyezni, hogy azt a zajhőmérsékletet $1,2$ K hőmérsékleten érte el, és a cikk tanúsága szerint a zajhőmérséklet a környezeti hőmérséklettel lineárisan nő, tehát a folyékony hélium $4,2$ K hőmérsékletén még mindig jobb, mint a parametrikus erősítőké. A másik fontos dolog, hogy a Schottky diódák legjobb alkalmazási területe a 10 GHz körüli frekvencia, a Josephson-átmenet pedig annál magasabb frekvenciákon használható igazán jól. Ez látható a következő fejezetben.

10—100 GHz tartományú vevők

Ebben a tartományban a Josephson átmenet alkalmazása egyértelműen jobb eredményt biztosít, mint a Schottky dióda. A Josephson átmenettel megvalósított keverők adatairól nyújt áttekintést

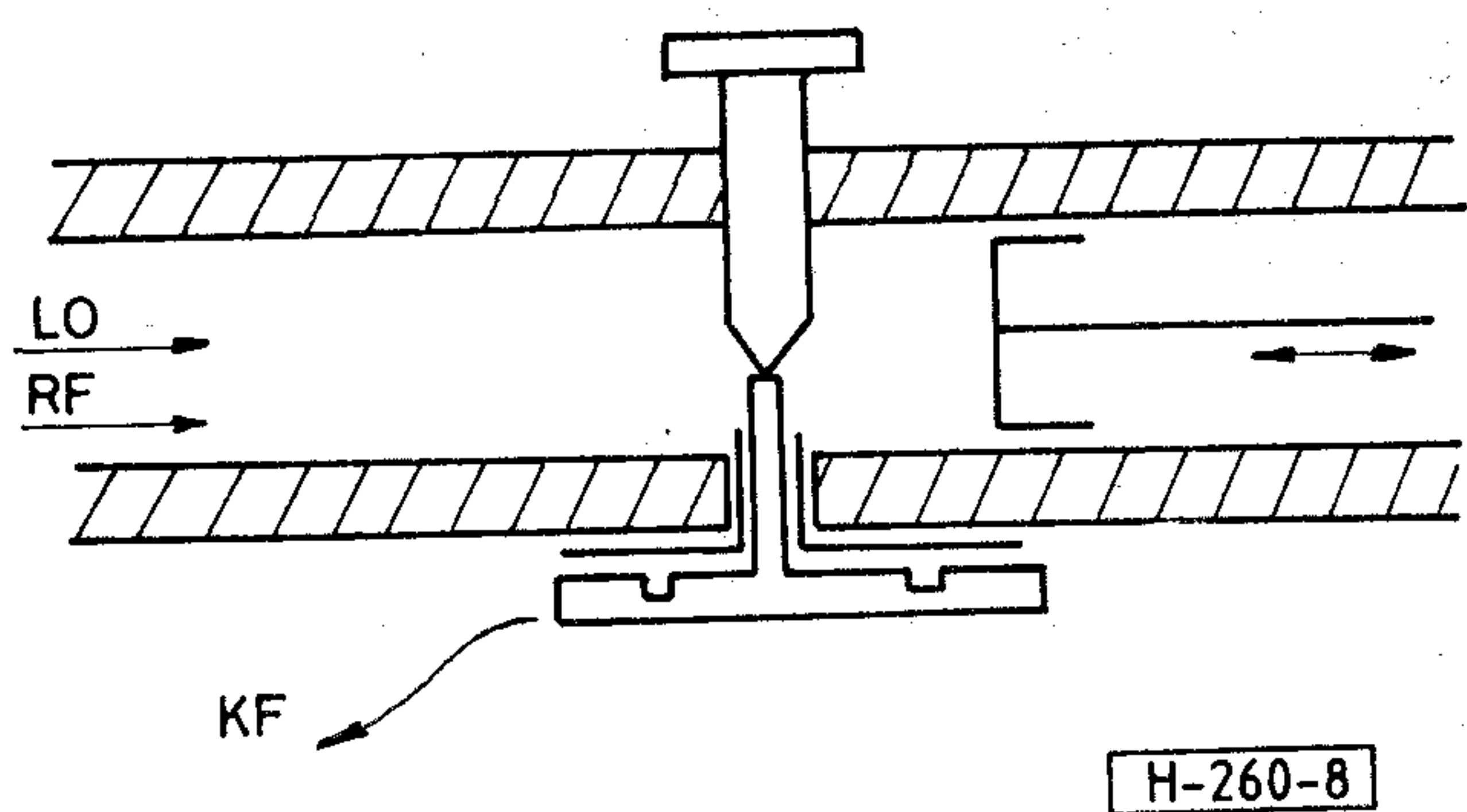
2. táblázat
10—100 GHz frekvenciasávban működő Josephson-keverők

Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
17 Taur (1973)	8 K	36	300 K
16 Taur (1974)	1,4 K	36	54 K
18 Edrich (1976)	4,2 K	47	70 K
19 Richards (1978)	1,5 K	36	14 K
20 McGrath (1981)	1,5 K	36	15 K
21 Smith (1981)	4,2 K	36	10 K
22 Smith (1983)	4,2 K	36	33 K
23 Slusky (1981)	1,6 K	14,4	48 K
		16,8	48 K
24 Callegari (1981)	4,2 K	44	27 K
25 Rudner (1981)	1,5 K	73,5	20 K
26 Fujisawa (1984)	4,2 K	70	121 K

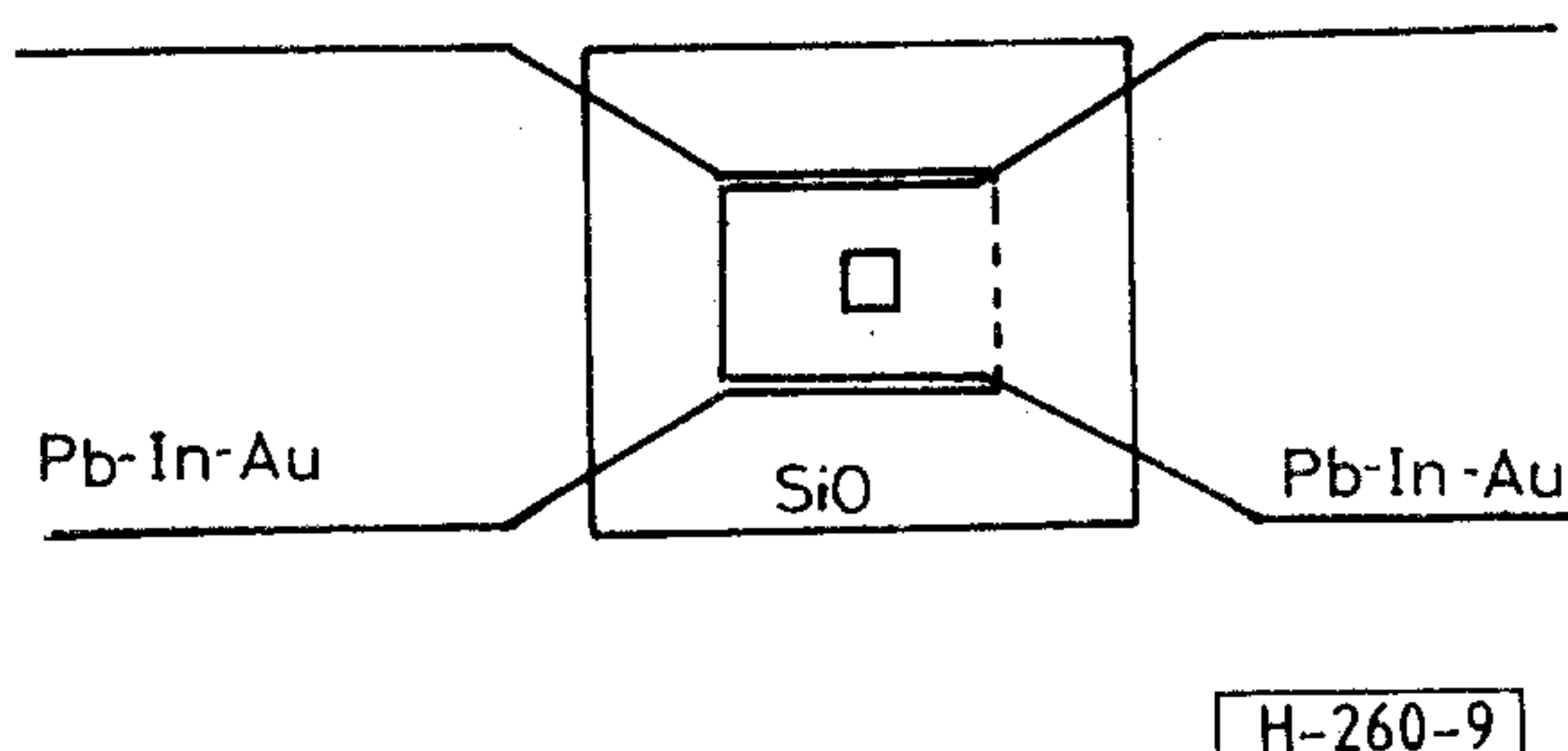
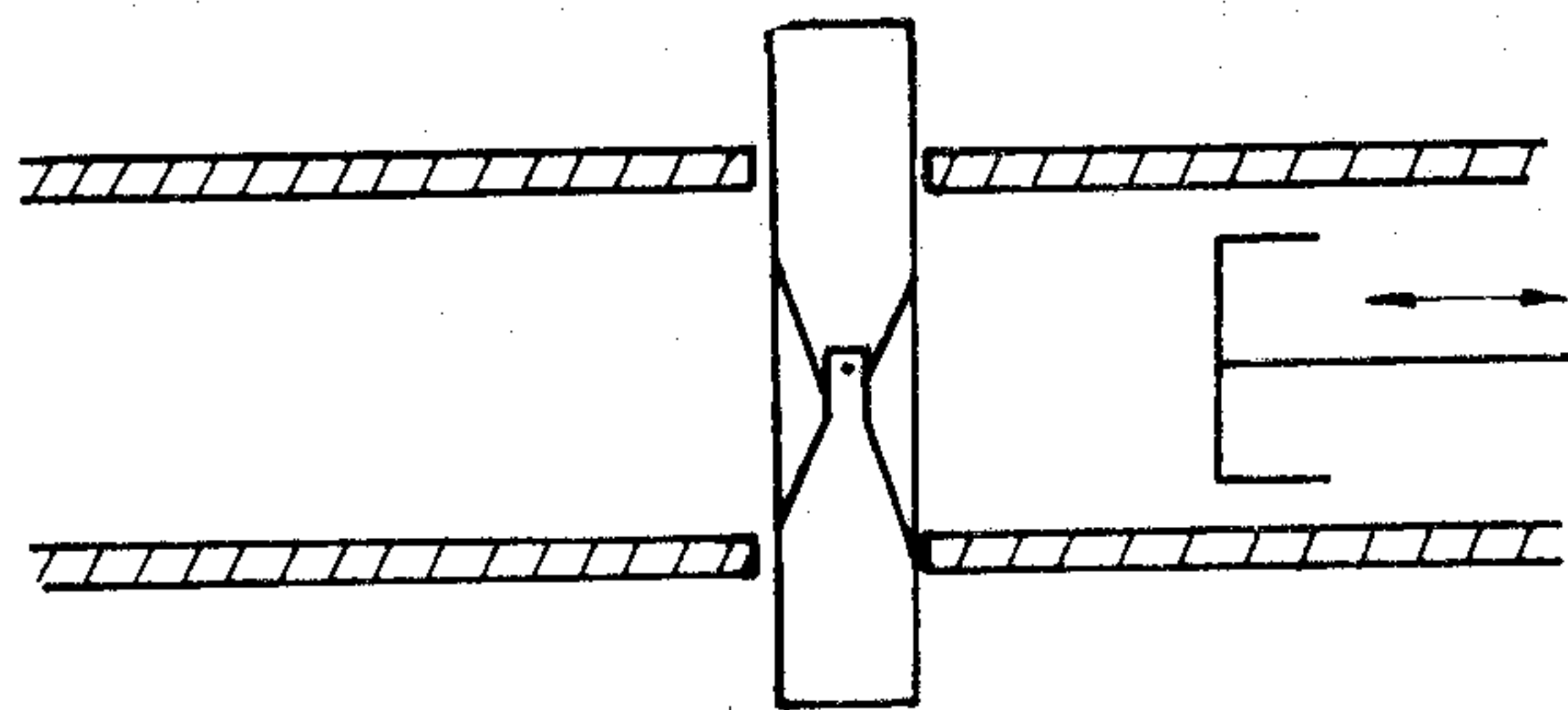
a 2. táblázat. A táblázatból gyors áttekintéssel két dolog állapítható meg:

- az első eredmények sokkal hamarabb megszülettek (már 1973-ban),
- az elért zajtényezők általában alacsonyabbak, mint a 10 GHz alatti parametrikus erősítőknél.

Az első kísérleti eredményről Taur és társai számoltak be 1973-ban [17]. Kísérleteiket 36 GHz-n végezték $7 \times 3,5$ mm-es csőtápvonalban. A Josephson-átmenetet Niobium tús kivitelben készítették el. Az átmenet elé hangoló csavart, mögéje pedig állítható rövidzárt építettek a tápvonalba, így



8. ábra. Taur kísérleti összeállítása (1973-ban)



9. ábra. Richards-féle keverő elvi felépítése

oldották meg a hangolás kérdését. A kikevert közép-frekvenciás jelet mikrohullámú fojtón keresztül vezették el, hogy a mikrohullámú jel ebbe az irányba ne szivároghasson el. Az elvi felépítést a 8. ábra mutatja. Ezzel a módszerrel több mint 100 MHz sáv szélességet tudtak elérni. Helyi oszcillátorként külső jelforrást alkalmaztak, a jelet iránycsatolón keresztül csatolták be a tápvezetékbe. Az egész szerelvényt 8 K-ra hűtötték és így 300 K zajhőmérsékletet sikerült elérniük. Különösen kiemelkedő eredménynek számít, hogy a keveréskor általában fellépő veszteség helyett 6 dB erősítést sikerült kimutatniuk. Ezt az erősítést ítélték a legfontosabbnak, ezért is emelték ki cikkük címeiként.

Alig egy évvel később ugyanez a szerző-hármas már új eredményről számol be [16]. Kísérleteikben két lényeges változtatást eszközöltek:

- vanádiumtűt alkalmaztak nióbium helyett,
- a szerelvényt 1,4 K-re hűtötték (8 K helyett).

Ennek a két módosításnak az eredményeképpen ugyanezzel a szerkezeti felépítéssel 54 K zajhőmérsékletet sikerült elérniük, miközben a „keverési erősítést” 17 dB-re növelték. Josephson 1962. évi elméleti számításait ezzel a megoldással lehetett elsőízben igazolni. Ezért is nagyon jelentős ez a kísérlet.

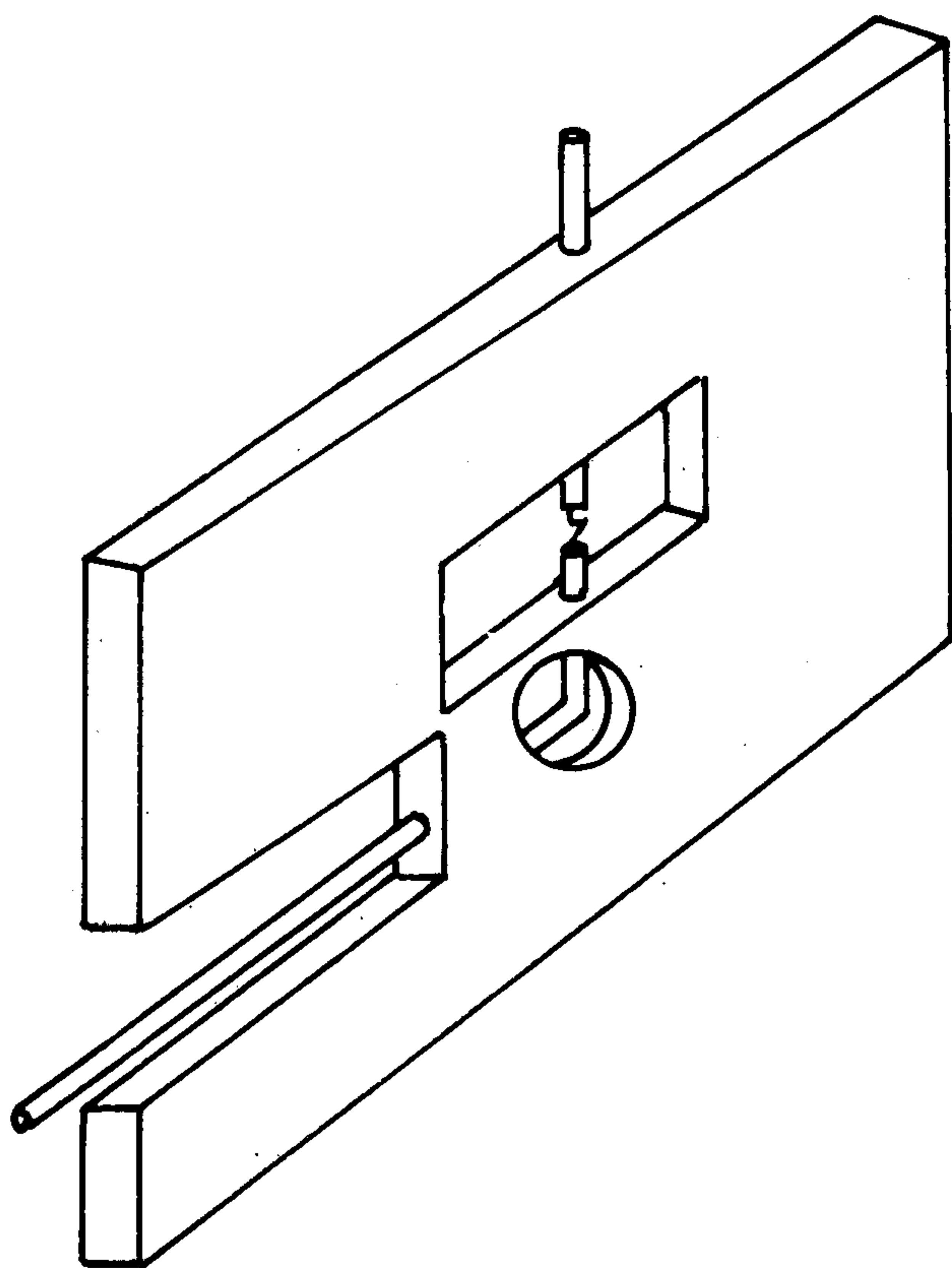
Ugyanebben a 36 GHz-es sávban sokan folytattak még kutatómunkát és sok szép eredményről számoltak be cikkekben. 1978-ban Richards és társai [19] végeztek kísérleteket $7 \times 3,5$ mm-es csőtápvonalban kialakított keverővel. Kísérleteikhez vékonyréteg átmenetet használtak, amit szilícium lapkára katódporlasztással és oxidálással képeztek ki. A szilícium lapkát a csőtápvonalban az elektromos erővonalakkal párhuzamosan helyezték el. A lapka 0,3 mm vastag, 1 mm széles és 19 mm hosszú volt, és azon egyetlen átmenetet alakítottak ki. A szupravezető elektródok anyaga ólom-indium-arany ötvözet volt és ezek képezték az áramhosszávető felületeket is. A szilícium hordozóra először az egyik elektródot képezték ki 41μ vastagságban. A lapka közepén aztán befedték azt 45μ vastagon szilíciumoxiddal. Ennek a rétegnek a közepét eltávolították olyan méretben, mint amekkorára az átmenet felületét ki akarták képezni. Ez a felület 2×2 és $4 \times 4 \mu$ között változott. Végül felvitték a másik elektródot 50μ vastagságban. A kísérleti elrendezés és az átmenet kialakítása a 9. ábrán látható. Az átmenet mögé állítható

rövidzárt, eléje pedig hangoló csavart helyeztek el, hogy a mikrohullámú illesztést minél jobban meg lehessen valósítani. Az egész mikrohullámú rendszert 1,5 K hőmérsékletre hűtötték le. A keverő kimenetéhez csatlakozó *KF*-erősítő saját zajhőmérséklete 50 K volt, frekvenciasávja pedig 30–80 MHz tartományt fogta át. A keverő zajhőmérsékletét különböző méretű átmenetek esetén mérték. A legkisebb zajt $2 \times 2 \mu$ méretű átmenet esetén tapasztalták: 14 K-t, ennél nagyobb átmenetek esetén a zajhőmérséklet is nőtt: $4 \times 4 \mu$ esetén 25 K-re. Mindenképpen jobbak ezek az eredmények, mint amit Taur el tudott érni (54 K), amiben a jobb technikai felkészültség, jobb *KF*-erősítő és a speciális ólom-indium-arany átmenet játszottak a fő szerepet. Még egy nagy előnye ennek a megoldásnak az, hogy a vékonyréteg átmenet sokkal stabilabb, mint a tűs, ezért a kísérleteket könnyebben lehetett elvégezni és megismételni.

Lényegileg a 36 GHz körüli keverő kísérleteket három helyen végezték, szoros együttműködésben:

- University of California, Berkeley;
- Yale University, New Haven,
- National Bureau of Standards, Boulder.

Az itt működő kutatócsoport a későbbiekben még többször publikált új eredményeket. Kísérleteikhez mindig ugyanazt a rendszert alkalmazták, amit részletesen Richards cikke ismertet [19], de annak egyes részeit változtatták és így értek el új eredményeket. Két lényeges módosítás történt, melyek mindegyike az alkalmazott anyag típusára vonatkozik. A [20] és [21] közleményben egyaránt ón, óndioxid, ón rétegekből kialakított vékonyréteg átmenetet ismertetnek. Az átmenet felülete kb. $10 \mu\text{m}^2$. Az elért zajhőmérséklet hasonló nagyságú, 10–15 K. Van viszont egy lényeges eltérés az előző kísérlethez képest, és pedig az, hogy a 6–7 dB keverési veszteség helyett kb. 4 dB erősítést sikerült elérni. Ez nyilvánvalóan a másfajta anyag választásából adódik. Az ón és ólom egy-



H-260-10

10. ábra. Edrich cserélhető keverő szerelvénye

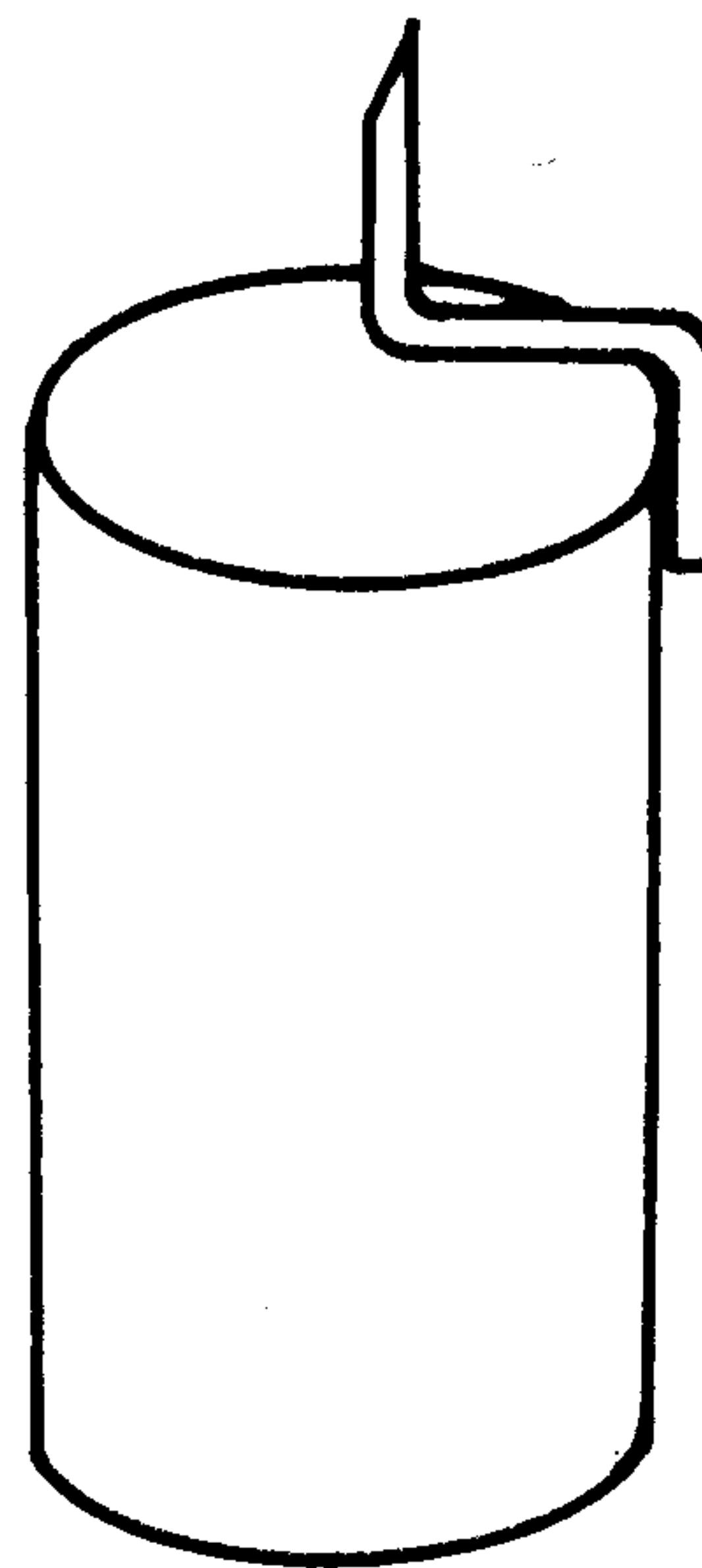
aránt jó szupravezető képességű anyag, és párologtatásuk, katódporlasztásuk is egyszerű. Ezért kényelmes ezeket felhasználni. Nagy hátrányuk viszont, hogy mindkét fém könnyen oxidálódik, ezért a belőlük készített átmenetek nem időállóak. Ezen a nehézségen igyekeznek ugyanők úgy segíteni, hogy a későbbi kísérleteiknél más anyagot: indium, indium-oxid és ólom-bizmut rétegeket alkalmaztak [22]. Némileg csökkentették az átmenet felületét is. Így az elért zajhőmérséklet is romlott, 33 K értéket mértek és eltűnt az erősítés is, kísértékű veszteséget (4 dB) tudtak kimérni. A legfrissebb publikáció alapján az látszik, hogy ezeket a kísérleteket tovább folytatják és fő céljuk különböző anyagok kipróbálása azonos mikrohullámú szerelvényben. A technológia fejlődésével várható, hogy jó minőségű és stabil átmeneteket sikerül majd előállítaniuk.

Más, magasabb frekvenciasávban is számos kísérletet végeztek a Josephson-átmenet alkalmazására. Ezek közül legkorábbi Edrich kísérlete [18] aki 47 GHz-en dolgozott. A korai időpontnak (1976) megfelelően tús átmenettel végezte kísérleteit, de azonnal úgy készítette el keverőjét, hogy a tút gyorsan lehessen cserélni. Ezért megtervezett egy befogó szerelvényt, mely a 10. ábrán látható. Egy vastag lemez közepén van a csőtápvonal méretének megfelelő kivágás. Ebbe alulról és felülől egy-egy nióbbium rúd nyúlik be. Az alsó rúd egy

koaxiális tápvonal belső vezetője, és ez a tápvonal biztosítja a középfrekvenciás jel elvezetését. A felső rúd magassága egy finomhangoló szerkezet segítségével állítható. Ezen van elhelyezve a nióbbium tús, melynek nagyított képe a 11. ábrán látható. A rúd végére $25\ \mu$ átmérőjű nióbbium huzal van forrasztva, melyet kémiai maratással kihegyeznek. A hegy $1\ \mu$ átmérőjű csúcsban végződik. Ezt kell nekinyomni az alatta levő rúdhoz, ezért kell a nagyon precíz finommeghajtás. Ennek a megoldásnak számos előnye van:

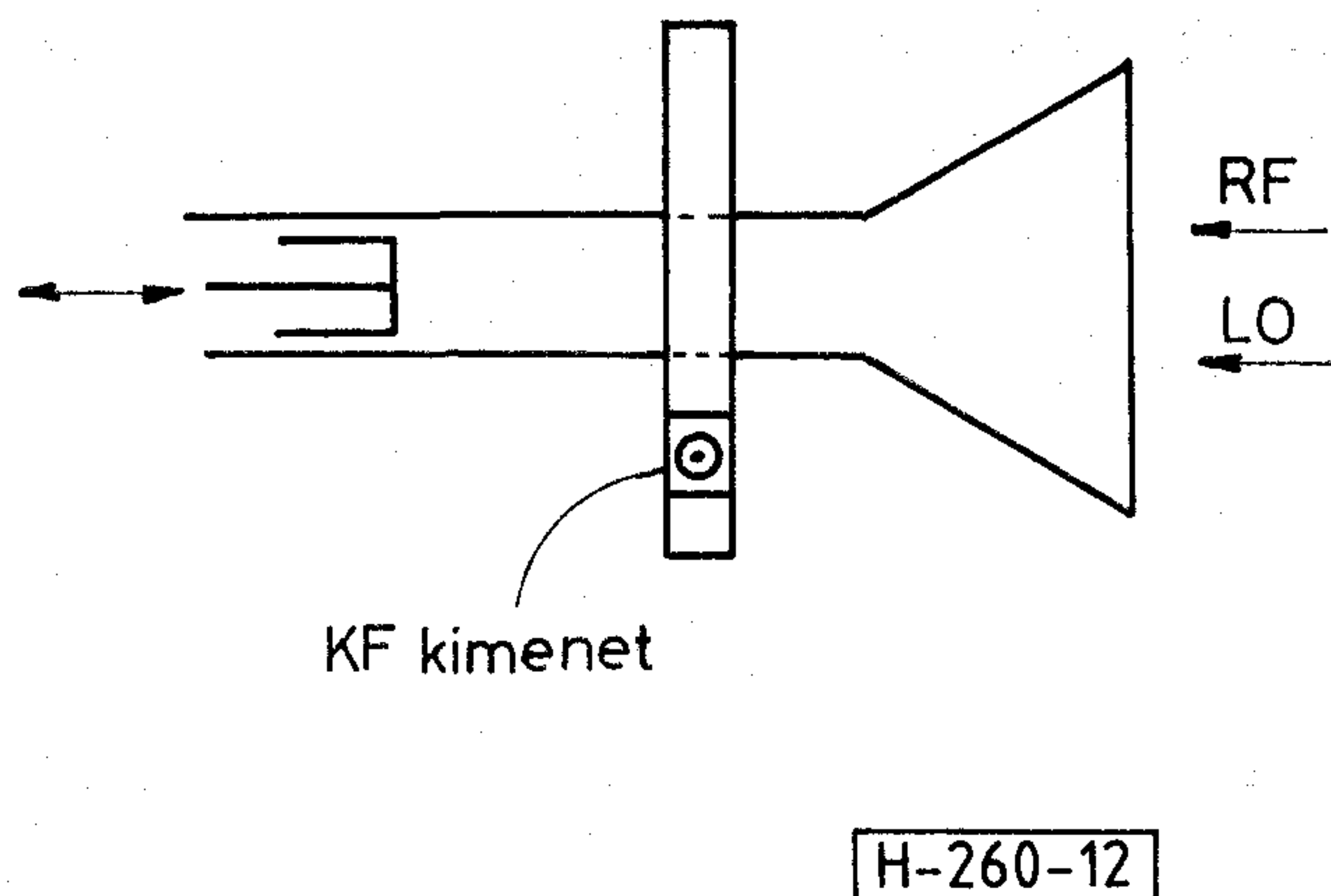
- az egész szerelvény a tápvonalrendszerből függetlenül elkészíthető, ezért többféle változatot is lehet előkészíteni;
- a tús átmenet anyaga könnyen változtatható, csak a szerelvényben levő rudak anyagát kell változtatni.
- a szerelvény a tápvonalrendszerben könnyen, gyorsan cserélhető, ezért csökkenthető a be-mérési idő.
- a tús átmenet nagy mechanikai stabilitással rendelkezik és a tápvonaltól függetlenül vizsgálható mechanikai szilárdság szempontjából. A szerelvényt hőtechnikailag is stabilizálni lehet.

Az így elkészített szerelvényt csőtápvonalba kell iktatni. Erre a célra a tápvonalrendszer úgy kell kialakítani, hogy ez a lemez-szerelvény közbeiktatható és ott szilárdan rögzíthető legyen. Az elvi elrendezést a 12. ábra mutatja. A keverő szerelvényre jobbról esik be mind a rádiófrekvenciás jel, mind a helyi oszcillátor jele. A rádiófrekvenciás jel rendszerint valamilyen antennára érkezik, ahonnan tápvonalon keresztül jut a keverőre. Ebbe a tápvonalrekeszbe lehet becsatolni egy iránycsatolón

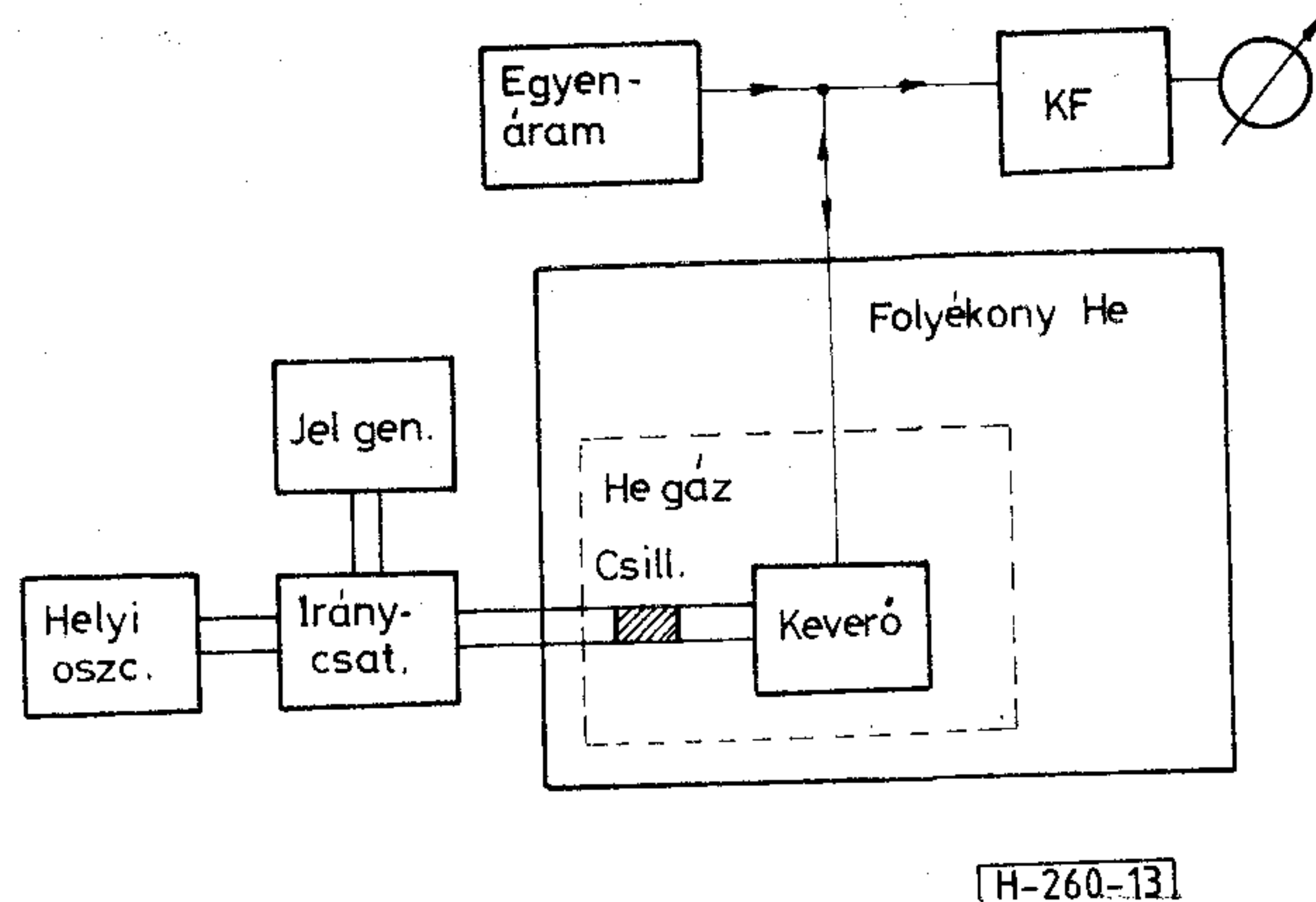


H-260-11

11. ábra. Nióbbium tús Josephson-átmenethez. A huzal átmérője $25\ \mu$, a csúcshegy $1\ \mu$ átmérőjű



12. ábra. Fix keverő szerelvény helye egy mérő rendszerben



13. ábra. Callegari mérési összeállítása

keresztül a helyi oszcillátor jelét. A keverő mögött állítható rövidzár van, melyen a mikrohullámú illesztést lehet biztosítani. Végül az egész tápvonalrendszer folyékony héliumba van merítve (4,2 K), amely hőmérsékleten a nióbium szupravezetővé válik. Ezzel a megoldással Edrich igen jó eredményeket ért el. A zajhőmérséklet 70 K volt 47 GHz-en és ezt az eredményt többször és biztonsággal el tudta érni, amiben nagyon nagy szerepe volt a nagy mechanikai szilárdságnak. A keverő rendszernek viszonylag nagy volt a vesztesége (12 dB), aminek egy része abból származott, hogy a keverőben levő állítható rövidzárat csak szobahőmérsékleten tudta beállítani, és nem volt rá módja, hogy a folyékony héliumba mártva utánhangolást eszközöljön.

1981-től több szerző számol be magasabb frekvencián végzett kísérletekről. Callegari és Buhrman 55 GHz-en, Rudner és társai 73,5 GHz-en, Fujisawa és társai 70 GHz-en végeztek kísérleteket. Callegari és Buhrman [24] nióbium-nióbium-oxid-ólombizmut anyagokból készített vékonyréteg szerkezetű Josephson átmenetet: Hordozóanyaguk kvarc volt, melyre katódporlasztással vitték fel a rétegeket. Az átmenet felülete $2 \times 4 \mu$ volt. A mikrohullámú keverő szerelvényt $3,76 \times 1,88$ mm méretű csőtápvonalban alakították ki. A tápvonal kisebbik méretét lépcsős transzformátorral még tovább csökkentették, hogy az átmenet impedanciájához jobb illesztést kapjanak. Az átmenet mögé még állítható rövidzárat tettek, amivel a szerelvényt kismértékben hangolni lehetett. A középfrekvenciás kimenet felé mikrohullámú fojtókat építettek be, melyek kb. 4 GHz-ig engedték ki a jeleket, a magasabb mikrohullámú jelek szivárgását megakadályozták. A tényleges középfrekvenciás jel 1–2 GHz között volt. Nagyon gondosan alakították ki a mérési összeállítást is. Ez látható a 13. ábrán. A keverő szerelvény elé egy fix csillapítót építettek be, mely szintén a hűtött térben helyezkedik el. Ezzel kettős céljuk volt. Egyrészt a szobahőmérsékletből adódó járulékos zajt csökkentették, másrészt a csillapító melegedésének mérésével pontosan mérni tudták a beeső mikrohullámú teljesítményt. A keverő szerelvény előtti csőtápvonalat vékony rozsdamentes acélból

készítették, úgyszintén a koaxiális tápvonalat is, mely a *KF*-jelet vezette ki. Ezzel a hővezetést csökkentették jelentősen. A keverő szerelvényt és a fix csillapítót egy tartályba zárták, melyben héliumgáz volt és az egész tartályt merítették folyékony héliumbba, így biztosították a 4,2 K környezeti hőmérsékletet. A keverő bemenete elé 10 dB csatlósú iránycsatolót tettek, ezen keresztül táplálták be a mérőjelet és a helyi oszcillátor jelét. A *KF* kimeneten keresztül juttatták be a Josephson átmenet előfeszítését biztosító egyenáramot és egy szétcsatoló áramkörön keresztül vették ki a hasznos *KF*-jelet. Ez utóbbit spektrum-analizátorral mérték. Ennek a szerkezetnek az igen gondos kivitelezésével sikerült nagyon jó mérési pontosságot és nagyon jó eredményeket elérni. A legkisebb zajhőmérséklet, amit mérni tudtak, 27 K volt. Ekkor a keverőnek 6,4 dB keverési vesztesége volt. Végeztek olyan kísérletet is, amikor a keverési veszteséget akarták minimálisra csökkenteni. Így még erősítést is sikerült elérni 1,4 dB nagyságban, de akkor a zajhőmérséklet megnőtt 150 K-re, ami még mindig jó érték 55 GHz-en. Ezekben a kísérletekben a különösen nagy pontosság, a gondosan előkészített mérés a kiemelkedő, ami meg is hozta a maga eredményét az igen kis zajhőmérsékletben.

A következő eredmény azért érdekes, mert egy svédországi kutatóhelyről származik, Chalmers University of Technology, Gothenburg. Az itt működő kutatócsoport sok érdekes eredményről számol be különböző cikkekben. Az első cikket Rudner és társai tették közzé 1981-ben [25]. A kísérletet 73,5 GHz-en végezték ólom-ólom-oxid vékonyrétegekkel, amiket üveg hordozóra vittek fel. Céljuk elsősorban a kis keverési veszteség elérése volt, és a minimális érték 2,2 dB lett. Közben mérték a zajhőmérsékletet is és igencsak jó eredményt értek el: 20 K. A zajhőmérséklet mérést azonban elég felületesen, pontatlanul végezték és saját véleményük szerint ez az érték 100 K is lehetett. Így is nagyon jó eredménynek számít. Kísérleteiket csőtápvonalban végezték és a környezeti hőmérsékletet 1,5 K-re állították be. A kis zaj ezzel is magyarázható.

Végül japán eredményről számol be Fujisawa és társainak cikke 1984-ből [26]. Kísérleteiket 70

GHz-en végezték, de a helyi oszcillátor csak 35 GHz-en működött. Ez ad vizsgálataiknak különös jelentőséget, mert felharmónikus keverésről van szó, ami általában rosszabb eredményeket szokott adni. Kísérleteikben nióbbium tűs átmenetet használtak és csőtápvonalban építették fel a szerelvényt. A kísérleti összeállítás a szokásos, az átmenet mögött állítható rövidzár van, és azzal hangolják a szerelvényt. Környezeti hőmérséklet 4,2 K. Cikkekben egy kísérlet-sorozatról számolnak be, ahol a legjobb eredmény 121 K volt, a legrosszabb 927 K. Eközben a keverési veszteség 5,7–11 dB között változott. Eredményeik azért különösen jelentősek, mert felharmónikus keverést alkalmaztak.

A keverőkön kívül parametrikus erősítőkkel is végeztek kísérletet, de kizárólag 35 GHz környé-

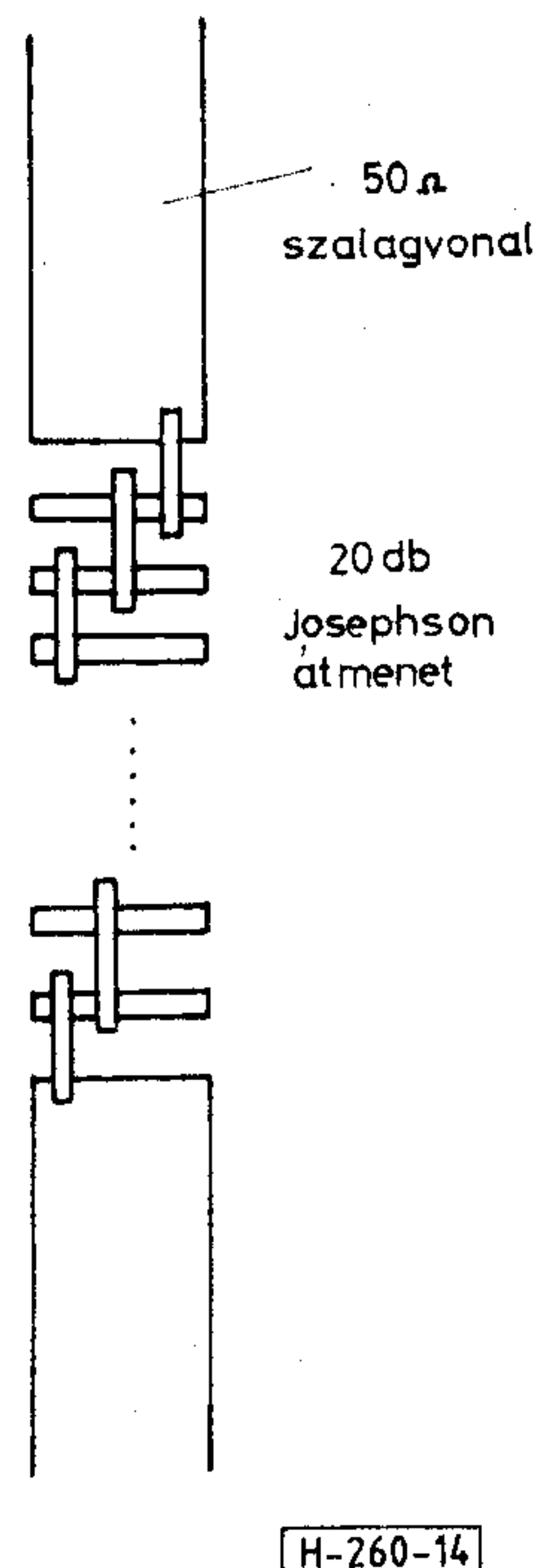
3. táblázat

35 GHz környékén működő parametrikus erősítők

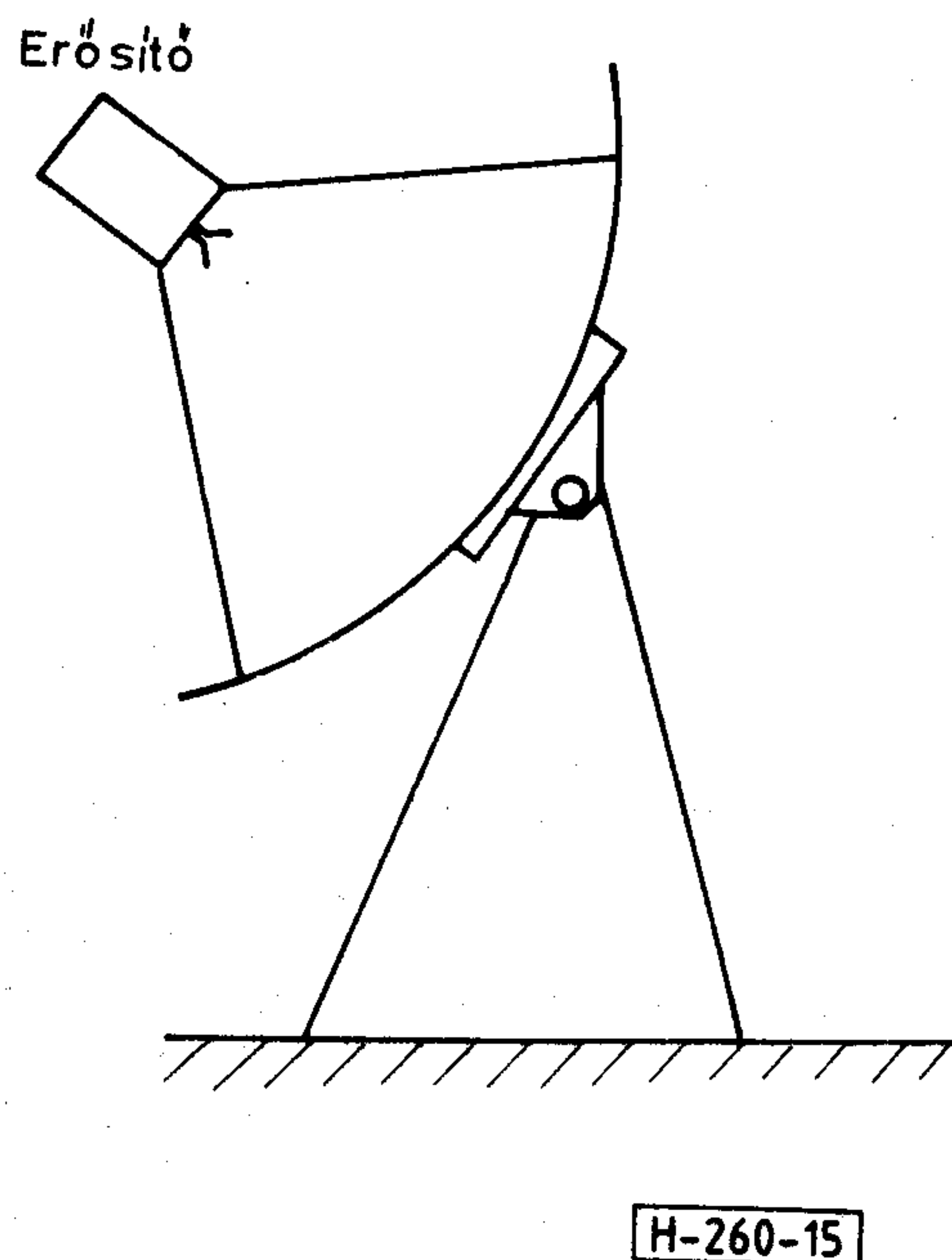
Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
27 Chiao (1976)	4,2 K	33	20 K
28 Taur (1977)	4,2 K	36	50 K
29 Goodall (1979)	4,2 K	33	60 K
30 Mygind (1979)	3 K	35	50 K
31 Levinsen (1980)	4,2 K	35	400 K

kén. Az eredmények összefoglalása látható a 3. táblázatban. A kísérletekből az látszik, hogy lényegesen nehezebb kis zajhőmérsékletet biztosítani és az eredmények sem olyan jók, mint keverők esetén. A táblázatban felsorolt eredmények közül kettőt célszerű kiemelni: Chiao eredményét 1976-ból, mely a legkorábbi és legjobb eredmény és Goodall megoldását, mely átlagos zajhőmérsékletet eredményezett ugyan, de kivitele egész különleges. Mindkét erősítésnél több Josephson átmenetet alkalmaztak sorbakötve. Chiao és Parrish 33 GHz-en végezte kísérleteit [37] és Dayem híd-szerű megoldást alkalmaztak. 0,25 mm vastag kvarz hordozóra 10 μ ónréteget vittek fel és ebből maratással állították elő a vékony átmeneti réteget (ami a laza csatolást biztosítja). Az átmenet 1,2 μ széles és 0,5 μ hosszú darabból állt. Kísérleteiknél 160 db ilyen átmenetet kapcsoltak sorba egyetlen kvarc lapkán. Az átmenetek 2,8 μ -ra voltak egymástól. Ezt a lapkát aztán 10 $\times$ 4 mm-es csőtápvonalba építették és ez egész szerelvényt folyékony héliumba mártották (4,2 K). Így nagyon jó eredményeket sikerült elérni. 3,4 GHz sáv szélességben 15 dB erősítést és 10–20 K zajhőmérsékletet sikerült elérni. Ez 1976-ban nagyon jó eredménynek számított. Kísérletüket megismételték úgy is, hogy csak 80 Josephson átmenetet készítettek egy kvarc lapkára, de ezeket ritkábban rakták. Az eredmények azonban nagyon hasonlóak voltak, sem javulást, sem romlást nem tapasztaltak.

Hasonló megoldást alkalmaztak Goodall és társai Svédországban, a Chalmers Universityn [29]. 20 db Josephson-átmenetet kapcsoltak sorba és ezt helyezték el mikrohullámú szalagvonal áramkörbe. Az átmeneteket ólom-ólomoxid-ólom vékonyréteg formájában 7059 típusú Corning

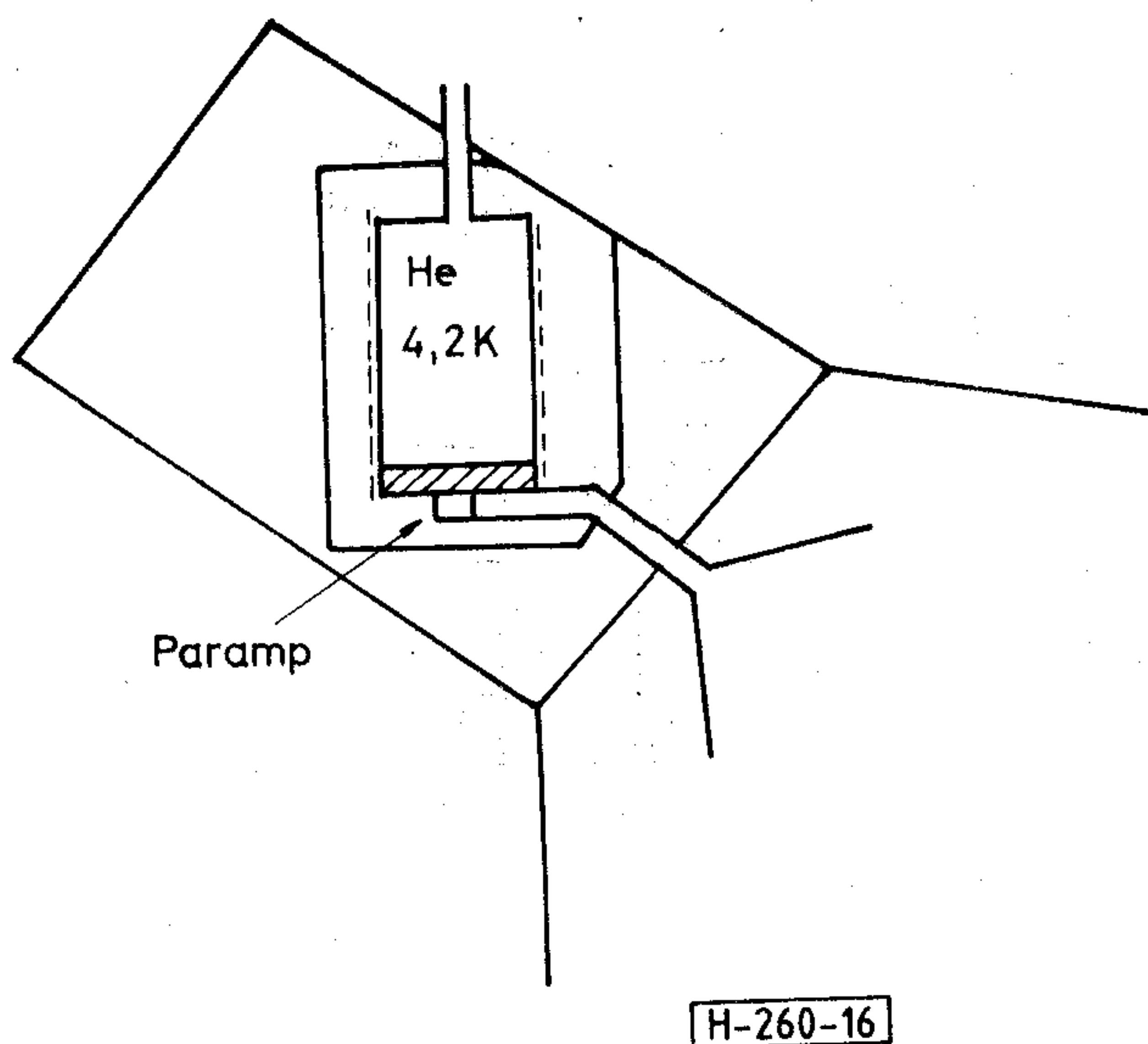


14. ábra. Sorbakapcsolt Josephson-átmenetek szalagvonalba iktatva



15. ábra. Kiszajú erősítő helye egy rádióteleszkóp antennában

üvegre katódporlasztással vitték fel. Egy-egy átmenet felülete kb. 20 $\times$ 20 μ volt. Az áramkör elvi felépítése a 14. ábrán látható. Ezzel a megoldással 30,6–38,3 GHz között hangolható erősítőt tudtak készíteni, melynek erősítése 20 dB, zajhőmérséklete pedig 60 K volt. Ezt a nagyon kis zajú előerősítőt beépítették egy 25 m-es mikrohullámú parabola-antennába úgy, hogy az állandó hűtésről is tudtak gondoskodni. A beépítés részletei láthatók a 15. és 16. ábrán. Egy hőszigetelt kettősfalú edény belsejében van a folyékony hélium, mely a 4,2 K hőmér-



16. ábra. Parametrikus erősítő felépítése a 15. ábrán látható primer sugárzó belsejében

sékletet biztosítja. Ennek az aljára van jó hővezető rendszerrel felerősítve a Josephson átmenetekből felépített keverő. A venni kívánt jelek a primer sugárzó tölcser-antennáján keresztül érkeznek a keverőre, rövid úton, kis csillapítással. A kikevert középfrekvenciás jel a primer sugárzó belsejében tovább van erősítve, hogy onnan el lehessen vezetni. Az elvezetés koaxiális kábellel van megoldva a primer sugárzót tartó egyik láb mellett. Ennek a megoldásnak az a legfőbb előnye, hogy a keverő benne van az antennában, ezért a veszteségek minimálisra vannak csökkentve. Így tudták biztosítani a 60 K zajhőmérsékletet.

A Josephson átmenetes eszközökön kívül a super Schottky diódás keverőkkel is igen jó eredményeket lehet elérni. A 4. táblázatban arra látható néhány példa. A super-Schottky dióda lényegileg szupravezető állapotig lehűtött Schottky diódát jelent, melynél azonban az a minőségi változás következik be, hogy az elhanyagolható mértékű soros ellenállás mellett a kapacitás válik dominálónak. Ez szabja meg a működési frekvenciasávot is, ezért a Schottky dióda inkább az alacsonyabb sávban használható, 100 GHz felé lényegesen romlik az elérhető zajhőmérséklet. Edrich 1977-ben parametrikus erősítőt épített Schottky diódával, amit 18 K hőmérsékletre lehűtött [32]. Ezzel a megol-

4. táblázat

10–100 GHz frekvenciasávban működő Schottky-diódás keverők

Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
32 Edrich (1977)	18 K	47	100 K
33 McColl (1979)	1,2 K	30	6 K
34 Silver (1981)	1 K	31	10 K
		92	120 K
Kanter (1974)	1,4 K	95	100 K

dással 100 K zajhőmérsékletet sikerült elérni 47 GHz-en. Az erősítés 22 dB volt, ami szép eredmény. Edrich a kísérleteit 47 GHz-en végezte, mérési összeállításra erre a frekvenciára készült. Ez jó összehasonlítást tesz lehetővé egy másik publikációjával [18], ahol Josephson keverővel 70 K zajhőmérsékletet sikerült elérni. A dióda befogó szerelvény is nagyon hasonló a két esetben. Ha figyelembe vesszük, hogy a Josephson átmenet hőmérséklete 4,2 K volt, a Schottky diódásé pedig 18 K, akkor ez a két zajhőmérséklet azonos eredménynek számít.

A 4. táblázatban szereplő másik két eredmény [33], [34] igen alacsony zajhőmérsékletet mutat, amihez hasonlót csak a legjobb Josephson-keverőkkel [19–21] lehetett elérni. Ez is bizonyítja, hogy a kétféle megoldás nagyon hasonló eredményeket szolgáltat. Van azonban a super-Schottky diódának egy hátránya, az pedig az 1 K körüli környezeti hőmérséklet, amit nem lehet folyékony héliummal biztosítani, csak sokkal költségesebb, bonyolult és nagy térfogatú hűtőgépekkel. Ezenkívül a super-Schottky diódával nem lehet keverési erősítést elérni, mint Josephson-átmenet esetén, a veszteség itt 10 dB nagyságrendben van. Silver kísérleteiből [34] még azt is lehet látni, hogy a frekvencia növekedtével a Schottky dióda kapacitása egyre rontja a viszonyokat. 92 GHz-en a zajhőmérséklet 120 K és a keverési veszteség is megközelíti a 20 dB-t. Ezért 100 GHz fölött a super-Schottky dióda sem használható már, ott a Josephson átmenettel lehet még jó eredményeket elérni. Erről azonban a következő fejezetben lesz szó.

100 GHz fölötti vevőkészülékek

100 GHz fölötti tartományban különösen jól használhatók a Josephson-átmenetek felhasználásával készült keverők. Az eddig elért eredményekről nyújt áttekintést az 5. táblázat. A táblázat első

5. táblázat

100 GHz fölötti frekvenciasávban elért eredmények

Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
35 Kuzmin (1979)	4,2 K	100	42 K
58 D'Addario (1984)	4,2 K	105	38 K
36 Taur (1978)	1,8 K	115	140 K
37 Dolan (1978)	1,5 K	115	100 K
38 Dolan (1981)	4,2 K	115	62 K
39 Phillips (1981)	4,2 K	115	60 K
40 Kerr (1981)	2 K	115	70 K
41 Ohta (1983)	4,2 K	115	20 K
51 Pan (1983)	4,2 K	115	20 K
42 Feldruman (1983)	4,2 K	115	70 K
43 Woody (1985)	4,5 K	115	70 K
44 Dyakov (1977)	4,2 K	127	$L=4$ dB*
45 Claassen (1978)	4,2 K	130	180 K
46 Ablyazov (1983)	4,2 K	150	150 K
39 Phyllips (1981)	4,2 K	230	300 K
47 Suttan (1983)	4,2 K	230	300 K
48 Danchi (1983)	1,4 K	246	24 K
50 Edrich (1977)	4,2 K	300	220 K
48 Danchi (1983)	1,4 K	604	60 K

*Csak a keverési veszteséget mérték, a zajhőmérsékletet nem.

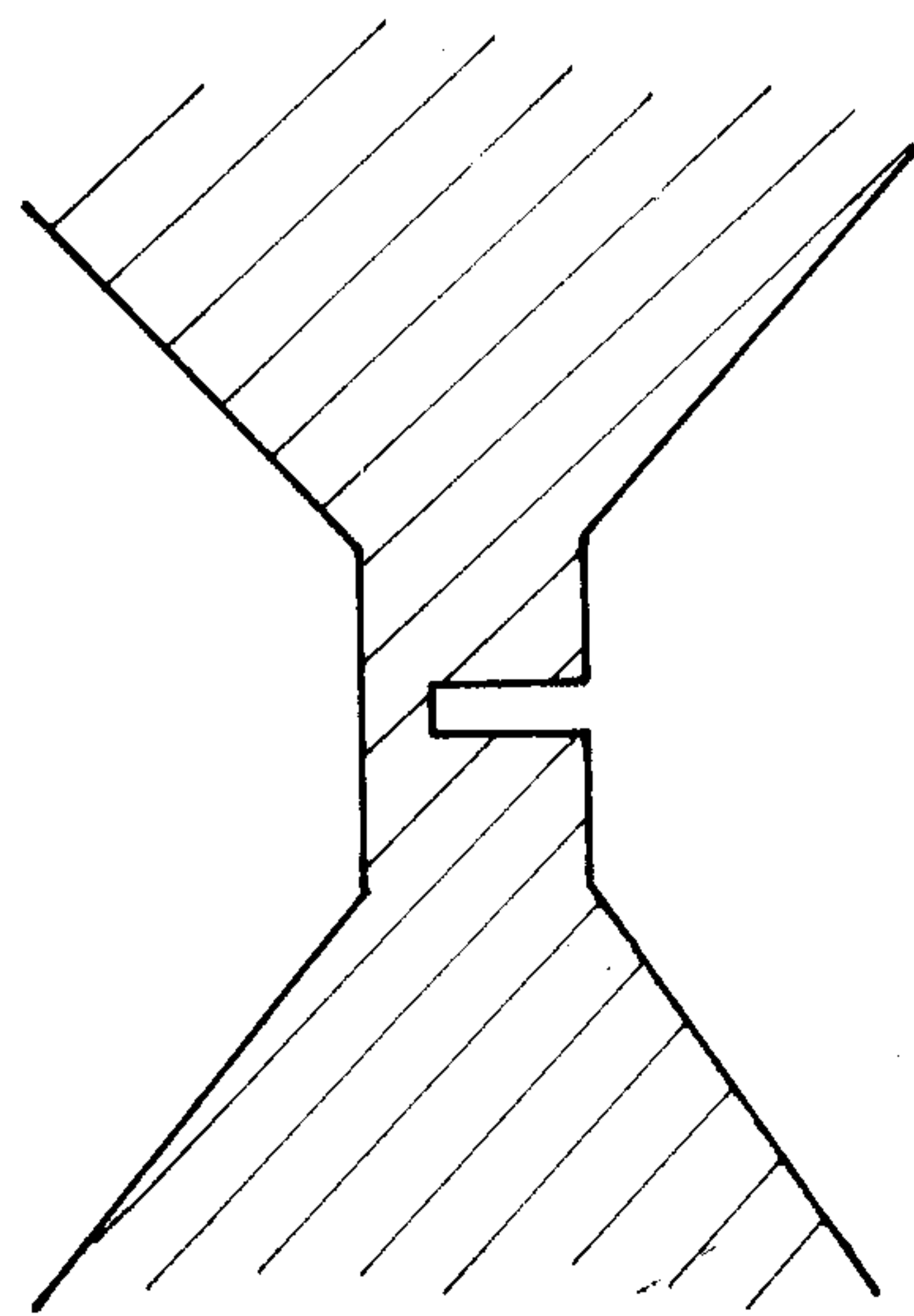
sorában egy parametrikus erősítő szerepel, amit Kuzmin és társai [35] fejlesztettek ki a Szovjetunióban. Az elért zajhőmérséklet igen jó érték. Ezen az egy kísérleten kívül azonban az összes többi eredmény úgy született, hogy a Josephson-átmenetet keverőnek használták fel.

A táblázatból jól látható még, hogy a kísérletek zömét 100 GHz környékén végezték (115 GHz-en) és csak néhány eredmény van 300 GHz fölött. Ebből két dolgot lehet megállapítani:

- a Josephson-átmenet nagyon jól használható 115 GHz környékén, többeknek sikerült jó eredményt elérni,
- nagyon kevés laboratórium van felszerelve néhány száz GHz-es frekvenciasávra, amivel a kísérleteket egyáltalán el lehetne kezdeni.

A következőkben a 115 GHz-es kísérletekből emelünk ki néhányat, melyek különösen érdekes vagy jó eredményt mutatnak. A legelső eredményről Taur és Kerr számolnak be 1978-ban [36]. Kísérleteikhez nióbbium tűs átmenetet használtak, de a tartósság érdekében a tűt helyzetében rögzítették valamilyen ragasztószerszerrel, így a kísérleteket meg lehetett ismételni. Hordozóként 8260 típusú Corning üveget használtak, mert ennek hőtágulását tartották a legjobbnak. Ennek felületét $12\ \mu$ vastagon nióbbiummal vonták be és hozzácszorítottak $18\ \mu$ vastag nióbbium huzalt, melynek végét kémiai kihegyezték. A tű csúcsának átmérője $0,25\ \mu$ -nál kisebb volt. A tűt úgy cszorították a fóliához, hogy az átmenet ellenállása 20–30 Ohm között legyen. Az ily módon előkészített átmenetet $2,54 \times 1,27$ mm méretű csőtápvonalba helyezték. Az átmenetnél a tápvonal magasságát $0,32$ mm-re csökkentették, hogy jobb impedancia illesztést kapjanak. Az átmenet mögé állítható rövidzárt tettek, amivel a szerelvényt hangolni lehetett. A szerelvényt folyékony héliumba helyezték, de annak hőmérsékletét hűtőgéppel $1,8$ K-re csökkentették. A hővezetés csökkentése érdekében a csőtápvonal egy szakaszát rozsdamentes acélból készítették, és falát levékonyították. A középfrekvencia értéke $1,4$ GHz volt és különösen kiszajú KF -erősítőt alkalmaztak. A hozzávezető csőtápvonal és koaxiális tápvonal csillapítását gondosan kimérték és ezzel az értékkel korrigálták a mért zajhőmérsékletet. Így sikerült elérni a 140 K zajhőmérsékletet. Nemsokkal a közleményük megjelenése előtt még jobb eredményt is sikerült elérniük, 120 K zajhőmérsékletet, miközben a keverési veszteség 0 dB-re csökkent. Ennek az eredménynek a részleteit azonban nem közölték.

A következő közlemények három évvel később, 1981-ből származnak. Az elért zajhőmérsékletek akkor már 60 – 70 K értékűek. Dolan [38] és Kerr [40] ólom ötvözetből készült vékonyréteg átmenetet alkalmaztak kísérleteiknél. Az átmenetet csökkentett nagyságú csőtápvonalban ($2 \times 0,35$ mm) helyezték el. Az ólom vékonyréteget szilícium lapkára katódporlasztással vitték fel. A lapka vastagsága $0,1$ mm volt, hossza $2,5$ mm, szélessége pedig $0,4$ mm. Az átmenet mindkét oldalán mikrohullámú fojtókat alakítottak ki a szivárgás csökkentésére és a tápvonalba állítható rövid-



H-260-17

17. ábra. Ólomból készült Dayem-híd alakja

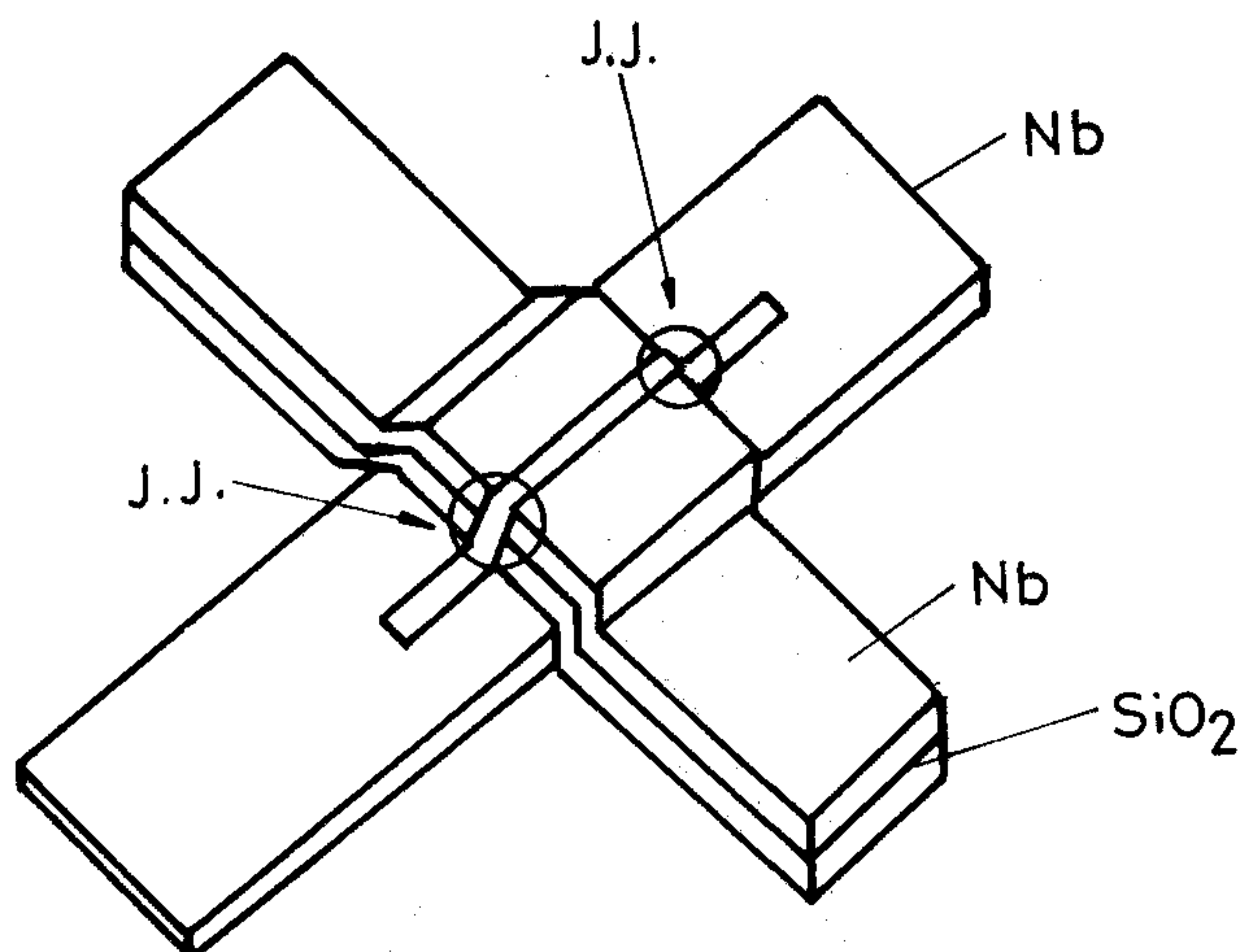
zárat építettek, amivel a szerelvényt ki lehetett hangolni. Az egész szerelvényt folyékony héliumba merítették ($4,2$ K). Így sikerült elérni 62 illetve 70 K zajhőmérsékletet.

Különösen érdekes Phillips és társainak kísérlete [39]. Ők Dayem hidat alkalmaztak kísérleteiknél, amit ólomból katódporlasztással állítottak elő. Az átmenet alakja a 17. ábrán látható. A középső csatoló szakasz keresztmetszete $1\ \mu\text{m}^2$ -nél kisebb volt. Szerelvényüket folyékony héliummal hűtötték $4,2$ K-re. Kísérleteiket két frekvencián végezték. 115 GHz-en csökkentett magasságú négyszögletes csőtápvonalba építették a Josephson átmenetet és mögéje állítható rövidzárat tettek. Az elért legkisebb zajhőmérséklet 60 K volt. Végeztek kísérletet 230 GHz-en is, ahol többmódusú hengeres csőtápvonalat alkalmaztak. Az ekkor elért legkisebb zajhőmérséklet 300 K volt. Végeztek még kísérletet több átmenet sorbakapcsolásával is, de a hozzávezetések induktivitása miatt nem kaptak jobb eredményt.

Lényegesen jobb eredményt csak két évvel később sikerült elérni [41, 51]. Ezek közül különösen Ohta és társai [41] eredménye érdekes, mert egészen különleges módon készítették el a Josephson-átmenetet. Az átmenet szemléletes képe a 18. ábrán látható. Üveg vagy Kvarc hordozóra $10\ \mu$ széles nióbbium réteget visznek fel katódporlasztással. Erre keresztbe $1\ \mu$ vastag szilíciumdioxid szigetelő réteget képeznek ki, amit újabb nióbbium réteggel fednek le. Végül a két fém réteget összekötik mindkét oldalon $1\ \mu$ széles nióbbium csíkkal. A két fém réteg közti laza csatolást ez a vékony $1\ \mu$ -os csík képezi. Ilyen laza csatolás a fémrétegek mindkét oldalán létrejön, ezért végül is 2 db párhuzamosan kapcsolt Josephson-átmenet jött létre. Az ily módon kialakított átmenet igen stabil és jól reprodukálható. Ohta és társai a kísérleteknél 11 db ilyen átmenetet sorba kapcsoltak és ezt építették be a keverő szerelvénybe. Az egész szerel-

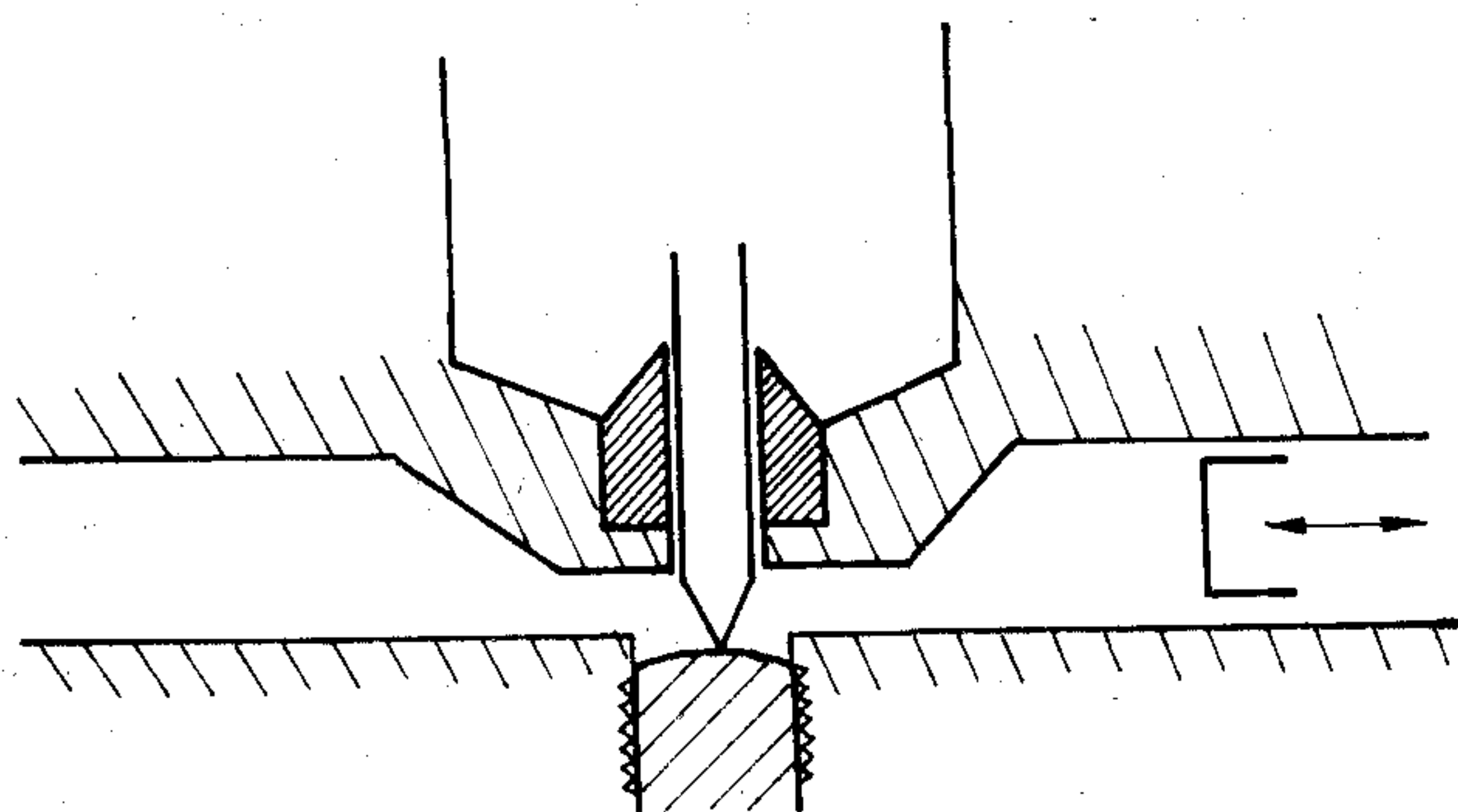
100 GHz fölötti super-Schottky-diódás kísérletek

Szerző	Környezeti hőmérséklet	Frekvencia GHz	Zajhőmérséklet
57 Carlson (1978)	18 K	110	540 K
55 Predmore (1984)	18 K	113	84 K
56 Keen (1979)	18 K	115	100 K
54 Kerr (1977)	18 K	150	280 K
52 Archer (1982)	18 K	230	250 K
53 Archer (1983)	18 K	270	400 K
		345	850 K



H-260-18

18. ábra. Párhuzamos Josephson átmenetek



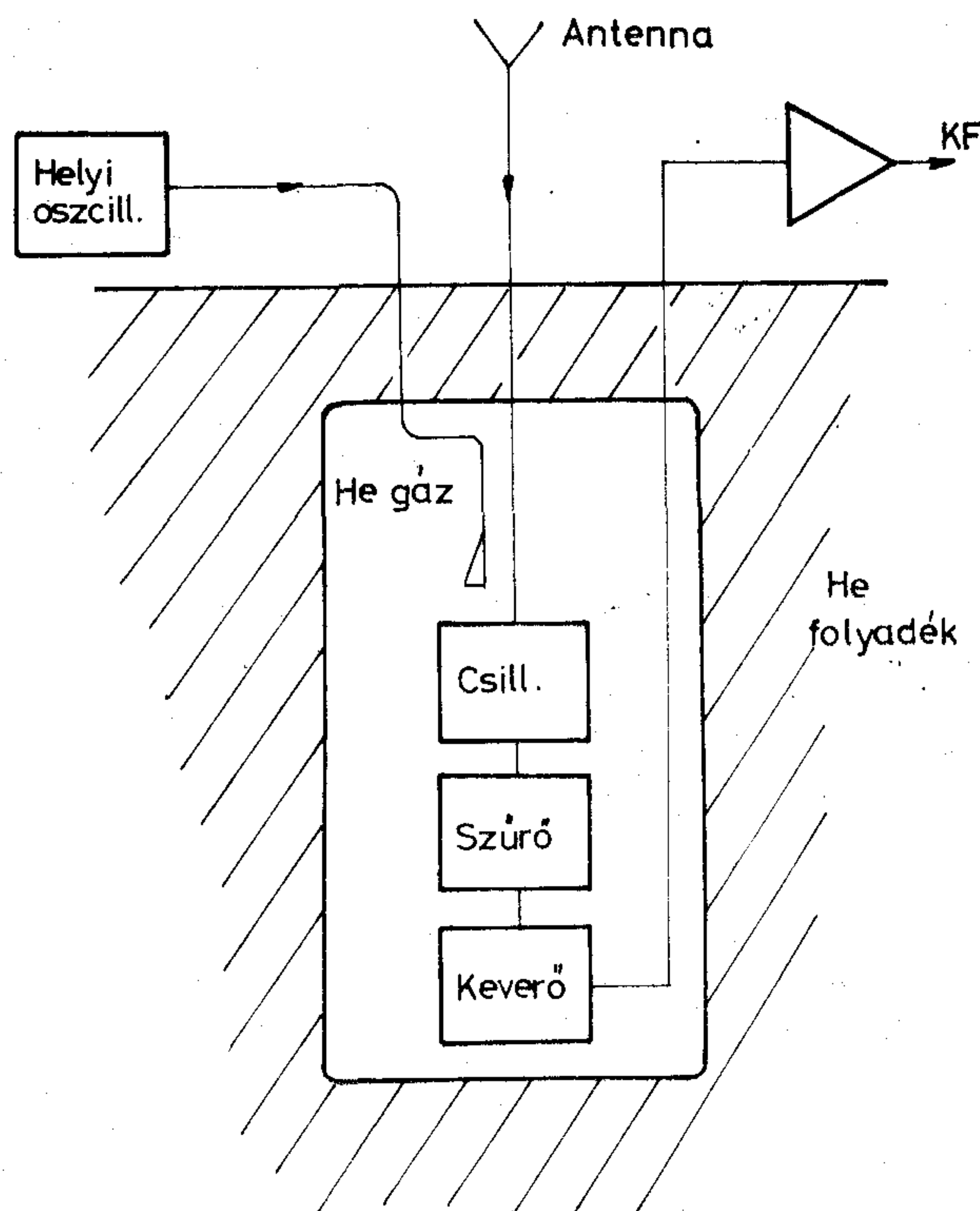
H-260-19

19. ábra. 130 GHz-es keverő szerelvény

vényt 4,2 K-re hűtötték folyékony héliumban. Így az elért legkisebb zajhőmérséklet 20 K volt, ami az eddig elért legjobb eredménynek számít a 115 GHz-es tartományban.

Ennél magasabb frekvenciasávban az első kísérletet Djakov és társai végezték [44] a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Rádiótechnikai Kutató Intézetében. Kísérleteiket 127 GHz-en végezték nióbium tús átmenettel, amit folyékony héliumban hűtöttek le szupravezető állapotig. Céljuk elsősorban a kis keverési veszteség elérése volt, ezért zajhőmérsékletet nem is mértek. Az általuk elért legkisebb keverési veszteség: 4dB.

Egy évvel később Claassen és Richards [45] végeztek kísérletet 130 GHz-en. Ők is nióbium tús átmenetet használtak, amit 2×1 mm-es csőtápvonalba építettek be. A mérőszelvény felépítése a 19. ábrán látható. A csőtápvonal magassága 0,3 mm-re le van csökkentve az átmenet helyén, és a tűvel szemben egy állító csavar van beépítve, mellyel a tűnyomást lehet szabályozni. A nióbium tű 0,3 mm átmérőjű huzalból készült, amit először mechanikusan kihegyeztek csiszolópapírral, azután elektrokémiai módon marattak és



H-260-20

20. ábra. Claassen mérési összeállítása

így kaptak elég vékony csúcsot. Az egész szerelvényt héliumgázba zárták és így merítették folyékony héliumba (20. ábra). Ennek a megoldásnak az volt az előnye, hogy a héliumgázt fűteni is lehetett és így a kísérleteket különböző hőmérsékleteken tudták megismételni. A nióbium 9 K alatt szupravezető, ezért van jelentősége ennek a kísérletnek. Kísérleteiknél ezt a hőfokfüggést is vizsgálták és ebből egyértelműen meg lehetett állapítani, hogy a környezeti hőfok csökkentésével csökken a zajhőmérséklet és csökken a keverési veszteség is. Ezeket az eredményeket mutatja a következő táblázat:

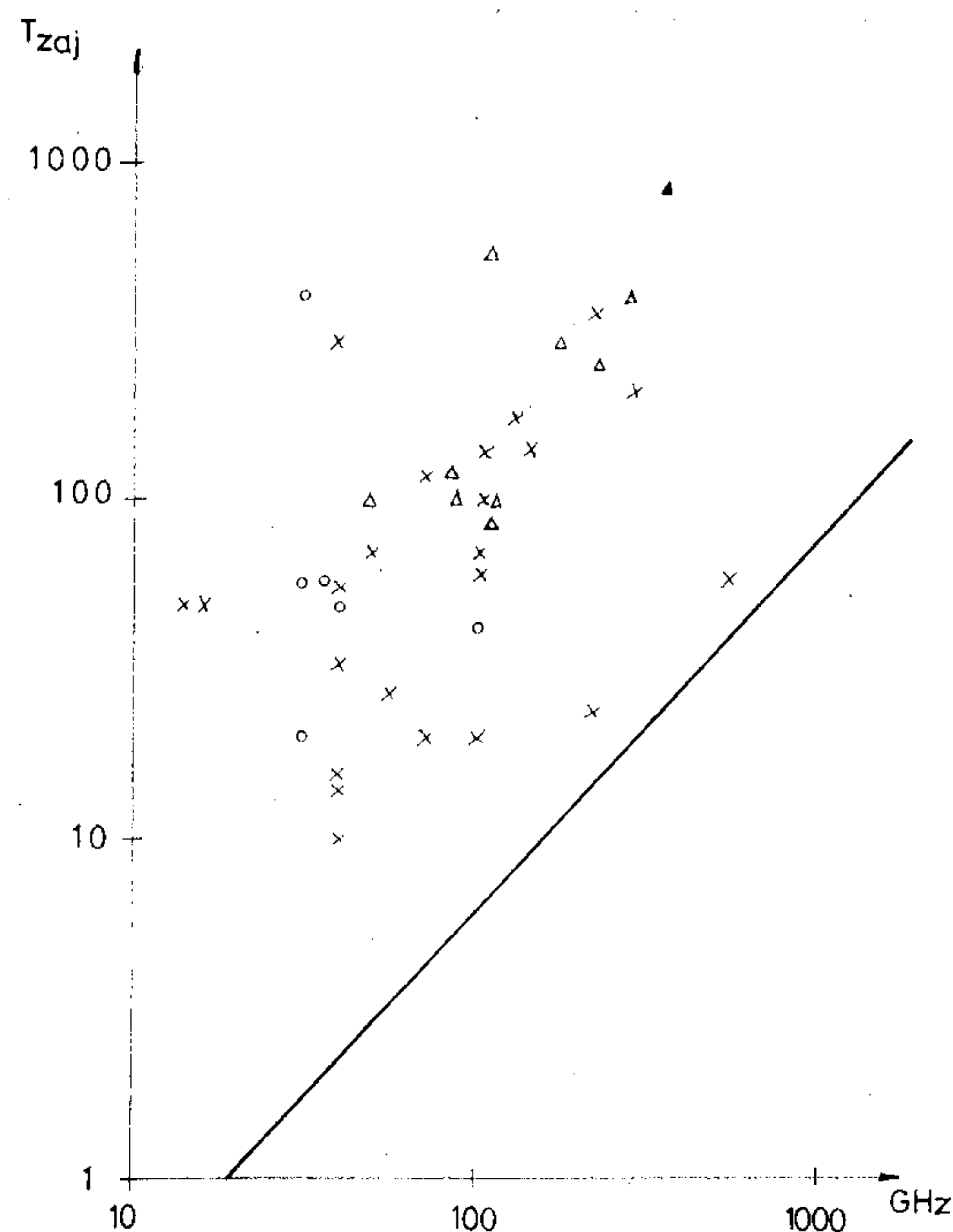
Környezeti hőmérséklet	Zajhőmérséklet	Keverési veszteség
7,5 K	460 K	10 dB
6 K	265 K	8 dB
4,2 K	180 K	3,5 dB

Lényegileg hasonló megoldást alkalmaztak Ablyazov és társai [46] a Szovjetunió Tud. Akadémiájának Alkalmazott Fizika Intézetében. Tűs nióbium átmenetet használtak 150 GHz-es kísérleteknél, de a tű mozgató mechanizmust sokkal precízebben oldották meg. Lényeges változtatás még, hogy körkeresztmetszeti csőtápvonalat használtak a veszteségek csökkentésére. Így sem sikerült azonban lényegesen jobb eredményt elérni.

Majdnem kétszer akkora frekvencián, 230 GHz-en végzett kísérleteket Suttén 1983-ban [47]. Vizsgálataihoz 0,97 mm átmérőjű hengeres csőtápvonalat használt, melybe 0,1 mm vastag kvarc lemezt helyezett be. A lemezke szélessége mindössze 0,41 mm volt, hossza pedig 5 mm. A kvarc hordozóra ólom-indium-arany ötvözetből porlasztott fel vékony réteget, melyből Dayem-híd szerű megoldást képezett ki (17. ábra). A szerelvényt 4,2 K-re hűtve 300 K zajhőmérsékletet sikerült elérni.

Egészen kiemelkedően jó eredményt sikerült elérni Danchi és társainak [48], akik két frekvencián is végeztek kísérletet 246 GHz-en és 604 GHz-en. Munkájukban ón-ólmó vékonyréteg átmenetet használtak, és a kettő közti vékony oxidréteggel jött létre a Josephson-hatás. Az átmenet felületét igen kicsire sikerült készíteni, mintegy $1 \mu\text{m}^2$ -re. Ezt a kicsiny felületet egy dipólantenna két szára között alakították ki és magát az antenát is a vékony kvarc hordozóra párologtatták fel. Az antennák hossza 246 GHz-en 0,45 mm volt, 604 GHz-en pedig 0,18 mm. Ezeket az antennákat sugározták be a nagyfrekvenciás jellel és helyi oszcillátorként maga a Josephson-átmenet szolgált. A kísérlet külön érdekessége, hogy sugárforrásként saját készítésű távoli infravörös (FIR) lézert használtak, amit CO_2 lézerrel gerjesztettek. Így tulajdonképpen ez az első olyan kísérlet, ahol optikai sugárzást mikrohullámú keverővel tudtak detektálni. Ehhez igen fontos tényező volt, hogy az ón-ólmó átmenet karakterisztikája igen meredek volt és ezáltal a saját rezgés felharmónikusával is jó keverést lehetett elérni. Ehhez járult még az is, hogy a keverő szerkezetet a szokásosnál alacsonyabb, 1,4 K hőmérsékletre hűtötték, amihez külön hűtőgépet kellett folyamatosan üzemeltetni. A gondosan méretezett antennák szerepe is jelentős, mert igen jó csatolást biztosítottak a lézer sugara számára és mindazok eredményeképpen adódott ki az igen kis zajhőmérséklet. Végül eredményben 246 GHz-en 10 K, 404 GHz-en pedig 20 K zajhőmérsékletet sikerült elérni, ami a legújabb-kori eredmények közül jelenleg a legjobb.

A legutóbbi években sikeres kísérleteket folytattak super-Schottky diódás keverőkkel is. A 6. táblázat áttekintést ad az elért eredményekről. Ilyen eredmények eléréséhez különlegesen fejlett technológia szükséges, hogy a dióda-kapacitást nagyon kis értékre le lehessen szorítani. Mégis az elért zajhőmérsékletek lényegesen magasabbak, mint amit Josephson-átmenettel el lehet érni. Mindenesetre super-Schottky diódával is nagyon alacsony zajhőmérsékletet lehet elérni, de a leg-



21. ábra. Gyakorlatban elért zajhőmérsékletek

eredményesebben 100 GHz-környékén, vagy az alatt lehet felhasználni. A 100 GHz fölötti frekvenciasáv meghódításához még további technológiai fejlesztés szükséges.

Összegzés

Nagy érzékenyséű vevőkészülékeket igen nehéz készíteni. Zajtényező szempontjából mindig az első fokozatok a döntők, ezeket kell különösen jól megtervezni és kivitelezni. Ez a cikk rövid áttekintést ad az elért eredményekről. A még nagyobb szemléletesség kedvéért a 21. ábra áttekintést ad felsorolt kísérletekről. *-gal van jelölve a Josephson keverőkkel elért eredmények, Δ pedig a super Schottky diódával elért eredményeket. Az ábra alsó részén a kT elméleti határ van feltüntetve. Az ábrából az látható, hogy a mérési eredmények nagyon nagy szórást mutatnak, mert a zajhőmérséklet nagyon erősen függ a kísérleti szerelvény konstrukciójától. Nagy átlagban azonban a Josephson keverős megoldások zajhőmérséklete általában alacsonyabb, mint a super-Schottky diódás típusoknak. Különösen érvényes ez a magasabb frekvenciás tartományban, ahol a Josephson átmenet alkalmazása különösen előnyös. Természetesen nem szabad megfeledkezni arról, hogy ilyen alacsony zajhőmérsékleteket csak alacsony környezeti hőmérsékleten (általában folyékony héliumban) lehet elérni, ami kissé nehezíti a szerelvények alkalmazhatóságát.

I R O D A L O M

- [1] Dr. Kenderessy Miklós: Josephson-effektus alkalmazása a mikrohullámú tartományban. Híradástechnika, 1985. 3. szám. pp. 110.

- [2] J. Clarke: Experimental comparison of the Josephson voltage-frequency relation in different superconductors. *Phys. Rev. Letters* 21 (1968) pp. 1566—1569.
- [3] I. Giaever, H. R. Zeller: Tunneling into and through evaporated semiconducting films. *Journ. of Vac. Sci. T.* 6 (1969) pp. 502.
- [4] A. H. Dayem, C.C. Grimes: Microwave emission from superconducting point contacts. *Appl. Phys. Letters* 9 (1966) pp. 47.
- [5] K. H. Gundlach, M. Zahn, K. Okuyama, H. J. Hartfuss: Fabrication of small Josephson tunnel junction. *Int. Conf. on SQUID*, 1980. May. Berlin
- [6] A. Contaldo. *Rev. Sci. Instr.* 38 (1968) pp. 1543.
- [7] R. A. Kamper, L. O. Mullen, D. B. Sullivan: Nat. Bureau of Standards, Boulder, Techn. Note 381 (1969).
- [8] T. D. Clark: Experiments on coupled Josephson junctions. *Phys. Letters* 27A (1968) pp. 585.
- [9] J. Clarke: A superconducting galvanometer employing Josephson tunneling. *Phil. Mag.* 13 (1966) pp. 115.
- [10] W. H. Warren, W. G. Bader.: *Rev. Sci. Instr.* 40 (1969) pp. 180.
- [11] A. N. Vystavkin, V. N. Gubankov, L. S. Kuzmin, K. K. Likharev, V. V. Migulin, V. K. Semenov: One-frequency parametric amplifier using self-pumped Josephson-junction. *IEEE Trans. MAG—13*. No. 1. (1977) pp. 233.
- [12] S. Wahlsten, S. Rudner, T. Claeson: Arrays of Josephson tunnel junctions as parametric amplifiers. *Journ. of Appl. Phys.* 49 (1978) pp. 4248.
- [13] M. McColl, M. F. Millea, A. H. Silver, M. F. Bottjer, R. J. Pedersen, F. L. Vernon: The super-Schottky microwave mixer. *IEEE Trans. MAG—13*. No. 1. (1977) pp. 221.
- [14] S. Rudner, T. Claeson: Array of semiconducting tunnel junctions as low-noise 10 GHz mixers. *Appl. Phys. Lett.* 34. No.10. (1979) pp. 711.
- [15] N. Calander, T. Claeson, S. Rudner: Low-noise self-pumped Josephson tunnel junction amplifier. *Appl. Phys. Lett.* 39. No. 8. (1981) pp. 650.
- [16] Y. Taur, J. H. Claassen, P. L. Richards: Josephson junction as heterodyne detectors. *IEEE Trans. MTT—22*. No. 12. (1974) pp. 1005.
- [17] Y. Taur, J. H. Claassen, P. L. Richards: Conversion gain in a Josephson effect mixer. *Appl. Phys. Letters* 24. No. 2. (1974) pp. 101.
- [18] J. Edrich: A low-noise 47 GHz mixer using a permanent Josephson junction. *IEEE Trans. MTT-24*. No. 11. (1976) pp. 706.
- [19] P. L. Richards, T. M. Shen, R. E. Harris, F. L. Lloyd: Quasiparticle heterodyne mixing in SIS tunnel junctions. *Appl. Phys. Lett.* 34. No. 5. (1979) pp. 345.
- [20] W. R. McGrath, P. L. Richards, A. D. Smith, H. van Kempen, R. A. Batchelor, D. E. Prober, P. Santhanam: Large gain, negative resistance, and oscillations in superconducting quasiparticle heterodyne mixers. *Appl. Phys. Lett.* 39. No. 8. (1981) pp. 655.
- [21] A. D. Smith, W. R. McGrath, P. L. Richard, H. van Kempen, D. Prober, P. Santhanam: Negative resistance and conversion gain in SIS mixers. *Physica* 108B (1981) pp. 1367.
- [22] A. D. Smith, W. R. McGrath, P. L. Richards, R. E. Harris, F. L. Lloyd, D. E. Prober, P. Santhanam: Microwave mixing and direct detection using SIS quasiparticle tunnel junctions. *IEEE Trans. MAG-19*. No. 3. (1983) pp. 490.
- [23] S. E. G. Slusky, R. Trambarulo, L. A. Fetter: Observation of subharmonically pumped mixing with gain using SIS junctions. *IEEE Trans. MAG-17*. No. 1. (1981) pp. 694.
- [24] A. C. Callegari, R. A. Buhrman: Millimeter-wave mixing with submicron area Nb tunnel junction. *Journ. Appl. Phys.* 53. No. 2. (1982) pp. 823.
- [25] S. Rudner, M. J. Feldman, E. Kollberg, T. Claeson: The antenna-coupled SIS quasiparticle array mixer. *IEEE Trans. MAG-17*. No. 1. (1981) pp. 690.
- [26] K. Fujisawa, S. Kita, Y. Ohmae, A. Yamaguchi: Low-noise properties of unbiased even-harmonic Josephson mixers. *Journ. of Appl. Phys.* 57. No. 6. (1985) pp. 2099.
- [27] R. Y. Chiao, P. T. Parrish: Operation of the SUPA-RAMP at 33 GHz. *Journ. of Appl. Phys.* 47. No. 6. (1976) pp. 2639.
- [28] Y. Taur, P. L. Richards: Parametric amplification and oscillation at 36 GHz using a point-contact Josephson junction. *Journ of Appl. Phys.* 48. No. 3. (1977) pp. 1321.
Y. Taur, P. L. Richards: A Josepson effect parametric amplifier at 36 GHz. *IEE Trans. MAG-13*. No. 1. (1977) pp. 252.
- [29] F. Goodall, F. Bale, S. Rudner, T. Claeson, T. F. Finnegan: Parametric amplification in Josephson tunnel junction arrays at 33 GHz. *IEE Trans. MAG-15*. No. 1. (1979) pp. 458.
- [30] J. Mygind, N. F. Pedersen, O. H. Soerensen, B. Dueholm, M. T. Levinsen: Low-noise parametric amplification at 35 GHz in a single Josephson tunnel junction. *Appl. Phys. Letters* 35. No. 1. (1979) pp. 91.
- [31] M. T. Levinsen, N. F. Pedersen, O. H. Soerensen, B. Dueholm, J. Mygind: Externally pumped millimeter-wave Josephson-junction parameter amplifier. *IEEE Trans ED-27*. No. 10. (1980) pp. 1928.
- [32] J. Edrich: A cryogenically cooled two-channel paramp radiometer for 47 GHz. *IEEE Trans MTT-25*. No. 4. (1977) pp. 280.
- [33] M. McColl, M. F. Bottjer, A. B. Chase, R. J. Pedersen, A. H. Silver, J. R. Tucker: The super-Schottky diode at 30 GHz *IEEE Trans MAG-15*. No. 1. (1979) pp. 468.
- [34] A. H. Silver, R. J. Pedersen, M. McColl, R. L. Dickman, W. J. Wilson: The millimeter wave super-Schottky diode detector. *IEEE Trans. MAG-17*. No. 1. (1981) pp. 698.
- [35] L. S. Kuzmin, K. K. Likharev, V. V. Migulin: Properties of parametric amplifiers using Josephson junction with external pumping. *IEEE Trans. MAG-15*. No. 1. (1979) pp. 454.
- [36] Y. Taur, A. R. Kerr: Low-noise Josephson mixers at 115 GHz using recyclable point contacts. *Appl. Phys. Lett.* 32. No. 11 (1978) pp. 775.
- [37] G. J. Dolan, T. G. Phillips, D. P. Woody: Low-noise 115 GHz mixing in superconducting oxide-barrier tunnel junctions. *Appl. Phys. Lett.* 34. No. 5. (1979) pp. 347.
- [38] G. J. Dolan, R. A. Linke, G. Sollner, D. P. Woody, T. G. Phillips: Superconducting tunnel junctions as mixers at 115 GHz. *IEEE Trans. MTT-29*. No. 2. (1981) pp. 87.
- [39] T. G. Phillips, D. P. Woody, G. J. Dolan, R. E. Miller, R. A. Linke: Dayem-Martin (SIS tunnel junction) mixers for low noise heterodyne receivers. *IEEE Trans MAG-17*. No. 1. (1981) pp. 684.
- [40] A. R. Kerr, S. K. Pan, M. J. Feldman, A. Davidson: Infinite available gain in a 115 GHz SIS mixer. *Physica* 108B (1981) pp. 1369.
- [41] H. Ohta, T. Matsui, T. Igarashi, S. Kodaira, Y. Yamada, Y. Takahashi: „Short” weak links for 115 GHz mixers. *IEEE Trans. MAG-19*. No. 3. (1983) pp. 601.
- [42] M. J. Feldman, S. K. Pan, A. R. Kerr, A. Davidson: SIS mixer analysis using a scala model. *IEEE Trans. MAG-19*. No. 3. (1983) pp. 494.
- [43] D. P. Woody, R. E. Miller, M. J. Wengler: 85—115 GHz receivers for radio astronomy. *IEEE Trans. MTT-33*. No. 2. (1985) pp. 90.
- [44] V. P. Dyakov, V. N. Gubankov, A. M. Spitzin, A. N. Vystavkin: Josephson junction as F-band mixer-multiplier. *IEEE Trans. MAG-13*. No. 1. (1977) pp. 237.
- [45] J. H. Claassen, P. L. Richards: Point-contact Josephson mixers at 130 GHz. *Journ. of Appl. Phys* 49. No. 7. (1978) pp. 4130.
- [46] V. S. Ablyazon, S. A. Andreev, A. N. Vystavkin, V. N. Gubankov, V. P. Dyakov, A. I. Zhukov, A. G. Kislyakov, K. A. Rulev, M. A. Tarasov, S. Yu.

- S. Turygin, V. I. Chernyshev*: Modulation superheterodyne radiometer for the 2-mm wave band employing a Josephson frequency converter at the input. Preprint IRE USSR Acad. Sci. 33—7889/1982.
- [47] *E. C. Sutton*: A superconducting tunnel junction receiver for 230 GHz. IEEE Trans. MTT-32. No. 7. (1983) pp. 589.
- [48] *W. C. Danchi, F. Habbal, M. Tinkham*: Photon-assisted tunneling and AC Josephson effect at 246 and 604 GHz in small-area superconducting tunnel junctions. IEEE Trans. MAG-19. No. 3. (1983) pp. 498.
- [49] *J. M. V. Verschueren, A. A. Uiterwaal, R. W. van der Heijden, P. Wyder*: Direct heterodyne detection of 245 GHz radiation using the internal narrowband oscillations of a resistive dc SQUID. Appl. Phys. Lett. 44. No. 3. (1984) pp. 349.
- [50] *J. Edrich, D. B. Sullivan, G. D. McDonald*: Results, potentials, and limitations of Josephson-mixer receivers at millimeter and long submillimeter wavelengths. IEEE Trans. MTT-25. No. 6. (1977) pp. 476.
- [51] *S. K. Pan, M. J. Feldman, A. R. Kerr*: A low-noise 115 GHz receivers using superconducting tunnel junctions. Appl. Phys. Lett. 43. (1983) pp. 786.
- [52] *J. W. Archer*: An all solid-state receiver for 210—240 GHz. IEEE Trans. MTT-30. No. 8. (1982) pp. 1247.
- [53] *J. W. Archer*: A multiple mixer cryogenic receiver for 200—350 GHz. Rev. Sci. Instrum. 54. No. 10. (1983).
- [54] *A. R. Kerr, R. J. Mattauch, J. A. Grange*: A new mixer design for 140—220 GHz. IEEE Trans. MTT-25. No. 5. (1977) pp. 399.
- [55] *C. R. Predmore, N. R. Erickson, P. F. Goldsmith, J. L. R. Marrero*: A broadband, ultra low-noise Schottky diode mixer receiver from 80 to 115 GHz. IEEE Trans. MTT-32. No. 5. (1984) pp. 498.
- [56] *N. J. Keen, W. M. Kelly, G. T. Wrixon*: Pumped Schottky diodes with noise temperatures of less than 100 K at 115 GHz. Electron. Lett. 15. No. 21. (1979) pp. 689.
- [57] *E. R. Carlson, M. V. Schneider, T. F. McMaster*: Subharmonically pumped millimeter wave mixers. IEEE Trans. MTT-26. No. 10. (1978) pp. 706.
- [58] *L. R. D'Addario*: A 90—120 GHz SIS mixer having gain and wide bandwidth. Int. Journ. of Infrared and Millimeter Waves. 5. No. 11. (1984).

Szemle

Összeállította: Gál Ferenc

Az Egyesült Államok-beli Sierra Semiconducton Corporation komplett modemet készített egyetlen integrált áramkörbe sűrítve. Az SC 11004 típusú IC digitális és analóg funkciókat egyaránt ellát és 300 vagy 1200 baud sebességű szinkron vagy aszinkron üzemmódot biztosít. Tetszés szerint működtethető az amerikai BELL 212A szabvány vagy a CCITT ajánlás szerint. A modem integrált áramkör ára kb. 100 DM. Az SC 1107 típus hozzákapcsolásával megoldható a tetszőleges számítógéphez való csatlakozás.

(Mikroszámítógép magazin, 1986. július)

A Kontaktának az elkövetkezendő időszakban az alábbi eredmény-terveket kell évente teljesítenie:

1986-ban	209 millió forint
1987-ban	269 millió forint
1988-ban	317 millió forint
1989-ben	382 millió forint
1990-ben	433 millió forint

Ezek az eredmények arra elegendők, hogy a vállalat a kötelezettségeit teljesíteni tudja, gyakorlatilag szinttartó beruházást sem hajthat végre, ilyen eredmények elérése mellett csak 3% bérfejlesztésre futja erejéből.

Ebből is látszik, hogy az elkövetkezendő öt éves terv-időszakban a vállalat előtt álló feladatok nagyok és ahhoz, hogy 3%-nál nagyobb bérfejlesztést hajthassanak végre, ezeket az eredményfeladatokat túl kell teljesíteni.

(Kontakta Híradó, 1986/1.)

A Kontakta tavaly januárban külkereskedelmi szerződést írt alá, melynek keretében a Transelektro Külkereskedelmi Vállalattal együttműködve egy közepes kapacitású elektromos installációs anyagokat összeszerelő üzemet szállít Nigériába, a Tempo Electrical Limited cég részére.

A szerződés igen kedvező, mert a magyar vállalatok eddigi nigériai üzleteinél megszokott hitelüzletekkel szemben készpénzfizetéses.

Egy olyan elektromos installációs anyagokat összeszerelő kisüzemet, valamint annak segédberendezéseit kell szállítani — a szükséges know-how-val együtt —, mely alkalmas a vevő által kért és a Kontakta által már eddigiekben is gyártott termékek összeszerelésére.

Ezek a Kontakt típusú egypólusú ki-be kapcsoló, csillárkapcsoló, alternatív kapcsoló, csengőnyomó, földelt dugaszoló aljzat süllyesztett és falon kívüli kivitele, valamint a földelt csatlakozó dugó. Ez utóbbit a Nigériában is alkalmazott angol szabványban előírt beépített biztosítóval ellátott kétpólusú kivitelére kellett átalakítani, mely különbözik az Európában használatos típustól.

A segédüzemi berendezéseknél az általános TMK munkákat ellátó gépek mellett olyan fröccsöntő gépeket is szállítanak melyeken a szintén Kontakta által gyártott és szállított szerszámokkal történik majd a süllyesztődoboz gyártás. Az üzem Lagostól kb. 80 km-re kerül felépítésre. Folyamatos egyműszakos üzemmenet mellett a várható termelési volumen 4 millió db termék évente. Az ehhez szükséges alkatrészeket külön megállapodás alapján szintén a Kontakta szállítja.

(Kontakta Híradó, 1985/4).

Indonézia a közeljövőben készül közzétenni az évtized folyamán kiadott második legnagyobb tenderfelhívását. A tender keretében körülbelül 700 millió dollár értékű digitális telefonrendszert szállítanak majd, de a nyertes a következő 10—20 évben több millió dollár értékű megrendelésre számíthat berendezésekből és karbantartási szolgáltatásból is. A világ híradástechnikai iparának óriásai mind képviseltetni fogják magukat. A verseny nem annyira a műszaki, mint a finanszírozási feltételekben lesz szoros, mivel Indonézia fokozottan érdekelt a hirtelfelvételben.

A készülőben levő tenderkiírás tárgya, a második digitális telefonrendszer 240 ezer új vonalat ad az országnak vonalanként körülbelül 3 ezer dolláros költséggel.

Az első rendszert Indonézia a nyugatnémet Siemens AG-től vásárolta és éppen ezért a Siemens a mostani

versenytárgyaláson nem vehet majd részt mivel, bevett szokás, hogy a nagy távközlési rendszereknél két szállítóval dolgozzanak. A két rendszer összekapcsolása nem jelenthet gondot.

(Világgazdaság, 1986. május 14.)

A tőkés világ várható színes tv-forgalma 1985-höz képest

	1985	1986	1987	1987
NSZK	2,65	2,7	2,8	2,9
Nagy-Britannia	2,8	2,7	2,65	2,6
Franciaország	2,0	2,15	2,25	2,4
Spanyolország	0,87	0,85	0,9	0,95
Olaszország	1,75	1,8	1,85	1,9
Egyéb Ny. E.	2,33	2,31	2,34	2,37
Össz. Ny. E.	12,4	12,51	12,79	13,12
USA	14,0	14,1	14,4	14,6
Japán	6,5	6,7	6,7	6,8
Egyéb	16,2	17,4	18,2	19,0
Világ összesen	49,1	50,71	52,09	53,52

(VTRT Világpiaci Tükör, 1986/2.)

Az IDC Piackutató Intézet közlése szerint Európában 1984-ben 13842 millió \$ értékben, kereken 19 000 db többmunkahelyes számítógépet forgalmaztak. 1990-re a szállítások értéke várhatóan eléri a 35332 millió \$-t, ami volumenben 80 0000 számítógépet jelent.

A Philips Gloeilampenfabrieken NV, fokozandó a japán és az amerikai elektronikai iparral szembeni versenyképességét, Tajvanon közös vállalatot alapít VLSI áramkörök gyártására. A holland elektronikai óriás az első évben 27,5 százalékos részesedéséért 58 millió dollárt fektet be, de 1996-ig részesedését 51 százalékra emelheti. A tajvani kormány 38,3 százalékos részesedéséért 101

millió dollárt szán a közös vállalatra. Az üzem 1987-től havonta 10 ezer áramkört fog gyártani, de 1992-re havi kapacitását 40 ezer darabra fogja bővíteni.

A Philipsnek már négy 100 százalékos tulajdonú vállalata van Tajvanon, ahol 8 ezer dolgozót alkalmaz.

(Világgazdaság, 1986. június 24.)

A 100 legnagyobb hazai iparvállalat között több elektronikai, híradástechnikai céget is találunk.

Rangsor	terme- lési érték szerint	Vállalat	Lét- szám sze- rint	1985. évi bruttó álló- eszköz érték sze- rint	Ex- port sze- rint	Bel- földi érté- kesí- tés sze- rint
1985	1984					
9	10	Video-				
		ton	4	6	14	11
22	20	Tungs-				
		ram	1	32	6	
52	65	BHG	18	95	27	
76		MEV	53	56	92	77
85		Orion	53			76
99	87	GMV	50		23	

(Figyelő, 1986 Július 31.)

A diszkrét elektronikai eszközök forgalmának növekedési üteme ugyan alacsonyabb, mint az integrált áramköröké (az évi felhasználás növekedése 8% szemben a 22%-kal), de sokkal stabilabb, mint az IC-ké. Ennek három fő oka van:

- a diszkrét eszközöket nagyon sok helyen használják, ezért hosszú a termék életgörbéje,
- az egyszer kifejlesztett eszköz kevés továbbfejlesztést igényel,
- a piacok jól behatároltak, ami a helyi gyártókat védi.

Diszkrét elektronikai alkatrészek hosszútávú értékesítési adatai és prognózisa

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Diszkrét alkatrészek fogyasztási mennyisége (milliárd USD)								
USA	1 446	1 942	1 511	1 525	1 654	1 869	2 075	2 199
Japán	1 550	1 857	1 638	1 556	1 665	1 895	2 122	2 345
Európa	1 056	1 150	1 162	1 119	1 135	1 158	1 176	1 187
Egyéb	0 381	0 439	0 375	0 375	0 413	0 474	0 510	0 535
Összesen	4 433	5 388	4 686	4 575	4 867	5 396	5 883	6 266
Növekedés (%)	14,6	21,6	13,0	—2,4	6,4	10,9	9,0	6,5

Diszkrét alkatrészek fogyasztási mennyisége (db)								
USA	8 261	10 380	9 748	10 164	11 408	12 462	14 067	15 434
Japán	24 602	29 757	27 763	26 829	28 707	31 580	35 969	41 140
Európa	6 815	6 950	8 605	8 287	8 111	7 988	8 397	8 795
Egyéb	6 191	6 857	5 855	6 000	6 600	7 298	7 968	8 636
Összesen	45 869	53 944	51 971	51 280	54 826	59 328	66 401	74 005
Növekedés (%)	25,3	17,6	—3,7	—1,3	6,9	8,2	1,9	11,5

Átlag eladási ár (centben)								
USA	18	19	16	15	15	15	15	14
Japán	6	6	6	6	6	6	6	6
Európa	16	17	14	14	14	15	14	14
Egyéb	6	6	6	6	6	7	6	6
Átlag	10	10	9	9	9	9	9	8

(VTR Világpiaci Tükör, 1986/2.)

A Szovjetunió iskolaszámítógép-üzletébe való bekapcsolódásért folyó harc első szakasza 3,6 mill. \$-os megrendeléssel zárult, melyet japán cégek kaptak. 4000 db mikroszámítógépet szállít a Nippon Gakki Co., perifériákat pedig a Star Micronics Co.

A 8 bites számítógép, amely mellett az Elektronorgtechnika döntött, a Yamaha házi számítógépének változata. Az amerikai Microsoft Corp. MSX-szoftver-je fut rajta. A rendszert nyomtató, monitor és floppy-egység egészíti ki, ára 314 \$

A Wall Street Journal véleménye szerint Moszkva valószínűleg közel 1 millió hasonló számítógépet akar vásárolni, hogy oktatási színvonalát, felszereltségét a nyugatihoz közelítse.

A Szovjetunió számítógép-pótlásszükséglete hatalmas. A japánokkal további több ezer számítógép szállításáról már folynak az új tárgyalások.

Hivatalos körök jelentései szerint a Szovjetunió 50000 számítógépes központot tervez az iskolákban, amelyeket még egymillió ezután vásárolandó számítógéppel szerelnek fel.

A számítógépes központok iránt támasztott követelmények csak lassan rajzolódnak ki. Minden központnak 8 bites berendezések összekapcsolásából kell állnia, így a diák számítógépe az oktató központi gépével áll kapcsolatban.

Ehhez tartoznak négyszínű japán formátumú display-k, melyeket napi 10 órás folyamatos működésre szánnak.

Az egyik követelmény meglepte az angolokat, de különösen nagy feltűnést keltett az USA-ban. A számítógépeknek az oroszok kívül angol tasztatúrával és programozási lehetőséggel is rendelkezniük kellett.

(VIRT Világpiaci Tükör, 1986. január)

Albániában az elektronika területén is jelentős lemaradás tapasztalható. Ezt példázza, hogy az üzletekben televíziót nem árulnak — mint luxuscikket a munkahelyen utalják ki — s a gyárakban az illetékes pártszervezet választja ki a szerencséseket, akik hozzájuthatnak. Egy-egy fényűzési cikként besorolt fekete-fehér televízióért másfél-két hónapi bérnek megfelelő összeget kérnek.

Albániában egyelőre a fekete-fehér televíziók vannak túlsúlyban. Színes televíziókat és videófelszereléseket csak a külső vendégeknek fenntartott szállodákban üzemeltetnek. Ez utóbbiakat főleg Japánból és nyugat-európai országokból szerzik be. Színes adás közvetítésére és vételére ugyanakkor az országban már van lehetőség. Az albán televíziógyártás Dures-ben folyik, ahol a televíziókat importált alkatrészekből szerelik össze.

A népszaporulat és az ebből adódó foglalkoztatottsági gondok teszik szükségessé, hogy Albánia ne kész elektronikai eszközöket importáljon, hanem ezek alkatrészeit, amelyeket az országban szerelnek össze kész terméké.

Elektronikai termékek exportja Albániába termékcsoportonként és fő exportálóként

	Számítógépes eszközök	Szórakoztató elektronika	Híradástechnika és távközlés	Elektronikus áramkörök
	érték: millió USD			
Csehszlovákia	—	—	—	—
Dánia	—	—	—	—
Dánia	—	—	0,6	—
Franciaország	0,2	—	1,2	1,2
NDK	0,1	—	0,2	—
NSZK	—	0,3	3,3	0,1
Magyarország	—	—	1,0	—
Olaszország	1,0	0,1	0,1	0,3
Japán	—	—	0,6	—
Svájc	—	—	0,4	—
Nagy-Britannia	0,2	—	0,5	—

(VIRT Világpiaci Tükör, 1986/2.)

A Philips cég vezérigazgatója, dr. W. Dekker, a vállalat vezető munkatársai előtt kifejtette, hogy 119-re (a cég fennállásának centenáriuma) szeretnék elérni a 90 millió holland forintot (kb. 30 millió USD) értékesítési összvolument, ami az adók levonása után mintegy 3—4%-os profitot jelentene.

(Control Engineering, 1986. április.)

A Kontakta célul tűzte ki egy kis élőkommunikációs igényű, nagy termelékenységű, korszerű érintkező gyártástechnológiájának kidolgozását és a most induló szalaggalvanizáló ennek, az egész gyárra kiterjedő technológiájának egy része.

A szalaggalvanizáló egy folyamatos működésű galvanizáló berendezés. Az elősajtoló, vagy fém hevederbe fűzött érintkezőket egy hajtómű fogazott röngök segítségével, egyenletes sebességgel húzza át az előkészítő és galvanizáló kádakon (cellákon). Ezek a cellák egy 15 méter hosszú asztal két oldalán vannak elhelyezve. A nyers érintkezőket tartalmazó dobot felhelyezik az asztal egyik oldalára, majd végigvezetve a 30 méteres technológiai hosszban, elvégzik a szükséges galvanizálási műveleteket és a kész, galvanizált érintkezőket újból újra csévélik. A leválasztott bevonat vastagsága a cellán átfolyt áramon kívül a szalag haladási sebességével is befolyásolható.

A szalag sebességét 2—12 méter/perc között tudják változtatni. Ez azt jelenti, hogy a szokásos osztástávolságot figyelembe véve 2 méter/perc haladási sebességnél a berendezés óránként kb. 50 000 db érintkező aranyozását képes elvégezni.

Valamennyi cellához tartozik egy puffer-tartály, ahol a galvánfűtő automata által vezérelt fűtése, szűrése, pH-mérése, ill. beállítása és vegyszeradagolása történik. Minden folyamat egy központi vezérlőegységről szabályozható.

vt. heftszűrséP qglvrrliké

A berendezésen a meglevő aranyozó cellákon kívül ezüstöző és palládiumozó cellák elhelyezése is lehetséges.

(Kontakta Híradó.)

A Mitsubishi Corp. a japán piacon megjelent a „világ legnagyobb” képátmérőjű színes tv-készülékével. A 89 cm-es képcső lapos-sarkosított kialakításánál, a katódsugárcsővet oly mértékben kellett megnövelni, hogy 12 cm-rel nagyobb lett, mint egy hasonló 66 cm-es képcső (összesen 60,4 cm). A tv-készülék átlagos mzsú-ki-r átlagos műszaki- és szolgáltatási paraméterekkel rendelkezik. Az ára közel 8500 DM lesz, de nemcsak az „súlytja” a leendő vásárlókat, hanem a készülék súlya is, ami 105 kg.

(VTRT Világpiaci Tájékoztató, 1986/1.)

	Érték: mill. \$-ban			Évenkénti átl. növekedés, %
	1980.	1984.	1989.	1980—1989.
EPROM	539	1192	2069	16,1
ROM	322	427	844	11,3
EEPROM	45	156	695	35,6

(VTRT Világpiaci Tájékoztató, 1986/1.)

A Siemens és az amerikai GTE Telefonsársaság (Stamford, Connecticut) közös vállalatot alapít. Az új cég elsősorban az Egyesült Államok piaca számára fejleszt és gyárt nyilvános telefonhálózati és átviteltechnikai berendezéseket. Az alapítók a Siemens technika és a GTE amerikai piaci jelenlét összekapcsolásától mindkét vállalat piaci pozíciójának erősödését várják.

(Siemens Presseinformation.)

Szimpozium a Telefongyárban

Sikeres szimpóziumot rendezett 1986. október 8-án a Telefongyárban az angol COATES BROTHERS cég megbízásából az Agentura kft. E szimpózium keretében kívánta megismertetni az angol cég a telefongyári illetve a hazai nyomtatott huzalozású lapgyártással foglalkozó szakembereket az XV 100 Imagacure márkanévű szitanyomtatható fotoreziszt forrasztásgátló lakkal.

A téma iránti fokozott érdeklődést támasztja alá az a tény, hogy a szimpóziumon képviseltette magát tizennégy hazai nyomtatott huzalozású lapgyártással foglalkozó vállalat közel félszáz neves szakembere, közöttük olyan szaktekintélyek, mint például Molnár Béláné a VIDEOTON Vegyigárgyáregységének főmérnöke, Juhász Koppány a Híradástechnikai Szövetkezet főosztályvezetője, dr. Steiner Iván és dr. Gerstenmayer György a MEV szakértői, valamint Baloghné Schneider Mária az egri VILATI és Balik Pál a váci HAGY nyomtatott huzalozású lapgyártás üzemvezetői.

Az angol céget két vezető szakemberük P. M. Sculpher műszaki és S. Nannestad kereskedelmi igazgatók képviselték, a Telefongyár részéről a szimpóziumon megjelent Kóvári József műszaki igazgatóhelyettes, Schnürmacher Tamás technológiai főmérnök — aki a vállalat vezetése nevében köszöntötte a szimpózium résztvevőit — valamint mintegy tíz vállalati szakember.

A tanácskozáson az angol cég jelenlévő képviselői tartottak igen érdekes magas színvonalú vetített képes előadást, melyet a KSZGY Nyomtatott huzalozású lapgyártó üzemében gyakorlati bemutató, majd ezt követően konzultációs megbeszélés követett.

A szimpózium témaköre szervesen kapcsolódik fejlesztői tevékenységünkhöz, mivel vállalatunknál egy jelentős rekonstrukciós tevékenység zajlik a nyomtatott huzalozású lapgyártás területén. E rekonstrukció keretében nemcsak a terület és a gyártó berendezések rekonstrukciójáról van szó, hanem az alkalmazott technológiák szükség szerinti „rekonstrukciójáról” azaz korszerűsítéséről is. E fejlesztői elképzeléseink sorába kapcsolódik a jelenleg is problémátikus forrasztásgátló védőmaszk kialakítás fejlesztése, illetve új technológiák megkeresése és gyári alkalmazása.

Jelenleg a Telefongyárban csak szitanyomtatással készíthető forrasztásgátló lakkozási technológia kerül alkalmazásra. Az alkalmazott technológia következtében az alábbi problémák jelentkeztek:

1. Az UV-forrasztásgátló szitafesték tapadása a megömlesztett galván vagy tüzi SnPb felületén — még a festékgyártók véleménye szerint is — csak 60–70%-os, minek következtében gépi forrasztáskor a vezetők felületén „narancsosodás” vagy nagyobb összefüggő felületeken forrasztásgátlólakk leválás tapasztalható.

A narancsosodás illetve a forrasztásgátlólakk leválás elkerülése céljából több konstrukciós és technológiai változtatást hajtottunk végre, amelyek

eredményeként nagymértékben lecsökkent az ilyen jellegű meghibásodások száma.

Melyek voltak ezek az intézkedések?

- a nyomtatott huzalozású lapok tervezésekor a nagyobb összefüggő felületeket „rácsos szerkezetű” felületekké alakítottuk át. Ezt azonban nem minden lap konstrukció engedi meg.
- kidolgoztuk a szelektív ónozási technológia Telefongyári alkalmazásának feltételeit, amelyet már az egyoldalas lapoknál sikeresen is alkalmazunk. (A kétoldalas lapok szelektív ónozási kísérleti fázisban van, az eddig kapott eredmények nagyon biztatóak.)
- kísérleteket végeztünk a forrasztásgátlólakk vastagabb rétegben történő felvitelére is, de ez a kísérletünk csak egyes területeken — a normál rajzolatú nyomtatott huzalozású lapoknál — igazolta elképzeléseinket, mivel finomrajzolat esetén a vastagabb, lakkréteg rendszeresen letakarta a forrasztásokat is. Egyébként is a finomrajzolatú nyomtatott huzalozású szitanyomtatással történő forrasztásgátló lakkozási még vékonyrétegű lakk esetén is — a nyomtatási erők torzító hatása miatt — nagyon sok gondot és szinte megoldhatatlan minőségi problémát jelent a nyomtatást végzőknek.

2. Kísérleteket végzünk a finomrajzolatú lapok szitanyomtatási, valamint forrasztásgátlólakk leválási problémáinak megszüntetése céljából fotoreziszt forrasztásgátló maszk alkalmazhatóságának terén, melynek eredményei a közeljövőben kerülnek vizsgálatra és kiértékelésre. Az már most a kísérletek elején is megállapítható, hogy a fotoreziszt forrasztásgátló maszk alkalmazása mind anyagköltségeiben, mind élőmunka ráfordítás költségeiben jelentősen felülmúlja a szitanyomtatási technológiával történő maszk kialakítást, igaz ehhez a költségnövekedéshez nagymértékű minőségjavulás társul.



1. ábra. Schnürmacher Tamás Technológiai Főmérnök üdvözlő a szimpózium résztvevőit



2. ábra. Műszaki ismertető előadást tart P. M. Sculpher műszaki igazgató

Összefoglalva az eddigieket megállapítható:

- a szitanyomtatással kialakított forrasztásgátló lakkbevonat csak a normálrajzolatú nyomtatott huzalozású lapoknál alkalmazható gazdaságosan, finomrajzolatú lapoknál nem.
- A finomrajzolatú lapok megfelelő minőségű védőmaszkkal való bevonata csak fotoreziszt technikával alakítható ki. Ez a technika azonban nagyon költséges.

Kellett tehát keresni valami mást, valamilyen új technológiai megoldást, amellyel a kívánt minőség biztosítása mellett a költségek viszonylag alacsony szinten tarthatók. Ez a valami más, ez az új technika lehet a szimpózium témáját képező IMAGECURE anyag, a szitázható fotoreziszt forrasztásgátló maszk.

E technológia lényege — amely a későbbiekben részletesen ismertetésre kerül — hogy az eddigi forrszem kitakarásos szitanyomtatás helyett — amely a finomrajzolatú nyomtatott huzalozású lapoknál szinte megoldhatatlan feladat elé állította a nyomtatást végző dolgozókat — teljes felületű nyomtatást kell végezni, amelyre beszárítás után diazó gyártófilmen keresztül történő UV-megvilágítás és előhívás eredményeként jön létre a kívánt forrasztásgátló bevonat.

A szimpózium vállalatunk számára több okból is nagyon hasznos volt:

- első kézből kaptunk tájékoztatást és nagyon hasznos információkat a minket érdeklő kérdésekre,
- a szimpózium vállalatunknál történő megrendezése mintegy elismerése is a nyomtatott huzalozású lapgyártás terén végzett eddigi tevékenységünknek,
- Telefongyár szakmai tekintélyének növelése.

A szimpózium vállalatunknál történő megrendezése azért is hasznos volt, mivel lehetőséget biztosított a hazai nyomtatott huzalozású lapgyártással foglalkozó szakembereknek, hogy megismerjék a munkánkat és kötetlen beszélgetés formájában kicserélhessük tapasztalatainkat. Ez a kötetlen eszmecsere lehetősége véleményünk szerint nagyon fontos, mivel köztudomású, hogy fehér asztal melletti baráti beszélgetés során esetenként több

és hasznosabb információt lehet beszerezni, mint hivatalos tárgyalásokon.

A TELEFONGYÁR által rendezett szimpózium osztatlan elismerést váltott ki a külföldi és a hazai szakemberek körében, növelte a Telefongyár eddig is jó hírnevét.

Még egyszer szeretnénk kihangsúlyozni, a tanácskozás nagyon hasznos volt és bízunk abban, hogy még több hasonló is fogja követni ezt az úttörő vállalkozásunkat.

Az alábbiakban meg szeretnénk ismertetni olvasóinkat illetve a nyomtatott huzalozású lapgyártással foglalkozó szakembereket az XV 100 IMAGECURE szitázható fotoreziszt anyaggal és gyártástechnológiájával.

Műszaki adatok és technológiai tanácsok

Az áramkörüi lemezek tisztítása

Az XV 100-as IMAGECURE felvitele előtt a nyomtatott huzalozású lapokat meg kell tisztítani olajtól, zsírtól és más kémiai és mechanikai szennyezettségtől.

a) vörösréz rajzolatú lemez esetében

A nyomtatandó felületek csiszolással történő felületelőkészítése általában elégséges, de erősen szennyezett lemezeket ammónium perszulfátban mikromaratni kell, ezt követően öblítés és alapos szárítás szükséges.

b) ón/ólom rajzollal ellátott lemezek esetében

A freonos zsírtalanítás általában elégséges, de ha a lemez ionos maradvánnyal szennyezett, ez esetben meleg deionizált vízzel történő mosásra van szükség, amely után a lemezt meg kell szárítani.

Hígítás

A szitanyomó XV 100-as IMAGECURE-t nyomtatásra kész állapotban kerül szállításra. Ezért külön hígítás nem szükséges. Különleges esetekben amikor hígításra van szükség, ott kis mennyiségű 4—5% XZ 46-os hígítót lehet használni.



3. ábra. A jelenlévők érdeklődve hallgatják az előadást

Nyomtatás

Vörösréz felületek nyomtatására 30—34 T-s szitaszövet használata szükséges a kb. 20 mikronos rétegvastagság elérésére. Ón/ólom felületre történő nyomtatásnál nagyobb rétegvastagság elérése alapvető fontosságú, hogy elkerülhető legyen a reziszt betöredezése és a forrasztás után is megfelelő legyen a tapadás, ezért 25 T-s polyester vagy ennek megfelelő acél szitaszövet használata szükséges, hogy ezáltal megközelítőleg 30—40 mikron vastagságú forrasztásgátló reziszt réteg képződjön; Polyuretán ill. gumi rákel egyaránt megfelel. Általában, a meglehetősen puha, 55—65 shore keménységű polyuretán rákelek 10—20°-os szögben történő használata célszerű. Szitanyomtatáshoz forrasztási pontok nélkül, azaz üres szitát kell készíteni, úgy, hogy a szitázandó lap méret kontúrjai legyenek kb. 50 mm szélességben letakarva. Ehhez célszerű a PANGOLIN siebfüller szitakitöltőt használni.

Szárítás

A forrasztásgátló réteggel bevont lemezeket addig kell szárítani amíg az összes oldószer el nem párolgott és a bevonat kihűlt állapotban kemény, tapadásmentes réteget alkot. Hagyományos beégető kemence, használatánál 15 percig tartó 120°C-on történő szárítás szükséges. Ha ennél a szakasznál hiba jelentkezik a lemezen, a forrasztásgátló bevonat az univerzális szitamosóval (11—00) könnyen eltávolítható, és a nyomtatást az előzőekben leírtak szerint kell ismételni.

Megvilágítás

Az IMAGECURE a 320—400 nm-es hullámhossztartományban UV sugárzásra érzékeny. Hőre térhálósodott és vegyileg ellenálló bevonat elérése érdekében a megszáritott rétegre a kívánt forrszem kitakarást pozitív diazó film pozícionálással majd UV-megvilágítással kell kialakítani. A megvilágítási idő függ a fényerőtől, a spektrális teljesítménytől és a megvilágító berendezés konstrukciójától. Bár az „IMAGECURE” a hullámhosszak széles skáláján is jól kikeményedik, a térhálósodás leginkább a 360 nm körüli UV-sugárzásban következik be. A kísérletek során arra a megállapodásra jutottunk, hogy a DMUL—A megvilágítóval az „IMAGECURE” megvilágítása 80—120 másodpercet igényel.

Vigyázni kell arra, hogy a pozícionáló filmet csak teljesen lehűlt állapotban szabad a megvilágított felületről eltávolítani. Ellenkező esetben a film feltapad és ennek következtében mind a film, mind a megvilágított réteg megsérülhet. A fentiek miatt a folyamatos gyártás biztosítása céljából célszerű 2—3 garnitúra filmmel dolgozni. Megvilágítás után a megvilágított felületen az emulzió becserződik és kimoshatatlan lesz.

Előhívás

Megvilágítás után a kikeményítetlen helyeket gyorsan ki lehet mosni az XZ 42 IMAGECURE előhívóval. Célszerű az előhívást olyan berendezésben végezni, amely folyadék szórása kb. 3 atm-t eléri, ezzel biztonságosan el lehet távolítani a furatokba került anyagot. Az áramköri lemezeket ezt követően vízzel kell öblíteni és alaposan megszártítani (10 perc 120 °C).

Utókeményítés

Az előhívott lemezt aminek az UV-száritó berendezésen min. 2×80 Watt/cm UV fényforrás és 3—5 m/perc sebességű áthaladást kell biztosítani. Eredményül egy teljesen kikeményedett bevonatot kapunk.

Rétegtulajdonságok

Az „IMAGECURE” zöld színű, amely könnyedén bevizsgálható a minőségi ellenőrzés során. A teljesen kikeményedett réteg minimum 10 másodpercig ellenáll a 260 °C-os mártóforrasztásnak. Az elektromos jellemzők legalább olyan jók, mint a hagyományos szitanyomó egy vagy két-komponenses illetve az UV-forrasztásgátló lakkoknak.

Dielektromos szilárdság KV/cm	800
Dielektromos állandó	2,9—2,7
Szigetelési ellenállás	10^{12} ohm
Éghetőség	az UL 94 engedélyhez bevizsgálva (UL 94 rated VO file No. E 83564)

Valló Péter

A MŰSZERKÖLCSONZÉS VILÁGTENDENCIA

Nálunk gazdagabb országokban is terjed a kölcsönműszerek használata, mert

- nincs szükség nagyösszegű beruházásokra,
- az ellenőrzött műszer azonnal rendelkezésre áll,
- használata után további fenntartási költség nincs
- tartós használat esetén lízing lehetőség van

HAZAI VISZONYLATBAN A KÖLCSONMŰSZER KÜLÖNÖSEN ELŐNYÖS, mert:

- nincs szükség kemény valutára nyugati műszerek beszerzéséhez,
- a kölcsöndíj költség keretből fizethető,
- fogyóanyagok, tartozékok ugyancsak forintért rendelkezésre állnak,
- ingyenes bemutatás, házhozszállítás (Budapest területén),
- heti kölcsöndíj a műszer árának csupán 0,3–1,25%-a.

**MŰSZERPARKUNKAT FOLYAMATOSAN FELFRISSÍTJÜK
A LEGNEVESEBB MŰSZERGYÁRTÓK VILÁGSZÍNVONALÚ
TERMÉKEIVEL!**

Kérje ingyenes KÖLCSONMŰSZER JEGYZÉKünket!

**FELVILÁGOSÍTÁS-ÜGYINTÉZÉS-ELŐJEGYZÉS:
450-903 vagy 622-366/176 telefonon, vagy személyesen:
MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
MŰSZERKÖLCSONZÉSI FŐOSZTÁLY**

Budapest XI., Szakasits Árpád út 59-61. I. emelet 107. szoba





BERUHÁZÁS HELYETT – KÖLCSÖNÖZZÖN MŰSZERT!

DEVIZA NÉLKÜL is hozzájuthat a legkorszerűbb precíziós műszerekhez!

MEGTÉRÜL A KÖLCSÖNDÍJ, mert:

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

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

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

FOGYÓANYAG, TARTOZÉK pótlás, – ugyancsak forintért!

LIZING LEHETŐSÉG: egyes műszer, vagy számítógép típusokra!

SZAKTANÁCSADÁS · HÁZHOZSZÁLLÍTÁS · BEMUTATÁS!

KÉRJE INGYENES KÖLCSÖNMŰSZER-KATALÓGUSUNKAT!

FELVILÁGOSÍTÁS, ELŐJEGYZÉS, ÜGYINTÉZÉS: 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



Д-р Лайтха, Д.—д-р Хесбергер, А.:

Размышления о новых результатах и поучительности 3. Международного Симпозиума по проектированию Сетей

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Третий Международный Симпозиум по Проектированию Сетей был организован под названием «Networks '86» от 1 по 6 июля 1986 года в Иннисбруке, возле флоридской Тампа. В статье отчетного характера подчеркиваются важнейшие результаты и рассмотрены некоторые проблемы отечественного использования этих результатов.

Петхеш, И.:

„Персональная коммуникация” — настоящее и направление развития в Европе радиотелефонных сетей системы ячеек

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Автор рассматривает структуру и преимущества радиотелефонных систем ячеек. Статья дает обзор о действующих и проектируемых в Западной Европе системах, а также о международных стремлениях, направленных на создание компактильности до сих пор отделенных сетей и чтобы они согласовались с услугами цифровой сети с интегральными услугами (SDN), охватывающую персональную коммуникацию в целом.

Д-р Халас, Е.—Д-р Гефферт, Л.—Хади, Е.:

Каскадный синтез фильтров емкостной связи с оптимизацией

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Излагается метод каскадного синтеза на ЭВМ емкостной связи, содержащей второстепенные основные звенья. Существенная новизна данного метода заключается в том, что проектирование может быть выполнено при одновременной спецификации амплитуды и времени пробега. Описанный в статье метод аппроксимации может быть применен одновременно для аналоговых и дискретных схем. Изготовленная программа строится на базе основных звеньев Fleischer—Laker. В статье также излагается и метод сосредоточения допусков. Проектирование иллюстрируется с приведением образцовых примеров.

Нергеш, Е.—Польгар, Е.:

Повышение частотных границ аттенуаторов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Статья занимается рассмотрением высокочастотных аттенуаторов, построенных по каскадной схеме и реализованных на основе имеющихся в продаже переключателей. Рассматривает основы теории использования и проблемы реализации переключателей, замещаемых индуктивностями с потерями. Приводит технические данные реализованных аттенуаторов.

Ванко, П.:

Роль точечных неисправностей и испытание в однокристалле Si

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Испытание точечных неисправностей в технологии обработки кремниевых пластин представляет собой важный вопрос. Автор рассматривает роль важнейших загрязнений кремния, как например: кислородом, углем и переходными благородными металлами. В среде методов испытания подчеркивается метод DLTS и описывает собственное измерение, проведенное с загрязненными железом кремниевыми пластинами n-Si.

Хорват, И.:

Применение терминала ТАП 34 в качестве устройства Управления системой ИЕС 625

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Статья коротко знакомит с построением разработанного на заводе «Телефондьяр» устройства управления системой ИЕС 625 и универсального блока стыковки к терминалу, с бозик интерпретатором системы, а также анализатором шины.

Кендереш М.

Приемник свч малого уровня шума

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1987. № 7.

Потребность в приемниках сверх высокой частоты, обладающих с малым уровнем шума возникала вместе с появлением техники свч. Особенно актуальным стало этот вопрос в сфере связи при помощи ИСЗ, где мощность передатчиков ограничена, и таким образом качество приема можно повысить только с более чувствительными приемниками. В статье рассматриваются методы получения более низкой температуры шума; особое внимание уделяется результатам, полученным при применении эффекта Джонсона. Для сравнения представляются результаты с диодом супер-Шотки. Кроме описания конкретных реализаций в статье дается их сравнительный анализ и оценка. В конце статьи при помощи диаграммы можно пересмотреть достигнутые результаты.

* * *

Dr. Lajtha, Gy.—Dr. Heszberger, A.:

Gedanken über die neuen Ergebnisse und Belehrungen des Dritten Internationalen Symposiums für Netzwerkenwurf

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7.

Das Dritte Internationale Symposium für Netzwerkentwurf wurde unter dem Titel „Networks '86“ in Innisbrook bei Tampa (Florida, USA) im Zeitraum vom 1. bis 6. Juli gehalten. Dieser berichtsartige Artikel hebt die wichtigsten Ergebnisse hervor, und geht auf einige Fragen deren Nützung in Ungarn ein.

Pethes, I.:

Das Zellsystem der „Personalkommunikation“ die Gegenwart und die Entwicklungsrichtung der Funktelefonnetze

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7.

Der Verfasser erörtert den allgemeinen Aufbau und die Vorteile der Funktelefonsysteme mit Zellen. Der Artikel gibt uns eine kurze Zusammenfassung über die in West-Europa funktionierenden und geplanten Systeme, sowie über diejenigen internationalen Bemühungen, die zum Ziele setzen, dass mit dem neuen System die bisher abgesonderten Netzwerke kompatibel gemacht werden können und, dass diese Netzwerke zu den ISDN Dienstleistungen, welche das Gesamtgebiet der Personalkommunikation umfassen, passen sollen.

Dr. Halász, E.—Dr. Gefferth, L.—Hadi, E.:

Kaskadsynthese von Schalter-Kondensator-Filter mit Optimierung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7

Eine rechnerunterstützte Methode für Kaskadsynthese von Schalter-Kondensator-Biquad-Filtern ist präsentiert. Die wesentliche Neuheit der Methode ist die gemeinsame Approximation von Dämpfungs- und Laufzeitanforderungen. Die präsentierte Approximationsmethode kann für analoge und diskretzeitige Filter gleicherweise verwendet werden. Das jetzige Program ist für Fleischer-Laker Biquads ausgearbeitet. Eine Entwurfszentrierungsmethode, nur für Dämpfungsanforderungen, ist auch präsentiert.

Nyerges, E.—Polgár, E.:

Die Erhöhung der Brandbreite von Eichleitungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7.

Der Artikel befasst sich mit Seriengliedern aufgebauten Eichleitungen, die handelsmässige Schalterelemente enthalten. Theoretischen Grundlagen der Verwendung von mit verlusteten Induktivitäten ersetzbaren Schaltern und Problemen der Ausführungen werden behandelt. Technische Parameter der realisierten Eichleitungen werden angegeben.

Vankó, P.:

Der Einfluss von Punktdefekten und ihre Untersuchung in Si-Einkristallen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7

Die Untersuchung von Punktdefekten in Si-Einkristalle ist ein zentrales Problem der Scheibenherstellung geworden. Der Einfluss der wichtigsten Verunreinigungen im Si (Sauerstoff, Kohlenstoff, Übergangs- und Nobelmetalle) wird erörtert. Die DLTS-Methode wird ausführlich behandelt und ihre Anwendung an mit Eisen verunreinigten n-Si Material beschrieben.

Horváth, I.:

Anwendung des Terminals Typ TAP 34, als Steuerungseinrichtung des Systems IEC—625

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7

Der Beitrag legt den Aufbau der in der Telefonfabrik entwickelten Steuerungseinrichtung des Systems IEC 625 und der gerätenseitigen Kopplungseinheit, sowie den BASIC Interpreter des Systems und einen Busanalysator dar.

Dr. Kenderessy, M.:

Rauscharme mikrowellen Empfänger

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7.

Rauscharme mikrowellen Empfänger waren immer notwendig in Mikrowellentechnik. Es sind aber wichtig geworden in Satellitenübertragung, wo die Sendeleistung begrenzt ist, und zu verbessern den Qualität kann man nur mit sehr empfindliche Empfänger. Dieser Artikel gibt einen Überblick von den Methoden, welche ergeben kleine Rauschtemperaturen und beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Verwendung des Josephson-Effektes erreichten Resultaten. Zum Vergleich sind auch die Resultate mit Schottky-dioden gegeben. Hier sind abgeschrieben die praktische Lösungen, seinen vergleich und seinen Wertung. Zuletzt ein Diagramm gibt guten Überblick von den erreichten Resultaten.

• • •

Dr. Lajtha, Gy.—Dr. Heszberger, A.:

Reflections for the New Results and Lessons from the Third International Symposium on Network Planning

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7

Third International Symposium on Network Planning has been organized under the title „Networks '86" in Innsbrook by the Floridan Tampa in 1—6, July, 1986. The article of reporting character emphasizes the most important results and outlines some problems of utilizing of these results in Hungary.

Pethes, I.:

The Present and the Development Tendency of the „Personal Communication"—Cellular Radio Telephone Systems in Europe

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7.

The author deals with the general structure and the advantages of the cellular radio telephone systems. The article offers a survey of the West European working and planned systems and the international effort to make compatible the networks being isolated up to now with a new system and adapt them to the ISDN facilities comprehending the entirety of the personal telecommunication.

Dr. Halász, E.—Dr. Gefferth, L.—Hadi, E.:

Optimization of Cascaded Switched-Capacitor BiQuads

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7

The paper presents a computer aided design method for switched-capacitor biquad filters based on simultaneous optimization of amplitude shaping and delay equalization. A general purpose computer program was developed for the approximation problem. The program contains—as a special application—the realization of the Fleischer-Laker type SC biquads. A tolerance design method of amplitude shaping Fleischer-Laker type cascaded SC biquads is described. An example is given to illustrate the simultaneous approximation and design of an 8.8 order band pass filter.

Nyerges, E.—Polgár, E.:

Frequency range extension of attenuators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. Nr. 7.

The paper deals with high frequency attenuators of cascade design realized with commercial type switches. The theoretical basis and the problems of realization are treated, provided, that the switches applied can be substituted with lossy inductances. Technical data of the realized attenuators are presented.

Vankó, P.:

Point defects in Si: roll and investigations

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7

The investigation of point defects has become central problem of silicon wafer technology. The roll of main impurities in Si (oxygen, carbon, transition and noble metals) is surveyed. The DLTS method is stressed from different methods and an investigation of iron in n-type Si is published.

Horváth, I.:

Application of TAP—34 as IEC—625 system-controller

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7

The paper briefly informs on the construction of the system-controller IEC—625 and of the universal instrument-side coupling unit developed by Telefongyár, on the BASIC interpreter of the system and a bus-analyser.

Dr. Kenderessy, M.:

Low-noise microwave receivers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1987. No. 7.

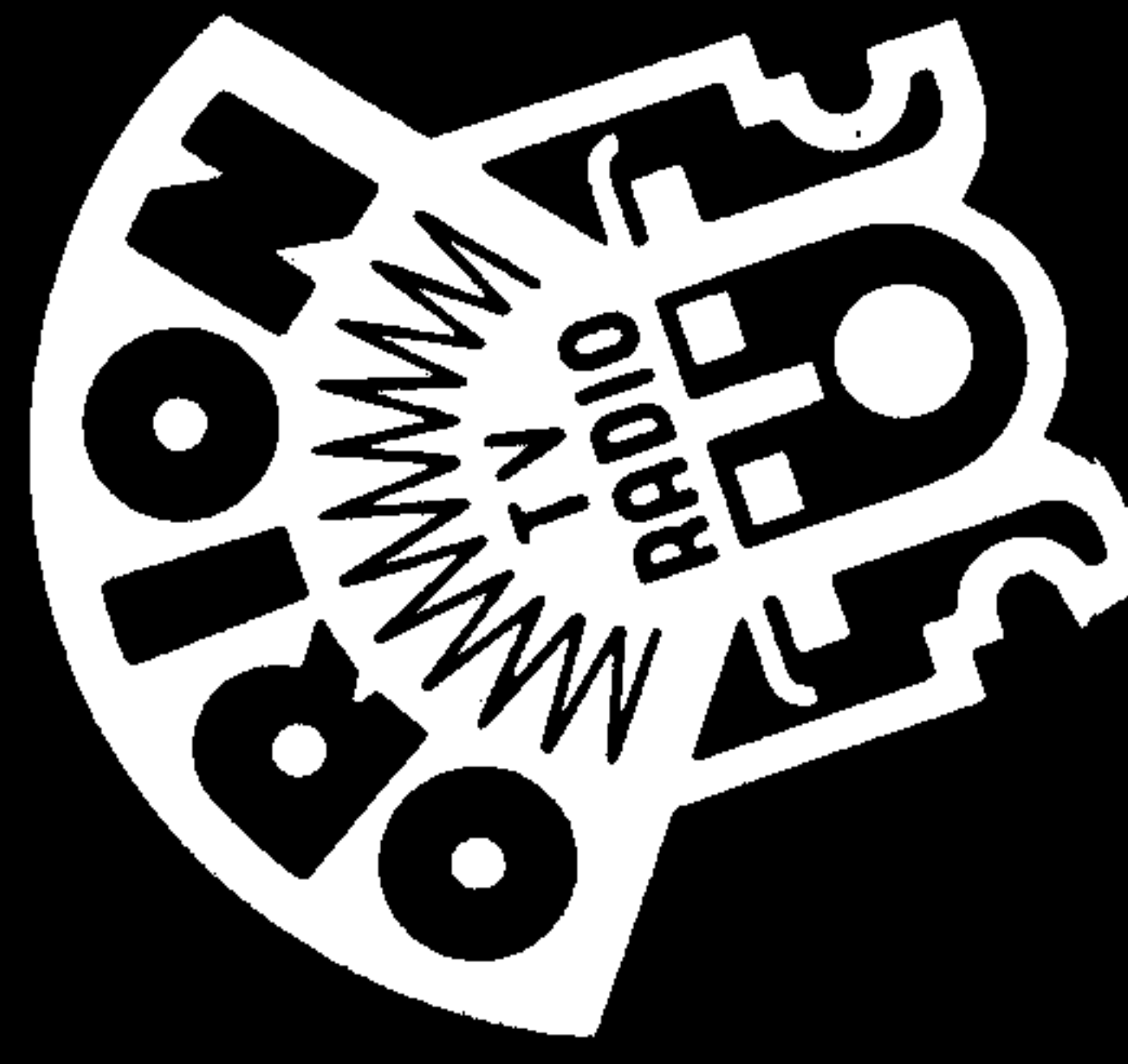
Low-noise microwave receivers were always necessary in the microwave technique. It becomes very important in the field of satellite communication, where the transmitter-power is limited and to improve the quality of reception is possible only with more sensitive receivers. This paper gives a survey from the methods which result a low noise-temperature, and first of all from the application of Josephson effect in receivers. For comparison there are given the results with super-Schottky diodes. The paper gives the practical solutions, the comparison and appreciation of the results. At last we can find a diagram from the achieved sensitivities.

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., 193. Telefon: 175-200. Felelős kiadó: Dr. Varga György igazgató. 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 2037.

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375



ORION ADP 2100

alfanumerikus display



FŐBB JELLEMZŐK:

KÉPFORMÁTUM:

- 24 sor,
- 80 ill. 132 karakter/sor,
- 10x10 ill. 10x9 pont mátrix,
- 31 cm képernyőátmérő,
- P31 zöld fénypont.

KARAKTERKÉSZLET:

- számok, írásjelek,
- latin nagybetűk,
- latin kisbetűk, vagy ciril nagybetűk,
- 30 grafikus karakter,
- 128 felhasználó által definiálható karakter (EPROM-ba égetve).

ÜZEMMÓDOK:

- VT 52 üzemmód,
- ANSI üzemmód.

ADATÁTVITELI INTERFACE:

- CCITT V.24. (RS-232) 75-19200 Bd között beállítható sebességgel.

NYOMTATÓ INTERFACE:

- párhuzamos, CENTRONICS típusú kódszerver: ASCII.

ORION

Rádió- és Villamossági Vállalat
Budapest X., Jászberényi út 29.