



A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

FOLYÓIRATA

XXXIX. évfolyam

BUDAPEST

1988

5

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXIX. évfolyam 1988. 5. szám

BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXXIX. évfolyam 1988. 5. szám

MEV REMIX TKI MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

VI. évfolyam 1988. 5. szám

Felelős szerkesztő:
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANGYAL LÁSZLÓ
MÉREY IMRÉNÉ
SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

*

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

HTE

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

BHG

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

MEV

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

ORION

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

REMIX

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

TKI

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

TERTA

Rovatvezető: Szalay Tibor
Tudományos szerkesztő: dr. Gordos Géza,
Keller János, Márik Zoltán,
Porpáczy Elemér, Schnürmacher Tamás,
Török László, Veress Péter

*

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 ROVATTÁRSÁK

HTE	(H)	BEAG	HTV
TKI	(□)	BME	KONTAKTA
BHG	(#)	BRG	KŐPORC
TERTA	(↔)	EMO	KFKI
ORION	(*)	El. Szöv.	M. Posta
MEV	(↑)	FMV	ML
REMIX	(△)	GAMMA	MM
		HTSZ	MFKI
		HAGY	TUNGSRAM

TARTALOM

KOVÁCS LÁSZLÓ: Múltunk, jövőnk, munkánk, életünk: az ORION...	193
BORS LÁSZLÓ—KINCS ZSOLT—SZABÓ LÁSZLÓ—WEISZ TAMÁS— NÉ: Kis fogyasztású 400 MHz-es digitális rádiórelé berendezés kor- szerű áramkörü megoldásokkal	197
SZÁSZ GERŐ: Műholdas és kábeles televíziózás hazai sajátosságai	205
Díjak kiosztása (213, 227, 231)	208
NÓBIK LAJOS: A CCITT telefonvonalas adatátviteli szabványosítási tevékenysége és az ORION néhány eredménye	209
DENK ATTILA—DR. FRIGYES ISTVÁN—DR. MOLNÁR BÉLA: Középfrekvenciás QPSK direkt fázisregenerátor	214
DEMETER LAJOS—KAJDI LÁSZLÓ—KOLUMBÁN GÉZÁNÉ— KUHN TAMÁS—DR. REITER GYÖRGY: Újabb alkalmazások számára kidolgozott mikrohullámú szűrők ismertetése	220
MEV: A LINA-1 a MEV új terméke	223
FROEMEL KÁROLY: Automata „in-circuit” mérőrendszer alkalmazása	224
FAHÁZI JÁNOS—SRAUD VILMOS: SMT tapasztalatok az ORION-ban	228
SINKA ENDRE—BALLABÁS SÁNDORNÉ—SZUCHY PÉTER: Gal- ván bevonatok forraszthatósága	232
PIRET ENDRE: Induktivitásmérő célműszer	236
Tartalmi összefoglalások	238

Múltunk, jövőnk, munkánk, életünk: az ORION



KOVÁCS LÁSZLÓ

Az ORION alapításának 75 éves évfordulójára megjelenő Híradástechnika „ORION számában” tisztelettel köszöntöm az olvasót. Engedjék meg, hogy az évforduló alkalmából rövid áttekintést adjunk vállalatunk történetéről, fejlődéséről, melyben mint cseppben a tenger, a magyar híradástechnikai ipar története is tükröződik.

A huszadik század elején világszerte gyors fejlődésnek indult a villamosság ipari és háztartási célokra történő felhasználása. Hazánkban is egymás után alakultak az elektromos cikket gyártó vállalatok.

Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat jogelődjét, a Magyar Woframlánggyárat, 1913. június 1-én alapította Kremenczky János. A gyár 1913. június 1-én kezdte meg működését a Váci út 74. szám alatt (a mai Fővárosi Elektromos Művek épületében). Később Kremenczky átalakította vállalatát részvénytársasággá és profilját az izzólámpagyártáson kívül kiterjesztette mindennemű villanyvilágításhoz és villamoserő-átvitelhez szükséges gépek, készülékek, eszközök gyártására is. 1924. október 1. jelentős esemény a vállalat történetében. Ekkor alakult a gyár külön kereskedelmi szerve ORION Villamossági Rt. néven. 1925-től a gyár valamennyi gyártmányát ORION védjegy alatt hozza forgalomba mind belföldön, mind külföldön. Az ismert háromfejes ORION védjegy szinte az egész világon be van jegyezve, hirdelve a magyar ipar hírnevét. A húszas évek második felében a gyár olyan gyártmányokat keresett, amelyeknek termelése jelentősebb haszonnal jár. Így jutott el a gyár a rádióalkatrészek és rádiókészülékek gyártásának bevezetéséhez.

Rádió

A gyár 1925 decemberében kezdte meg a rádiócsövek gyártását. A rádiókészülékek gyártása 1926. június 30-án indult meg. 1930 szeptemberében a készülékek napi termelése elérte az 50 db-ot. Ugyanebben az évben indult meg a készülék exportja is. A gyár

munkáslétszáma is fokozatosan emelkedett, 1930-ban már elérte a 600 főt. A gyár fejlődése mellett a vállalat jelentős munkát végzett a rádiózás magyarországi bevezetésében is. Az ORION, mint a legnagyobb magyar rádiógyár a világpiacon is a vezető márkák sorában állott, és a nagy konkurens gyárak egyenrangú félként ismerték el. 1942. év végén a világpiacon rádióexportjából az ORION 25–30%-ot bonyolított, ami az éles nemzetközi versenyt figyelembe véve jelentős eredmény volt. A háború utolsó két évében az export csökkent, de sohasem szűnt meg. 1944. év végén a gyár munkáskollektívája példamutató szervezettséggel megakadályozta a gyár jelentősebb károsodását. Amikor Újpest 1945. január 10-én felszabadult, a termelés két hét múlva már megindult.

A rádiókészülékek gyártása új típusokkal tovább folytatódott. Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat 1948. III. 28-án került állami tulajdonba. 1951-ben kivált és önállósult a műszerüzem és az üvegáruk gyártása. Ugyanebben az évben költözött az egész üzem jelenlegi telephelyére, a X. ker. Jászberényi út 29. sz. alá. A rádiógyártás tovább fejlődött és 1954-ben elérte a csúcspontot, 257 000 db gyártásával. Az ORION 1963-ig foglalkozott ezzel a profillal. Ez idő alatt 223 Rádiókonstrukció készült a gyár fejlesztő laboratóriumában. Az önálló műszaki fejlesztés tradíció az ORION-ban. Az ORION 1963-ban beszüntette a rádiókészülékek gyártását.

Televízió

A televízió-vevőkészülékek tömeggyártása az ORION-ban és ezzel Magyarországon 1955–56-ban kezdődött. A televíziótechnika sokkal rövidebb idő alatt tette meg azt az utat, mint amelyhez a rádiónak csaknem 40 évre volt szüksége. A televízióvevőkészülék-gyártást véglegesen csak 1951-ben határozták el az ORION-ban.

Ekkor a televíziótechnikát számos országban már 20 éve a gyakorlatban használták, nagy tömegekben

gyártottak TV-vevőkészülékeket. Ez a tény azt az előnyt biztosította, hogy nem volt már szükség a más országokban megtett út megismétlésére.

A gyár TV-laboratóriuma, néhány mérnök lelkes munkájával kezdte az önálló készülékfejlesztés nehéz munkáját. Az akkori kevés szakirodalom biztosította, hogy nagy szorgalommal, és új iránt töretlen érdeklődés segítségével egészen rövid idő alatt elkészülhetett az első magyar és ORION televízió konstrukció: az AT 501 típusú kétcsatornás készülék. Az 1956-ban megindult 1 KW energiájú kísérleti TV-adás a belföldi piacon már megfelelő, modern vevőkészüléket talált. Az ORION a TV tömeggyártásának megindulása óta eltelt 32 év alatt TV laboratóriumában fekete-fehér készülékből 72 saját fejlesztésű típust hozott létre és adott gyártásba. Az ORION fekete-fehér TV gyártásának fejlődése folyamatos az 1982 évben elért 170 ezer db/év csúcsig. A színes TV előretörésével a mennyiség csökken, de még az idén is gyárt a vállalat 70 ezer db-ot, mert a kiskeresetű vevők igényeinek kielégítését is erkölcsi kötelességének tekinti. Az ORION laboratóriumaiban az 1960-as években indult meg a színes TV készülékek fejlesztése. A legjobb konstruktőrök kezdtek foglalkozni a Szovjetunióban és Nyugat-Európában már sorozatban gyártott színes TV fejlesztésével.

A fő gondot az jelentette, hogy hazai alkatrész-iparunknál már kezdett mutatkozni a leszakadás a fejlett országokhoz képest, ezért a meghatározó alkatrészeket csak importból lehetett beszerezni. Időközben az Egyesült Izzó Rt. még a fekete-fehér TV képcső gyártást is abbahagyta, a színeset már nem is indította el.

Első saját konstrukciójú típusunkat 1972-ben mutatuk be a Budapesti Ipari Vásáron nagy sikerrel, de anyagbiztosítási problémák miatt csak néhány száz darabos gyártást indítottunk belőle.

A delta-képcsőves nagyfogyasztású készülékeket ebben az időben kezdték meg Nyugat-Európában már kiszorítani a lényegesen jobb minőségű és fele fogyasztású „in-line” típusú képcsővel tervezett készülékekkel.

Az ORION előtt nagy feladat állt: ezt a lemaradást a leggyorsabban behozni.

A megoldást hamar megtalálta a gyár: amit már más megoldott, arra ne fordítsunk felesleges fejlesztési munkát és pénzt.

Létrehoztunk egy kooperációs-gyártási és egy műszaki-tudományos-fejlesztési együttműködést az NSZK-beli SEL céggel.

A sorozatgyártás 1976-ban indult a legmodernebb technológiával, amit a partner adott át.

Óriási jelentősége volt a vállalat továbbfejlődése szempontjából, hogy átvehettük a vezető német cég minőségbiztosítási rendszerét is.

Az ORION kollektíváját dícséri, hogy olyan minőségben valósította meg a gyártás, amit az igényes partner saját szintjével azonosnak ismert el.

Az első két évben minden darab készüléket exportáltunk a német piacra, mintegy 25 millió nyugatnémet márka értékben.

Ezalatt elkészült az első modern kisfogyasztású magyar ORION konstrukciójú készülék, a COLORION AT 1551, melynek sorozatgyártását 1978-ban indítottuk a magyar piacra. Ezt a típust gyorsan követték az újabb és újabb színes ORION készülékek.

Létrehoztuk a modul technikára épülő, 100 W alatti fogyasztású színes készülékeket, bevezettük az infravörös fénnel működő távvezérlő típusokat. Kifejlesztettük a BME-HEI-vel közösen a teletext képűrság vételére alkalmas változatokat is.

Az 1987. évi Ipari Vásáron bemutattuk az ORION digitális-TV típusát, ez év második negyedévében gyártásba vesszük az ORION szatellit-TV vevőjét.

Az ORION ma is saját konstrukcióra alapoz, mert csak így lehet egyesíteni a hazai alkatrész-bázis és a legmodernebb technika alkalmazásával a mai kor követelményeinek megfelelő rendkívül magas minőségi szintet. Részlicenck és know-how-k vásárlásával segítjük a magas szintű technika bevezetését. Így az OMFB támogatásával vettük meg az ITT-től a nagyfeszültségű transzformátor-gyártást, a Telefunken-től a kábeltuner licencét. Az intermetall-lal együttműködve fejlesztjük a digitális tv-áramköröket, a műholdvevő D2MAC dekóderét, a színcsatorna dekódolására a Philips legmodernebb elemeit alkalmazzuk.

Telefunken technológiával valósítottuk meg a felületszerelési ún. SMD technikát.

Mivel a jó minőséghez a megjelenés harmóniája is hozzátartozik, az idei jubileumi évünkben megjelenő két új típusunk formaterveit olasz művészek készítették.

Ezzel reméljük elérni, hogy a minőség, megbízhatóság, kokrszerűség, élethűség és hangzashűség mellett termékeink megérdemelt jellemzőjévé válik a „forma felső fokon” is.

Közszükségleti profilunkban évente közel 100 ezer darab hangsugárzót is gyártunk, túlnyomórészt konvertibilis exportra.

Nagy sikerrel gyártásba vettük a 80-as évek elején Hi-Fi berendezéseinket, 1985-ben pedig megkezdtük a japán PANASONIC gyárral kooperációban a videokészülékek összeszerelését, melyet szeretnénk vegyesvállalati formában továbbfejleszteni.

Mikrohullámú berendezések

A népgazdaság szükségleteinek alakulása, a KGST gyártmányszakosítási tevékenységének bővítése szükségessé tette, hogy az ORION-ban 1963-ban – a rádiógyártás megszűnésével egyidejűleg – új gyártmány profil honosodjék meg. Átszervezésre került az egész magyar híradástechnikai ipar és ennek során az ORION kapott megbízást a mikrohullámú berendezések gyártására és továbbfejlesztésére, amelyhez magasabb műszaki képzettségre volt szükség a konstruktőröktől a gyártásban résztvevő dolgozókig. Az új gyártmánnyal kapcsolatban az sem elhanyagolható körülmény, hogy eddig az ORION összes termékét a tömeggyártás módszereivel állította elő, viszont a mikrohullámú berendezések kis sorozatú – sokszor egyedi- gyártás módszereivel készülnek. Mindezekhez járulnak a magasabb elektronikai követelményeken kívül azok a finommechanikai igények is, amelyek eddig az ORION-ban, a tömeggyártásnál nem merültek fel.

A mikrohullámú berendezések gyártása Magyarországon nem az ORION-ban, hanem a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban kezdődött. Ez a vállalat az indulástól a profil 1963. évi áthelyezésig úttörő munkát végzett. Felállították az önálló mikrohullámú fejlesztési osztályt, megkezdődött az első nagyobb típus, a PM 24 fejlesztése és a gyártására való felkészülés. A gyártás 1957-ben kezdődött, az első megrendelő a Szovjetunió volt. 1957. IV. negyedévében elindulhatott az első jelentős szállítás; magyar mikrohullámú berendezések exportja a Szovjetunióba.

Időközben megkezdődött egy még nagyobb kapacitású, korszerű berendezés fejlesztése. Ez a típus a PM 28 berendezés, amely az alkalmazott impulzus modulációs rendszerek akkori optimumát jelentette. Ez a konstrukció – a maga idejében – a kis csatornaszámú berendezés kategóriában kiemelkedő helyet foglalt el, és maga mögött hagyta a hasonló külföldi típusokat.

A mikrohullámú berendezések gyártásának új fejezete már az ORION gyárban kezdődött.

1963-ban az alkatrészgyártás és az egyszerszerelés egy része, 1964-ben pedig az egész gyáregység és fejlesztés végleg áttelepült az ORION-ba.

A PM 28 berendezések elektroncsöves felépítésűek voltak, amely ténnyel együtt jártak a magasabb fogyasztási és nagyobb méretértékek is. A felhasználók már 1964–65-ben éppen a fenti okok miatt, erősen igényelték a félvezetők alkalmazását.

Az ORION már saját laboratóriumaiban fejlesztette ki az első hazai digitális rendszerű rádiórelé berendezést, a DM 400/6 típust.

A DM 400/6 berendezés teljes félvezetőstítése, a nyomtatott áramkörű konstrukció, a típust mind a fogyasztási, mind a méret- és súlyértékek szempontjából a korszerű rendszer megoldások szintjére emelte.

1972-ben ismételtén és jelentősen növekedett a mikrohullámú berendezések gyártásának termelési értéke, amikor elérte a 300 millió forintot és a vállalati befejezett termelési érték 27%-át képviselte. Ez ismét a gyártmányválaszték bővülésének eredménye volt. Befejeződött a 8 GHz-es gyártmánycsalád fejlesztése, és a kialakult igényeknek megfelelően megindult gyártása is.

Az új mikrohullámú rádiórelé berendezések fejlesztésében jelentős mértékben támaszkodtunk és a jövőben is támaszkodni kívánunk a Távközlési Kutató Intézet szellemi kapacitására és igénybe vesszük a BME Mikrohullámú Tanszék magasan kvalifikált szakembereinek tevékenységét is.

A TKI fejlesztette ki számunkra a GTT 8000/300 közepes kapacitású berendezéscsaládot. Itt már valamennyi áramkör félvezetős kivitelű, egységes keretváz rendszerben szerelve.

A 70-es évek végén generációváltás történt a távközlésben felhasznált alkatrészválasztékban és nemzetközi viszonylatban előre tört a digitális távközléstechnika, ezen belül a PCM rendszerek. TKI fejlesztéssel készült el az ún. „harmadik generációs”, mechanikájában is a világdivathoz igazított KTT 80 analóg rádiórelé család és saját szakembereink munkája az első PCM rádiórelé berendezés. A PCM technika azonnali sikert aratott, több mint 200 állomás került exportra Peruba. Megható jelenetek tanúi voltunk, amikor az 5000 méter magasságú hegyekben telepített ORION berendezéseken életükben először telefonáltak az indián őslakosok.

A munka nem állt meg. Fejlesztő mérnökeink elkészítettek egy 960 csatornás analóg rendszert – ez része a Taljándörögdről induló Molnyija műholdas távközlő hálózatnak – és gyártásra került a 2 GHz-es 120 csatornás PCM berendezés.

A TKI időközben kifejlesztette számunkra az RRM – 8, KSR – 8 kiscsatornaszámú 8 GHz-es rendszereket, melyek gyártásba kerülve 1985–86-ban legjobb exportcikkeinket képezték. A francia Thomson-CSF segítségével újabb frekvencia- és sebességtartományt vettünk birtokunkba: 13 GHz-en 2x480 csatorna átvitelére képes berendezést vettünk gyártásba.

A profil jellemzője a 3–4 évenkénti teljes megújulás, a gyártmányválaszték állandó frissítése. Jelenlegi legnagyobb feladataink a Szovjet Posta részére fejlesztett 2 GHz-es 1020 csatorna és TV ill. 34 Mbit/s kapacitású analóg-digitális rendszer, valamint a TKI fejlesztésű 1,5 GHz-es IER 1500/64 rural hálózati berendezés befejezése, gyártásba vétele.

Számítástechnika

Az elektronika fejlődése rendkívüli módon felgyorsult korunkban. Az ORION is, mint szinte valamennyi nagy elektronikai világcég, hamar felismerte, hogy a számítástechnika rendkívül gyors előretörése következik be.

1968-ban fejlesztőink jelentős részének átcsoportosításával az ORION megkezdte a számítástechnikai berendezések fejlesztését. Kézenfekvőnek tűnt, hogy a nagy televízió gyártó vállalat első számítástechnikai terméke az ADV 1000-es alfanumerikus display lett. A display gyártás azóta is jelentős volument képvisel az ORION-ban. Egyre-másra jelentek meg az újabb- és újabb típusok.

Az ADP család kifejlesztésével az 70-es évek végén megjelentek pontraszteres display-ink, majd a mikroprocesszor vezérelt, egyre magasabb saját intelligenciával rendelkező általános és speciális célra fejlesztett típusok.

A display-k mellett a másik legjelentősebb gyártmány családunk az adatátviteli modemek különböző típusai. Az 1200–2400 bit/s modemek mellett kifejlesztettük az AM 12 TD kapcsolt hálózaton, kéthuzalos üzemmódban, teljes duplex forgalmat bonyolító típusunkat, amellyel nemzetközi nagydíjat nyertünk. A szocialista táborban egyedülálló termékünkkel jelentős sikert értünk el. Jelenleg van folyamatban az AM 24 TD 2400 bit/s sebességű duplex modemünk gyártásbavétele.

Különböző perifériák és számítógépek közé illesztő berendezéseket és vezérlőket is fejlesztettünk ki és vettünk gyártásba. Ezek lehetővé teszik, hogy egy központi számítógéppel, tőle akár nagy távolságban is modemes összeköttetéssel, 8–16 darab képernyős munkahelyről egyidejűleg lehessen dolgozni.

Fejlesztésünk ma számítógépes hálózatok és az úgynevezett irodai-, vagy üzleti számítástechnikai szolgáltatások irányában történik, de emellett megjelentünk 1987-ben színes grafikus display-vel, vala-

mint gyártási programunkban szerepelnek a videotex terminálok is. Számítástechnikai berendezéseink fejlesztése alapvetően saját laboratóriumainkban történik, de itt is támaszkodunk a hazai tudományos intézetekre, így elsősorban a Távközlési Kutató Intézetre és a Központi Fizikai Kutató Intézetre.

Az ORION 75 éves fennállása alatt igyekezett a legújabb technika elsajátításával a világ élvonalában maradni.

Kétségtelen, hogy az elmúlt évtizedben a világban bekövetkezett robbanásszerű fejlődést az ORION sem bírta követni szegényes anyagi eszközei és minimális beruházási lehetőségei mellett. Az alapvetően követő fejlesztésben is nőtt lemaradásunk. Sajnos a magyar iparban ma a szabályozás túlélése a legfőbb feladat és nem a fejlődés. Rendkívül lényegesnek tartom azonban, hogy műszaki szakembereinkben megvan az a szellemi erő, naprakész ismeretanyag és nemzetközi kapcsolatrendszer, melynek segítségével – ha az ipar fejlesztésére ismét megnyílik a lehetőség, – vállalatunk gyorsan le tudja dolgozni hátrányát.

Azt azonban látni kell, hogy ha technológiai fejlesztésben és az ehhez szükséges számítógépes tervező eszközök beszerzésében 1–2 éven belül nem tudunk előbbre lépni, az ORION és az egész magyar híradásipar is katasztrófálisan leszakad a világszinttől. A modern alkatrészbázist (hasábchip SMD elemek) kézi szereléssel nem lehet felhasználni. Ezek alkalmazása nélkül pedig exportképes terméket gyártani nem lehet a 90-es években.

Hosszú története alatt az ORION rengeteg szakembert képzett ki, akik ma az ipar, a tudomány és a társadalmi élet számos vezető posztján dolgoznak. Ma is szeretettel várjuk a fiatal műszaki értelmiséget, mert szép és nehéz feladat van bőven részükre.

Kovács László
az ORION műszaki igazgatója

Kis fogyasztású 400 MHz-es digitális rádiórelé berendezés korszerű áramköri megoldásokkal

BORS LÁSZLÓ – KINCS ZSOLT – SZABÓ LÁSZLÓ – WEISZ TAMÁSNÉ

Orion Rádió és Villamossági Vállalat
Fejlesztési Leányvállalata

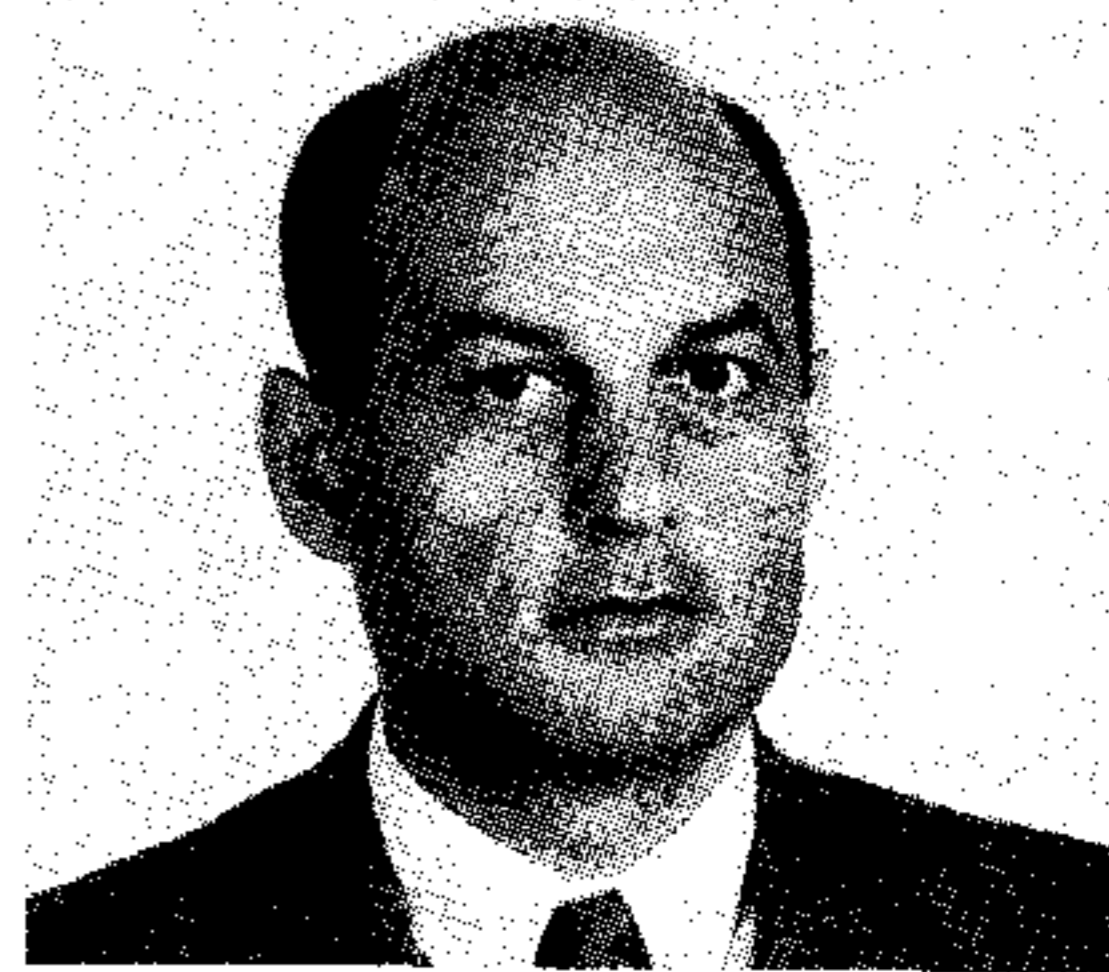
ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk ismerteti azokat a szempontokat, melyek alapján a DRF – 04 LC digitális rádiórelé berendezés kifejlesztésre került viszonylag nagy adóteljesítmény mellett kis fogyasztás, frekvenciaszintézeres adó-vevő széles sávú átviteli utat biztosító áramkörökkel. Az offset QPSK modulációs rendszer és a berendezés általános leírása után néhány új áramköri megoldás is bemutatásra kerül. A cikk a berendezés főbb műszaki adatainak ismertetésével zárul.

Bevezetés

Az Orion Rádió és Villamossági Vállalat régóta gyárt kiskapacitású digitális rádiórelé berendezéseket a 400 MHz-es sávra. Ami a berendezések felhasználását illeti, a postai felhasználás mellett elsősorban mint egy technológiai vonal (pl. villamosenergia-hálózat, vasút, olajvezeték stb.) mellé telepített hírközlő lánc kerül szóba. Míg a korábbi berendezésekben az átviendő információ deltamodulált (DM) digitális jelsor volt, a későbbiekben ennek a helyét az impulzuskódmoduláció (PCM) vette át, ahol 30 forgalmi telefoncsatorna jelét 2,048 Mbit/s sebességű digitális jelsor hordozza. A technológiai vonalként való alkalmazásnál gyakori igény a közbülső pontokban az információ egy részének leágasztatása (végződtetése), ill. néhány telefoncsatornának a továbbmenő vonalakba való beiktatása. A digitális átvitel elvéből következően ez könnyen elvégezhető anélkül, hogy a továbbítandó információt illetően veszteséggel kellene számolni. A hagyományos felhasználók részéről az ilyen berendezésekre az elmondottakban túlmenően továbbra is igény van, részben frekvencia gazdálkodási okokból (ebben a sávban kapnak működési engedélyt), részben gazdasági okokból. Szemben a nagyobb mikrohullámú frekvencián (1 GHz felett) üzemelő berendezésekkel, a 400 MHz-es sávban adott költségkeretből több berendezésre tudnak beruházni, mivel a berendezés nagyfrekvenciás áramköreiben nagy mértékben alkalmazhatók a televízió és rádiótelefon áramkörökhez kifejlesztett alkatrészek. Ugyanez elmondható

Beérkezett: 1988. II. 1. (*)



BORS LÁSZLÓ

Egyetemi tanulmányait 1961-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának híradástechnikai szakán fejezte be.

A BHG-ban a mikrohullámú fejlesztési osztályra került gyártmányfejlesztői feladattal. 1965 óta dolgozik az Orion mikrohullámú fejlesztésének RF laborjában, 1975 óta osztályvezetői beosztásban. 1987 óta az ORION Műszaki-Fejlesztő Leányvállalat mikro-

hullámú fejlesztési főosztályának vezetője. Korábban aktív mikrohullámú áramkörök (oszillátorok, frekvenciasokszorozók) fejlesztésével foglalkozott, majd a későbbiekben területe a digitális mikrohullámú rádiórelé berendezések rendszertechikája és áramköreinek tervezése (jelszintetizátor, fázisdemodulátor), valamint a tervező munka irányítása. A fejlesztési munka eredményeiről több ízben számolt be előadások ill. cikkek formájában.

KINCS ZSOLT

1981-ben végezte el a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának Híradástechnikai szakát a mikrohullámú ágazaton. Első munkahelye az MTV rögzítéstechnikai laborjában volt, majd 1982 óta az ORION-ban dolgozik a mikrohullámú fejlesztés RF laborjában. Munkaterülete a digitális rádiórelé berendezések különböző elektronikus áramköreinek (KF erősítők, modulátorok, frek-



kvenciaszintézerek) fejlesztése.

Jelenleg változatlan tevékenységi körrel az ORION Műszaki-Fejlesztési Leányvállalat mikrohullámú laborjában dolgozik.

a berendezés üzemvitelénél vagy szervizelésénél használatos műszerek egy részéről is.

Fentieket figyelembe véve tűztük ki célul egy új rádiófrekvenciás berendezés kifejlesztését, mely a meglévő és bevált szolgáltatások megtartása mellett olyan korszerű megoldásokat tartalmaz, mely növeli a berendezés megbízhatóságát, könnyebbé teszi a berendezés gyári beállítását, külső telepítését, egyszerűsíti a szervizelését és mindenekelőtt jelentősen csökkenti a berendezés energiaellátásával kapcsolatos gondokat. Az adóteljesítmény megtartása, sőt növelése mellett a berendezés tervezésénél kiemelt szerepet kapott az energiafogyasztás bekorlátozása olyan értékre, hogy egy RF ismétlőállomást egy egyszerű napszél természeti energiaforrásról üzemeltetni lehessen.

A Kandó Kálmán Híradástechnikai és Műszeripari Technikum hiadástechnikai szakát 1963-ban végezte el. Első munkahelye a BHG mikrohullámú fejlesztési osztálya volt, majd 1965-ben került át az ORION mikrohullámú osztályára gyártmányfejlesztő munkakörbe. Feladata a különböző aktív mikrohullámú áramkörök mechanikus és elektromos konstrukciójának megtervezése, bemérése volt (varaktoros frekvenciasorozók, erősítők, oszcillátorok). Tevékenységi köre a későbbiekben kiegészült a



digitális rádiórelé berendezések különböző áramköreinek tervezésével (erősítők, fázisdemodulátorok). Jelenleg az ORION Műszaki-Fejlesztési Leányvállalat mikrohullámú fejlesztési laborjában dolgozik.

WEISZ TAMÁSNE

Egyetemi tanulmányait a Kijevi Műszaki Egyetemen végezte. 1959-ben került a BHG mikrohullámú fejlesztési osztályára gyártmányfejlesztőként. 1965 óta az ORION mikrohullámú fejlesztési osztályán dolgozik, 1980 óta csoportvezetői beosztásban. A digitális rádiórelé berendezések nagyfrekvenciás aktív és passzív áramköreinek fejlesztésével foglalkozik, mint pl. keverők, erősítők, mikro-



hullámú szűrők. Jelenleg változatlan beosztásban az ORION Műszaki-Fejlesztési Leányvállalat mikrohullámú fejlesztési laborjában dolgozik.

Ilyen berendezés fejlesztése a vállalatnál folyamatban van és várhatóan a közeljövőben rendelkezésre fog állni.

A korábbi tapasztalatok birtokában igyekeztünk számot vetni azokkal a problémákkal is, melyek oka nem a berendezésben keresendő, de egy 400 MHz-es rádiórelé összeköttetésnél fennállnak. Miről is van szó tulajdonképpen?

Telepítési tapasztalatokból ismert, de szakirodalom [1] is foglalkozik vele, hogy ipari környezetben telepített berendezések első számú közellensége nem a vevő termikus zaja, hanem a különböző ipari tevékenységből eredő zavorsugárzásnak a 400 MHz-es sávba eső spektruma. Mindez azt követeli meg, hogy a berendezésnek – a rendelkező energiaforrást is figyelembe véve – lehető nagy adóteljesítménnyel és az adott sávban realizálható nagy nyereségű antennákkal kell rendelkeznie. Az elmondottakon túlmenően ezt még az is indokolja, hogy sok esetben nem állnak rendelkezésre olyan méretű antennatornyok, melyek az adott terepen az első Fresnel-zóna által megkívánt antenna magasságot biztosítanak. Így az

összeköttetés tervezésénél a részlegesen fedett Fresnel-zónákból adódó járulékos szabadtéri csillapítás növekedéssel kell számolni. (Pl. 400 MHz-en 50 km szakasztávolságnál az első Fresnel-zóna legnagyobb sugara 95 m. [2])

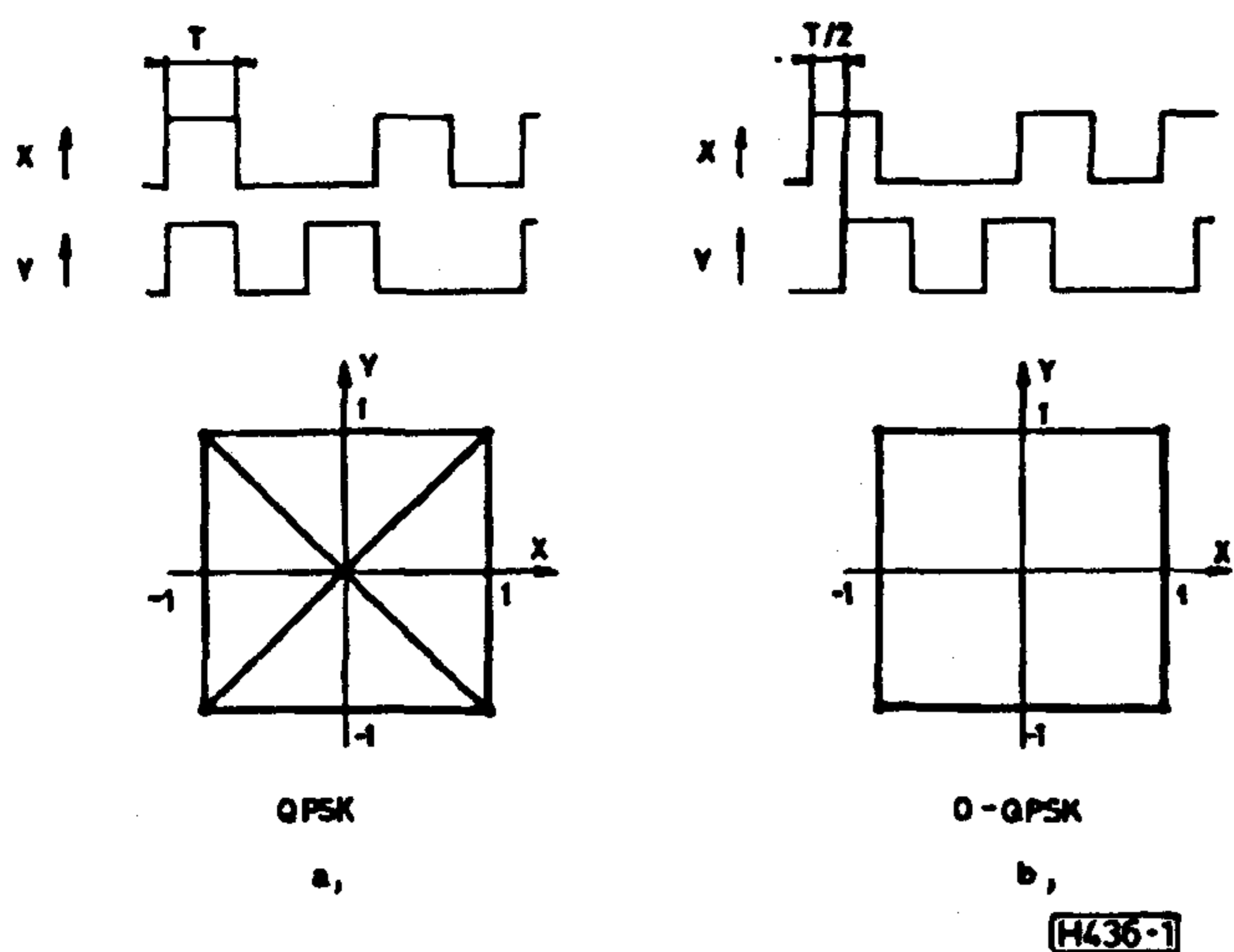
1. DRF – 04 LC rádiófrekvenciás berendezés rendszere, felépítése

A bevezetőben említettek alapján az elsődleges tervezési cél a „kis fogyasztás – nagy adóteljesítmény” elv követése volt. A fogyasztás csökkentésénél a következő lehetőségek jönnek szóba: 1. kisfogyasztású alkatrész-bázis, 2. jó hatásfokú tápegység, 3. modulációs rendszer.

Vizsgáljuk meg sorban a lehetőségeket. Ami az alkatrészeket illeti, az alapsávi digitális és analóg áramkörökben (pl. jelfeldolgozó blokk, szolgálati csatorna) alkalmazott félvezetők CMOS alapú integrált áramkörök. A rádiófrekvenciás nagyszintű erősítők „C”-osztályú üzemmódban működő típusúak. Az alkalmazott tápegységek, melyek egyen-egyen rendszerű invertek, kapcsolóüzemben működnek átlagosan 80% feletti hatásfokkal.

A megválasztott modulációs rendszerről érdemes néhány szót ejteni. Digitális átvitelről lévén szó az adott 2,048 Mbit/s bit sebességet figyelembe véve itt is a szokásos négyállapotú fázismoduláció kerül alkalmazásra. Ez biztosítja a rendelkezésreálló frekvenciasáv jó kihasználását egyszerű áramköri realizálás mellett. Ami eltér a korábban alkalmazott megoldásainktól, az a modulációs eljárásnak egy olyan változata, melynél a kvadratúra amplitúdó modulátor (QAM) bemenetére a bejövő soros digitális jelsorból olyan két fele sebességű párhuzamos dabit jelsort képezünk, melynél az elemi jelek élhelyzete $T/2$ -vel egymáshoz képest el van tolva. (T a dabit elemi jelek szélessége, ahol $T = 1/1,024 \cdot 10^6$ s.)

A modulációs eljárás neve: offset QPSK moduláció, melyet a továbbiakban O – QPSK-val jelölünk [3], [7]. Kvadratúra amplitúdó modulációt feltételezve a modulált vivő pillanatnyi fázisát és amplitúdóját az ún. fázis síkban szemléltethetjük. Az 1. ábra mutatja a különbséget a hagyományos QPSK (a. ábra) és az O – QPSK (b. ábra) között. A moduláló jelsorokról feltételezzük, hogy a „0” és „1” bináris értékek előfordulási valószínűsége azonos, továbbá a két jelsor statisztikailag egymástól független. A lényeges különbség a két fázisdiagram között, hogy a normál QPSK esetében 180° fázisugrás is van, mikor a pillanatnyi amplitúdó az origón áthaladva a zérus értéket is felveszi. Ezzel szemben offset modulációnál (O – QPSK) egyidejűleg a két modulálójel nem megy át a zérus értéken. Az el-



1. ábra Kvadratúra amplitúdó moduláció fázisdiagramja a) QPSK modulációval; b) O-QPSK modulációval

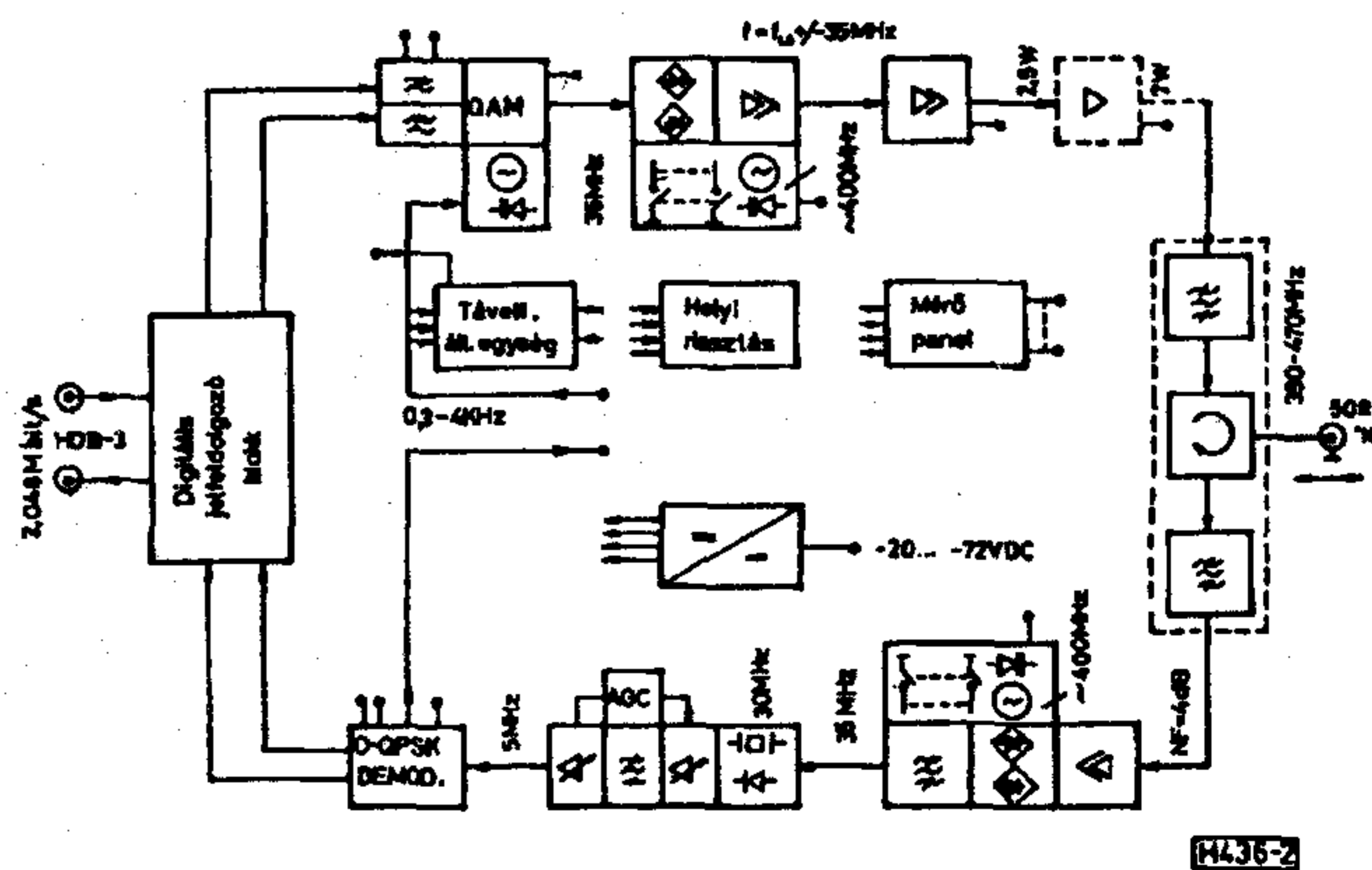
mondottakból következik, hogy O-QPSK esetében a modulált jel amplitúdója mindössze 3 db-ot változik (30%-os AM) a QPSK-nál lévő 100% AM-mel szemben. (Megjegyzendő, hogy a berendezésben a modulátorra egy-egy jelformáló szűrő után már sávkorlátolt moduláló jelek kerülnek, ezért az elvi ábrán lévő helyzet-hez képest van számszerű eltérés, de az alapvető különbség a két eljárás között ebben az esetben is teljesül.) Az elvi megfontolások gyakorlati következménye az, hogy QPSK esetében az adó nagyfrekvenciás nagyteljesítményű fokozataiban előálló nemlineáris torzítás miatt célszerű „A”-osztályú erősítőket használni, mikor is 25%-nál kisebb egyenáramú hatásfokkal számolhatunk csak. Ezzel szemben offset-modulációnál 60–70%-os egyenáramú hatásfokú eszközöket lehet alkalmazni. Az elkészült berendezéseken O-QPSK modulációval összehasonlító összekötés méréseket végeztünk lineáris és „C”-osztályú adóerősítőkkel és adott bithibaarányánál kb. 1 dB eltérést (romlást) kaptunk. A lineáris rendszerhez képest, ami az elért célkitűzéseket (fogyasztás pl.) tekintve jónak mondható.

A DRF-04 LC berendezés adó-vevőjének tömbvázlatát mutatja a 2. ábra. Adásirányban a digitális jelfeldolgozó blokk tartalmazza többek közt a interface áramkört, a scramblert, a soros-parallel átalakítót, valamint a mod 2 szerinti differenciális kódolópart. (A soros-parallel átalakító egyúttal biztosítja a két párhuzamos dibit jelsor éleinek megfelelő időbeli eltolását.) A QAM modulátorban a bejövő jelsorok útjába iktatott jelformáló szűrők a négyszögjel ugrásaiból közelítőleg „felemelt koszinusz” jellegű válaszfüggvényt állítanak elő oly módon, hogy a szomszédos időrésekben ne hozzanak létre szimbóluminterferenciát. (A távolabbi időrésekben a kimenőjelnek az állandósult értéktől való eltérése elhanyagolható.) A modulátorhoz szükséges 35 MHz-es KF-oszcillátor jelét egy PLL hu-

rokban kvarckristállyal stabilizált, frekvenciában modulálható VCO szolgáltatja. (Itt történik a berendezésben lévő 0,3–4 KHz-es alapsávi szolgáló csatorna csatlakoztatása az RF adó irányában). Az O-QPSK-ban modulált 35 MHz-es jelet a tükörelnyomós adókeverő teszi át a 400 MHz-es sávba. Az adókeverő lokáloszcillátorát egy 10 KHz-es raszter felbontású frekvenciaszintézer biztosítja. (Későbbiekben az áramkört részletesebben leírjuk.) A kisszintű 400 MHz-es sávba eső kimenőjelből a széles sávú, „C”-osztályú végerősítő kimenetén nyerjük a 2,5 W ill. 7,0W adóteljesítményt. Az adószűrőkből, közösítő cirkulátorból, vevőszűrőből álló szűrőváltó fogja össze az adó és vevő jeleit a közös antenna kimenethez. (Jelenleg fejlesztés alatt áll egy nonreciprok eszközt nem tartalmazó, diplexeres váltó is különböző adó-vevő frekvenciatávolságokra.) A vevőkben a kis zajú RF előfokozat után ugyancsak tükörelnyomós keverő van (down-converter változat), melynek lokáloszcillátora az adólokáléval megegyezően frekvenciaszintézeres rendszerű. A következő egységben a 35 MHz-es I. KF-et 5MHz-es II. KF-re keverjük le és egy nagy dinamikájú AGC-zett erősítővel állítjuk elő a bemenőjelet a koherens fázisdemodulátor részére.

Az 5 MHz-es KF erősítő tartalmazza a keskenysávú KF-szűrőt, mely a zaj vágása mellett a vevő közeli szelektivitásáról is gondoskodik. A fázisdemodulátor tartalmazza a vivőkinyerő áramkört is, melyet a következő pontban külön is részletezünk.

Az alapsávi szolgáló csatorna vevőoldali részére a demodulátor PLL-jéből vesszük ki a jelet. A demodulátorból a két – átviteli torzítások miatt dzsitteres – négyszögjelsor a regenerátoregységbe kerül, ahol az órajelet kinyerik a jelsor regenerálása céljából. A digitális jelfeldolgozó blokk vevőoldali részében van a differenciális dekódoló, valamint descrambler áramkör. A regenerált, dekódolt 2,048 Mbit/s jelsor a berendezés HDB-3 interface pontján áll elő, melyet vagy a primer PCM multiplex berendezéshez vagy RF ismételőállomáson a továbbmenő digitális adó bemenethez



2. ábra DRF-04 LC RF adó-vevő blokkvázlata

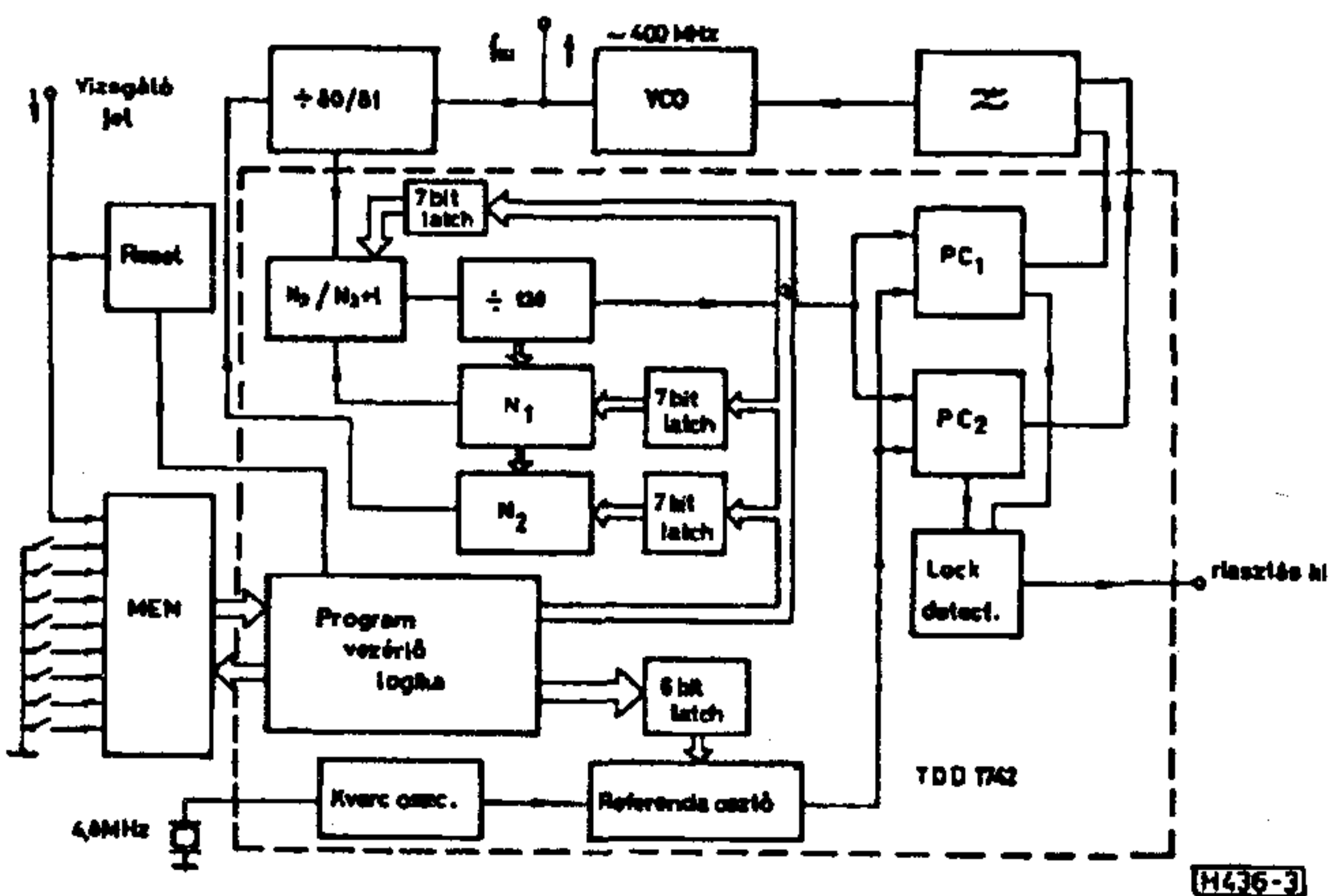
lehet csatlakoztatni. A DRF-04 LC berendezés egy átfogásban -20-72V egyenfeszültségű áramforrásról táplálható. A mechanikusan hordkeret konstrukciójú berendezés részét képezi még az omnibusz rendszerű szolgálati csatorna, mely a szolgálati beszéd és a kódolt távellenőrző jelek átvitelére szolgál és független a forgalmi információtól. (Utóbbi áramkörök nincsenek feltüntetve a 2. ábra tömb vázlatán.)

2. Áramköri megoldások

Ebben a pontban ismertetjük röviden azokat a főbb áramköröket, melyekkel a bevezetőben említett célkitűzéseket kívántuk teljesíteni.

2.1 Frekvenciaszintézeres RF lokáloszcillátor

A 400 MHz-es sávban (390-470 MHz), ahol nincsenek nemzetközileg elfogadott frekvenciakiosztások, a különböző felhasználói igények rugalmas kielégítését egy olyan frekvenciaszintézeres áramkör biztosítja, melynél a 400 MHz-es VCO leosztott jelét egy 4,8 MHz-es kvarckristály jelével hasonlítjuk össze 10 KHz-en. A szintézer elvi felépítését mutatja a 3. ábra, ahol a rendszer lelkét alkotó több funkció programozott osztó belső felépítését is feltüntettük. A memóriába mintegy 250 frekvencia égethető be, melyből 8 rövidzár segítségével a kívánt érték beállítható. A VCO-val egy félsávot (40 MHz) lehet biztonsággal átfogni. Az adó- és a vevőlokáloszcillátor azonos felépítésű. Felhívjuk a figyelmet a vizsgálójel bemenetre. A berendezésben lévő mérőpanelen egy kapcsolót átállítva az adó- és vevőlokáloszcillátor egy mérőfrekvenciába megy át és a szűrőváltó rendszeren keresztül az adó jele visszahurkolódik a saját vevőjébe, így a saját berendezésen belül az RF átviteli út öntesztelése lehetséges. Lehetőség van a vezérlőjelnek távparancs segítségével való működtetésére is.



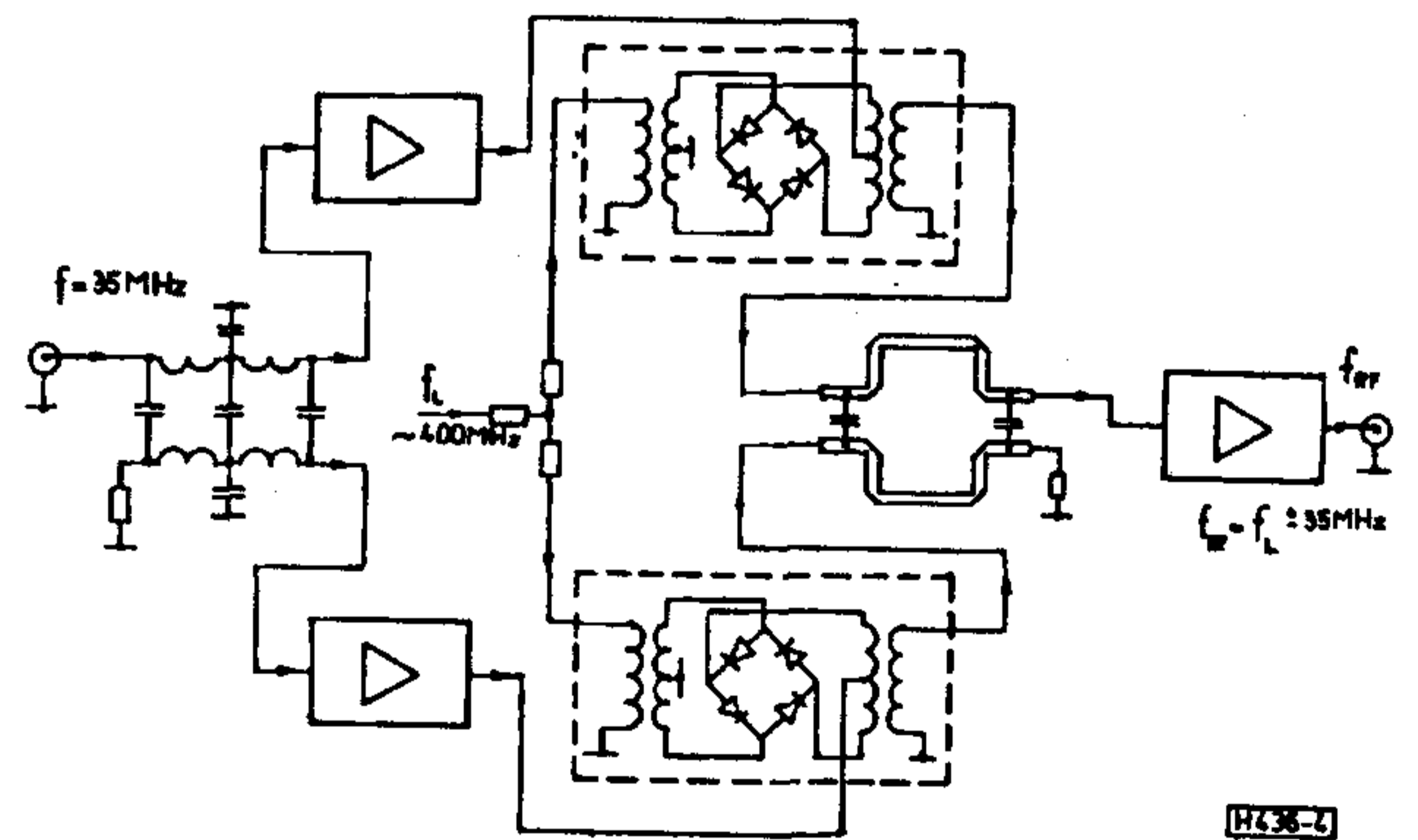
3. ábra Frekvencia-szintézeres RF lokáloszcillátor

2.2 Tükörelnyomásos adó- és vevőkereső

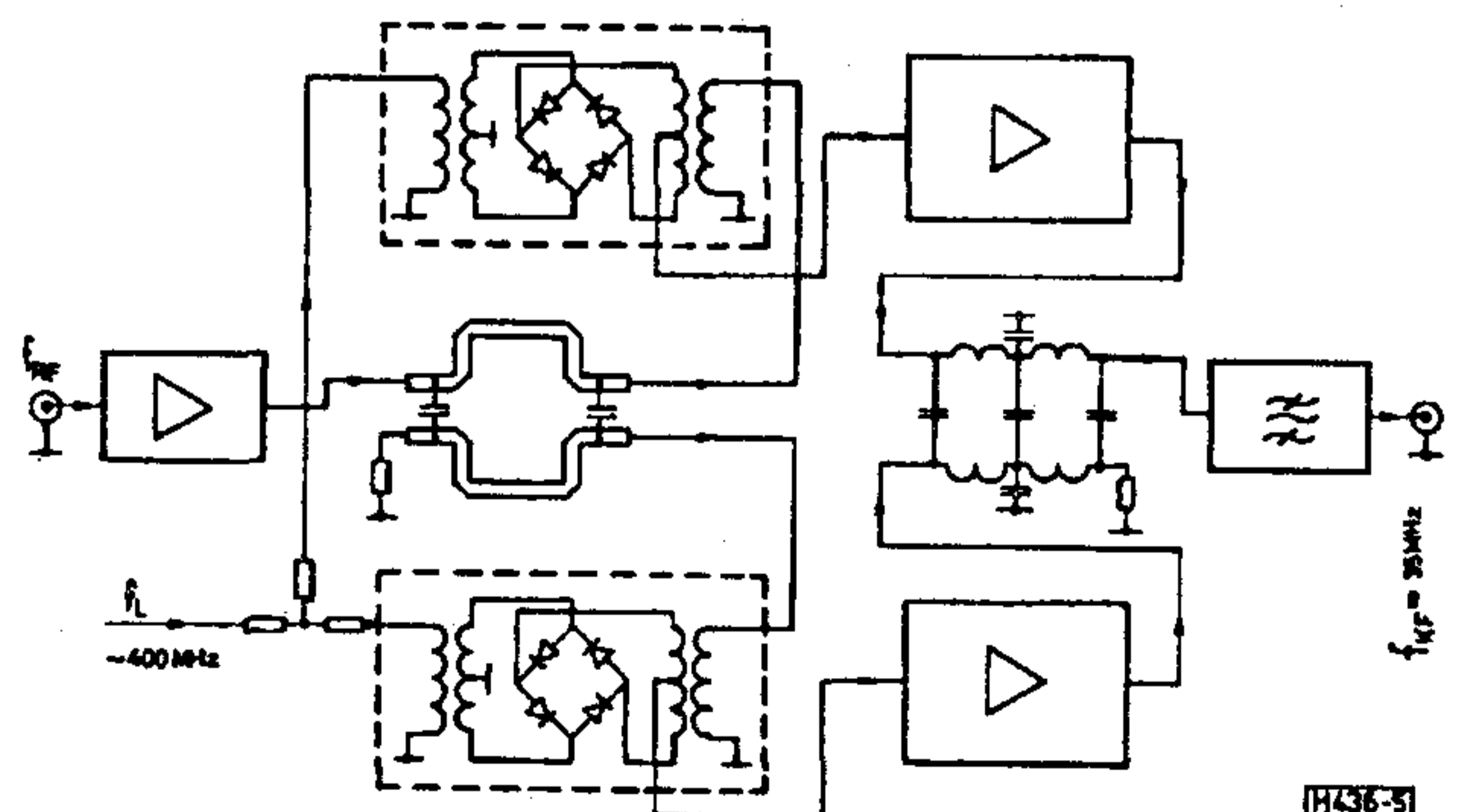
A szintézeres lokáloszcillátor tulajdonságait csak akkor tudjuk kihasználni, ha a frekvenciaváltáskor a jelútban lévő többi áramkör sem kíván utánhangolást. Annak érdekében, hogy a keverőben ne kelljen hangolt szűrővel a nem kívánt oldalsávot levágni, tükörelnyomásos keverőket alkalmazunk az adóban (up-converter) és a vevőben (down-converter). Mint ismeretes [4] egy ilyen keverő realizálásához egy kisméretű (KF) és egy nagyfrekvenciás (RF) hibrid valamint két ellenütemű keverő kell. Tökéletes kioltáshoz a sávban a felsorolt elemeknek elegendően széles sávúaknak kell lenniük. A 4. ábra az adókeverő, az 5. ábra pedig a vevőkeverő elvi felépítését mutatja. Az adott áramköröknél a KF hibridet egy koncentrált paraméterű elemekből álló, míg az RF hibridet nyomtatott induktivitásból és chip-kondenzátorokból álló kvázikoncentrált hibrid alkotja [5], [6]. Az alkalmazott keverők balansz keverő modulok. A valóságos áramkörök frekvencia függése miatt a vivő működési sávjában a nemkívánt modulációs oldalsáv és lokáljel 13-15 dB-lel nyomható el a hasznos jelhez képest. Ez az adóoldalon elegendő ahhoz, hogy a továbbhaladó áramkörökben nem okoz gondot, a kimeneti adószűrő pedig a megmaradt részt gyakorlatilag teljesen eltávolítja.

2.3 Szolgálati csatorna moduláció átvitele

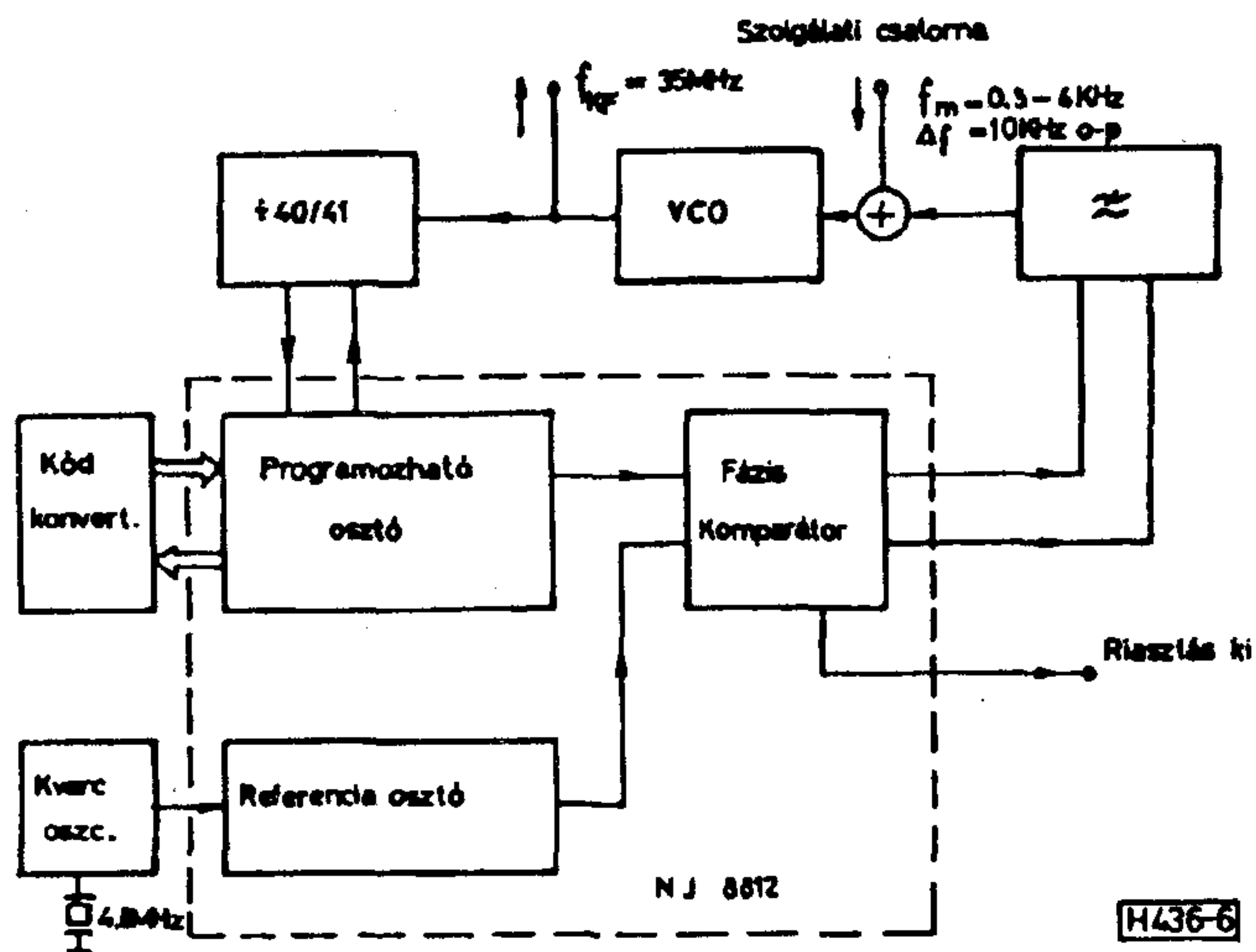
A DRF-04 LC berendezésben a forgalmi információtól független szolgálati csatorna átvitele a vivőhullám



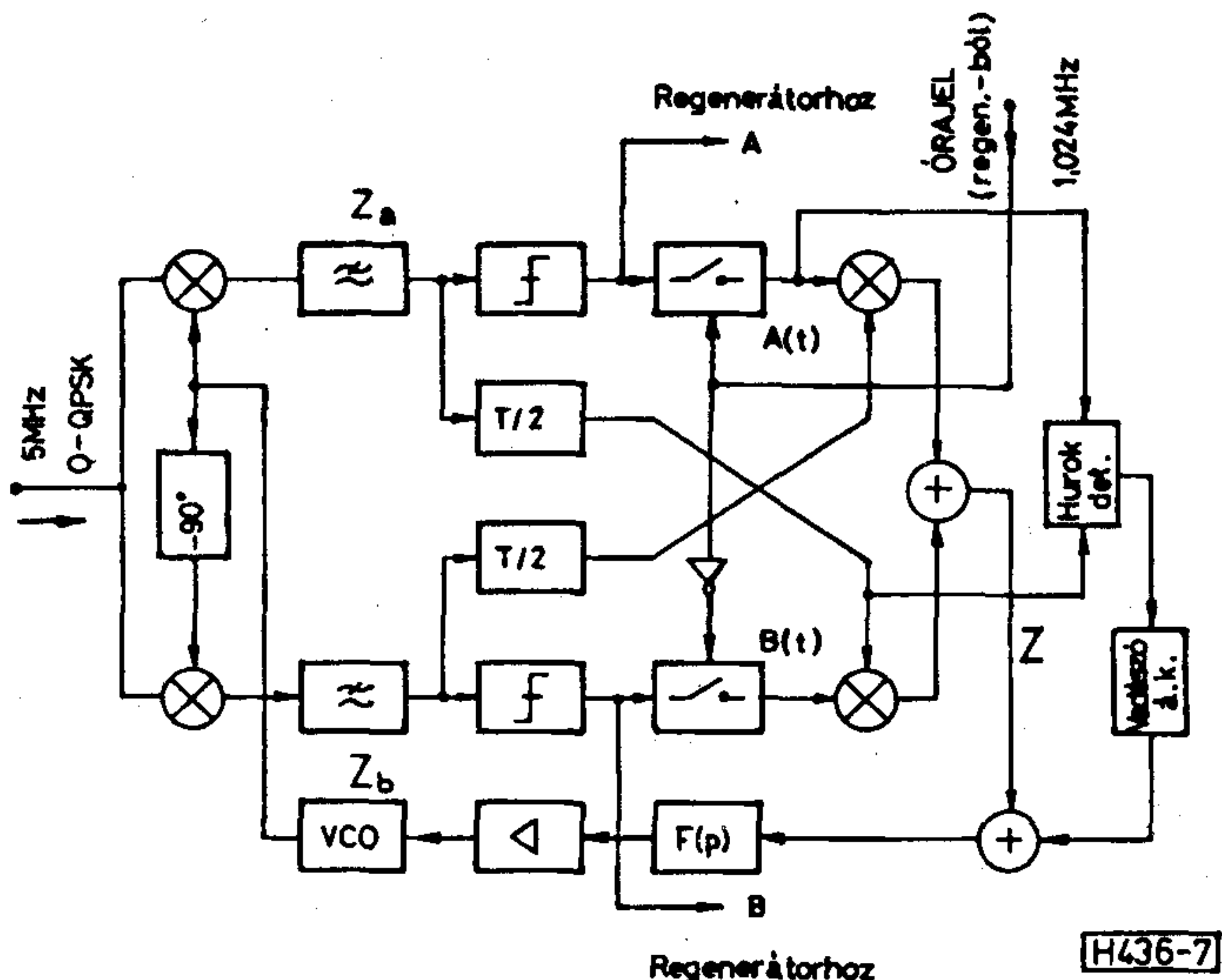
4. ábra Tükörelnyomásos vevőkeverő



5. ábra Tükörelnyomásos vevőkeverő



6. ábra FM-ben modulálható KF lokáloszcillátor



7. ábra Adatjel felhasználásán alapuló koherens fázis-demodulátor

FM-ben való modulálásával történik. A hagyományos megoldás, az adólokáloszcillátor modulálása itt azzal a gondal járna, hogy a lokáloszcillátor VCO feszültség – frekvencia karakterisztikáját lineárisra kellene tenni, hogy a láncon a halmozódó löketváltozási hiba ne legyen túl nagy. Mindez az áramkört elbonyolítaná és a frekvencia átfogását csökkentené. Ehelyett a 35 MHz-es fázismodulátor KF lokáloszcillátora van erre a feladatra kiválasztva. Ha ezen a helyen szokványos kristályvezérelt oszcillátort használnánk, akkor a névleges frekvencia kb. 10^{-5} -szörösének megfelelő FM-löketet tudnánk csak elérni, ami 1 KHz-nél kisebb értéket jelentene. Mivel az elegendően nagy vevőoldali jel/zaj miatt 10 KHz o-p frekvencialöket szükséges, a 35 MHz-es KF lokáloszcillátort egy olyan VCO alkotja, melynek a frekvenciastabilitásáról egy PLL gondoskodik, ahogy ezt a 6. ábra mutatja. A kívánt lökettel a VCO-t könnyen lehet modulálni, ugyanakkor a szabályzó hurok sávzélessége a visszacsabályozást megakadályozza. A PLL-ben alkalmazott LSI integrált áramkör tartalmaz sok olyan funkciót, mely lehetővé teszi, hogy az áramkört viszonylag kevés kapcsolási elemből lehet összeállítani. Mivel a 35 MHz-es KF lokáloszcillátor szolgáltatja a KF lokáljelet a fázismodulátor (QAM) részére, a kettős modulációt tartalmazó adó KF jelét a már említett adókeverő teszi át az RF vevő sávba. Az adó lokálfrekvenciát változtatva a modulációs jellemzők nem változnak. (Az adólokáloszcillátor FM modulációja esetén a lokálfrekvencia átállításakor a löketet általában utána kellene állítani.)

2.4 Adatjel felhasználásán alapuló koherens fázis-demodulátor

A négyállapotú fázismodulációt tartalmazó jel spektruma a vivő helyén nem tartalmaz vonalas spektrumot, aminek a felhasználásával a modulált vivőből az alapsávi jelsort helyre lehetne állítani. QPSK esetében

általában egy negyedfokú nemlinearitás segítségével lehet az $n.90$ fok ($n = 0, \pm 1, \pm 2$) fázisugrásokból a vivőt előállítani, melynek zaját egy PLL hurok tisztítja meg. O-QPSK esetében sávkorlátolt átvitelt feltételezve megmutatható, hogy nem minden fázisváltozás hoz létre T idő alatt $n.90$ fokot.

A kinyert vivő kellő „megtisztításához” a PLL hurok-szűrő sávzélességét kell a QPSK-hoz képest szűkíteni. Kis bitszámot és járulékos analóg FM modulációt (szolgálati csatorna átvitele) feltételezve a demodulátor PLL hurokból csak kis löketű analóg FM jelet lehetne kiszedni, amivel a kívánt kb. 40 dB feletti jel/zaj érték nem lenne biztosítható. A DRF-04LC berendezésben alkalmazott vivőkinyerő áramkör nem igényli a PLL hurok sávjának leszűkítését ahhoz, hogy a kinyerhető referencia vivő elegendően jó jel/zaj viszonyal rendelkezzen. A másodrendű követő hurok hibajele nem a fázisváltozások négyszerezett értékéből kialakuló jelre szabályoz, hanem a lekevert alapsávi jelsort hasonlítja össze időreseként a demodulált és mintavételezett (t. k. regenerált) jelsorral, továbbiakban adatjellel. Az adat-vezérelt vivőkinyerővel működő koherens fázis-demodulátor felépítését a 7. ábra mutatja. Mivel ez az eljárás kevésbé közismert, röviden kitérünk a hurok mechanizmusának ismertetésére. Megmutatjuk, hogy behúzott állapotban a másodrendű hurok működését leíró szabályzó feszültség (hibajel) – fáziseltérés görbét, másszóval a fázisdetektor karakterisztikát $\sin\Phi$ jellegű összefüggés jellemzi, mely független a pillanatnyi jeltartalomtól és még viszonylag nagy PE bithibaarány [9] mellett is az áramkör működik. Mindehhez a bináris modulációra és a szimbólum jelformát leíró időfüggvényre vonatkozóan feltevéseket teszünk, melyek azonban a valószínűségben teljesülnek. Továbbá feltételezzük, hogy a berendezés regenerátorában levő órajelgenerátor „ha-

marabb" hozzászinkronizál a demodulált jelsorok órajeléhez, mint maga a demodulátor PLL összeáll. Más szóval a demodulátor szempontjából úgy számolhatunk, hogy mintavételezés céljára T időreseként ($T =$ moduláló jelsorban levő elemi jel szélessége) egy időzítő jelsor rendelkezésre áll (1. a 7. ábrát).

Tételezzük fel egyelőre, hogy elég nagy a vivőre vonatkoztatott jel/zaj (C/N). A modulátor bemenetén – normalizált amplitúddal számolva – az 0–QPSK-ban modulált ω körfrekvenciás vivőhullám az alábbi módon írható le:

$$U_i = \sqrt{2} \cdot [a(t)\sin\omega t - b(t)\cos\omega t], \quad (1)$$

ahol

$$a(t) = \sum_{(n)} a_n x(t-nT) \quad (2)$$

$$b(t) = \sum_{(m)} b_m x(t-mT-T/2)$$

Az a_n, b_m bináris változókra vonatkozóan az alábbi, gyakorlatban teljesülő kikötéseket tesszük:

$$\begin{aligned} a_n b_m &= \begin{matrix} +1 & \dots & p = 1/2 \\ -1 & \dots & p = 1/2 \end{matrix} \\ E(a_i a_j) &= \begin{matrix} 1, & \text{ha } i = j \\ 0, & \text{ha } i \neq j \end{matrix} \\ E(a_i b_j) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

A (3) összefüggésben E a bináris változókra vonatkozó statisztikai várható értéket jelöli.

A sávkorlátolt átvitelt a következő szinuszos átmenetű szimbólum jelformával vesszük figyelembe:

$$x(t) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(1 + \cos \frac{\pi}{T} t\right), & t \in [-T, T] \\ 0, & |t| > T \end{cases} \quad (4)$$

A továbbiakban tételezzük fel, hogy a hurok behűzött állapotban van és a VCO Φ fázishibával rendelkezik a bejövő jel vivőjéhez képest. A 7. ábrán lineáris szorzókat feltételezve az aluláteresztő szűrők kimenetén az alábbi alapsávi jelsorok állnak elő:

$$z_a(t) = a(t)\cos\Phi + b(t)\sin\Phi \quad (5)$$

$$z_b(t) = a(t)\sin\Phi - b(t)\cos\Phi$$

Zérus hiba ($\Phi = 0$) esetén az egyik kimeneten az $a(t)$ míg a másik szűrő kimeneten a $-b(t)$ jelsor áll elő (1. a 7. ábrát). A komparátorok kimenetén kapott – rendszerint a jeltorzulás és zaj miatt ingadozó élhelyzetű (dzsitteres) – demodulált négyszögjelsorokat vezetjük a regenerátorokba. A regenerátorból visszavezetett órajelekkel a dzsitteres négyszögjelsort időreseként jelközépen mintavételezve kapjuk az elvileg dzsittermentes adatjelsorokat:

$$A(t) = \sum_{(n)} \hat{a}_n g(t-nT) \quad (6)$$

$$B(t) = \sum \hat{b}_n g(t-mT-T/2),$$

ahol

$$g(t) = \begin{cases} 1, & \text{ha } t \in [0, T] \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (6.a)$$

Az a_n , ill b_m felülvonással jelzett szimbólumok max. döntési valószínűséggel az a_n, b_m szimbólumoknak felel meg. A döntés kritériuma a mintavétel pillanatában a null-komparátor bemenetén levő jel előjele. Látni kell, hogy a döntő áramkör még az ideális fázishelyzethez képest $\pm 45^\circ$ fázishibán belül is jó döntést hoz.

Véges nagyságú zaj esetén (Gaussi jellegű feltételezve) sem lehet kizárni azonban, hogy a pillanatnyi zajamplitúdó hatására a döntés téves lehet. Annak a valószínűsége, hogy helyes döntés születik, az alábbi várható értékkel adható meg:

$$E(\hat{a}_n a_n) = E(\hat{b}_n b_n) = (1 - P_E) - P_E = 1 - 2P_E \quad (7)$$

Tegyük fel, hogy a demodulátor bemenetén olyan nagy a zaj, hogy a bit hibaarány $P_E = 10^{-2}$ (már az átviteli rendszerben megszakadt az összeköttetés) a (6)-ban definiált valószínűség még mindig $0,98 \approx 1$. Ugyanakkor a különböző időréshez tartozó lineáris változókra valamint a különböző jelsorokhoz tartozó bináris változókra vonatkozóan itt is teljesülnek a (3)-as összefüggések.

A fázisdetektor karakterisztikát meghatározhatjuk bármely kiválasztott időrésben mint a $z(t)$ hibafüggvény várható értékének az időbeli átlagát:

$$U(\Phi) = \frac{1}{T} \int_{nT-T/2}^{nT+T/2} E[z(t, \Phi)] dt, \quad (8)$$

ahol

$$z = A(t)z_b(t-T/2) + B(t)z_a(t-T/2) \quad (9)$$

A (9)-ben levő (2) és (6) összefüggésekben definiált végtelen sorokat tartalmazó összefüggés jelentősen leegyszerűsödik, ha csak a kiválasztott n -edik idő-résbe eső tagokat vesszük figyelembe. (8)-ban $t_1 = t - nT$ helyettesítéssel az új $[-T/2, T/2]$ integrálási tartományt $[-T/2, 0]$ és $[0, T/2]$ résztartományokra bontva kapjuk

$[-T/2, 0]$ -ban:

$$\begin{aligned} E[z(t, \Phi)] &= \sin\Phi \cdot [E(\hat{a}_n - 1a_{n-1})x(t + T/2) + \\ &+ E(\hat{b}_n - 1b_{n-1})x(t)] = \\ &= \sin\Phi(1 - 2P)[x(t + T/2) + x(t)] \end{aligned} \quad (10)$$

és hasonlóképpen $[0, T/2]$ -ben

$$E[z(t, \Phi)] = \sin\Phi \cdot (1 - 2P_E)[x(t - T/2) + x(t)] \quad (11)$$

Elemi átalakítások után a (8)-ban levő integrál át-megy a következő formába:

$$U(\Phi) = (1 - 2P_E)\sin\Phi \frac{1}{T} \int_0^{T/2} [x(T/2 - t) + x(-t) + x(t + T/2) + x(t)] dt \quad (12)$$

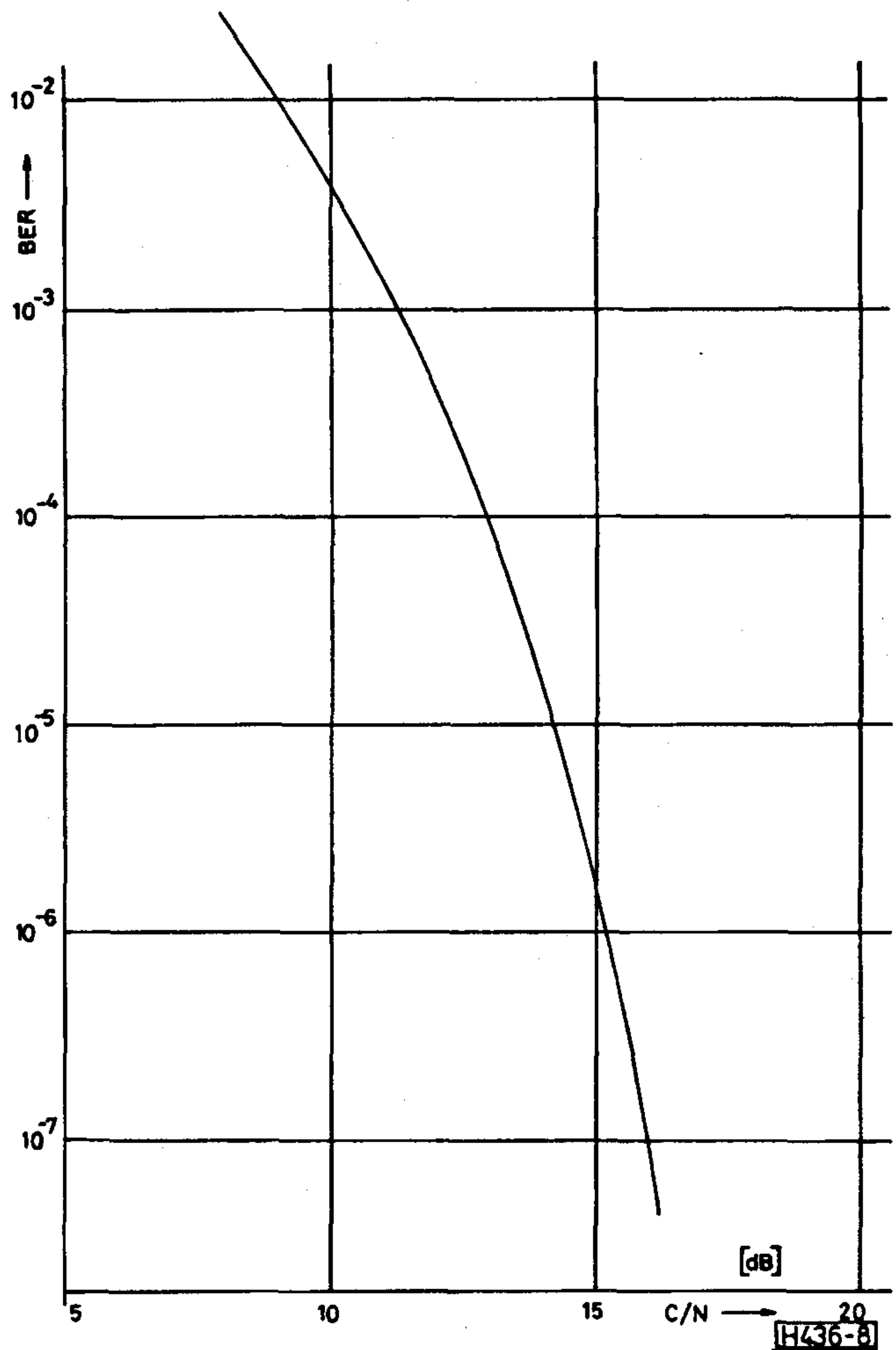
$x(t)$ helyébe a (4)-ben megadott szimbólum jelformát helyettesítve:

$$U(\Phi)(1 - 2P)(1 + \frac{2}{\pi})\sin\Phi = K \cdot \sin\Phi \quad (13)$$

ahol $K = \text{const.}$

ahol $(1 - 2P_E) \approx 1$ helyettesítéssel élhetünk. A (13) formula adja meg a VCO-ra jutó szabályzójelnek a Φ fázishibától való függést, mely független a pillanatnyi jeltartalomtól és nagy mértékben független a zajtól is.

A (13)-ban adott formulával jellemzett hurok előnye a negyedfokú nemlinearitást tartalmazó hurokkal szemben, hogy nem áll fenn a névleges vivőfrekvencia $4/T$ környezetében a hamis behúzás jelensége [8], ezért viszonylag egyszerű hurokdetektor és vadászó áramkör segítségével lehet a behúzási tartományt megnövelni. (Mért t eredmény: KF hurokban ± 300 KHz, RF hurokban min. ± 200 KHz, mely egy nagyságrenddel nagyobb mint az adó- és vevőlokáloszcillátorok frekvencia változása.) A demodulátorra jellemző bit hibaarány karakterisztika a 8. ábrán látható, az előírt löketű analóg FM modulációjú szolgálati információ egyidejű átvitele mellett mérve.



8. ábra Demodulátor bit hibaarány karakterisztika

3. Főbb műszaki adatok

Frekvenciasáv	390 – 470	MHz
Bitsebesség	2,048	Mbit/s
Digitális interface	HDB – 3 (CCTT G. 703)	
Adó		
Adóteljesítmény	min. 2,5/7	W
Adólokáloszcillátor típusa	frekvencia-szintézer	
Frekvenciaraszter	10	KHz
Frekvenciastabilitás	$2 \cdot 10^{-5}$	
Moduláció	offset QPSK	
Modulátor	QAM	
Modulátor frekvencia	35	MHz
Szolgálati csatorna moduláció	FM	
Frekvencialöklet	10	KHz _{o-p}
Frekvenciasáv	0,3 – 4	KHz

Vevő

Felépítés	szuperheterodin kétszeres transzponálással	
Zajtényező	max. 4	db
Lokáloszcillátor	frekvenciaszintézer	
Frekvenciaraszter	10	KHz
Frekvenciastabilitás	$2 \cdot 10^{-5}$	
I. KF frekvencia	35	MHz
II. KF frekvencia	5	MHz
KF sávszélesség (-3 dB)	1,5	MHz
AGC átfogás	50	dB
Demodulátor típusa	adatvezérelt PLL	
Demodulátor KF jel/zaj küszöb (BER = 10^{-3})	13	dB
Vevő RF küszöbszint (BER = 10^{-3})	-94,5	
Szolgálati csatorna pszof. jel/zaj (1 RF szakasz)	min. 45	dB
Szűrőváltó		
Beiktatási csillapítás adófrekvencián	max. 3	dB
vevőfrekvencián	max. 2	dB
Szűrő típusa, rezonátorszám	comb-line, 5 rez.	
Zárósávi csillapítás		
$f_0 \pm 40$ MHz	min. 65	dB
$f_0 \pm 70$ MHz	90	dB

Feszültségellátás

Tápfeszültségtartomány	-20... -72	V DC
Fogyasztás (P = 2,5/7 W)		
végállomás	max. 45/60	W
ismétlőállomás	max. 75/105	W

Klimatikus követelmények

Hőmérséklettartomány	0... + 50	°C
Relatív légnedvesség (25 °C)	max. 95	%

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] „Reference Data for Radio Engineers” 5. Edition, Chap. 27, Howard W. Sam Co., Inc., Indianapolis, 1970.
- [2] Brodhage, H., Hornuth, W.: „Planung und Berechnung von Richtfunkverbindungen”, Siemens Aktiengesellschaft, Berlin München, 1977.
- [3] Frigyes I., Szabó Z., Ványai P.: „Digitális mikrohullámú átviteltechnika”, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [4] Margulis, A.: „Integrated Single – Sideband Modulators Implemented on Soft Substrates”, MSN, September 1985, pp. 81 – 90.
- [5] Chen Y. Ho: „Design of Lumped Quadrature Couplers”, Microwave Journal, Sept. 1979, pp. 67 – 70.
- [6] Akszenov, A. E.: „Napravlennüj otvetitelj na szoszredotoc-sennüh induktivnüh i jomkosztnüh elementah”, Radiotekhnika, 1976. no. 2, 54 – 59 (Orosz nyelven)
- [7] Feher, K.: „Digital Communications. Satellite) Earth Station” Englewood Cliffs, 1983.
- [8] Simon, M. K.: „False Lock Performance of Quadriphase Receivers”, IEEE COM-27, No. 11. Nov. 1979,
- [9] Lindsay, W. C., Simon M. K.: „Telecommunication Systems Engineering”, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1973.

Lapunk példányonként is megvásárolható:

az V., Váci utca 10. és

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

hírlapboltokban

Műholdas és kábeles televíziózás hazai sajátosságai

SZÁSZ GERŐ
ORION

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk közvetlen TV műsort sugárzó (DBS) műholdak magyarországi vételi lehetőségeit, korlátait taglalja. Ismerteti az ORION rendszertechnikai terveit, gyártani kívánt berendezéseit.

Bevezetés

Bevezetőül meg kell állapítanunk, hogy e témakörben jelentkező problémák megoldásánál 75. éve alapított Vállalatunk sajátosan kedvező helyzetben van, mivel több évtizedes fejlesztési és gyártási tapasztalatot szerzett, mind a közzükségleti (rádió, TV, videomagnetofon stb.), mind a professzionális (mikrohullámú) berendezések területén. Ebből következik, hogy – néhány speciális műszertől eltekintve – rendelkezésre állnak a szükséges mérőberendezések, technológiák ahhoz, hogy nagy tapasztalatokat szerzett szakembereink a televíziózás eddigi rendjét felforgató új ágazatban is biztosítsák az ORION meghatározó nagyságú részesedését a következő években. Nem győzzük eléggé hangsúlyozni azt, hogy a fejlesztési, gyártási tervek, időpontok, igények megfontolt meghatározását igen fontosnak tartjuk, mert gyorsan elérhető átmeneti siker helyett inkább tartós és megbízható piaci jelenlétre törekszünk.

A teljesség igénye nélkül, röviden – inkább csak felsorolásszerűen – a fejlesztési döntést befolyásoló tényezőkről:

– Alapvetően eltér a TV műsorról való ellátottság szempontjából Nyugat-Európa és hazánk helyzete, mivel az előbbinél csak a vételi lehetőségek relatíve kismértékű növeléséről, sugárzási szabvány szempontjából kép és hangminőség javításáról van szó; míg Magyarországon a meglévő vételi lehetőségek megsokszorozódása a döntő kérdés.

– Az igazi kábeles televíziózás nyugaton meghatározóvá és szabványokban rögzítetté kezd válni; míg hazánkban az utóbbi években megvalósított néhány, körzeti programok vételére is alkalmas, központi kábeltelevíziós rendszertől eltekintve, elég siralmas helyzet alakult ki. Kábelesnek nevezett, de nem elég körültekintéssel létesített rendszerek sokasága települt, melyek illesztetlenségükkel, „ad-hoc” megvalósításokkal tűnnek ki; nem beszélve az alkalmazott elosztó,



SZÁSZ GERŐ

Okleveles híradástechnikai mérnöki és színes TV. szakmérnöki oklevelet szerzett. 1959. óta az ORION-ban do-

gozik. Fő érdeklődési területe a televíziózás; több publikációja jelent meg, a HTE színes TV. szimpóziumain több előadást tartott. Jelenleg az ORION közzükségleti ágazatának főmérnöke.

szétosztó, transzponáló eszközök sok fajta, számos esetben rendkívül primitív kiviteléről.

E tényező napjainkban igen sok közösségben azt a hitet keltette – bízván központi rendszerük alkalmasságában – hogy csak mikrohullámú vevő és beltéri hangoló egység (tuner) szükséges ahhoz, hogy a lakásokban élvezhető legyen a közvetlen műholdas TV adás.

Véleményünk szerint – mielőbb szükséges olyan követelményrendszer érvényesítése, amely figyelembe véve a zavarmentességet, a műszaki lehetőségekkel élve – a különcsatornákat is kihasználva – a rendelkezésre álló VHF kábeleken is képes megoldani a nagy számú műsor vételét.

– Mint az eddig nyilvánosságra hozott terjedési adatokból kiderül, hazánkban a közvetlen műsorsugárzó műholdak (DBS) közül a következő években az NSZK „SAT – 1” és „SAT – 2”, Franciaország „TDF – 1” és „TDF – 2”, Luxemburg „ASTRA” és 1990-es évek elején a KGST országok műholdjainak vétele lesz lehetséges. (Itt kívánjuk megjegyezni, hogy az ECS 1 távközlési műhold Sky Channel, Super Channel és TV 5 műsorainak vételéhez szükséges berendezésekkel az ORION ugyancsak kíván foglalkozni, ám ez jelen cikknek nem tárgya.)

– Ma már ismeretes, hogy az NSZK tavaly pályára juttatott „SAT – 1” műholdjának működtetését energiaproblémák gátolják, igen kérdésesnek látszik „kijavítása”. Ezzel valószínűleg késedelmet szenved a francia „TDF – 1” műhold ez évre tervezett fellövése is.

– Az egységes – javított kép és hangminőséget biztosító – világszabvány terve úgy tűnik, újból halasztást szenvedett. Európa a végleges nagyfelbontású rendszerhez az ún. „MAC” kódolású rendszer különböző változatain keresztül kíván eljutni, míg a híradástechnika két vezető hatalma – USA és Japán –

Beérkezett: 1988. II. 1. (★)

azonnal a HDTV (nagyfelbontású TV) rendszer alkalmazását kívánja megvalósítani. Bár a két rendszer feltételes kompatibilitása biztosítottnak látszik, de egyelőre a félképváltásra Európában elképzelt 50 Hz és a másik fél 60 Hz-es szabványeltérése nem látszik feloldhatónak. (Annak ellenére, hogy az EBU (European Broadcasting Union) 1987. amszterdami ülésén elhatározta a MAC rendszerek olyan továbbfejlesztését, mely mindkettőre alkalmas!)

– Az előző ponttal összefüggésben meghatározó tény az, hogy az NSZK és Franciaország által is alkalmazni kívánt D2 – MAC rendszer vételéhez szükséges integrált áramkörök nagyobb sorozatú kísérleti gyártását csak ez év első félévére igéri az INTERMETALL.

– A választott szabványból következik a TV műsorhang sztereo vételének biztosítása is a vevőkészülékeknél. (Itt jegyezzük meg, hogy egyelőre nem látható, hogy viszonylag kis költségráfordítással hogyan oldható meg a vevőkészülékeknél e probléma OIRT adások vételénél is).

– A televízió készülékek gyártásánál túlsúlyba kell, hogy kerüljenek az ún. „kábeltunerés” készülékek, melyek lehetővé teszik a jelenleginél jóval több csatornának a VHF tartományban történő kábeles vételét kiterjesztett átviteli sávjuk segítségével.

– Gondoskodni kell a már üzemeltetett készülékekhez is olyan kiegészítő berendezésről, mely a többletcsatornák vételét lehetővé teszi. Ez a kábel rekonverter.

– A televíziózás magyarországi lehetőségeinek kitágulása egyelőre elvonja a figyelmet attól a tényről, hogy egyidejűleg a műholdas rádiózás is megoldást kíván.

– A tervezett műholdvevő berendezések csatlakozó paramétereit úgy kell megválasztani, hogy azok külön-külön is forgalmazhatók legyenek, zavarsugárzásuk, elektromágneses kompatibilitásuk lehetőleg szabványban kerüljön rögzítésre.

– Nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy e berendezések magánúton történő importja megkezdődött és a DBS műholdak rendszeres adásainak megindulását követően a videomagnetofonokhoz hasonló „sokszínűség” jön létre, amely e berendezéseknél is fel fogja vetni a szervizelhetőség, illeszthetőség, csatlakoztathatóság, szabványoktól való eltérés közismert problémáit.

– A műholdas televíziózás elterjesztése érdekében mielőbb szükségesnek látszik az érdekelt hazai vállalatok összefogása, tervkoordinálása, mert e program elterjesztéséhez szükséges devizaforrások igen csak szűkösek. (Becslésünk szerint a hazai gyártás felfutása esetén egy komplett, egyéni vételt szolgáló berendezés megvételére fordított devizából 5–8 db hazai gyártású biztosítható!)

– Az ORION által tervezett berendezések gyártásánál – az egyöntetűség, megbízhatóság érdekében – maximálisan a korszerű, magas színvonalú technológiát (pl: SMT = felületszerelés) kívánjuk alkalmazni.

– A vételhez szükséges berendezések telepítése garantált minőségben – a meglévő központi rendszerek sokszínűsége miatt – csak közös vállalkozásban végezhető. (pl. GELKA stb.).

– A közszükségleti híradástechnikában szokatlan, GHz-es tartományban működő berendezések megjelenése szükségessé teszi a szakmai oktatás sürgős megszervezését a szolgáltató ágazatokban.

Az ORION egyedi, kisközösségi és lakóközösségi vételrendszereit az 1., 2. és 3. ábrán mutatjuk be.

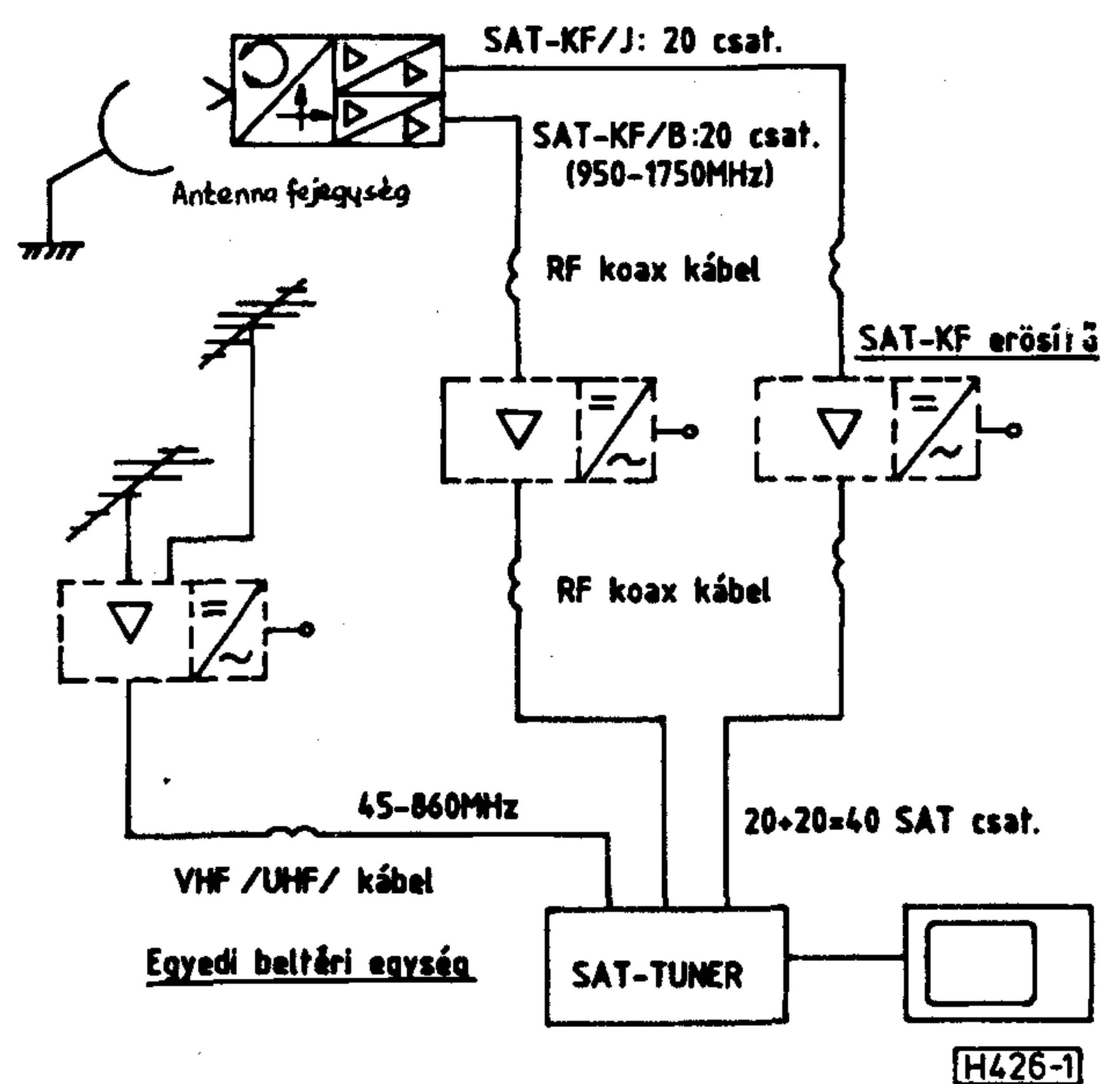
Vállalatunk a DBS vétel körében következőkben felsorolt berendezések gyártásával ill. forgalmazásával kíván foglalkozni:

1. Meglevő – csak VHF sávon működtetett – közösségi antenna rendszerekhez csatlakoztatható kábeles TV hangoló egységgel (tuner) ellátott vevőkészülékek (TV és video), melyek a hagyományos 12 csatorna helyett 32 csatorna vételére alkalmasak és ilymódon az eddigiekben „lekeverhető” 6 programon túl, további 10–12 program vételét biztosíthatják. E készülékek szériagyártását megkezdjük.

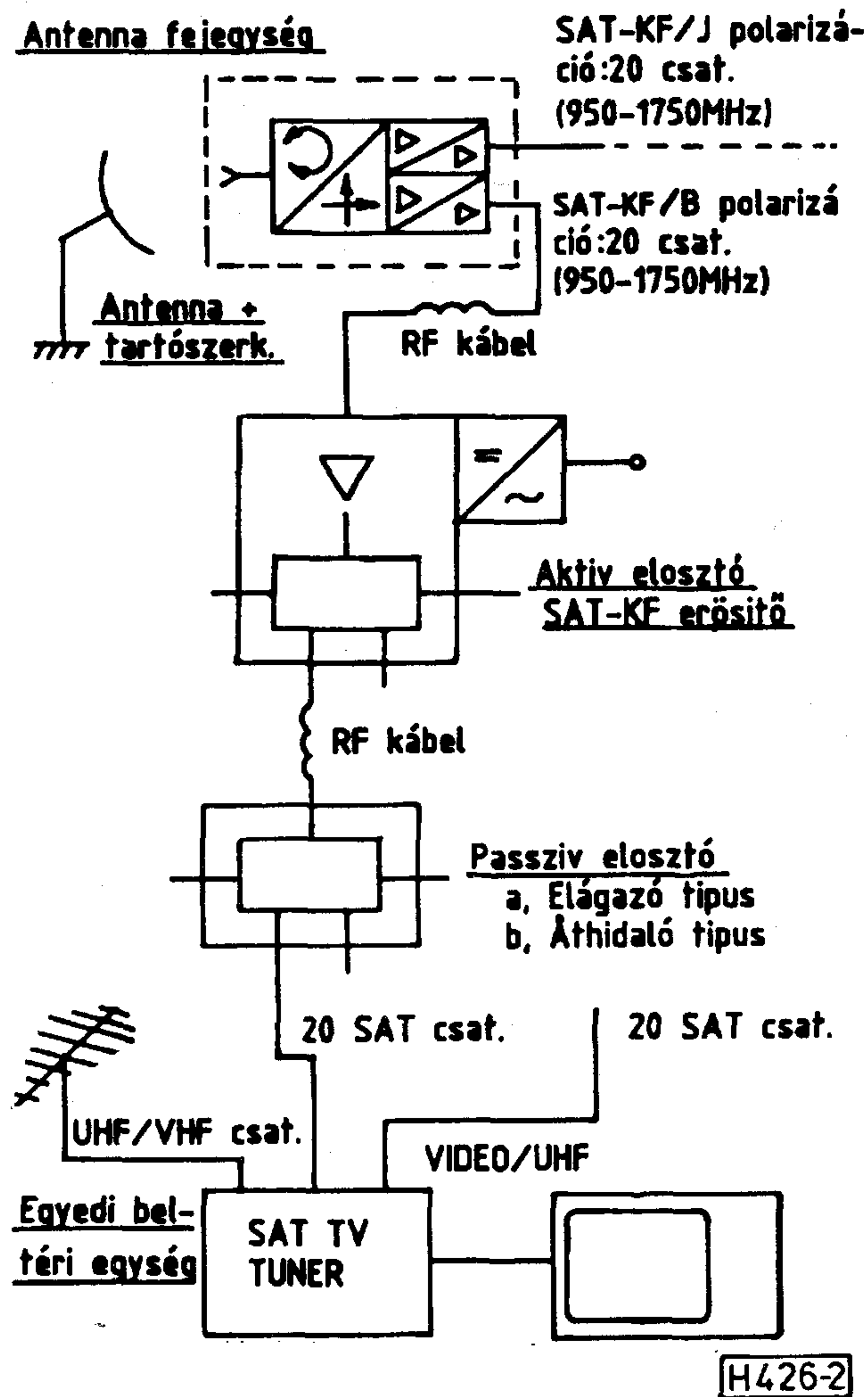
2. Új konstrukciójú, digitális jelfeldolgozással működő színes TV készülékek, melyek alkalmasak a nyugati DBS műholdak „D2–MAC” jelének dekódolására.

3. Régebbi konstrukciójú, nem kábeltunerés készülékekhez csatlakoztatható kábelkonverter.

4. Parabola antenna Ø0,9 és Ø1,4 m-es változatban. Az első műsorszóró műhold pályára állítása utáni évben 1.000 db-nál nagyobb darabszámú megrende-



1. ábra Egyedi vételi rendszer



2. ábra Kisközösségi elosztórendszer

lésre számítunk, mely a későbbiekben tízezres nagyságrendűre fejlődhet.

5. Tartószerkezet. Különböző változatokkal, mindkét antennához.

6. Antenna fejegegység. Magába foglalja a primersugárzót, a depolarizátort és a két teljes sávú konvertert, mely mindkét forgásirányú polarizáció egyidejű vételét biztosítja. (Rendelkezésre áll opcionálisan az egy polarizációs – jobb v. bal forgásirányú – változat is.) Összesen $20 + 20 = 40$ műholdas csatorna vételét teszi lehetővé, mely magába foglalja az európai szocialista országok későbbiekben fellövendő közös műholdjának vételi lehetőségét is.

7. Egyedi beltéri hangoló egység (TV satelit tuner). Lehetővé teszi bármelyik műholdas csatorna kiválasztását (beprogramozását).

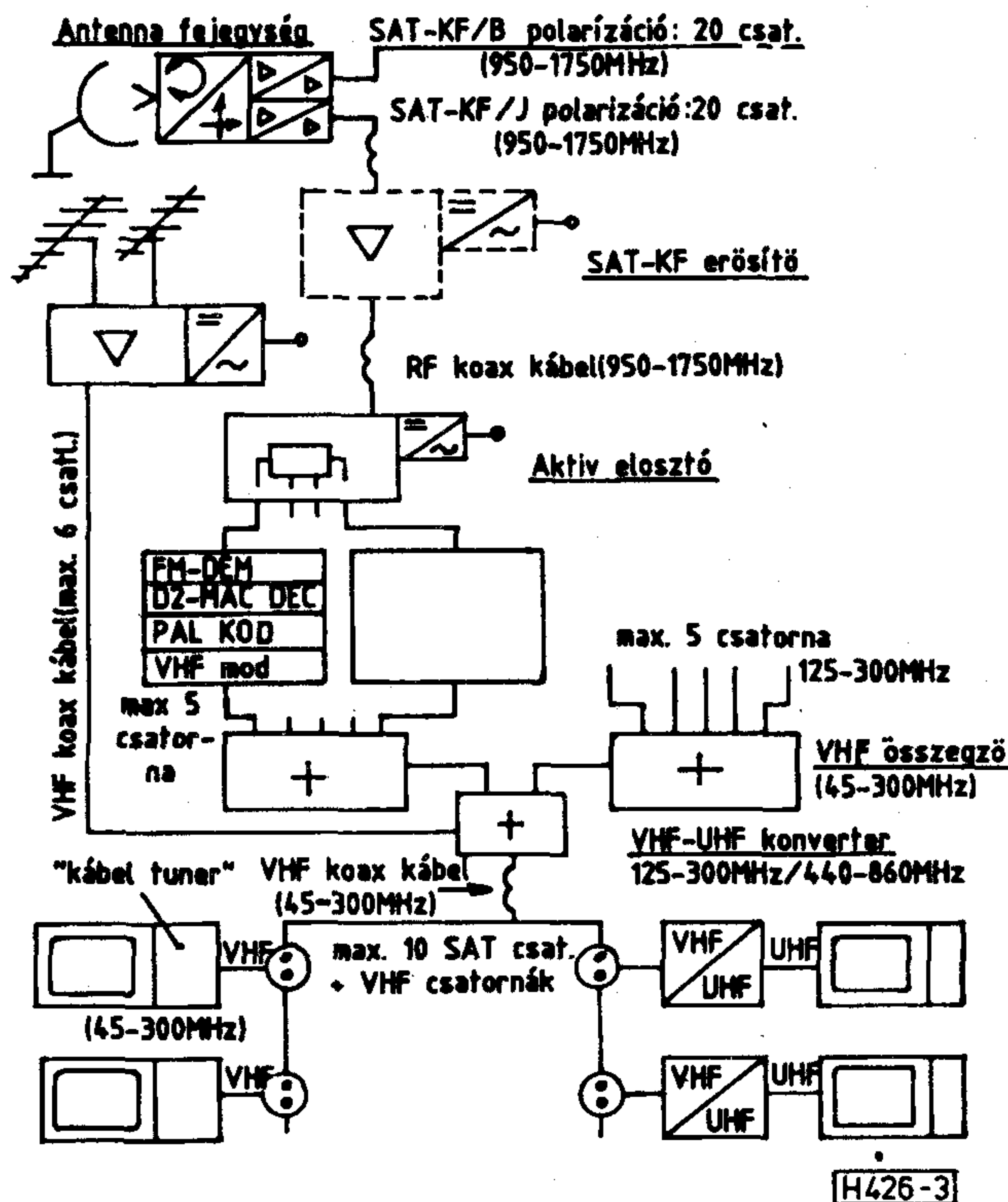
A TV készülékekhez RF antennacsatlakozón (UHF) vagy alapsávon történő összeköttetést biztosít. Hagyományos UHF/VHF antenna bemenete is van, közös kimenetén akár a földi, akár a műholdas program vehető.

8. Egyedi ill. kisközösségi elosztórendszerhez az alábbi elemeket tervezzük biztosítani:

- szatellit KF erősítő
- aktív elosztó
- passzív elágazó típusú osztó
- passzív áthidaló típusú osztó

Valamennyi felsorolt elem a 950 – 1750 MHz-es szatellit KF sávban működik.

9. Az eddigiekben vázolt rendszerben (egyedi, kisközösségi) minden egyes TV vevőkészülékhez egy olyan egyedi beltéri hangoló egységet feltételezünk, mely a szatellit KF sávba (950 – 1750 MHz) lekevert bármelyik műholdas csatornát (a lehetséges 40 közül) a vevőkészülék video, RGB vagy antennabemenete részére hagyományos módon való jelfeldolgozásra alkalmassá tesz. („D2 – MAC” kódolású adás esetén a videokimenethez D2 – MAC dekódolót/PAL kódolót kell csatlakoztatni.) A valóságban egy adott műholdpályairányból nem valószínű, hogy a közeljövőben valamennyi csatorna vételére lehetőség lesz, ezért nagyobb (pl. lakóközösségi) ellátás esetén nem gazdaságos valamennyi TV-készülékhez külön beltéri egységet használni, nem is beszélve arról, hogy az így kialakított rendszerhez olyan RF-kábeleket kell használni, melynek csillapítása kb. 2 GHz-en sem túl nagy, annak érdekében, hogy ne kelljen az elosztó rendszerbe több teljessávú erősítőt beiktatni. A várható költségekre való tekintettel célszerű az egy felhasználóra jutó részt minél jobban csökkenteni. Ennek egy lehetséges módja pl. egy sok lakásból álló lakóház v. lakótömb



3. ábra Lakóközösségi vételrendszer

esetében (ezt nevezzük „lakóközösségi rendszernek”) a meglévő földi TV adókhöz kialakított közösségi rendszer rendszerint VHF sávú kábelhálózatának felhasználása. Ez viszont azzal az elvi korlátozással jár, hogy csak a műholdas csatornák egy részét, pl. max 10 csatornát tudunk a vételre kiválasztani. (Hivatkozással az előbbiekre, hosszú ideig még ennyi program vételére sem lesz lehetőség.) A műholdas csatornákat a szatellit KF sávból ún. csatornaegységek (FM-demodulátor, RF-modulátor, esetleg még D2 – MAC dekódoló/PAL kódoló teszik célszerűen a 45 – 300 MHz-es VHF sávra. A földi adókhöz kiépített központi antennaerősítő után a két rendszer egy összegzőn egyesíthető.

Az elosztó hálózat bemenetén levő csatornaátalakító egységeket vállalatunk a kereskedelemből vagy kooperációból kívánja biztosítani.

Az ORION az általa fejlesztett és gyártott berendezéseket külön is forgalomba kívánja hozni. Így például az antennát és fejerősítőt tartalmazó kültéri egységet a rendszer többi elemétől függetlenül is.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a műholdas TV műsorszóró rendszernek a hagyományos földi rendszertől való eltérése miatt, a műholdas műsorszórás vétele a felhasználás-típustól függően (egyedi, közösségi vagy lakóközösségi) eltérő hálózat kialakítását követeli meg az adott telepítési helynek megfelelően.

DÍJAK KIOSZTÁSA

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Elnöksége

Puskás Tivadar Emlékéremmel tüntette ki a következő személyeket:

BALOGH GYŐZŐ

Nyugalmazott MÁV mérnök főtanácsos, aktív éveiben, majd nyugállományba vonulása után is a MÁV távközlési hálózatának fejlesztésével foglalkozott ezáltal is elősegítve a magyar híradástechnika fejlődését.

Néhány nevéhez fűződő esemény:

- a vasúti országos távgépíróhálózat kialakítása, s később korszerűsítésének beindítása TPV központtal,
- az első országos kiterjedésű közepes sebességű adatátviteli hálózat kiépítésének irányítása,
- a magyar európai vasutak helyfoglalási rendszeréhez való kapcsolódás kimunkálása.

A magas színvonalú szakmai tevékenysége mellett folyamatosan részt vett a vasúti szakemberek oktatásában, több tankönyv szerzője.

Egyesületünknek ma is aktív tagja. Tagja a távközlési klubnak, előadásokat tart és a Közlekedési Hírközlési Szakosztály megalakításában is tevékenyen részt vett.

FARAGÓ GYÖRGY

1964-ben végzett a BME Villamosmérnöki karán. Az egyetem elvégzése után a honvédséghez került fejlesztőmérnöki munkakörbe. Szakmai tevékenységi köre elsősorban kommunikációs vevők és vevőrendszerek, valamint antennák és antennarendszerek fejlesztése.

Társadalmi munkát több mint három évtizede a Magyar Rádióamatőr Szövetségben (MRASz) és több mint két évtizede a Híradástechnikai Tudományos Egyesületben (HTE) végez. A MRASz keretén belül 10 évig elnökségi tagként. A HTE-ben a Vételtechnikai és a Személyi Rádió szakosztályok keretében dolgozik.

Társadalmi tevékenysége során számos cikket publikált, és előadásokat tartott az egyoldalsávú vételtechnika és az antennarendszerek témakörében.

A HTE újjászervezésekor egyik kezdeményezője volt a Személyi Rádió szakosztály létrehozásának, és jelentős szerepet vállalt a szakosztály megszervezésében.

Jelenleg a HM állományában dolgozik, ahol műszaki kutatási-fejlesztési irányító tevékenységet végez.

DR. FRIGYES ISTVÁN

1954-ben szerzett gyengeáramú villamosmérnöki oklevelet; 1979-ben megkapta a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot, 1980-ban a dr. techn. címet.

1955-ig az Egyesült Izzóban dolgozott. 1965-ig a BHG Mikrohullámú Fejlesztési osztályán, majd, a mikrohullámú téma áthelyezésétől 1974-ig az ORION-ban dolgozott; itt legutóbb vezette a mikrohullámú fejlesztést. 1983-ig a TKI-ban tudományos osztályvezető volt, amikor kinevezték egyetemi docenssé a Budapesti Műszaki Egyetem Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékére. A TKI-ban azóta is másodállású tudományos tanácsadó.

Számos publikációja jelent meg, köztük társszerzője 5 szakönyvnek; számos hazai és külföldi konferencián tartott előadást. Több cikke jelent meg a Híradástechnika lapban; 1983-ban Pollák-Virág díjjal, 1986-ban nívódíjjal tüntették ki.

Tagja a HTE-nek. Korábban a Mikrohullámú Szakosztály titkára volt. A Híradástechnika szerkesztőbizottságában mint az ORION-rovat tudományos szerkesztője dolgozik 1983 óta. Tagja az IEEE-nek, valamint annak Rádió-hírközlési Bizottságának.

KAS OSZKÁR

15 évig volt a BUDAVOX REVIEW főszerkesztője. Tevékenységét nagy hozzáértéssel végezte, és azon túlmenően, hogy a lapot szerkesztői tevékenysége folytán igen magas színvonalra emelte, hozzájárult a magyar híradástechnika hírének világviszonylatú öregbítéséhez.

Főszerkesztőségi tevékenysége alatt, és azóta is a lapot 54 országban terjesztik.

Kas Oszkár mintegy 50 éve dolgozik a magyar híradástechnika területén.

MOLNÁR BÉLA

A BHG Híradástechnikai Vállalat Fejlesztési Intézetének fejlesztőmérnöke, főosztályvezető.

1965-ben szerzett villamosmérnöki diplomát. Ettől az időponttól kezdve foglalkozik kapcsolás-technikai berendezések (telefonközpontok) fejlesztésével.

1970-től foglalkozik tárolt programvezérlésű központok fejlesztésével. Résztvett a BHG és a rigai VEF gyár közös fejlesztési munkáiban, melynek eredményeképpen a KVANT típusú központ született meg.

(Folytatás a 213. oldalon)

A CCITT telefonvonalas adatátviteli szabványosítási tevékenysége és az ORION néhány eredménye

NÓBIK LAJOS
ORION



ÖSSZEFOGLALÁS

A CCITT telefonvonalas adatátviteli szabványosítási munkáját a XVII-es T. Cs. végzi, és eddigi eredményeit a Piros Könyv VIII. 1. kötet V-sorozatú ajánlásai tartalmazzák.

Az Orion 1970 óta vesz részt a XVII-es T. Cs. (1976-ig Sp. A) munkájában. Az 1980-ban elfogadott V. 22 Ajánlás kidolgozásában aktívan közreműködött, Európában pedig az elsők között jelent meg a V. 22 szerinti AM-12TD modemmel. Az 1985-1988 Tanulmányi időszakban a V. 14 Ajánlás (Start-stop karakterek átvitele szinkron hordozó csatornákon) tervezetének kidolgozása a szerző javaslatára és vezetésével történt. A cikk megírása idején a V. 14 szerinti aszinkron-szinkron átalakító BOÁK formájában való megvalósítása a HTSZ-ben még folyik.

A CCITT és a XVII-es Tanulmányi Csoport munkája

A Nemzetközi Távközlési Unió (ITU), mint az ENSZ szakosított szervezete, alapvető feladatuként igyekszik biztosítani a hírközlés („communications”) egységes nemzetközi feltételeit. Ezen belül a CCITT (Nemzetközi Telefon és Távíró Tanácsadó Testület) foglalkozik pl. az egyes átviteli szolgálatok és szolgáltatások műszaki és adminisztratív kérdéseivel. A CCITT munkáját tanulmányi csoportokban és bizottságokban végzi négyéves tanulmányi időszakokban. A CCITT teljes közgyűlése összegzi az egyes időszakok munkáját, fogadja el a világszabvány értékű (nemzetközi) ajánlásokat és osztja ki a következő tanulmányi időszak kérdéseit az egyes tanulmányi csoportoknak. Az általános közgyűlés eredményei ún. színes könyvekben jelennek meg; a Piros Könyv tartalmazza a CCIT legutóbbi, VIII. Teljes Közgyűlésén (Malaga – Torremolinos, 1984. okt. 8-19.) jóváhagyott ajánlásokat (1). Az 1985-1988 tanulmányi időszakot záró IX. Általános Közgyűlést pedig 1988. nov. 14-25. között Melbourne-ben fogják tartani és az új színes könyv kék lesz.

A CCITT munkában teljes jogú tagként vesznek részt az ITU tagországok távközlési igazgatásai és/vagy elismert magán üzemeltető társaságai (RPOA). Az ipari, tudományos és nemzetközi szerve-

NÓBIK LAJOS

A BME Villamosmérnöki Karán végzett 1960-ban, s ugyanott irányítástechnikai szakmérnöki oklevelet szerzett 1968-ban. A BHG-ből 1965-ben került az ORION-ba, ahol 1975 óta az Adatátviteli fejlesztés vezetője, majd 1988-tól a számítástechnikai profil rendszer-technikai vezetője. Főállása mellett 1969-től 10 éven át BME-HEI tanársegéde, majd adjunktusa. 1969-től vesz részt az ESZR munká-

ban. 1970-től a CCITT XVII T. Cs. tagja, ahol 1985-ben témavezetői megbízatást kapott. 1971 óta tagja a HTE-nek; 1981-ben, majd 1985-ben a Távközlési szakosztály egyik titkárává, majd 1985-ben az Országos Elnökség tagjává választották. – Több publikációja jelent meg a magyar és a külföldi szakajtóban, s több előadást is tartott magyar és külföldi rendezvényeken. A Puskás Tivadar-díj kitüntetettje 1984-ben. Szakterülete a hírközlés-technika, s ezen belül is a telefonvonalas adatátvitel.

zetek képviselői viszont csak tanácskozási joggal rendelkeznek. Az utóbbi kategóriába tartozik a magyar ipart képviselő BHG Híradástechnikai Vállalat tagsága is, amelynek keretén belül az Orion 1970 óta vesz részt a telefonvonalas adatátvitel munkájában, szoros együttműködésben a Magyar Posta képviselével.

Közismert, hogy Magyarországon a híradástechnikai, ill. az elektronikai ipar export orientált, hiszen az ország méretei kis belső felvevő piacot jelentenek. Ezért alapvető, hogy az érintett termékek megfeleljenek a nemzetközi szabványoknak. Ennek érdekében viszont egy gyártó vállalat részére sem elégséges csak a kész CCITT ajánlások ismerete, hanem már azok kialakulását is célszerű követni, sőt a lehetőségekhez képest a szabványosítási munkában aktívan résztvenni. E munka során nélkülözhetetlen ismeretek és információk szerezhetők be, mert egy-egy témában a legújabb eredmények felkészült képviselői versengenek az ajánlás státuszának elnyeréséért.

A munkaüléseken való részvétel fontosságát hangsúlyozza az is, hogy az ülések előtt szétküldött ún. fehér anyagok számának csökkenésével egyidejűleg rohamosan megszorodtak a csak a helyszínen megjelenő ún. késett és ideiglenes (alkalmi) kiadványok. Az ülésekről készülő beszámolók pedig igen lassan jelennek meg, vagy éppen a következő ülésen vehetők át.

Beérkezett: 1988. II. 1. (★)

A munkaülések rövid időtartamának jobb kihasználása, az egyes témák (tanulmányi kérdések) alaposabb előkészítése érdekében fokozott jelentőséget kapott a szakértői csoportok tevékenysége. Ezek a csoportok a T. Cs. által megbízott témavezetőhöz („Special Rapporteur”) csatlakozott szakemberekből állnak, akikkel a témavezető levelezéssel tartja a kapcsolatot az ülések között. A témavezető készíti elő a tárgyalásra kerülő munkaanyagokat és tart – szükség szerint – külön szakértői csoport üléseket is, a T. Cs. ülésétől függetlenül.

A CCITT adatátviteli szabványosítási munkája szorosan összefügg az ISO (Nemzetközi Szabványosítási Szervezet) tevékenységével, amely főleg a végberendezések és az átviteli eljárások (protokollok) szabványosítására terjed ki. A közös érdekeltiségre jellemző példa a CCITT V. 24. Ajánláshoz (2) kapcsolódó ISO 2110 szabvány (3), amely a V. 24-ben meghatározott interfész áramkörök számára csatlakozót és csatlakozóbekötést tartalmaz.

A CCITT telefonvonalas adatátviteli munkájának növekvő súlyát jelzi, hogy az 1970-es évek óta egyre nagyobb delegációval képviselteti magát az USA, amely korábban főként a Bell-szabványok szerint élt és nem hivatalosan a CCITT-t európai érdekeltiségű szervezetnek tartotta. Az ATandT feldarabolása óta már nem is adnak ki „Bell specifikációt” és pl. az USA-ban igen elterjedt kéthuzalos, teljes duplex, 2400 bit/s modem teljes mértékben a CCITT V. 22 bis Ajánláson alapul.

A CCITT XVII-es T. Cs. (telefonvonalas adatátvitel) munkája jelenleg három munkacsoportban (M. Cs.) folyik. A XVII/1 M. Cs. az adatátviteli modemekkel, a XVII/2 M. Cs. az ISDN-nel, a XVII/3 M. Cs. pedig a fenntartással és az interfészekkel foglalkozik. A modemek terén a sebesség és a szolgáltatások növelése áll a szabványosítás előterében. Három példa: az 1985–1988 időszakban gyorsított eljárással fogadták el a V. 33 Ajánlást, amely bérelt vonali átvitelre 14,4 kbit/s sebességű modemet szabványosított; az 1987. októberében jóváhagyott V. 14 ajánlástervezet önálló aszinkron-szinkron átalakítót határoz meg; a start-stop átvitelre ajánlott modemek hibajavítási képességekkel való felruházását pedig a V. 42 ajánlástervezet írja le.

Az ISDN-nel kapcsolatban fontos kérdés pl. a V sorozat szerinti típusú interfészekkel rendelkező adatvégberendezések támogatása az ISDN által (a V. 110 Ajánlás kiterjesztése).

A modemek hálózatba kapcsolása egyre nagyobb hangsúlyt helyez a fenntartási kérdésekre: a hibák gyors behatárolására, a hálózat átrendezésére stb. A kérdés nagy hordereje miatt gyors eredmény nem várható, s a megoldás (új ajánlás) kidolgozása a következő tanulmányi időszak feladata lesz.

Az interfészek terén egyrészt a már hivatkozott V. 24 Ajánlás folyamatos aktualizálása (pl. a meglévő interfész áramkörök feladatainak bővülése a soros hívási eljárás következtében, új interfész áramkörök meghatározása az adatáramlás vezérléshez stb.), másrészt új interfész kidolgozása („Általános adatátviteli interfész”, GDI, amely kompatibilis az ISDN felhasználó-hálózati interfészt leíró I. 431 Ajánlással) van napirenden.

Ez a rövid áttekintés is érzékelteti, hogy a telefonvonalas adatátvitel még mindig meghatározó jelentőségű. Ma már az a következtetés is levonható, hogy a telefonhálózattól kapcsolástechnikailag független vonal- és csomagkapcsolt adathálózatok csak átmeneti szerepet játszhatnak az integrált szolgáltató digitális hálózat (ISDN) megvalósulása felé. Az átmeneti időszakban a telefonvonalas adatátvitel változatlanul virágzik és növeli piaci részesedését.

Orion-tevékenység a V. 22 ajánlástervezetének kidolgozásában

CCITT ismereteinket először az Orion ESzR-tevékenységében hasznosítottuk a 70-es évek elején. Első ESzR modemeink (ESz–8006/AM–1200 és ESz–8011/AM–2400) műszaki követelményeinek egyeztetésénél, konstrukciós megoldásainál és a nemzetközi bevizsgálásoknál jó alapot jelentett a CCITT gyakorlat és a legfrissebb információk ismerete.

1976-ban felfigyeltünk az ATandT fehér anyagok kiadványára (4), amelyben a duplex modemek sebességének kiterjesztését javasolják 1200 bit/s-ig. Az 1977–1980 tanulmányi időszak új kérdései közé Q16 alatt be is került a duplex modemek témája és ezzel párhuzamosan hozzáálltunk a kéthuzalos duplex 1200 bit/s modem (AM–12TD) fejlesztéséhez. Elhatározásunkat az a felismerés erősítette, hogy a TAF terminálok adatátviteli üzemével szerzett tapasztalataink a félduplex modemek több működési korlátjára is rávezettek.

A fejlesztési munka korai eredményei alapot teremtettek arra, hogy a Magyar Posta szakértőivel együtt aktívan résztvegyünk a kialakuló új ajánlás (V. 22) tervezetének kidolgozásában. Ennek során három hozzászólást adtunk be, amelyből az első (6) jelentősen elősegítette a kemény vitává szélesedő küzdelem feloldását az eredeti ATandT javaslat és az időközben színre lépett Vadec Corp. (USA, később Racal-Vadic Corp.) között. A vitában a Vadec jól érvényesítette azt az előnyét, hogy valójában már piacon volt az 1200 bit/s teljes duplex modeme. Az ATandT mellett szólt, hogy javaslata jobban megfelelt a CCITT modemek rendszerének. Ebben a vitában kapóra jött a javasla-

tunk (6), hogy tekintsük alapvetőnek a javasolt modem szinkron jelfeldolgozási rendszerét („szinkron moduláció”) és külön start-stop/szinkron átalakító tege lehetővé a – USA-ban uralkodó – start-stop karakterátvitelt.

Végül a Vadic, némi kompromisszum árán (C-változat), nagyvonalúan visszavonult és megegyezés született a V. 22 Ajánlás rétegelt szerkezetéről: az A változat szinkron átviteli rendszerű, a B változat kiegészül a start-stop karakterek átviteli képességével és a C változat 0–300 bit/s közötti aszinkron átvitelt is lehetővé tesz. Részt vettünk az ajánlás végleges megszövegezésében is, de nem jutottunk el az 1979-ben Boulder-ban (USA) tartott munkaülésre, ahol kiejtettek olyan részletet, ami eredetileg a javaslatunkra került be a tervezetbe. (Ez a momentum is aláhúzza az üléseken való folyamatos tevékenység jelentőségét.)

A munkában való aktív részvételünk lehetővé tette, hogy a V.22 Ajánlás 1980 novemberében bekövetkezett elfogadását közvetlenül követte az Orion AM–12TD modem megjelenése: az elsők között Európában (8).

Az AM–12TD modem első külföldi bemutatkozása a 1981. évi Lipcsei Tavaszai Vásáron volt, ahol igen kedvező fogadtatásban részesült és elnyerte a Vásár Aranyérmé-t. Ehhez a külföldi elismeréshez társult a

Budapesti Nemzetközi Vásáron (BNV '81) 1981-ben kapott nagydíj. A díjakat a megbízhatóan üzemelő adatátviteli összeköttetések száza, ezrei követték, és e típust az Orion lényeges változás nélkül még a cikk megjelenése idején is sorozatban gyártja.

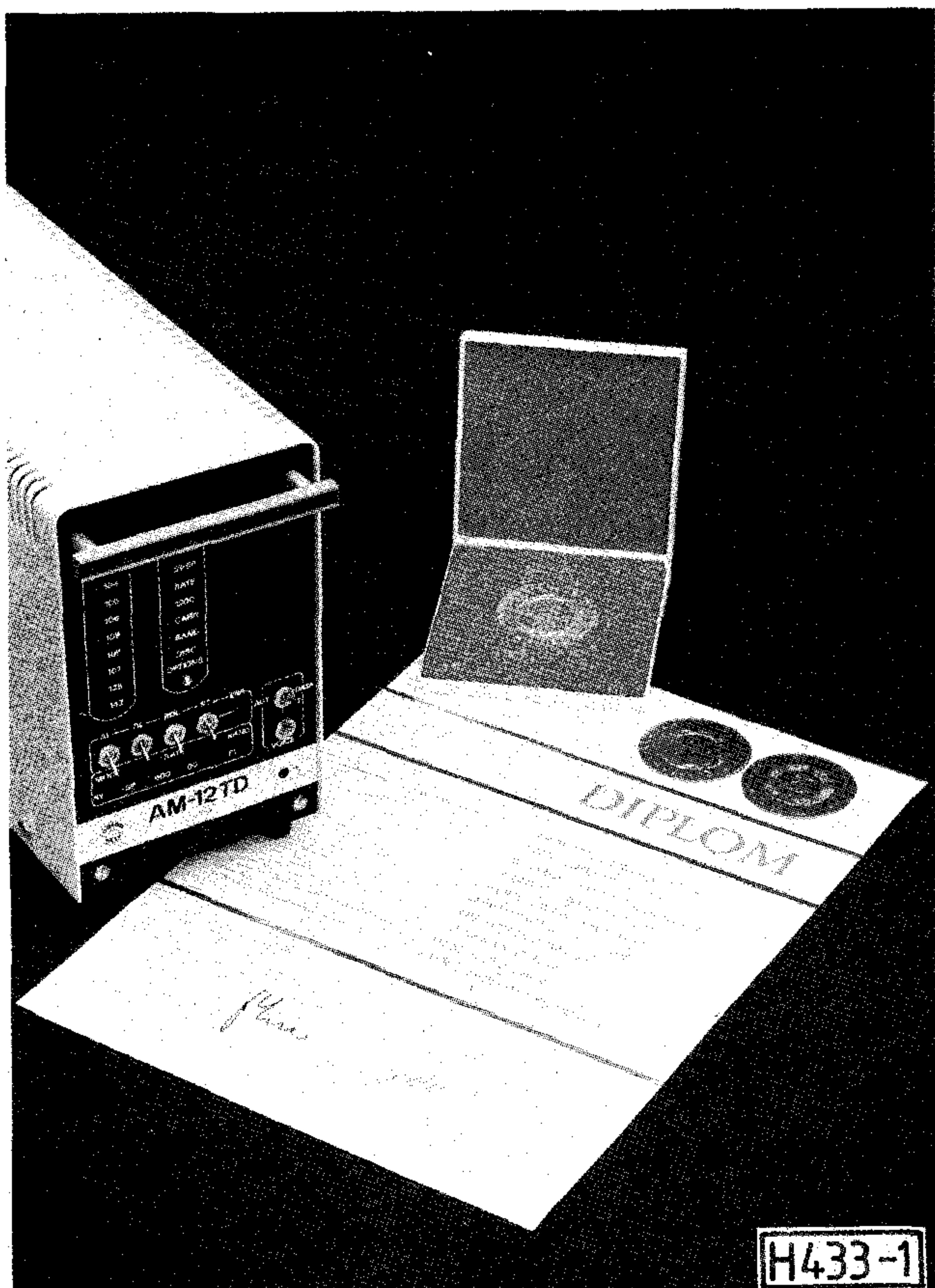
Nemzetközi ajánlás (V. 14) magyar (Orion) javaslatra

A duplex modemek szabványosítása tovább folytatódott (2400 bit/s: V. 22bis és V. 26ter, 9600/4800 bit/s: V. 32). A kéthuzalos, duplex 2400 bit/s modem (AM–24TD) fejlesztéséhez a – rendszerében az 1200 bit/s AM–12TD típussal rokon – V. 22bis Ajánlás alapján hozzáálltunk, de a gyorsuló szabványosítási munkával nem tudtunk lépést tartani. A V. 22 vitáiban szerzett nevünk alapján azonban még kisebb hozzászólásainkra is jobban odafigyeltek, ami további aktivitásra ösztönzött.

1984-ben zárult a VIII. Tanulmányi időszak, amelynek egyik jelentős eredménye a V. 32 Ajánlás lett (9). Ezen belül nyitott kérdés maradt a start-stop átvitel, de a már meglévő rendszerű start-stop/szinkron átalakító alkalmazása előtérben maradt. Ezzel már a negyedik modembe került volna ugyanaz az átalakító. Ez adta a gondolatot az 1984. évi tavaszi záróülésen annak a felvetésére, hogy jelenjen meg önálló ajánlás formájában az átalakító. Bár a hozzászólást több delegáció is elismeréssel nyugtázta, idő már nem volt a kidolgozásra.

Az 1985–1988 időszak egyik első fehér anyagként jelent meg az írásban megismételt javaslatunk (10) a közös start–stop/szinkron átalakítóra. A javaslat nyomán a szerző témavezetői (Special Rapporteur) megbízást kapott a XVII-es T. Cs.-től az ajánlástervezet kidolgozására. Az erre a célra alakult szakértői csoportba (Special Rapporteur's Group) végül is 41 fő jelentkezett, köztük a fejlett országok távközlési igazgatásainak és vezető iparvállalatainak képviselői.

Az 1986. áprilisi munkaülésen (Genf) beterjesztett első munkaanyagot ugyan minden változtatás nélkül elfogadták, de az ezt követő decemberi (München) szakértői csoport ülésen hosszú vitában alakult ki az ajánlástervezet végleges formája. Így a XVII-es T. Cs. munkacsoportjainak 1987. májusi (Boulder) munkaülésén sikerült a XVII/1 M. Cs. jóváhagyását elnyerni, majd a XVII-es T. Cs. változtatás nélkül elfogadta az így véglegesített anyagot (11). Bár a javaslatunk alapvetően szerkesztési jellegű volt, eleve a közös műszaki feladatot éreztük meghatározónak. Ebben nem maradtunk egyedül, mert az 1986-os Electronica (München) kiállításon a finn MICRONAS OY bemutatta – az ajánlástervezet ismerete nélkül készített –



1. ábra Az 1981. évi Lipcsei Tavaszai Vásáron aranyéremmel díjazták az AM–12TD modemet

MAS 7810 típusú átalakító CMOS chipjét (12). Ez a tény ösztönzést adott számunkra is, hogy a magyar félvezetőipar bázisán saját diszkrét CMOS áramköri megoldásunkat leintegráltassuk. A Híradástechnikai Szövetkezettel kötött szerződéssel ez a munka megindult, és remélhetőleg 1988 elején elkészül a 22 lábú, CMOS kaputömbből kialakított aszinkron-szinkron átalakító, a CCITT egyik legújabb (V. 14) ajánlástervezetének műszaki követelményeivel összhangban. Cikkünk mellékleteként röviden ismertetjük a V. 14 ajánlástervezetet, amelyet a CCITT IX. Teljes Közgyűlése (1988) fog ajánlás szintjére emelni.

Remélhető, hogy az elért eredmények, amelyek kedvező visszhangot váltottak ki hazánk iránt is a delegátusok körében, igazolják az előlegezett bizalmat, s talán hozzájárulhatnak az ipari szakemberek jövőbeni részvételének egyszerűbbé válásához ezen a fontos nemzetközi fórumon is.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki Horváth László ügyosztályvezető (MPK) hosszú évek óta tartó értékes támogatásáért, aki a Magyar Posta képviselőjében egyik legrégebbi résztvevője a CCITT telefonvonalas adatátviteli munkájának. Elismerés illeti Wallner Ágoston (Orion) kollégát, aki néhány munkáulésen részt vett, ezen kívül pedig kritikus szakmai észrevételekkel járult hozzá CCITT munkánk sikeréhez. Hálásan gondol a szerző azokra az intézményekre és személyekre, akik megteremtették a CCITT munkáuléseken való részvétel utazási feltételeit.

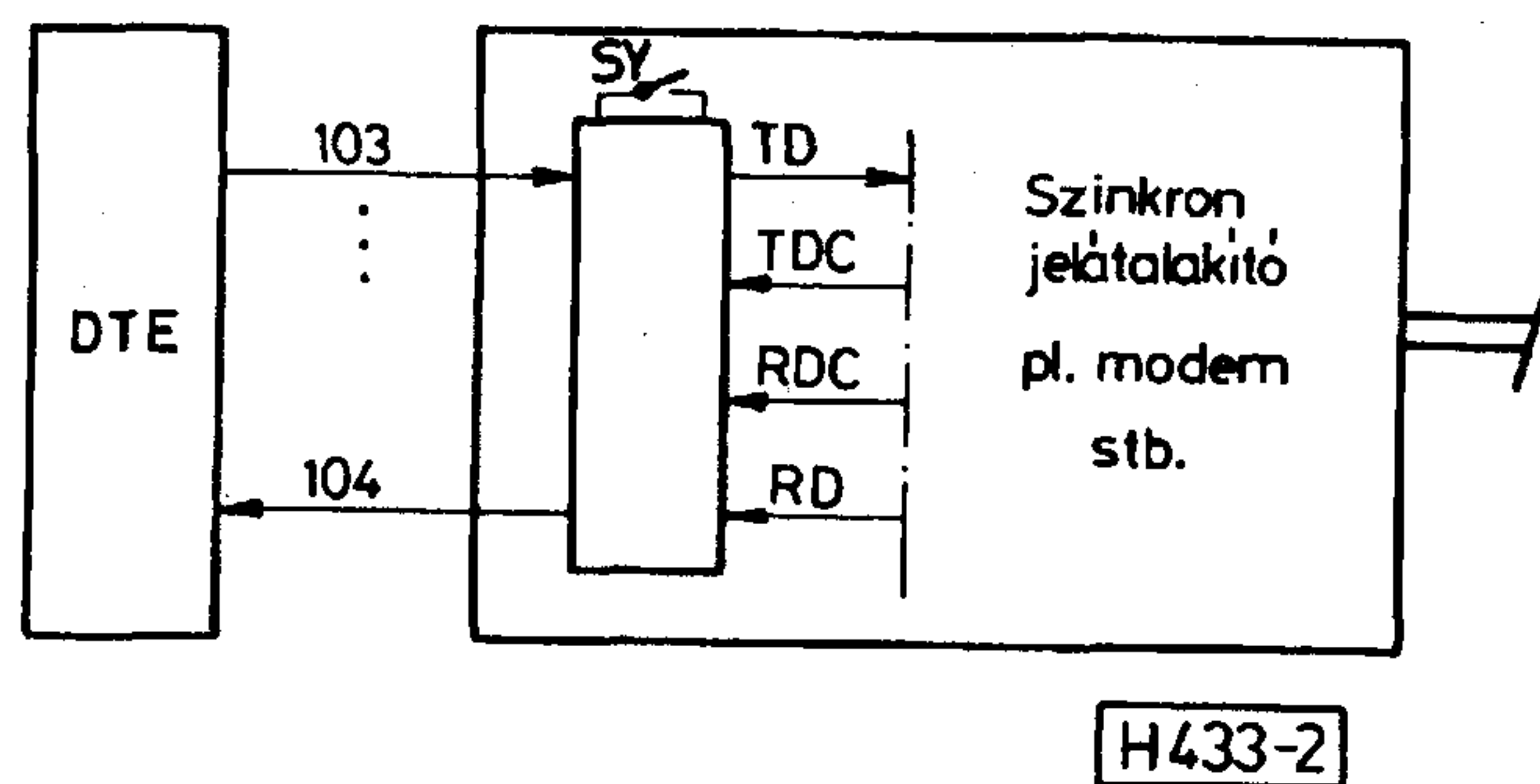
Melléklet

V. 14 ajánlástervezet: start-stop karakterek átvitele szinkron hordozó csatornákon (tömörítvény)

Az ajánlás a start-stop karakterek szinkron hordozó csatornákon való átvitelének olyan módszerét írja le, amely aszinkron-szinkron átalakítót használ a 19 200 bit/s adatjelzési sebességig terjedő tartományban. Ez az átalakító közbenső eszközként az adat adás 103-as áramkörébe, ill. az adat vétel 104-es áramkörébe iktatható be a szinkron adatátviteli berendezésen (DCE), pl. modemen belül (2. ábra), vagy önálló eszköz lehet bizonyos alkalmazásokban.

Az átalakítási módszernek képesnek kell lennie az adat-végberendezés (DTE) jelzési sebességének elfogadására az alábbi két tartományban:

- a) alap tartomány: +1%... -2,5%
- b) bővített tartomány: +2,3%... -2,5%



2. ábra Aszinkron-szinkron átalakító behelyezése szinkron jelátalakítóba (DCE)

- 103 – adat adás; adat bemenet a DCE-hez
- TD – adat adás; az átalakító szinkron(izált) kimenete, az adásra szánt start-stop karakterek aszinkron-szinkron átalakítását követően
- TDC – adó elemjel időzítés; belső időzítési információ a szinkron adási adatjelek előállításához
- RDC – vevő elemjel időzítés; a vett adatjelekhez társult belső időzítési információ
- RD – adat vétel; adatjel kimenet a DCE-ről
- SY – szinkron üzem; a kívánt üzemmód kiválasztása (aszinkron vagy szinkron) pl. vizsgálati célra
- 104 – adat vétel; adat kimenet a DCE-től

Az átalakító 8, 9, 10 és 11 bites karakterek feldolgozására alkalmas; beleértve a startelemet, az adatbitekét és a stop elemet.

A start-stop karaktereken belüli jelzési sebesség és a szinkron hordozó csatorna adatjelzési sebessége közötti sebességeltérés kezelésének általános módszere az adóban a stop elemek beiktatása, ill. törlése, a vevőben pedig a törölt stop elemek újra beiktatása. Biztosított a folyamatos start polaritás (megszakítási jel) átvitele is.

A konverter vételi kimenetén a karakteren belüli jelzési sebességnek a névleges adatsebességnek a specifikált túlsebességi határok meghatározta tartományába kell esnie, azaz a bővített tartományban +2,3%, az alap tartományban pedig +1% határon belül. (A kisebb sebesség kiegyenlítésére beiktatott további stop elemek nem okoznak zavart, mert a stop polaritás az ún. várakozási állapotnak felel meg a start-stop átviteli rendszerekben.)

IRODALOM

- [1] A CCITT-ben az utóbbi években elért eredmények áttekintése és az új fejlesztési irányok – LAJKÓ S., DR. LAJTHA GY. – Híradástechnika, 38. évf. 1. sz. 1987. p. 1–9.
- [2] CCITT Red Book, Vol. VIII. Fascicle VIII. 1; Data Communication over the Telephone Network: Recommendations of the V Series; VIIIth Plenary Assembly, Malaga–Toremolinos, 8–19 Oct 1984. pp. 328
- [3] Data Communication – 25-pin DTE/DCE interface connector and pin assignments-International Standard 2110=ISO, 1980. 07. 01. pp. :

- [4] Duplex modems for operation at up to 1200 bps on the PSTN-White Doc. = CCITT COM Sp. A - No. 223, ATandT (Dec 1975)
- [5] Description and interface specification for a full duplex modem operating at 1200 bit/s - White Doc. = CCITT COM XVI- No. 9, ATandT (Jan 1977)
- [6] Some proposed amendments to the Draft Rec. contained in COM XVII - No. 107 - HUNGARY = CCITT SGXVII, Geneva 21 - 29 Nov. 1978, Delayed contribution: 17
- [7] Amendments to the revised Draft of Provisional Rec. V. 22. (COM XVII - No. 222) - HUNGARY = CCITT SG XVII, Geneva, 25 Apr - 1 May 1980, Delayed Contribution: 7
- [8] Magyarország az elsők között a CCITT V. 22 Ajánlás meg-

- valósításában: az Orion AM - 12TD modem - NÓBIK L. Híradástechnika, 33. évf. 3. sz. 1982. p. 121 - 130, á: 14, b:8, t:1
- [9] Recommendation V. 32 - CCITT Red Book, Vol. VIII. Fascicle VIII. 1, p. 221 - 238.
- [10] Proposal for a common async-to-sync converter - White Doc. = CCITT COM XVII - No.3, BHG Telecomm. Works (Febr 1985)
- [11] Recommendation V.async: Transmission of Start-Stop Characters over Synchronous Bearer Channels - CCITT COM XVII - R 3 (C) = Report of the Meetings of SG XVII Working Parties (Boulder, 6 - 13 May 1987)
- [12] MAS 7810 - Synchronous to Asynchronous Converter MICRONAS OY (gyártmányismertető)

(Folytatás a 208. oldalról)

1976-tól kezdve a BHG és a TundN cég megállapodása keretében a harmadik piacra készülő QA96/MRK központ fejlesztésén dolgozott. A BHG igényekre készülő QA512/MRK központ fejlesztésének pedig témafelelőse volt. E központtípusokhoz kapcsolódóan két rendszertechnikai jellegű szabadalmat nyert megoldás kidolgozásában vett részt.

1982. január 1-től a BHG FI Kapcsolástechnikai Fejlesztési Főosztály I. tevékenységét irányítja, mint főosztályvezető. Főosztályán intenzív fejlesztési tevékenység folyik a mikroprocesszoros vezérlőrendszerek tekintetében. A HTE Üzemi csoportjának jelenleg is aktív tagja.

SZALAY TIBOR

A Műszaki Egyetem elvégzése után az átviteltechnikai szakma további elméleti és gyári gyakorlati elsajátításába kezdett a Telefongyárban. Az 1960-as évek közepétől foglalkozott a légvezeték és a szimmetrikus kábeles, sokcsatornás rendszerek alapvető fejlesztésével, rendszertervezésével. Később, mint rendszertechnikai osztályvezető, vezető szerepet vitt előbb a kiscsatornaszámú, majd a koaxiális gyártmánycsalád specifikálásában, rendszertervezésében és külkereskedelmi terjesztésében.

Komoly érdemei vannak az Ericsson licenz alapján honosított koaxiális rendszer bevezetésében. Több BNV nagydíj és egyéb elismerések fémjelezték fejlesztési munkáit. A digitalizálás korszakában már az ő, ágazati főkonstruktőrsége alatt születtek meg a primértől a mai terciér rendig terjedő PCM berendezések. Mint ÉDÁR főkonstruktőr a nemzetközi munkában is fontos szerepet tölt be több éve. A HTE-ben előadásával és más szereplésével jó nevet szerzett magának. Megválasztották az Etikai bizottság tagjának.

Az általa iniciált TKI, PKI, BME kutatóhelyi szerződéses munkák révén fontos, személyes alátámasztást nyújt folyamatosan az ipar számára folytatott hazai célirányos kutatásoknak. A HTE érdekében folytatott tevékenységet munkatársai körében általában és példamutatásával is ösztönzi.

DR. TARNAY KÁLMÁN

Áramkörök Szakosztály elnöke volt; eredményesen szervezte a szakosztály tevékenységét. Jelenleg is vezetőségi tagként dolgozik.

Elismert tudományos tevékenységet folytat az eszközstruktúrák számítógépi modellezése, az integrált áramkörök géppel segített tervezése témakörében. A gépi szimuláció terén kidolgozott programjai mind hazai, mind külföldi körben használatban vannak.

Vezeti a BME Elektronikus Eszközök Tanszékét. Nagy érdemei vannak a korszerű mikroelektronikai tervezési és technológiai témakörök oktatásba állításában. Kiemelkedő a szerepe az új „Mikroelektronikai és technológiai szak” tantervének kialakításában, a gépi tervezés tanszéki oktatása hardware és software eszközbázisának megteremtésében. Kiemelkedő munkát végzett a villa-

mosmérnökök mikroelektronikai irányú továbbképzésének megszervezésében. Publikációs tevékenysége jelentős és sokrétű.

Az Uppsalai Egyetem 1983-ban díszdoktorává választotta. Akadémiai doktori fokozatot három éve szerzett.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület egyik feladata az hogy a magasszintű szakmai eredményeket közkinccsé tegye. E célkitűzés megvalósítását szolgáló szakmai értekezések közül az elnökség POLLÁK VIRÁG Díjjal jutalmazta a következő személyeket:

Fázekas Kálmán:

„Kódoló struktúrák színes videojelek digitális kódolásánál” (1986. 12. szám)

Ferencz Csaba — Ferenczné Árkos Ilona — Hamar Dániel Lichtenberger János — Tarcsai György:

„A közvetlen átsugárzás figyelembevétele felszínmodellekben: Barázdált felszín egyszerű modellje (1987. 2. szám)

Mátay Gábor:

„Félvezető diódás mikrohullámú teljesítménymérőfej tervezési szempontjai” (1987. 8. szám)

Czékmány Tibor:

„Nagy sebességű és pontosságú mintavevő és tartó áramkör” (1987. 9. szám)

Aggod József — Asztalos András:

„A 24 bites soros szorzó áramkör tervezése” (1987. 11. szám)

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosnöki Karán 1987-ben végzett hallgatók részére kiírt Diplomatervpályázaton díjazásban részesültek:

1. díj: Gyenes Szilvia
„Hullámfront analízis rádió iránymérő rendszerekhez”
2. díj: Balázs Péter
„Forrás kódoló tervezése TMS 32010 DSP-vel”
2. díj: Marx Ferenc
„DFT-en alapuló aszinkron beszédtitkosítás”
3. díj: Balogh Attila
„Extrémvékony gateoxidos MOSFET eszközök modellezése”
3. díj: Diera András
„Lineáris mikrohullámú hálózatok számítógépes analízise”
3. díj: Gönczy Zsolt
„Wiegner eloszlás és alkalmazása hangsugárzók vizsgálatára”

(Folytatás a 227. oldalon)

Középfrekvenciás QPSK direkt fázisregenerátor

DENK ATTILA — ORION
DR. RIGYES ISTVÁN — DR. MOLNÁR BÉLA
BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk bemutatja a középfrekvenciás QPSK direkt fázisregenerátor működési elvét, ismerteti egy megvalósított regenerátorral szerzett mérési tapasztalatok eredményeit.

1. Bevezetés

Digitális modulációt használó jel továbbításakor, akár kábelen, akár rádió csatornán történik az átvitel, a regeneratív ismétlőállomás alkalmazása a szokásos. Ilyenkor minden ismétlőállomáson visszaállításra kerül az időzítés, amelynek felhasználásával a frissített digitális információ kerül továbbításra. Rádió átvitelnél ez azt jelenti, hogy minden egyes ismétlőállomáson az alapsávig le kell bontani a jelet, mindenhol szükség van demodulátorra, alapsávi jelfeldolgozásra és nagyfrekvenciás (vagy középfrekvenciás) modulátorra. Az előbbi értelemben vett regenerátorral érhető el a digitális átvitel nyújtotta műszaki előnyök maximális kihasználása, ennek ellenére előfordul, hogy a ráfordítás-eredmény egyensúlya szempontjából alkalmazása nem célszerű. Ez az eset valósul meg pl. nagyon nagy sebességű átvitelnél vagy nagyon nagy működési frekvenciájú összeköttetésnél, ahol a zivatarok következtében létrejövő mély fading miatt közel kell telepíteni az ismétlőket egymáshoz; így egy adott vonalon sok állomás található. Az ismétlő költségének csökkentése tehát alapvető az egész lánc gazdaságossága miatt.

A leginkább magától értetődő nem regeneratív ismétlő a lineáris erősítő, amely valóban felhasználásra kerül néha ilyen célra, azonban a műszaki tulajdonságai kedvezőtlenek. Ha több lineáris ismétlő következik egymás után, akkor az eredő átviteli függvényazonos lesz az egyes átviteli függvények szorzatával, M darab azonos ismétlő esetén az M-ik hatvány adja az eredőt, így pl. 10 egyforma lineáris ismétlő esetén az egyes erősítő átvitelében jelentkező 0.5dB-es átviteli ingadozás 5dB-t jelent az eredő átvitelben. Ez azt eredményezi, hogy csökken az eredő sáv szélesség és nő a torzítás.

QPSK jel esetén a jeltovábbítás minősége és a felépítés bonyolultsága (vele együtt az ár és a teljesítmény
Beérkezett: 1988. II. 1. (★)

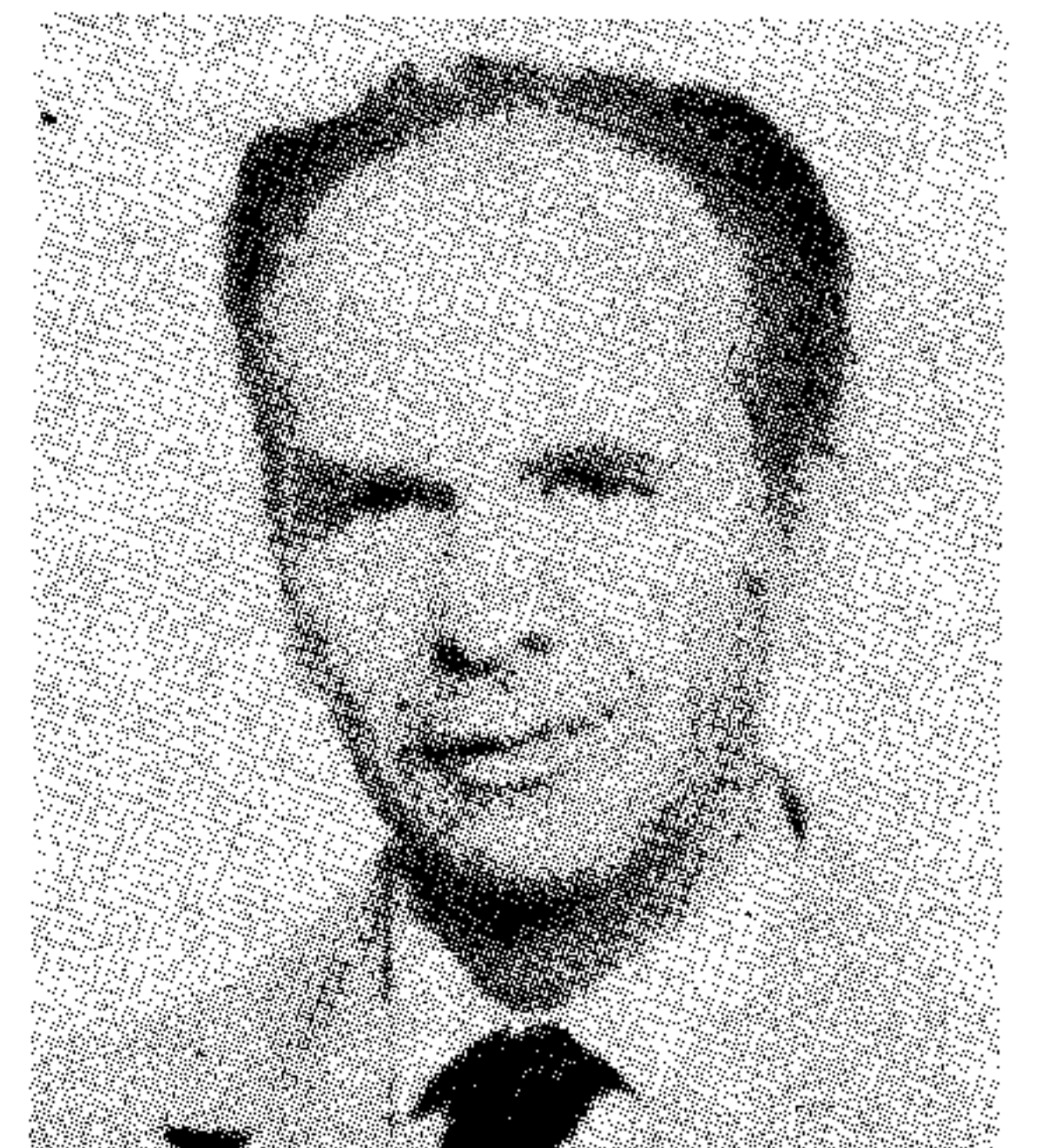
DENK ATTILA

A BME Villamosmérnöki Karán mikrohullámú ágazaton szerzett diplomát 1969-ben. Kezdetben a TKI fejlesztésű mikrohullámú áramkörök honosításában vett részt, majd 1973-tól rendszerteknikai fe-

ladatokkal bízták meg. 1974 végétől mint rendszerteknikai fejlesztési osztályvezető az ORION fejlesztésű rádiórelé berendezések tervezését irányítja. Több folyóiratcikke jelent meg és számos előadást tartott Magyarországon és külföldön.

Dr. FRIGYES ISTVÁN

1954-ben szerzett gyengeáramú villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen, a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot 1979-ben érte el. A BHG Mikrohullámú Fejlesztés osztályán volt csoportvezető majd a téma átkerülésekor az Orionban vezette ugyanezt az osztályt. 1973–83-ig a TKI-ban dolgozott mint tudományos osztályvezető, azóta a BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékén docens. Érdeklődési területe korábban a mikrohullámú antennák és áramkörök elmélete és tervezése, majd az utóbbi min-



tegy 15 évben digitális mikrohullámú átvitel problémái. Az utóbbi években e rendszerek modellezési és jelfeldolgozási kérdéseivel foglalkozik. Társszerzője több szakkönyvnek és számos hazai és külföldi folyóiratcikke jelent meg.

fogyasztás) szempontjából a jelen dolgozat témáját képező direkt regenerátor [1, 2, 3] a regeneratív ismétlő és a lineáris erősítő között helyezkedik el. Bizonyos esetekben alkalmazásával előnyös kompromisszumot érhetünk el a műszaki paraméterek és a ráfordítás (ár, térfogat, teljesítményfogyasztás) között, ugyanis átvitele jobb mint a lineáris erősítőé, miközben egyszerűbb felépítésű mint a regeneratív ismétlő.

A cikk második pontja a direkt regenerátor elvi felépítését,

a harmadik pont a megvalósított, javított kivitelű regenerátor konkrét elrendezését,

a negyedik pont a fázis amplitudó konverter tervezési módját,

az ötödik pont a mérési eredményeket ismerteti.

Rendszerteknikai szempontokat e cikkben nem tárgyalunk — ezek némelyike [3]-ban található.

Diplomáját 1971-ben szerezte a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnika szakán. Az egyetem elvégzése után először a BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszéken működő Úrkutató Csoportban dolgozott, 1976 óta pedig oktató. 1981-ben szerzett egyetemi doktori fokozatot a QPSK demodulációhoz kapcsolódó témából.



2. Elvi felépítés

A direkt regenerátor nemlineáris jelfeldolgozó egység, amely alapsávi lebontás nélkül biztosítja, hogy a kimenetén megjelenő jel fázisa csak az előírt értékeket (BPSK moduláció esetén 0° és 180° , QPSK modulációnál pedig 0° , 90° , 180° , és 270°) veheti fel. A BPSK regenerátor elvi felépítését az 1. ábra mutatja. A szorzó áramkört követő szűrő a keverési termékek közül az alsó oldalsávot engedi át, míg a felső oldalsávot eltávolítja.

Az áramkör vizsgálatához tételezzük fel, hogy a bemeneti jel egy adott fázisú szinuszhullám

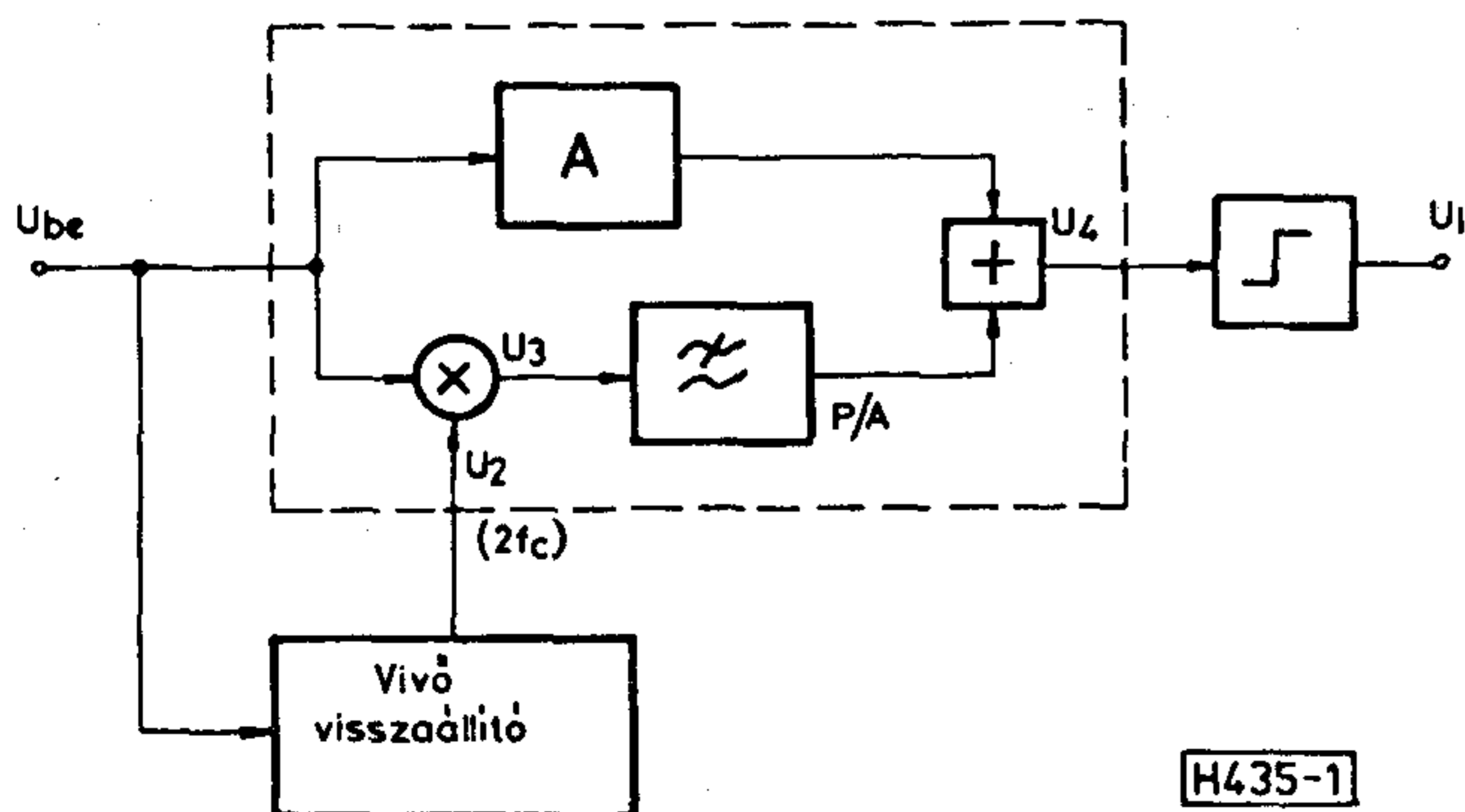
$$U_{be} = U_1 \cos(\omega_c t + \varphi) \quad (1)$$

ahol ω_c a vivőfrekvencia 2π -szerese

U_1 a bemeneti jel amplitúdója.

Ideális (azaz zaj- és torzításmentes esetben) az amplitúdó állandó, tényleges helyzetben ingadozik; φ tartalmazza a fázismodulációt, valamint a fáziszajból és torzításból származó ingadozást.

Az ábrából láthatóan a rendszer működéséhez az szükséges, hogy a vivőfrekvenciás jellel fázismerev kapcsolatban lévő, de kétszeres frekvenciájú jellel összeszorozzuk a bemeneti jelet. A szorzójel kifejezése:



1. ábra BPSK direkt regenerátor elvi felépítése

$$U_2 = U_2 \cos 2\omega_c t \quad (2)$$

A szorzóáramkör után megjelenő jel

$$U_3 = k U_1 \cos(\omega_c t + \varphi) U_2 \cos 2\omega_c t \quad (3)$$

ahol k a szorzó állandója.

Elvégezve a kijelölt műveletet, rendezés után az

$$U_3 = \frac{1}{2} k U_1 U_2 \cos(\omega_c t - \varphi) + \frac{1}{2} k U_1 U_2 \cos(3\omega_c t + \varphi) \quad (4)$$

eredmény adódik. Az összeg második tagját (a felső oldalsávot) a szűrő eltávolítja, ezért a további számítás szempontjából az elhagyható.

A jelfeldolgozás a BPSK direkt regenerátorban két ágon történik, az 1. ábrán felül ábrázolt rész egyszerűen egy A tényezővel jellemzett lineáris átvitel (csillapítás vagy erősítés). A két ág jelének összegzése után az

$$U_4 = \frac{1}{2} k U_1 U_2 \cos(\omega_c t - \varphi) + A U_1 \cos(\omega_c t + \varphi) \quad (5)$$

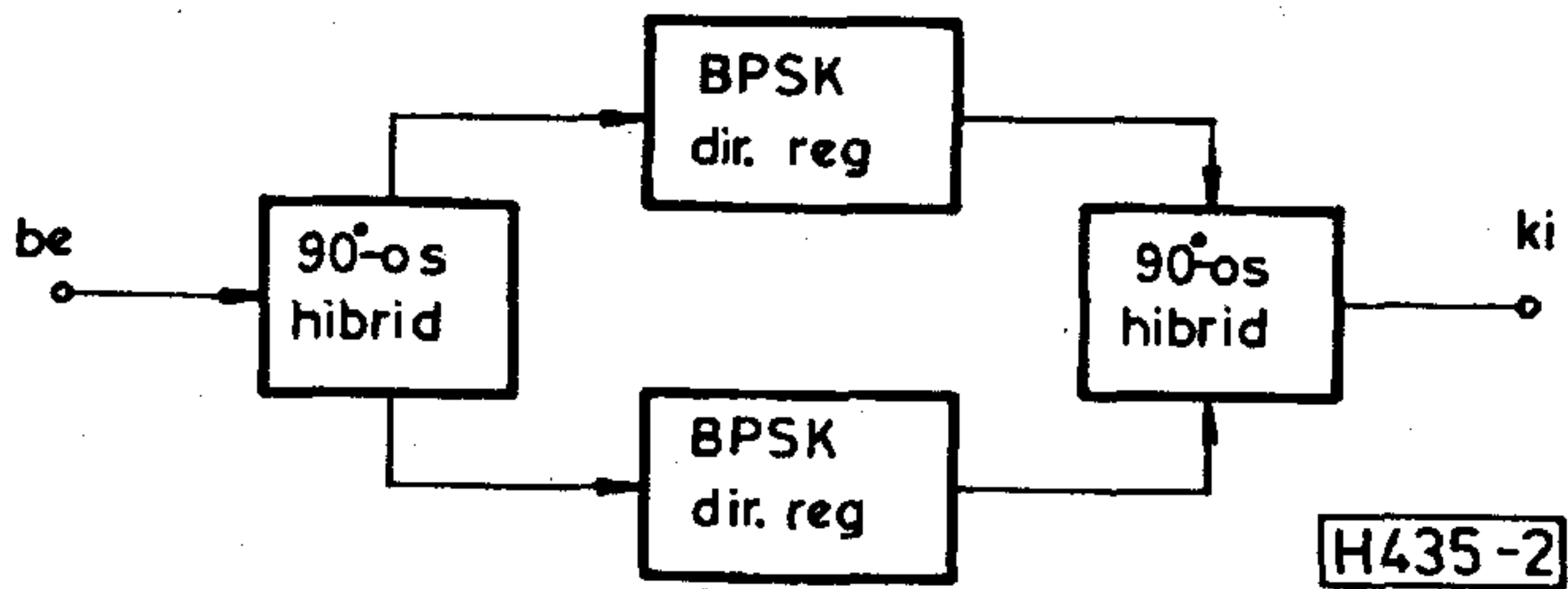
jelet kapjuk. Abban a speciális esetben, amikor a két ág átvitele azonos, ami azt jelenti, hogy

$$A = \frac{1}{2} k U_2 \quad (6)$$

az eredő jel (5) és (6) alapján az

$$U_4 = A U_1 [\cos(\omega_c t - \varphi) + \cos(\omega_c t + \varphi)] = 2 A U_1 \cos \varphi \cos \omega_c t \quad (7)$$

formában írható fel. Az eredményből kiolvasható, hogy az 1. ábrán szaggatottan bekeretezett rész egy fázis-amplitúdó konverternek (P/A) tekinthető, mivel kimeneti jelének fázisa állandó, a bemeneti jel fázisának a hatása állandó bemeneti amplitúdó esetén $\cos \varphi$ -vel arányos kimeneti amplitúdóban jelentkezik. A fázis-amplitúdó konvertert követő limitert úgy vehetjük figyelembe, hogy a kimeneti jel amplitúdóját állandónak vesszük, fázisát pedig a limiter bemeneti jelének fázisával vesszük azonosnak. Az előbbiekből alapján a kimeneti jelre a



2. ábra QPSK direkt regenerátor elvi felépítése

$$U_{ki} = \begin{cases} U_0 \cos \omega c t & \text{ha } |\varphi| \leq \frac{\pi}{2} \\ -U_0 \cos \omega c t & \text{ha } \frac{\pi}{2} < |\varphi| \leq \pi \end{cases} \quad (8)$$

végeredmény adódik.

Láthatóan az elrendezés az előbb részletezett idealizáló feltételek mellett megvalósítja a BPSK direkt regenerálást, ugyanis a kimeneti jel azonos az ideális regeneratív ismétlő kimeneti jelével. Ez a kijelentés csak a fázisokra vonatkozik, az időzítés frissítése nem történik meg a direkt regenerátorban.

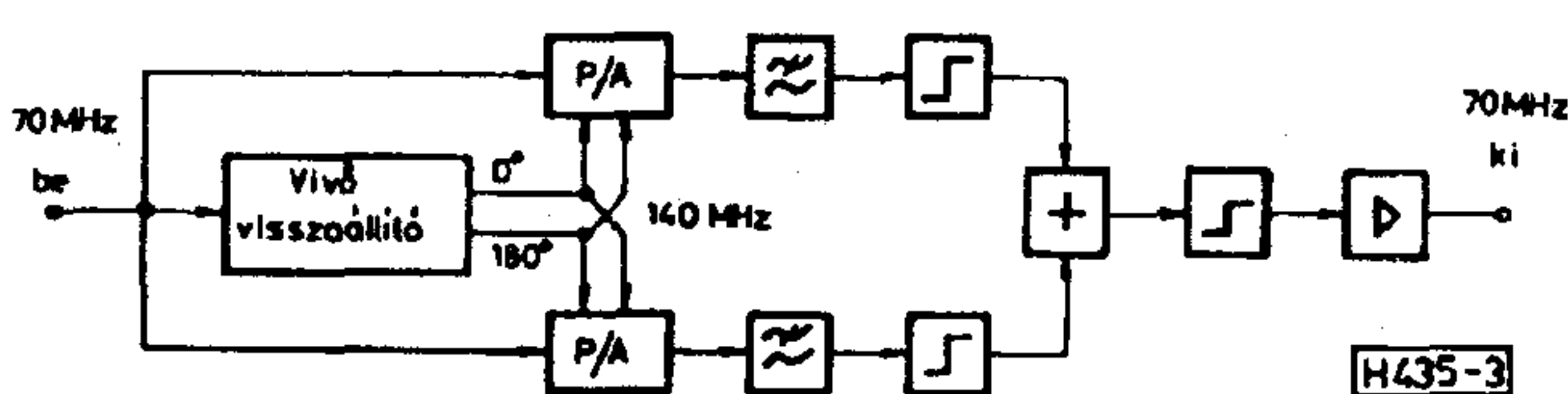
Az előzőekben a BPSK modulációhoz tartozó direkt regenerátorral foglalkoztunk, a QPSK-jel esetén használható direkt regenerátor két BPSK regenerátorból képezhető ki, ahogyan a 2. ábra mutatja.

3. Gyakorlati felépítés

Az ORION GTT 2000/1020 – 34 berendezésnél felmerült a direkt regenerátor alkalmazásának lehetősége. A megvalósítás középfrekvencián, 70 MHz-en történt. A direkt regenerátor előző pontban tárgyalt elvi felépítése hátrányos tulajdonságú a középfrekvenciás gyakorlati megvalósítás szempontjából. Hátrányos az, hogy széles sávú 90°-os fázistoló szükséges a felépítéséhez, továbbá kedvezőtlen a viszonylag összetett rendszer létrehozása a szimmetriahibák miatt is.

Az előbb vázolt problémák megoldása érdekében az általunk megvalósított rendszerben a felépítést az előbbieken részletezethez képest módosítottuk. A módosított áramkör egyszerűsített blokksémáját a 3. ábra mutatja.

A regenerátorban három felé hasad a jelút, kialakítva ezzel a vivővisszaállító egység bemeneti jelét, va-



3. ábra A megvalósított középfrekvenciás QPSK direkt regenerátor elvi felépítése

lamint a négyfázisú fázisregeneráláshoz szükséges kvadratúra jelfeldolgozást. Mindegyik ágban egy fázis-amplitúdó konverter (P/A), szűrő és limiter helyezkedik el. A két csatorna jele végül összegződik, majd ismét limiterre kerül. Mint láttuk az előző pontban, a rendszer működése lényegében azon a jelenségen alapszik, hogy a fázis-amplitúdó konverter a bemeneti jel fázisváltását amplitúdó változássá alakítja át. A mindkét ágban elhelyezkedő limiterek az amplitúdó változást lecsökkentik, így eredőben lecsökken a fázishiba.

A megvalósított középfrekvenciás regenerátorban elhagytuk a szélessávú 90°-os fázistolókat, helyette a vivővisszaállító kimeneti jelében alkalmaztunk 180°-os fázistolást. (A vivővisszaállítóból felhasznált jel a vivőhöz képest kétszeres frekvenciájú, ezért a fázistolásnak is kétszeresnek kell lennie.) A fázis-amplitúdó konverterben alkalmazott szorzó (keverő) áramkör szimmetrikus lokál jellel is vezérelhető, amelyet kihasználva, a két keverő közötti fázistolás biztosításához az is hozzájárul, hogy a keverők szimmetrikus lokál bemeneteit keresztbe kötöttük.

A keresztkötés következtében a 180°-os fázistolás a vivővisszaállító kimenetek pontos fázistolásától függetlenül létrejön, másszóval a keverők között a működés által megkívánt 180°-os fázistolás létrehozása szempontjából nem kritikus a vivővisszaállító kimeneti jelei között lévő fázistolás.

A fázis-amplitúdó konverter kialakításánál is módosítottuk az elvi felépítést úgy, hogy az egész részegység lényegében egy keverő áramkörből áll, amelynek részletes leírása a következő pontban található.

A fázis-amplitúdó konverterben lévő keverő áramkör a számunkra hasznos 70 MHz-es alsó oldalsávon kívül létrehozza a 210 MHz-es felső oldalsávot is. A felső oldalsáv eltávolításáról a mindkét ágba elhelyezett aluláteresztő szűrők gondoskodnak.

A fázis-amplitúdó konverterek működéséhez szükség van a vivőjel kétszeresére, mint referencia jelre. Ez a 140 MHz-es jel a vivővisszaállító egységből származik. A limiterek után a két csatornában a bemeneti fázismodulált jel kvadratúra komponensei jönnek létre, azzal az eltéréssel, hogy a limiter hatása következtében az eredetihez képest kisebb fázishibájú (regenerált) jelet kapunk.

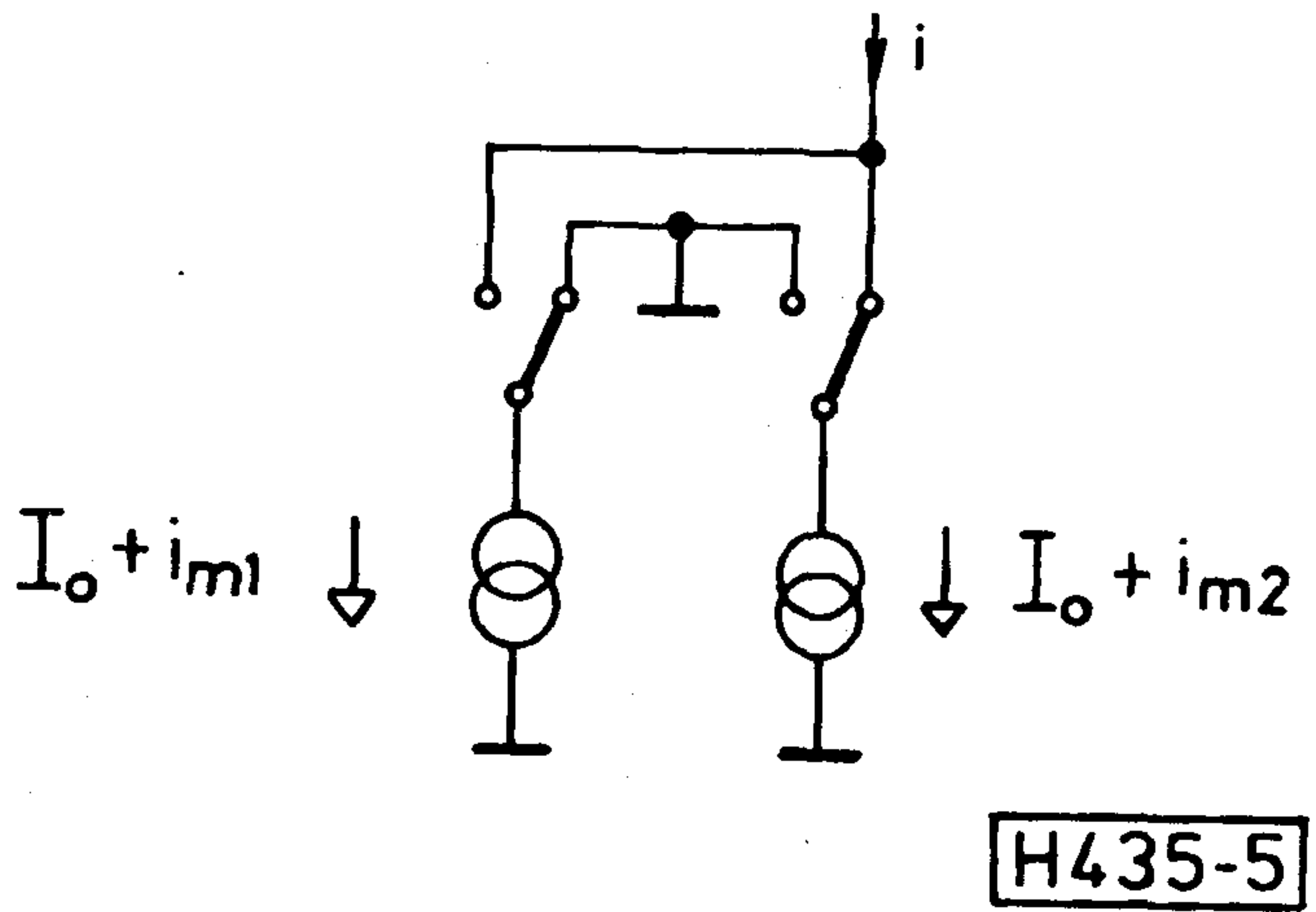
A két ág jelének összegzésével adódik a négyfázisú direkt regenerált jel. A regenerált jel ismét egy limiterre kerül, majd a végerősítőn átvezetve kapjuk a berendezés kimeneti jelét.

A limiterek kialakítása tranzisztoros differenciál erősítőkkel történt. A két ághoz tartozó limiter kissé eltérő felépítésű, mivel a két ág szimmetria hibáinak csökkentése érdekében az egyikben szintszabályozási lehetőséget is biztosítani kellett. A szintszabályozást

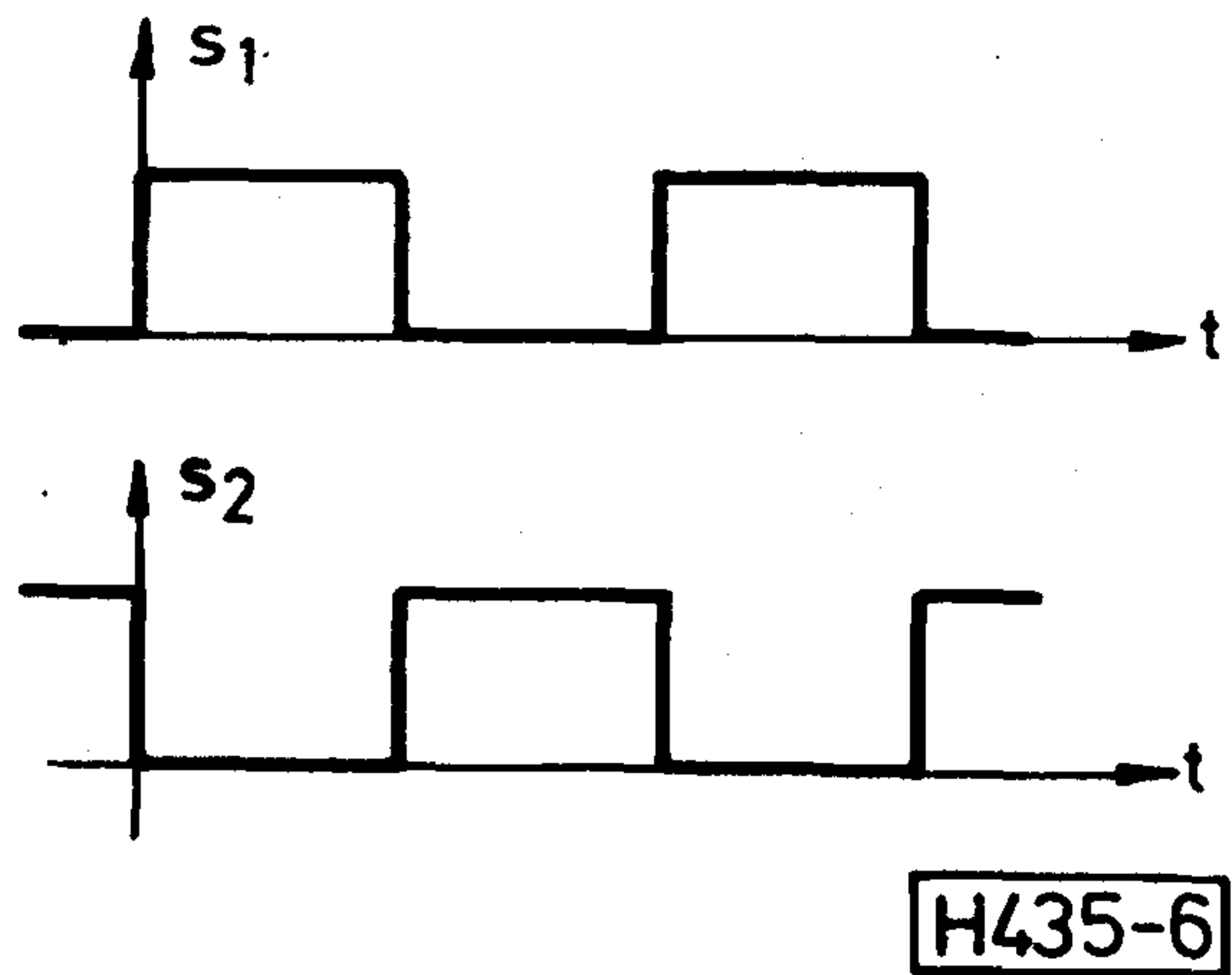
egyszerűen az emitterben lévő ellenállás változtatása biztosítja. A két csatorna jele a limiter tranzisztorok közös kollektor ellenállásán összegződik.

4. Fázis-amplitúdó konverter

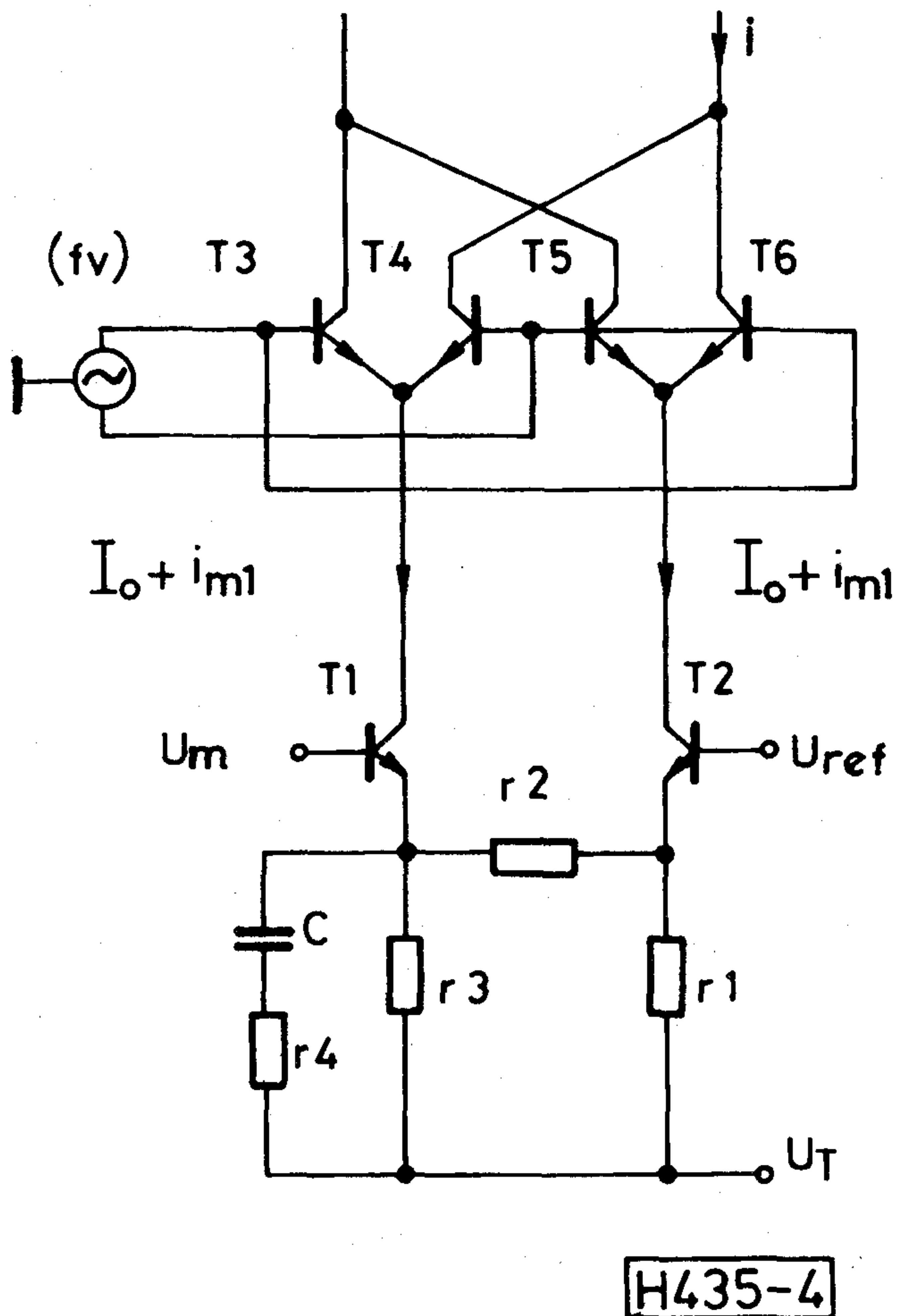
A részegység működése azon alapszik, hogy a széles körben használt integrált áramkörös keverő áramkör (a mi esetünkben az SO42 IC) előnyös műszaki paraméterekkel átalakítható fázis-amplitúdó konverter áramkörre, ugyanis megfelelő áramköri módosítással elérhető, hogy az eredő átvitel megegyezzen a fázis-amplitúdó konverter átvitelével. A fázis-amplitúdó konverter áramkör ilyen kialakításának előnye az egyszerű felépítés, valamint a megbízható működés. A konverter vizsgálatát a keverő IC 4. ábrán mutatott elvi kapcsolási elrendezése alapján végezzük el. A fázis-amplitúdó konverter kialakítása lényegében úgy történik, hogy a keverőt megfelelő módon aszimmetrikussá tesszük a keverőhöz tartozó egyik áramgenerátor emitterkörében lévő C és r_4 elemek felhasználásával. Ez nem érinti az egyenáramú beállítást, de az elem-



5. ábra A keverő áramkör helyettesítő képe



6. ábra A kapcsoló jelek időfüggvénye



4. ábra A keverőből kialakított fázis-amplitúdó konverter elvi felépítése

értékek megfelelő megválasztásával az átvitel azonosá válik a fázis-amplitúdó konverter átvitelével.

Egy valóságos szorzóáramkör csak az egyik jelre lineáris. A továbbiakban az áramkör elvi leírásánál „ m ” indexszel jelöljük azt a jelet amelyikre nézve a linearitás fennáll és „ v ”-vel amelyikre nem. A direkt regenerátor szempontjából a 70 MHz-es modulált jelre kell biztosítani a linearitást, míg a 140 MHz-es lokál jelre ez nem szükséges.

Amennyiben a 4. ábrán feltüntetett $T3 \dots T6$ tranzisztorokat megfelelően nagy szinttel vezéreljük, úgy azok kapcsolóüzemben fognak működni és a $T1$ és $T2$ tranzisztorokból álló áramgenerátorok áramait felváltva kapcsolják a két kimenetre. Az áramgenerátor árama egy egyen- és egy váltókomponensből áll. Az egyenkomponens mindkét generátor esetén azonos, a váltókomponens eltérő nagyságú és fázisú.

Az eredő helyettesítő kép az 5. ábrán látható, míg a kapcsolókhöz tartozó kapcsoló függvényt a 6. ábra mutatja. Az eredő áram a két részáram eredője

$$i = s_1 (I_o + i_{m1}) + s_2 (I_o + i_{m2}) \quad (9)$$

Átalakítva:

$$i = (s_1 + s_2) I_0 + s_1 i_{m1} + s_2 i_{m2} \quad (10)$$

Mivel minden időpillanatban igaz, hogy

$$s_1 + s_2 = 1 \quad (11)$$

az eredő áram felírható a következő formában

$$i = I_0 + s_1 i_{m1} + s_2 i_{m2} \quad (12)$$

is. A váltóáramok között a jelfrekvenciás meghajtó kör kényszerkapcsolatot hoz létre, tehát kifejezhetők egy közös mennyiség részeként.

$$i_{mj} = x i_m \quad (13)$$

$$i_{m2} = -(1-x) i_m \quad (14)$$

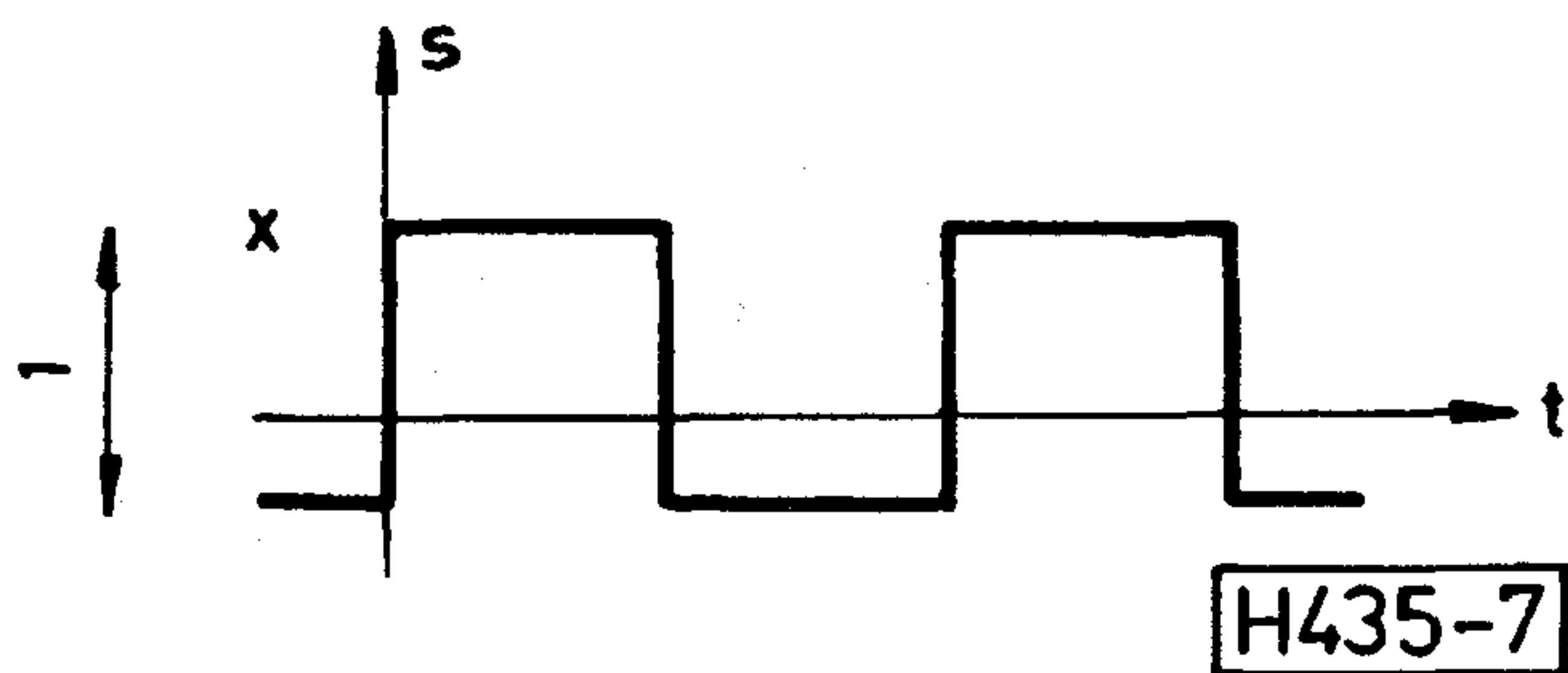
Az egyenleteket úgy írtuk fel, hogy az áramok fázisa ellentétes legyen. A (13) és (14) megkötések figyelembevételével az eredő áram (12) kifejezése a következőkre módosul

$$i = I_0 + i_m [s_1 x - s_2 (1-x)] \quad (15)$$

A kifejezésből kiolvasható, hogy az eredő áram létrejötte szempontjából a moduláló jel szorozódik a 7. ábrán bemutatott függvényel. A szorzójel Fourier sorának első két tagja:

$$S_0 = x - \frac{1}{2} \quad (16)$$

$$S_1 = \frac{2}{\pi} \quad (17)$$



7. ábra Az eredő kapcsolójel időfüggvénye

Az előbbieken alapján az eredő áram váltókomponensének időfüggvénye az

$$\begin{aligned} i &= i_m (S_0 + S_1 \cos \omega_m t + \dots) \\ &= I_m \cos \omega_m t (S_0 + S_1 \cos \omega_m t + \dots) \end{aligned} \quad (18)$$

formában írható fel. Elvégezve a kijelölt szorzásokat átalakítás után az

$$\begin{aligned} i &= I_m S_0 \cos \omega_m t + \\ &\quad \frac{1}{2} I_m S_1 \cos (\omega_v + \omega_m) t + \\ &\quad \frac{1}{2} I_m S_1 \cos (\omega_v - \omega_m) t + \dots \end{aligned} \quad (19)$$

kifejezést kapjuk.

Az összeg első tagja a modulált jel közvetlen átjutását, a harmadik tag pedig az alsó oldalsáv megjelenését fejezi ki. A fázis-amplitúdó konverter működéséhez az szükséges, hogy a közvetlen átjutás legyen azonos az alsó oldalsávval, amihez teljesülnie kell az

$$S_0 = \frac{1}{2} S_1 \quad (20)$$

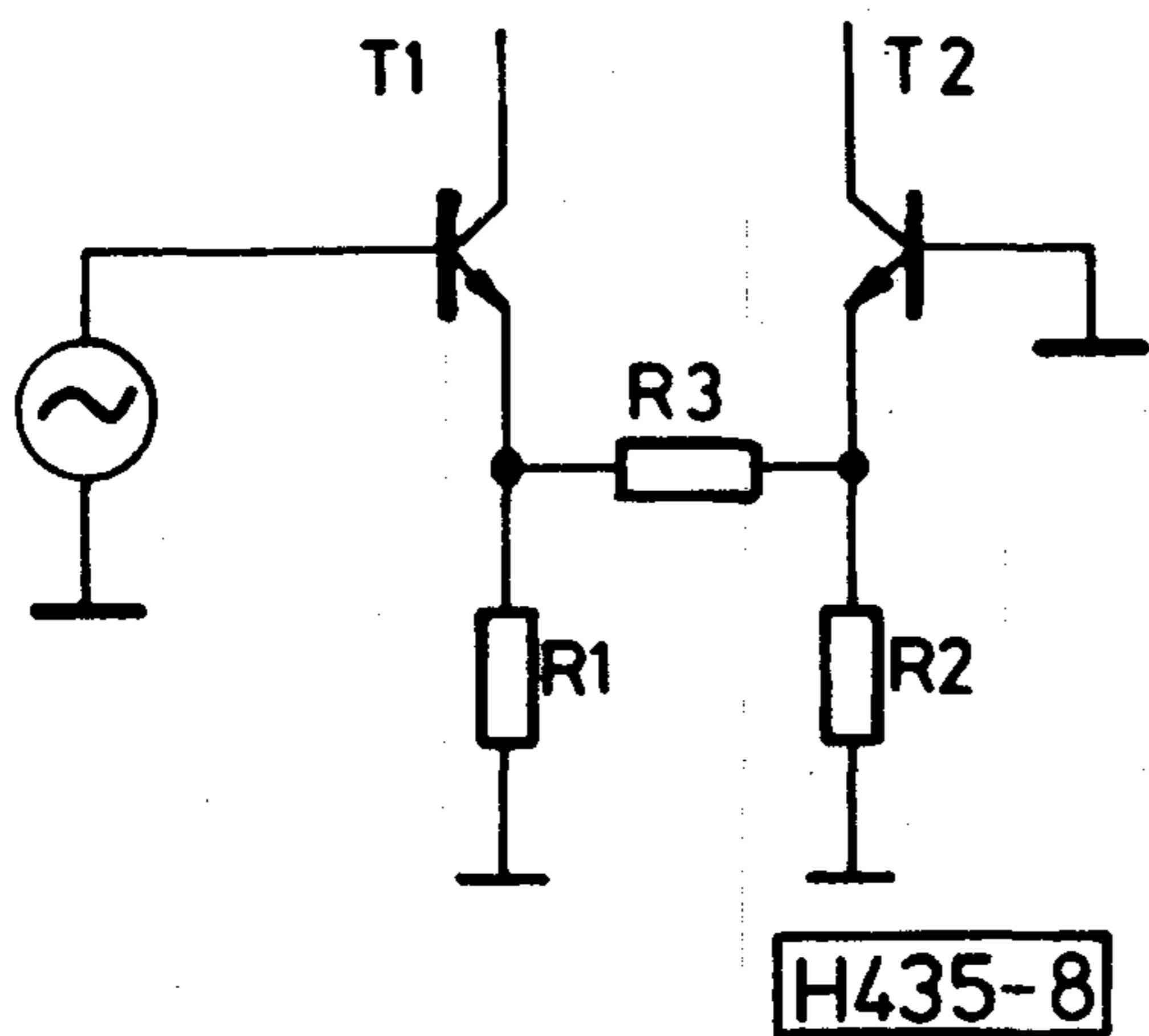
feltételnek. A (16) és (17) összefüggések figyelembevételével a (20) feltételi egyenlet az

$$x = \frac{\pi + 2}{2\pi} = 0.8183 \quad (21)$$

numerikus értékhez vezet.

Az asszimmetrikus áram létrehozása érdekében az áramgenerátorokat is asszimmetrikussá kell tenni, úgy, ahogyan azt a 4. ábrán már jeleztük. Az áramgenerátorok váltóáramú képe a B. ábrán látható. A továbbiakban feltesszük, hogy az alkalmazott ellenállások értéke lényegesen meghaladja az emitter impedancia nagyságát. Ez a közelítés jogos, mivel az emitter impedancia közepes áram esetén ohm nagyságrendű. A tranzisztorok árama arányos az emitterekben lévő vezetésekkkel, tehát az áramok arányát kifejező aránypár:

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right) \frac{1}{R_3} = x : (1-x) \quad (22)$$



8. ábra Az áramgenerátorok váltóáramú helyettesítő képe

Az aránypár megoldása

$$\frac{R_3}{R_1} = 3,504 \quad (23)$$

Az összefüggés alapján méretezett keverő áramkör minden egyéb kiegészítő elem nélkül megvalósítja a fázis amplitudó konverter funkcióját.

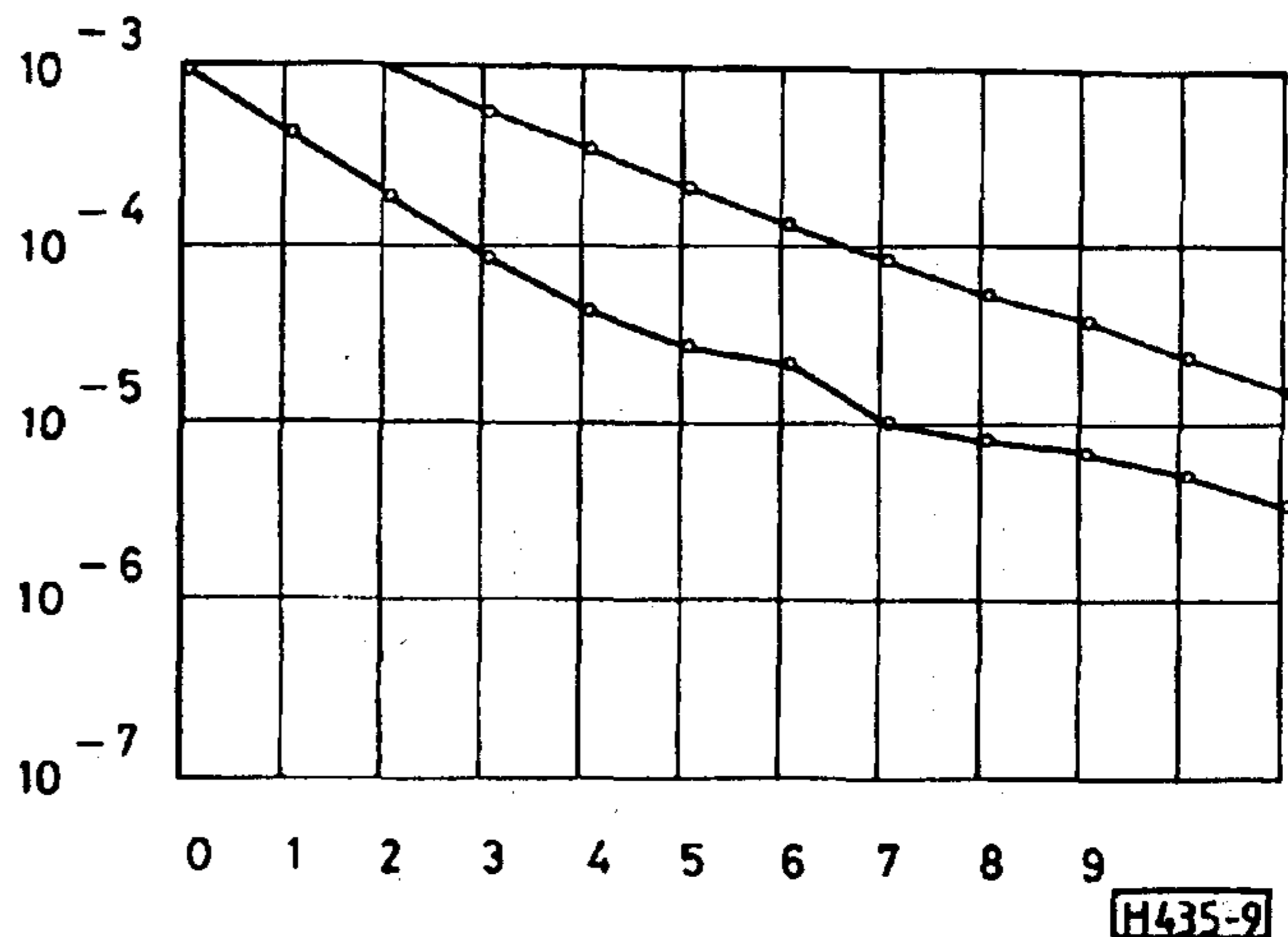
5. Mérési eredmények

A megvalósított direkt regenerátor berendezés két egységből áll, egy vivővisszaállító egységből és egy jelfeldolgozó egységből. A vivővisszaállító egység azonos az ORION GTT 2000/1020–34 berendezésben alkalmazott vivővisszaállítóval, azon átalakítást csak annyit végeztünk, amennyit a segédjelek kivezetése igényelt.

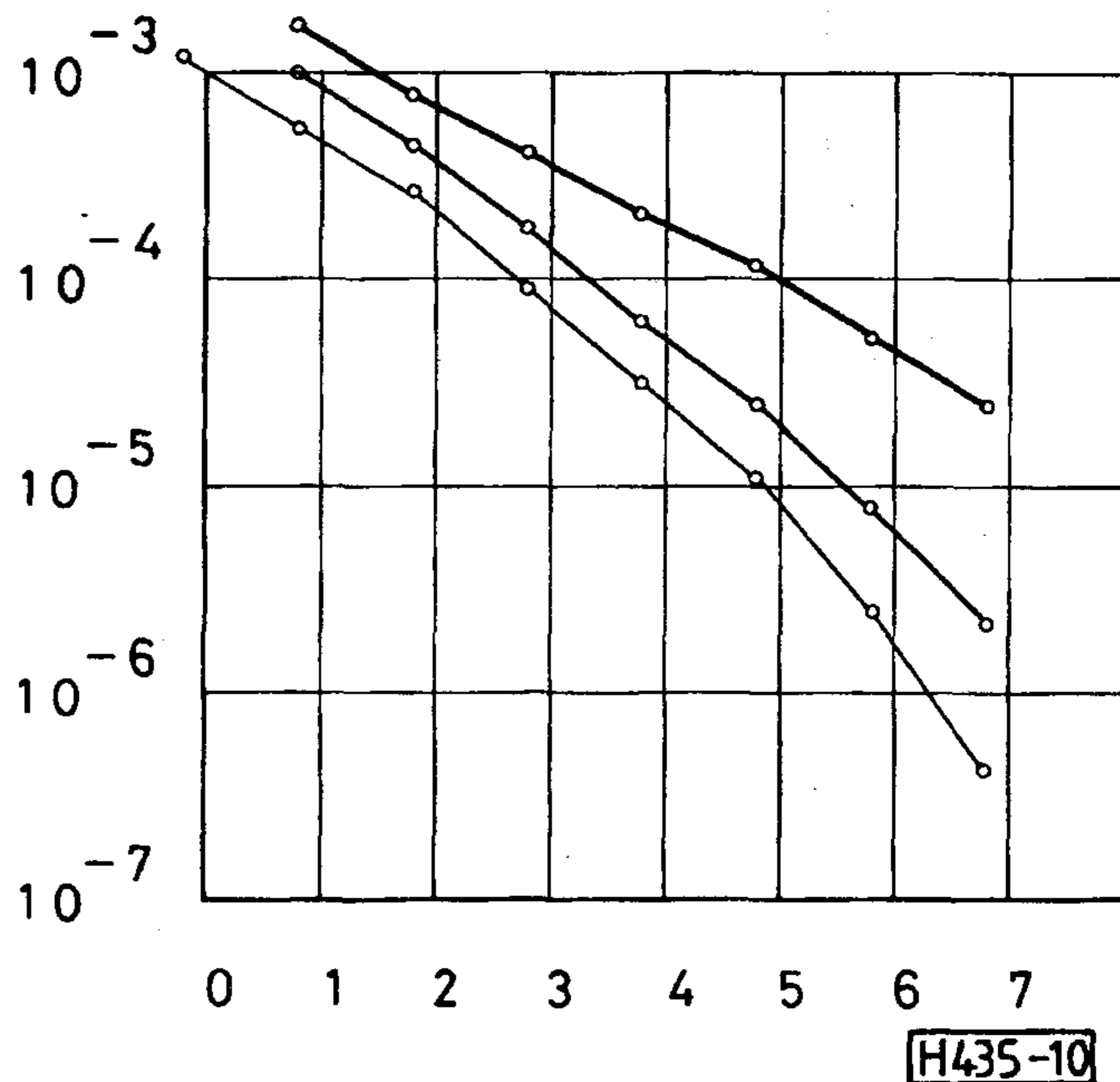
Az elkészült direkt regenerátor hatékonyságának vizsgálatára az Orion Mikrohullámú Rendszertechnika Osztályán méréseket végeztünk üzemi körülmények között. A direkt regenerátor három szakaszra felépített mikrohullámú digitális átviteli lánc középső szakaszában helyezkedett el.

Az első szakasz csillapításának változtatásával mérésre került az eredő rendszer hibaaránya. A mért értékeket a 9. ábra mutatja (a nagyobb hibaarány tartozik az direkt regenerátor nélküli rendszerhez). A 10. ábra egy laboratóriumi mérési összeállítás eredményeit tartalmazza. A mérési összeállításban KF erősítő, demodulátor és KF sávszűrő szerepelt a direkt regenerátoron kívül. Sávszűrőt az erősítő is tartalmazott, sávzélessége 20Mz volt, hasonlóan a különálló mérőszűrőhöz.

A 10. ábra egyes görbéihez tartozó jelutak (a hibaarány csökkenő sorrendje szerint):



9. ábra Mikrohullámú összeköttetés hibaarány értékei a relatív jel-zaj viszony függvényében



10. ábra Hibaarány értékei a relatív jel-zaj viszony függvényében (laboratóriumi mérés)

- erősítő – sávszűrő
- erősítő – direkt regenerátor – sávszűrő
- erősítő

A mérési adatok alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a direkt regenerátor hatékony módon javíthatja egy digitális mikrohullámú lánc eredő minőségét.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Matheis, Riris: Performance degradation of two-link binary CPSK systems including a direct phase regenerator; *Electr. Letters*, 1982 Aug. 14, Vol. 16 No 17, pp. 15–18
- [2] Komaki, Akeyama, Kurita: Direct phase regenerator of a 400 Mbit/s QPSK signal at 1.7GHz; *IEEE Trans Vol. COM–27 No. 12*, 1979 Dec. pp. 1829–1836
- [3] Frigyes, Molnár: Improvements in QPSK direct phase regenerators, 1987 SBMO Int. Microwave Symp. Proc. Vol II, pp 1041–1096, 1987 július 27–30, Rio de Janeiro

Újabb alkalmazások számára kidolgozott mikrohullámú szűrők ismertetése

DEMETER LAJOS – KAJDI LÁSZLÓ – KOLUMBÁN GÉZÁNÉ –
KUHN TAMÁS – DR. REITER GYÖRGY

Távközlési Kutató Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben három mikrohullámú szűrőelrendezés rövid ismertetése található, amelyek a következők: csőtápvonalas kivitelű diplexer, cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő és csillapításpólusokkal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő. Ezeket a szerelvényeket szigorú elektromos előírások és speciális berendezés konstrukciós igények alapján a Távközlési Kutató Intézetben dolgoztuk ki.

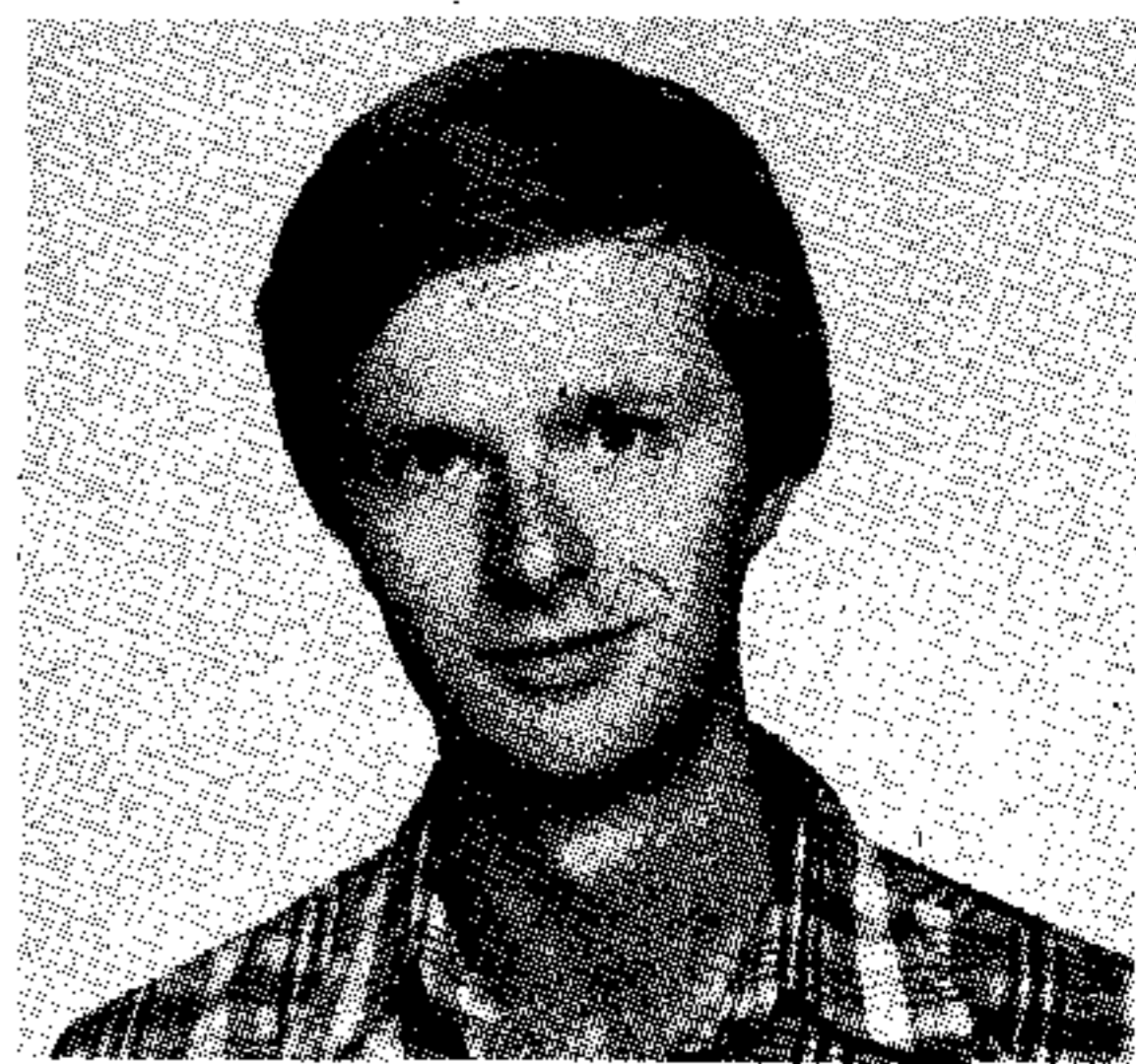
1. Bevezetés

Az elmúlt években az új fejlesztésű mikrohullámú berendezések egyre nagyobb és változatosabb követelményeket támasztottak az alkalmazásra kerülő mikrohullámú szűrőkkel szemben. A kifejlesztett, illetve a jelenleg is fejlesztés alatt álló berendezések számára ezért speciális igényeket kielégítő, az irodalomban közöltekhez képest eltérő megoldású szűrőket, illetve diplexereket dolgoztunk ki. Ezek közül szeretnénk néhányat az alábbiakban ismertetni.

2. Csőtápvonalas kivitelű diplexer

Elsőként mutatjuk be a kis csatornaszámú, 8 GHz-es sávban működő és az ORION gyárban készülő mikrohullámú berendezés számára kidolgozott egységet. Ez egy diplexer, amely az adó és vevő jeleit választja szét. A specifikációk teljesítésének nehézségét itt az adja, hogy az adó- és vevőjeleket tartalmazó áteresztősávok közti frekvenciasáv szélessége (amely egy elkészült példánynál 60 MHz) meglehetősen keskeny az áteresztősávok szélességéhez képest (példánál maradván 120 MHz). Ezen kivétel mellett jó állóhullámarányt és nagy zárócsillapítást (jelenleg min. 65 dB) kellett elérni. Az ilyen kényesebb diplexerek ismert megvalósítási formája a ciklátoros-szűrős megoldás, amely esetünkben ár- és helyproblémák miatt nem jöhetett szóba. A csőtápvonalas diplexernél szokásos másik megoldás – melynél egy T-elágazó két kapujára kerülnek az egyes szűrők, – ebben az esetben sem a sáv szélesség, sem a reflexiós követelményeket nem elégítette volna ki.

Beérkezett: 1988. II. 1. (★)



DEMETER LAJOS

1983-ban végzett a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szak mikrohullámú ágazatán. Diplomamunkájának témáját, barázdált vonalas mikrohullámú szűrő méretezése képezte. Először

egyéni- és kisközösségi TV-antennarendszerekkel foglalkozott, majd 1983 óta a Távközlési Kutató Intézet dolgozója. Jelenleg aktív és passzív mikrohullámú áramkörök fejlesztésével foglalkozik.

KAJDI LÁSZLÓ

1969-ben szerzett oklevelet a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakon. 1962-óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik. Jelenleg, tudományos főmunkatárs. 1970-től a mikrohullámú témakörben különféle csőtápvonalas és vékonyréteg kivitelű passzív eszközök, szűrők, antenna-váltószűrők, diplexerek, adó-vevőkeverők konstrukciós tervezésével és dokumentációjuk készítésével foglalkozik. Munkájáról



hazai és külföldi konferenciákon, több előadásban számolt be, a témakörben több tanulmány, szakmai cikk és benyújtott szabadalom társszerzője.

Az általunk elkészített diplexer végül egy négyrezonátoros és egy hétrezonátoros csőtápvonalas szűrőt tartalmaz. A hétrezonátoros szűrő zárósávi csillapításkarakterisztikájában egy pólus található, amellyel a zárócsillapítás a kritikus áteresztősáv felőli oldalon is 65 dB felett volt tartható. A zárósávi csillapításpólust a hétrezonátoros szűrő egyedi kimeneti kapuja mellett levő üregrezonátorból kiképzett TEM hullámformájú mellékrezonátor valósította meg. A négyrezonátoros szűrőnél nem volt szükség csillapításpólusra.

A diplexer közös bemeneti kapujának kialakításához egy újfajta elrendezést használtunk amelyben a diplexert alkotó szűrők egy közös, közelítőleg félhullám hosszúságú csőtápvonal szakasz végeihez csatlakoztak. A bemeneti kaput alkotó koaxiális vonal vezetője ugyancsak ezen csőtápvonal belsejébe nyúlik be. A kedvezőbb helykihasználás végett a szűrők egymás mellé helyezésével a diplexer ún. „összehajtott” konstrukcióban került megvalósításra. Ebben az esetben a közös csőtápvonal szakasz és a szűrők első üregrezonátorai közötti csatolásokat az üregrezonátorok szélesebbik oldalfalain elhelyezett csatolónyílá-

KOLUMBÁN GÉZÁNÉ

1976-ban végzett a BME Villamosmérnöki Kara Híradástechnika tagozatának mikrohullámú adástechnika ágazatán. Első munkahelye a Finommechanikai Vállalat volt, ahol mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozott. Több FMKT szakdolgozattal helyezést ért el, és megkapta a „Kiváló Ifjú Szakember kitüntetését. 1981 óta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, ahol különböző



tápvonaltípusban realizált (csőtápvonal, coax, fin-line, mikrosztrip) szűrőkkel és egyéb mikrohullámú passzív áramkörökkel foglalkozik.

KUHN TAMÁS

1983-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán. Azóta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik, mint tudományos segédmunkatárs.

Kutatási területét főként a mikrohullámú passzív áramkörök képezik. Részt vett a GaAs alapú MMIC áram-

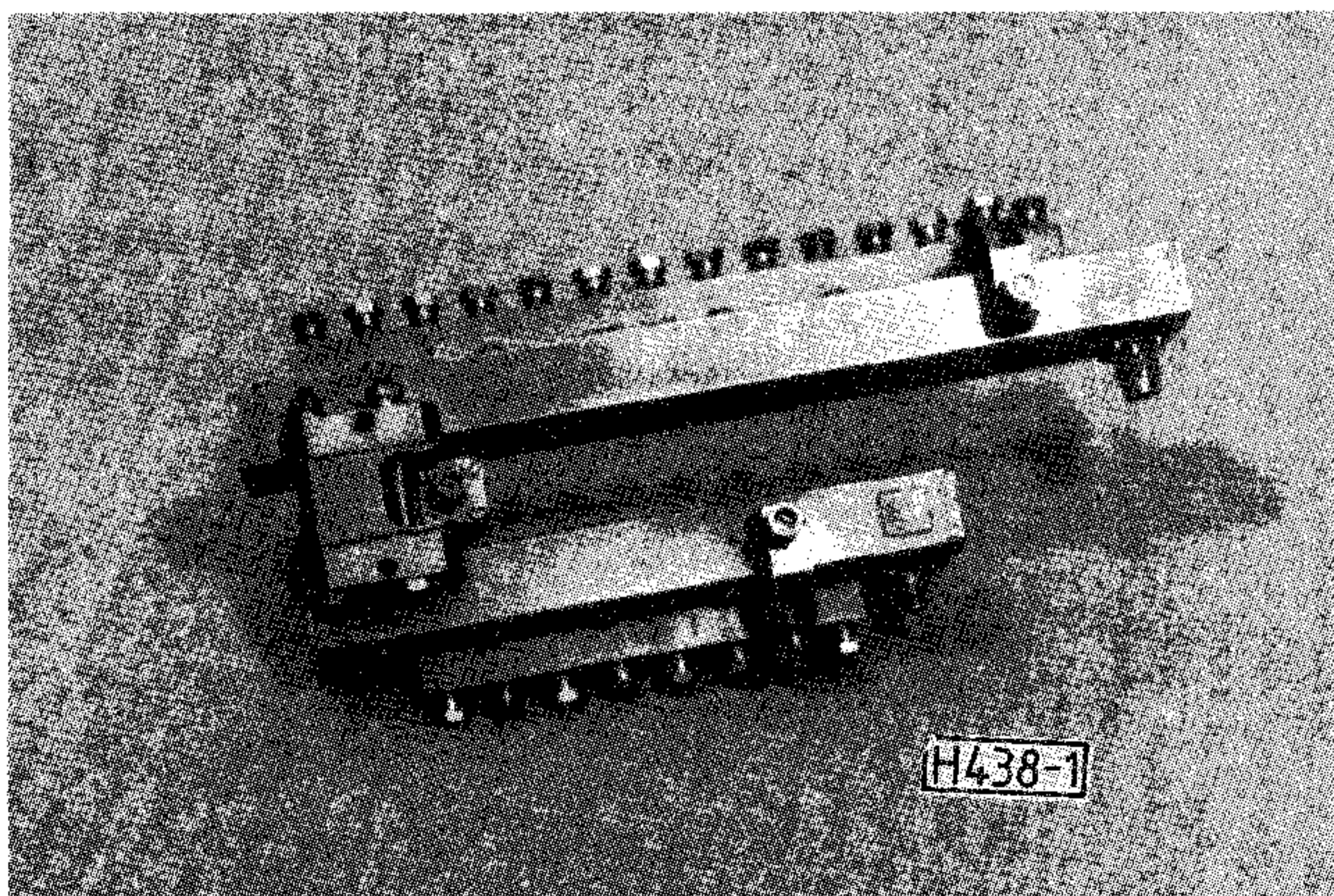


körök hazai megvalósításával kapcsolatos előkísérletekben.

sok segítségével hoztuk létre. A diplexer átteresztősávjában max. 1,3 állóhullámarányt mértünk, a hétrezonátoros szűrő átteresztősávi vesztesége max. 1,1 dB-re adódott. Az ismertetett diplexert az 1. ábrán látható fénykép mutatja.

3. Cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő

Következő szűrőtípusunk konstrukciós felépítés szempontjából érdekes. A jelenleg fejlesztés alatt álló analóg és digitális mikrohullámú berendezések nagy



1. ábra Csőtápvonalas kivitelű diplexer

Dr. REITER GYÖRGY

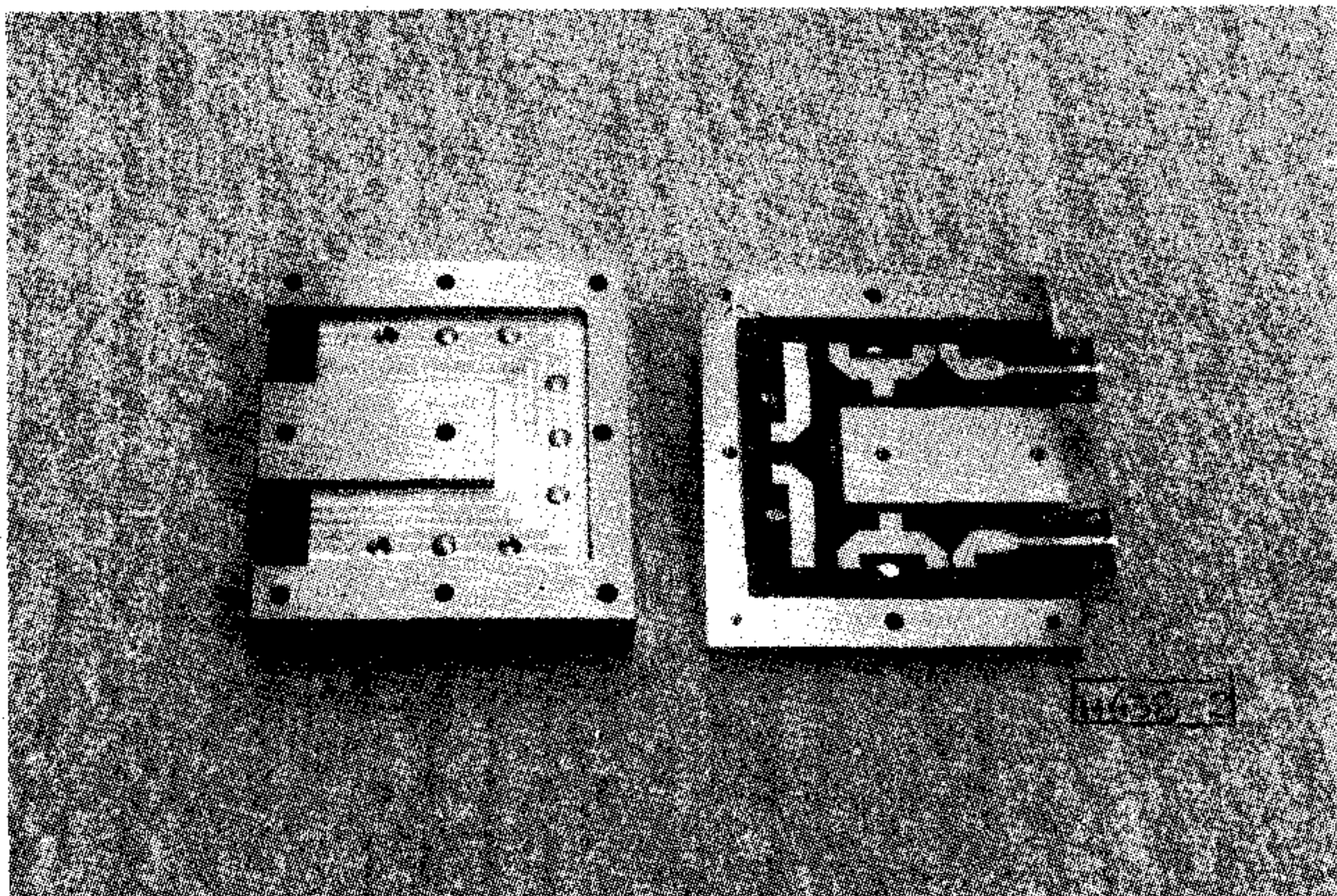
1950 óta a Távközlési Kutató Intézetben a mikrohullámú áramkörök kutatás-fejlesztés munkáin dolgozik. 1955-ben alkalmazott matematikusi oklevelet szerzett, majd 1965-ben a műszaki tudományok kandidátusa lett. Tudományos osztályvezetőként, munkatársaival együtt, többféle mikrohullámú szűrőt, keverőt és más passzív elemet dolgozott ki. Szakmai eredményei a mikrohullámú áramkörök tervezéséhez szükséges elektromágneses térelméleti problémák megoldásából és mikrohullámú



szűrők tervezési eljárásainak kidolgozásából adódtak, melyekből számos előadást tartott, cikket írt és szabadalmat készített. A BME-n címzetes egyetemi docens. Tevékenységét 1980-ban Állami Díjjal ismerték el.

integráltságú áramköri egységeit (pl. vevőegység) ugyanis közös, rekeszekkel ellátott budozba kell betenni. Az egység részáramkörei – melyek közt mikrohullámú sáváteresztő szűrő is van, a közös doboz egyes rekeszeiben található. A mikrohullámú technikában legáltalánosabban használt interdigitális és csőtápvonalas szűrőtípusok ebből a szempontból nem illeszthetők a nagy integráltságú kivitelhez, mivel ezek a többi egységekhez csak csatlakozókon illetve tápvonalkarimákon keresztül tudnak csatlakozni. Egy integrált egységen belül csatlakozós szerelés sem az ár, sem a megbízhatóság szempontjából nem megengedhető, nem is beszélve a megnövekedett helyigényről. Ennek a problémának a kiküszöbölésére fejlesztettük ki az integrálható sáváteresztő szűrőtípusunkat, mely rekeszbe helyezhető és könnyen cserélhető. Az egyszerű gyárthatóság, lapos alak és viszonylag alacsony átteresztősávi veszteség érdekében felfüggesztett mikroszalag-vonalas elrendezést használtunk. Ez a megoldás az integrálhatóság és cserélhetőség szempontjából igen előnyös, mindazonáltal az adott elektromos követelményeket is megvalósító szűrőt eredményezett.

A megvalósított négyrezonátoros szűrő egy – zárt és cserélhető fémtokba helyezett – felfüggesztett DUROID lapon kialakított vonalakat és csatolt vonalakat tartalmazó rajzolat segítségével van elkészítve. A szűrő rajzolat a [2] cikk alapján tervezhető. A rezonanciafrekvencia illetve a csatolások hangolása a fémtokból a felfüggesztett lap felé nyúló hangolócsapokkal történik. A szűrőt az egység más részáramköreihez a fémtokból kinyúló, a be- és kimeneti mikroszalagvonalakat tartalmazó DUROID anyagú nyelveken keresztül csatlakoztatjuk. E nyelveket csavarozással lehet rögzíteni, és rajtuk levő szalagvezetőket más részáramkörökön levő csatlakozó szalagvezetőkhöz a szokásos módon, forrasztással vagy ragasztással kell



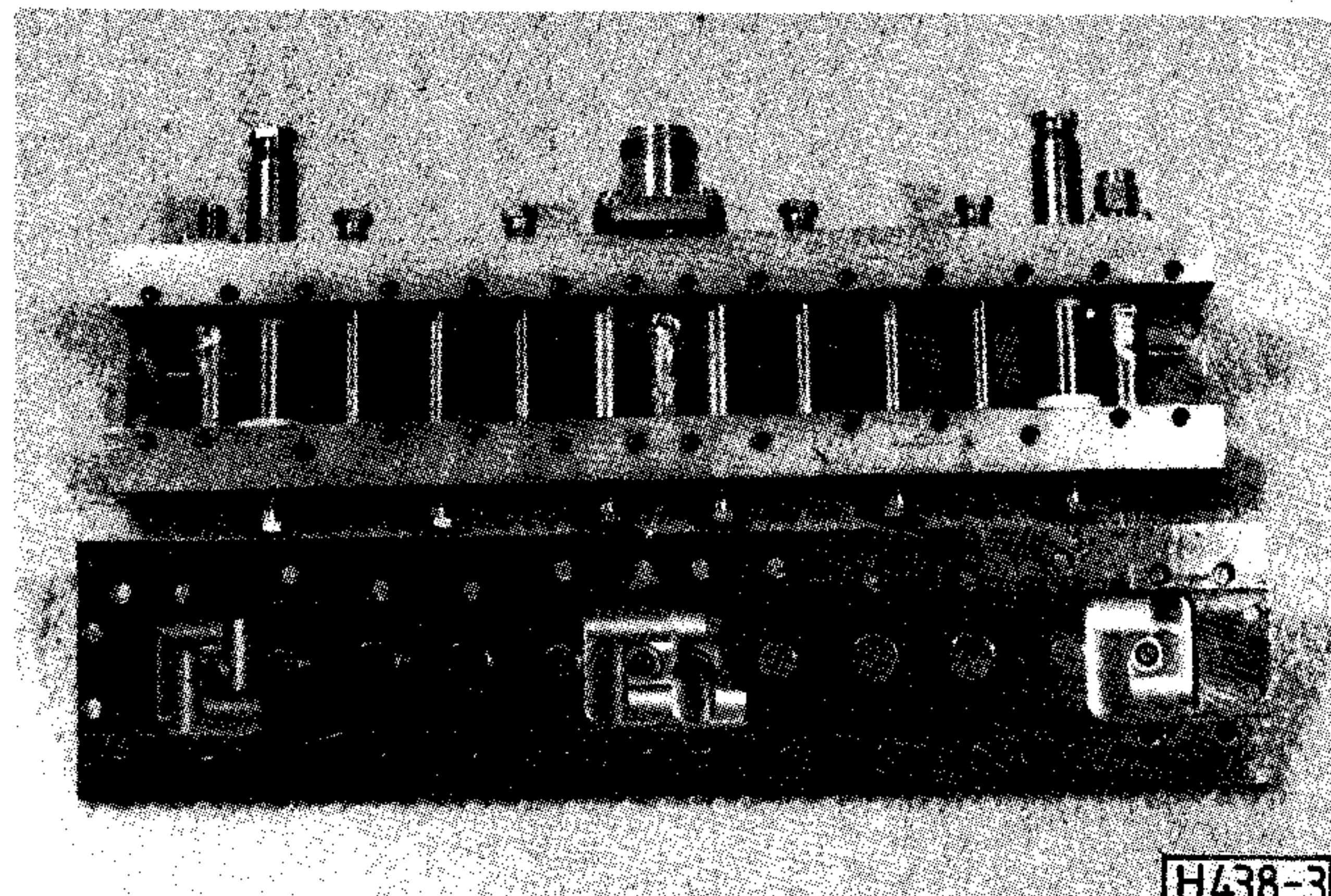
2. ábra Cserélhető kivitelű sáváteresztő szűrő

átkötni. Az elkészített példány sávközépi frekvenciája $f_0 = 6000$ MHz-en volt. A négyrezonátoros szűrő beiktatási csillapítása 2,9 dB-re adódott. Az $f_0 \pm 70$ MHz-en 25 dB-es, ± 140 MHz-en 46 dB-es csillapítást értünk el. A ± 29 MHz-es áteresztőtartományban 1,3-nál jobb állóhullámarányt sikerült beállítani. A cserélhető kivitelű mikrohullámú sáváteresztő szűrő fényképe a 2. ábrán látható.

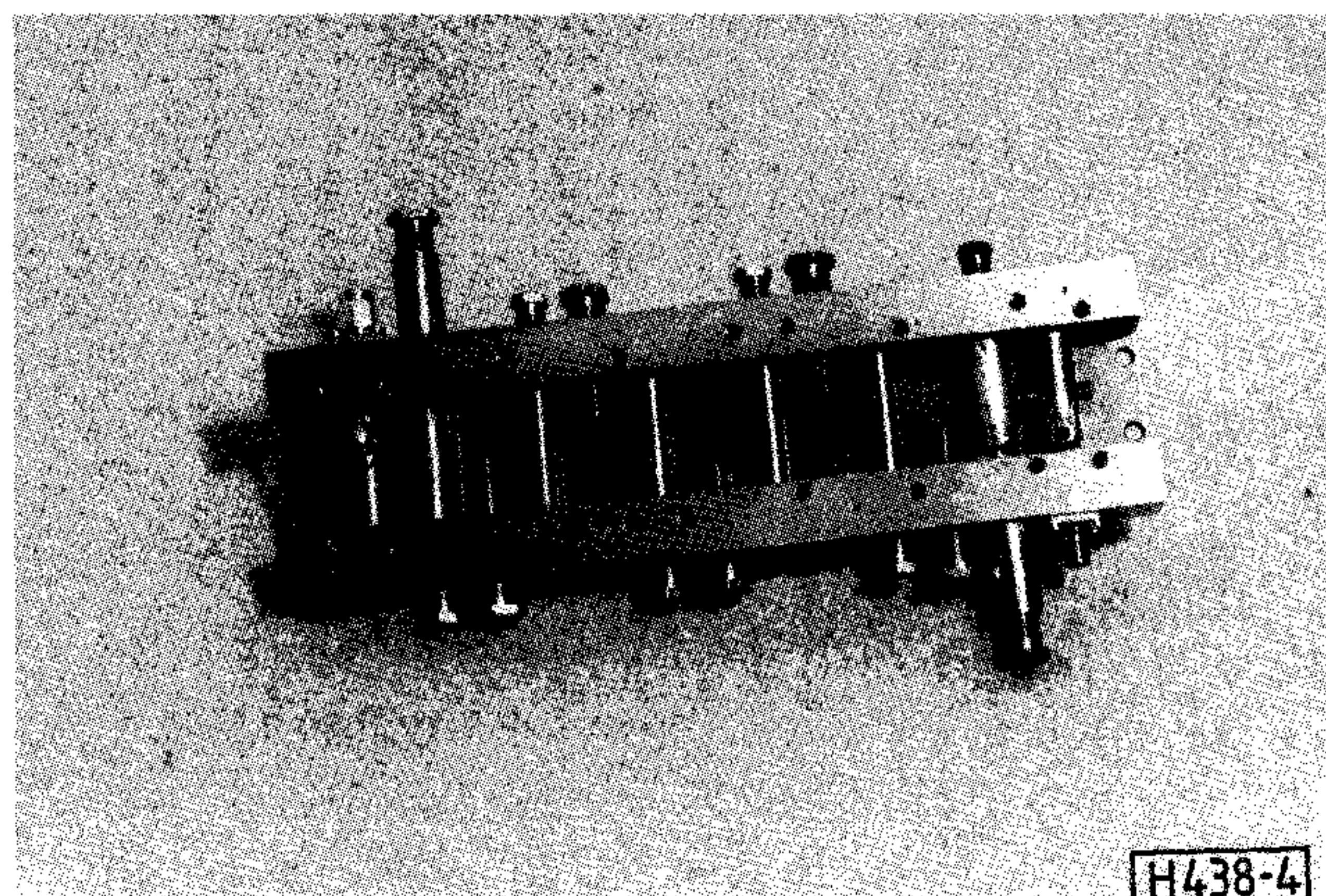
4. Csillapítás pólusokkal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő

Végül az ORION gyár 34 Mbit/s-os és 2 GHz-es sávú mikrohullámú berendezése számára kidolgozott diplexerünket és csatornaszűrőnket ismertetjük. Mind a diplexer, mind a csatornaszűrő interdigitális kivitelben kerültek megvalósításra. Az elektromos követelmények igen szigorúak voltak. A kényes áteresztő és zárótartományi specifikációk mellett minimális futásidő ingadozásra is kellett törekedni. A szigorú zárósávi követelményeket és az áteresztősávi futásidő ingadozás csökkentését csak járulékos csillapításpólusok beiktatásával sikerült teljesíteni. A csillapításpólussal rendelkező interdigitális mikrohullámú szűrő kidolgozását a koncentrált paraméterű elemekből álló helyettesítő kapcsolás alapján végeztük el. Ezen helyettesítő kapcsolás elemértékeit számítógépes analízis módszerből kidolgozott iteratív szintézis eljárás felhasználásával határoztuk meg.

A megvalósított diplexer az 1,7–2,1 GHz-es tartományban működik, öt-öt rezonátoros szűrőkből lett felépítve, melyeknél a közös kaputól legtávolabb fekvő rezonátorba pólusképző elem is beépítésre került. Ennek konstrukciós kialakítása igen egyszerű és könnyen hangolható megoldásra vezetett, melynek használata nem növeli az interdigitális szűrő helyigényét. Az elkészített diplexer áteresztősávjai 180 MHz szélességűek és az áteresztősávok között 35–40 MHz széles elválasztósáv található. A diplexer be-



3. ábra 2 GHz-es diplexer



4. ábra 2 GHz-es csatornaszűrő

mérésénél az áteresztősávi állóhullámarányra max. 1,3, veszteségre 0,4 dB adódott. A zárósávi csillapításra min. 28 dB-t értünk el.

A megvalósított csatornaszűrő szintén az 1,7–2,1 GHz-es tartományban működik. Hatrezonátoros, interdigitális kivitelben készült el. Ez a változat a be- és kimenetek melletti üregrezonátorokhoz csatlakozó pólusképző elemeket is tartalmaz, amely az áteresztősáv alatt és felett egy-egy csillapítás pólust hoznak létre. A csatornaszűrő áteresztősávjának szélességét 40 MHz-re terveztük és a megvalósított csatornaszűrő beméréséből az áteresztősávi állóhullámarányra max. 1,2-es, a veszteségre 1,2 dB-es értékek adódtak, míg az áteresztősáv középső frekvenciájától $\pm 25,5$ MHz-re 18 dB, ± 70 MHz-re 72 dB, és ± 140 MHz-re 90 dB zárósávi csillapításokat kaptunk. A csillapítás pólusokkal rendelkező interdigitális kivitelű diplexert és csatornaszűrőt a 3. és 4. ábrákon levő fényképek mutatják.

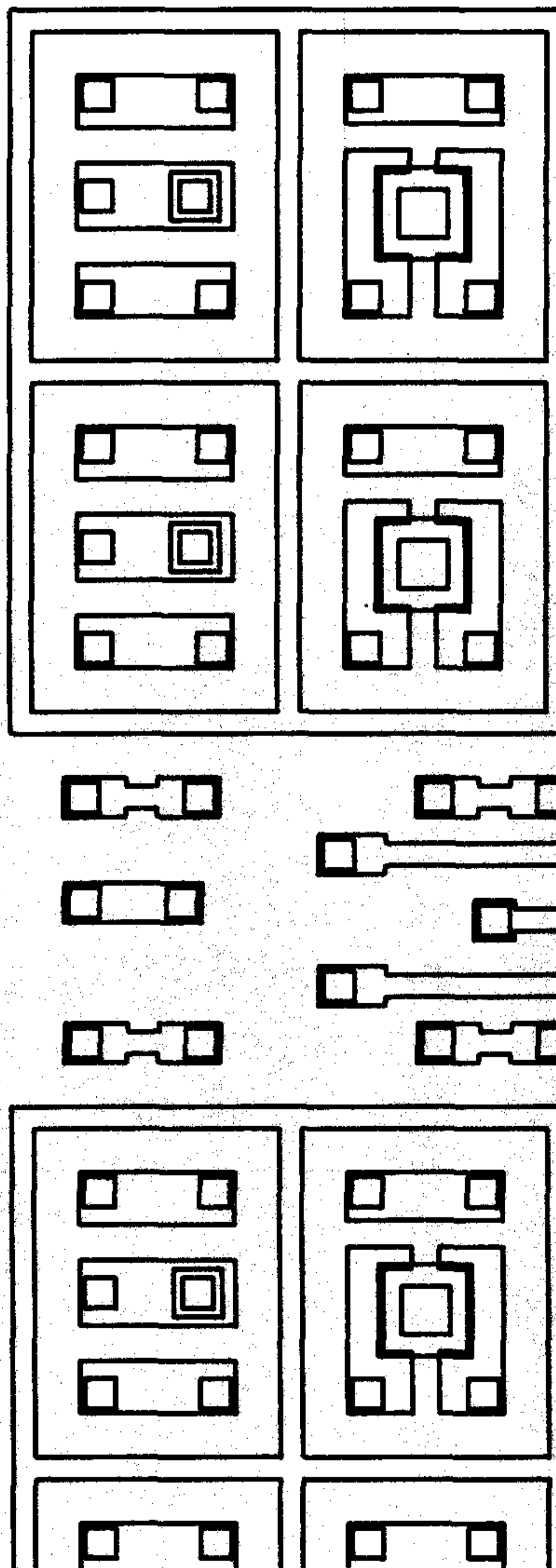
IRODALOM

- [1] G. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones: Microwave Filters Impedance-Matching Networks and Coupling Structures Artech House, Inc. 1980.
- [2] G. Reiter, G. Hammer: Stripline Filters with Coupled Line Sections. 1973. European Microwave Conference Proceedings, Vol. 2. Sept. 4–7. 1973. Brüssels, Belgium.



ÚJ GYÁRTMÁNYUKHOZ ANALÓG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRRE VAN SZÜKSÉGE?

A MEV GYORSAN ÉS OLCSON ELKÉSZÍTI A LINA-1 FÉLKÉSZ ANALÓG ARRAY ÁRAMKÖR FELHASZNÁLÁSÁVAL.



A LINA-1 a MEV új terméke. A csaknem befejezett állapotban raktározott LINA-1 szilícium szeleteken már készen vannak az áramkörök létrehozásához szükséges elemek: ellenállások, npn és pnp tranzisztorok.

Az áramkörök kialakításához csupán az elemeket összekötő fémhálózatot kell elkészíteni.

ALAPVETŐ MŰSZAKI ADATOK:

- 20 V-os tápfeszültség,
- 38 db npn és 12 db pnp tranzisztor,
- összesen 400 kohm értékű ellenállások,
- max. 18 kivezetés.

NÉHÁNY FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉG:

műveleti erősítők, komparátorok, áramforrások, feszültség szabályozók, oszcillátorok, feszültség-áram átalakítók, kimenő fokozatok, PLL stb.

ÁTFUTÁSI IDŐ:

Az integrálni kívánt kapcsolási rajz elkészültétől a kész áramkörök átadásáig 12 hét.

KÖLTSÉGEK:

A fejlesztési költségen kívül a MEV 120–200,— Ft darabáron vállalja a kifejlesztett áramkör sorozatgyártását.

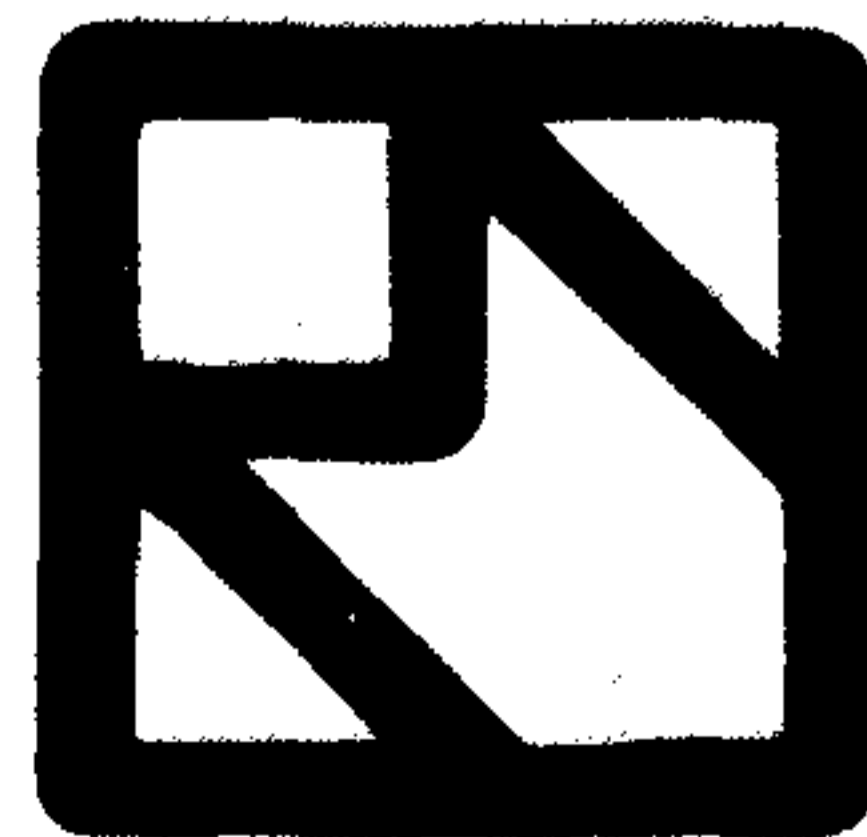
RÉSZLETES TÁJÉKOZTATÁST AD:

Gergely István Bipoláris Tervező O. C-épület 418.
Telefon: 691-100/378 vagy 379 mellék.



**MEV
MIKROELEKTRONIKAI
VÁLLALAT**

1325 Budapest, IV., Fóti út 56.



Automata „in-circuit” mérőrendszer alkalmazása

FROEMEL KÁROLY
ORION



ÖSSZEFOGLALÁS

Az in-circuit mérés követelményrendszerét, a mérés felépítését és az alkalmazott megoldás műszaki elveit tárgyalja a cikk. A kábeltuner gyártási vonatkozásában kitér a megvalósítás eredményességére. A programkészítés gyakorlatának néhány kérdése is ismertetésre kerül.

Bevezetés

A termékszerkezet korszerűsítésének egyik lépése a mind konstrukciójában, mind technológiájában új kábeltuner gyártásának bevezetése. A licenc alapján gyártott, – főként SMD alkatrészekkel felépített – tuner egyben új vizsgálati eljárás – in-circuit mérés – meghonosítását is lehetővé tette az ORION-ban, mely eljárás a későbbiekben új és régi fejlesztésű egységekre egyaránt kiterjeszhető.

Az in-circuit mérés segítségével az összeszerelt egység alkatrészeinek döntő többsége, valamint nyomtatott lapjának minősége megbízhatóan vizsgálható. Konkrét alkatrészeire adott hibakijelzést követő

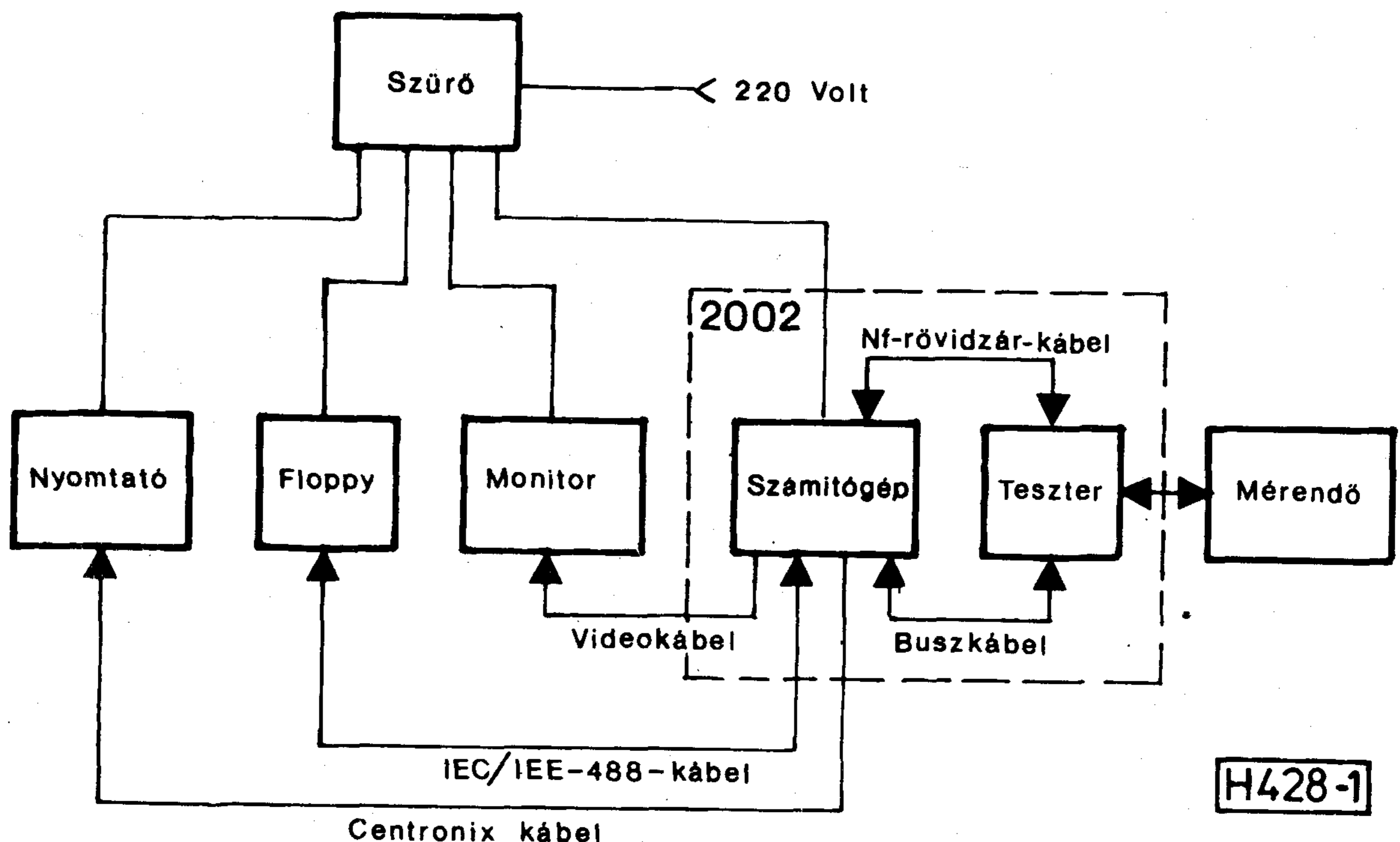
FROEMEL KÁROLY

1957-ben kapott oklevelet a BME Gyengeáramú Villamosmérnöki Karán. Ettől az időponttól kezdve dolgozik az ORION Rádió és Villamosági Vállalat Műszerosztályán. Kezdetben karbantartó és műszerfejlesztési mun-

kával volt megbízva, később a műszerfejlesztő csoport vezetője, majd 1967-től a Műszerosztály vezetője lett. Munkaköre a vállalati mérőeszköz állomány karbantartása, kezelése, beszerzésének műszaki koordinálása, cél-eszközök készítése, hitelesítés.

javítás után a hangoló munkahelyek igénybevétele nagyságrenddel csökkent. Ugyanazon gyártási darabszám mellett az in-circuit tester és hangoló munkahelyek együttes alkalmazásának beruházási költsége csak kb. egy ötöde a régi technológia szerinti rendszer költségének, ahol a hangoló munkahelyeket terheli a hibakeresés és javítás teljes időszükséglete is.

Az in-circuit tester előnye (még hagyományos termék gyártásánál is) az, hogy a tuner gyártási ütemideje hasonló mértékben csökken, a hibakereséssel járó felesleges ki- és beforrasztások elkerülhetők, így javul a végtermék minősége, mechanikai stabilitása,



Beérkezett: 1988. II. 1. (*)

1. ábra A mérőrendszer elvi kiépítése

ezzel élettartama. Az SMD alkatrészekkel felépített egységben egy bonyolultabb hiba behatárolása pedig megnyugtatóan nem is lehetséges az in-circuit vizsgálat nélkül.

Az in-circuit mérés felépítése, követelmények

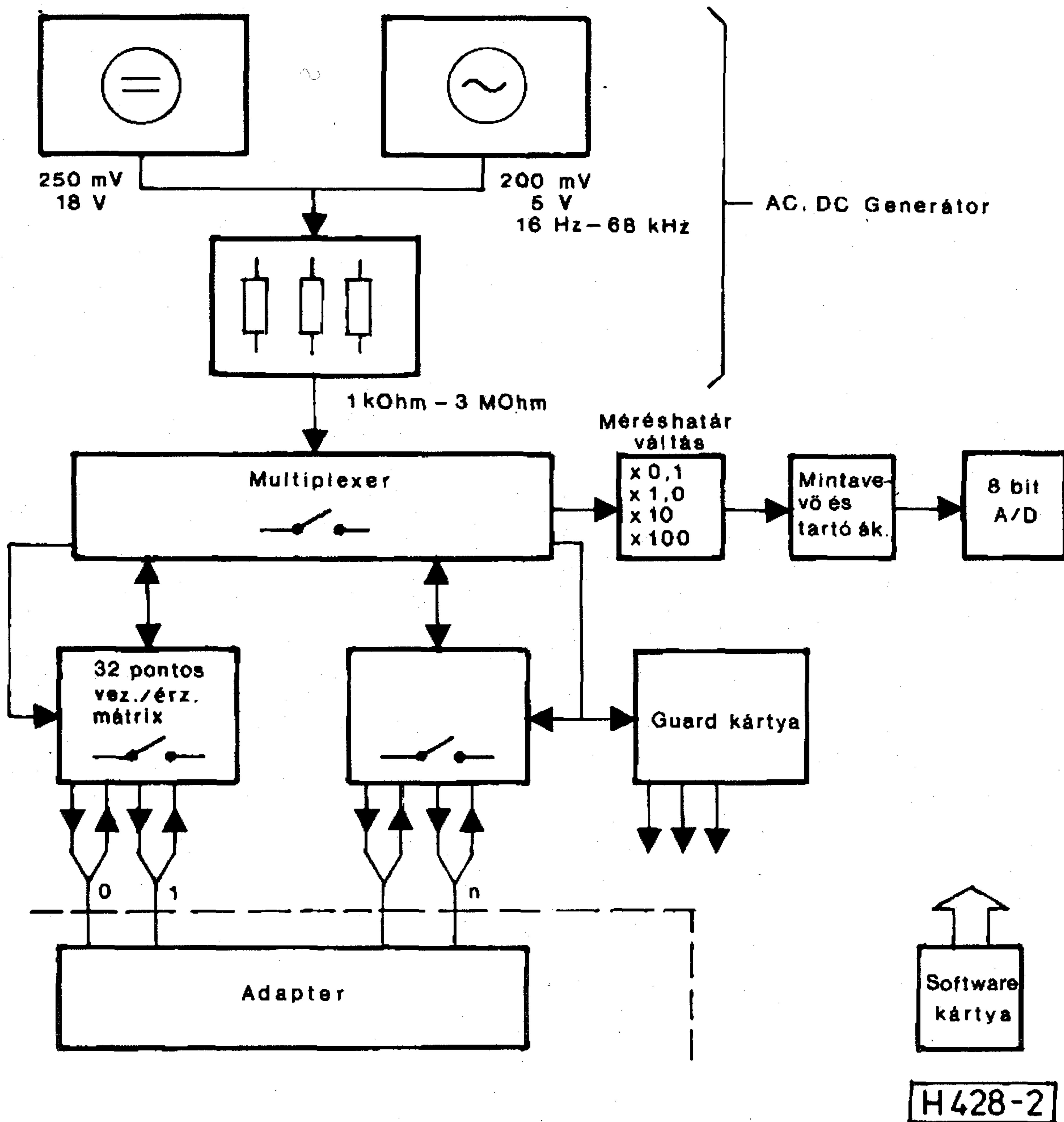
A licenc adó a KTS 2002 típusú mérőrendszert ajánlotta, melynek kiépítése az 1. ábrán látható.

Az in-circuit mérőrendszerrel szemben az általános követelmények az alábbiak:

- a mérési pontatlanság százalék nagyságrendű, ezen belül a mérési eredmények reprodukálhatósága 1% alatt legyen,

- csak a tényleges hiba kerüljön egyértelműen kijelzésre,
- a programozás egyszerű legyen,
- a mérési hiba eredmény egyidejűleg dokumentálható legyen hibajavítás céljára,
- napi hibastatisztika automatikusan készüljön,
- vizsgálóprogram automatikus generálásának lehetősége,
- a mérés ütemideje kicsi legyen,
- a mérési módok software úton legyenek befolyásolhatók.

Az alkalmazott berendezés teljesíti e feltételeket, csak az utolsó két pontban kellett kompromisszumot kötni a gazdaságosság, a szállítási lehetőség és az alkalmazás egybevetésével. A 10 sec mérési idő még



2. ábra 2002 típusú tesztér blokkvázlata

bőven megfelel, tömeggyártás esetén pedig az ún. guard-olt mérések hardware úton történő kijelölése nem jelent hátrányt, hiszen befogót is célszerű váltani.

A 2002 típusú teszter elvi felépítését a 2. ábrán láthatjuk.

A méréshez szükséges feszültségeket beépített egyen (250 mV és 18 V) és váltakozó feszültségű (200 mV, 5 V és 16 Hz, 265 Hz, 1 kHz, 68 kHz) generátorok állítják elő, melyeknek kimenő jelei a mérendő impedanciától függően választható nyolc különböző előtétlen (1 kiloohm . . . 3 Megohm) keresztül jutnak a multiplexer és mátrixkártyák közvetítésével a mérendő alkatrészeire. Minden mátrixkártya 32 pontos, bármely pont lehet be- és kimenet, s a mérési stabilitás érdekében négyhuzalos megoldásúak a software úton kijelölhető mérőpárok. Ez biztosítja a mérési eredmények stabil reprodukálhatóságát. A mérési eredményt négy méréshatárral rendelkező, 8 bites felbontású A/D konverter rögzíti. A műszer max. 960 pontosra építhető ki.

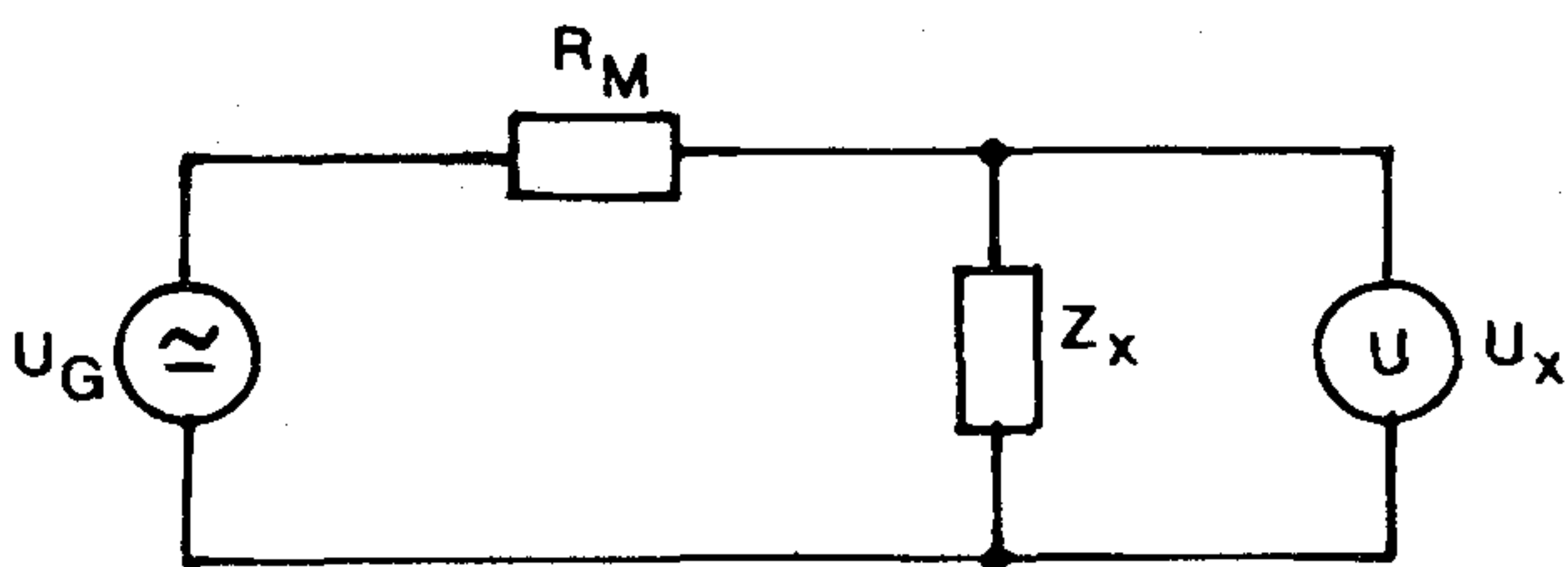
Az in-circuit mérés üzemmódjai

A műszert jelenleg három üzemmódban működtetjük. Nevezetesen: rövidzár-szakadás vizsgálat, impedancia mérés, dióda vizsgálat. A mérések lefutásának időrendi sorrendisége is a felsorolás szerinti.

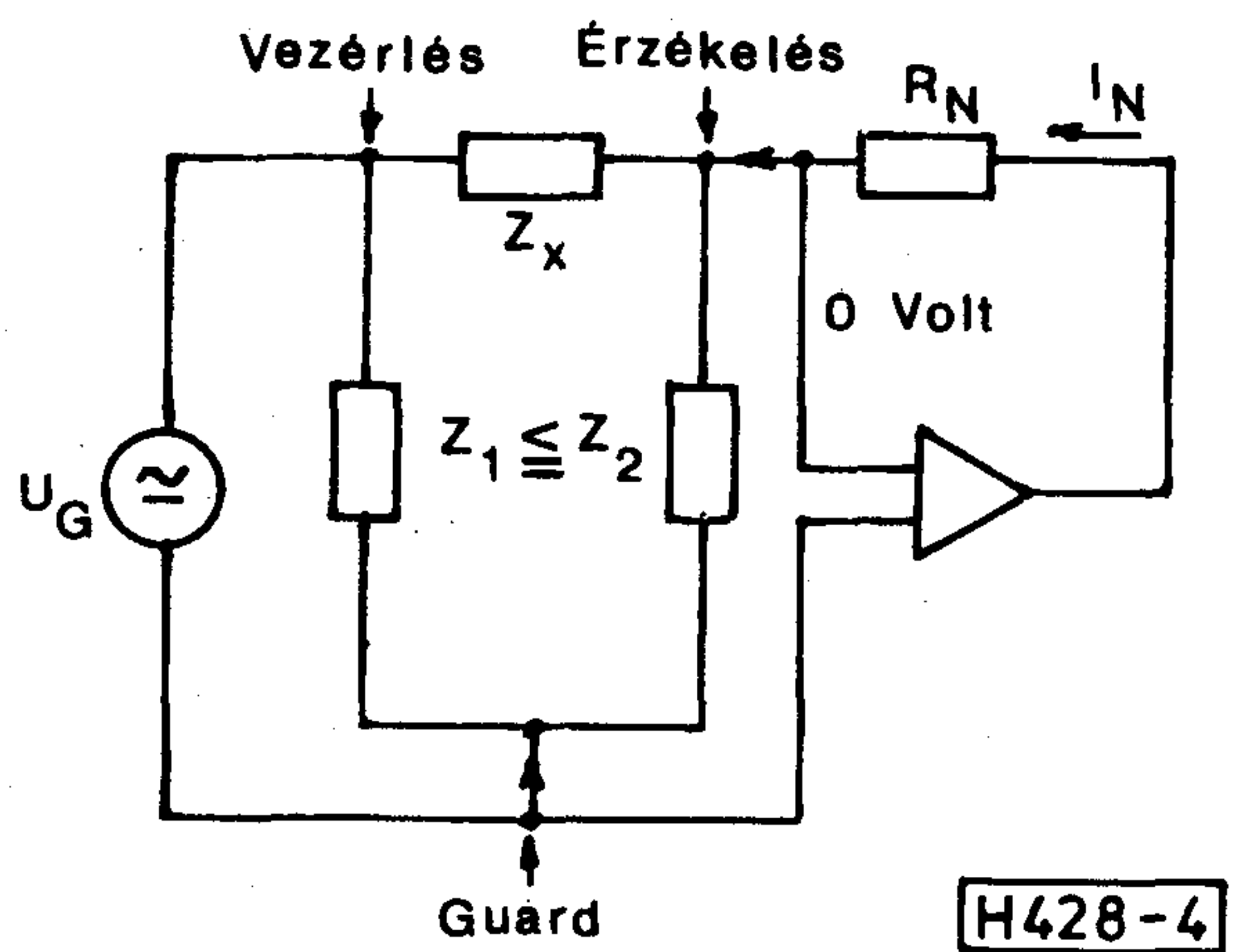
Rövidzár vizsgálattal kezdődik a mérés. A túágyas befogó átmenti ellenállás változásának figyelembevételével rövidzár alatt a 2 Ohmot el nem érő ellenállás értéket értjük (0,8–8 Ohm között változtatható). A rendszer olyan, hogy ha hibaként rövidzárat talál, akkor megszakítja a mérési folyamatot.

Impedancia mérés esetén a rendszer skalár impedanciát mér a 3. ábra szerint.

A mérendő alkatrésztől függően az eredmény megjeleníthető tetszés szerint V, Ohm, H, F dimenziókba átszámolva. A jó-rossz kiértékelés a mérésenként egyedileg programozott alsó-felső határértékek figyelembevételével történik. Azonos dimenziójú párhuzamosan kapcsolt alkatrészek (pl. kondenzátorok) eredője határozható csak meg. Ugyanakkor párhuzamo-



3. ábra Impedanciamérés elve



4. ábra Guard módszer elve

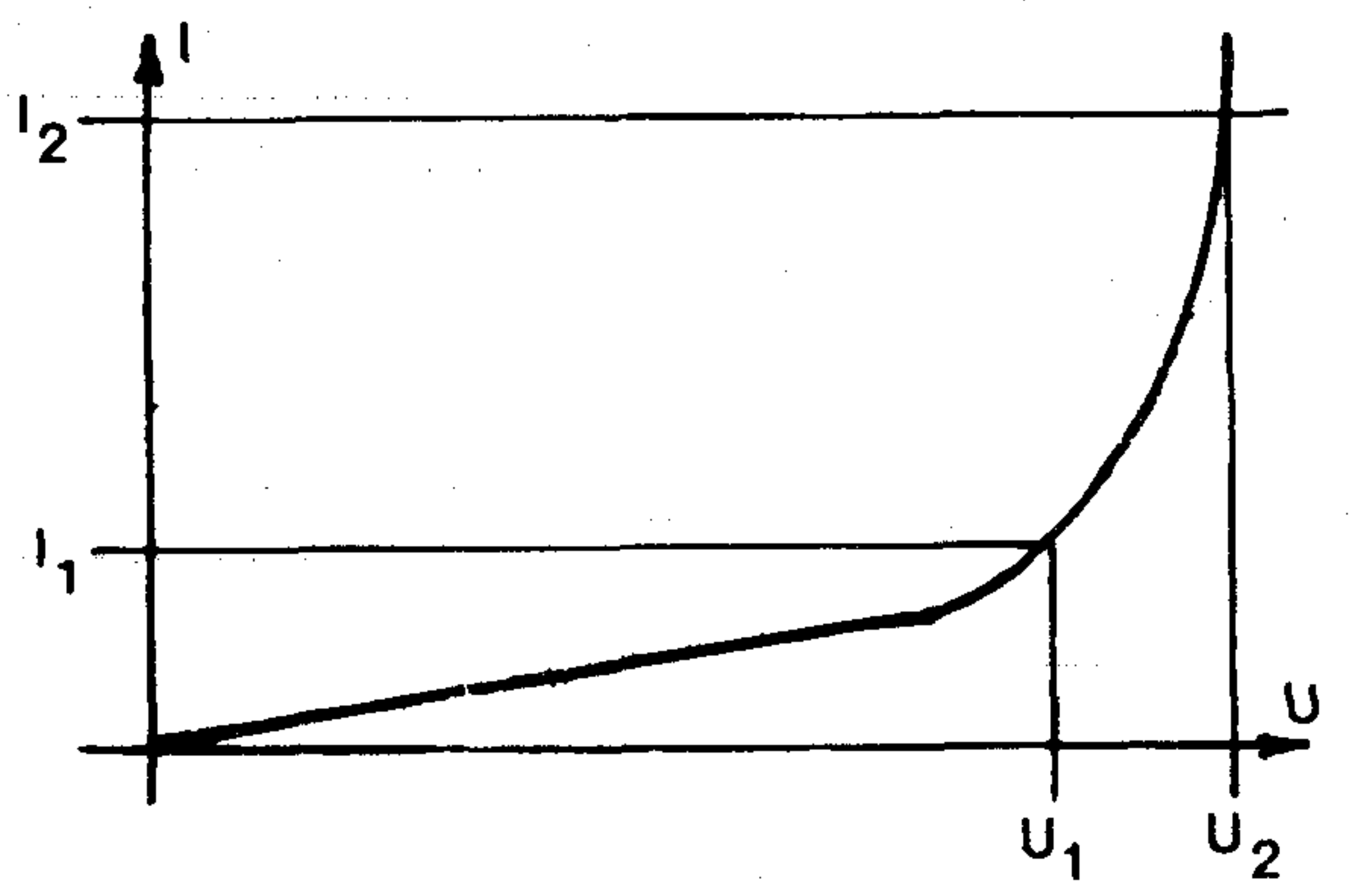
san kapcsolt ellenállás és kondenzátor mérése elvben jól szétválasztható a generátor frekvenciák és az előtéttek helyes megválasztásával. Amennyiben legalább két tag terheli párhuzamosan a mérendő elemet, akkor a 4. ábra szerinti guard módszer alkalmazható.

Lényege, hogy a műveleti erősítő segítségével virtuális földet hozunk létre a mérendő érzékelő pont felőli oldalán, s a Z_2 -n nem folyik áram. Így U_G és I_N egyértelműen meghatározza az impedanciát, ha a generátor belső ellenállása elhanyagolhatóan kicsi a mérőköréhez képest. A guard-olható mérések számát korlátozhatja a rendelkezésre álló guard-kártyák (8 mérés/db) száma. Ezt a mérést a befogó bekötésével határozzuk meg.

Kis reaktív impedanciák mérésénél mód van – a bekötési huzalozás és a befogó által képviselt – kezdeti értéknek software úton történő egyszeri helyesbítésére. Pl. a befogó és bekötései által képviselt szórt kapacitás átlagértékével csökkenthető a mért érték, melynek kis kapacitások mérése esetén van jelentősége.

A diódák mérése az 5. ábra szerint történik.

Nyitóirányban áramgenerátorral tápláljuk meg a diódát, és a két áramérték hatására fellépő U_1 , U_2 feszültségeket, valamint ezek különbségét értékeljük ki,



5. ábra Diódamérés elve

előírt tűréssel. A mérés felismeri a nemlineáris dióda-karakterisztikát, s nem fordulhat elő ohmos ellenállással való tévesztés. Hasonlóképpen mérhető ill. felismerhető tranzisztor vagy IC bemenete által képviselt dióda is, így ezen alkatrészek helyes pozicionálására közvetlenül kapunk információt.

Programkészítési kérdések

Automatikus program-generálásra is alkalmas a mérőrendszer. Hibátlan mérendő felhasználásával öntanulás valósítható meg. Az így előállt program rövidzárviszonylatban változtatás nélkül alkalmazható. Impedancia és dióda mérés esetén azonban csak kiindulási alpnak lehet tekinteni. Az alkatrészek mérési sorrendjét ugyanis az egyszerűbb kezelhetőség céljából emelkedő pozíciószám szerint célszerű sorba rendezni. Az automatikusan választott tűrésmezők is módosításra szorulhatnak. Pl. azonos jellegű párhuzamosan kapcsolt alkatrészek esetén megnövelt, aszimmetrikus tűréshatárok. A mérési frekvencia, mérőjel szint, érzékelési tartomány változtatásával elérhetjük azt, hogy egy adott elem mérésénél a környező alkatrészek a lehető legkevésbé befolyásolják a ka-

pott eredményt. Másszóval: egy alkatrész hibája ne adjon más alkatrészek mérésénél is hibajelzést. Illetve ha mégis, akkor a jelzett hibák nagyságrendi eltéréssel utaljon a legvalószínűbb konkrét alkatrésze. A guard-olt mérések pedig automatikusan nem is valósíthatók meg, hiszen kijelölésük befogó huzalozás útján történik. A programkészítés optimalizálása szempontjából legeredményesebb az elektromos kapcsolási rajzból kiindulni, és a környező alkatrészek hatásának figyelembevételével egyenként meghatározni a mérési, kiértékelési paramétereket. A programkészítéshez nagy áramköri gyakorlat szükséges.

Tapasztalatok

Visszatérve a kábeltuner in-circuit vizsgálatára, a fél-éves üzem alatt szerzett tapasztalatok kedvezőek és a feltételrendszerben foglalt követelményeket teljes mértékben kielégítik. A tuner 201 alkatrészt tartalmaz, melyből a program 188-at, azaz 93%-ot vizsgál. Ennek 70%-át konkrét értékre, tűréssel méri. Csak vizsgált alkatrész pl. a lemezből hajlított UHF vonal, melynek induktivitása nem, csak folyamatossága, ill. ennek megléte ellenőrizhető.

(Folytatás a 213. oldalról)

Dicsérő oklevél

Seller Rudolf

„Mikrohullámú Doppler sebességmérő”

Bencze György

„Software készítés C-64 alapú minirajzgép működtetéséhez”

Szurkos Éva

„Mozgó URH rádióösszeköttetések számítógépes méretezése”

A *Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola* 1987-ben végzett hallgatói részére kiírt **Szakdolgozat pályázaton** díjazásban részesült:

1. díj: *Madarász Adrienn*

„Reziszt ábra pontosság és a technológiai paraméterek összefüggésének vizsgálata”

1. díj: *Tóth Péter*

„Erőforrás allokáló program kidolgozása”

2. díj: *Horváth Róbert*

„Az optikai információátvitelben alkalmazott félvezető lézer dióda meghajtóáramkörének tervezése”

2. díj: *Császár Mihály*

„Hálózatanalízis adatbeviteli program Commodore 64 számítógépre”

3. díj: *Lukács Gábor*

„Jelfeldolgozó processzorok szimulációja”

3. díj: *Vincze Gyula*

„Az Si szelettechnológia hatása az Si fényelemek optó-elektromos paramétereire, különös tekintettel a passzíváló réteg kialakításának módjára”

3. díj: *Kiss Dénes*

„Rosszindulatú orca és íny daganatok adatainak számítógépes kiértékelése”

Széchenyi István Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola 1987-ben végzett hallgatók részére kiírt **Szakdolgozat pályázaton** díjazásban részesült:

1. díj: *Komka Péter*

„Szécsény és Rétság göckörzet automatizálásának kialakítása költség- és forgalom-optimalizáció alapján”

2. díj: *Mesterházi Sándor*

„Gerinchálózati mikrohullámú berendezés 70 MHz-es KF főerősítőjének tervezése, építése és bemérése”

3. díj: *Török László Gábor*

„Mikroprocesszorral vezérelt vasúti fénysorompó berendezések megvalósítási lehetőségei”

(Folytatás a 231. oldalon)

SMT tapasztalatok az ORION-ban

FAHÁZI JÁNOS – SRAUD VILMOS
ORION



FAHÁZI JÁNOS

1971-ben szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán, Fínommechanika-Optika Szakán. 1980-ig nyákgyártással foglalkozott, 1980-tól gyártásfejlesztési osztályvezető.

ÖSSZEFOGLALÁS

E cikk az ORION-ban megvalósított és jelenleg is sorozatgyártásban levő, SM technológiával előállított, vegyes szerelésű, kombinált TV tuner (hangolóegység) gyártását és a gyártás közben szerzett tapasztalatokat ismerteti.

1. Bevezetés

A felületszerelt elemek (SMD) és a felületszerelési technika (SMT) bevezetése és minél szélesebb körű alkalmazása a nyomtatott áramköri lapok kialakításában minden elektronikai vállalat alapvető érdeke ma és létezésének feltétele a jövőben.

E technika alkalmazásának feltételei a fejlett tőkés országokban adóttak, nagy választékban állnak rendelkezésre aktív és passzív áramköri elemek különféle kiserelésben, beültető, forrasztógépek stb. A széles körű magyarországi alkalmazás korlátai alapvetően a következők:

- A felületszerelt elemek többsége csak tőkés relációból szerezhető be, hazai, ill. szocialista választékhiány, ár és minőségi problémák miatt.
- A hagyományos forrasztó, szerelőgépek nem alkalmasak felületszerelésre és szocialista relációjú berendezések hiányában jelentős összegű tőkés beruházás szükséges.

Fenti okok miatt sok vállalat szűk körben vagy csak kísérleti jelleggel alkalmazza (alkalmazhatja) ezt a technikát. Az SM ORION-ba való bevezetésére a Telefunken cégtől vásárolt TV tuner licenc és know-how adott lehetőséget. Az előbb említett korlátozó tényezők természetesen itt is hatottak és hatnak ma is, különösen, ami a felületszerelt elemek tőkés devizafelhasználását illeti. A gyártóberendezések közül a beültetést tekintve egy egyszerű és olcsó felületszerelő szerszámkonstrukciót vettünk át a Telefunkentől, amely igen termelékeny. Ezzel az egyszerű, de az adott feladatnak jól megfelelő eszközzel viszonylag alacsony költséggel sikerült egy gyártósort kialakítani.

A licenc tuner vegyes szerelésű, azaz az egyik oldalán 117 db passzív áramköri elemmel felületszerelt, míg a másik oldalán hagyományos elemekkel beültetett.

Beérkezett: 1988. II. 1. (*)

SRAUD VILMOS

1972-ben szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán, Fínommechanika-Optika Szakán. Technológusként, majd gyártásfejlesztőként dolgozott. Jelenleg beruházási osztályvezető.



A tuner gyártósora komplett, tehát a nyáklemez beültetésétől a számítógépes tesztelésen át terjed a végellenőrzésig.

A tunert a TV-be való beszerelést követően hangolni már nem kell.

2. A technológiai sor leírása

A fontosabb megmunkálási elemek sorrendjét az 1. ábra mutatja.

Az egyes fázisok részletezése:

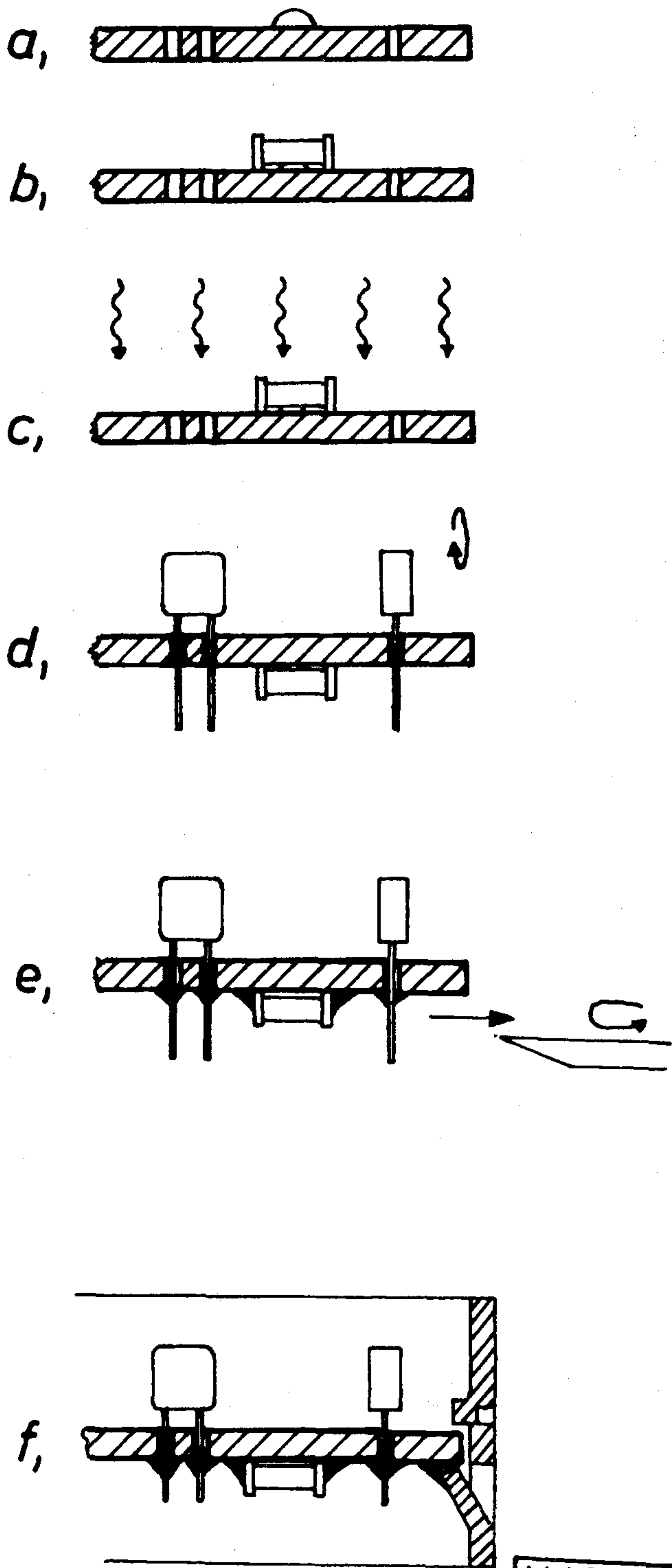
SMD beültetés

Külön klimatizált helyiségben helyeztük el a szitázás, beültetés és beültetés-ellenőrzés műveleteit. A klimatizálás az SMD-hez alkalmazott ragasztóanyag optimális feldolgozhatósága miatt szükséges. A három művelet technológiai sorrend szerint egymás mellett; egy asztalnál került elhelyezésre.

A három művelet közül a beültetésről szólunk bővebben.

A szitázás során kézi művelettel visszük fel a Delomet ESP 104 típusú SMD ragasztót.

A beültetés műveletét egy pneumatikus működtetésű, három fejes SMD nyomtató szerszám végzi. Az



1. ábra Az SM technológia fázisai
 a) Ragasztó felvitel szitázással
 b) SM elemek beültetése
 c) Ragasztó kikeményítés
 d) Hagyományos alk. beültetés
 e) Egyeshullámú forrasztás + tárcsás láblevágás
 f) Árnyékolódobozba szerelés + kettőshullámú forrasztás + freonos tisztítás

ják alulról az elemeket felfelé a nyáklemezre. A három fej egyidejű alkalmazása teszi lehetővé az SM elemek tetszőleges helyre való beültetését. A nyáklapok folyamatosan kerülnek az első, majd a második, végül a harmadik fej fölé. Ezzel a módszerrel kb. 10 sec alatt készül el egy lemez. Mivel a ciklusidő alig függ a beültetendő elemek számától, ezért az SM elemek számának növekedésével nő a beültetési teljesítmény.

Esetünkben ez a következő:

A beültető rendszer ciklusideje: 10 sec/lap.

Az egy lapon elhelyezett SM elemek száma: 117 db.

A nyomtatófejek kicserélésének ideje 10 perc = 600 sec.

Ebből az egy nyomtatási ciklusra eső idő (fejcsereétől fejcsereéig 200 ciklus folyik le)

$$\frac{600}{200} = 3 \text{ sec}$$

A tényleges ciklusidő tehát $10 + 3 = 13 \text{ sec}$.

Ebből a beültetési teljesítmény:

$$\frac{3600}{13} \cdot 117 = 32\,400 \text{ db/óra.}$$

A fejek betárazása 10 perc/fej. Ez azonban nem terheli a főidőt, mivel a szerszám két garnitúra nyomtatófejjel rendelkezik.

A rendszer tehát igen egyszerű, olcsó és termelékeny. Alkalmazásának azonban korlátai vannak, melyek közül a lényegesebbek:

- csak csőtárban szállított elemeket lehet felhasználni,
- a csőtáras kiszerelés világszerte csökken a hevederes javára,
- a „pick and place” módszerrel dolgozó gépek – szemben a csőtáras rendszerrel – pontosabbak és szélesebb körű alkalmazást tesznek lehetővé (pl. elektromos paraméterek mérése beültetés közben, IC-k, különleges méretű elemek beültetése stb.) Ezek a gépek gyorsan átállíthatók és kis db. számra is gazdaságosan alkalmazhatók, jóllehet teljesítményük csak igen drága célberendezések esetén haladja meg a csőtáras rendszerű gépek teljesítményét.

Az átvett licenc tuner esetében nem a hátrányok, hanem az előnyös tulajdonságok voltak meghatározóak, azaz nagyszámú, azonos kontúrméretű SM elemet használunk ennél a tunerrel, így viszonylag olcsón jutottunk az SM technika előnyeire és tapasztalataihoz.

A beültetés-ellenőrzés egyszerű optikai ellenőrző készülékkel történik, ahol rátekintéssel megállapítható, hogy a kívánt helyeken ott vannak-e az SM elemek.

Száritás

Az ellenőrzés és az esetleges korrekciók elvégzése után a lapokat fémtálcára helyezve belső levegőáramú kemencében (130 °C-on 30 percig) szárítjuk. Ez alatt az SMD ragasztó kikeményedik.

Hagyományos elemek beültetése

A következő fázisban kötetlen ütemű szerelőszalagon kézi beültetéssel történik a hagyományos aktív és passzív elemek behelyezése a nyáklemez másik oldalára.

Forrasztás-vágás

A nyáklemezek forrasztókeretbe kerülnek. A forrasztókeretbe helyezett lapok folyamatosan haladnak át az EPM gyártmányú, HD-327 típusú úgynevezett csőhullámú hagyományos forrasztógépen, ill. az azzal összekapcsolt HC 300 típusú vágógépen, mely utóbbi a hagyományos elemek lábait vágja le. Ezek a gépek, valamint a technológiai sorban később sorra kerülő EPM forrasztó és tisztító berendezések magasan automatizált, szakaszos üzemre is alkalmas, munkavédelmi szempontból kifogástalan védelmet nyújtó berendezések. A forrasztógépek automatikus flux szabályozóval (mennyiség és sűrűség) és infralámpás előmelegítő egységgel vannak ellátva, amely lehetővé teszi a berendezések energiatakarékos üzemeltetését. A hőfokszabályozás pontossága az ónhullámban ± 1 °C. A láblevágógép beépített utánélező egységgel van ellátva.

Keretszerelés

Egyszerű, pneumatikus préseken történik a nyáklemezek benyomása a lemezt körülvevő fémkeretbe, ill. ezt megelőzően több, csak most szerelhető elem benyomása a nyáklapba.

Forrasztás-tisztítás

A nyáklemezek újból forrasztókeretbe kerülnek. Igen lényeges a lapok elhelyezkedése a forrasztókeretben a haladási irányhoz képest. Kísérletezéssel célszerű megállapítani azt a szöveget, amelynél a legjobb forrasztási eredményt kapjuk. (Itt jegyezzük meg, hogy az optimális forrasztási eredmény eléréséhez, kis szériákhoz a külföldi gyártók olyan NC robotot ajánlanak, amellyel az ónhullámra való ráfutás fontosabb paraméterei – sebesség, elfordulás szöge, ráfutás szöge, mélysége – szabályozhatóak). A forrasztókeret a behelyezett lapokkal együtt folyamatosan

halad át az EPM CDD 300 típusú kettős hullámú forrasztógépen, ill. az ahhoz kapcsolt freonos tisztítóberendezésen. A forrasztógépen forrasztásra kerülnek a hagyományos aktív és passzív elemek, a fémkeret a nyáklemez földpontjaival és a második hullámban le-tisztul az SM elemek forrasztása is.

A leforrasztott darab hűtőalagúton át jut a freonos tisztítóba. Itt előbb gőzfázisú freonon, majd kétkamrás ultrahangos folyékony fázisú freonfürdőn halad át. Freontakarékossági és környezetvédelmi okok miatt ez a berendezés is működtethető szakaszos üzemben.

A tisztítás befejeztével a freont automatikusan át-szívja egy freonszivattyú a zárt freontartályba. Ezzel ugyancsak jelentős freonmegtakarítás érhető el. Em-lítésre méltó még a berendezés energiatakarékos hő-szivattyús megoldása.

Tesztelés

Tisztítás után a KTS-2000 típusú tesztelőgépre kerül a munkadarab, ahol a beültetett elemek elektromos paramétereinek mérései az esetleges rövidzárok, szakadások gyors számítógépes program szerinti ellen-őrzése folyik. Hiba esetén a számítógép kinyomtatja a hibás elem pozíciószámát és a mért értéket. A hiba ki-javítása ennek alapján történik, majd ezt követően újra tesztelésre kerül a munkadarab. Csak a gép által jónak minősített darab kerül további megmunkálásra.

Elektromos hangolás – végellenőrzés

Az Amtest UHF-VHF generátorain történik a tuner hangolása az előírt specifikáció szerint.

Az elektromos végellenőrzés célműszeren történik.

Egyéb műveletek

A gyártósor működtetéséhez természetesen egy sor különböző célszerszám és gép (körasztalos forrasztó, diódahajlító, alkatrészelőkészítő és légmagos tekercs-gyártó gép stb.) szükséges, amelyeket itt nem részletezünk, mert nem tartoznak szorosan az SM technikához.

3. Értékelés

A közel egyéves gyártási tapasztalat alapján elmond-hatjuk, hogy a felületszerelési technológia bevezetése jól sikerült, technológiai problémánk nincs. A nagy-számú SM elem felhasználásának (szigorú tűrésű RC elemek, áramvezető utak lényeges csökkenése), a jól kidolgozott, zárt technológiai láncnak és a jó licenc-konstrukciónak köszönhetően az így készült tuner igen jó minőségű, a selejt a töredékére csökkent a ko-rábbiakhoz viszonyítva és jelentősen csökkent a nor-maóra-ráfordítás. Az SM elemek alkalmazásának kö-

vetkeztében ez a tuner, amely lényeges többletszolgáltatásként alkalmas a kábel TV adások vételére is, nem foglal el több helyet a régi tunerénél.

A továbblépés irányai és korlátai jól láthatók.

- Minél teljesebben ki kell használnunk a meglévő gyártósor kapacitását a darabszám felfuttatásával, ill. új konstrukciók bevezetésével. A meglévő

beültető szerszám mellé „pick and place” módszerrel működő gépeket kell venni.

- A továbblépés legfőbb korlátja az alkatrész- és gépbeszerzés devizaigényessége. Meghatározó jelentőségű lenne a világpiaci szinthez hasonló minőségű, választékú és áru hazai, ill. szocialista alkatrészválaszték megteremtése, amely gyártónak, felhasználónak egyaránt érdeke.

(Folytatás a 227. oldalról)

NÍVÓDÍJASAINK

Az 1987 évi Nívódíjak a Távközlési Kutató Intézetben ez év március 24-én ünnepélyes keretek között kerültek átadásra.

Dr. Tófalvi Gyula házigazdai köszöntése után Angyal László a Szerkesztő bizottság nevében sokoldalúan elemezte folyóiratunk múltját, jelenlegi helyzetét, beszámolt a szerkesztőség munkájáról és értékelő áttekintést adott a rovatgazda vállalatokkal folytatott együttműködésről. Külön kiemelte a vállalatok áldozatkésztségét, mely lehetővé teszi a HÍRADÁSTECHNIKA megjelentetését, ezáltal lehetőséget biztosít a tehetséges szakember gárda publikációs készségéhez.

A nívódíjakat a patronáló vállalatok vezető szakemberei adták át az arra érdemes cikkíróknak, elismerő és értékelő gondolatokkal elemezve azokat a szempontokat, melyek tükröződnek a leg-sikeresebb cikkekben. Kiemelték főleg azokat a publikációkat, melyek nem álltak meg a fejlesztési munkánál, hanem a létrehozott termék előállításával, értékesítésével, hasznosításával is foglalkoztak

BHG rovat:

1. *Németh Attila – Zotter Ferenc:* Az EP32M és az EP64M elektronikus alközpontok hardware felépítése (1987/11. szám)
2. *Peszleg József:* ARM típusú távbeszélő központok öndiagnosztikai (centralograph) funkciója a LOTRIMOS üzemi felügyeleti rendszerben (1987/9. szám)

MEV rovat:

1. *Aggod József – Asztalos András:* A 24 bites soros szorzóáramkör tervezése (1987/11. szám)
2. *Méhn Márton – Gergely István:* LIDI – egy új bipoláris félkész áramkör (1987/10. szám)

3. *Dr. Balogh Albert – Göblös Imre – Váradi István:* Mikroelektronikai eszközök megbízhatósági vizsgálata a MEV-ben (1987/10. szám)

ORION rovat:

1. *Denk Attila:* Közepes kapacitású, 2GHz-es analóg digitális mikrohullámú rádiórelé radsor (1987/6. szám)
2. *Zelhofer Walter:* Szemábra magasságmérő a teletex adatátvitelben (1987/3. szám)

REMIX rovat:

1. *Pataki Béla:* A felületi szerelésű áramkörök gyártásának lehetséges főfolyamatai (1987/9. szám)

TKI rovat:

1. *Czékmany Tibor:* Nagysebességű és pontosságú mintavevő és tartó áramkör (1987/9. szám)
2. *Steffler Sándor:* A kábeltelevízió első lépés az integrált szélessávú kábeles hírközlés felé (1987/2. szám)
3. *Dr. Huszty Gábor – Rajkai György:* Az Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózatok leírásai módszerei I. rész

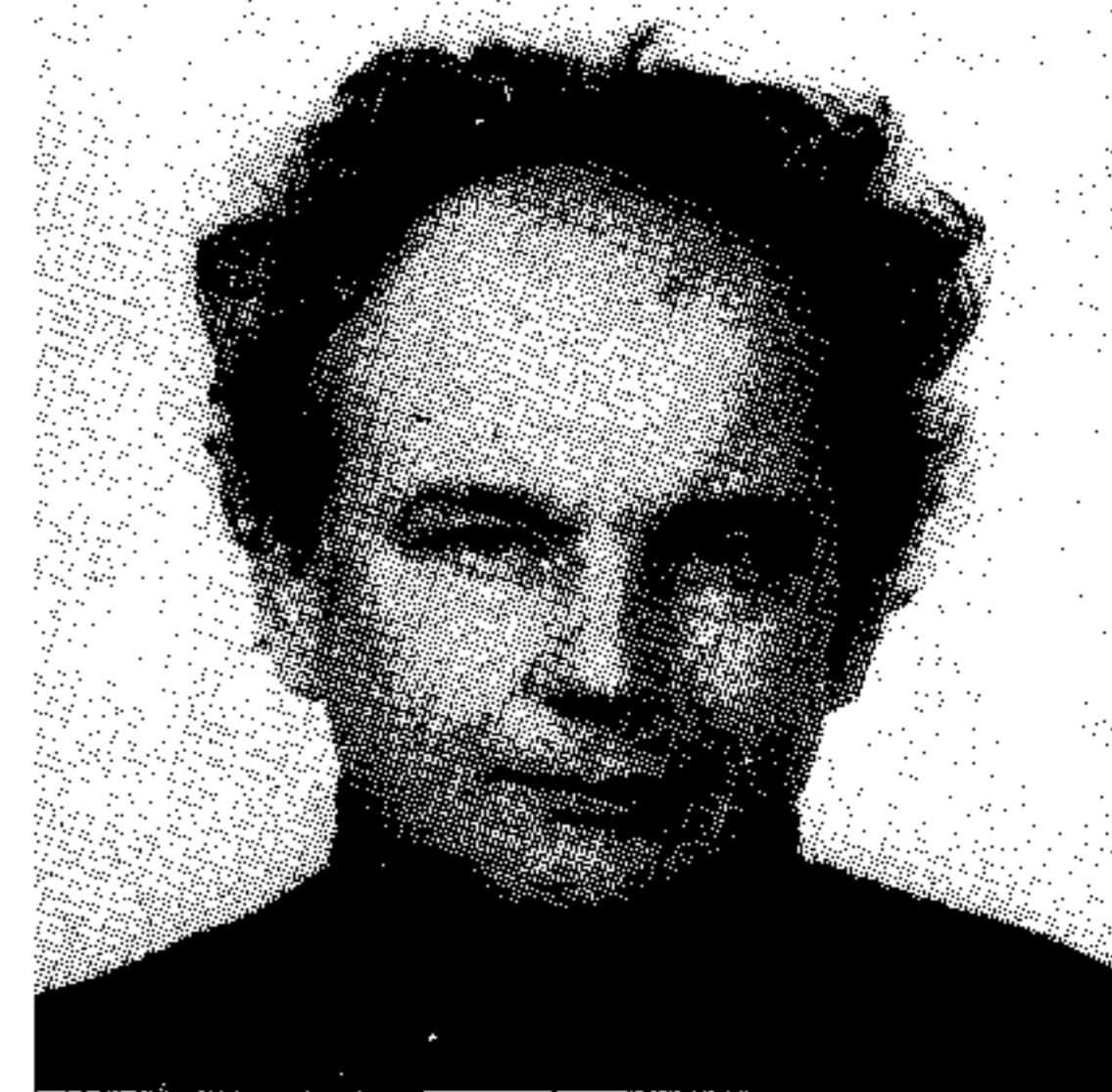
TERTA rovat:

1. *Matusik Ferenc – Fövényessy András:* 900 telefon csatorna szimmetrikus kábelen (1987/5. szám)

A díjak kiosztása után a szerkesztő bizottság a meghívott vendégekkel együtt élénk eszmecserét folytatott a folyóirat további tevékenységének sikere érdekében. Hasznos és gondolatébresztő javaslatok hangzottak el arra vonatkozólag, milyen módszerekkel lehetne értékes utánpótláshoz jutni a fogékony, munkára és publikálásra kész fiatalok körében.

Galván bevonatok forraszthatósága

SINKA ENDRE – BALLABÁS SÁNDORNÉ – SZUCHY PÉTER
ORION



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk bemutatja a híradásiparban alkalmazott ón, ón-ólom, ón-bizmut bevonatok esetén a forraszthatóságot befolyásoló tényezőket, különös tekintettel a cinkdiffúzióra. A cikk a gyakorlatban alkalmazható módszereket ír le a negatív hatások elkerülésére.

Bevezetés

A híradásipari berendezések megbízhatósága és élettartama szempontjából alapvető a lágyforrasztás technológiája.

A lágyforrasztott kötés minőségét befolyásoló egyik legfontosabb tényező a forrasztandó alkatrész felületi állapota. A híradásiparban ezért a későbbiekben forrasztásra kerülő alkatrészek galvanizálására kiterjedten alkalmazzák az ún. „forrasztható” bevonatokat, így az ón-ólom, ón, ón-bizmut rétegeket, melyek a lágyforrasztás során megolvadnak és az alapfém felületével intermetallikus kapcsolatba lépve biztosítják a megfelelő kötőerőt. Ezeket a bevonatokat általánosan alkalmazzák huzalok, csőszegecsek, tűforrcsúcsok, forrűlek, burák, szegletek és nyomtatott áramkörök bevonataként.

A gyakorlatban gyakran találkozunk „forrasztható bevonatok” alkalmazása esetén is rossz forraszthatósággal. Különösen gyakori ez – megfelelő rétegvastagság és optimális tárolás ellenére – sárgaréz alapanyagú tömeggalvanizálási technológiával készült alkatrészek esetén. Ilyen esetekben az alapfémből induló cinkdiffúzió forraszthatóságot rontó jelensége lehet az ok. Jelen cikkben a fenti jelenség tanulmányozásáról, a cinkdiffúziót gátló segédréteg kialakításának problematikájáról kívánunk beszámolni.

A lágyforrasztási technológia néhány kérdése

Jól kivitelezett lágyforrasztás esetén a forrasztott kötés szilárdsága nagyságrendileg azonos a forrasz szilárdságával, mert a forrasz és alapfém közötti intermetallikus fázis biztosítja a nagy kötési erőt. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy a híradásiparban leginkább alkalmazott olvadt forrasz, az eutektikus összetételhez közel álló ón-ólom ötvözet, egy eltávolíthatatlan vékony

SINKA ENDRE

Sinka Endre 1966-ban végzett az ELTE TTK kémia-fizika szakán. 1974-ben a BME Vegyész-mérnöki Karán korróziós szakmérnöki diplomát szerzett. 1966–1977-ig az

EMG-ben korrózióvédelmi és NYÁKgyártási technológia területen dolgozott. 1977 óta az ORION Vegylabor vezetője, elsősorban korrózióvédelmi, NYÁKgyártási fejlesztésekkel foglalkozik.



BALLABÁS SÁNDORNÉ

Ballabás Sándorné 1974-ben végezte el a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karát. 1980-ban műszeres analitika szakmérnöki diplomát szerzett. Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat Vegylaboratóriumában. 1977 óta dolgozik, elsősorban a felületvédelmi technológiákkal kapcsolatos analitikával foglalkozik.



SZUCHY PÉTER

Szuchy Péter 1980-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karán. Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat Vegylaboratóriumában dolgozik. 1980 óta, elsősorban galván-technológiák és NYÁK-gyártás technológiai fejlesztésével foglalkozik.

réteget hagy a felületen. Ezt a jelenséget nedvesítésnek, azt a módot ahogy a nedvesítés végbemegy a rendszer forraszthatóságának nevezzük [1].

A forraszthatóság számszerűsítése például az MSZ 8888/18 szabvány szerint történhet.

A forrasztott kötés létrehozásának technológiai jellemzői a következők:

1. Az alkatrészeket úgy képezik ki, hogy megfelelően illeszkedjenek.
2. Biztosítják a forrasztandó felületek tisztaságát.
3. Folyasztószert visznek fel a forrasztandó kötési helyre.

Beérkezett: 1988. II. 1. (*)

4. Olvadt forraszt juttatnak a kötés helyére, majd a kötetést lehűtik [2], [3].

Az 1. pontban meghatározott követelmények biztosítása a konstruktőr feladata; pl. furatgalvanizált nyomtatott áramkörök furatátmérőjének és a beforrasztandó alkatrészek lábátmérőjének helyes megválasztása.

A 3. 4. pont követelményeit a hullám- és mártóforrasztó gépek szigorúan megszabott paraméterek mellett biztosítják.

A 2. pontban említett „tisztaság” biztosítására kell a gyakorlatban a legtöbb gondot fordítani. A forrasztandó fém „tisztaságán” fizikai és kémiai sajátosságokat értünk.

Fizikai „tisztaságon” a zsír, olaj vagy egyéb idegen szennyezéstől való mentességet, kémiai „tisztaságon” pedig a felület oxid-, vagy korróziós terméktől való mentességét értjük, amely a gyakorlatban soha nem biztosítható, de mértéke meghatározó a forrasztathatóság szempontjából.

A forrasztás folyamán a felületen levő korróziós termékek eltávolítását a folyósítószer biztosítja. A híradásiparban megengedett kolofónium bázisú folyósítószer — amelyek utólagos korróziót nem okoznak — azonban csak vékony korróziós termékek eltávolítására alkalmasak.

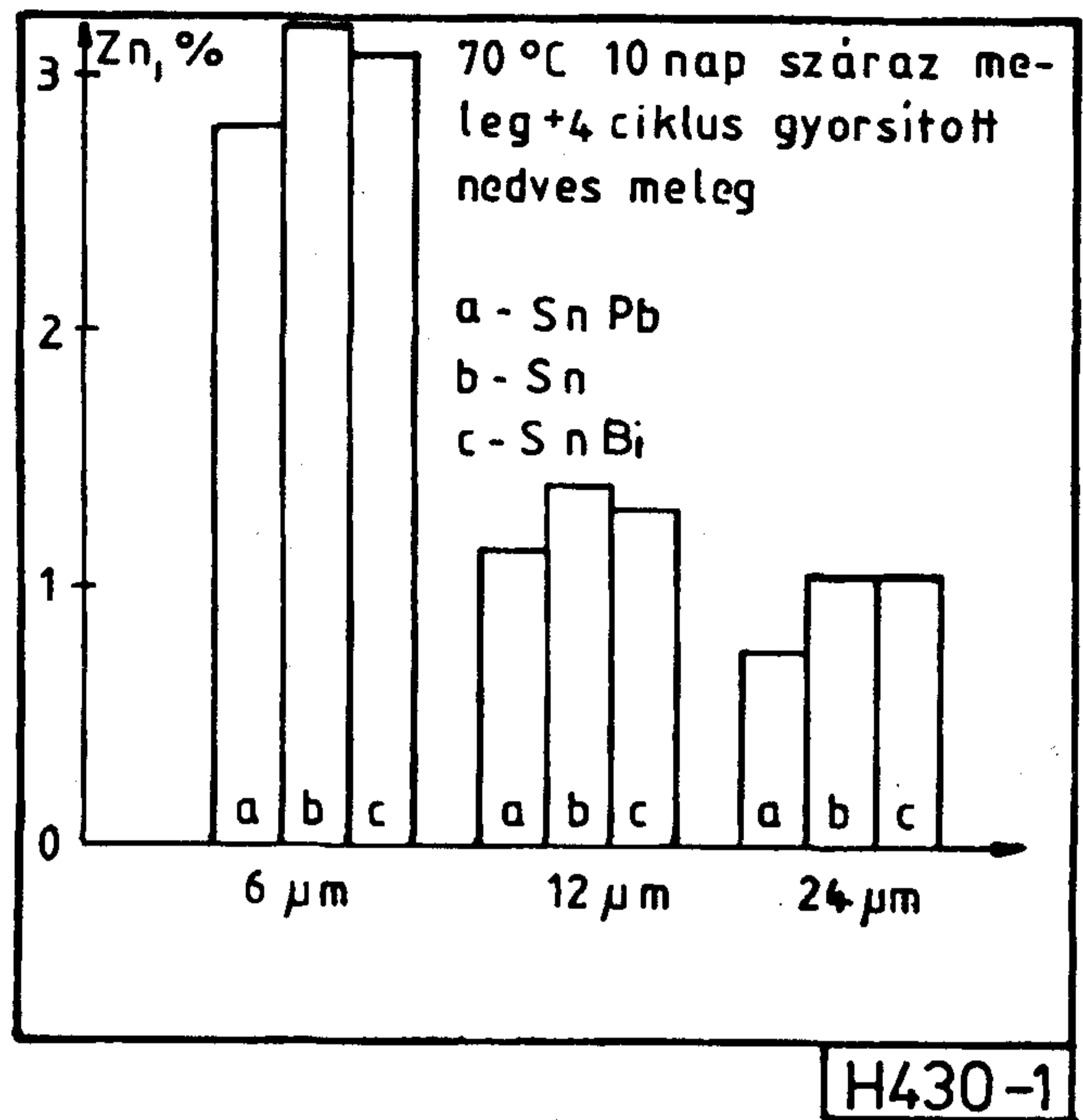
Ezért alapvető fontosságú a forrasztandó alkatrészek megfelelő fémbevonattal történő ellátása, amely hosszabb tárolási idő után is megfelelő kémiai „tisztaságot” biztosít.

A híradásiparban szívesen alkalmazták ezért a nemesfém, így az arany-, ezüst-, palládium bevonatokat. Kisméretű alkatrészek esetén döntően az ezüst bevonatot alkalmazták, melynek forraszthatósága kiváló, bár hosszú tárolási idő alatt az ezüstrétegen kialakuló szulfid és oxidrétegek a forraszthatóságot lerontják.

A nagy teljesítményű ón, ón-ólom, ón-bizmut elektrolitok megjelenése, elsősorban gazdaságosságuk miatt kiszorította a nemesfém bevonatokat, így azokat jelenleg csak speciális célokra alkalmazzák.

A forrasztható bevonatok megjelenésével azonban új problémák merültek fel elsősorban hosszabb tárolás esetén. A tárolás során pl. az ón-ólom bevonat felületén vékony $Pb(OH)_2SnO$ réteg keletkezik, mely a forraszthatóságot lerontja [4]. Másrészt, amennyiben közvetlenül sárgarézre választják le a forrasztható bevonatokat, a galvánrétegbe cink diffundál, amely a felületre jutva amfoter hidroxid és oxid módosulatokat hoz létre, amelyek a forraszthatóságot nagyon lerontják.

Ezek a korróziós rétegek meglepően gyorsan kialakulnak, szobahőfokon egy hónapon belül forraszthatatlanságot okozhatnak. A jelenség kivédésére a for-



1. ábra. Zn-tartalom a bevonatokban klímakezelés után

rasztható bevonat alá ún. diffúziógátló záróréteget kell felvinni, amely nikkel vagy réz lehet. A záróréteg kialakítása azonban a híradásiparban használt jellemzően sárgarézről készült nagyszámú apró alkatrészek esetén problematikus a tömeggalvanizálási technológiák korlátai miatt.

A cink diffúziója forrasztható bevonatokban

Az előzőekben ismertetett cink diffúzióról megpróbáltunk közelítő kvantitatív képet nyerni, összehasonlítva annak mértékét ón, ón-ólom és ón-bizmut bevonatok esetén. Kísérleteink során Sr63 alapanyagú sárgaréz huzalokra 6, 12, 24 μm vastagságban ón, ón-ólom és ón-bizmut bevonatot választottunk le. Az ónréteget Schlötter féle Culmo ónfürdőből, az ón-ólombevonatot fluoróbórsavas az ón-bizmut bevonatot kénsavas elektrolitból választottuk le.

A bevonatokat 70 °C-on ill. 155 °C-on öregítettük és a különböző időpontokban a rétegből vett minta cinktartalmát meghatároztuk. A cinktartalom meghatározása atomabszorpciós spektrofotométerrel történt, a mátrixhatás kiküszöbölésére addíciós módszert alkalmaztunk.

Az 1. ábra a kísérlet során elért legmagasabb cinkkoncentrációkat mutatja párhuzamosan ón, ón-ólom és ón-bizmut bevonatok esetén. Látható, hogy az ón és ón-bizmut bevonatokban a cink koncentrációja közel azonos, ón-ólom bevonatokban kb. 20%-kal kisebb. Ebből következik, hogy az ón-ólom bevonatokban jelenlevő mintegy 40% ólom késlelteti a cink dif-

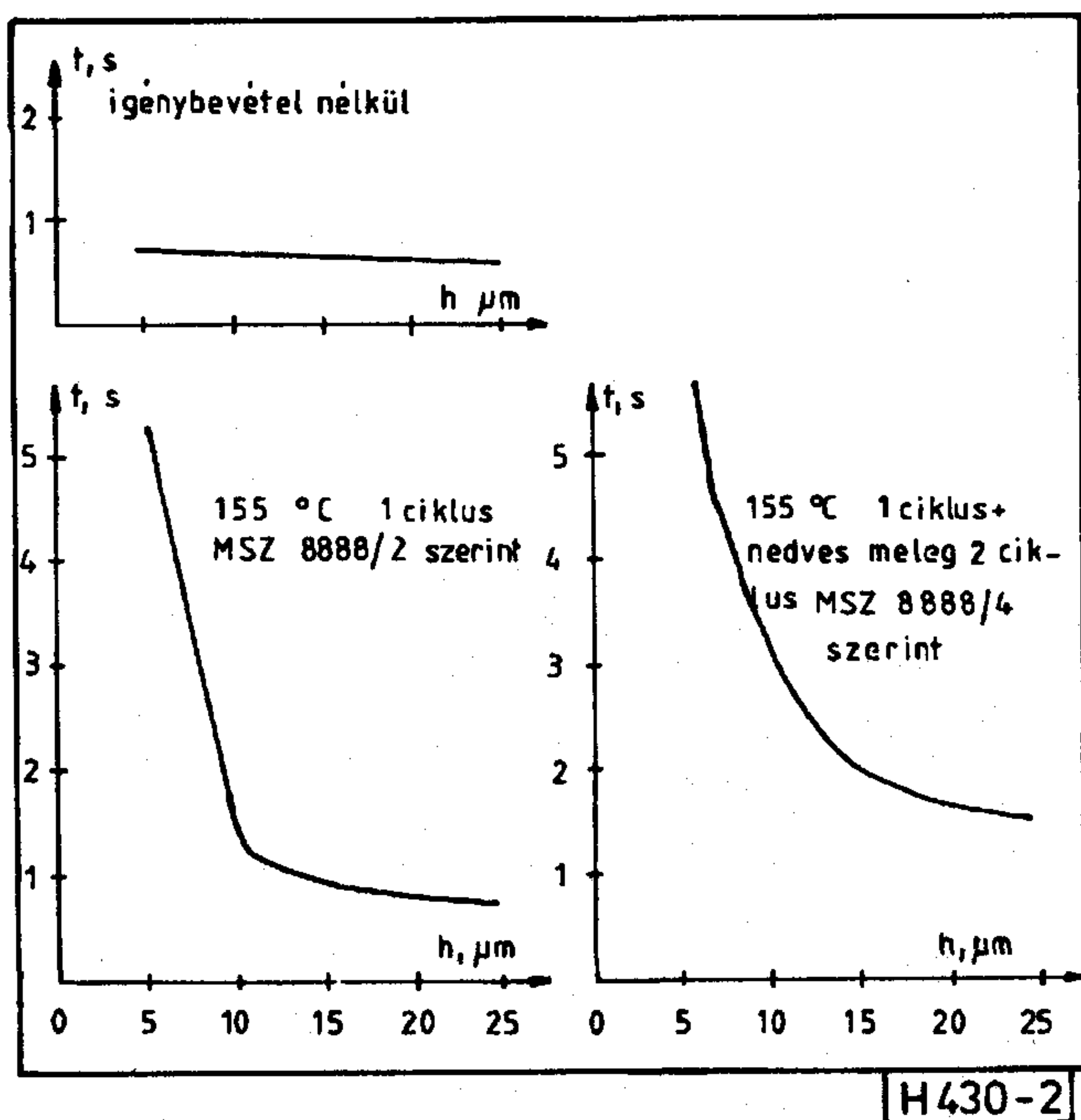
fúzióját, az ón-bizmut bevonatokban jelenlevő 1% bizmutnak nincs ilyen hatása. A gyakorlatban az ólom cink diffúziót késleltető hatásának nincs jelentősége, a hosszú, 6–9 hónapos tárolási idők miatt.

A cinkdiffúzió forraszthatóságot csökkentő hatása

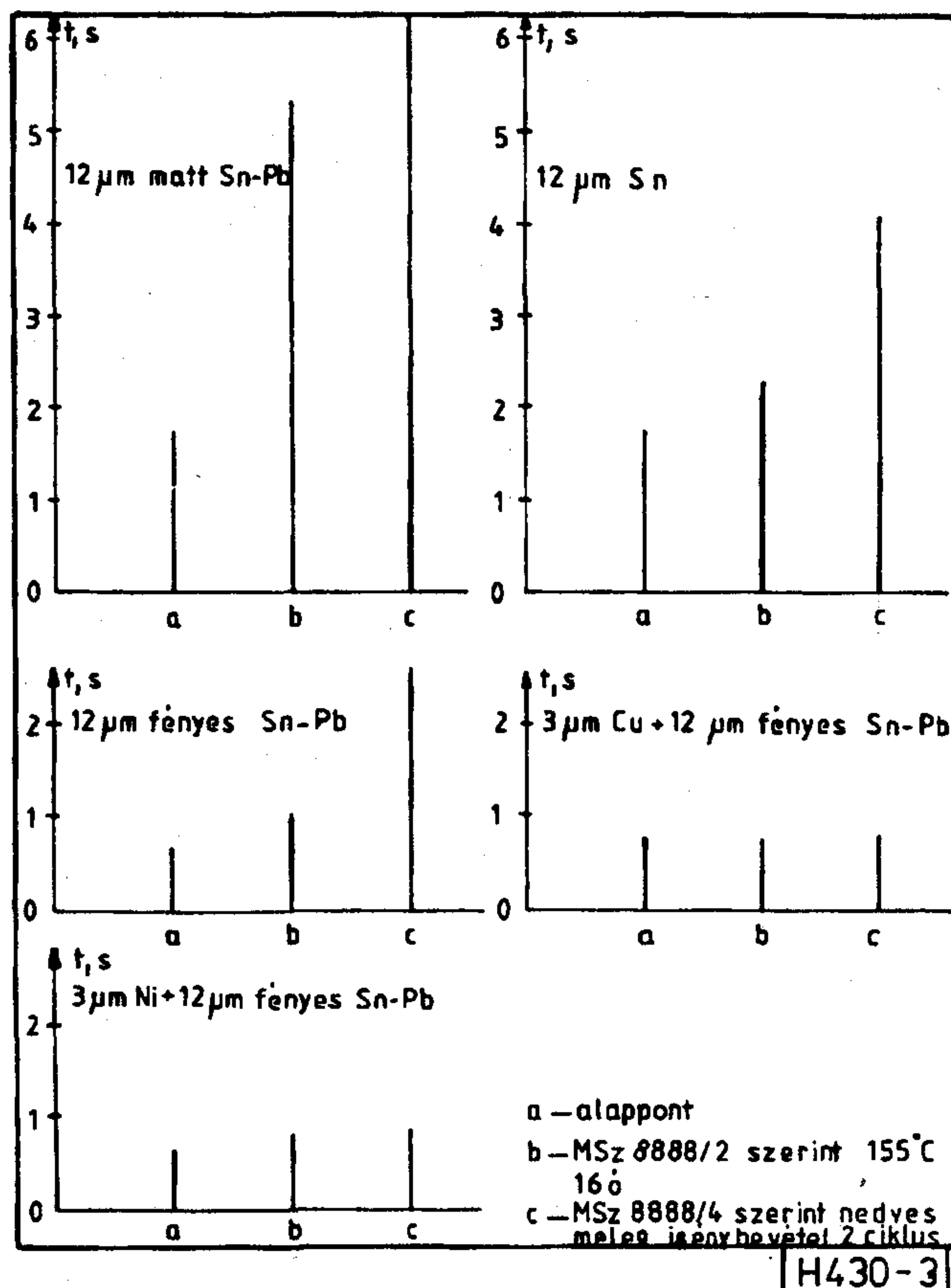
A bevonatokban megjelenő 1–3% cink meglepően kevés. Figyelembe kell venni azonban, hogy a cink a felületen is megjelenik – a bevonatokon sötétszürke bevonat jelenik meg az igénybevétel során – és a légnedvesség hatására a forraszthatóságot erősen rontó korróziós réteg keletkezik.

Ezt egyértelműen bizonyították forraszthatósági vizsgálataink. A vizsgálatokhoz a galvánrétegeket különböző rétegvastagságban 0,8 mm átmérőjű sárgaréz huzalra közvetlenül vittük fel. Ón-ólmó esetében matt bevonatot is készítettünk.

A forraszthatóságot MSZ 8888/18 szerinti cseppmódszerrel Multicore 3 típusú berendezésen vizsgáltuk. A módszer elve: körkeresztmetszetű huzalokat meghatározott méretű és hőmérsékletű színvascsúcsra elhelyezkedő meghatározott méretű forraszcseppbe merítünk. A forraszthatóságot jellemzi az az idő, amely alatt a forraszcsepp a huzalon átcsap. A sárgaréz huzalokra közvetlenül felvitt fényes ón-ólmó bevonatok viselkedését a 2. ábrán tüntetjük fel. Látható, hogy a 6 μm bevonattal ellátott huzal a 155 $^{\circ}\text{C}$ 16 óra szárazmeleg és két ciklus gyorsított nedves me-



2. ábra. Sárgaréz huzalra felvitt fényes ón-ólmó bevonat forraszthatóságának változása a rétegvastagság és igénybevétel függvényében



3. ábra. A forraszthatóság változása a felvitt réteg és az igénybevétel függvényében

leg egymás utáni hatása következtében forraszthatatlanná vált.

A 12 és 24 μm bevonattal ellátott huzalok forraszthatósága háromszorosára romlott a fenti igénybevétel hatására.

Csak szárazmeleg igénybevétel esetén a forraszthatóság 12 μm bevonat alkalmazásánál kismértékben romlik.

A szárazmeleg igénybevételt követő nedvesmeleg azonban mindig lényeges romlást okoz. Ez azt igazolja, hogy a felületre diffundált cink korróziós terméke a forraszthatóság romlásának fő oka.

A vizsgálatokból az is következett, hogy a rétegvastagság növelése a forraszthatóság romlását késlelteti, amelynek a gyakorlatban olyan szempontból nincs jelentősége, hogy tömeggalvanizálásnál (kisméretű alkatrészek) vastag réteget gazdaságosan leválasztani nem lehet.

A 3. ábrán mutatjuk be a fényes és matt bevonatok forraszthatóság változását.

A matt bevonatok forraszthatóságának romlása azonos igénybevételnél sokkal nagyobb, oka a bevonat szerkezete valamint pórusossága következtében előálló alapfém-korrózió.

A diffúziógátló galvánréteg kialakításának néhány kérdése

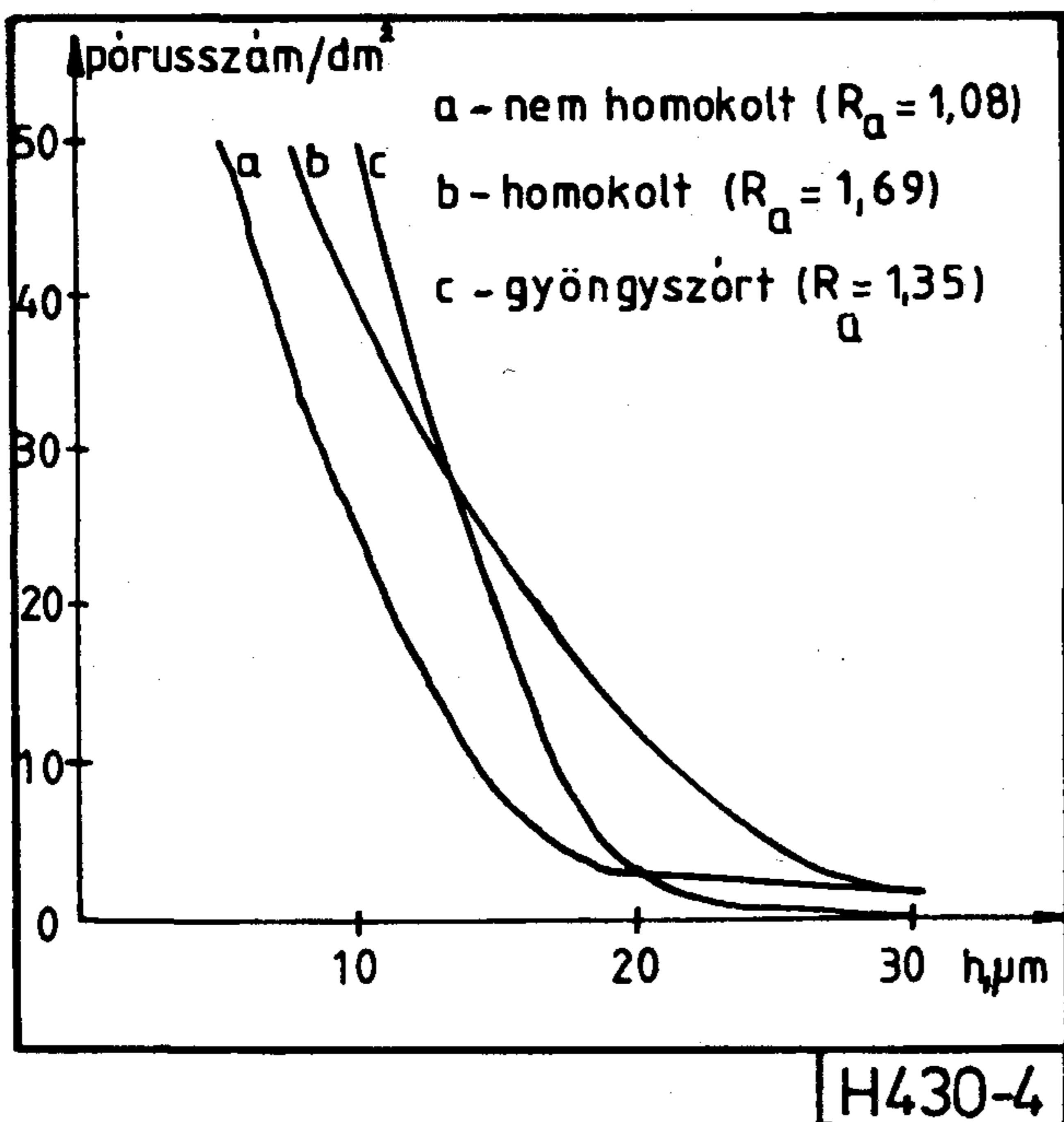
A forraszthatóság romlását a cinkdiffúziót gátló galvánréteg felvitelével lehet megakadályozni. Minimálisan 3 μm réz, vagy nikkel réteg felvitelével [5], a cink diffúziója annyira lecsökken, hogy a forraszthatóság romlása kiküszöbölhető.

Ezeket a mérési eredményeket is a 3. ábra szemlélteti.

A horganytartalmú alapfémből készült alkatrészeknél tehát a technológia kulcslépése a diffúziógátló réteg – előnyösen nikkel – megfelelő kialakítása. Ez függesztett galvanizálás esetén viszonylag könnyen, egzakt módon megvalósítható.

Forrcsúcsok, forrűlek és egyéb tömegalkatrészek esetén azonban a következő problémák lépnek fel:

- A diffúziógátló réteg hatásossága a pórusmentesség függvénye. A nikkelréteg esetén a póruszám rohamosan növekszik a rétegvastagság csökkenésével. 4. ábra.
- Dobban történő tömeggalvanizálás esetén vizsgálataink szerint a minimálisan szükséges 3–5 μm réteg akkor biztosítható, ha a névlegesen beállított galvanizálási paraméterek 6–10 μm -nek felelnek meg. Ennek oka az, hogy az iparban általánosan elterjedt merülő dobok esetén az elektrolízis körülményei kedvezőtlenek: feszültségcsökkenés a dob falánál, az áramvezetés bizonytalansága stb. Méréseink szerint egy merülő doban galvanizált alkatrészek rétegvastagság eloszlása közel Poisson eloszlás szerinti,



4. ábra. Ni-bevonat porozitása az alap különféle előkezelése után

amelyből jó közelítéssel számolható a minimálisan szükséges rétegvastagságtól eltérő alkatrészek aránya.

Így a névleges 6 μm leválasztása esetén az alkatrészek 9%-ánál a várható rétegvastagság 3 μm alatt van és 9 μm névleges rétegvastagság esetén is 2%-a 3 μm alatti. Ezekből következik, hogy különösen kedvezőtlen tárolási körülmények (nedvesség jelenléte, meleg, hosszú tárolási idő) között nagy mértékű forraszthatatlanságból származó selejt keletkezik, amennyiben nem biztosított a minimális vastagságú záróréteg.

Mindezért célszerűbb a diffúziógátló réteget felvinni olyan berendezésben (pl. állóharang) amelyben az áramelosztás egyenletesebb, a kapocsfeszültség kisebb, mint a dobgalvanizáló berendezésben.

Ha az alkatrészek mérete túl kicsi, vagy egyéb okból nehezen galvanizálható, akkor célszerű megvizsgálni, hogy a horganytartalmú sárgarézt helyett lehet-e vörösréz alkalmazni. A vörösréz ára kb. 25%-kal magasabb a sárgaréznél, de a várható selejt értéke és az elmaradó nikkelezés együttes költsége ezt kompenzálhatja.

Összegezés

Vizsgálatot végeztünk a cinkdiffúzió forraszthatóságot csökkentő hatásáról sárgarézt alapanyagra leválasztott ón, ón-ólom, ón-bizmut bevonatokban.

Igazolást nyert, hogy az említett bevonatok forraszthatóságának csökkenését a felületre diffundáló cink, a légnedvesség hatására létrejövő korróziós termékek okozzák. A forraszthatatlanság gyorsabban következik be matt és vékony bevonatok esetén. Az ón-ólom bevonatokban a cink diffúziója lassabban játszódik le.

A cink diffúzióját gátló galvánréteg, elsősorban nikkel bevonat, hatásossága annak pórusmentességétől függ, ezért tömeggalvanizálásnál a névleges nikkel rétegvastagságot 8-9 μm -re kell beállítani. Felhasználás előtt ilyen alkatrészeknél forraszthatósági vizsgálatot célszerű végezni.

Sárgarézt alapú alkatrészeknél javasoljuk műszaki gazdaságossági számítást végezni az alapanyag vörösrézre vagy bronzra történő kiváltására.

Irodalomjegyzék

- [1] Erich Lüder: Handbuch der Löttechnik
- [2] B. M. Allen: Forrasztási zsebkönyv
- [3] W. R. Lewis: Lágyszerelés/1965.
- [4] Székely Levente: Fémes szerkezeti anyagok és korróziós viselkedésük
- [5] MSZ 6574/8

Induktivitásmérő célműszer

PIRET ENDRE
ORION

ÖSSZEFOGLALÁS

A TV vevőkészülékek impulzus-transzformátorainak légrésbeállítását induktivitásméréssel kívántuk megoldani. Az induktivitásmérés szokásostól eltérő alapelve kezelői beavatkozás nélkül jó pontosságot biztosít a tömeggyártásban. Az alapelv realizálása egy szokatlan felépítésű fázisszabályozó hurokhoz vezet. A célorientált műszer felépítésének ismertetésével zárul a cikk.

1. Bevezetés

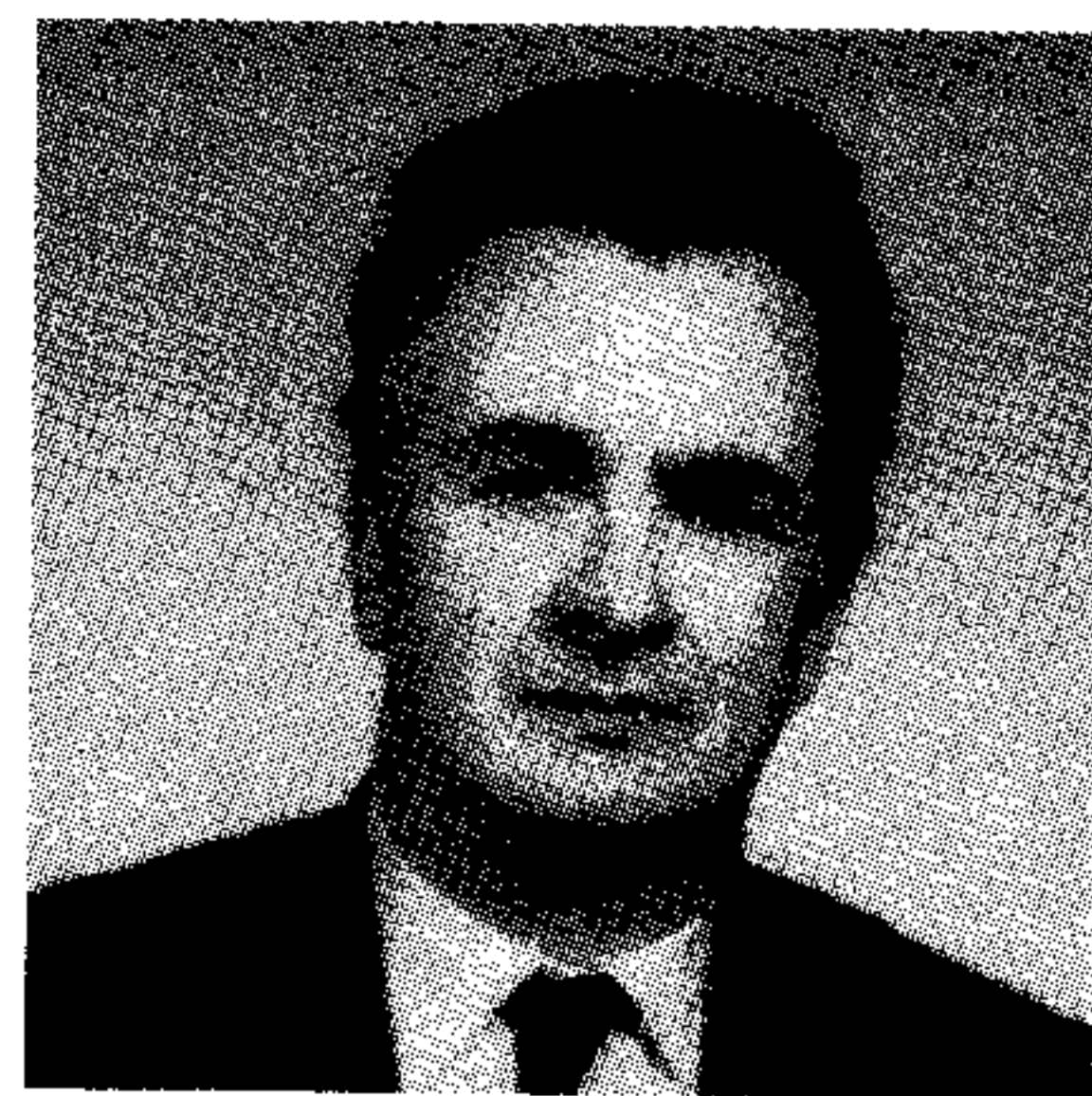
A TV vevőkészülékek sorkimenő-transzformátorai és kapcsolóüzemű tápegységeinek transzformátorai lágyferrit maggal készülnek. Az alkalmazni kívánt technológia szerint a két ferritmágnél összeerősítését és az előmágnesezés miatt szükséges légrést egyaránt gyorsan kötő műgyantaragasztóval kívántuk biztosítani. A ragasztási művelet közben szükség van a légrés változásának folyamatos ellenőrzésére és pontos beállítására. A tekercselő automaták pontos menetszámtartására támaszkodva a légrés nagyságának mérését a transzformátor egy tekercsének induktivitásmérésére vezettük vissza. Szükség volt tehát egy olyan induktivitásmérőre, mely minden kezelői beavatkozás nélkül lehetővé teszi a légrés beállításának néhány másodperce alatt a légrés változásának nyomonkövetését, és amely e mellett a névleges érték környékén 2...3% beállítási pontosságot biztosít.

A célt egy olyan mintavételezés nélkül, analóg kijelzéssel rendelkező célműszer látszott kielégíteni, mely erősen torzított kijelző skálával rendelkezik. A műszer a névleges érték környékén nagy érzékenységgel bírjon, ugyanakkor a névleges értéktől távolabb az érzékenység fokozatosan csökkenjen, lehetőleg úgy, hogy a két véglet, a nulla és a végtelen induktivitás is a műszerskálán legyen, minden átkapcsolás nélkül.

2. A mérés alapelve

Az induktivitásmérés módszerül — a lehetséges megoldások közül — a rezonanciamódszert választottuk. A mérendő induktivitást, L_x -et egy ismert C kondenzátorral soros rezonanciába hozunk. A tápláló generátor ω_0 frekvenciáját és a C kondenzátor értékét

Beérkezett: 1988. II. 1. (★)



PIRET ENDRE

1958-ban az ELTE Természettudományi Karán fizikamatematika szakos tanári, 1980-ban a BME Villamosmérnöki Karán színes TV

szakmérnöki oklevelet szerzett. 1957 óta az ORION Rádió és Villamossági Vállalatnál dolgozik, 1959 óta annak Műszerosztályán. Itt feladatai közé tartozik célorientált műszerek tervezése.

úgy választjuk meg, hogy L_x névleges értéke esetén a soros rezgőkör rezonanciában legyen. A mérendő tekercs induktitásának a névlegestől való eltérését a rezgőkört tápláló feszültség és a rezgőkörben folyó áram fáziskülönbségének figyelésével oldottuk meg. Így az 1. ábra szerinti mérőkörhöz jutunk.

A soros rezgőkör jósági tényezőjét az r „áramfigyelő” ellenállással tartjuk kézben.

Legyen az 1. ábrán

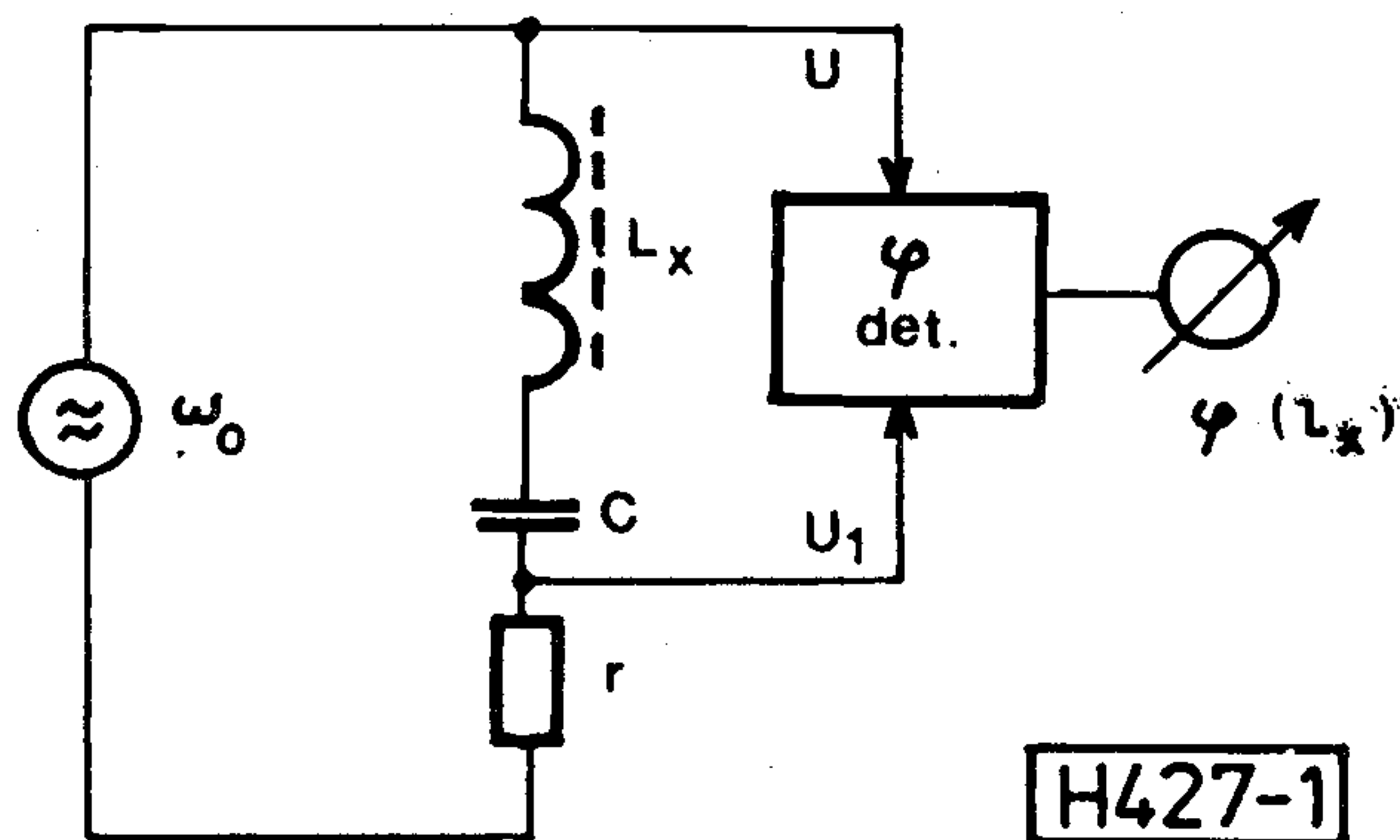
$$U = A \cos \omega_0 t$$

$$U_1 = B \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_0 C}} \quad \text{és} \quad \omega_x = \frac{1}{\sqrt{L_x C}}$$

ahol L_0 a mérendő L_x névleges értéke. Továbbá legyen:

$$Q = \frac{\omega_0 L_0}{r}$$



1. ábra A mérőkör felépítése

Ekkor az ismert módon:

$$\operatorname{tg} \varphi = Q \frac{\omega_x^2 - \omega_0^2}{\omega_x \omega_0} \quad (1)$$

Ebből elemi számítással következik, hogy

$$\operatorname{tg} \varphi = Q \frac{L_x - L_0}{L_x L_0} \cong Q \frac{L_x - L_0}{L_0} = Q \frac{\Delta L}{L_0}$$

ahol $\Delta L = L_x - L_0$. Tehát

$$\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} Q \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Az arcustangens függvény az origó környékén igen meredeken változik, így a mérési elrendezéstől a névleges érték környékén jó L -felbontást várhatunk, feltéve, ha Q -t kellő nagyságúra tudjuk választani. Ennek megbecsüléséhez helyettesítsük (2)-ben a függvényt annak argumentumával:

$$\varphi = Q \frac{\Delta L}{L} \quad (3)$$

Ezzel a közelítéssel $\varphi < 3^\circ$ esetén 0,1%-nál kisebb hibát vétünk. Használjunk műszerünk indikátorában olyan skálát, mely 100 osztással rendelkezik, a névleges induktivitás legyen a műszer középpállításában, vagyis az 50. osztásnál. Az indikátor 0. osztása feleljen meg nulla induktitásnak (-90° -os fáziskülönbségnek), 100. osztása végtelen induktitásnak ($+90^\circ$ -os fáziskülönbségnek). Az indikátor a fáziskülönbséget lineárisan mutatja, tehát egy osztás $9/5$ fokos, vagyis kerekén 2° -os fáziskülönbségnek felel meg. Mekkora körjóság kell tehát, hogy az indikátor egy osztása 1% indukcióeltérésnek, vagyis 2° fáziseltérésnek feleljen meg? (3)-ból:

$$Q = \frac{\varphi}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{2}{1,02} \cong 2$$

Ez azt jelenti, hogy az 1. ábrán r -t úgy kell megválasztani, hogy az eredő körjóság 2 legyen. A vizsgált tekercsek jósági tényezője mind jóval 20 felett van, így r értéke elég nagy lehet, és domináló. Értéke amúgyis

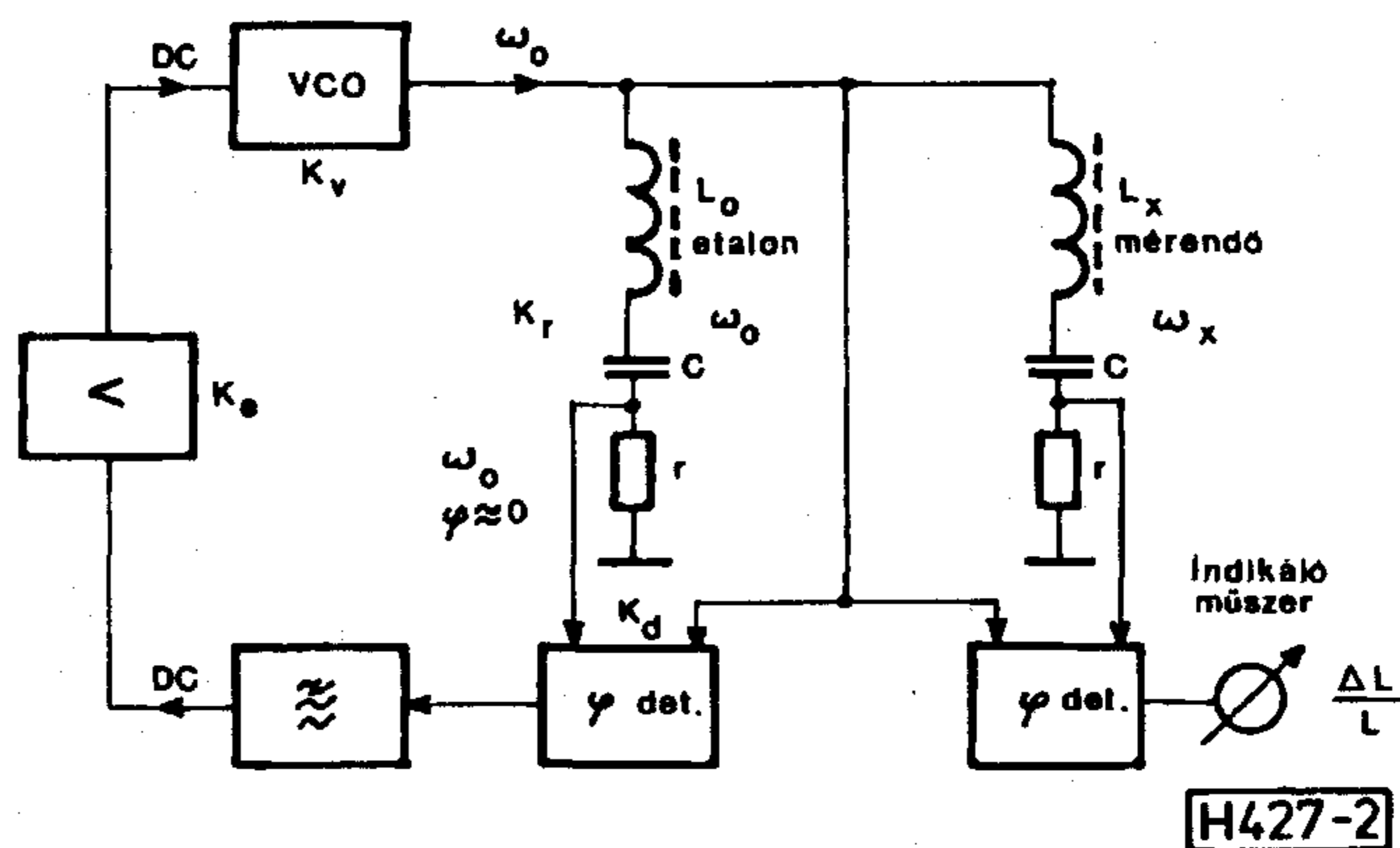
a mérés pontosságát csak másodrendűen befolyásolja, hatása csak a mérés felbontását érinti.

3. Elvi felépítés

A tömeggyártásban oly gyakran használt mérési módszer, melynél az ismeretlent egy etalonhoz hasonlítjuk, jelen esetben sok méréstechnikai előnyt is hoz, a mérés pontosságát csökkentő zavarok szinte mind hatástalaníthatók.

Készítsünk az etalon tekercsből egy, a mérőkörrel megegyező felépítésű rezgőkört. Határozza meg ez a rezgőkör a mérőfrekvenciát. Ezt közvetlenül véghezvinni bajos, hisz nehéz egy 2-es körjóságú soros rezgőkörrel oszcillátort építeni. A megoldás egyszerűbb, ha a rezgőkör közvetve, egy szabályozó hurkon keresztül határozza meg egy oszcillátor frekvenciáját. Így a 2. ábrán látható tömbvázlathoz jutunk. Az alkalmazott φ -detektorok érzékenyek, nulla fáziseltéréshez nulla kimenőfeszültség tartozik [1].

A szabályozó hurok PLL-nek tűnik első látásra, és lényegében az is. Ez a hurok azonban eltér a megszokottól. Tartalmaz a soros rezgőkör képében egy ideális differenciáló tagot, és ez a tag nem a fázisdetektor után, hanem előtte van. A differenciáló tag eggyel csökkenti a hurok típusát, a szokásos 1 típusú hurokból 0 típusú lesz. Ebben a hurokban a VCO állandósult frekvenciahibája és a fázisdetektor bemenetén az állandósult fázishiba egyaránt véges, mindkét hiba nagysága a hurokerősítés növelésével csökkenthető. A 0 típusú szabályozó is kielégíti követelményeinket, mivel sem frekvenciában, sem fázisban nincs szükség követő szabályozásra, elég az értéktartó. Mérésünket közvetlenül az állandósult fázishiba befolyásolja, ennek értékét kell alacsonyan tartani. A szükséges hurokerősítés kiszámításához induljunk ki abból, hogy az NE555-ös időzítőből készült VCO frekvencia átfogása relatív elhangolásban számolva 1,5. A huroktól azt kívánjuk, hogy ez az elhan-



2. ábra A műszer alapelve

golás, mint zavar maximálisan 0,0715 radián (1°) állandósult fázishibát okozzon a hurokban. Az állandósult fázishiba és az állandósult frekvenciahiba közti kapcsolatot a referenciarezgőkör adja.

Ha η a relatív elhangolás, akkor az ismert összefüggésből:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{Q}$$

$$\left. \frac{d\eta}{d\varphi} \right|_{\varphi=0} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2} \quad (4)$$

Ez azt jelenti, hogy a szükséges hurokerősítés

$$K_0 = \frac{1,5}{0,00875} - 1 = 170,4$$

A hurok többi elemének átviteli tényezői:

– az NE555-ből kialakított VCO-é:

$$K_v = 2,25 \frac{1}{V}$$

– az [1] szerinti érzékeny fázisdetektoré:

$$K_d = 0,8 V$$

– a rezgőköré (4)-ből:

$$K_r = 0,5$$

A hurokerősítő K_e erősítése minimálisan:

$$K_e = \frac{K_0}{K_v K_d K_r} = \frac{170,4}{0,9} = 189,3$$

Ez az erősítés könnyen realizálható. A hurok lehet lassú, akár 10 sec beállítási idő is elfogadható. Így durva PI kompenzálásra nyílik mód, a hurok stabil marad két nagyságrenddel nagyobb K_e esetén is.

4. Gyakorlati megvalósítás

A műszerből csak néhány darabra volt szükség. Egyszerű, kéznél levő LSI/MSI digitális IC-kből építettük fel. A VCO adta 1:2 mérőfrekvencia-átfogást egy programozható osztóval terjesztettük ki, így a mérőfrekvencia 1 kHz és 8 kHz között lehet. A mérőfeszültség szinuszosítását egy 8 bit hosszúságú tolóregiszterből felépített jelalak szintézerrel segítettük elő. Ez után már csak egyszerű, másodrendű RC szűrő is elégséges a jó mérőjel kialakításához. A műszer önhitelesítő, a mérőjellel kvadraturában levő négyszögjellel a mérő φ -detektor végkitérése hitelesíthető. A PLL hurokban esetleg előálló fázishiba megmérhető, ha a mérődetektor bemenetét a hurokdetektor bemenetére kapcsoljuk.

A műszer látszólagos bonyolultsága ellenére egyetlen ESZR lapon elfért, a gyakorlatban gyorsnak és kényelmesnek bizonyult, és igazolta, hogy erre a célra érdemes volt célorientált műszert tervezni.

IRODALOM

[1] Nyerges, E. Piret, E.: VHF teljesítménygenerátorok. BHG, ORION, TRT Műszaki közlemények 1976. 3. szám, 126. oldal.

СОДЕРЖАНИЕ INHALT CONTENTS

Борш, Л.—Кинч, Ж.—Сабо, Л.—Вейс, Т.-не:

Современные методы построения схем цифровой радиорелейной аппаратуры с малым потреблением энергии в диапазоне 400 МГц

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья занимается рассмотрением положений, на основе которых была разработана цифровая радиорелейная аппаратура —04 : относительно большая мощность на выходе передатчика при небольшом потреблении мощности питания, приемопередатчик с частотным синтезатором и широкополосными цепями. После общего описания принципа ДОФМ со сдвигом и аппаратуры приводятся и некоторые схемные решения. В конце статьи приведены главные технические параметры аппаратуры.

Сас, Г.:

Национальные особенности спутникового — и кабельного телевидения

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья детализирует возможность и ограничение приема спутников связи непосредственно излучающих ТВ программы (). Излагает планы по системно-технике предприятия ОРИОН и планируемое выпускаемое оборудование.

Нобик, Л.:

Деятельность МККТТ по стандартизации передачи данных по телефонной линии и несколько достижений предприятия «ОРИОН»

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Работу МККТТ по стандартизации передачи данных по телефонной линии выполняет Научная группа XVII. и достигнутые результаты по сегодняшний день содержатся в рекомендациях серии V. тома I. КРАСНОЙ КНИГИ VIII. Предприятие ОРИОН с 1970 года принимает участие в работе Научной группы XVII. (до 1976 года в спец. «А»). В 1980 году в разработке принятой Рекомендации V. 22. активно принимало участие, а в Европе среди первых появился своим МОДЕМОМ типа AM-12T, который соответствует рекомендации V. 22. В научном периоде в 1985—1988 г.г. разработка проекта рекомендации V. 14. (передача характер Старт — стоп в синхронных каналах передачи) произошла по предложению и руководством автора. Во время составления данной статьи на основании Рекомендации V. 14. осуществление несинхронно-синхронного преобразователя в форме аппаратурно-ориентированных схем еще ведется в кооперативе «ХИРАДАШТЕХНИКА».

Денк, А.—Д-р Фридеш, И.—Д-р Молнар, Б.:

Прямой фазовый регенератор промежуточной частоты

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья демонстрирует принцип действия прямого фазового регенератора QPSK промежуточной частоты. Знакомит с опытом результата измерений, приобретенным с помощью осуществленного регенератора.

Деметер, Л.—Кайди, Л.—Колумбан, Г.—Кун, Т.—д-р Рейтер, Д.:

Описание СВЧ фильтров, разработанных для использования в новых областях
HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

В настоящей статье в трех вариантах кратко описывается построение СВЧ фильтров, а именно: волноводный дуплексер; сменный полосопропускающий СВЧ фильтр; СВЧ фильтр, построенный на стержнях, заземленных на противоположной стороне, имеющий полюсы затухания. Эти арматуры разработаны в Научно-исследовательском институте дальней связи в соответствии со строгими электрическими нормами и конструктивными требованиями на специальные устройства.

Фроemel, K.:

Применение автоматической измерительной системы

HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья обсуждает систему требований, структуру измерений и технические принципы применяемого решения. Относительно производства кабельного блока настройки (), ссылаются также на результативность его осуществления программы.

Фахази, Е.—Шрауд, В.:

Опыт по технологии поверхностного монтажа на предприятии «ОРИОН»

HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья знакомит с производством и накопленным по ходу производства опытом комбинированного ТВ блока настройки смещенного монтажа, изготовленного на предприятии «ОРИОН» и находящегося в настоящее время в серийном производстве.

Шинка, Е.—Баллабаш, Ш-не—Сухи, П.:

Возможность пайки гальванических покрытий

HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Статья излагает влияющие показатели на возможность пайки в случае покрытий оловом, олово-цинк и олово-бизмут, применяемым в промышленности техники связи, обращая особое внимание на диффузию оцинковки. Статья описывает методы, исключая отрицательные воздействия.

Пирет, Е.:

Специальный прибор для измерения индуктивности

HIRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1988. No 5.

Настройку воздушного зазора у импульсного трансформатора ТВ приемника решили осуществить с помощью измерения индуктивности. Основной принцип отличающийся от обычного измерения индуктивности при массовом производстве. Реализация основного принципа ведет к шлейфу непривычного построения фазового регулятора. Статья заканчивается изложением построения прибора целевой ориентации.

Bors, L.—Kincs, Zs.—Szabó, L.—Frau Weiss, T.:

400 MHz Digital-Funkrelaisgerät kleinen Verbrauchs, mit modernen Stromkreislösungen

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Der Artikel erörtert diejenigen Gesichtspunkte, auf Grund dessen das Digital-Funkrelaisgerät DRF-04 LC entwickelt wurde. Diese Gesichtspunkte sind: Kleiner Verbrauch, bei einer relativ grossen Sendeleistung, Frequenzsynthetisierter Sende-Empfänger mit Stromkreisen, welche einen breiten Übertragungsweg realisieren. Nach der allgemeinen Beschreibung des Offset-Modulationssystems QPSK und des Geräts werden einige neue Stromkreislösungen bekanntgemacht. Der Artikel wird mit der Veröffentlichung der wichtigsten technischen Daten des Geräts abgeschlossen.

Szász, G.:

Eigenartigkeiten des Satelliten- und Kabelfernsehens in Ungarn

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Der Artikel erörtert die Empfangsmöglichkeit in Ungarn der Satelliten, welche direkte Fernsehprogramme strahlen. (DBS). Es werden ferner die Begrenzungen dieser

Empfangsmöglichkeiten bekanntgegeben. Zuletzt befasst sich der Verfasser dieses Artikels mit den systemtechnischen Plänen, sowie mit Geräten deren Fertigung in der nahen Zukunft zu erwarten ist.

Nóvik, L.:

Die Standardisierungstätigkeiten des CCITT auf dem Gebiet der Datenübertragung über Fernsprechnetze und einige Ergebnisse der Firma Orion

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5

Die Standardisierungsarbeit des CCITT auf dem Gebiet der Datenübertragung über Fernsprechnetze nimmt die Studiengruppe XVII und die Empfehlungsserie V des Rotbuches Band VIII.1 enthält die bisherige Ergebnisse. Die Firma Orion nimmt seit 1970 in der Arbeit der Studiengruppe (bis 1976 Sp.A) XVII teil. Sie hat aktiv an der Ausarbeitung der in 1980 angenommenen Empfehlung V. 22 mitgewirkt und in Europa als einer von den Erste mit dem Modem AM-12TD nach Empfehlung V.22 hervorgekommen. In Studienperiode 1985-1988 die Ausarbeitung des Entwurfes der Empfehlung V.14 (Übertragung der Start-Stop Zeichen in synchronen Trägerkanälen) hat nach Vorschlag und mit Führung des Verfassers geschehen. Zu der Zeit des Schreibens des Aufsatzes die Verwirklichung des asynchron-synchronen Umsetzers geht bei der Firma Híradástechnika Szövetkezet in Form eines ASIC noch vor.

Denk, A.—Dr. Frigyes, I.—Dr. Molnár, B.:

QPSK Direkt Phasenregenerator

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Wirkungsprinzip von Direkt-Phasenregeneratoren ist beschrieben. Weiters Aufbau und Messergebnisse eines realisierten ZF Regenerators sind gegeben.

Demeter, L.—Kajdi, L.—Frau Kolumbán, G.—Kuhn, T.—dr. Reiter, Gy.:

Mikrowellen Filtern für neue Anwendungen

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Im Artikel ist eine kurze Beschreibung von drei verschiedenen Mikrowellen-Filterkonfigurationen zu finden. Diese sind die Folgenden: Hohleiter-Diplexer, tauschbarer Mikrowellen-Bandpassfilter und Dämpfungspolen enthaltender Mikrowellen-Filter vom interdigitalen Typ. Diese Einheiten wurden auf Grund der strengen elektrischen Vorschriften und speziellen Konstruktionsanforderungen im Forschungs-institut für Fernmelde-technik entwickelt.

Froemel, K.:

Die Anwendung des automatischen In-Circuit-Testsystems

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. 5.

Im Artikel werden das Erfordernissystem des In-Circuit-Testers, der Messaufbau und die technischen Grundsätze der verwendeten Lösung behandelt. Im Bezug der Kabel-tunerfertigung breitet er sich über die Wirksamkeit der Durchführung aus. Es werden auch einige Fragen in der Praxis der Programmfertigung klargestellt.

Faházi, J.—Sraud, V.:

SMT Erfahrungen in ORION

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Es werden die Fertigung des in ORION verwirklichten und auch gegenwärtig in der Serienfertigung laufenden, mit SMT hergestellten, mischbestückten, kombinierten TV Tuners und Herstellungserfahrungen vorgezeigt.

Sinka, E.—Frau Ballabas, S.—Szuchy, P.:

Lötbarkeit der galvanischen Überzüge

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr. 5.

Der Artikel zeigt uns im Falle der in der nachrichtentechnischen Industrie verwendeten Zinn-, Zinn-Blei-, Zinn-Wismut-Bezüge, diejenigen Faktoren, welche die Lötbarkeit beeinflussen. Dabei wird besonders grosser Wert auf die Zinkdiffusion gelegt. Der Artikel beschreibt verschiedene, in der Praxis brauchbare Methoden, zur Vermeidung der negativen Wirkungen.

Piret, E.:

Zielorientiertes Induktivitätsmessgerät

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. Nr 5.

Die Einstellung des Luftspaltes von Impulstransformatoren der FS Empfänger war mittels Induktivitätsmessung beabsichtigt. Das von der gebräuchlicher Weise abweichende Prinzip des Induktivitätsmessens sichert ohne Eingreif des Personals gute Genauigkeit. Das Verwirklichen des Prinzips führt zu einem ungewöhnlichen Phasenregelkreis. Der Aufsatz wird mit der Vorstellung des Aufbaues des zweckorientierten Messinstrumentes abgeschlossen.

Bors, L.—Kincs, Zs.—Mrs. Weisz, T.—Szabó, L:

Low consumption 400 MHz digital radio relay equipment with up-to-date circuit solutions

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 5.

The paper presents the view-points on the basis of which the DRF — 04 LC digital radio relay equipment has been developed; i. e. low consumption beside a rather high transmitter power; transceiver with frequency synthesizer and circuits providing a wide-band transmission path. Following the description of the equipment and the offset QPSK modulation system, some new circuit solutions are presented as well. Finally the main engineering data of the equipment are listed.

Szász, G:

Characteristics of Satellite and Cable Television in Hungary

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No 5.

The paper deals with the possibilities and limitations of the DBS satellite reception in Hungary. The system concepts and the equipment to be manufactured by the ORION Works are presented as well.

Nóblk, L:

CCITT-s standardization work for data transmission over the telephone network and some results of orion works

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1988. No. 5

CCITT-s standardization work for data transmission over the telephone network is carried out by Study Group XVII. V-series Recommendations in the Red Book Vol. VIII.1 contains the results of this work up to now. Orion Works has been participating in SG XVII (up to 1976: Sp.A) since 1970. It had took part actively in the preparation of Rec.V.22 approved in 1980, and introduced Data Modem AM—12TD complying with V.22 among the bests in Europe. In the Study Period 1985—1988 Draft Rec.V.14 (Transmission of start-stop characters over synchronous bearer channels) has been prepared upon the proposal and by the chairmanship of the author. Writing this paper, the async-to-sync converter according to V.14 is being implemented by Híradástechnika Szövetkezet as a semi-custom IC.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., oKssuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a DELTA Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató leányvállalat, Budapest, Közraktár u. 4., 1093. Telefon: 175-200. Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest, XIII. Lehel u. 10/a. 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 Egrí Gyáregység. Felelős vezető: Horváth Józsefné dr. 88 96.

Denk, A.—dr. Frigyes, I.—dr. Molnár, B.:

QPSK Direct Phase Regenerators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 5.

In this paper the principle of direct phase regenerators is presented, together with the description and measuring results of a realized regenerator.

Demeter, L.—Kajdi, L., Kolumbán, G., Kuhn, T., dr. Reiter, Gy.:

Microwave filters for new applications

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No 5.

The article contains the description of three microwave filter arrangements, namely: diplexer in waveguide realization, changeable microwave bandpass filter and an interdigital microwave filter with attenuation poles. These devices have been elaborated in the Research Institute for Telecommunications satisfying stringent electric requirements and special equipment construction demands.

Froemel, K.:

Application of an automatic in-circuit tester

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No 5.

The article discusses the requirements of the in-circuit testing, the layout of the measurement and the technical principles of the solution applied. Regarding the manufacturing of the cable tuner the article touches the results of the realization. A few questions of the programming practice is presented as well.

Faházi, J.—Sraud, V.:

SMT experiences in the ORION Works

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No 5.

The paper presents the production and the manufacturing experiences of the combined TV tuner of SM technology realized and recently taken in serial production in the ORION Works.

Sinika, E.—Mrs. Ballabás, S.—Szuchy, P.:

Solderability of Galvanic Coatings

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No. 5.

The paper presents the factors influencing the solderability in the case of tin, tin-lead and tin-bismuth coatings, with special respect of the zinc diffusion. The article deals with the methods applicable in the practice for avoiding the undesirable effects.

Piret, E.:

Special inductance meter

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1988. No 5.

The adjustment of the gap in impulse-transformers used in tv sets was intended to fulfill by measuring inductance. The unconventional principle of inductance measurement insures good performance without the contribution of the operator. The realization of the principle led to an unconventional PLL loop. The paper ends up with the introduction of the structure of the target-oriented instrument.

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375