HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

8

XXV. ÉVFOLYAM, 8. SZÁM, 225—256. OLDAL. BUDAPEST, 1974. AUGUSZTUS

HÍRADÁSTECHNIKA

1974. augusztus, XXV. évfolyam 8. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

BLUM ENDRE: PCM végállomások jelzésátviteli és csatlakozási kérdései 225
BME szakmérnöki 233
Alkotó Ifjúság Pályázat 233
DR. SIMON GYULA: Egy műveleti erősítős aktív szűrőtagok kompenzálása 234
Sósködállósági vizsgálat (Dr. Dékány Lászlóné) 238
A magyar híradástechnikai ipar helyzete és feladatai (Asztalos Lajos sajtótájékoztatója) 239
KALMÁR GÁBOR: A hibaanalizis beépítése a megbízható integrált áramkörök fejlesztési folyamatába .. 241
CSABA LÁSZLÓ: Bináris alapsávi jelek átvitele sávszűrő jellegű és frekvencia eltolást is okozó vonalakon 249
Tartalmi összefoglalások 255
Обобщения 255
Zusammenfassungen 255
Summaries 255
Résumés 256

Operatív szerkesztő bizottság: BOGLÁR GYULA szerkesztő, BALOGH PÁL, DR. FLESCH ISTVÁN, MAY PÉTER, DR. RUPPENTHAL PÉTER, DR. SÁRKÖZI GÉZA. — Szerkesztőségi és kéziratokkal kapcsolatos ügyekben felvilágosítást ad: SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ, telefon: 495-098

Lapunk példányonként megvásárolható

az V., Váci u. 10. és V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1096 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149 74.2138 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

BLUM ENDRE
Távközlési Kutató Intézet

PCM végállomások jelzésátviteli és csatlakozási kérdései

ETO 621.372.51:621.376.56

A PCM összeköttetéseken — a fémes vezetékekhez és a vívőhullámú összeköttetésekhez hasonlóan — a beszéd és egyéb híranyag mellett továbbítani kell a kapcsolások felépítéséhez és bontásához, valamint az összeköttetés üzemviteléhez szükséges jelzéseket is.

A hagyományos alkalmazások többségében a távbeszélő-központok jelzései nem vihetők át közvetlenül a PCM összeköttetésen, ezért jelző és illesztő áramköröket kell a végállomáson alkalmazni, vagy ahhoz csatlakoztatni.

Az illesztő áramkörök felépítésével és költségeivel kapcsolatban többféle megoldás és vélemény alakult ki. Az általános rendeltetésű végállomás rugalmas, de nem mindig gazdaságos megoldás. A meglevő csatlakozó-áramkörök jellege és méretei nem illeszkednek a végállomáséhoz, és nem használják ki a PCM jelzésátvitel előnyeit sem. Ezért a csatlakozás kérdése is napirendre kerül a PCM bevezetésekor.

Az alábbiakban megkíséreljük röviden vázolni a feladatokat és a megoldások rendszertechnikai szempontjait.

Jelzésátvitel PCM összeköttetéseken

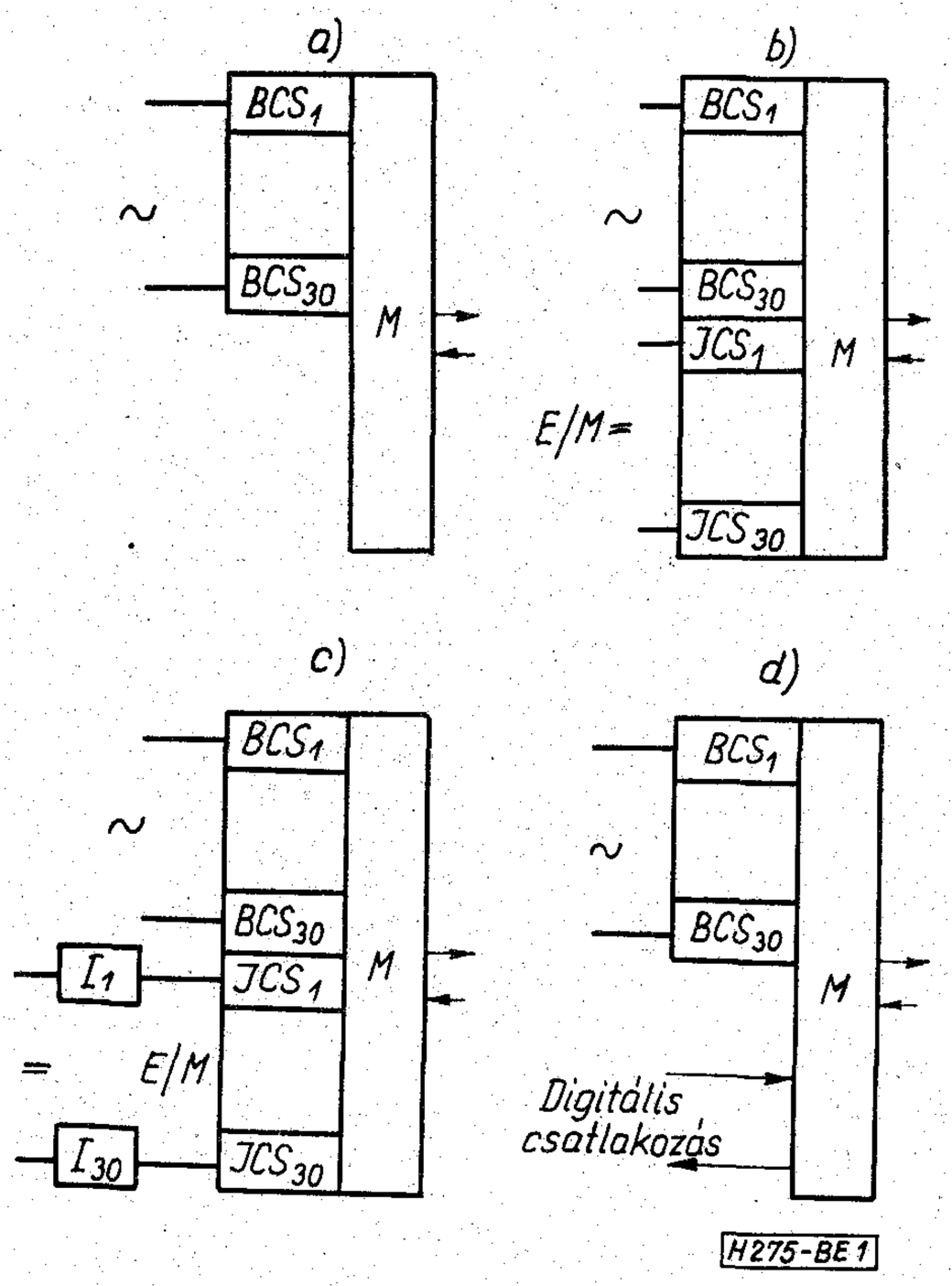
A PCM összeköttetésen történő átvitel szempontjából a jelzések egyik lehetséges csoportosítása a következő:

1. csatornához rendelt jelzések, ezen belül:
   - *a)* a beszédsávon belül átvihető jelzések,
   - *b)* a beszédsávon kívül eső jelzések, beleértve pl. az egyenáramú jelzéseket is;
2. közös csatornás jelzések.

Az általános távbeszélő-felhasználásra tervezett primer PCM multiplex berendezések mindhárom jelzésfajta átvitelére alkalmasak. Ennek figyelembevételével a PCM végállomás három részből tehető össze (1. ábra).

- *a)* beszédátviteli áramkörökből,
- *b)* jelzésátviteli áramkörökből,
- *c)* multiplex áramkörökből.

Nem térünk ki itt a primer PCM összeköttetés egyéb lehetséges felhasználási területeire, így pl. távíró-, adat- stb. átvitelre.



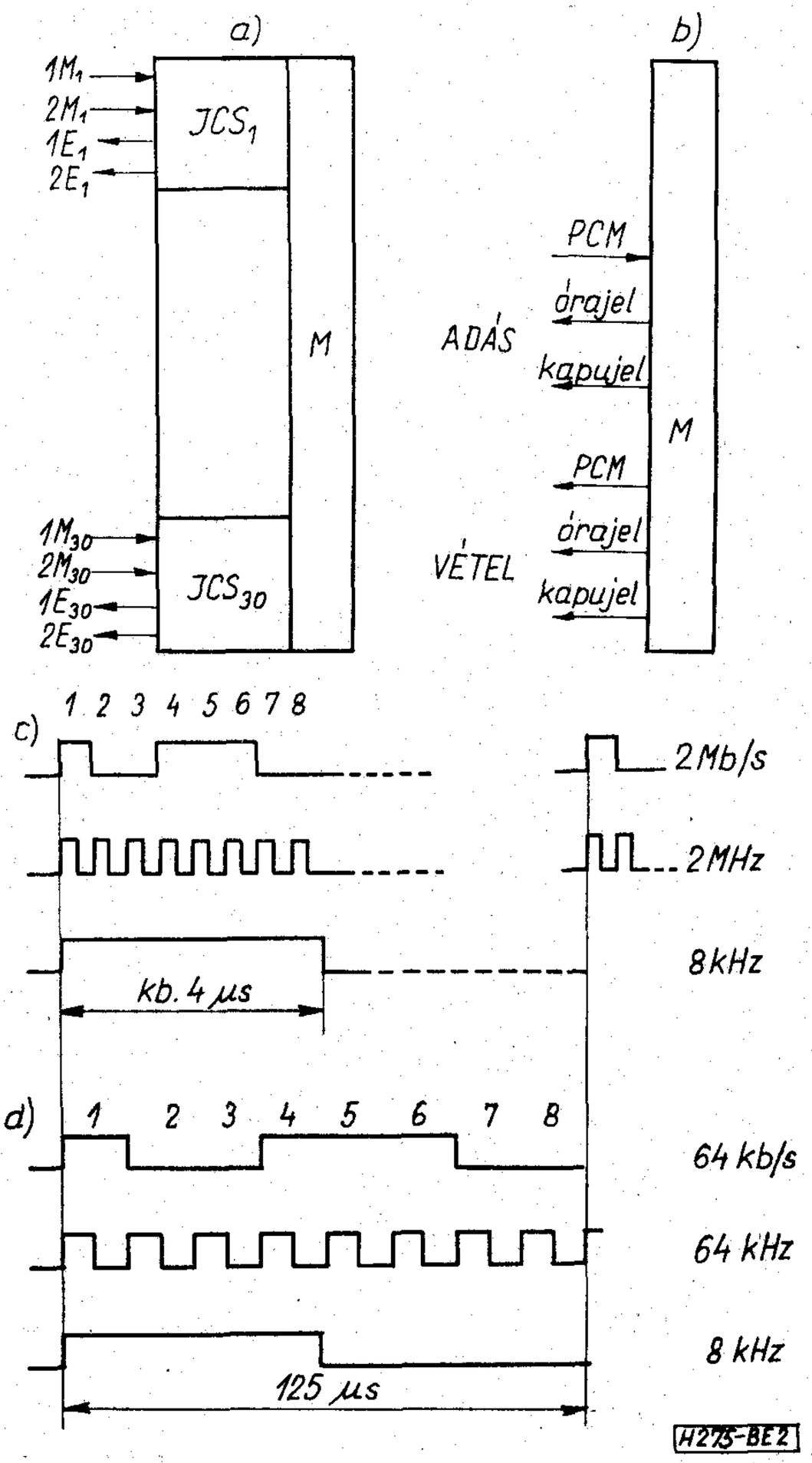
1. ábra. Primer PCM multiplex végállomás részei: *a)* beszédsávon belüli jelzéssel, *b)* csatornához rendelt jelzőáramkörrel, *c)* illesztő áramkör alkalmazásával, *d)* a PCM jelfolyam közvetlen felhasználásával

Beérkezett: 1974. II. 15.

Jelzések átvitele

A PCM távbeszélő-csatorna frekvenciamenete lehetővé teszi azt, hogy a beszédsávon belüli, analóg jelzéseket — pl. többfrekvenciás kódolt (MFC) jelzéseket — a *BCS* beszéd-csatornaegység és a PCM kodek közvetítésével, a tényleges beszédjelekkel együtt továbbítsuk. Így ilyen jelzésrendszerek alkalmazása esetén a végállomás jelzésátviteli áramköröket nem igényel (1*a* ábra).

A beszédsávon kívüli jelzések — pl. egyenáramú jelzések vagy sávon kívüli jelzőfrekvencia — átvitelét a PCM keret kialakítása megengedi, a hagyományos távbeszélő-központok azonban kevés kivétellel nem a PCM végállomás számára felhasználható alakban továbbítják a jelzéseket. Így a végállomáson olyan *JCS* jelzőáramköröket alkalmaznak, amelyek *E/M* típusú információ mintavételezését és visszaállítását végzik (1*b* ábra). Amennyiben a távbeszélő-központ jelzőáramkörei nem *E/M* típusú információt dolgoznak fel, akkor a központ és a végállomás közé *I* illesztő áramkört kell beiktatni (1*c* ábra).



2. ábra. Jelzések csatlakozása a PCM végállomáshoz: *a) E/M* típusú csatlakozás, *b)* digitális csatlakozás, *c)* 2 Mb/s-os csatlakozó jelek, *d)* 64 kb/s-os csatlakozó jelek

Közös csatornás jelzés alkalmazásakor vagy olyan esetekben, amikor az illesztő berendezés a PCM végállomás számára közvetlenül felhasználható információt szolgáltat, a jelzések közvetlenül a PCM jelfolyamba iktathatók be, és a végállomás jelzőáramkörei megtakaríthatók (1*d* ábra).

Jelzések csatlakozása

A különféle jelzésátviteli és illesztési feladatok megoldásának megkönnyítése érdekében a PCM végállomásokon kétféle csatlakozás alakult ki:

1. *E/M* típusú csatlakozás, amely az *E/M* jelzőáramkörök bemeneteit és kimeneteit jelenti, és a más multiplex berendezések beépített jelzőcsatornáihoz hasonlóan működik. A jelzőáramkör az *M* bemenetre kapcsolt jel (pl. föld) jelenlétét vagy hiányát érzékeli, és az összeköttetés távoli végén levő jelzőáramkör az *E* kimeneten a jel (pl. föld) jelenlétével vagy hiányával ismétli meg (2*a* ábra),

2. digitális csatlakozás, amely lényegében a PCM keret jelzésátvitelre fenntartott időrésének külső felhasználására alkalmas A digitális csatlakozás mind adási, mind vételi irányban 3 vezetéket igényel (2*b* ábra).

A szokásos csatlakozási megoldásban [1] a PCM végállomás 2,048 MHz-es órajeleket és 8 kHz-es kapujelet szolgáltat, és a jelzésinformáció 2,048 Mb/s-os bitfolyamok alakjában jelenik meg (2*c* ábra).

Egy másik, javasolt megoldásban [2] a jelzésinformáció 64 kHz-es órajel és 8 kHz-es kapujel felhasználásával, 64 kb/s-os bitfolyamok alakjában közvetíthető (2*d* ábra).

Jelzésbitek és jelzőáramkörök

A PCM keret azon bitjeit, amelyeket jellegzetesen és rendeltetésszerűen jelzésinformáció továbbítására használunk fel, jelzésbiteknek nevezhetjük. Az európai gyakorlatban a PCM keretnek egy olyan kialakítása terjedt el, amely jelzésátvitelre a 16. csatornaidőrést használja fel [3].

A 16. időrés közös csatornás jelzés esetén legfeljebb 64 kb/s átviteli sebességet tesz lehetővé. Ennek felhasználását az adott, közös csatornás jelzésrendszerekben specifikálják.

Csatornához rendelt jelzés esetén ezt a 64 kb/s-os jelzési utat multikeret-képzéssel több, kisebb sebességű útra osztják fel.

Jelzésbitek kiosztása

A 30-csatornás PCM keretszervezésben a multikeret 16 egymást követő keretet foglal magában, amelyeket *K*0...*K*15-tel jelölhetünk. A multikeretszinkronszó a 0000 sorozatból áll, amely a *K*0 keret 16. időrésének 1—4 bithelyeit foglalja el.

A jelzésbitek általánosan használt kiosztásában minden beszédcsatornához 4, egyenként 500 b/s-os jelzőcsatornát rendelnek. Ezeket *a*, *b*, *c*, *d* betűkkel jelölik. Ezzel az elrendezéssel (1. táblázat) a PCM átvitel a jelzőcsatornába legfeljebb ±2 ms elméleti jelzéstorzítást hoz be.

1. táblázat

Jelzésbitek kiosztása beszédcsatornánként négy 500 b/s-os jelzőcsatornához

Keret / Bit	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*B6*	*B7*	*B8*
K_0	0	0	0	0	X	Y	X	X
K_i	a_i	b_i	c_i	d_i	a_{i+15}	b_{i+15}	c_{i+15}	d_{i+15}

$i = 1, 2, \ldots, 15$

2. táblázat

Jelzésbitek kiosztása beszédcsatornánként egy 500 b/s-os és egy 1000 b/s-os jelzőcsatornához

	B1	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*B6*	*B7*	*B8*
K_0	0	0	0	0	X	Y	X	X
K_m	a_m	b_m	a_{m+7}	1	a_{m+15}	b_{m+15}	a_{m+22}	1
K_n	a_n	b_n	a_{n-8}	1	a_{n+15}	b_{n+15}	a_{n+7}	1

$m = 1, 2, \ldots, 8$; $n = 9, 10, \ldots, 15$

Olyan jelzések alkalmazása esetén, amelyek átvitele ± 1 ms-os torzítás megvalósítását igényli, az a és c jelzésbitek együttes felhasználásával 1 kb/s-os jelzőcsatorna alakítható ki. Ilyen megoldásban egy 1 kb/s-os és egy 0,5 kb/s-os csatornát használnak fel [2, 4] (2. táblázat).

Az x tartalékbiteket jelöl, amelyeknek 1 értéket adnak, ha nem használják azokat. Az y bit a multikeret-szinkronizmus elvesztését jelzi. Ha az a, b, c, d bitek valamelyikét nem használjuk fel, akkor ezek állandó értékei: $b=1$, $c=0$, $d=1$. Az 1—15 beszédcsatornákhoz tartozó jelzőcsatornákban elkerülik az *abcd* bitek 0000 alakú kombinációját, mert ez a multikeret-szinkronizálást megzavarhatja. A szinkronkiesés észlelésének és az újraszinkronizálásnak a szabályait specifikálták.

Jelzésbitek felhasználása

A vivőhullámú berendezéseket rendszerint egyetlen beépített, sávon kívüli jelzőcsatornával látják el, amely egy E/M jelzés átvitelére és így irányonként két jelzési állapot megkülönböztetésére alkalmas. A korai PCM berendezésekben is ezt a gyakorlatot követték.

Az alkalmazások többségében azonban kettőnél több jelzési állapot megkülönböztetésére van szükség. Ez többféleképpen is megvalósítható:

a) a jelzőcsatorna többszörös kihasználásával, a jelzések időtartam szerinti szétválasztása útján,

b) a jelzőcsatornán továbbított jelzésnek a kapcsolás fázisa szerinti értelmezésével,

c) több jelzőcsatorna beépítésével.

A vivőhullámú berendezésekben műszaki okokból rendszerint az *a)* vagy *b)* megoldást, esetleg a kettő kombinációját alkalmazzák. Ennek a PCM átvitelben sincs akadálya, azonban a PCM ezen a területen új lehetőséget kínál azzal, hogy több független, az adott feladathoz illeszkedő sebességű jelzőcsatorna létesítése sem műszakilag, sem gazdaságosság tekintetében nem jelent nehézséget.

Ha a beszédcsatornánként rendelkezésre álló 4 jelzésbitből jelzéskódot képeznénk, akkor szükségtelenül sok kombinációt nyernénk, amelyet a gyakorlatban nem tudnánk kihasználni [5]. A jelzésbitek független, jelzőcsatornaként történő felhasználása azzal az előnnyel is jár, hogy megkönnyíti folytonos jelzések alkalmazását.

Az irodalomban eddig ismertetett PCM berendezések és illesztő áramkörök tapasztalataiból azt állapíthatjuk meg, hogy két jelzőcsatorna jelenti a legcélszerűbb megoldást. Egyetlen jelzőcsatorna — kevés kivételtől eltekintve, pl. [6] — bonyolítaná az illesztési feladat megoldását, három jelzőcsatorna pedig nem egyszerűsítené az illesztést oly mértékben, hogy az ellensúlyozza a jelzőáramkörök és a csatlakozás drágulását. Mindazonáltal ismeretes javaslat négy jelzőcsatorna felhasználására is [7].

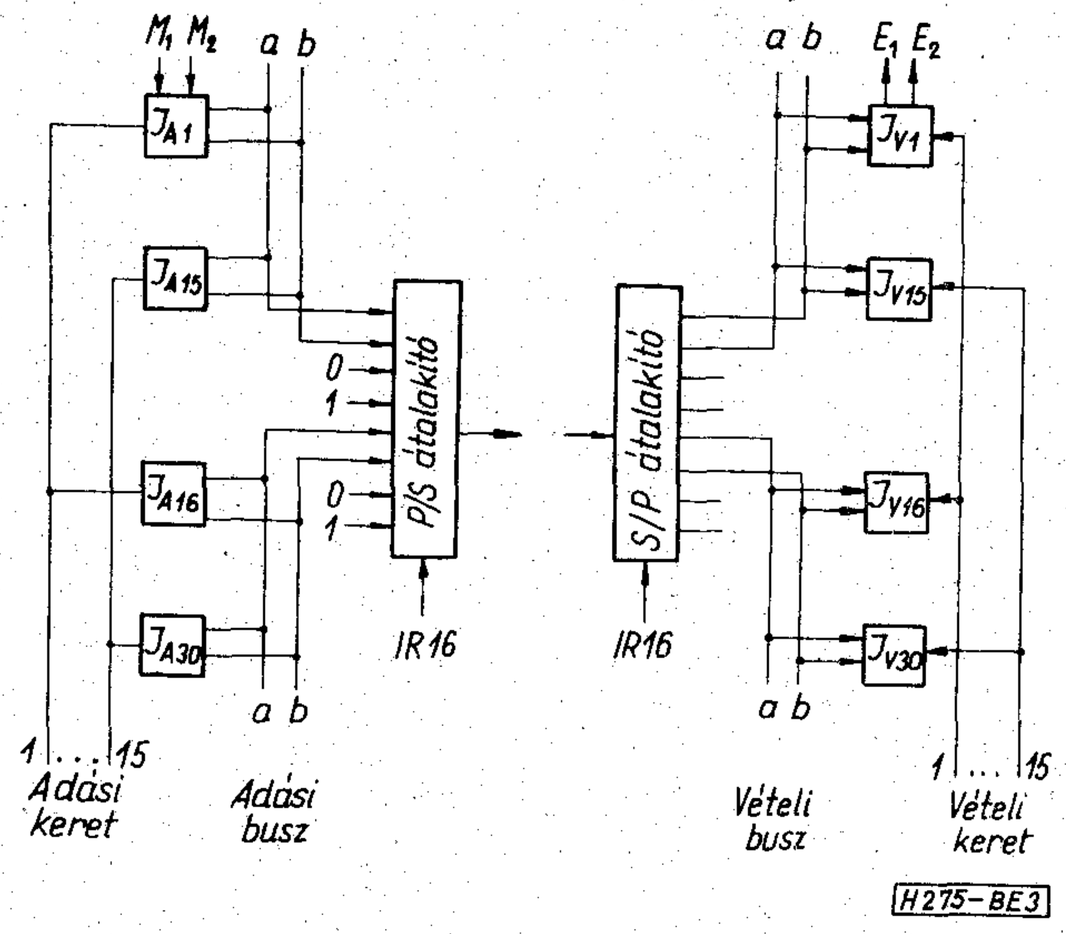
E/M jelzőáramkörök felépítése

E/M jelzőáramkörökön itt a PCM végállomás azon áramköreit értjük, amelyek kapcsolatot teremtenek az E/M jelzés-bemenetek/kimenetek és a jelzésbitek között.

Az adási jelzőáramkörök az M bemenetre adott jelzést mintavételezik, és a mintákat a bitkiosztásnak megfelelő alakba rendezik, a vételi jelzőáramkörök pedig a mintákat szétosztják, és azokból visszaállítják az E kimeneten megjelenő jelzést.

A végállomáson egy JA jelzésadó fogadja az M bemenő jelzést és egy JV jelzésvevő szolgáltatja az E kimenő jelzést. A vezérlő áramkör a JA és JV egységeket időosztásos rendszerben rendre egymásután letapogatja.

JA kimeneteit és JV bemeneteit a jelzésbit-kiosztának megfelelően rendezzük el. Két jelzőcsatorna esetén JA kimenetei az a és b buszvezetékekre csatlakoznak (3. ábra). Mivel a keret 16. időrésében mindig két beszédcsatorna jelzésinformációját továbbítjuk, a vezérlő áramkör egyidejűleg két JA egységet jelöl ki, és a minták külön buszvezetékeken jelennek meg. A 16. időrés tartamát a buszokon megjelenő minták-



3. ábra. Jelzésbitek összefogásának és elosztásának egy módszere

ból alkotott kód párhuzamos-soros átalakításával nyerjük.

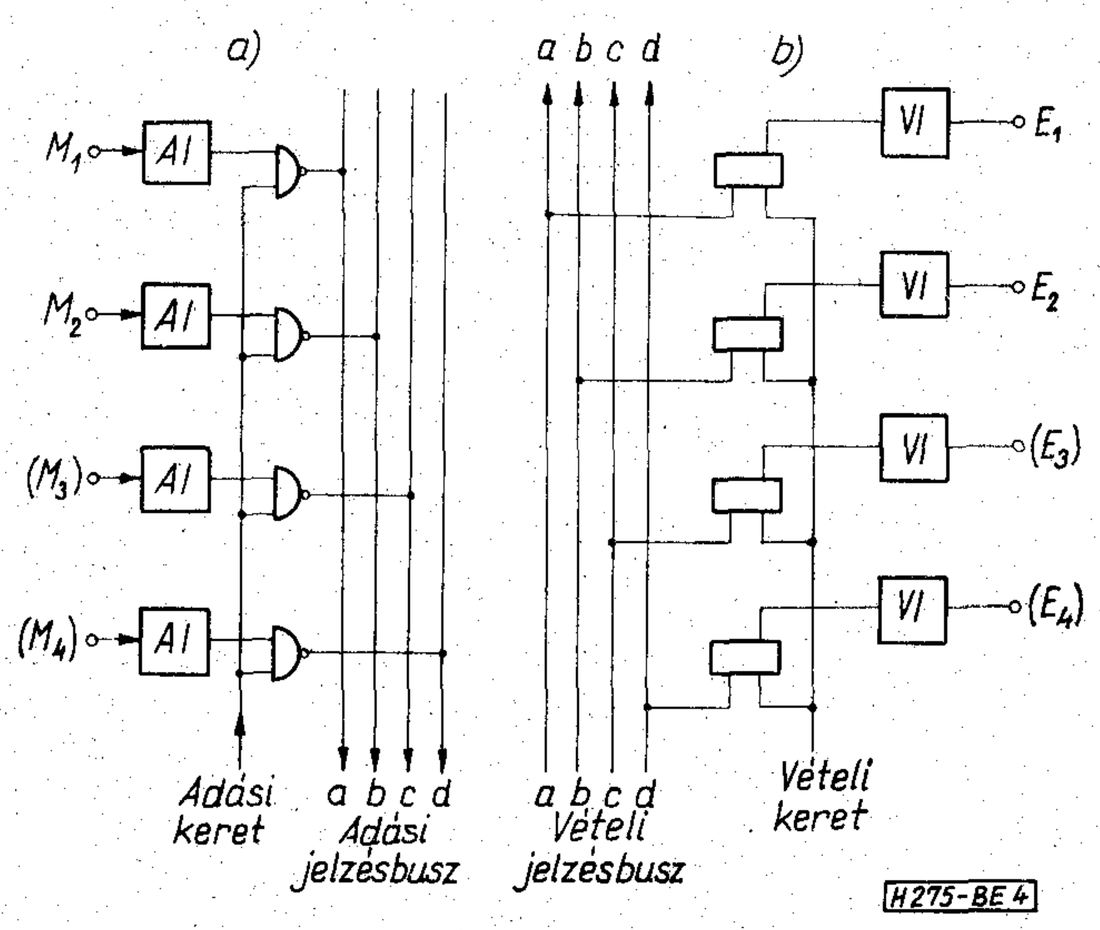
A vonalról vett kód soros-párhuzamos átalakításra kerül. A vételi mintákat ugyancsak buszvezetékeken juttatjuk el a *JV*-bemenetekre.

Kettőnél több jelzőcsatorna alkalmazása esetére a jelzőáramkörök multiplikálásának más változatai is ismeretesek [5, 8].

A *JA* és *JV* egységek egyszerű, olcsó áramkörökkel megvalósíthatók, ez a PCM jelzésátvitel egyik előnye.

A *JA* egységben az adási irányú mintavételezést egyszerű kapuáramkör végzi, amelynek egyik bemenete az *M* jelzés, a másik a keretkijelölő impulzus (4*a* ábra). Egy jellegzetes megoldásban nyitott kollektoros, integrált kapu alkalmazható, amelynek kimenetei huzalozott VAGY kapcsolás alakjában, buszvezetéken közösíthetők. A jelzés szintjét egy *AI* bemeneti fokozattal illesztjük.

A *JV* egységben a vételi irányú visszaállítás egy mintavevő kapcsolót és egy tárolót igényel. A tároló a jelzés állapotát két mintavételezés közötti időtartamra rögzíti. Egy jellegzetes megoldásban (4*b* ábra) kapuzott bistabil kapcsolás alkalmazható, amelynek adatbemenetét a buszvezetékre, órajelbemenetét pedig a keretkijelölő vezetékre kötjük. A jelzés szintjét egy *VI* kimeneti fokozat illeszti. A kimeneti fokozat reed érintkezőt, vagy 100 mA körüli áramra méretezett tranzisztoros kapcsolást tartalmazhat.

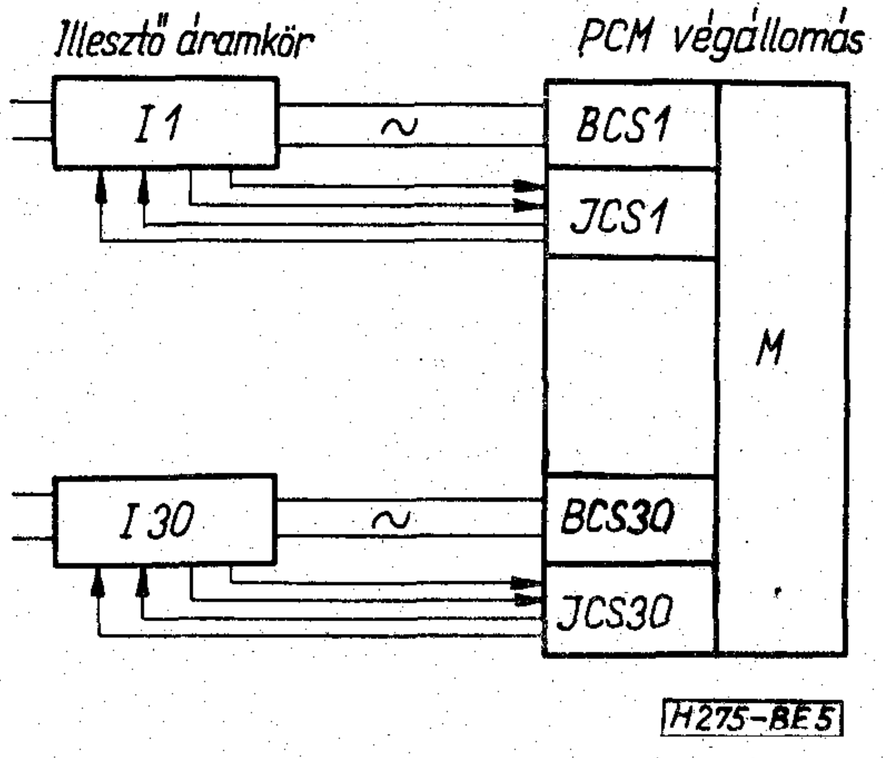


4. ábra. E/M jelzésvégződés megvalósítása: *a)* adási oldal *b)* vételi oldal

A jelzőáramkörök helye

A gyakorlati esetek többségében a jelzőáramköröket a PCM végállomáson helyezik el. Az *E/M* jelzés-bemenetek/kimenetek *I* illesztő áramkörökhöz csatlakoznak, amelyek előállítják az *M* jelzéseket és fogadják az *E* jelzéseket (5. ábra).

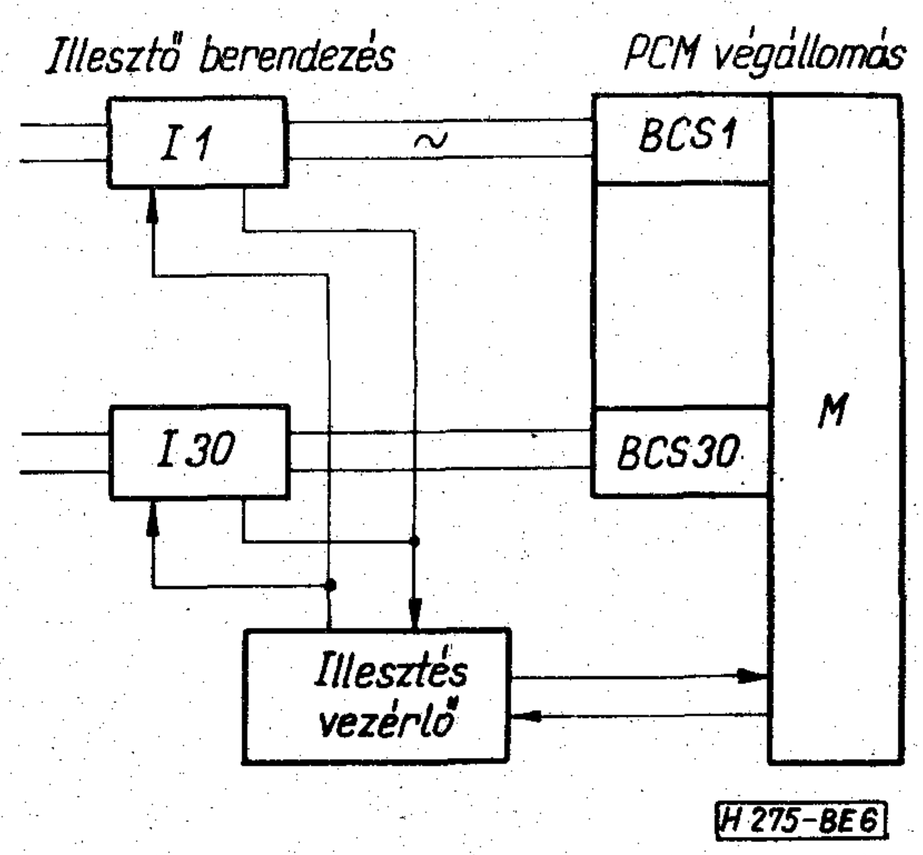
Ismeretesek megoldások, amelyekben a beszédcsatornaegységek és a jelző csatornaegységek egyetlen szerelési egységet alkotnak [9, 10]. Rugalmasabb változatot jelent azonban a két egység szétválasztása [4, 8, 11, 12], mivel ez adott esetben módot nyújt a



5. ábra. Jelzőáramkör a PCM végállomáson

jelzőáramkör egyszerű elhagyására. Ezt a gyakorlatot követtük a TKI—TRT fejlesztésű, hazai PCM végállomásban is.

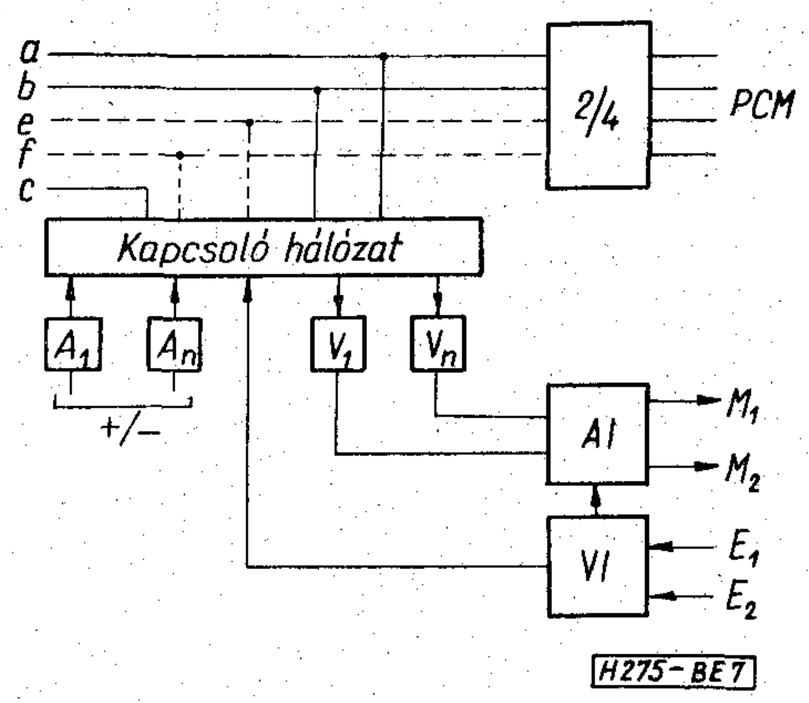
Az 5. ábrán bemutatott megoldás általános felhasználásra készült, azonban korántsem tekinthető optimálisnak. Ha ugyanis egy olyan változatot veszünk



6. ábra. Jelzőáramkör kihelyezése az illesztő berendezésbe

ahol az illesztő áramkör nem *E/M* jelzéseket kezel beszédcsatornánként, hanem a PCM jelzésbiteket közvetlenül olyan alakban állítja elő, amelyre a végállomásokat előkészítették, akkor a jelzőáramkörök célszerűen egy illesztő berendezésbe helyezhetők ki. Ezzel egyrészt jelentősen egyszerűsödik az illesztő, ugyanis elmaradhatnak az *E/M* csatlakozással kapcsolatos áramkörök, másrészt tekintélyes mennyiségű kábelezés takarítható meg.

Ebben a megoldásban (6. ábra) a jelzőáramköröket tartalmazó berendezésnek közös, digitális csatlakozó vezetéke van. Lényegében ez az egyetlen járható útja a kettőnél több jelzőcsatorna létesítésének [7], de további előnye a megoldásnak az is, hogy lehetőséget nyújt egy közös vezérlésű illesztő berendezés kialakítására [13].



7. ábra. Egyenáramú jelzésillesztő általános felépítése

Egyenáramú jelzések illesztése

Amikor a PCM rendszert olyan távbeszélő-központok között alkalmazzák, amelyek egyenáramú jelzésátvitelt használnak, illesztő áramköröket iktatnak be a végállomás és a központ áramkörei közé. Hagyományos városi távbeszélő-központok esetén ez szinte kivétel nélkül így van. Az illesztő áramkör az egyenáramú jelzésrendszert a PCM összeköttetésen továbbítható jelzésrendszerré alakítja át.

Az illesztő áramkört rendszerint a felhasználó tervezi vagy tervezteti, az általános rendeltetésű, *E/M* jelzőáramkörökkel ellátott PCM berendezéseket pedig készen vásárolja. Vannak esetek, amikor a vivőhullámú berendezésekhez kifejlesztett illesztő áramköröket a PCM összeköttetésnél is célszerű felhasználni, az alkalmazások jelentős részében azonban új illesztő áramköröket kell kifejleszteni. Új PCM illesztő áramkör tervezéséhez az illesztési feladatok megfogalmazásából indulhatunk ki.

Az illesztés feladatai

Egy általánosított, egyenáramú PCM illesztő áramkör a végállomás beszed-csatornaegységéhez 2 vagy 4 beszédvezetékkel, a távbeszélő-központhoz pedig lefoglaló, tartó, esetleg jelző vezetékekkel csatlakozik. Adott esetben az illesztő részét képezheti a 2/4-huzalos átalakító is, amelynek üzemmódja egyszerűbb esetben átkötéssel állítható be, összetett alkalmazásban pedig a központból érkező jelzés hatására automatikusan működtethető.

Az illesztő áramkör alapfeladatai:

a) egyenáramú szempontból a lehető legtökéletesebben utánozni az összeköttetés távoli végéhez csatlakozó központ áramköri paramétereit,

b) váltakozó áramú szempontból a lehető legkevésbé rontani a PCM beszédcsatorna működési jellemzőit.

Az összeköttetés távoli végén levő áramkör utánzása elvileg olyan működési állapotok felvételét igényli, amelyekben a helyi oldalon levő központ a lehető legkisebb mértékben veszi észre azt, hogy nem a távoli oldallal, hanem annak utánzatával áll kapcsolatban. Ez akkor teljesül, ha az utánzás nem módosítja észrevehetően a működési paramétereket (késleltetési időket, jelalakokat, működési szinteket stb.).

Az egyenáramú jelzések vételének két alapvető művelete: jelzések vétele meghatározott bemeneti ellenállású vevőkkel és jelzések adása meghatározott kimeneti ellenállású adókkal. Az egyenáramú jelzésillesztő áramkörök egy általánosított vázlatán (7. ábra) a $V_1 \ldots V_n$ jelzésvevők és az $A_1 \ldots A_n$ jelzésutánzatok kapcsolóhálózaton keresztül kapcsolódnak a csatlakozó vezetékekre. A $V_1 \ldots V_n$ vevők kimeneti jelét az *AI* logikai áramkör olyan jelzéskimenetekké alakítja át, amelyeket a PCM végállomás fogad. A PCM végállomástól vett jelzéseket a *VI* logikai áramkör fogadja, értelmezi s oly módon vezérli a kapcsolóhálózatot, hogy a csatlakozó vezetékekre az illesztő áramkör pillanatnyi működési állapotának megfelelő *A* utánzatok és *V* vevők kapcsolódjanak.

Jelfogós illesztő áramkörök

Az illesztő áramkör az adott alkalmazás követelményeinek megfelelően tervezhető. Hagyományos megoldásban az *A*, *V* és *VI* elemek jelfogótekercsekkel, az *AI* és *KH* elemek pedig jelfogóérintkezőkkel valósíthatók meg. A *KH* elem célszerű tervezésével ugyanazon jelfogó többszörösen kihasználható.

A jelfogós illesztő áramkör méretei, teljesítményigenye és megbízhatósága azonban általában nem mérhető össze annak a PCM végállomásnak megfelelő jellemzőivel, amelynek az illesztését végzi. Az eltérő méretek és konstrukció megakadályozza azt, hogy a két berendezést közös keretre szereljük. Elektronikus áramkörök alkalmazásával jelentős méretcsökkenés érhető el, és a megbízhatóság területén is nagyságrendi javulást hozhat az, ha az illesztő áramkorben ugyanolyan generációjú alkatrészeket használunk, mint a végállomáson [14].

Elektronikus illesztő áramkörök

Az elmondottakból és egyéb műszaki meggondolásokból azt a következtetést lehetne levonni, hogy a PCM összeköttetés számára tervezett illesztő áramkörben elektronikus kapcsolásokat kell alkalmazni. Ezt a döntést azonban alapvetően befolyásolja az elektronikus megoldás várható költsége.

Az nyilvánvaló, hogy a hagyományos rendszerű, jelfogós kapcsolások elektronikus utánzata reménytelenül drága megoldást eredményezne. Amíg ugyanis a jelfogókon levő érintkezők mennyisége csak kis mértékben befolyásolja a kapcsolás költségeit, a megfelelő elektronikus kapcsolásokban minden egyes művelet újabb és újabb elemek beépítését igényli, ami a költségek növekedését vonja maga után.

Az elektronikus illesztő áramkör gazdaságos megvalósítása kétféleképpen képzelhető el:

1. olyan, részben elektronikus, részben jelfogós megoldással, amelyben a működés rendszere hagyományos, elektronikus kapcsolásokat azonban csak olyan áramköri részekben alkalmazunk, ahol ezt műszaki szempontok (pl. működési sebesség, várható működési szám stb.) feltétlenül indokolttá teszik [6];

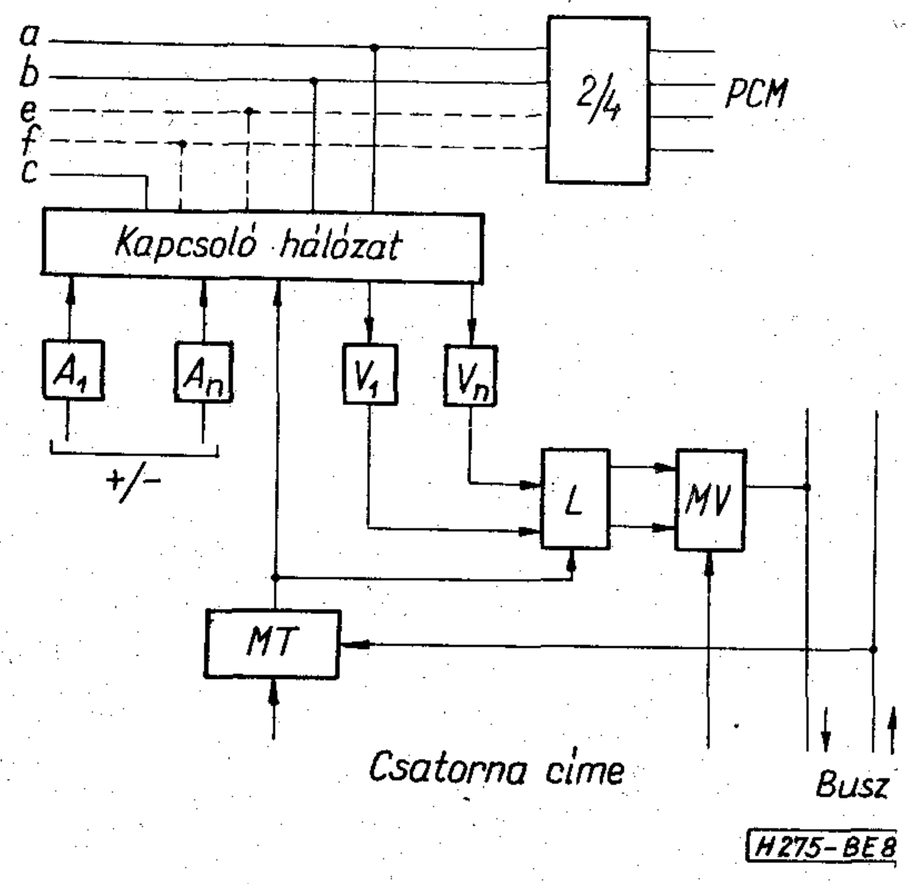
2. olyan új rendszertechnikai felépítéssel, amely illeszkedik az elektronikus kapcsolások természetéhez, és előnyösen kihasználja azok működési sebességét. Ez egy közös vezérlésű illesztő berendezés kialakításának gondolatát veti fel [13].

Nem mellőzhető szempont egy teljesen elektronikus illesztő áramkör költségeinek megítélésében az sem, hogy az elektronikus kapcsolásokat védeni kell a csatlakozó vezetékeken érkező feszültséglökések hatásai ellen.

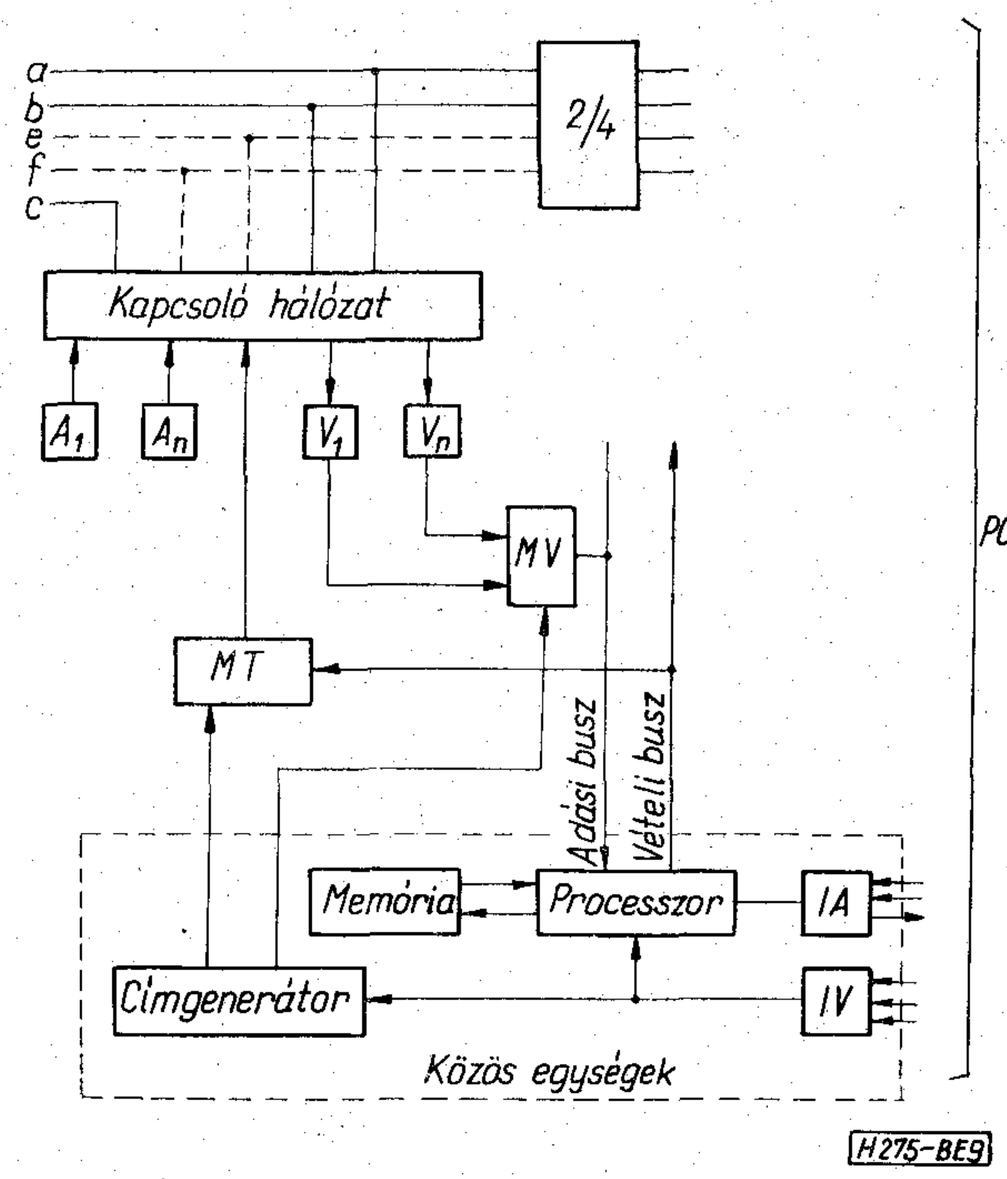
Közös vezérlésű illesztő áramkörök

A PCM rendszer sajátos lehetőségeinek figyelembevételével és a 6. ábra alapján az elektronikus PCM illesztő áramkör oly módon építhető fel, hogy az *AI* logikai áramkört *MV* mintavevő kapukkal, a *VI* logikai áramkört pedig az *MT* tárolókkal helyettesítjük (8. ábra). Az *MV* kimenetei és az *MT* bemenetei buszvezetékekre csatlakoznak.

A közös vezérlésű illesztő áramkörök alapgondolata az, hogy az illesztő áramkört a lehető legnagyobb mértékben egyszerűsíthetjük, ha minden olyan feladat elvégzését, amely bonyolult, költséges műveleteket igényel, egyetlen közös vezérlő áramkörre bízzuk. A műveletek kiindulási adatai vagy rendelkezésre állnak a vezérlő áramkörben, vagy pedig kisegítő vezetékeken át eljuttathatók oda. Ezzel az



8. ábra. Elektronikus PCM illesztő felépítése



9. ábra. Közös vezérlésű PCM illesztő berendezés felépítése

illesztő áramkör a közös vezérlésű berendezésnek tulajdonképpen az érzékelő és végrehajtó eleme.

A közös vezérlésű illesztő berendezés csatornaegységekből és közös vezérlő áramkörből épül fel (9. ábra). A csatornaegység szerkezete megegyezik a 8. ábrán bemutatott illesztő áramkörével. A $V_1 \cdots V_n$ jelzésvevők kimeneti jeleit a csatornaegység nem értékeli, hanem az *MV* kapukon át a vezérlő áramkörbe küldi. Az *MT* tárolók kimenetein a *KH* vezérlésére alkalmas információ jelenik meg. A *V* vevők teljesen elektronikus kapcsolásokkal, az *A* utánzatok pedig ellenállásokkal valósíthatók meg. A *KH* hálózatban esetenként kell eldönteni azt, hogy érintkezőt vagy elektronikus kapcsolót alkalmazunk.

Alkalmazások

Tényleges PCM illesztő áramkörök bemutatása az adott jelzésrendszer és az adott központok együttműködésének ismertetését is igényli. Talán ez az egyik oka annak, hogy megvalósított áramköröket csak néhány cikkben közöl az irodalom [5, 6, 9]. Jelen cikknek sem lehet tárgya részletmegoldások közlése. Ezért a jelzésbitek felhasználásával és az elektronikus illesztő áramkörök megvalósításával kapcsolatban két olyan példa bemutatását választottuk ki, amelyek bizonyos mértékig általános szempontokat is magukban foglalnak.

Az R2 jelzésrendszer vonaljelzései

A felhasznált jelzőcsatornák számának hatását a jelzési lehetőségekre szemléletesen tükrözi a CCITT által 1969-ben kidolgozott R2 jelzésrendszer [15] vonaljelzéseinek átvitele. Ennek a példának az ismertetése egyebek között azért is érdekes lehet, mivel a primer PCM rendszer specifikációjának [3] jelzésátviteli vonatkozásait erre a rendszerre alakították ki.

Az R2 jelzésrendszert egyirányú és kétirányú, négyhuzalos FDM és PCM áramkörökre dolgozták ki. A rendszer megkülönböztet regiszterjelzéseket és vonaljelzéseket. A regiszterjelzések továbbítására többfrekvenciás kódot használ fel, amely a PCM távbeszélő-csatornában a beszédsávon belül átvihető, ezért ez ehelyütt további tárgyalást nem igényel. A vonaljelzések átvitelére analóg és digitális változat készült.

Analóg változat

Az analóg változat egyetlen beépített, sávon kívüli jelzőcsatornát feltételez, amelyen a jelzés jelenléte vagy hiánya a két átviteli irányban összesen 4 jelzési állapotot különböztet meg.

Az egyetlen jelzőcsatornán továbbított jelzéseket a 6 előforduló működési állapotban a 3*a* táblázat mutatja.

Nyugalmi helyzetben mindkét irányban jelzés megy, amely előre irányban lefoglaláskor, hátra irányban jelentkezéskor szűnik meg. Az összeköttetés bomlik a jelentkezést követően, ha az előre irányú jelzés visszatér. Hátra irányban a jelzés akkor tér vissza, ha a hívott fél bont.

Mivel ebben a folytonos jelzésrendszerben a jelzés hamis megszűnése (pl. a jelzőcsatorna megszakadása esetén) lefoglalási vagy jelentkezési állapotot utánozhat, külön berendezést kell alkalmazni annak figyelésére, hogy valamennyi beszédcsatorna jelzőcsatornája működőképes-e. Ez a berendezés az áramkörök egy csoportját figyeli a vivőhullámú berendezés csoportpilotjának felhasználásával.

Digitális változat

A digitális változatot PCM rendszerekre dolgozták ki, és az irányonként két jelzőcsatornát feltételez. Az így megnövekedett jelzési kapacitást az illesztő áramkörök egyszerűsítésére használhatjuk fel.

A kapcsolás felépítése szempontjából előre irányú jelzőcsatornákat a_f-fel és b_f-fel, a hátra irányúakat pedig a_b-vel és b_b-vel jelölik. Az a_f csatorna a kimenő központ működési állapotát azonosítja, és egyúttal a hívó fél állapotára is jellemző, a b_f csatorna lehetőséget nyújt arra, hogy hibát jelezzünk a bejövő központnak. Az a_b csatorna a hívott fél kézibeszélőjének állapotát közvetíti, a b_b csatorna a bejövő központ nyugalmi vagy foglalt állapotára jellemző. A működési állapotokat és a PCM vonalon megjelenő kódok összerendelését a 3*b* táblázat mutatja.

Ennek a sajátos kiosztásnak az eredménye, hogy a jelzésbitek általában tisztán jelzőcsatornaként kezelhetők, és a két jelzésbit egymástól függetlenül, dekódolás nélkül értékelhető.

A digitális változat jelzéskód-kiosztását az analóg változatéval összehasonlítva megállapíthatjuk a következőket:

1. mivel a b_f csatorna nem jelez tényleges működési állapotot, felhasználható az irány működőképességének jelzésére az a_f csatornán küldött jelzéstől függetlenül;
2. az a_f-en küldött lefoglalást az a_b-n nyugtázzuk, és bontó jelzés csak ezt követően küldhető;
3. a nyugalmi állapot jelzéskódja a két irányban azonosan 10. Kétirányú alkalmazásban 00 az előre irányú, 11 pedig a hátra irányú lefoglalást jelenti.

3. táblázat

Az R2 jelzésrendszer vonaljelzéseinek és egyéb jelzések átvitelének lehetőségei

a) 1 jelzőcsatornán

	Működési állapot	→	←
		a	*b*
1.	Áramkör szabad	0	0
2.	Lefoglalás	1	0
3.	Jelentkezés	1	1
4.	Hívott bont	1	0
5.	Bontás előre	0	0/1
6.	Blokkolás	0	1

b) 2 jelzésbittel

	Működési állapot	→		←	
		a_f	b_f	a_b	b_b
1.	Áramkör szabad	1	0	1	0
2.	Lefoglalás	0	0	1	0
3.	Lefoglalás elismerése	0	0	1	1
4.	Jelentkezés	0	0	0	1
5.	Hívott bont	0	0	1	1
6.	Bontás előre	1	0	0/1	1
7.	Felszabadítás	1	0	1	0
8.	Blokkolás	1	0	1	1
9.	Pl. számlálás	0	0	0	0
10.	Pl. felajánlás	0	1	1	1
11.	Hibás állapot	1	1	—	—

c) 3 jelzésbittel

	Működési állapot	→			←		
		a_f	b_f	c_f	a_b	b_b	c_b
1.	Áramkör szabad	1	0	0	1	0	0
2.	Lefoglalás	0	0	0	1	0	0
3.	Lefoglalás elismerése	0	0	0	1	1	0
4.	Jelentkezés	0	0	0	0	1	0
5.	Hívott bont	0	0	0	1	1	0
6.	Bontás előre	1	0	0	0/1	1	0
7.	Felszabadítás	1	0	0	1	0	0
8.	Blokkolás	1	0	0	1	1	0
9.	Pl. számlálás	0	0	0	0	0	0
10.	Pl. felajánlás	0	1	0	1	1	0
11.	Hibás állapot	1	1	0	—	—	—
12.	Választás	0	0	1	1	1	0
13.	Választás vége	0	0	0	1	1	1

Fel kell hívnunk a figyelmet néhány, a PCM átvitellel kapcsolatos szolgáltatásra. Ilyenek:

1. a 11 jelzéskód előre irányban a hibás csatornát, hátra irányban pedig blokkolást, elismert lefoglalást vagy hátra irányú bontást jelenthet. Ezt a tényt felhasználják arra, hogy hibás átvitel esetén mindkét vételi jelzést a jelzésbit 1 értékének megfelelően értelmezzék.

A jelzésrendszer védelme akkor hatásos, ha a végállomás és az illesztő áramkörök együttműködését

úgy tervezzük, hogy minden várható hiba, beleértve egységek kihúzását, személyi hibákat stb. az 11 kódot váltja ki. Ez ugyanis téves működési állapotot nem eredményez, hanem előre irányban bontja az összeköttetést, hátra irányban viszont nyugalmi helyzetben blokkolja az áramkört, lefoglalt helyzetben pedig a hívott fél bontását követően bontja az összeköttetést;

2. a hibás átviteli viszonyok a PCM rendszerben is tönkretehetik a jelzésátvitelt, ezért a digitális változat előirányozza a hibás átvitel hatásai ellen védőberendezés beépítését az analóg változatban alkalmazott megszakadás-figyelőhöz hasonlóan. Ebben a vonatkozásban hibás átvitelnek minősül a keret- vagy multikeret-szinkronizmus elvesztése stb. Az egyik oldalon észlelt átviteli hibát a védelem hatásossága érdekében a távoli végre is átjelzik;

3. a jelzések minimális vételi késleltetését 10 ms-ra specifikálják. Mivel a multikeret elvesztése legfeljebb 4 ms alatt értékelhető ki, az átviteli hibát ellenőrző áramkörnek legfeljebb 6 ms alatt be kell avatkoznia ahhoz, hogy jelzési hiba ne keletkezzék.

Úgy véljük, az elmondottakból érzékelhető, hogy a digitális változat két jelzőcsatornája az analóg változat egy jelzőcsatornájához képest egyrészt új szolgáltatások bevezetését, másrészt az illesztő áramkörök egyszerűsítését eredményezheti.

Választási jelzések átvitele

Vannak olyan, országos alkalmazások, ahol a választási információ (tárcsázási impulzusok, választás kezdete és vége jelzések stb.) átvitelére még nem frekvenciakódot, hanem egyenáramú jelzéseket használnak. A PCM jelzésátvitelben olyan rendszer alakítható ki, amely az *a* és *b* jelzésbiteket az R2 rendszer digitális változatának megfelelően használja ki, egy harmadikat pedig további jelzésekre használ fel (3*c* táblázat).

Ezzel illeszkedhetünk a specifikált jelzésrendszerhez, de ugyanakkor rugalmas áttérést nyújtunk egy távlati, tiszta R2 rendszerre, amelyet egyszerűen a harmadik jelzőcsatorna elhagyásával kapunk majd.

Illesztési műveletek koncentrálása

A fentiekben felvetett közös vezérlésű illesztő áramkörök létjogosultságát az biztosítja, hogy számos alkalmazásban találunk olyan műveleteket, amelyeket célszerű egy központi helyen elvégezni. Ezen műveletek jellege és bonyolultsága igen eltérő.

Egyáltalán nem szükséges koncentrált illesztési műveleteket elvégezni a 8. ábrán látott ideális esetben, mert az összeköttetés egyik oldalán levő vevők és a másik oldalán levő adók állapota megfelelő számú jelzésbit felhasználásával közvetlenül összerendelhető.

Az adási buszon megjelenő adatok azonban nem mindig használhatók fel közvetlenül az adási jelzésbitek értékének meghatározására. Ezek az adatok ugyanis nemkívánt tranzienseket is tartalmazhatnak, amelyeket késleltetés és tiltás beiktatásával kell kiküszöbölni. Ugyanígy a vételi jelzésbitek sem mindig alkalmasak a kapcsolóhálózat közvetlen működtetésére, mert esetenként további értékelést és feldolgozást igényelnek.

Ezért az adási és/vagy vételi jelzési útba közös feldolgozó áramkör beiktatása válhat szükségessé. Egyszerű esetben eż az áramkör egy logikai hálózat, amely időosztásos rendszerben, a rendelkezésére álló adatokkal, valamennyi illesztő áramkörre vonatkozóan azonos műveletet végez. Mivel a PCM összeköttetés adási és vételi időzítése üzemi körülmények között független, a logikai áramkör vagy csak adási, vagy csak vételi adatokat használhat fel.

Bonyolultabb alkalmazásokban a feldolgozási műveletek elvégzése bizonyos részeredmények, esetleg a kapcsolás fázisának tárolását igényli. Ennek érdekében a feldolgozó áramkörhöz tároló csatlakoztatható [16]. A feladatok jellegének bemutatására megemlítjük az alábbi illesztési műveleteket:

1. a jelzések vételének vagy adásának késleltetése a csatlakozó vezetéken érkező zavarok vagy káros csatolások hatásainak megszüntetésére. Erre a célra az időzítések digitális méréssel határozhatók meg;

2. meghatározott időtartamú, egyszeri jelzések újraelőállítása az esetleg sorba kapcsolódó PCM összeköttetések összegződő jelzéstorzításának korrigálására;

3. tárcsázási impulzusok impulzusviszonyának módosítása, különösen az impulzusokkal vezérelt, lépésenként működő, hagyományos kapcsolórendszerekben;

4. hosszabb idejű késleltetések és időzítések előállítása egy alapimpulzus számlálása segítségével.

A közös, célszerűen integrált áramkörös tárolóban minden illesztő csatornaegységhez egy-egy szót rendelünk, amelynek hosszát az elvégzendő műveletek bonyolultsága határozza meg. Gyakorlati esetekben a szó hossza 4—16 bit lehet. Annak érdekében, hogy a feldolgozó áramkör bemenetén valamennyi szükséges információ egyidőben álljon rendelkezésre, a tárolót és a csatornaegységeket a PCM multikeretkialakításának megfelelően címezzük. A részeredményeket a feldolgozás időtartamára regiszterben tároljuk, amelynek tartalmát az elvégzett műveletek eredményeképpen átírjuk.

Amennyiben a tároló és feldolgozó áramkörnek mind az adási, mind a vételi adatokra szüksége van, akkor célszerűen egy olyan elrendezés alkalmazható, amelyben mind a csatornaegységet, mind a tárolót a vételi időzítésnek megfelelően címezzük, és még az az adási jelzésbitek értékét is a tárolóban rögzítjük, majd az adási időzítésnek megfelelően olvassuk ki. Ehhez a tárolót olyan, kettős hozzáférésű, de az egyidejű címzést kizáró rendszerben kell működtetni [17], amely információvesztés nélkül lehetővé teszi az adási jelzésbitek értékének meghatározását. A megvalósítás részleteire itt nincs módunk kitérni.

Záró megjegyzések

A PCM összeköttetés néhány jelzésátviteli kérdésével foglalkoztunk, és áttekintettük az egyenáramú távbeszélő-jelzések illesztésének rendszertechnikai kérdéseit. Bemutattuk PCM összeköttetés előnyös jelzésátviteli lehetőségeit, és felvetettük az illesztési műveletek központosításának kérdését.

Az anyag összeállításánál a szakirodalom mellett a Távközlési Kutató Intézetben mintegy 6 éve folyó kutató-fejlesztő munkára támaszkodtunk, felhasználtuk az ennek során kialakított rendszertechnikai koncepciót és a megvalósított illesztő áramkörökkel szerzett tapasztalatokat.

IRODALOM

[1] Draft recommendation concerning PCM primary multiplex. CCITT COM Sp. D. No. 103. 1971.

[2] A proposed specification for an interface between signalling and multiplex equipments of PCM systems. CCITT COM XI. No. 59—1, COM Sp. D. 97—E, 1971.

[3] Characteristics of a Primary Multiplex Equipment operating at 2048 kbit/s. CCITT Green Book, Genova 1973, Vol. III. pp. 386—390.

[4] DT30 Time Division Multiplex for Local Networks. Telettra S. P. A. kiadvány, 1972. ápr.

[5] *Yeatman R. M.:* Signalling systems for PCM transmission and switching networks. Point-to-pont Telecommunication, 1971. jan.

[6] *Dupré, F.—Guittard, P.—Legared, J. M.:* Adaptation des centraux Rotary et Pentaconta du reseau de Paris au systeme de modulation par impulsions et codage (MIC) 32 voies. Commutations et Electronique, No. 36. 1972. janv.

[7] *Zobel, R.:* Umsetzung und Übertragung von Schaltkennzeichen. PCM Technik. Nachrichtentechnische Fachberichte, Band 42. 1972.

[8] *Martens, J. V.—Brading, E.:* 30-channel Pulse Code Modulation System. Electrical Communication, Vol. 48. No. 1—2. 1973.

[9] *Maddox, G. L.—Thovson, D. K.:* D2 Channel Bank. Perchannel equipment. Bell System Technical Journal, Vol. 51. No. 8. Oct. 1972.

[10] NC30/32 Pulse Code Modulation System. NOKIA Electronics kiadvány, 1971.

[11] *Pospischl, R.—Schweizer, L.:* 30-Kanal PCM System für Nachverkehr. Technische Rundschau, Nr. 9. 1971.

[12] *Dingjan, A. J. M.:* The 8TR 602 Pulse Code Modulation System. Philips Telecommunication Review, Vol. 30. No. 2. 1972.

[13] *Blum E.:* PCM végállomások csatlakoztatása telefonközpontokhoz. A Távközlési Kutató Intézet Évkönyve. 1973.

[14] *Hill, R. A.—Gee, J. H.:* A miniaturized version of signalling system A. C. No. 9. The Post Office Electrical Engineers Journal, Oct. 1972.

[15] Signallins System R2. CCITT Green Book, Geneva 1973, Vol. VI. pp. 589—638.

[16] *Somogyi T.:* Operatív memóriák alkalmazása átviteltechnikai berendezésekben. A Távközlési Kutató Intézet Közleményei. 1972. 4. sz.

[17] *Somogyi T.—Blum E.:* Nem szinkron bejövő adatok feldolgozásának lehetőségei programvezérelt jelzésillesztő berendezésekben. A Távközlési Kutató Intézet közleményei. 1973. 3. sz.

Tájékoztató

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán 1975. februárjában a következő szakmérnöki szakok indulnak:

Számítógépes elektronikai tervezés szak
Rádió híradástechnikai szak
Digitális elektronikai szak
Integrált áramköri szak
Számítástechnikai szak

Jelentkezési határidő: *1974. szeptember 15.*

Alkotó Ifjúság Pályázat

A KISZ Központi Bizottsága 1974. április 4-től 1975. április 4-ig szóló akcióprogramjában kezdeményezte az Alkotó Ifjúság pályázat és kiállítás megrendezését.

A pályázat és kiállítás célja, hogy átfogó képet adjon ifjúságunk alkotó tevékenységéről és összegyűjtse az ifjúsági munkaversenyformák, a tanulmányi mozgalmak eredményeit.

A pályázaton azok a 30. életévüket be nem töltött fiatalok, ill. ifjúsági közösségek vehetnek részt, akik:

— az iparban, az építőiparban, a mezőgazdaságban, az erdő- és vízgazdálkodásban, a szállítás, a hírközlés, a kereskedelem és a szolgáltatások, az egészségügy, az oktatás, a kulturális ellátás, valamint más nem termelő területen dolgoznak;

— az általános iskolákban, a szakmunkásképző intézetekben, a szakközépiskolákban, a gimnáziumokban, a főiskolákon és az egyetemeken tanulnak;

— a fegyveres testületekben teljesítenek szolgálatot.

A pályázaton olyan hasznosítható gyakorlati és elméleti munkák vehetnek részt (mestermunka, gyártmány, szemléltető eszköz, makett, terv, újítás, találmány, vizsgaremek, diplomaterv, szakdolgozat, szakköri termék stb.), amelyek szöveggel, képpel, rajzzal, modellel stb. szemléltethetők, ill. tárgyként bemutathatók.

Az állami szervek a KISZ-szel, a szakszervezetekkel és a tudományos egyesületekkel közösen minden ágazatban felhívást és a pályázat lebonyolítására és értékelésére irányelveket tesznek közzé.

A pályamunkák értékelésére és bemutatására a vállalatoknál, intézményeknél, majd alágazatonként elsőízben 1975 tavaszán kerül sor. A legjobb pályamunkák díjazásáról az állami szervek gondoskodnak. A legeredményesebben szereplő 100 KISZ-szervezetnek a KISZ Központi Bizottsága 4000—4000 Ft pénzjutalmat és emlékoklevelet adományoz. Az alágazati kiállításokon résztvevő minden kollektíva emlékplakettet és a pályázat minden résztvevője emlékjelvényt kap.

DR. SIMON GYULA

BME Híradástechnikai Elektronika Intézet

Egy műveleti erősítős aktív szűrőtagok kompenzálása

ETO 621.372.54:621.375

A hibatényező általánosításának alapgondolatát [1] aktív szűrőkre is kiterjeszthetjük.

Az egy műveleti erősítős másodfokú alaptagok műveleti erősítőjének bemenetei között fellépő differenciális vezérlőfeszültség a bemeneti feszültség és a kimeneti feszültség segítségével írható fel a p komplex frekvenciatartományban. Az erősítő kimeneti ellenállásának és közös módusú erősítésének elhanyagolásával a szuperpozíció tétele alapján:

$$U_k(p)A_{kv}(p)+U_b(p)A_{bv}(p)=\frac{-U_k(p)}{A(p)}\ ,$$

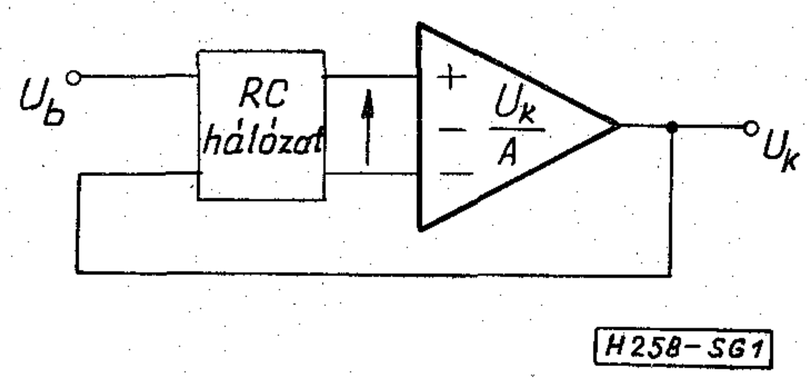
ahol $A(p)$ a műveleti erősítő differenciális nyílthurkú erősítése.

Átrendezés után:

$$-A_{sz}(p)=\frac{-U_k(p)}{U_b(p)}=\frac{A_{bv}(p)}{A_{kv}(p)}\frac{A(p)A_{kv}(p)}{1+A(p)A_{kv}(p)}=$$

$$=A_{id}(p)\frac{H(p)}{1+H(p)}\ .$$

Láthatóan $H(p)=A(p)A_{kv}(p)$ és a visszacsatolási tényezőnek megfelelő, általánosított fogalom az



1. ábra

$A_{kv}(p)$ transzfer jellemző. Ez az erősítőt vezérlő differenciális jelfeszültség és az ezt létrehozó kimeneti feszültség hányadosaként számítható, ha a vezérlő generátor helyére rövidzárat teszünk, a továbbiakban jelölése β.

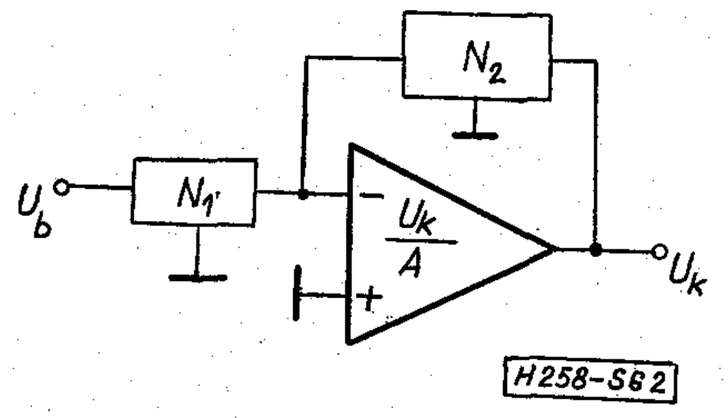
A fenti felírásmód nagy előnye, hogy a stabil működéshez szükséges kompenzálásnak, vagyis az elrendezés által meghatározott $\beta=A_{kv}(p)$ függvényhez megfelelő $A(p)$ kialakításának feltételei könnyen kiszámolhatók. Másrészt arra is alkalmas, hogy közvetlen számítógépes kiértékelést végezzünk az $A_{sz}(p)$ szűrőkarakterisztikának az $A_{id}(p)$ approximált szűrőkarakterisztikától való eltérésének meghatározására.

A továbbiakban néhány, gyakorlatilag jól használható elrendezésre meghatározzuk a hurokerősítés frekvenciafüggését. A kapcsolások kiválasztása a gyakorlati használhatóság szempontjainak felel meg. A vezérelt generátoros alul- és felüláteresztők a kis passzív elemszám miatt célszerűek, a vezérelt generátoros sávszűrők pedig az erősítést beállító ellenállások toleranciáira nagyon érzékenyek, ezért gyakorlatilag használhatatlanok.

Beérkezett: 1973. X. 1.

Végtelen erősítésű egyhurkú szűrő

A végtelen erősítésű egyhurkú rendszer általános elrendezését a 2. ábra mutatja. A generátor jele és a kimeneti jel egyaránt egy-egy négypóluson keresztül csatolva kerül az invertáló bemenetre.

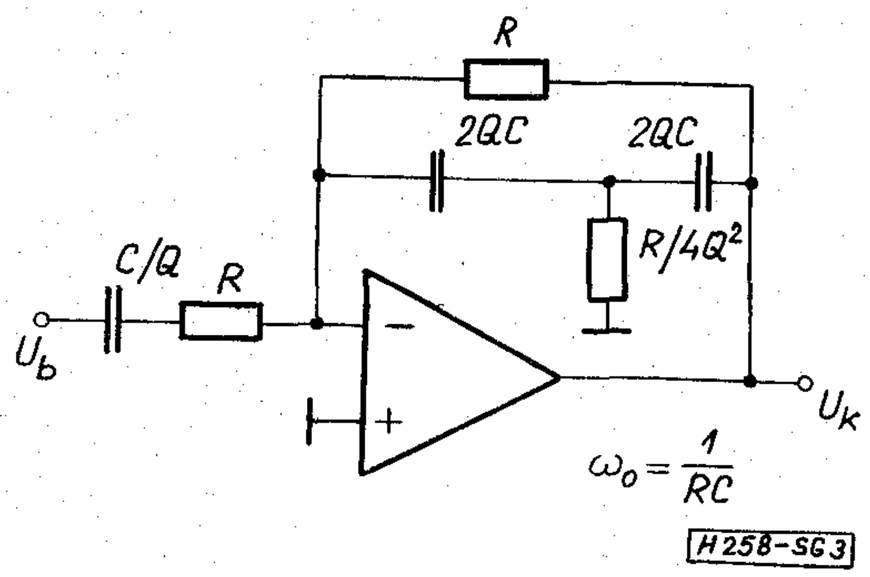


2. ábra

Az erősítések y-paraméterekkel kifejezve:

$$A_{kv}=\frac{y_{21(2)}}{y_{22(1)}+y_{22(2)}+Y_{be}}\ ,\qquad A_{bv}=\frac{y_{21(1)}}{y_{22(1)}+y_{22(2)}+Y_{be}}$$

A továbbiakban az RC-szűrők kondenzátorainak veszteségétől és a véges bemeneti ellenállás hatásától eltekintünk. A bevezetésben említett szempontok miatt a végtelen erősítésű szűrők közül csak a sáváteresztőket vizsgáljuk.



3. ábra

A 3. ábra szerinti, sávközépen egységnyi erősítésű elrendezésre $A\to\infty$ határátmenettel, $\omega_0=\frac{1}{RC}$ helyettesítéssel:

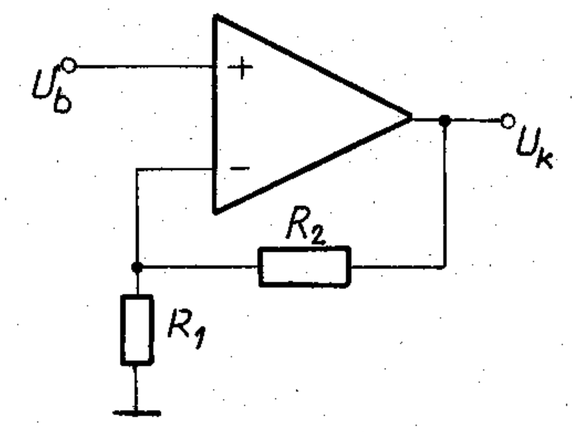
$$-A_{id}=\frac{\frac{1}{Q}P}{P^2+\frac{1}{Q}P+1}$$

az ideális szűrőátvitel, itt $P=p/\omega_0$ a normalizált komplex frekvenciaváltozó, $\Omega=\omega/\omega_0$ a normalizált frekvencia. Y_{be} értékét nullának véve a hurokerősítésre:

$$H=A\beta=A\,\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}\quad\text{adódik.}$$

$$|\beta_{\min}|=|\beta(\Omega=1)|=\frac{1}{1+2Q^2}\,.$$

Ha $Q\gg1$, akkor $|\beta|_{\min}\approx\frac{1}{2Q^2}$.



6. ábra

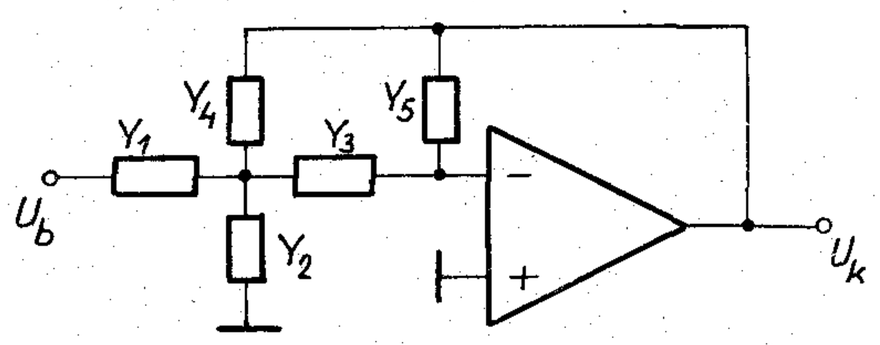
Végtelen erősítésű kéthurkú sáváteresztő

A végtelen erősítésű kéthurkú rendszer általános elrendezését a 4. ábra mutatja. Az 5. ábra szerinti, minimális elemszámú sáváteresztő elrendezésre:

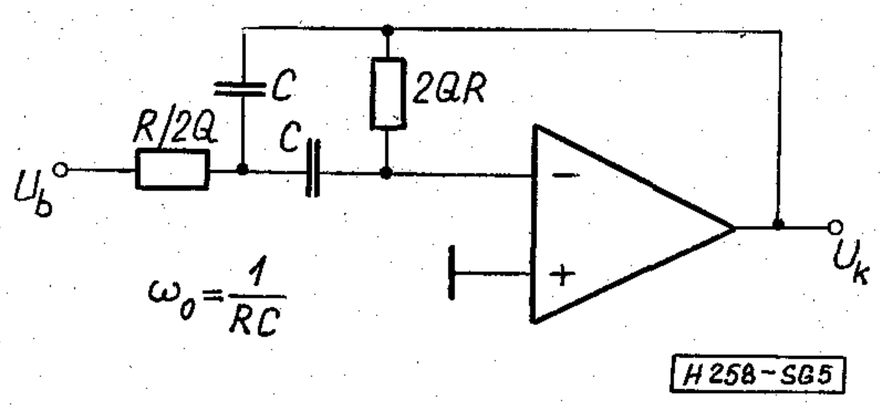
$$-A_{id}=\frac{2QP}{P^2+\frac{1}{Q}P+1}\,,$$

$$H=A\beta=A\,\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}\,.$$

$|\beta(\Omega=1)|=\frac{1}{1+2Q^2}$, vagyis ennek értéke és β frekvenciafüggése is megegyezik az előző pontban tárgyalttal.



4. ábra

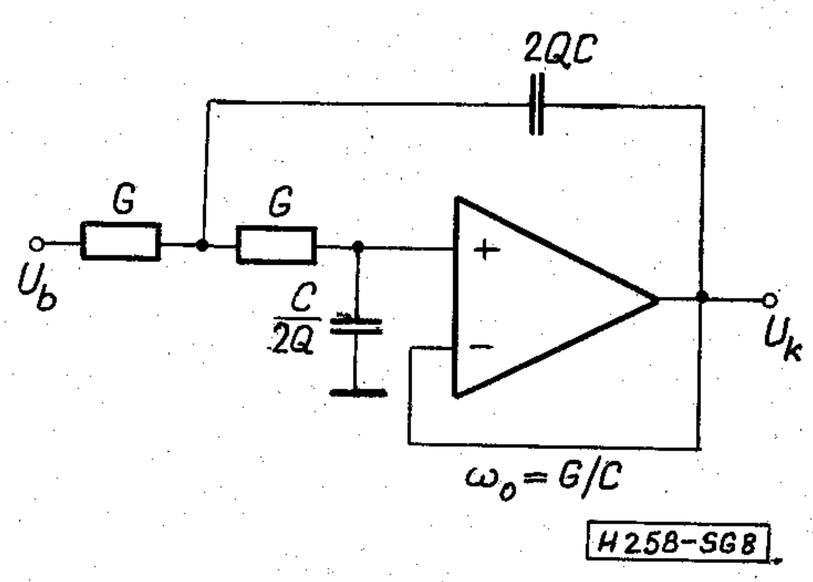


5. ábra

Egységnyi erősítésű vezérelt generátoros aluláteresztő

A pozitív bemenetről egységnyi erősítésű elrendezés alkalmazását, vagyis követő felhasználását

7. ábra



8. ábra

az indokolja, hogy ebben az esetben a nem fordító kapcsolás visszacsatoló ellenálláshálózata elfajul, s így a vezérelt generátor erősítését ellenállásarány nem befolyásolja (6. és 7. ábra).

A 8. ábra szerinti aluláteresztőre:

$$A_{id}=\frac{1}{P^2+\frac{1}{Q}P+1}$$

és

$$H=A\beta=A\,\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}\,,$$

vagyis β kifejezése teljesen azonos az előző pontokban kapottal.

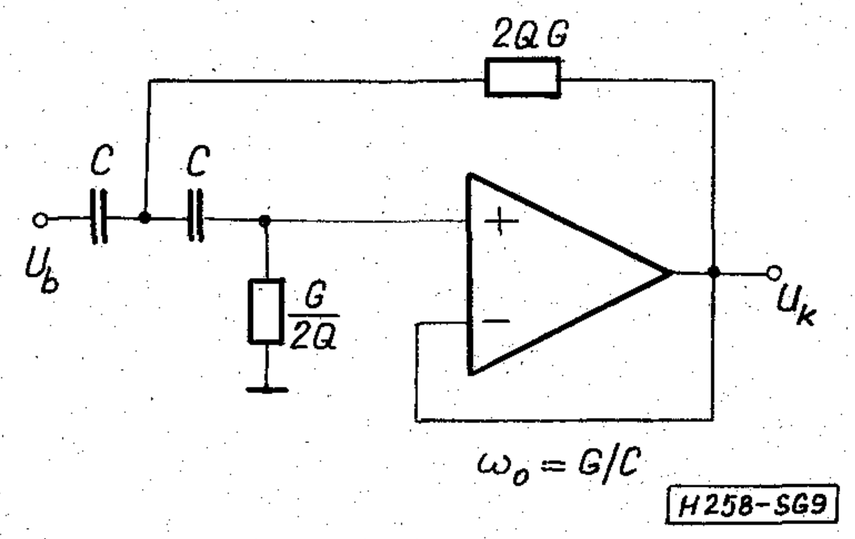
Egységnyi erősítésű vezérelt generátoros felüláteresztő

A 9. ábra szerinti felüláteresztőre:

$$A_{id}=\frac{P^2}{P^2+\frac{1}{Q}P+1}$$

$$\text{és } H=A\beta=A\,\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1},$$

vagyis ez is azonos kifejezést ad β értékére.



9. ábra

Kompenzálási megfontolások

Az előző pontokban β kifejezésére teljesen azonos függvényt kaptunk. $\beta(\omega=0)=1$ és $\beta(\omega=\infty)=1$, így a hurokerősítés az ω_0, ill. $\Omega=1$ névleges töréspontí frekvencia felett és alatt aszimptotikusan tart az erősítés karakterisztikájához. Általánosan:

$$A(p)=\frac{A_0}{(1+p/\omega_1)(1+p/\omega_2)\ldots(1+p/\omega_n)}=$$

$$=\frac{A_0}{\prod_{i=1}^{n}(1+p/\omega_i)},$$

ahol $\omega_{i+1}\geq\omega$.

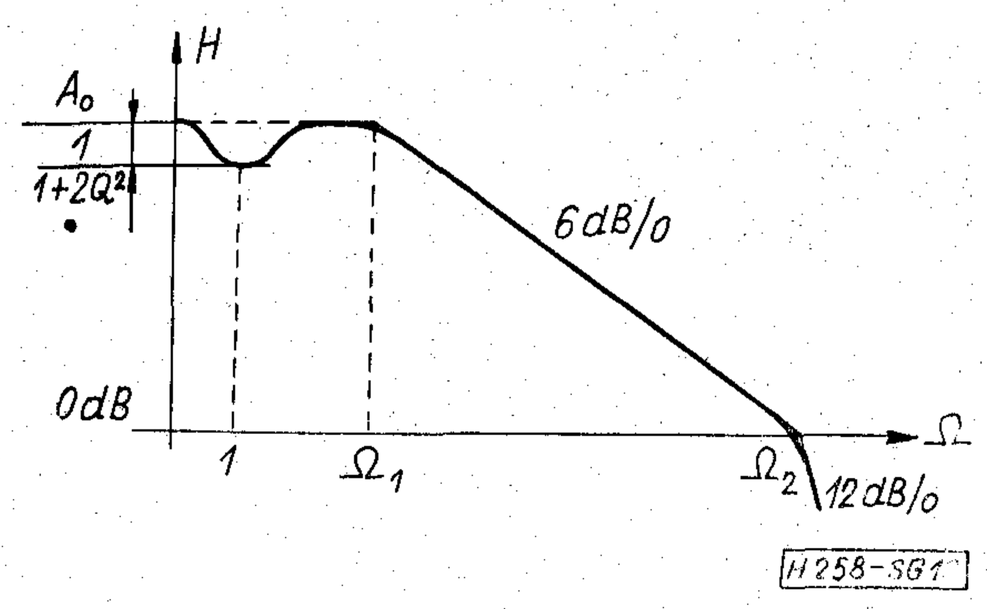
Ha a nyílthurkú erősítéskarakterisztikában az ω_1 és ω_2 domináns töréspontok figyelembevétele elegendő, ezen törésponti frekvenciák arányát úgy kell megválasztani, hogy $\omega_1\approx\omega_2/A_0n$ legyen. Ez biztosítja, hogy az ω_2 frekvencia környékén a hibatényező jelentős kiemelést, vagy instabilitást ne eredményezzen a kívánt szűrőkarakterisztikához képest. Ez azt jelenti, hogy a kompenzálást gyakorlatilag a követőnek megfelelően kell kialakítani. A továbbiakban egyszerűség kedvéért $n=1$ feltételezéssel számolunk (a hibatényező menete a 45°-os fázistartalékú méretezésnek felel meg). $\frac{1}{\sqrt{n}}\omega_2$ frekvencia felett a hibatényező a fenti modell alapján 40 dB/dekád meredekségű nagyfrekvenciás vágást eredményez, ez a csillapítástöbblet aluláteresztőnél és sáváteresztőnél általában nem zavaró, de felüláteresztőnél az áteresztősávot felülről korlátozza. Ezzel a jelenséggel [1] részletesen foglalkozik. Az áteresztősávban fellépő karakterisztika-torzulás azonban mindig kellemetlen. A visszacsatolási tényező minimuma ω_0 frekvencián van, értéke kis jósági tényezőjű aluláteresztőknél és felüláteresztőknél $\frac{1}{1+2Q^2}$, nagy jósági tényezőjű sáváteresztőknél közelítőleg $\frac{1}{2Q^2}$. $H\gg1$ biztosításának feltétele infrafrekvenciás szűrőknél (10. ábra)

$$\frac{A_0}{1+2Q^2}\gg1, \quad \text{ha } Q\approx1 \text{ és } \frac{A_0}{2Q^2}\gg1, \quad \text{ha } Q\gg1,$$

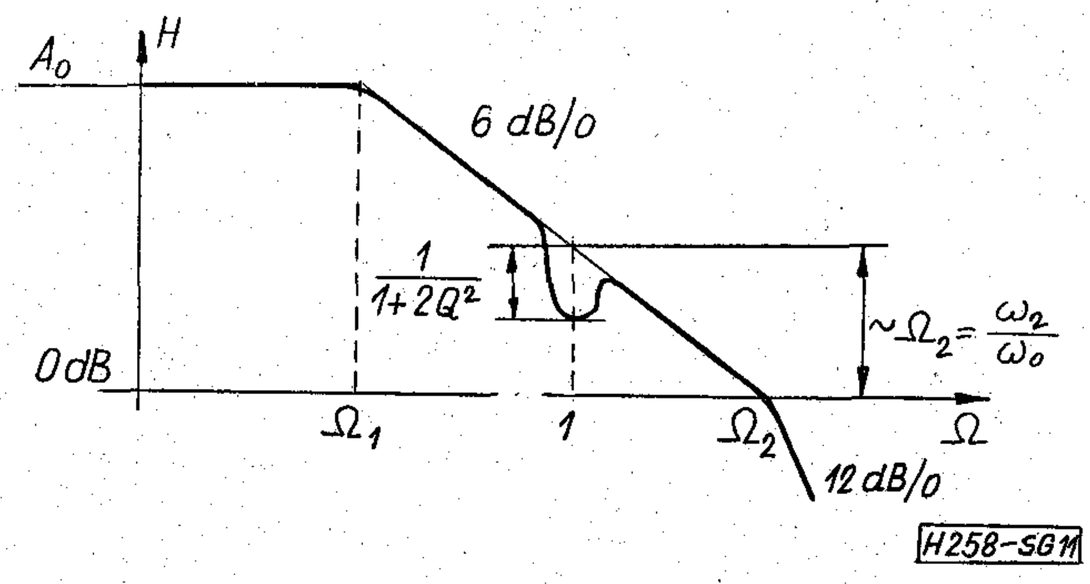
míg a legtöbb gyakorlati esetben $\omega_1\ll\omega_0<\omega_2$, vagyis $\Omega_1\ll1<\Omega_2$ figyelembevételével (11. ábra) kis jósági tényezőjű szűrőknél:

$$\frac{\omega_2}{\omega_0}=\Omega_2\gg1+2Q^2, \quad \text{vagyis} \quad \omega_2\gg(1+2Q^2)\omega_0.$$

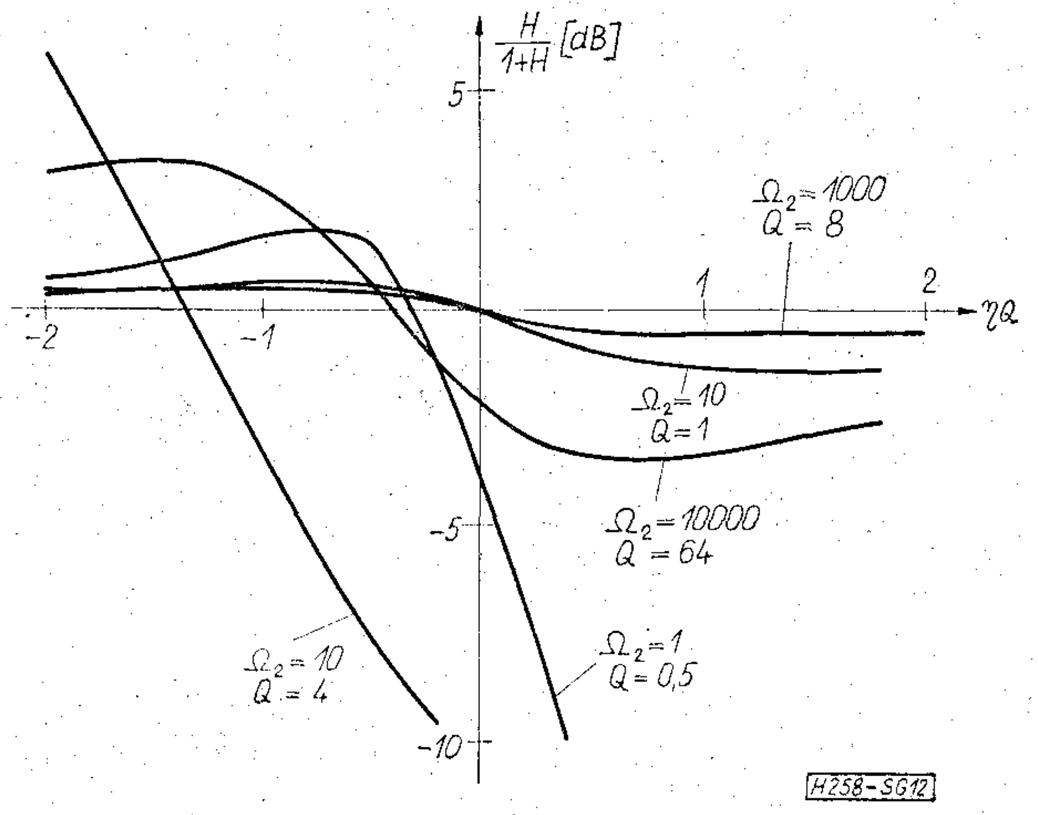
Ha $Q\ll1$, akkor $\omega_2\ll2Q^2\cdot\omega_0$ szükséges, ekkor az erősítő ω_2 határfrekvenciájával szemben támasztott követelmény a hangolási frekvenciával arányosan, a jósági tényező négyzetével változik. Elvileg lehetséges szigorú követelményeink enyhítése. Ha a $|H|\gg1$ feltétel az áteresztőtartomány egészére nem teljesül, akkor az átviteli karakterisztika a frekvenciatartományban torzul. Ezt a torzulást számítással vagy hangolással ellensúlyozhatjuk úgy, hogy az „ideális" szűrőkarakterisztika módosításával a hibatényező figyelembevételével kapott eredő feleljen meg a követelményeknek. Az így kialakított szűrők karakterisztikájának a műveleti erősítő jellemzőire (A_0, frekvenciamenet) vonatkoztatott érzékenysége azonban igen nagy lesz (példánycsere, hőmérsékletfüggés) [2], [3].



10. ábra



11. ábra



12. ábra

A hibatényező abszolút értékét a frekvencia függvényében a Függelékben közölt Algol-eljárás segítségével néhány esetre kiszámoltuk. A véges kisfrekvenciás erősítés és több töréspont egyidejű figyelembevétele az egyes esetekben minden további nélkül lehetséges, de az általános használhatóság érdekében a kiszámolt hibagörbék — közelítések segítségével — két paramétert tartalmaznak, így ábrázolhatók. A Függelék első programja $\Omega_1=\frac{\Omega_2}{A_0}\ll 1$, azaz $\omega_0\ll\omega_1$ feltételnek megfelelő infrafrekvenciás szűrők hibatényezőjének meghatározására alkalmas eljárás (AKTSZK). A másik, nagyobb frekvenciás szűrők hibatényezőjének kiszámítására alkalmas eljárás az AKTSZN. Az ηQ változó függvényében meghatározott hibatényezőt (η a relatív elhangolás, $\eta=\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}$) a gyakorlatilag fontos $\Omega_1\ll 1<\Omega_2$, vagyis $\omega_1\ll\omega_0<\omega_2$ esetekre a 12. ábrán adtuk meg. A diagramokból belátható, hogy sáváteresztőknél a hangolási frekvenciához képest kisebb frekvenciára tolódik a rezonanciagörbe maximuma.

Általános eredmények

Az egy műveleti erősítős kapcsolások kompenzásigénye gyakorlatilag a követő elrendezésével azonos, ezért belső kompenzált áramkörök általában közvetlenül felhasználhatók.

Az 1. ábrának megfelelő elrendezés általános, olyan értelemben, hogy kiemelt műveleti erősítőn kívüli áramköri rész tartalmazhat aktív elemeket is, a hibatényező alakja ekkor is változatlan. Több műveleti erősítős rendszerek (pl. aktív szűrő alaptagok) stabilitásának vizsgálata tehát elvileg lehetséges oly módon, hogy a rendszer tetszés szerinti műveleti erősítőjét kiemelve, az ehhez tartozó hibatényező-függvénynek stabilnak kell lennie.

A $-A_{sz}=A_{id}\frac{H}{1+H}$ és $H=A\beta$ összefüggésekből differenciálással:

$$\frac{\Delta A_{sz}}{A}=\frac{1}{1+H}\frac{\Delta A}{A}-\frac{H}{1+H}\frac{\Delta\beta}{\beta}+\frac{\Delta A_{bv}}{A_{bv}}$$

eredmény adódik, ahol $\beta=A_{kv}$.

Azokon a frekvenciákon, ahol a hurokerősítés kis értékűvé válik, az előzőekben tárgyaltak alapján, az ideális szűrőkarakterisztika a hibatényező hatására lényegesen módosul. A másik hatás a fentiek szerint a tényleges szűrőkarakterisztikának a nyílthurkú erősítés és a bemeneti ellenállás változására vonatkozó relatív érzékenységének megnövekedése. Az $S=1/(1+H)$ érzékenységfüggvény Bode-diagramját a H hurokerősítéssel együtt a 12. ábra mutatja.

Függelék

A) Kisfrekvenciás szűrő ($\Omega_2/A_0\ll 1$), vagyis

$$H\approx A_0\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}$$

```
PROCEDURE   ASZHK (AO, OM, Q, ER);
REAL        AO, OM, Q, ER;
BEGIN       ER:=(20/LN(10))
            ×SQRT((1-OM↑2)↑2
            +(OM/Q)↑2)/
            /SQRT((1-OM↑2)↑2
            +((1/Q+2×Q/(AO+1))
            ×OM)↑2); END;
```

B) Nagyfrekvenciás szűrő ($\Omega_2/A_0\ll 1$), vagyis

$$H\approx A_0\frac{1}{1+[P/(\Omega_2/A_0)]}\frac{1}{1+(P/\Omega_2)}\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}\approx\frac{\Omega_2}{P}\frac{1}{1+(P/\Omega_2)}\frac{P^2+\frac{1}{Q}P+1}{P^2+\left(\frac{1}{Q}+2Q\right)P+1}$$

```
PROCEDURE   AKTSZN (OMH, OM, Q, ER);
REAL        OMH, OM, Q, ER;
BEGIN       ER:=(20/LN(10))
            ×OMH×SQRT((1-OM↑2)↑2
            +(OM/Q)↑2)/SQRT((OM↑4
            /OMH+OMH-OM↑2
            ×(OMH+1/Q+2×Q+1
            /OMH))↑2+(OM+OM×OMH
            /Q-OM)↑3×(1+1/Q/OMH
            +2×Q/OMH)↑2); END;
```


IRODALOM

[1] *Dr. Simon Gyula-Fülöp Tamás:* Műveleti erősítős kapcsolások frekvencia kompenzálása. Híradástechnika XXV. évf. 7. sz.

[2] *Budak-Petrela:* Frequency Limitations of Active Filters Using Operational Amplifiers. IEEE Transactions on Circuit Theory. Vol. CT-19. No.4, 1972. július.

[3] *Moschitz:* Gain-Sensitivity Product – A Figure of Merit for Hybrid-Integrated Filters Using Single Operational Amplifiers. IEEE Journal of SSC. Vol. SC-6 No. 3. 1971. jún.

KÖRNYEZETÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Sósködállósági vizsgálat

A sósködállósági vizsgálat célja, hogy a tenger felett, tengerparton és tengerpart közelében aerosolként megjelenő sósköd hatását reprodukálja a híradástechnikai gyártmányokra.

A tengervíz ezeken a területeken finom cseppekben porlik és még a tengerparttól 10 km távolságra is jól mérhető mennyiségben ülepszik ki a különböző felületeken [1]. Hatására a szigetelők felületi szigetelési sajátságai leromlanak — különösen, ha a sósködös levegőhöz tartósan magas légnedvesség értékek társulnak — a fém felületeken pedig elektrolitikus korrózió — a fémes-anyag szerkezetben betöltött szerepétől és elhelyezkedésétől függően — a készülék esztétikai megjelenését ronthatja (dekoratív felületek), de kihathat a szerkezeti szilárdságra (a mechanikai konstrukció anyagainál) vagy ronthatja a villamos funkció képességet is (pl. villamos érintkezőknél).

Ezért a híradástechnikai gyakorlatban a sósködállósági vizsgálat nem tekinthető korróziós vizsgálati módszernek, és mint a korrózióállóság megítélésének generális módszere más területeken sem alkalmazható. Alkalmazásánál ügyelni kell arra, hogy a sósköd hatását nemcsak a tengertől való horizontális és vertikális távolság, hanem a szerkezet — készülék elhelyezése (pl. zárttér) a tokozása (doboz, szekrény) is jelentősen csillapítja.

Ezért tokozott készülékeket vagy szekrényes berendezéseket mindig tokozásukkal, vagy ha ez nem lehetséges, akkor a tokozás védőhatásának a mintán más módon való reprodukálásával célszerű vizsgálni. Ha a készülék vagy berendezés üzemszerű elhelyezése zárttér, csak a közvetlen tergerparton, vagy tengeren működő nagy élettartamú objektumok esetében van értelme a vizsgálat alkalmazásának.

A vizsgálati módszerek jellemzése

A vizsgálatnál zárt — általában — szűk toleranciával temperált térbe ciklikusan v. állandóan nátrium-klorid tartalmú vizet porlasztanak. A porlasztást korábban Bernoulli-elven működő fúvókákkal végezték, ezzel azonban sem túlságosan finom eloszlását a ködnek, sem pedig egyenletes ülepedését a vizsgálótér különböző pontjain elhelyezett felületeken nem lehet elérni. Ezért az ilyen módon történő porlasztással a vizsgálat nem jól reprodukálható. Az újabb felépítésű berendezésekben a centrifugál porlasztást alkalmazzák és a vizsgálóteret úgy képezik ki, hogy a vizsgálandó mintákat nem a felszálló köd éri, hanem a nagyobb cseppektől megtisztult finom és eléggé egyenletes eloszlású leszálló köd ülepszik ki azokon.

Ez a módszer nemcsak jobban utánozza a természetben előforduló sós-aerosol hatását, de a vizsgálati módszert térben és időben egyaránt jobban reprodukálhatóbbá teszi.

A sósoldat összetétele lehet ún. „mesterséges tengervíz", amely nátriumklorid mellett a tengervíz többi jellemző összetevőjét a tengervíz átlagos összetételének megfelelő arányban tartalmazza.

Ilyen mesterséges tengervíz összetételét írta elő a korábbi magyar szabvány is [2]:

nátriumklorid	27 g
magnéziumklorid	6 g
káliumklorid	1 g
kálciumklorid	1 g

1 liter desztillált vízben oldva.

Az IEC TC 50 4 sz. munkabizottsága összehasonlító laboratóriumi vizsgálatai, amelyeket a híradástechnikában jellemzően alkalmazott különféle anyagokon több laboratóriumban párhuzamosan végeztek, azt bizonyítják, hogy az 50±1 g/l nátriumkloridot tartalmazó sóoldat és a fenti bonyolultabb összetételű tengervíz hatása között, egyébként azonos vizsgálati feltételek mellett, nem mutatható ki jellemző különbség [3]. Ezért a jelenlegi előírások az egyszerűbb 5% nátriumklorid oldat alkalmazását írják elő.

Ugyancsak a korábbi előírások alkalmazták a ciklikus porlasztási módot. Pl. az idézett MSZ szerint óránként 1/4 óráig tartott a sósköd porlasztása. A ciklikus vizsgálat alkalmazását az az elgondolás indokolta, hogy a sósköd hatásának kifejlődéséhez esetenként idő kell. Pl. akkor, ha a hatást nem a sósköd puszta jelenléte okozza, hanem ún. felületi lokál elemek kialakulásával elektrolitikus korrózió, amely nem tartozik a pillanatszerűen lejátszódó folyamatok közé.

A jelenlegi módszerfejlesztési irányzatok e helyett a folyamatos, gyorsabb és egyszerűbb porlasztási módszer alkalmazását részesítik előnyben és ha a fenti időigényes folyamat hatását is vizsgálni kívánják, akkor a sósköd vizsgálatot sorozat-vizsgálatként ajánlják előírni valamilyen nedves-meleg hatást reprodukáló vizsgálattal [3]. A lassú elektrolitikus folyamat a mintán — amelyre pl az 1 évi használatánál kiülepedő sómennyiséget ülepítették ki a sósködvizsgálat során — a nedves meleg szakaszban játszódik le. Ez az elv ugyancsak jobban megfelel a természetben előforduló hatásoknak és ennek az elvnek az alkalmazásával a vizsgálat jobban reprodukálható.

A vizsgálat hatását és reprodukálhatóságát nagyon nagy mértékben befolyásolja a minták helyzete a vizsgálótérben. Ezért készülék- és alkatrészmintákat alkalmazási helyzetüknek megfelelően, anyag v. lemez mintákat (pl. anyagok v. védőbevonatok összehasonlításánál) pedig azonos helyzetben (pl. 45° dőlésszöggel) kell vizsgálni.

A szabványos sósködállósági vizsgálati módszer jellemzői és alkalmazási körülményei.

Az IEC 68—2—11 (1964) publikáció és a jelenleg érvényes MSZ 8888/10—71 leírt módszer főbb vonalaiban és a következőkkel jellemezhető:

A vizsgálótér hőmérséklete: 35±2 °C;

Az oldat összetétel: 50±1 g nátriumklorid 1 liter desztillált v. ioncserélt vízben feloldva, az oldat kémhatása 6,5—7,5 pH értékű;

A porlasztás állandó;

A kiülepedett köd mennyisége: 0,95—2,5 ml/dm² óra.

A vizsgálat időtartama: max. 168 óra, de a termék zabvány

1. táblázat

A degradáció		hibatípus	ellenőrző mérés
oka:	mechanizmusa		
A sósköd jelenléte	vezetés a felületen képződött elektrolitban	a felületi ellenállás csökkenése	felületi ellenállás villamos szilárdság
	pillanatszerű kémiai reakció a felületen	a felületi vezetőképesség csökkenése	érintkezési ellenállás jósági tényező (hullámvezetőknél)
Elektrolízis sósköd réteg segítségével	elektrolitikus korrózió mikrolokál-elemben	esztétikai értékcsökkenés feszültség korrózió	vizuális megfigyelés mechanikai szilárdság
	el. folyamatok makroelemben külső potenciál hatására	elektrolitikus korrózió (pl. tekercseknél) fémmigráció szigetelőfelületen	ohmos ellenáll. szig. ellenáll. villamos szilárdság

a minta felépítésének és alkalmazásának megfelelően ennél rövidebb időt is előírhat.

A sósköd eloszlására az IEC publikáció nem tartalmaz szigorú megkötést.

A magyar szabvány a korábbi gyakorlatnak megfelelően előírja a méreteloszlást és ellenőrzéséhez — a szabvány függelékében — mikroszkópi módszert ad meg.

A vizsgálandó mintákat igénybevétel előtt és után meg kell vizsgálni a vonatkozó termékszabvány előírásai szerint. Ha ez a vizsgálat villamos mérés, akkor esetenként az állandósítás előírása is indokolt.

Főleg azokban az esetekben, ha ez a vizsgálat korróziós megfigyelést jelent, megengedhető, hogy a kiértékelést megelőzően a kiülepedett sóréteget folyóvizes mosással eltávolítsák, ha ez lehetséges (a minta felépítése megengedi).

A fenti módszer kivitelezésére több hazai laboratóriumban — pl. a BHG és TRT laboratóriumaiban — van lehetőség.

A vizsgálóterek hasznos űrtartalma általában egy v. kétszáz liter, de gyártanak 500 l hasznos űrtartalmú vizsgálóberendezéseket is.

A sósköd hatására lejátszódó lehetséges degradációs folyamatokat, az általuk okozott típus-hibát és ellenőrzésének módját az 1. táblázatban foglaltuk össze.

IRODALOM

[1] *M. Rychtera—Bartáková:* Villamos berendezések trópusállósága, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1964.
[2] MSZ 8888/10—63.
[3] IEC TC 50 (Secr.) 208 1973 Febr.
[4] IEC Publ. 68—2—11 1964.
[5] MSZ 8888/10—71.

Dr. Dékány Lászlóné
Beloiannisz Híradástechnikai
Gyár Gyártmányvizsgáló Osztály

A magyar híradástechnikai ipar helyzete és feladatai

Asztalos Lajos miniszterhelyettes meghívott újságírók előtt ismertette iparágunk helyzetét és feladatait, majd kötetlen beszélgetés során válaszolt a feltett kérdésekre. Alábbiakban a tájékoztató anyagából néhány kiemelt gondolatot ismertetünk olvasóinkkal.

Bevezetőül a híradástechnikai ipar jelen helyzetéről volt szó.

Az iparilag fejlett országokban mind a berendezésgyártás, mind az alkatrészgyártás fejlődésében az elmúlt években alapvető változások következtek be. Erőteljesen felfutott a számítástechnika, előtérbe került a professzionális berendezések fejlesztésének meggyorsítása, egyre jobban terjed az automatizált tömeggyártási technológiák alkalmazása. Meredeken növekszik a nagy megbízhatóságú miniatűr és mikrominiatűr alkatrészek és integrált áramkörök iránti igény. A közszükségleti elektronika részaránya is emelkedő tendenciát mutat.

Ezek a változások a magyar híradástechnikai alágazat arculatán is megtalálhatók, csupán bizonyos színvonalbeli és időtényezőket kell figyelembe venni. A magyar híradás- és vákuumtechnikai alágazat struktúrája, a berendezések fejlesztésének eredményei és a szocialista táborban kialakult szerepünk következtében a professzionális híradástechnika felé tolódott el.

Új profil nálunk is a számítástechnika, amelynek hatása a berendezésgyártás egyes területeire és az alkatrésziparra egyelőre beláthatatlan.

Továbbiakban a miniszterhelyettes az iparágnak a népgazdaságban betöltött szerepéről beszélt, majd az alágazat fejlődéséről a IV. ötéves tervidőszak első három évében.

A IV. ötéves tervidőszakra kidolgozott vállalati középtávú tervek és minisztériumi középtávú tervkoncepció eleve olyan iparpolitikai elgondolásokból indult ki, amely kedvező elmozdulást irányzott elő az alágazat termékszerkezetében, a termelésben és értékesítésben, általában a korszerűbb és gazdaságosabb termékstruktúra irányába.

A IV. ötéves tervidőszakra tervezett termékszerkezet korkorszerűsítéssel kapcsolatos részeredmények röviden az alábbiakban foglalhatók össze:

— az alágazatban jelentősen nőtt a fényforrások termelésének részaránya, amely a gazdaságos tőkés export dinamikus növelését is eredményezte,

— a telefonközpontok területén nő a kedvező devizakihozatalú alközpontok tőkés értékesítése és megtörtént a korszerű crossbar főközpontok gyártásának honosítása,

— az átviteltechnikai berendezés gyártmányösszetétele 70%-ban — hosszú távon is — kiskoaxiális berendezések gyártása irányába tolódik el,

— jelentős változást okoz a számítógépek és perifériák, valamint adatátviteli berendezések fejlesztése és a gyártás dinamikus növekedése.

Összességében az alágazat termelését mintegy 13%-ban érintették a gazdaságtalan termékszerkezet vizsgálatával, átalakításával kapcsolatos intézkedések. A jelenlegi tervidőszakban a struktúrális részarányváltozás számszerűen kb. a következő képet mutatja:

	1970 %	1975 %
Teljes termékszerkezet	100	100
Hírközléstechnikai berendezések	21	26
Számítógépek és perifériák	0,1	10
Közszükségleti termékek	19	12,6
Villamos fényforrások	7,4	11,5
Elektronikus alkatrészek	11	11,7
Vákuumtechnikai gépek	5	4,8
Egyéb híradástechnika	36,5	23,4

Fejlődik az iparág szocialista és tőkés exportja.

A híradás- és vákuumtechnikai alágazat jellegzetesen exportintenzív, vagyis a termelésnövekedés ütemét mindenkor megelőzte az export dinamikája. Szemléletesen mutatja ezt az export részarányának növekedése a termelés százalékában, amely

1950-ben	25,4%
1955-ben	33,3%
1960-ban	38,8%
1965-ben	42,9%
1970-ben	45,—% volt, és
1975-ben várhatóan	59,—% lesz.

Az alágazat termékeinek döntő többségét elsősorban a szocialista országokba exportálja. Legjelentősebb vásárlónk a Szovjetunió, ide irányul a professzionális berendezések exportjának jelentős hányada, elsősorban mikrohullámú berendezések, távbeszélő-központok, átviteltechnikai és stúdió berendezések, autórádiók, számítástechnikai eszközök és vákuumtechnikai gyártó berendezések. A Szovjetunió után fontossági sorrendben Csehszlovákia, Lengyelország, majd az NDK következik. Románia egyelőre nem jelentős piac.

A tőkés exportban a részesedést tekintve az ágazati és KGM-kivitelhez képest a híradástechnika egyaránt a második helyen áll. Elsősorban vákuumtechnikai termékek és berendezések teszik ki ennek az exportnak nagyobb hányadát. Jelentős exportáló még a VIDEOTON is.

Jelentősebb tőkés piacok az NSZK, ahova a vákuumtechnikai termékeket, alkatrészeket és híradástechnikai készülékeket szállítunk. Angliába telefonközpontokat, vákuumtechnikai termékeket, Ausztriába tv-vevőket és izzólámpákat szállítunk. Exportálunk még olasz, francia, amerikai és kanadai piacra is. Nagyon fontos tőkés reláció India és a közelkeleti országok: Szíria, Libanon, Egyiptom, Algéria, ahova nagyszámú híradástechnikai berendezést szállítunk A vákuumtechnikai termékeket csaknem a világ minden országába exportáljuk.

A vezetékes hírközlési technikában az Ericsson licenc honosítás nyomta rá bélyegét a műszaki fejlesztésre. Létrehoztuk az új főközpont gyártó bázisát és megindult a kiskoaxiális berendezések gyártása.

Kifejlesztettük a PCM alapberendezéseket is és kialakult a szovjet gáz- és olajvezetéki hírrendszer vezetékes hálózata, amely a meglevő gyártmánycsaládokra alapozódik. Korszerű világszínvonalon álló harmadik generációs adatátviteli berendezések és katódsugárcsöves megjelenítő (display-k) fejlesztése is megtörtént.

A távbeszélő-központok területén olyan választékot fejlesztettünk ki, amely tetszőleges méretű és bonyolultságú távbeszélő-hálózatok kialakítását teszi lehetővé alközpontok, főközpontok, és rural-központok különböző típusaival.

A mikrohullámú technikában a 2, 4, 6 GHz után a 8 GHz-es tartományt is birtokba vettük. Ezek a berendezések analóg és digitális jelek átvitelére is alkalmasak. Lassan terjed az IC-technika is, főleg a körzeti berendezésekben.

Az URH-rendszerek területén továbbfejlesztettük a mozgoszolgálati rádiórendszereket, amelyek díszpécser, nem nyilvános és nyilvános hálózatokra tagozódnak és utóbbiak nagyfokú automatizáltsággal csatlakoztathatók a posta országos vezetékes távbeszélő hálózatához.

Az akusztikai profilban elsősorban a generációváltás problémáit kellett megoldani és kifejlesztésre kerültek az információ-közlő és oktatástechnikai berendezések. Oktató magnetofon licencet is vásároltunk. A mágneses hangrögzítés területének kiemelkedő fejlesztési eredménye az automatizált üzemmódra is alkalmas stúdió magnetofon.

A számítástechnikában honosítottuk a kisszámítógép, valamint mágnestárcsás memóriák gyártását. Jelentős magyar fejlesztés a kazettás magnetofon bázisán kidolgozott mágnesszalagos adatfeldolgozó perifériális berendezés.

Az elektronikai alkatrészek esetében az erőfeszítéseket a mikroelektronikai kutatásfejlesztésre koncentráltuk azzal a koncepcióval, hogy ennek hazai bázisát saját erőre támaszkodva nem tudjuk megoldani. Mindenképpen szükséges élenjáró technológia és berendezések megvétele. A hazai fejlesztés lényegében azt szolgálta, hogy saját lehetőségeinknek megfelelően az átmeneti időszakban biztosítsunk bizonyos áramkörgyártást és mind a fejlesztés, mind a gyártás és alkalmazás felkészüljön az új technológia fogadására.

Kidolgoztuk az analóg integrált áramkörök alaptechnológiáját, megtörtént nagysebességű TTL mintaáramkör kidolgozása és megindult a kísérleti gyártás. MOS kísérleti félüzem létrehozása most van folyamatban. Szigetelő alapú vékony és vastagréteg áramkörökből mintegy 100 típust fejlesztettünk ki és vettünk gyártásba a 200 edb/év kapacitású kísérleti félüzemben.

Siemens licenc alapján gyártjuk a ferritgyűrűs memóriatárakat. Kifejlesztettük félvezető memóriák laboratóriumi példányait.

A klasszikus alkatrészek területén jelentős előrehaladást tettünk az élettartam, megbízhatóság és miniatürizálás terén egy sor új típus kifejlesztésével. Megvalósítottuk — licenc alapján — a kétoldalon fémezett lyukgalvanizált nyomtatott áramköri lemezek gyártását.

A fényforrások területének legjelentősebb eredménye a 3500 db/óra teljesítményű lámpagyártó sor kidolgozása és a Ribbon-sor megvétele, amellyel a lámpagyártást világszínvonalra emeltük. Egy sor eredmény mellett kiemelkedő a nagynyomású nátriumgőz-lámpa, szimbólumkijelző csövek, a 2000 db/óra teljesítményű normál lámpasor kifejlesztése.

Az alágazatnak széles körű kapcsolatai alakultak ki csaknem mindenegyes szocialista országgal. Ezekben a kapcsolatokban elsősorban a kereskedelmi jelleg dominál és kevésbé a munkamegosztás. Kissé leegyszerűsítve ennek az az oka, hogy a hazai híradástechnikai ipar erősen export-orientált és gyártmányainak igen jelentős része mind a műszaki színvonal, mind a szolgáltatások tekintetében a KGST-országokban élenjár.

A szocialista gazdasági integráció megvalósításához sok egyéb fontos tényező mellett a magunk részterületén a széles körű szakosítási, kooperációs és műszaki tudományos együttműködési kapcsolatok kialakítása szükséges. Igen komoly erőfeszítéseket tettünk ilyen kapcsolatok létrehozására és van is egy pár reményekre jogosító kezdeményezés. Csak a fontosabbakat említve, pl.: kormányközi egyezmény szabályozza a számítástechnikai együttműködést. Minisztériumok közötti megállapodás született a nagyon perspektivikus kvázi-elektronikus központok közös fejlesztésére a Szovjetunióval. Ugyancsak a Szovjetunióval kötöttünk nagy fontosságú szakosítási egyezményt mikrohullámú berendezések, jelentéstárolók és egyes rádió-mérőműszerek hazai, légiforgalmi berendezések, valamint nálunk nem gyártott mérőműszerek Szovjetunióban való gyártására. Az Egyesült Izzónak az NDK-val, a VIDEOTON-nak a lengyelekkel van érvényes szakosítási szerződése. E szakosítási szerződéseket fényforrások, vevőcsövek, speciális elektroncsövek, hullámváltók, diszkrét félvezetők, kontakt elemek gyártására kötötték.

A fejlesztés iránya a fontosabb szakágazatok területén

A *telefóniában* a nagykapacitású kvázi-elektronikus, illetve elektronikus központokkal kapcsolatos kutatás és PCM-rendszerek telefontechnikai alkalmazása, az IDHR kidolgozásában való részvétel, továbbá egy univerzális számítógépes vezérlésű elektronikus telefonközpont-rendszer licencének a megvásárlása a fő feladat.

Az *átviteltechnika* területén megoldandó feladat a különféle ipari hírközlő hálózatok komplex szállításához szükséges berendezések választékának kifejlesztése. További teendő a PCM-berendezések körének bővítése, az adatátviteli berendezések választékának további kiegészítése az ESZR nómenklatúra alapján.

A *mikrohullámú* berendezések továbbfejlesztése révén létrehozzuk a harmadik generációs magas szinten automatizált, jelentősen csökkentett térfogatú és fogyasztású változatokat. Célul tűztük ki a 10—20 GHz-es tartományban működő leágazó és önálló hírhálózati berendezések kifejlesztését.

A *stúdiótechnikában* megkezdjük az automata adáslebonyolító rendszert, különféle hangrendszerek, harmadik generációs 6—8—12 csatornás keverők és hangközvetítő kocsik kidolgozását. Foglalkozni fogunk elektret kondenzátor, fejhallgató és mikrofon, valamint szilárd test előerősítő fejlesztésével.

Az *alkatrészipar* legfontosabb fejlesztési feladata az integrált áramköri tömegbázis létrehozása és az ehhez kapcsolódó mikro miniatűr alkatrészek, kapcsoló és csatlakozó elemek fejlesztése.

A *számítástechnikában* — mivel ezeknek a termékeknek nagy részét szovjet piacon akarjuk értékesíteni — a fejlesztést a szovjet gazdaság tényleges igénye szerint végezzük. Főbb feladataink a következők:

— R—10-rendszer további bővítése,
— ESZR nagy perifériák csatolása R—10-hez,
— intelligens terminálok kialakítása,
— új működési elvű perifériák fejlesztése,
— NC vezérlő rendszerek kialakítása,
— új rendszerű tárolók fejlesztése,
— ember-gép kapcsolatát szorosabbá tevő perifériák kidolgozása.

A *fényforrások* területén a fő irány további nagyteljesítményű és teljesen automatizált gépsorok és rendszerek kidolgozása, mint pl.

— 4000 db/óra teljesítményű miniatűr lámpagyártó sor,
— 3000 db/óra kapacitású fénycsőgyártó sor,
— 1200 db/óra kapacitású autó fényszóró gyártósor,

Új típusú fényforrások (fémhalogén-lámpák, nátriumgőzlámpák) gépsorainak fejlesztése.

Tervezett struktúraváltozások

Belső átalakulás történik az alkatrésziparban a korszerű félvezetők és integrált áramkörök erős ütemű gyártás növelésére.

Az arányváltozásokat az V. ötéves tervidőszakban 1975-höz képest a következő számok mutatják.

	1975 %	1980 %
Hírközléstechnika-berendezések	26,0	30,0
Számítógépek és perifériák	10,0	11,6
Közszükségleti termékek	12,6	8,0
Villamos fényforrások	11,5	13,5
Elektronikus alkatrészek	11,7	15,0
Vákuumtechnikai gépek	4,8	5,1
Egyéb híradástechnika	23,4	27,8
Teljes termékszerkezet	100,0	100,0

A passzív és elektromechanikus alkatrészeknél a fejlesztés iránya egy jelenleginél szűkebb választék és gazdaságos tömeggyártás kialakítása, amely lényeges struktúraváltozást is jelent. Néhány típusban a termelésnövekedés jelentős lesz, míg másokban csökken a KGST-ben tervezett kooperáció eredményeképpen is.

Az integrált áramköri gyártás nagy változást és arányeltolódást fog okozni, mert döntő mértékben fogja befolyásolni a konstrukció kialakítását és az alkatrészipar további fejlődését.

A tájékoztató végén Asztalos Lajos miniszterhelyettes a nemzetközi együttműködés fontosabb feladatairól beszélt.

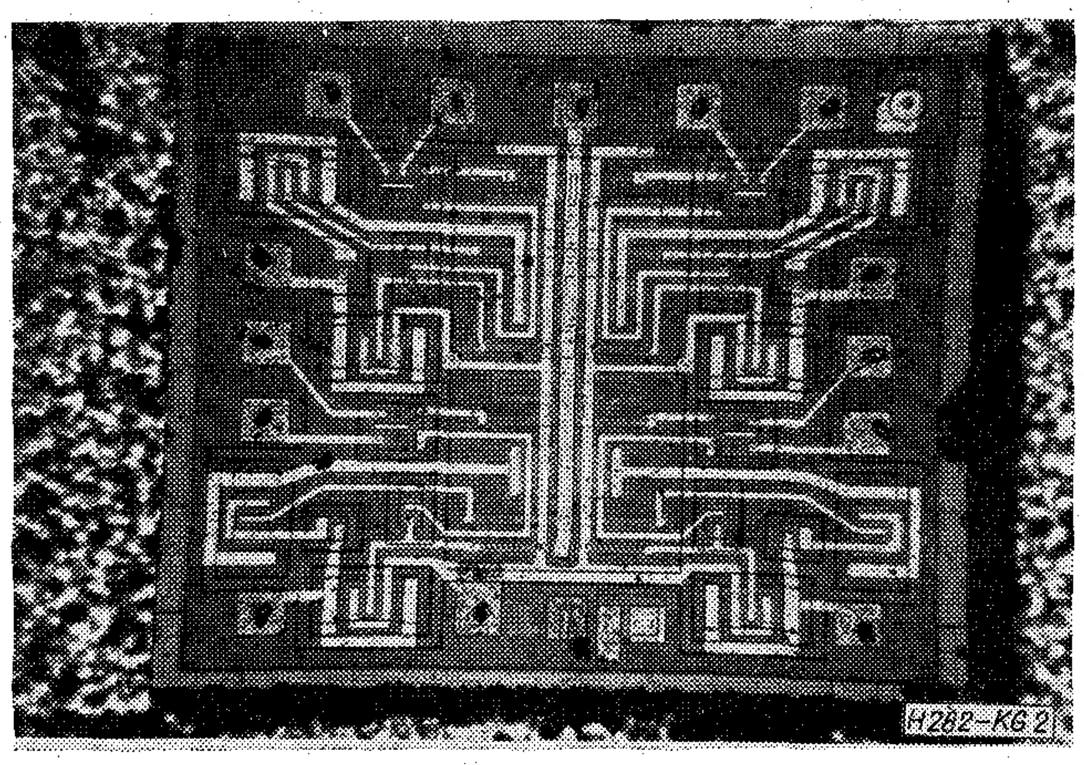
B. Gy.

KALMÁR GÁBOR
EIVRT Ágazati Félvezetőfejlesztés

A hibaanalízis beépítése a megbízható integrált áramkörök fejlesztési folyamatába

ETO: 621.049.7.019.3 – 111

Hazánkban az integrált áramkörök tömeggyártása az első TTL áramkör kifejlesztése után, 1971-ben indult meg. A kezdeti fejlesztés az RTL áramkörcsalád előállítását célozta, de az ipar igénye időközben a TTL integrált áramkörök felé tolódott el. Ez természetesen nem véletlen, hanem ennek az áramkörcsaládnak a jó rendszertechnikai alkalmazhatóságát bizonyítja. Az első hazai TTL áramkör kifejlesztése idején már elterjedt a felhasználók között a TEXAS SN 74...N áramkörcsalád előnyös elektromos és megbízhatósági tulajdonságai miatt.



2. ábra. A TL 7400 elem fényképe

A fejlesztés folyamatábrájának ismertetése

Az 1. ábra szerinti módszert követve láttak a munkához a TUNGSRAM fejlesztői.

Megbízható integrált áramkörök fejlesztésének folyamatábrája

1. ábra. Megbízható integrált áramkörök fejlesztésének folyamatábrája

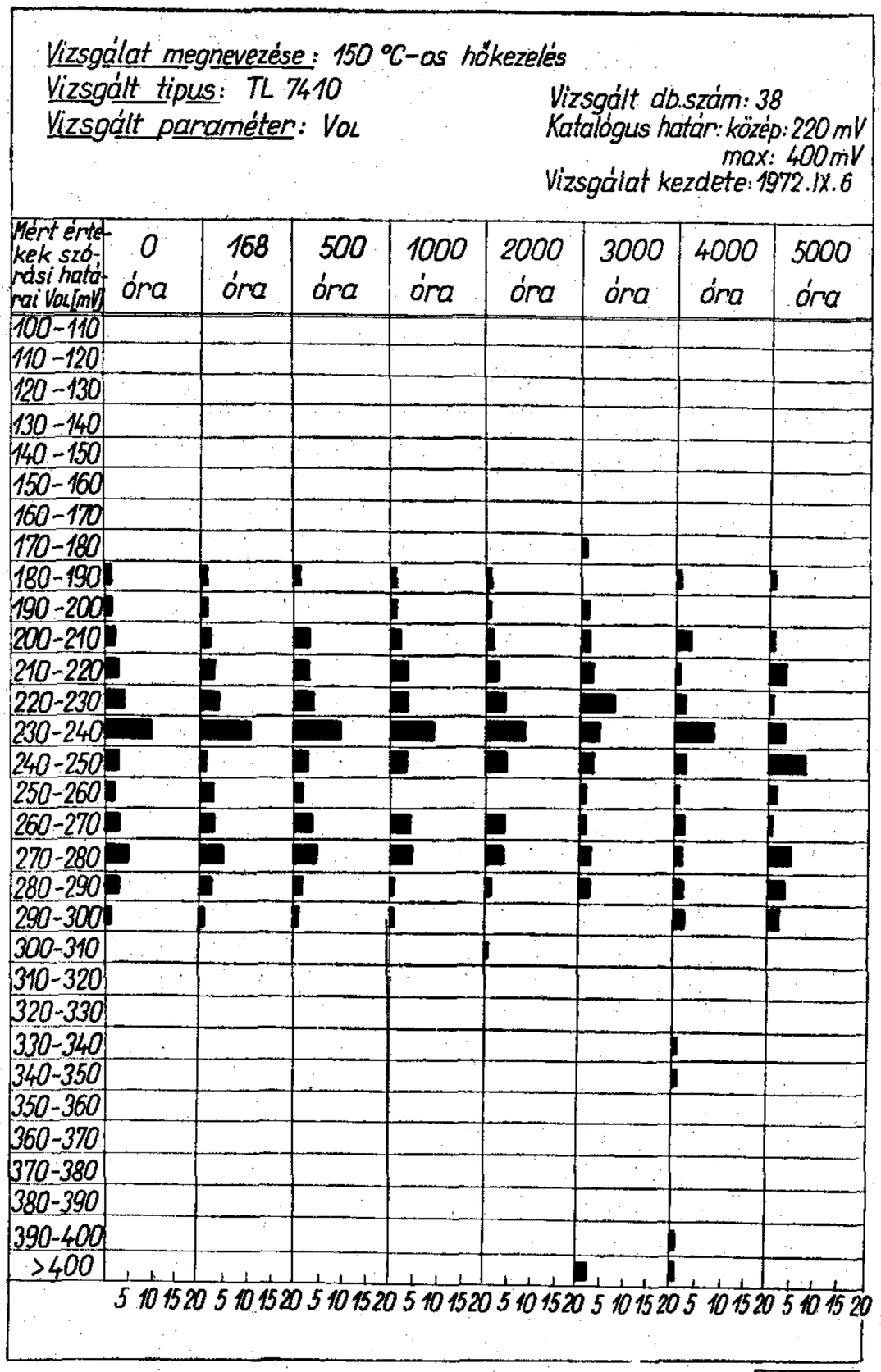
A célkitűzés — mint az előzőekből is kitűnik — az volt, hogy elektromos paramétereiben és megbízhatósági jellemzőiben ekvivalens áramköröket fejlesszünk ki az SN 74...N sorral.

A megvalósítás során, mind statikus, mind dinamikus paraméterek vonatkozásában a céltípussal azonos áramkört sikerült fejlesztőinknek kidolgozniuk (2. ábra). A 0...70 °C hőfoktartományban az elektromos paraméterek drifftje megegyezik a céltípussal. Ez természetesen nehéz és sokirányú fejlesztő munkát igényelt. Az ebben az időszakban végzett kísérletek eredményei megmutatták, hogy egyes hibamechanizmusok hatását adott korlátok alá kell szorítani a megvalósítás során. A későbbi fejlesztési időszak feladata ezeknek a hibamechanizmusoknak a további kutatása. Az 1. ábra szaggatott nyila erre utal. Evvel részletesebben majd a hibaanalízis résznél foglalkozunk.

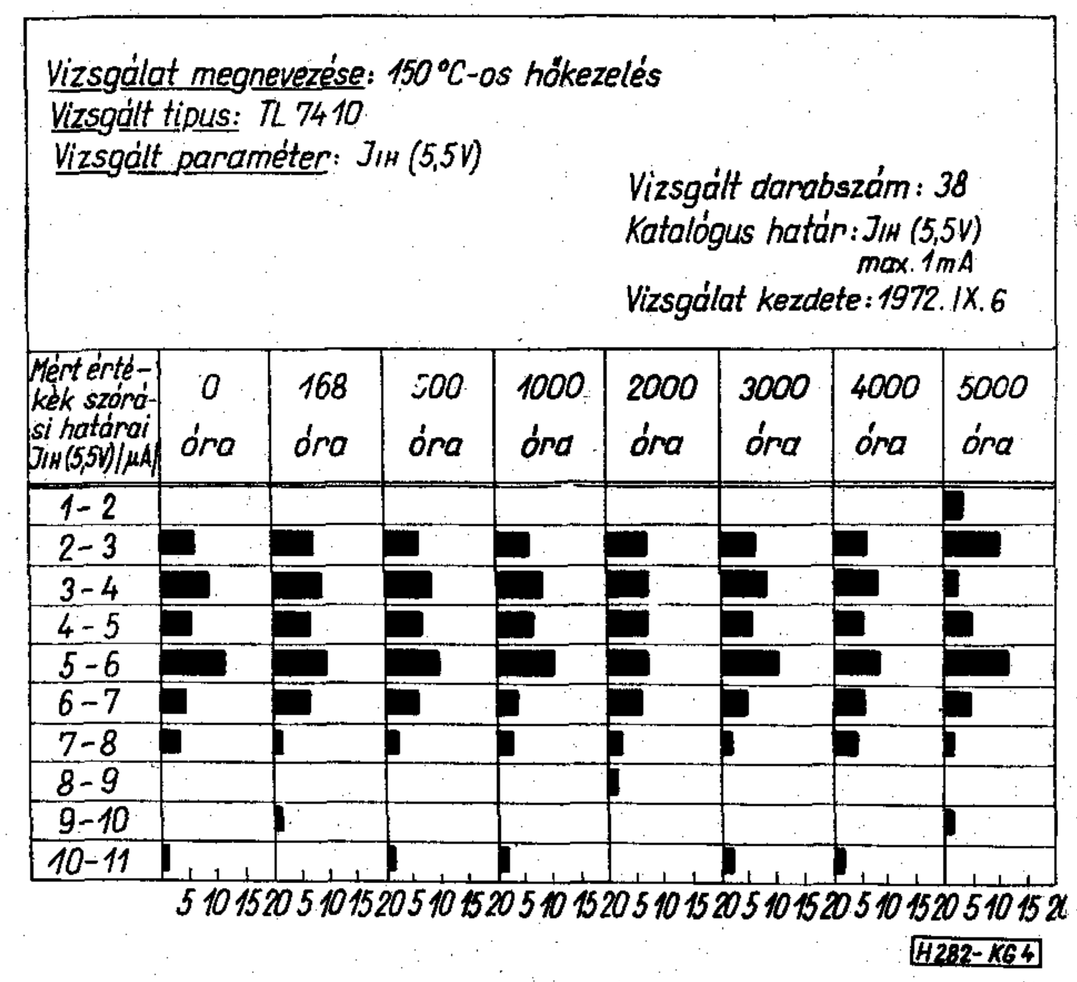
Az eredmény az elektromos paraméterek mellett a megbízhatóságot is biztosította. A technológia és a megbízhatósági munka jó összhangjának, ill. a megfelelő visszacsatolásnak volt köszönhető az elemek felületének jó passziválása, amely a stabilitás szempontjából döntő volt. Hasonló munka eredménye volt az ún. kevert fémezési technológia kidolgozása is. A már gyártásba kerülő típusok megbízhatósági vizsgálati rendszere, másnéven „B" vizsgálati rendszere folyamatos ellenőrzéssel biztosítja a gyártmányaink minőségét. Ez a „B" vizsgálati rendszer, amely a TL 74...(SN 74...N) műanyag tokozott TUNGSRAM integrált áramkörökre vonatkozik, felépítésében és szigorúsági fokában megegyezik a megfelelő IEC ajánlásokkal, ill. a hasonló vizsgálati rendszerekkel. Egyes általunk ismert vizsgálati rendszereknél még szigorúbb is. A vizsgálatok szerepét, szigorúságát, ill. hibamechanizmusokat gyorsító hatását már más dolgozatban kifejtettük, ezért itt erre nem térünk ki [1, 2]. A célkitűzés eredményes megvalósítását bizonyítja, hogy a 150 °C — 5000 órás hőntartásos vizsgálat során kiváló paraméterstabilitást mérhettünk a gyártott integrált áramköreinken. A 3. ábra a TL 7410 típusú áramkör V_{OL}, míg a 4. ábra az I_{IH} (5,5 V) paraméterének 5000 órás vizsgálat alatti stabilitását bizonyítja. Az V_{OL} stabilitása a kötések minőségét, az I_{IH} az elem felületének jó passziválását igazolja.

A megbízható eszköz gyártása a technológia függvénye. A technológiának szigorú betartása és ellen-

Beérkezett: 1974. III. 7.



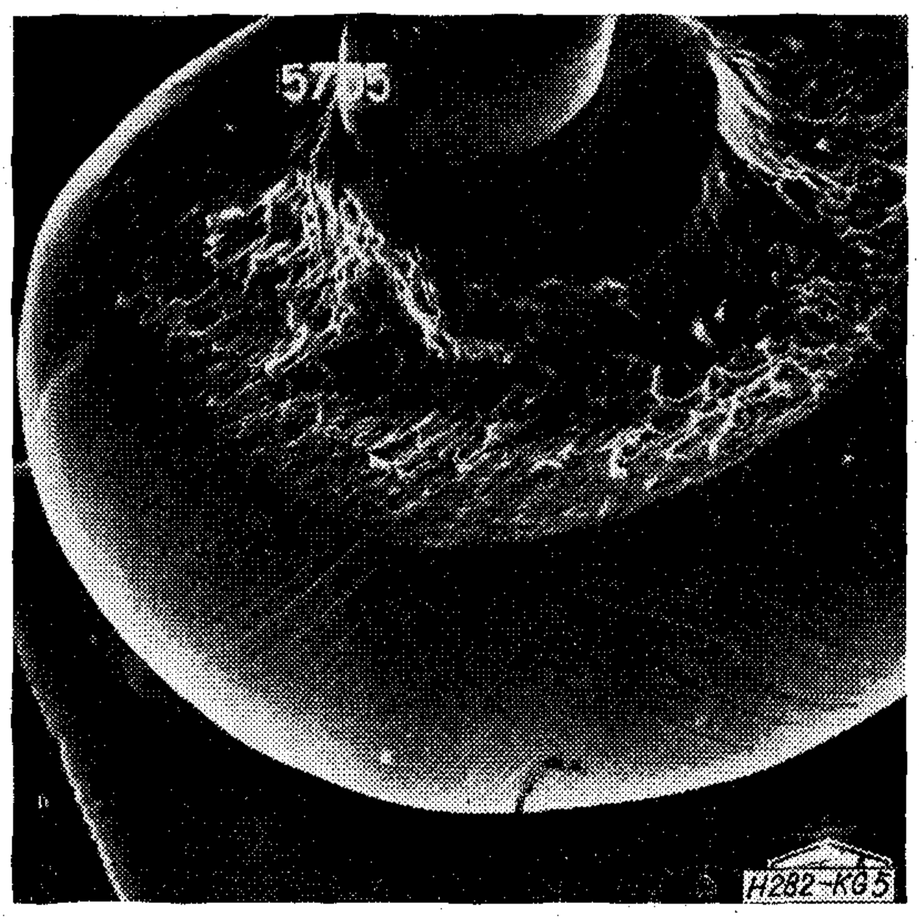
3. ábra. TL 7410 típusú áramkörök 150 °C hőntartásos vizsgálata során 5000 óráig felvett V_{OL} paraméter eloszlása



4. ábra. TL 7410 típusú áramkörök 150 °C hőntartásos vizsgálata során 5000 óráig felvett $I_{IH}(5,5V)$ paraméter eloszlása

őrzése a biztosítéka a megfelelő minőségű integrált áramkörök gyártásának.

A fejlesztés időszakában számos kísérletet végeztünk speciális fémtokba szerelt példányokon, amelyek mikroszkópos megfigyelést is lehetővé tettek.

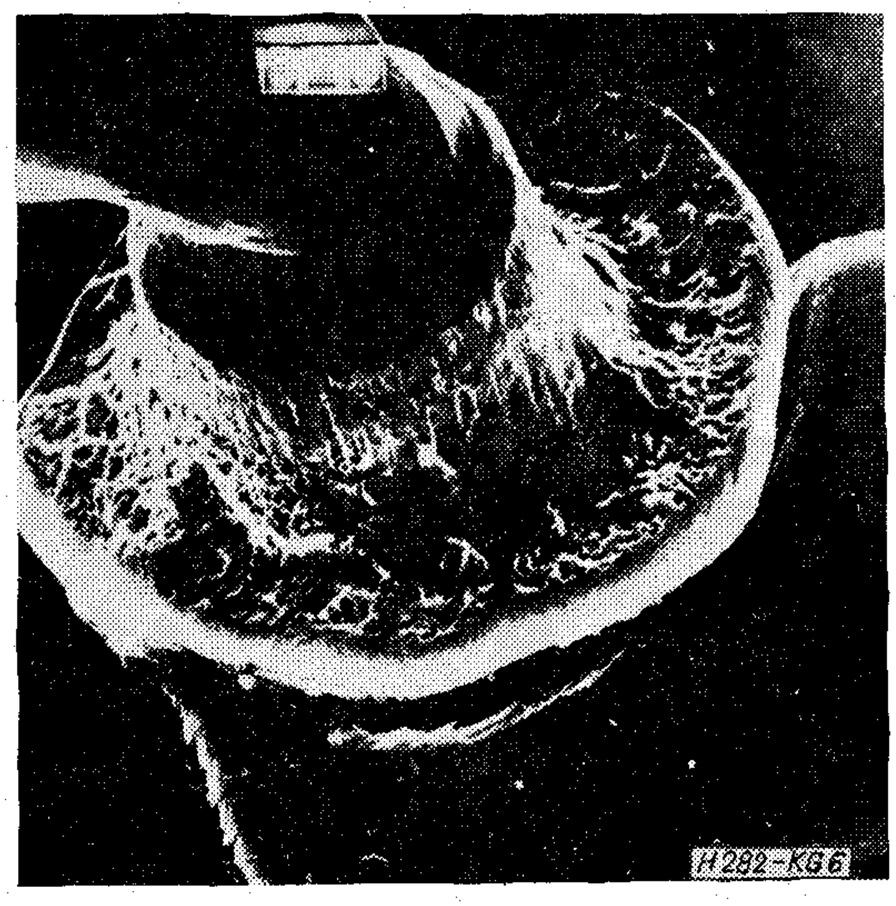


5. ábra. Megfelelően kialakított termokompressziós gömbkötés. A nyomás hatására keletkezett csúszási síkok a gömb oldalán megfigyelhetők (PEM 1000X)

A megbízhatósági munkához és a hibaanalízishez igyekeztünk felhasználni, illetve bevonni a legmodernebb eszközöket.

A planártechnológia jelenlegi színvonala a térfogati meghibásodásokat az előző technológiákhoz képest minimálisra csökkentette. Tapasztalataink alapján állíthatjuk, hogy a közelmúlt, ill. napjaink problémája — főleg az integrált áramköröknél — úgy merül fel, mint a *megbízhatóság = a kötés-megbízhatósággal.*

A szerelésben ma még sok a kézi művelet és az olyan ellenőrzési mód, mely erősen függ a munkát végző személyektől. Ezt úgy is lehetne összefoglalóan nevezni, hogy itt a legnagyobb a „humán faktor" szerepe a technológia folyamatában. A félig automatizált műveletek, pl. a felforrasztás és a termokompresszió, valamint az ellenőrzésre, ill. a selejtes példányok kiszűrésére alkalmazott mikroszkópos átnézés a munkát végző személy begyakorlottságától, pillanatnyi lelki- és idegállapotától függően ingadozó minőséget eredményezhet (5. és 6. ábra).



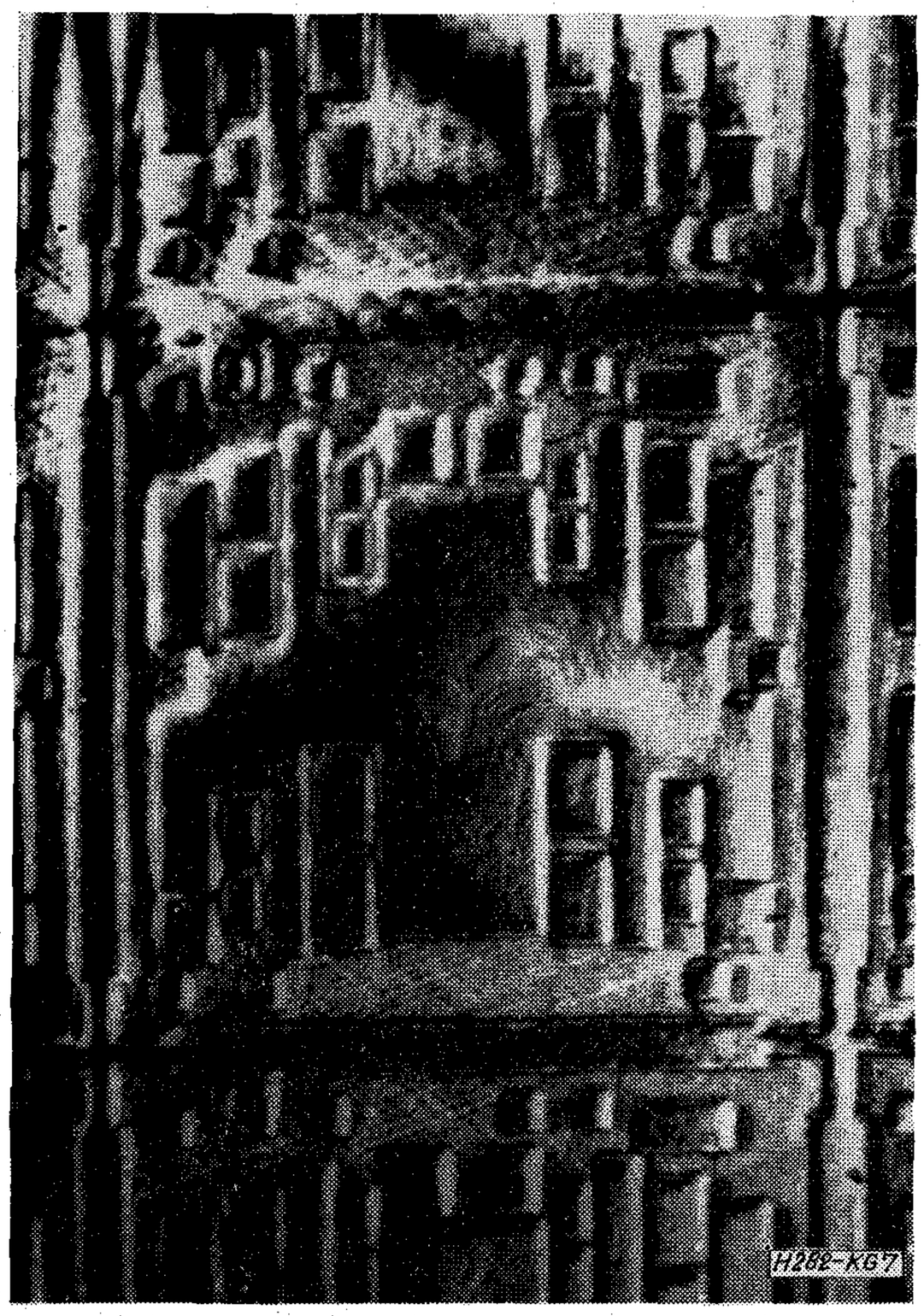
6. ábra. Túlnyomott és a kötési terület szélére termokomprimált kötés (PEM 1000X)

Következésképpen a gyártástechnológiának a szerelés a legkritikusabb fázisa és ezért jelenleg ez determinálja a gyártott félvezető eszköz megbízhatóságát. A szerelés színvonalára jellemző az, hogy milyen ingadozást mutat a különböző szerelési selejtek %-a a gyártás egymásutáni időszakában. Jól beállított szerelés esetén a különböző időszakokból származó, különböző selejtfajták %-a közel azonos. Eddigi tapasztalati adataink alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a szerelés egyenletes minősége a biztosítéka a nagyobb megbízhatóságú félvezető eszköz gyártásának. Tágabb értelemben „megbízhatatlannak" minősül az olyan félvezető eszköz, amely elektromos paramétereit tekintve megfelelő ugyan, de „rejtett" szerelési-tokozási hibákat tartalmaz.

Összehasonlító kísérleteket végeztünk és ennek eredménye alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a gyártott tételek meghibásodási aránya kb. egy nagyságrenddel javítható, ha kiselejtezzük a hibásan szerelt és tokozott eszközöket, még akkor is, ha azok „nulla órán" elektromosan megfelelőek. Ez természetesen elég költséges és nem mindig alkalmazható eljárás.

A megbízható eszközök előállítása, fejlesztése szempontjából nélkülözhetetlen a meghibásodott példányok analízise.

Egyes degradációs folyamatok hatásmechanizmusának a feltárása az alapja ezek kiküszöbölésének, ill. a technológia továbbfejlesztésének.



7. ábra. Röntgentopográfiás felvétel integrált áramköri szeletről a szigetdiffúzió után

Hibaanalízis-módszerek

A fejlesztés, gyártás, a kontrollvizsgálatok, ill. a hibamechanizmusok kutatása céljából igénybevettük a röntgendiffrakciós topográfia, a nagyfelbontású röntgensugaras átvilágítás, a *P*ásztázó (Scanning) *E*lektron *M*ikroszkóp (PEM) és az elektronsugaras mikroanalizátor nyújtotta lehetőségeket.

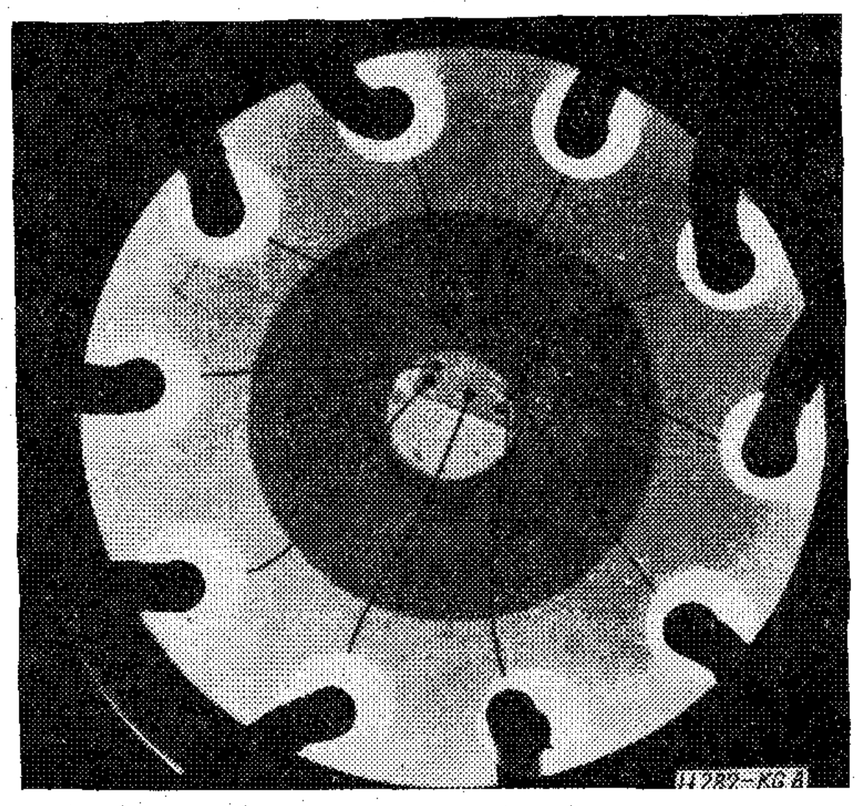
Röntgendiffrakciós topográfia (röntgentopográfia)

A módszert [3] a HIKI, majd az EIVRT Kutató Anyagvizsgáló Laboratóriumában alkalmaztuk a félvezető kristályokban levő rácshibák szerkezetének, keletkezési okainak és hatásuknak tanulmányozása céljából. Az alkalmazott különleges reflexiós technika néhány mikrométeres vastagságú felületi réteg roncsolásmentes vizsgálatát teszi lehetővé. A röntgentopográfiás vizsgálatok során a reflektált sugárnyaláb intenzitása — a kristályról visszaverődve — a helyi rácstorzulások függvényében változik. A leképezés a röntgensugár diffraktált (karakterisztikus) komponenseivel történik. A felbontóképesség határa kb. 2 μm. A 7. ábra egy integrált áramköri szeletről készült röntgentopográfiás képet mutat. Láthatók a sziget diffúziós helyeken megjelenő, a rácsparaméterváltozásból származó diszlokációk. A felvételen megfigyelhetők a sziget diffúziós helyek melletti — nem diffundáltatott — tartományban a sarkokról és élekről kiinduló diszlokációs hurkok.

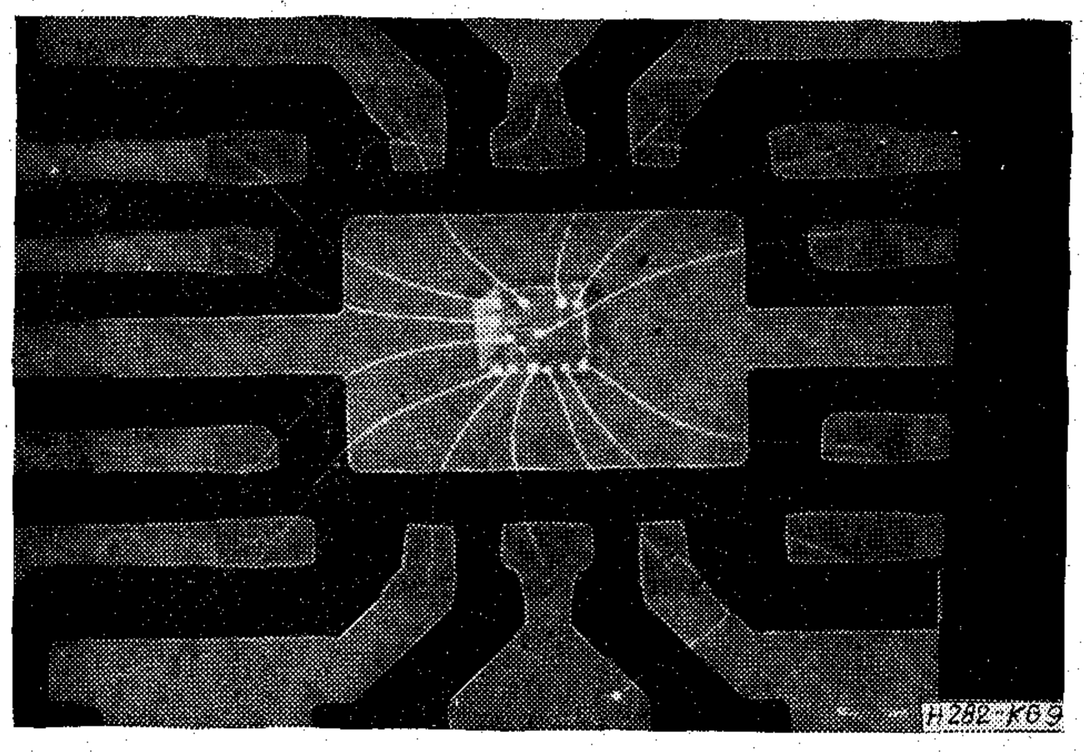
A röntgentopográfiás módszert a diffúziós technológiai lépések változtatásai esetén, ill. új technológiai eljárások bevezetése idején vesszük igénybe. Hibaanalízis eszközeként a nulla órás paramétereknek a beállított középértékektől való eltérése esetén alkalmazzuk.

Nagy felbontású röntgensugaras átvilágítás (röntgenátvilágítás)

A félvezető eszközök roncsolásmentes vizsgálatához használjuk a röntgensugaras eljárás átvilágításos módszerét [4, 5]. Ez biztosítja a szerelési technológia ellenőrzését — felforrasztás, termokompresszió, tokozás—, emellett a roncsolásmentes hibaanalízis esz-



8. ábra. Egy fémtokozott integrált áramkör röntgenátvilágításos felvétele

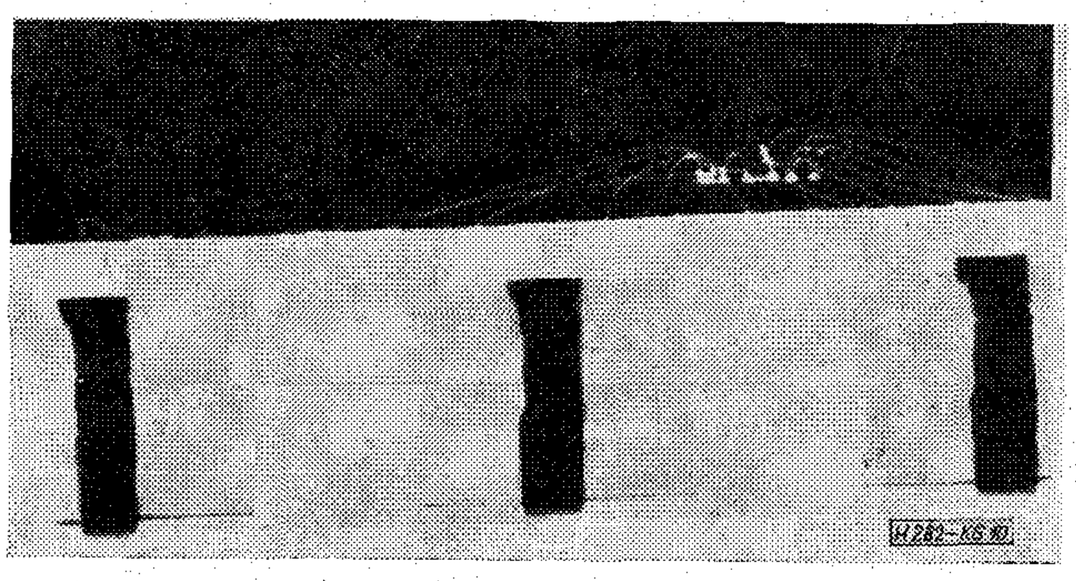


9. ábra. Az egyik termokompressziós kötés felvált a fröccssajtoláskor és az egyik kivezetőn a kettős letűzés után lángvágóval levágott aranyszál nem volt letépve

közeként is használható. A Toshiba-cégnél a műanyag tokozású integrált áramkörök szerelését átvilágítással ellenőrzik [6]. A vizsgálat módját a MIL—STD—453 szabvány rögzíti.

A röntgenátvilágítás technikáját a TUNGSRAM Kutató Anyagvizsgálati Laboratóriumában a fém és műanyagtokozott eszközökre alkalmaztuk. A 8. ábrán egy fémtokozott integrált áramkör röntgenátvilágításos képét láthatjuk. A felforrasztás a termokompressziós gömbök átmérője és a bekötő aranyhuzalok feszítettsége egyenletes. A műanyagtokozás kísérleti beállításának időszakában a nulla órás selejtes példányok analízisénél készült a 9. ábrán látható röntgenátvilágításos felvétel.

Kezdetben az elemtartó lapka nem volt lesüllyesztve a lábak szintje alá, ez azt jelentette, hogy viszony-



10. ábra. A bekötő szálak hurkossága változó. A műanyag láthatóan nem nyomta meg a szálakat. A kép bal oldalán maradék aranyszál látható

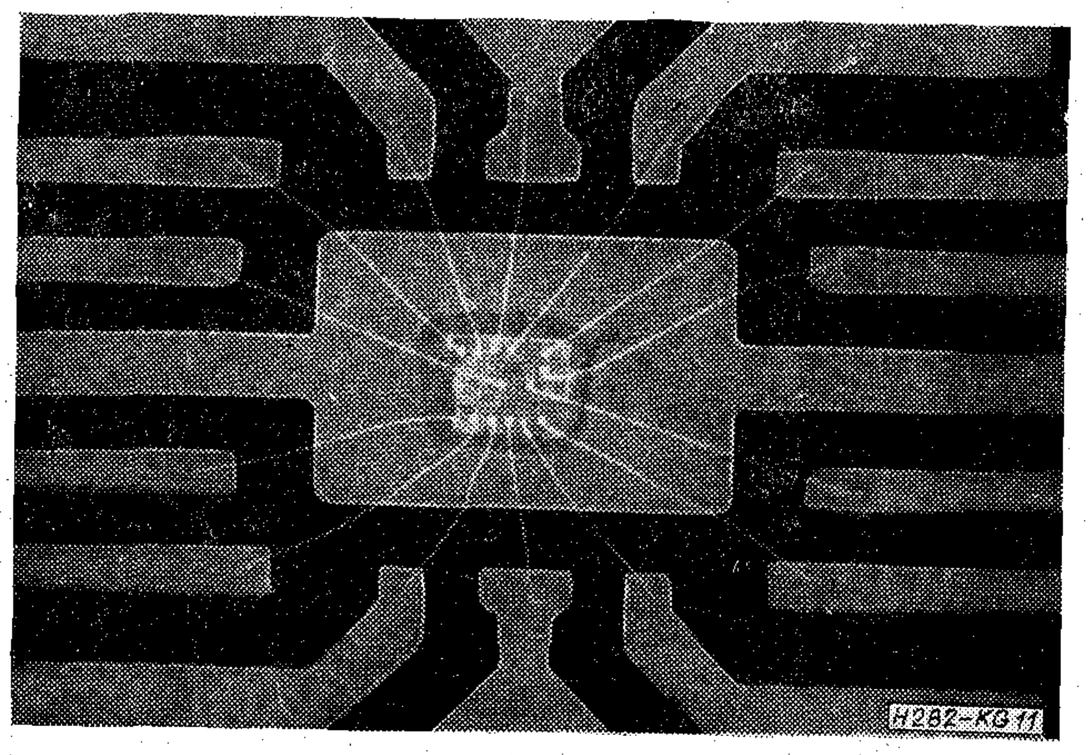
lag magas hurokkal kellett vezetni a bekötő aranyszálakat az elemtől a kivezető lábig. A 10. ábrán egy, ebből az időszakból származó integrált áramkör oldalnézeti képe látható.

A fejlesztés időszakában azonban már megoldottuk az elemtartó lap lesüllyesztését, és az elem felületét lakkcseppel védjük. Ez utóbbi módszer biztosítja a jobb mechanikai szilárdságot a lezárás során és a műanyagtokozott áramkörök jó nedvességálló képességét.

A lesüllyesztett lapkával történő szerelés bevezetése után — az ellenőrzés egyértelműségének biztosítása érdekében — a röntgenátvilágítás stereotechnikáját is alkalmaztuk.

A rötgenátvilágítással sikerült gyártmányainkon egy egyenletes minőségű szerelési, tokozási technológiát beállítani. Az előzőekben részleteztük a „humán faktor"szerepét. A röntgenfelvételeknek a szerelést végző dolgozókkal történő közös kiértékelése és megmagyarázása a vártnál is kedvezőbb befolyást gyakorolt a szerelés minőségére! Célunk ezzel a humán faktor csökkentése volt és eredménnyel is járt. A 11. ábrán a már ellenőrzött, beállított technológiával készült integrált áramkör látható. A felvétel tanúsítja, hogy eredményes volt a technológia ellenőrzése és beállítása a röntgenátvilágítással.

A fentiekben a röntgenátvilágításos módszernek a nulla órás selejtek roncsolásmentes hibaanalízisében betöltött igen fontos szerepét domborítottuk ki.



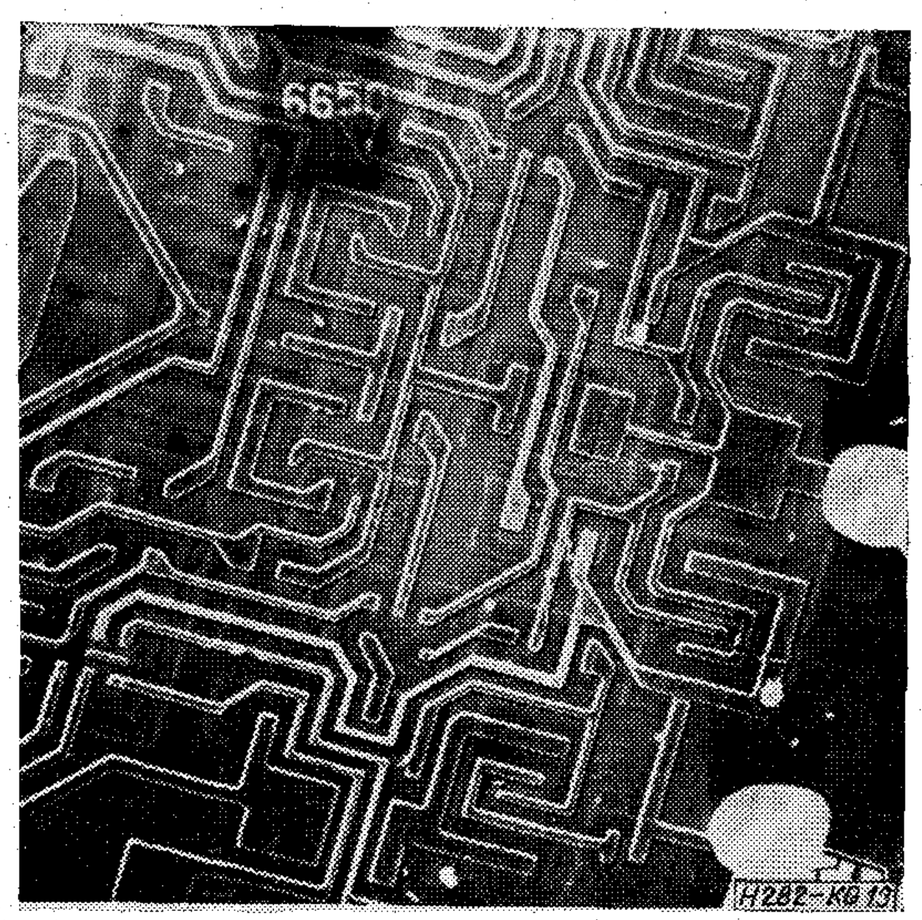
11. ábra. Beállított technológiával készült jó integrált áramkör röntgenátvilágításos képe

A módszer alkalmazását Stefániay Vilmos dolgozta ki az EIVRT Kutatóban. A felvételek egy részét is ő készítette, a másik részét Dr. Pataki Györgyné.

Pásztázó Elektronikroszkóp (PEM)

A pásztázó, vagy másnéven scanning elektronsugárral működő eszközöket a félvezető iparban világ-

12. ábra. Egy integrált áramkör termokompresszió utáni részlete. A jó térhatás megfigyelhető (PEM 300X)



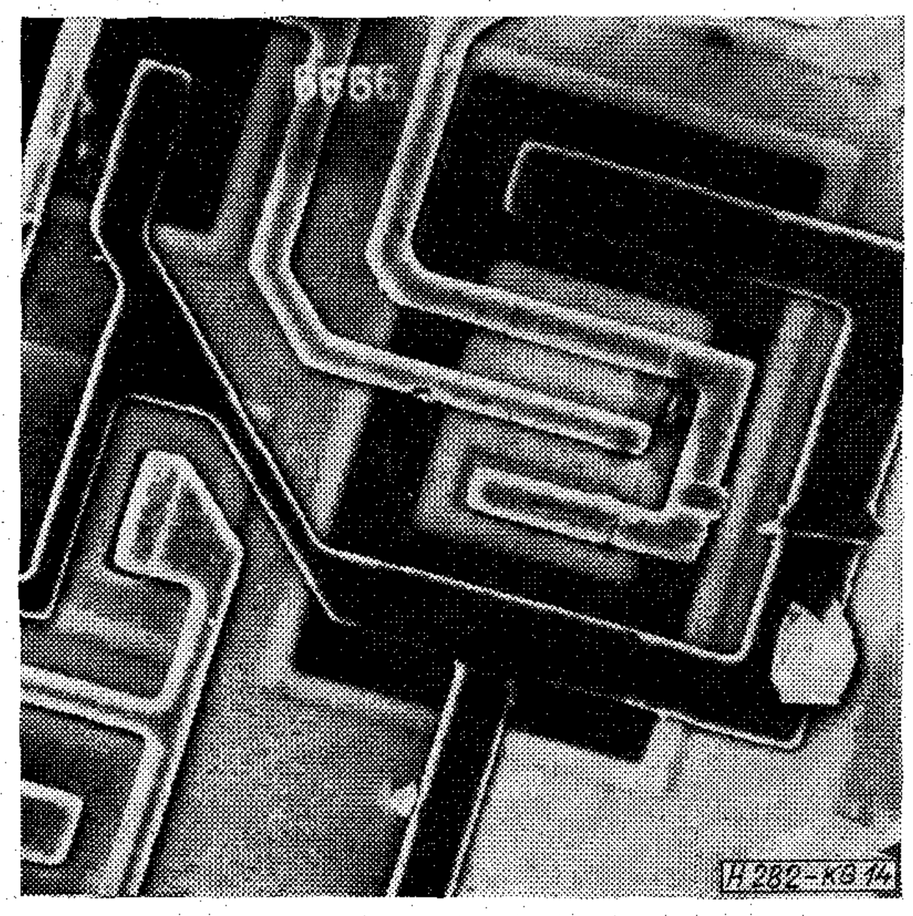
13. ábra. TL 7472 elem potenciál nélkül (PEM 100X)

szerte használják [7]. A minta felületén pásztázó fókuszált sugárnyaláb hármas szerepet játszik:

1. mint „fény" a felületi szerkezetet láthatóvá teszi,
2. mint „vezeték" töltéshordozókat továbbít,
3. mint „gerjesztő-energia" mikrotérfogatok röntgenspektrális analízisére nyújt lehetőséget.

A vizsgált felületről reflektált szekunder elektronokkal alkotott domborzati kép jó (kb. 200 *Á*) felbontással, különlegesen nagy mélységélességgel és látszólagos térhatással ábrázolja a minta felületének domborzatát 12. ábra. A nagyítás széles határok között (20—30 000X) folyamatosan állítható.

Az integrált áramkörre feszültséget adva a minta felületének eltérő potenciálú részletei megváltoztatják a kilépő szekunder elektronok pályáit, ezzel módosítják azok detektálási hatásfokát, vagyis feszültség-kontrasztot idéznek elő. 13., 14. ábra egy TL 7472 elem feszültség nélküli, illetve feszültség alatti képét mutatja. A 14. ábrán jól látható — a fémezés karcolásán kívül — a bázisterületen a fotoreziszt hibája



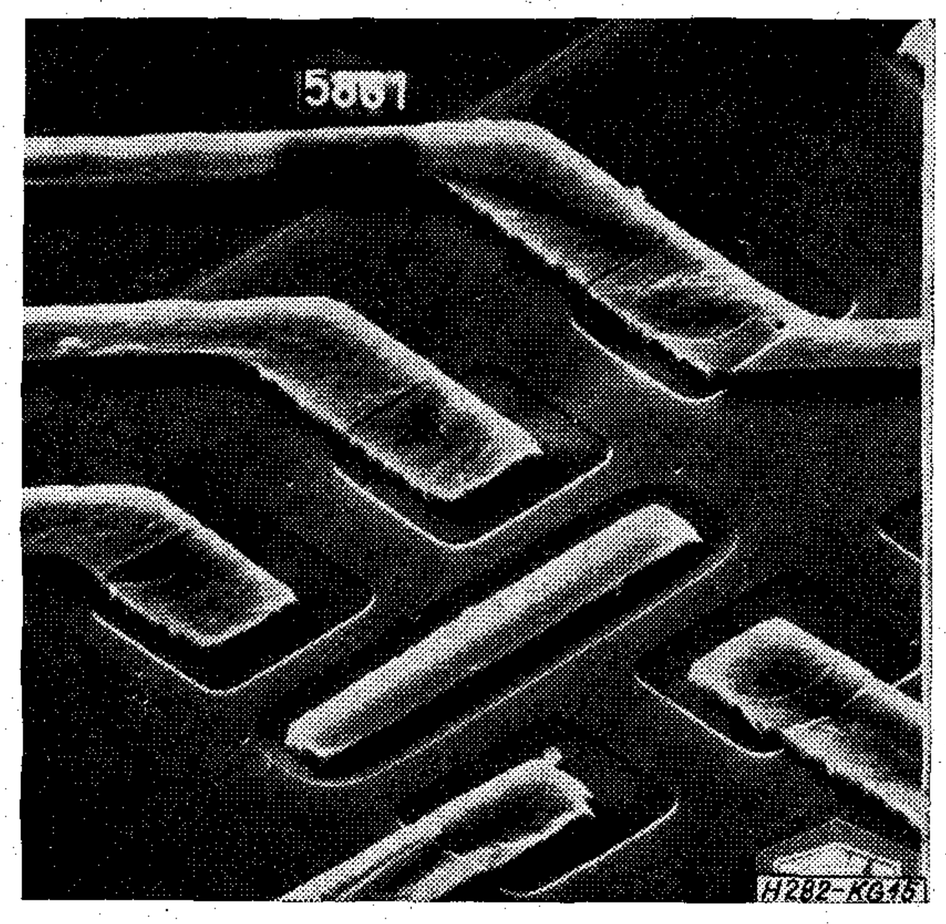
14. ábra. TL 7472 elem egy tranzisztora potenciál alatt. A sötét rész a pozitív potenciálú. A bázis területén látható folt a hibát mutatja (PEM 500X)

miatti folt. A kontraszt előjele és mértéke a mintatér és a detektor elrendezésének függvénye, a felvételen a pozitív részlet a környezetéhez viszonyítva sötétebb.

A PEM feszültségkontrasztos üzemmódú használata, valamint az ún. vezetési módban történő alkalmazása terjedelménél fogva egy külön közlemény tárgyát képezi, ezért erre nem térünk ki. Az itt bemutatott felvételeket a Fémipari Kutató Intézet JEOL—JSM—U3 típusú berendezésével Stefániay Vilmos készítette az EIVRT és az FKI közötti szerződéses munkák során. A dolgozatban közölt PEM felvételek nagyítása 10×10 cm-es képméretre vonatkozik.

Elektronsugaras mikroanalizátor (ESM)

Mikroanalizátort — mikroszondát — kapunk akkor, ha a mozgatott elektronnyaláb egy adott elem karakterisztikus röntgensugárzását gerjeszti, azt detektáljuk, majd ennek intenzitásával arányos jellel moduláljuk a kijelző katódsugár-cső elektronsugarát [8].



15. ábra. TL 7472 túlszinterelt fémezésű hat emitteres tranzisztora (PEM 1000X)

16. ábra. Az alumínium eloszlása. A szomszédos emitterablakok között a zárlat látható (1200X)

Vizsgáltuk a túlszinterelt alumínium és nikkel kevert fémezéssel készült TL 7472 egy hat emitteres tranzisztorát 15. ábra. A mikroszondás 16. ábra az elemeloszlást mutatja a fenti áramkörrészleten. A túlszínterelés miatt az alumínium „háromszögesedés" a szomszédos emittereknél zárlatot okozott.

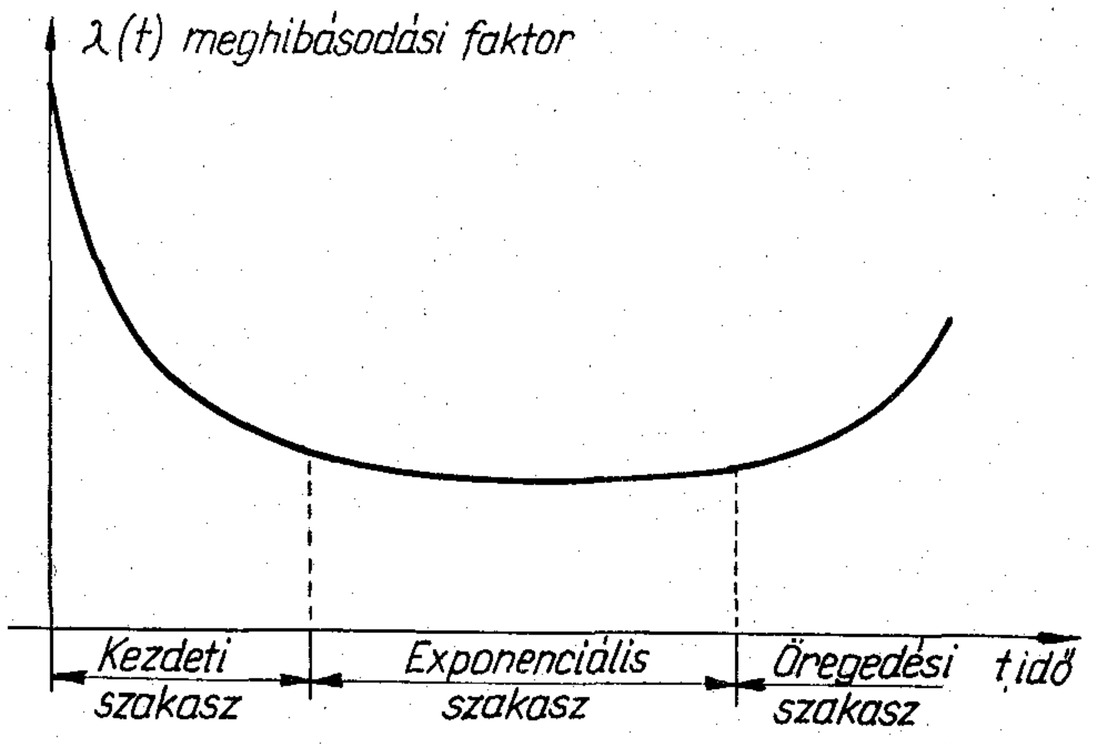
A PEM és az ESM együttes használata lehetőséget biztosít a dolgozat elején említett olyan hibamechanizmusok kutatásához, amelyek a további fejlesztés célkitűzései. Ilyen pl. az Au-Al rendszer ún. pestisedése, valamint a fémező rendszerek kialakítása, szinterelése. Jelenleg ilyen irányú kutatásokat végzünk.

Az itt bemutatott felvételeket a Fémipari Kutató Intézet JEOL—JXA—5 mikroszondájával Stefániay Vilmos készített az EIVRT és az FKI közötti szerződéses munkák során.

A technológia „tökéletlenségei" és a teknőgörbe kapcsolata

A fejlesztés kezdeti időszakában, amíg megfelelő eszközóraszámú és hőmérsékletű vizsgálati eredmény nem áll rendelkezésre, a monolit, szilícium alapú planár integrált áramköröknél az ún. teknőgörbe — 17. ábra — helyett, csak az exponenciális eloszlású meghibásodási szakaszt tekintettük az integrált áramkörre jellemzőnek, azaz „örökifjúnak" tételeztük fel az áramkört.

Ez a feltevés azonban nem bizonyult helyesnek. A félvezető eszközök működése folyamán ugyan nincs olyan hatás, amelynek következtében elhasználódna valamely alkatrész, azonban a technológia meglevő tökéletlenségei [9] egyes elemhibák, fémezési és kötési eljárások során előidézik az eszköz hajlamát az öregedésre.



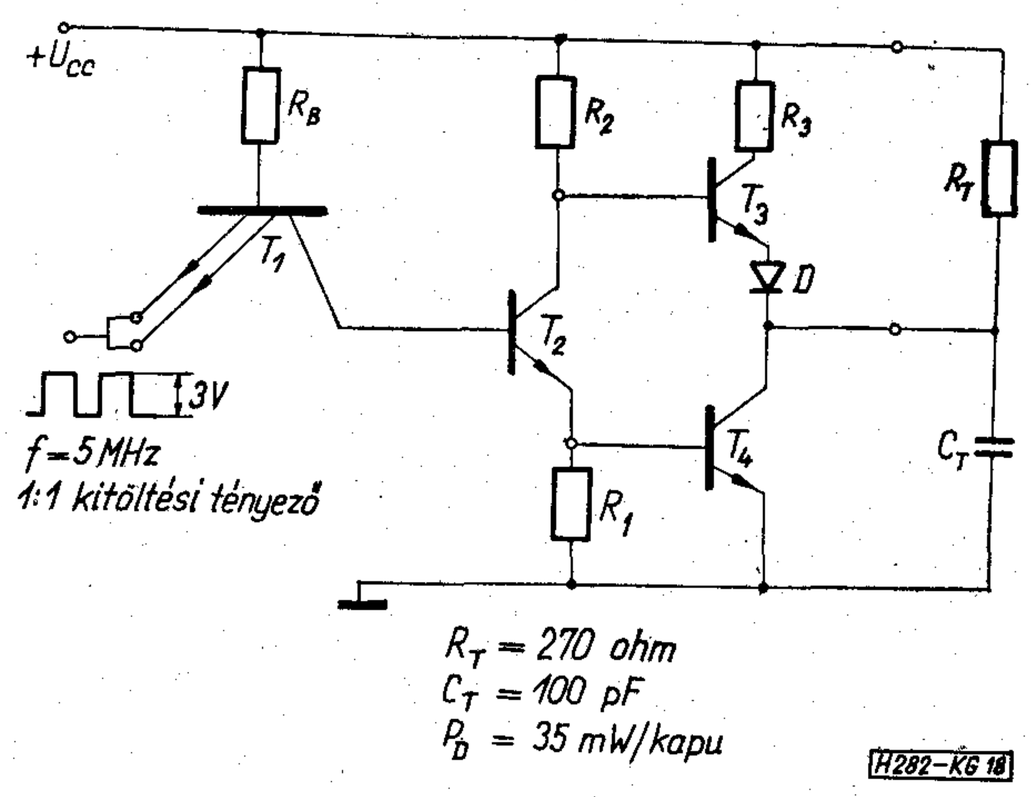
17. ábra. Teknőgörbe

A technológia tökéletlenségének tudható be, hogy kellően magas hőfokon és időtartam esetén az öregedő szakasz megfigyelhető az integrált áramköröknél is.

Fokozott igénybevételű elektromos tartósterhelés vizsgálat

A TUNGSRAM Ágazati Félvezetőfejlesztésen a „B" vizsgálattól eltérő, az üzemi körülményeket jelentősen túllépő vizsgálatokat is végeztünk gyártmányainkon az öregedő szakasz kimutatására. Az elektromos tartósterhelés vizsgálat a „B" vizsgálat szerint: $f=100$ kHz; $T=70$ °C; $V_{cc}=5$ V; $N=10$ (ohmos) és $t=168$, 500, 1000 óra feltételek mellett történik. A gyártmányaink a fenti beállításban 5000 óráig nem hibásodtak meg.

A gyorsításoknál a felhasználók szempontjából egyedüli alkalmazási mód, a dinamikus üzem mellett



18. ábra. Elektromos tartósterheléses égetőkapcsolás

döntöttünk. Az áramkörök rendszertechnikai felhasználása során a kimeneti terhelés soha nem tisztán ohmos, hanem kapacitív terhelést is tartalmaz. Kiindulásunk tehát a következő volt: dinamikus üzem, RC terhelés, max. tépfeszültség.

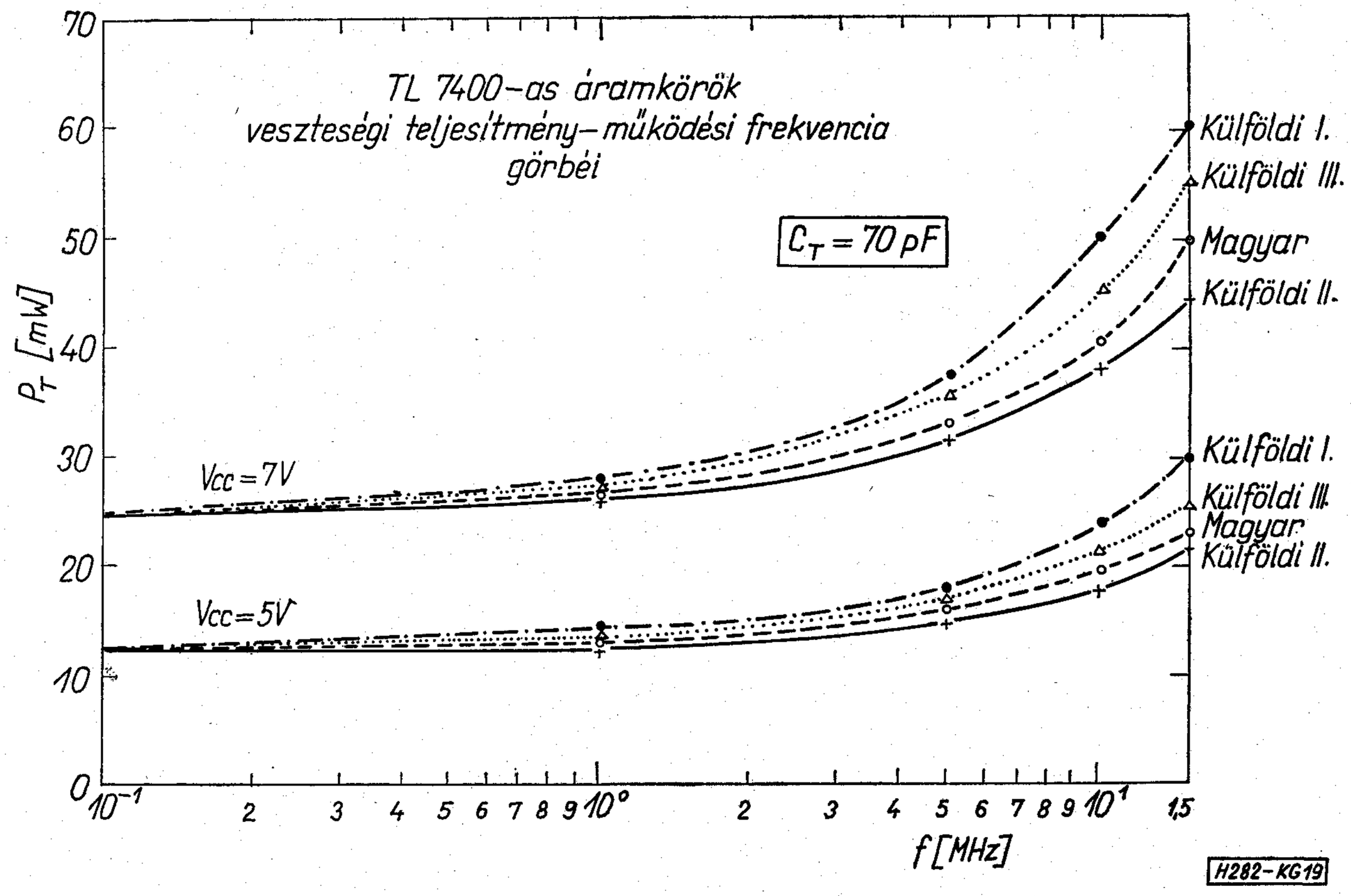
A célunk az volt, hogy a 10 mW/kapu átlagteljesítményt meghaladva vizsgáljuk áramköreinket. Az égetőkapcsolás a 18. ábrán látható: $V_{cc}=7$ V és $T=85$ °C beállítás mellett. A mérés és számítás útján kapott P—f karakterisztikát a 19. ábra szemlélteti, amely a beállítás alapjául szolgált [2]. (A külföldi I: 1LB 553, külföldi II: SN 5400N, külföldi III: SN 7400N). A megvalósított égetőkapcsolásban vizsgáltuk a TL 7400 és SN 7400 N áramköröket. Egyidejűleg 5 db FLH 101 típusú áramkört is fel. tettünk az égetőkeretre. A TL 7400 és az SN 7400N áramkörök 5000 óráig nem hibásodtak meg. Az FLH 101 áramkörök 1000 óránál paraméterdegradációt mutattak. A saját „B" vizsgálati rendszerünknél a paraméterhatárt 25 °C-on a vizsgálat során, ill. után túllépő példányok selejtnek minősülnek. A fenti 5 példány V_{OL} értéke 1000 óra után 400 mV-nál nagyobb volt.

A fentiekben részletezett égetőkapcsolásban kapott átszámítás nélküli meghibásodási ráta a TUNGSRAM integrált áramkörökre:

$$\hat{\lambda}_{60\%CL}=6{,}7\cdot10^{-6}/\text{óra}$$

Fokozott igénybevételű hőmérséklet-tárolásos vizsgálat

A fejlesztési kísérletek, ill. a redukciós görbe meghatározása céljából végeztünk 150 °C, 175 °C és 200 °C-on is hosszú időtartamú vizsgálatokat. A számszerű eredmények az 1. táblázatban és az ebből szerkesztett görbék a 20. ábrán láthatók. Az alacsonyabb hőfokon (150 °C) közel szabályos a teknő-



19. ábra. A TL 7400-ás áramkörök veszteségi teljesítmény—működési frekvenciagörbéi

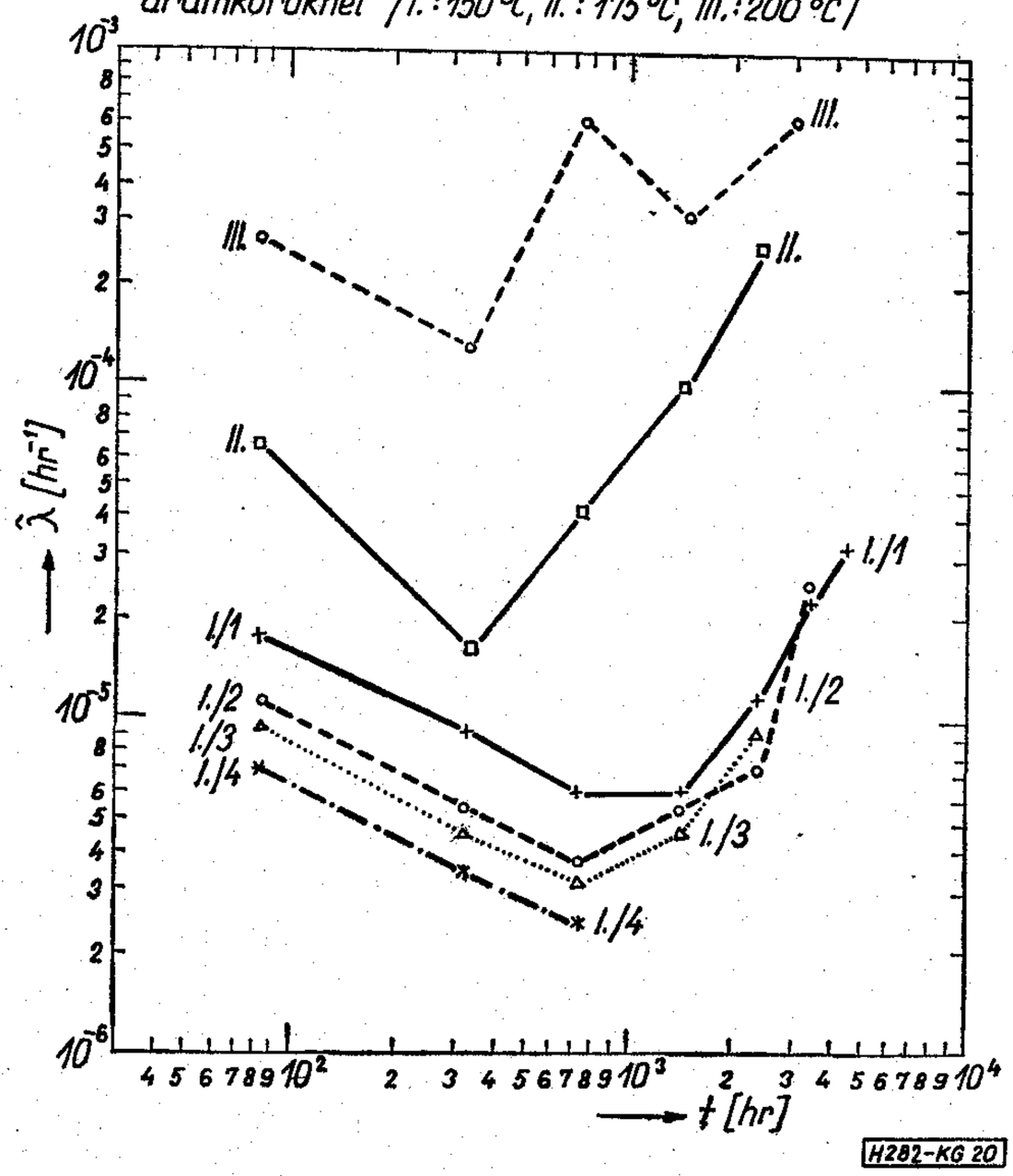
görbe, míg a magasabb hőfokokon meredekebb az öregedő szakasz felszálló ága a görbéknél.

Az előző eredményeinknél az 1. és 2. irodalomban a λ faktort Poisson eloszlás szerint számítottuk ki és 125 °C, 150 °C, 175 °C adatok alapján. A fejlesztés kezdeti időszakából származtak a 125 °C-os adataink, amelyeket nem tekintettünk kellően fokozott igénybevételnek és ezért a későbbiekben a magasabb hőfokon végeztünk újabb vizsgálatokat. A legújabb adatok a 150 °C, 175 °C és 200 °C-ra vonatkoznak és khi-négyzet eloszlás alapján számítottuk a λ faktort, 60% egyoldalas konfidencia szintre.

1. táblázat

Hőfok °C	I. 150 °C				II. 175 °C	III. 200 °C
N darabszám db	1. 318	2. 528	3. 627	4. 841	345	110
t vizsg. idő (óra)	5000	4000	3000	1000	1000	1000
Hiba ok						
$V_{OL} > 0{,}4$ V	2	4	4	1	8	23
$V_{ON} < 2{,}4$ V	—	—	—	—	1	—
I_{IH} (2,4 V) > > 40 μA	—	—	—	—	1	1
$I_{Off} > 270$ μA	1	1	—	—	—	—
Szakadás	11	15	5	1	3	17
Zárlat	—	—	—	—	—	—
Összes hiba (db)	14	20	9	2	13	41

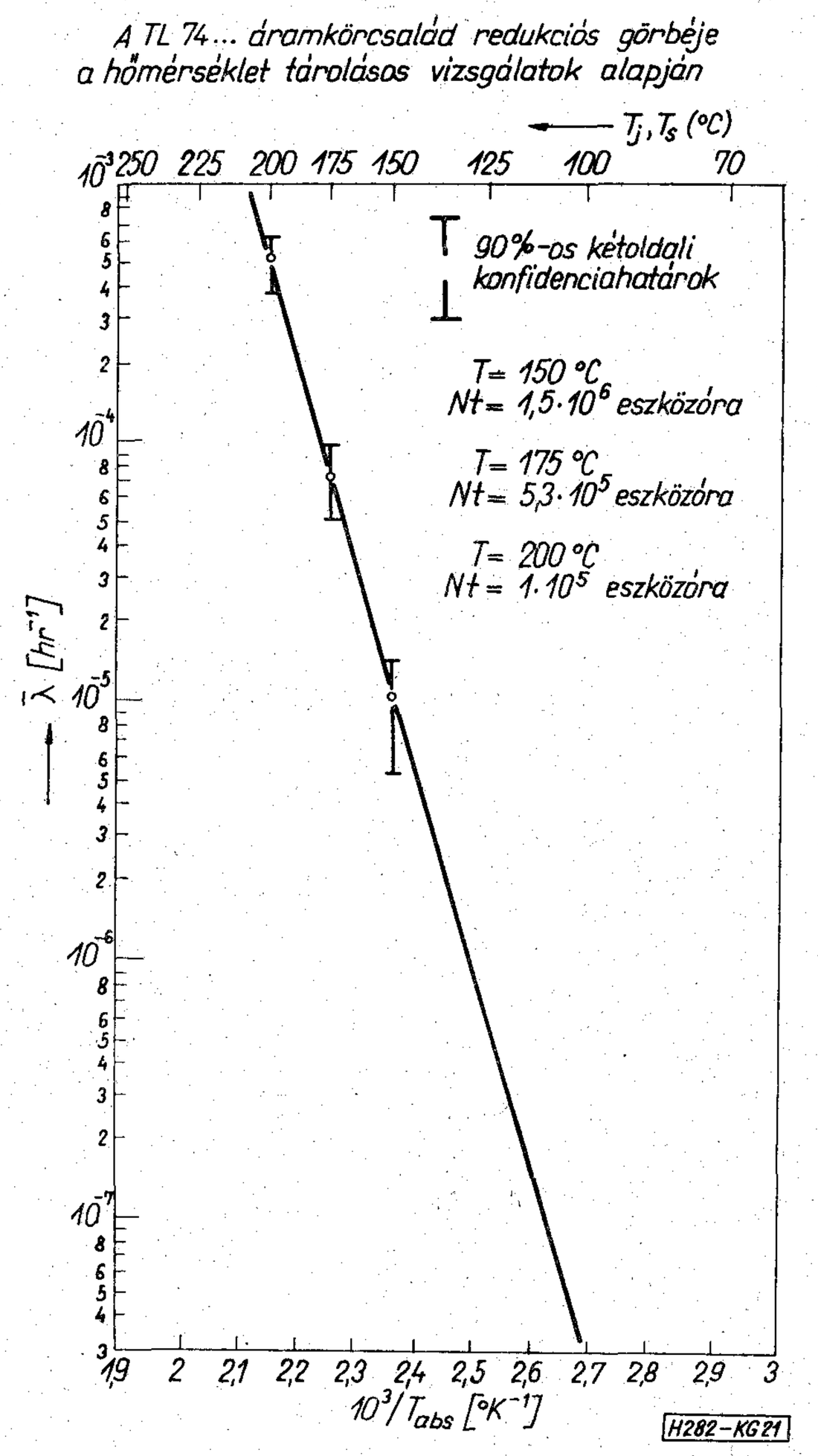
Megjegyzés: A 175 °C-os és a 200 °C-os hőntartást kisebb darabszámon, 3000 óráig végeztük, aminek az eredménye az ábrán látható is.



20. ábra. Hőmérséklet-tárolásos vizsgálat eredményei TTL áramköröknél

A 20. ábra alapján is látható, hogy a fejlesztés során melyik területen kell előbbre lépni. Az öregedést mutató integrált áramkörök V_{OL} paraméterdegradációt mutattak túlnyomórészt, amely az Au-Al kötés pestisedése miatt következett be.

Az Au—Al kötésnél öt intermetallikus ötvözet ($AuAl_2$, AuAl, Au_2Al, Au_5Al_2 és Au_4 AL) képződését figyelték meg [10, 11] A Si, ill. a SiO_2 jelenléte befolyásolja a különböző fázisok kialakulását. Az egyes fázisokat színük alapján bíbor ($AuAl_2$), szürke (AuAl) stb. pestises állományként lehet megkülönböztetni. A magas hőmérséklet hatására az egyes intermetallikus fázisok egymásba átalakulva térfogatváltozást és ellenállásváltozást idéznek elő a kötésnél. A nagy térfogatnövekedéssel kialakuló AuAl fázis (67,9% térfogatváltozás) [10] — amely aztán $AuAl_2$-be megy át — létrehozhat olyan üregeket, amelyek a kötésterület alatt összeérve a kötés felválását idézik elő. A különböző pestises fázisok az Au-Al kötésnél mindig kialakulnak, de hogy melyik fázis hol helyzkedik el, és ezek milyen stabilok, azaz mennyire hajlamosak más fázisba való átalakulásra — ez fogja meghatározni a kötés megbízhatóságát.



21. ábra. A TL 74... áramkörcsalád redukciós görbéje a hőmérséklet-tárolásos vizsgálatok alapján

Jelenlegi megbizhatósági eredményeink

A felhasználóknak, a rendszertervezők számára igen fontos adat az alkatrész meghibásodási aránya, a λ faktor értéke. A 150 °C, 175 °C és a 200 °C-os vizsgálatok lehetőségét adtak az ún. redukciós görbe megszerkesztéséhez 21. ábra. A szokásos hőfokra, 55 °C-ra 60% egyoldalas konfidencia határra adódó érték:

$$\hat{\lambda}_{55\,°C} \cong 5 \cdot 10^{-9}/\text{óra}$$

Ez a meghibásodási arány bizonyítja, hogy eredményes volt az a munka, amelyet az 1. ábra szemléltet és amelyet az áramkörfejlesztőkkel közösen végeztünk a megbízható integrált áramkör kifejlesztése során.

Összefoglalás

A technológia és a megbízhatósági vizsgálatok között megfelelő *visszacsatolás*, a szoros együttműködés egyik alapfeltétele volt a megbízható integrált áramkörcsalád kifejlesztésének.

A hibaanalízis megfelelő alkalmazása és értékelése döntő szerepet játszott a fejlesztési munkában.

A fejlesztési célkitűzések a hibamechanizmusokkal kapcsolatos további kutatásokat olyan területekre összpontosította, ahol a hibaanalízis biztosítja a technológia továbbfejlesztését.

IRODALOM

[1] *Kalmár G.—Komlóssy É.:* TUNGSRAM műanyagtokozott TTL integrált áramkörök megbízhatósága. Híradástechnika (1973) 14, 10. sz. 312 old.

[2] *Kalmár G.—Balogh T.:* Műanyagtokozott TTL integrált áramkörök megbízhatóság-vizsgálati rendszere. (Előadás) 3. Megbízhatóság az elektronikában Szimpózium. Bpest, 1973. nov. 13—16. I. kötet 153—169. old.

[3] *Szántó I.:* Szilárd testek rácshibáinak láthatóvá tétele röntgentopográfiai módszerekkel. Műszaki Tudomány (1969) 41; 3 241—309. old.

[4] *Stefaniay V.—Kalmár G.:* Félvezető eszközök röntgensugaras átvilágításáról. Munkajelentés (1971) júl. 13.

[5] *Kalmár G.—Dr. Patai Gy-né:* A röntgensugaras ellenőrzés jelentősége a megbízható félvezető előállításában (Előadás) 3. Megbízhatóság az elektronikában Szimpózium Bpest, 1973. nov. 13—16. I. kötet, 171—179. old.

[6] *Yamada S.:* Reliability of Semiconductor Devices. Toshiba Rev. (1970) 47.

[7] *Barna P.—Csanády A-né:* A pásztázó elektronmikroszkóp és felhasználási területei a fémiparban. Kohászat (1972) 105. 11. szám 489. old.

[8] *Kalmár G.—Pálinkás F.—Stefániay V.:* Félvezetők vizsgálata pásztázó elektronsugaras eszközökkel. (Előadás) A szilárdtestkutatás korszerű berendezései. Konferencia, Bpest, 1973. szept. 25—28.

[9] *Kalmár G.:* Monolit integrált áramkörök néhány jellegzetes meghibásodási módja, különös tekintettel a metallizációs problémákra. Híradástechnika (1973) 14. 11. szám 345. old.

[10] *M. Kashiwabara—S. Hattori:* Formation of Al-Au Intermetallic Compounds and Resistance Increase for Ultrasonic Al Wire Bonding. Review of the Electrical Communication Laboratory (1969) Vol. 17 No 9. 1001—1013. old.

[11] *E-Philofsky:* Intermetallic Formation in Gold-Aluminium Systems. Solid-State Electronics (1970) Vol. 13, 1391—1399. old.

CSABA LÁSZLÓ
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Bináris alapsávi jelek átvitele sávszűrő jellegű és frekvencia eltolást is okozó vonalakon

ETO 621.372.543.2:621.395.38.681.327.8

Az adatátvitel növekvő mennyiségi és minőségi igényei szükségessé tették olyan modulációs eljárások kidolgozását, amelyek lehetővé teszik soros bináris információ átvitelét, megfelelő sebességgel és hibaaránnyal, a már meglevő távbeszélő-vonalakon.

A feladat megfogalmazása

A távbeszélő-vonalak tulajdonságait az adatátviteli eljárások és berendezések kialakításakor figyelembe kell venni. Ezek közül a legfontosabbak:

— a sávszűrő jellegű átviteli karakteritsztika,
— az FDM berendezések okozta frekvenciaeltolás,
— a csoportfutási idő torzítás,
— a különféle eredetű és típusú zajok.

A felsorolt tulajdonságok közül az első kettő hatását részletesebben megvilágítjuk.

Sávszűrő jellegű csillapítás-karakterisztika

Az adatátvitel véletlenszerű bináris információ átvitelét jelenti. Ha feltételezzük, hogy az információforrás egyenlő időközönként bocsát ki egy-egy információs bitet, és megvizsgáljuk jelsorozatspektrumát, azt találjuk, hogy az igen kis frekvenciájú komponenseket is tartalmaz.

Határesetben, ha igen hosszú ideig bináris 1, ill. bináris 0 a kibocsátott jel, akkor az egyenáramú komponens a legnagyobb energiájú. Ilyen esetben tehát az átvitel aluláteresztő karakterisztikát követelne meg (ilyen tulajdonságúak a digitális átviteli csatornák: telex, datex).

Sávszűrő jellegű csatorna esetén biztosítani kell, hogy az átviendő jeltől függetlenül mindig elegendő energia jusson az átviteli sávba.

Az FDM berendezések okozta frekvenciaeltolás

Mint ismeretes, a nagy távolságú távbeszélő-átvitelben a kábelek jobb kihasználása érdekében frekvenciamultiplex (FDM) berendezéseket használunk, így több távbeszélő-összeköttetés létesíthető egy csatornán.

Az FDM-berendezések adó-, ill. vevőoldali oszcillátorai nincsenek szinkronizálva. Ez azt jelenti, hogy vagy azonos frekvencián működnek, de nem azonos fázisban, vagy a frekvenciájuk is eltér egymástól. A frekvenciaeltérés megengedhető mértékét nemzetközi ajánlások határozzák meg.

Beérkezett: 1974. III. 8.

Ha alapsávi jeleket ilyen tulajdonságú vonalakon kívánunk továbbítani, olyan eljárást kell kialakítanunk, amely elegendő energiát juttat az átviteli sávba a vételoldali detekció viszonylag egyszerűen megvalósítható, megfelelő átviteli sebességet biztosít és nem túlságosan érzékeny a torzításokra sem.

Az alapsávi jelek amplitúdó szerinti detektálása esetén a frekvenciaeltolódás jelensége az átvitelt teljességgel lehetetlenné teszi, mint ezt később kimutatjuk.

Az ismert modulációs eljárások a fenti feltételeket teljesítik, ugyanis a moduláció során a vivőjel frekvenciájára szimmetrikus oldalsávokba transzformálják az alapsávi spektrumot.

Az általunk kidolgozott eljárás modulációs technika alkalmazása nélkül oldja meg a problémát úgy, hogy az alapsávi jelet olyan más alapsávi jellé kódolja át, amelynek spektruma megfelel az említett követelményeknek, és a vételoldalon olyan eljárást alkalmaz az jeldetekcióhoz, amely a frekvenciaeltolódásra és az egyéb torzításokra kevésbé érzékeny.

Kódolás

Az első feladat, ha a bináris jelsorozatot sávszűrő jellegű vonalon kívánjuk átvinni, a spektrális követelmények kielégítése. Az általunk választott megoldás a megfelelő szabályok szerinti kódolás.

A kódolási szabályok kiválasztását a vonalak tulajdonságai és az átvitel minőségi követelményei (bithibaarány) szabják meg.

A kódolási szabály megválasztásának alapja a rendelkezésre álló frekvenciasáv szélessége, ill. az alsó és felső frekvenciahatár viszonya. Ezek ismeretében mindig kétféle módon választható meg a kódoló:

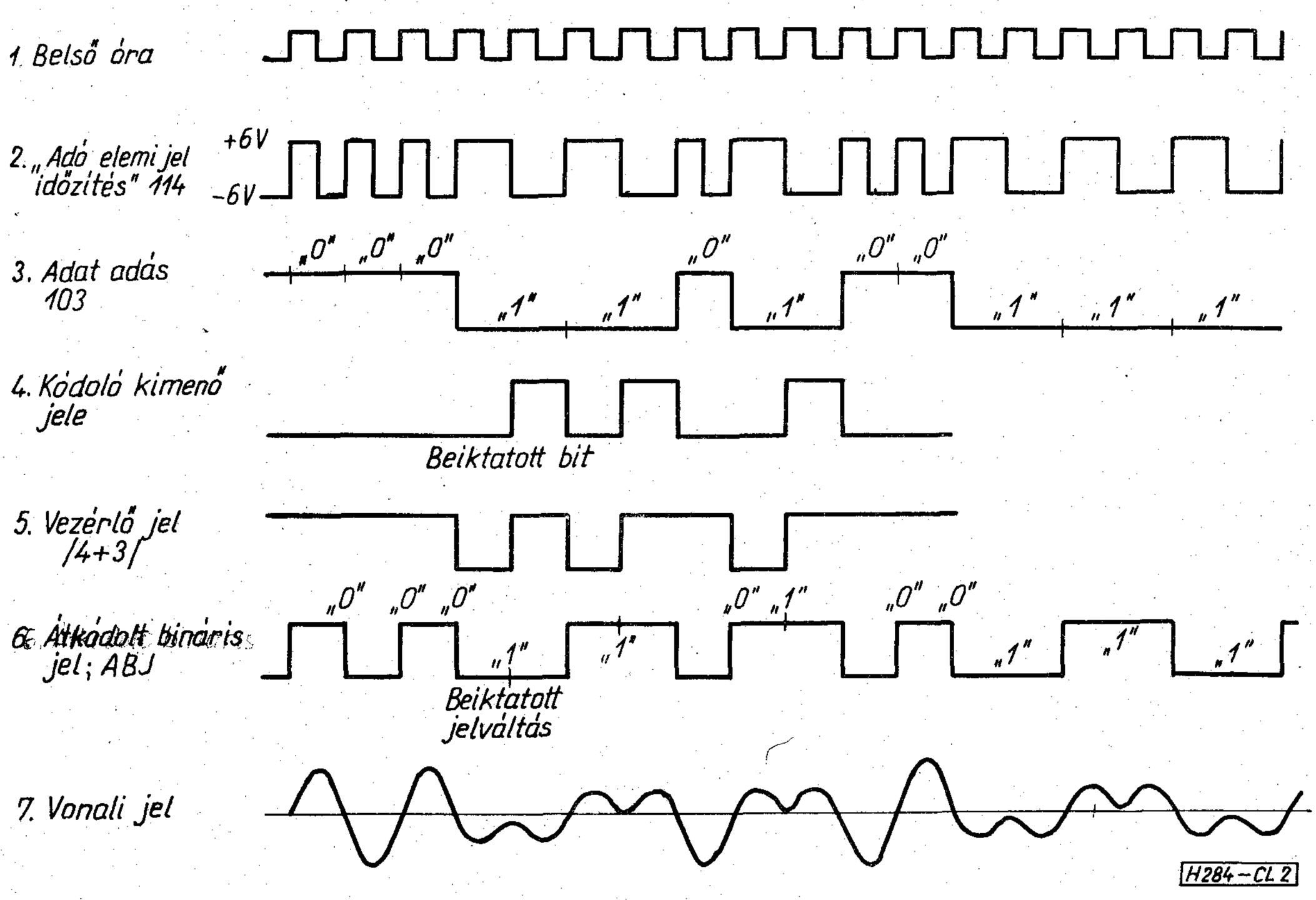
a) blokk kódoló,
b) folyamatos kódoló.

Az *a)* esetben az információforrás korlátozott számú (pl. 5) információs bitet szolgáltat egy-egy kiolvasás során, a kódoló ezekhez rendel hozzá egy-egy új blokkot, amelyek mindegyike azonos számú és az eredetinél több bitet (pl. 8-at) tartalmaz úgy, hogy ezen új blokkok — bármely sorrendben való — egymás utáni megjelenése esetén a soros bináris jelsorozat spektruma kielégítse a követelményeket.

A *b)* esetben a kódoló az információt bitről bitre olvassa ki a forrásból, és a kiolvasott információs bit logikai értéke alapján végzi a kódolást.

Mivel a folyamatos kódoló egyszerűen megvalósítható úgy, hogy az elkészített berendezés adatvégberendezés oldali felülete (néhány megszorítástól el-

1. ábra



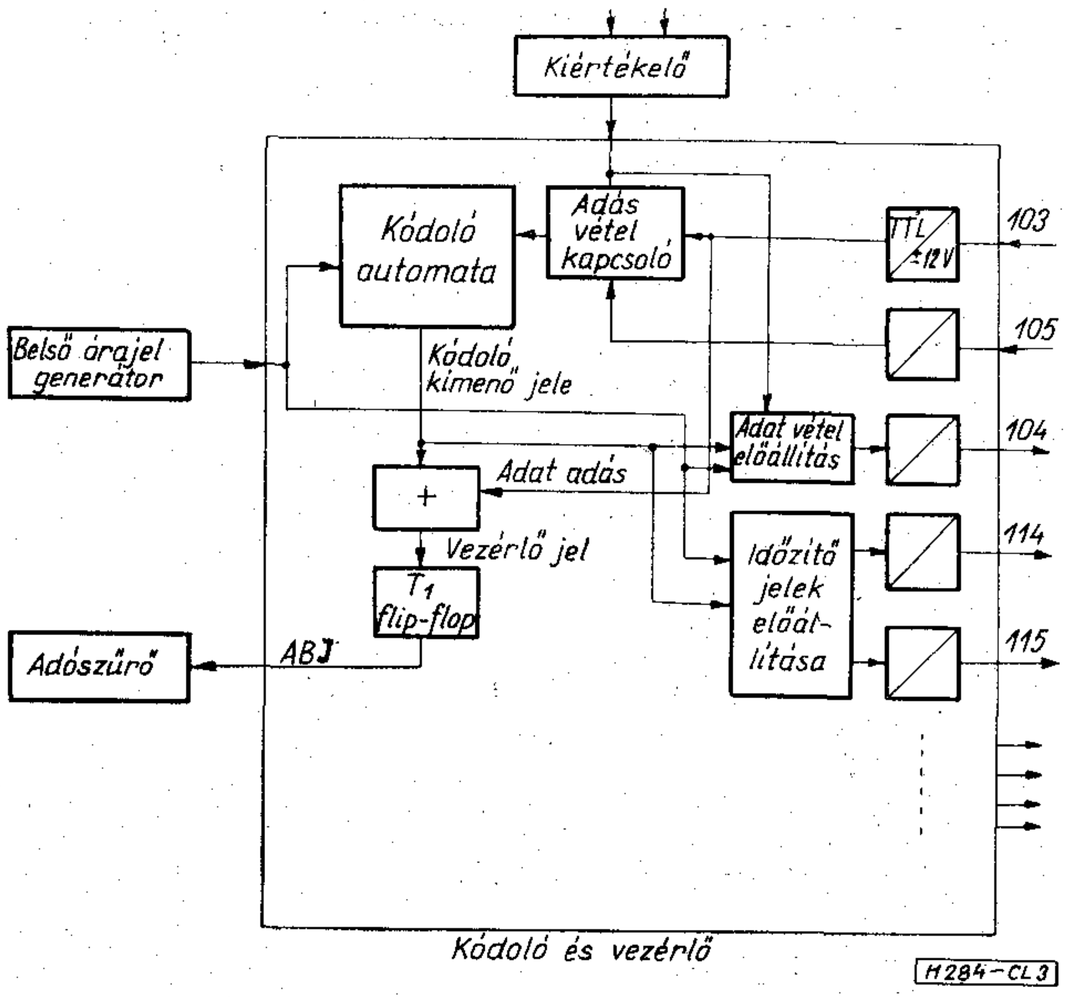
2. ábra

tekintve) megegyezzék a CCITT V. 24. ajánlásával, a megvalósított berendezés folyamatos kódolóval működik.

A folyamatos kódoló működését az 1., 2. és 3. ábrán tekinthetjük át.

A belső órajelgenerátor egyenletes időközönként működteti a kódolót. Az adat-végberendezés órajelét a belső órajelből származtatjuk. Amíg az adat adás (103) bináris 0 jelek sorozata, a kódoló nem avatkozik a berendezés kimenő jelének, az ABJ-nek előállításába. Ekkor a kimenő jel belső óra frekvenciájú jelváltások sorozata. Amikor az adat adás jel bináris 1 értékre vált, egyrészt az adó elemi jel időzítés periódusideje kétszereződik, így a következő belső óraperiódus után a berendezés nem olvassa ki a következő adatbitet, másrészt a következő mintavételi időpontban az ABJ-ben jelkövetkezés lép fel, és ezzel egyidejűleg a kódoló jelzi, hogy ún. beiktatott jelváltás létrehozása szükséges az ABJ-ben. A jelkövetkezés után beiktatott jelváltás hivatott tehát a spektrális követelményeket biztosítani ennél a kódolási szabálynál, mivel így két jelkövetkezés soha nem léphet fel egymás után.

A végberendezéssel szemben ez az eljárás azt a követelményt támasztja, hogy ne érzékelje a berendezés szolgáltatta órajelek egymást követő felfutó



3. ábra

élei közti időt, amely függ az előző adatbit értékétől. Ez a korlátozás azon adat-végberendezések működését, amelyek a MODEM órajeleivel működnek, nem érinti.

Az átkódolt bináris jel vonali szűrő (adószűrő) közbeiktatásával jut az átviteli vonalra.

A kódolási szabályok definíciója

A fentiek alapján általánosíthatjuk a kódolási szabályokról mondottakat.

Az átkódolt bináris jel (ABJ) jelváltások, jelkövetkezések, beiktatott jelváltások és esetleges beiktatott jelkövetkezések sorozata.

A kódolási szabály az a törvényszerűség, amely szerint a bináris 1, ill. 0 adatjelekhez a fenti eseményeket hozzárendeljük.

Legyen pl. az alábbi megállapodás érvényes:
minden logikai 0 értékű adatjelhez egy jelváltás tartozik az ABJ-ben,
minden logikai 1 értékű adatjelhez egy jelkövetkezés tartozik az ABJ-ben.

Ezek után a kódolási szabályok egy könnyen megvalósítható esete a következő törvényszerűségekkel jellemezhető:

1. hány beiktatott jelváltás követi a logikai 0-hoz tartozó jelváltást (ez a szám nulla is lehet);
2. a logikai 1-hez tartozó jelkövetkezést hány újabb jelkövetkezés követheti beiktatott jelváltások közbeiktatása nélkül;
3. az előzőleg definiált számú, egymást követő következést hány beiktatott jelváltás követi;
4. az egymást követő logikai 0-ákhoz tartozó jelváltások száma korlátozott-e, ha igen, ez a korlát és a sorozatot megszakító beiktatott következések száma mekkora.

A kódolási szabályok szemléletes jelölésére vezessük be a következő jelöléseket:

bináris 0 adatjelet reprezentáló jelváltás	V,
bináris 1 adatjelet reprezentáló következés	K,
beiktatott jelváltás	v,
beiktatott következés	k,
az egymást folyamatosan követő K-k legnagyobb száma	N.

Ezzel a jelöléssel példaként definiálhatjuk azt a hatféle kódolási szabályt, amelyet a realizált, telefonvonalakon való átvitelre tervezett berendezés megvalósíthat (a fent tárgyalt példa az 1-es kódolási szabály).

1. szabály	0	V
	1	Kv
2. szabály	0	Vv
	1	Kv
3. szabály	0	Vv
	1	Kvv

A 4., 5., 6. kódolási szabály az 1., 2., 3. olyan változata, amelyben hét váltást egy beiktatott következés és annyi beiktatott váltás követ, ahányat a kódolási szabály meghatároz.

Minden fenti szabályra $N=1$.

A kódolási szabály megválasztása

A fentiek alapján hogyan határozható meg egy adott sávszélességű vonalhoz alkalmazandó kódolási szabály és belső órafrekvencia?

1. A bitidőt, ezen keresztül azt a frekvenciát, amely folytonos váltások sorozatával keletkezik, a rendelkezésre álló sáv közepes frekvenciájából kell meghatározni.

2. A beiktatott váltások számát a rendelkezésre álló frekvenciasáv alsó és közepes frekvenciája viszonyából kell meghatározni.

A beiktatott váltások számának növelésével csökkenthető az adatátviteli sebesség, és rosszabb minőségű vonalakon is lehet átvitelt biztosítani.

3. Az egymás után megengedett következések számát a rendelkezésre álló sáv alsó határának abszolút értéke és a közepes frekvencia határozza meg. Pl. felül áteresztő karakterisztikájú és frekvencia-, valamint fázishiba-mentes vonal esetén N értéke bármekkora lehet.

A jeldetekció

Amint megmutatjuk, a vonalak torzító hatásai miatt a vett jel közvetlen kiértékelése lehetetlen. A kiértékelést az analitikus jel előállítása teszi lehetővé.

Az analitikus jel

Az analitikus jel fogalmát Gábor és Ville [1] vezette be. Az analitikus jel általánosítása az ismert $e^{j\omega t}$ kifejezésnek, amelyet előnyösen használunk, a cos ωt, ill. sin ωt kifejezés helyett [2].

Melyek az $e^{j\omega t}$ kifejezés tulajdonságai?

Legyen $u=t+j\Theta$, és vizsgáljuk az $e^{j\omega u}$ komplex változós függvény tulajdonságait:

1. az $e^{j\omega u}$ függvény az u változó analitikus függvénye az egész síkban, így a felső félsíkban is;

2. a függvény valós és képzetes része a valós tengelyen ($u=t$) ortogonális;

3. az $1/2\pi \mathrm{d}/\mathrm{d}t(\arg e^{j\omega u})=f$ konstans, ez a periodikus jel frekvenciája.

Legyen ezek után $x(t)$ olyan időfüggvény (a berendezés kimenő jele), amelynek véges az energiája, vagyis $\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)\,\mathrm{d}t$ létezik és véges. Ekkor az $x(t)$-hez egy valós $y(t)$ időfüggvényt rendelhetünk — amelynek ugyanúgy véges az energiája, mint $x(t)$-nek — úgy, hogy a $z(u)=x(u)+jy(u)$ függvény az $u=t+j\Theta$ komplex változónak analitikus függvénye, a felső fél síkban.

A valós t időtengelyen $x(t)$-t és $y(t)$-t az ún. Hilbert-transzformáció rendeli össze, vagyis ha ismerjük $x(t)$-t, akkor $y(t)$-t az $\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{x(\tau)}{t-\tau}\,\mathrm{d}\tau$ intergrál Chauchy-féle főértéke határozza meg és viszont. Ha pl. $x(t)=\cos\omega t$, akkor $y(t)=\sin\omega t$ és $z(t)=e^{j\omega t}$. Az $x(t)+jy(t)$ függvényt $z(t)$-vel jelöljük, és analitikus jelnek hívjuk.

Vizsgáljuk az analitikus jel és az ún. kvadratúra komponenseinek $x(t)$-nek és $y(t)$-nek tulajdonságait.

1. Mindkettő energiája ugyanaz:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)\mathrm{d}t=\int_{-\infty}^{\infty} y^2(t)\mathrm{d}t\,.$$

2. A függvények ortogonálisak:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\cdot y(t)\mathrm{d}t=0\,.$$

3. A spektrumaik közti összefüggés az alábbi:

$$\begin{aligned} Y(\omega)&=-jX(\omega), && \text{ha} \quad \omega<0,\\ Y(\omega)&=jX(\omega), && \text{ha} \quad \omega<0. \end{aligned}$$

A fentiek következménye, hogy a $z|t|$ analitikus jel spektruma:

$$\begin{aligned} Z(\omega)&=0, && \text{ha} \quad \omega>0,\\ Z(\omega)&=2X, && \text{ha} \quad \omega<0. \end{aligned}$$

4. A frekvencia általánosítása:

$$f(t)=1/2\ \pi\mathrm{d}/\mathrm{d}t(\arg z(t)=1/2\ \pi\mathrm{d}/\mathrm{d}t\ \Phi(t),$$

ahol $\operatorname{tg}\Phi(t)=y(t)/x(t)$. Az $f(t)$ függvényt pillanatnyi frekvenciának nevezzük.

Ha pl. $x(t)=\cos\omega t$ és $y(t)=\sin\omega t$, $f(t)$ az $f=\omega/2\pi$ frekvencia.

A fent definiált analitikus jel felhasználásával megvizsgálhatjuk, milyen hatást gyakorol az FDM berendezések fázis- és frekvenciahibája az analitikus jelre. Azt találjuk, hogy a $z'(t)$, a modulációs és demodulációs eljárás után létrejövő analitikus jel $z'(t)=z(t)e^{j(\Delta\omega t+\alpha)}$, ahol α a vivőfrekvenicás berendezések oszcillátorai közti fázis-, $\Delta\omega$ pedig a frekvenciakülönbség.

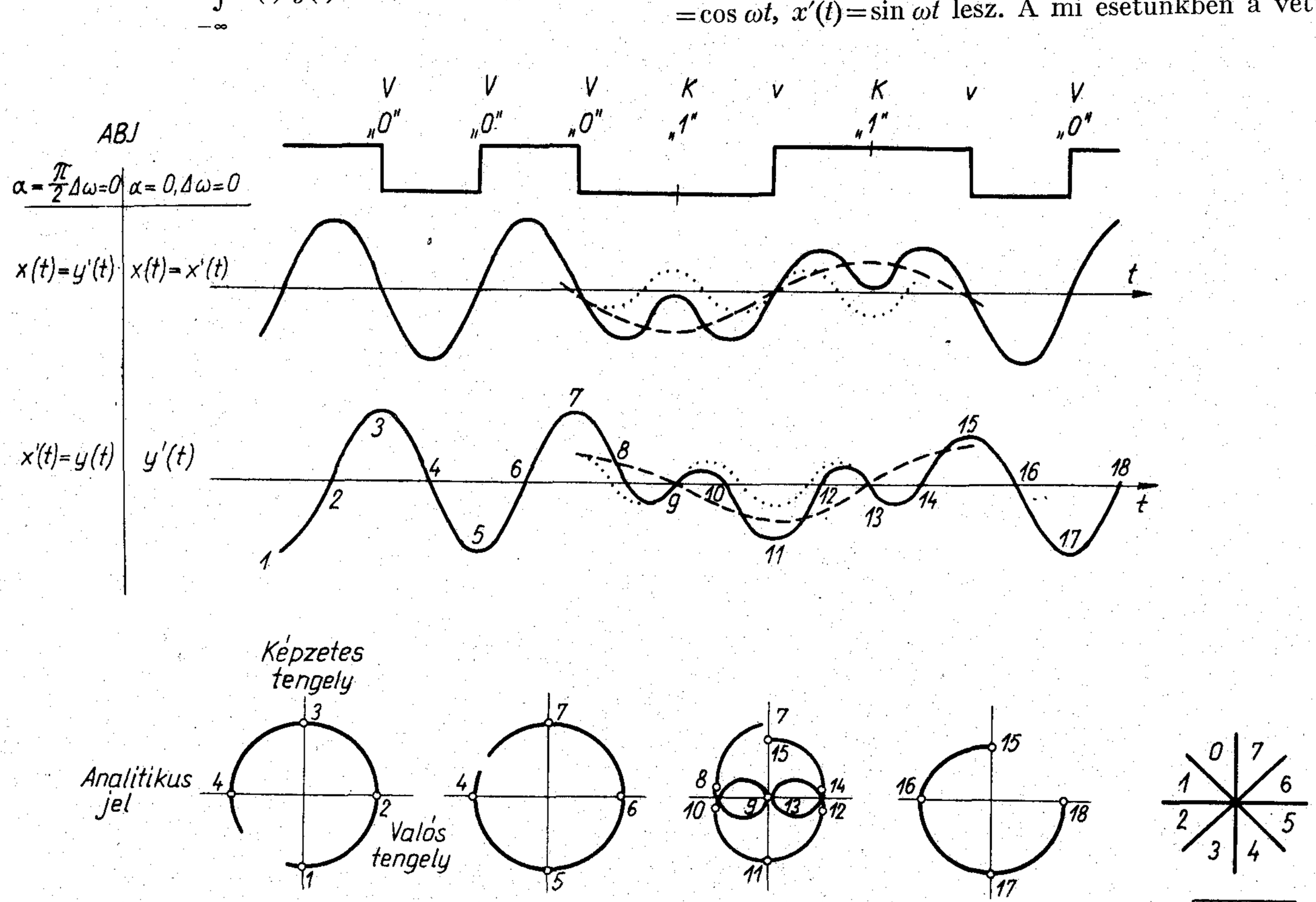
A vett jel a fenti $z'(t)$ jel valós része, vagyis

$$x'(t)=x(t)\cdot\cos(\Delta\omega t+\alpha)-y(t)\sin(\Delta\omega t+\alpha).$$

Vizsgáljuk meg $x'(t)$ tulajdonságait.

1. Legyen $\Delta\omega=0$, vagyis az oszcillátorok közt csak fáziskülönbség van. Ha $\alpha=0$, akkor $x'(t)=x(t)$, vagyis a bemenő jelet kaptuk vissza.

Ha $\alpha=\pi/2$, akkor $x'(t)=y(t)$, vagyis a bemenő jel kvadratúrakomponensét kapjuk vissza. Pl. ha $x(t)=\cos\omega t$, $x'(t)=\sin\omega t$ lesz. A mi esetünkben a vett



4. ábra

jel közvetlen komparátorral történő kiértékelését ez a hatás is lehetetlenné tenné, mert ha pl. a fent ismertetett 1-es kódolási szabályt (2. ábra) alkalmazzuk, és folyamatos logikai 1 jelet kell átvinni, az ABJ-ben a jelkövetkezések és jelváltozások sorozata két frekvenciakomponens megjelenését eredményezi. Ezek, ha a belső órafrekvencia 3200 Hz, 800 Hz és 2400 Hz-es komponensek lesznek. Ilyenkor $x(t)=$ $=\cos \omega t-\cos 3\omega t$. Mindkét komponens kvadratúrakomponense jelenik meg a vételi oldalon, így a fáziseltolás miatt az $x'(t)=\sin \omega t-\sin 3\omega t$ jel nem hasonlít az eredeti $x(t)$-re (4. ábra), és nullkomparálással kiértékelhetetlen.

2. $\Delta\omega$ nem nulla, de sokkal kisebb a vonalra juttatott jelek frekvenciájánál.

Az $x'(t)$ jel az $x(t)$ és $y(t)$ lassú folyamatos cserélődéséből képződik, az $x'(t)=x(t)\cos \Delta\omega t-y(t)\sin \Delta\omega t$ egyenlet szerint.

Legyen $x(t)=\cos \omega t$. Ez az eset, ha a fenti kódolási szabálynál folyamatos bináris 0 jelek kerülnek átvitelre.

$$z(t)=e^{j\omega t},\quad z'(t)=e^{j(\omega+\Delta\omega)t},\quad x'(t)=\cos(\omega+\Delta\omega)t.$$

Olyan jelet kapunk, amelynek frekvenciája $\Delta\omega$-val eltér az eredeti frekvenciától, vagyis komparálással történő jeldetektálás esetén több váltást, azaz több bináris 0 értéket érzékelnénk, mint amit át akartunk vinni.

Ezzel megmutattuk, hogy alapsávi jeleket a fenti tulajdonságokkal jellemzett vonalakon nem lehet átvinni, ha kiértékelésként az ismert komparációs módszereket használjuk.

Melyik az analitikus jelnek az a paramétere, amely nem vagy csak keveset változik az átvitel során?

Az $f(t)$ pillanatnyi frekvenciát megvizsgálva azt találjuk, hogy ha $\Delta\omega=0$, $f(t)$ megegyezik $f'(t)$-vel.

Ha $\Delta\omega\neq 0$, de igen kicsi az előforduló ω-okhoz képest, $f(t)$-ben elhanyagolhatóan kis változást okoz az átvitel.

Mivel a kódolási eljárás során előállított jelhez rendelt analitikus jelet az jellemzi, hogy jelkövetkezések esetén fázisa 180°-ot visszamarad az egyenletes fázissebességgel meghatározott értékhez képest, ha a vételoldalon előállítanánk a $z'(t)$ analitikus jelet, ennek pillanatnyi frekvenciája kis Δf-eltéréstől eltekintve megegyezne a $z(t)$ pillanatnyi frekvenciájával. Így a 180°-os visszamaradás detektálásával a jelkövetkezések időpontjait meghatározhatnánk. A feladat és az általunk talált megoldás a vétel során nyert $x'(t)$ jel kvadratúrakomponensének $y'(t)$-nek előállítása után nyert komplex $z'(t)$ jel fázisváltozásainak detektálásával megállapítani a következések (bináris 1) bekövetkezésének időpontjait.

A gyakorlati megoldás

Az analitikus jel $y'(t)$ komponensét a gyakorlatban olyan fázishasítóval állíthatjuk elő, amely az átviteli sávban minden frekvenciakomponens $\pi/2$-vel történő fázistolását eredményezi.

A fázistolással előállított $y'(t)$ jel és az $x'(t)$ jel jellemzi a $z'(t)$ analitikus jelet. Példaként a 4. ábrán látható a kiadott ABJ, a vett jel, $x'(t)$, a hozzárendelt $y'(t)$ (itt $x'!t!=x(t)$), valamint $z'(t)$. Az ábrán az időtengely a rajz síkjára merőleges.

Az 1. ábrán látható, hogy a vett jel vevőszűrőn keresztül jut a fázishasítóra. Az adó- és vevőszűrők kialakításánál figyelembe vettük mind az additív, mind a multiplikatív zavarokat. Az adó- és vevőszűrő az átviendő jel spektrumához illeszkedik, és együttes átviteli karakterisztikájuk teljesíti az analitikus jelre kiterjesztett Nyquist-feltételeket.

A fázishasító kimenő jelei, az analitikus jel két komponense, a kiértékelő egységbe jutnak.

A képzetes síkot nyolc szegmensre osztjuk — 4. ábra — és megállapítjuk, hogy az analitikus jel mely szegmensben tartózkodik, ezután az analitikus jel szegmensről szegmensre való haladását figyeljük csak meg. A szegmensekben való tartózkodás idejéből megállapítható, hogy mikor következik be a 180°-os visszaugrás és így jelkövetkezés.

A visszaugrás érzékelését úgy oldottuk meg, hogy olyan bináris számlálót készítettünk, amelynek utolsó három fokozata által reprezentált ún. segédvektor azzal a sebességgel forog, mint az analitikus jel, ha csak jelváltások vannak.

A segédvektor forgási sebessége azonban kicsit — néhány százaléknyit — lehet lassabb vagy gyorsabb. Vezérlő mechanizmus gondoskodik arról, hogy a két vektor lassan (néhány bit idő alatt) összeszinkronizálódjék, vagyis együtt fusson. Ha ezek után az analitikus jel, vagyis a fővektor fázisa 180°-kal visszamarad, és ezalatt a segédvektor eredeti sebességével tovább fut, akkor egy félfordulattal lehagyja a fővektort, és a jelkövetkezés detekciója bekövetkezik.

Ezután a két vektor ismét együtt fut a következő jelkövetkezésig. Ez a mechanizmus — a lassan szabályozott együttfutás — biztosítja, hogy a $\Delta\omega$ eltérés, vagyis az, hogy a $z'(t)$ vektor többet vagy kevesebbet fordul meg egy adott idő alatt, mint a $z(t)$ vektor, a jelkövetkezés-detekciót nem érinti. A detektált jelkövetkezések alapján a vételoldalon visszanyerhető az átkódolt bináris jel.

A vevőoldalon a kódoló ugyanazon kódolási szabály alapján működik, mint az adóoldali kódoló, így képes felismerni a beiktatott jelkövetkezéseket és jelváltásokat, és ezek alapján előállítani az adatvételi (104) jelet és a szinkronizált vételi órajelet (115), amelyben ugyanolyan módon, mint az adóoldali órajelben, változni fog a hasznos átmenetek távolsága, az átvitt információtól és a beállított kódolási szabálytól függően.

A detektált jelkövetkezések időpontjai alapján lehet elvégezni a vételi órajel szinkronizálását. Azon periódusokban, amikor csak bináris 0 jelek kerülnek átvitelre, nem jön létre jelkövetkezés. A belső órajelgenerátor stabilitása biztosítja, hogy ilyenkor egy bizonyos ideig ne vesszen el a bitidőzítésre vonatkozó információ. Ha ez az idő igen hosszú is lehet, olyan kódolási szabályt kell alkalmazni (4. szabály), amelynél időnként beiktatott jelkövetkezések is vannak. Így a szinkronizmus állandóan fenntartható.

Ha a vonali torzítások, zajok miatt a vételoldali kódoló olyankor észlel jelkövetkezést, amikor az nem érkezhet be, ill. amikor meg kellene érkeznie és nem érkezik meg, riasztójelet generál. Ezt a jelet a végberendezés előnyösen használhatja fel hibafelismerésre. E hibafelismerési módszer jól használható hibacsomók felderítésére, különösen azon kódolási szabá-

lyok alkalmazása esetén, amikor beiktatott jelkövetkezések is vannak (4., 5., 6. kódolási szabály).

Az ismertetett eljárás szabadalmi oltalmat nyert [3, 4]. Az eljárás alapján kifejlesztett MODEM-berendezéseket, amelyekből kisebb sorozat készült el, üzemi és laboratóriumi körülmények közt megvizsgáltuk, és velük kedvező tapasztalatokat szereztünk. Az alábbi táblázatban összefoglaljuk a hatféle kódolási szabályhoz tartozó adatátviteli sebességeket, külön feltüntetve a véletlen jel átvitelére vonatkozó értékeket.

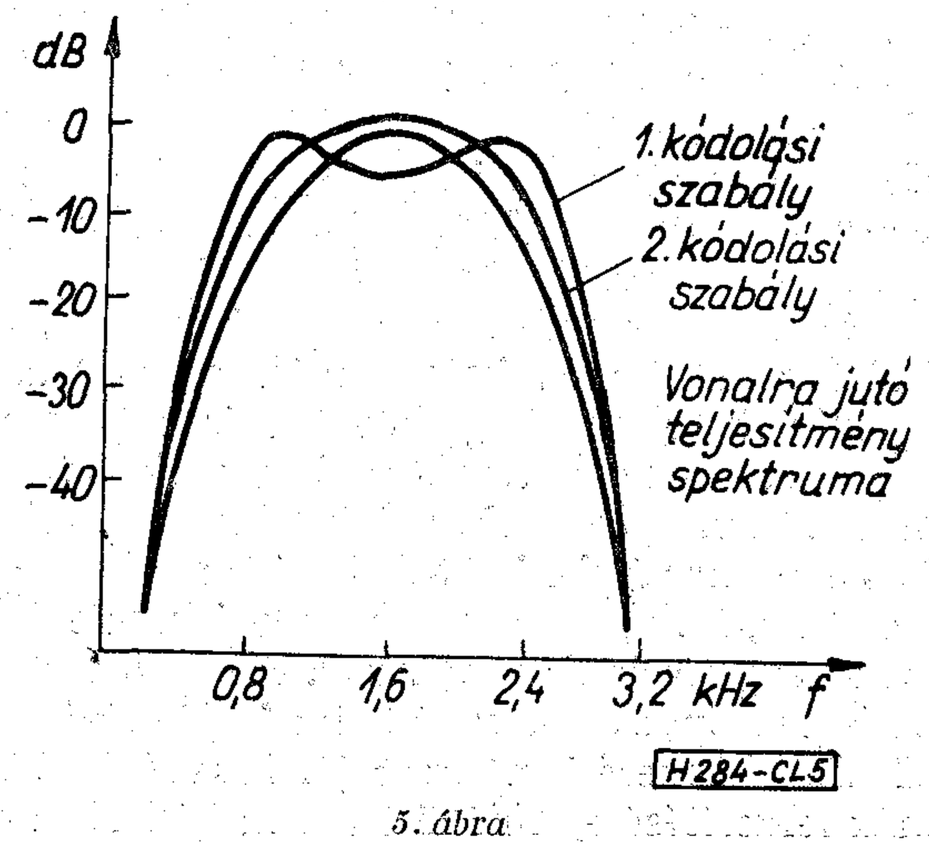
Kódolási szabály		
1.	0	3200 bit/s
	1	1600 bit/s
	átlag	2135 bit/s
2.	0=1= átlag	1600 bit/s
3.	0	1600 bit/s
	1	1066 bit/s
	átlag	1278 bit/s
4.	0	2400 bit/s
	1	1600 bit/s
	átlag	2087 bit/s
5.	0	1200 bit/s
	1	1600 bit/s
	átlag	1490 bit/s
6.	0	1065 bit/s
	1	1065 bit/s
	átlag	1180 bit/s

A berendezés tulajdonságai

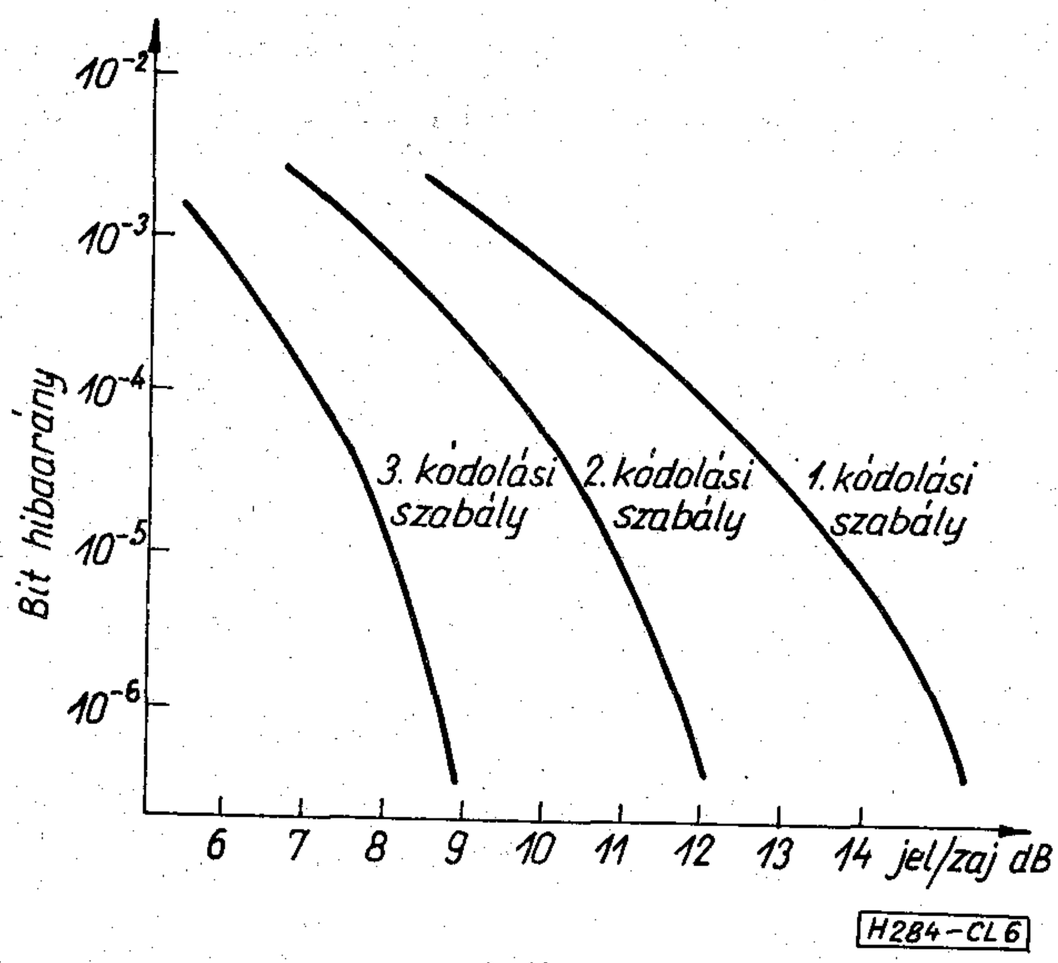
A továbbiakban röviden ismertetjük a berendezés néhány paraméterére vonatkozó vizsgálatok eredményét.

Az intézetben kidolgoztak egy olyan programrendszert [5], amely Markov-láncok által generált sztochasztikus folyamatok korrelációs függvényét és ebből a jelsorozat spektrumát számítja ki. Az 5. ábra mutatja a vonalra juttatott jel spektrumát az 1., 2. és 3. kódolási szabály esetén. Az ábrán a mért eredmények láthatók, amelyek jól megegyeznek a számított értékekkel.

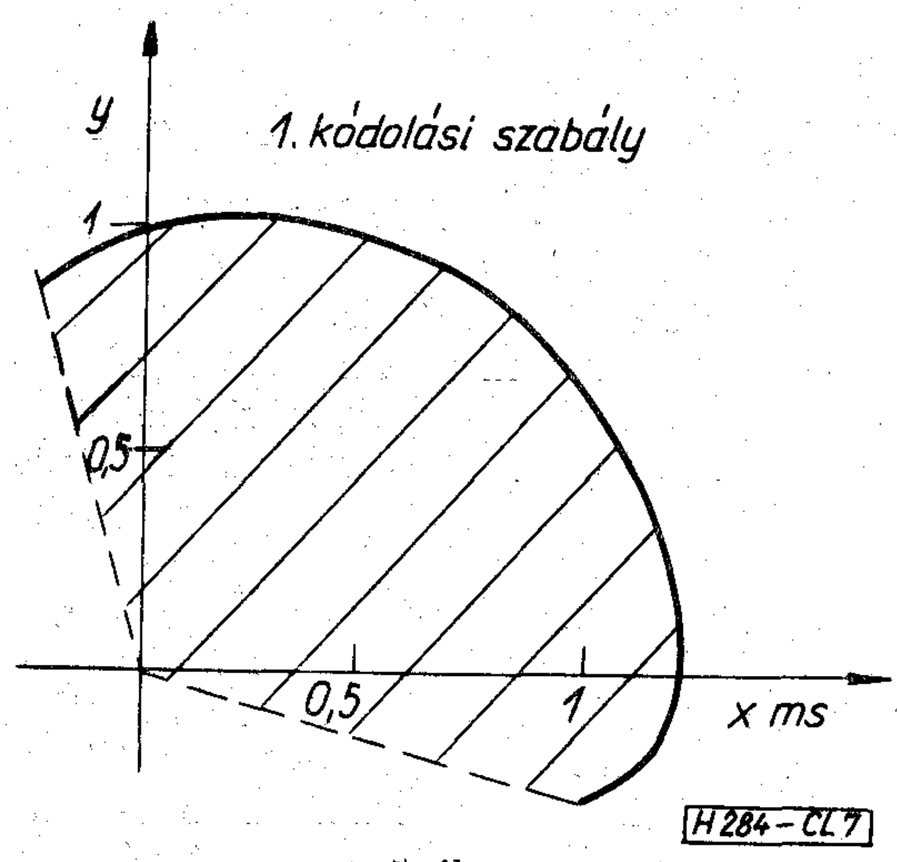
A 6. ábra a bit-hibaarányt mutatja a jel/zaj viszony függvényében. A zajt a 300...3400 Hz-es sávban mértük.



5. ábra



6. ábra



7. ábra

A 7. ábrán látható görbe a futási idő torzításhatását mutatja. A folytonos vonallal kihúzott görbe azon pontokat köti össze, amelyeken a bit-hibaarány 10^{-5}. Az ordináta a 800 Hz-en, az abszcissza a 2400 Hz-en mért futási idő. Az állandó késleltetés kiküszöbölése céljából az 1600 Hz-en mért futási időt nullának vettük, tehát a felrajzolt értékek ehhez viszonyítva értendők (így lehetséges, hogy a görbe negatív x és y értékeket is tartalmaz). A görbén belüli, vonalkázott területen a bit-hibaarány kisebb, mint 10^{-5}.

A mérési eredményekből látható, hogy az ismertetett eljárás alapján kifejlesztett berendezés paraméterei a hasonló sebességtartományban üzemelő, készülékek paramétereit elérik.

IRODALOM

[1] *Gábor D.:* „Theory of communications" J. IEE, vd 93, pt III. pp. 429—457. 1946. nov.

[2] *J. e. v. Oswald:* „The Theory of Analitic Band-Limited Signals Applied to Carrier Systems. IRE Transactions on Circuit Tehory, CT—3/1956. dec., pp. 245—251.

[3] Szabadalmi okirat (157 294).
Csaba László, Uzsoky Miklós: Eljárás bináris információ sávszűrő jellegű vonalon való átvitelére.

[4] Patent specification 1 272 283 (Anglia).

[5] *Baumgarten É.:* On the power density spectrum of Markov chains generated series. III. Információelméleti Konferencia, Tallin.

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.372.51:621.376.56

Blum E.:

PCM végállomások jelzésátviteli és csatlakozási kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 8. sz.

A cikk áttekintést ad a PCM jelzésátvitel néhány alapvető kérdéséről. Ismerteti a jelzésbitek kiosztásának és felhasználásának lehetőségeit. Foglalkozik az egyenáramú jelzések illesztésének feladataival és bemutat egy közös vezérlésű illesztőberendezést, amelynek rendszertechnikai felépítése illeszkedik a PCM átviteli rendszeréhez és kihasználja az alkalmazott elektronikus áramkörök működési sebességét, valamint lehetőséget nyújt a jelző és illesztő- áramkörök egyszerűsítésére.

ETO 621.372.54:621.375

Dr. Simon Gy.:

Egy műveleti erősítős aktív szűrőtagok kompenzálása

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 8. sz.

A cikk a következőket tárgyalja: végtelen erősítésű egyhurkú szűrő, végtelen erősítésű kéthurkú sáváteresztő, egységnyi erősítésű vezérelt generátoros aluláteresztő, egységnyi erősítésű vezérelt generátoros felüláteresztő, kompenzálási megfontolások. A függelék a számítógépprogramot ismerteti.

ETO 621.3.049.7.019.3—111

Kalmár G.:

A hibaanalízis beépítése a megbízható integrált áramkörök fejlesztési folyamatába

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 8. sz.

A szerző ismerteti a budapesti Tungsram műveknél a cimben szereplő intézkedéseket. A kutatómunka során kidolgozták a feladatot, a hibaanalízis módszereit és ezek alátámasztására nagyszámú optikai és elektronoptikai vizsgálatokat is végeztek, melyek egy részét a szerző bemutatja. A cikk közli a bevezetett hibaanalízisek hatását a gyártmány megbízhatóságára.

ETO 621.372.543.2:621.395.38:681.327.8

Csaba L.:

Bináris alapsávi jelek átvitele sávszűrő jellegű és frekvenciatolást is okozó vonalakon

HÍRADÁSTECHNIKA XXV. (1974) 8. sz.

Az MTA SZTAKI-ban kidolgozott eljárás ismertetése, amelynek alapján soros bináris információ vihető át sávszűrő jellegű vonalakon. Az eljárás alapján készült berendezés (MODEM) közepes sebességű (2000 bit/s) adatátvitelt tesz lehetővé távbeszélő-vonalakon. Ismertetjük az eljárás főbb tulajdonságait, és az elkészült berendezést. Az eljárás kidolgozásánál alapvető célunk az volt, hogy a megvalósítás a lehető legnagyobb mértékben digitális áramkörökre épülhessen.

Обобщения

ДК 621.372.51:621.376.56

Блум, Е.:

Вопросы передачи сигнализации и соединения оконечных станций ИКМ

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 8

Статья дает обзор некоторых основных вопросов передачи сигнализации в системах ИКМ. Излагаются возможности распределения и использования битов сигнализации. Трактуются задачи согласования сигнализации постоянного тока и показывается согласующее устройство с общим управлением. Построение техники системы этого согласовано с системой передачи ИКМ и использует скорость работы применяемых электронных схем, а также дает возможность упрощения цепей согласования и сигнализации.

ДК 621.372.54:621.375

Д-р Шимон, Г.:

Компенсация активных звен фильтров с одним операционным усилителем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 8

Статья рассматривает следующее: фильтр бесконечного усиления с одним шлейфом, полосовой фильтр бесконечного усиления с двумя шлейфами, фильтр низких частот единого усиления с управленным генератором, соображения по компенсации. Приложение дает программу ЭВМ.

ДК 621.3.049.7.019.3—111

Калмар, Г.:

Построение анализа повреждений в процесс разработки надежных интегральных схем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 8

Автор излагает мероприятия по данной теме на Будапештском заводе Тунгсрам. В ходе исследовательских работ разработались задачи, методы анализа повреждений и ряд оптических и электронно-оптических испытаний, сделанных с йелью их обоснования, часть которых(показывается автором.
Статья опусликовает влияние внедранных анализов повреждений на надежность изделий.

ДК 621.372.543.2:621.395.38:681.327.8

Чаба, Л.:

Передача двоичных сигналов в основной полосе частот на линиях характера полосового фильтра, вызывающих и сдвиг частоты

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXV. (1974) № 8

Изложение метода, разработанного в Исследовательском институте по вычислительной технике и автоматизации Венгерской Академии наук: на олновании которого можно передаватъ последовательную двоичную информацию на линиях характера полосового фильтра. Установка, изготовленная на основании метода (МОДЕМ) дает возможность для передачи данных средней скоростъю (2000 бит/сек) на телефонных линиях. Излагаются основные свойства метода, при разработке которого важнейшей целью явилосъ построение устройства новном на цифровных схемах. Описывается и осуществлённ устройство.

Zuzammenfassungen

DK 621.372.51:621.376.56

Blum, E.:

Kennzeichenübertragung und Anschlussfragen von PCM Endstationen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr 8.

In dem Aufsatz wird ein Überlick über einige grundsätzlichen Fragen der PCM Signalübertragung gegeben. Die Möglichkeiten der Verteilung und Anwendung der Signalbiten werden erörtert. Er beschäftigt sich mit der Aufgabe der Anpassung der Gleichstromsignale und zeigt eine gemeinsam gesteuerte Anpasseinrichtung, deren systemtechnischer Aufbau dem System der PCM-Übertragung anpasst und die Funktionsgeschwindigkeit der elektronischen Stromkreise ausnützt und eine Möglichkeit zur Vereinfachung der Signal- und Anpass-Stromkreise gibt.

Summaries

UDC 621.372.51:621.376.56

Blum, E.:

Signalling Transmission and Connection on the PCM Terminals

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV (1974) N°. 8

A survey is given on some problems of the PCM signalling trans mission. Possible allocation and utilization of the signaling bits are presented. The functions of connecting the d.c. signalling are dealt with and a signalling equipment is shown, in which the system design has been chosen to match the PCM transmission and where the operating speed of the electronic circuitry is utilized to simplify the signalling and connecting units.

DK 621.372.54:621.375

Dr. Simon, Gy.:

Kompensation von aktiven Filtergliedern mit einem Operationsverstärker

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 8.

In dem Aufsatz werden die folgenden Probleme diskutiert: Einschleifenfilter mit unendlicher Verstärkung, Zweischleifen-Bandfilter mit unendlicher Verstärkung, Tiefpass-Filter mit gesteuertem Generator und Einheitverstärkung, Hochpass-Filter mit gesteuertem Generator und Einheitverstärkung, Kompensationsüberlegungen. In dem Abhang werden die Computerprogramme erörtert.

DK 621.3.049.7.019.3—111

Kalmár, G.:

Einbau der Fehler-Analyse in den Entwicklungsprozess von zuverlässigen Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 8.

In dem Aufsatz werden die in dem Titel erwähnten Massnahmen der TUNGSRA-Werke in Budapest, erörtert. Während der Forschungsarbeiten wurden die Aufgabe, die Methoden der Fehler-Analyse entwickelt und zu deren Unterstützung auch viele optische und elektronoptische Prüfungen ausgeführt. Der Verfasser beschreibt einige der obenerwähnten Methoden und schildert den Einfluss der Fehler-Analyse auf die Zuverlässigkeit der Produkte.

DK 621.372.543.2:621.395.38:681.327.8

Csaba, L.:

Übertragung von binären Basisbandsignalen auf Linien von Bandfiltercharakter, welche auch Frequenzverzögerungen verursachen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) Nr. 8.

Erörterung des in dem Forschungsinstitut für Rechentechnik und Automatisation der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ausgearbeiteten Verfahrens, auf Grund desjenigen serielle Binär-Information auf Linien von Bandfiltercharakter übertragbar sind. Die auf dem Grund des Verfahrens hergestellte Einrichtung (MODEM) ermöglicht eine Datenübertragung von mittlerer Geschwindigkeit (2000 bit/sec) auf den Fernsprechlinien. Die wichtigeren Eigenschaften des Verfahrens werden erörtert. Bei der Ausarbeitung des obenerwähnten Verfahrens war unsere Zielsetzung die Realisierung im möglichst grösstem Masse mit digitalen Schaltungen auszuführen. Ferner wird die fertige Einrichtung beschrieben.

UDC 621.372.54:621.375

Dr. Simon, Gy.:

Compensation of Active Filter Sections with a Single Operational Amplifier

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N°. 8

In the paper the following subjects are discussed: single-loop filter of infinite amplification, double-loop band-pass filter with infinite amplification, controlled generator type low-pass filter of unity amplification, controlled generator type high-pass filter of unity amplification, considerations of compensation. In the Appendix the computer programme is presented.

UDC 621.3.049.7.019.3—111

Kalmár, G.:

Introduction of Failure Analysis into the Development Process of Reliable Integrated Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N°. 8

In the paper the measures of the TUNGSRAM Works in Budapest figured in the title are presented. In course of the research work the task, the methods of failure analysis was elaborated and many optical and electronoptical tests were carried out to support these methods. Certain of these methods are presented. The effects of the introducted failure analysis on the reliability of the products are described.

UDC 621.372.543.2:621.395.38:681.327.8

Csaba, L.:

Transmission of Baseband on Lines of Band-pass Character Causing Also a Frequency Delay

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N°. 8

The paper presents a procedure worked out by the Institute for Computation and Automation of the Hungarian Academy of Sciences on the basis of which serial binary information can be transmitted on lines of band-pass character. The equipment (MODEM) made on the basis of the above procedure enables data transmission of medium speed (2000 bit/sec) on telephone lines. The main properties of the procedure are described, in the course of development of which our fundamental objective was to develop a procedure requiring prin. cipally digital circuits. The ready made equipment is presented-

Résumés

CDU 621.372.51:621.376.56

Blum, E.:

Questions de la transmission de signalisation et d'adaptation des stations de terminaison à modulation par impulsions codées

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N°. 8

L'article donne un résumé de quelques questions fondamentales de la transmission de signalisation MIC. Les possibiltiés de la distribution et utilisation des bits de signalisation sont examinées. Les tâches de l'adaptation de la signalisation à courant continu sont traitées et un dispositif d'adaptation à commande commune est présenté. La réalisation de celui-ci, en ce qui concerne sa technique de système, correspond à la trasmission à MIC et utilise la vitesse de fonctionnement des circuits électroniques appliqués, ainsi qu'elle donne la possibilité de la simplification des circuits de signalisation et d'adaptation.

CDU 621.372.45:621.375

Dr. Simon, Gy.:

Compensation des cellules de filtrage actives à un amplificateur opérationnel

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 8

L'article traite les cas suivants: filtre à une boucle à amplification infinie, filtre passe-bande à deux boucles à amplification infinie, filtre passe- bas à amplification d'unité avec un génerateur commandé, filtre passe-haut à amplification d'unité avec un génerateur commandé, considérations de compensation.

CDU 621.3.049.7.019.3—111

Kalmár, G.:

Introduction de l'analyse des défaillances au processus du développement des circuits integrés fiables

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N° 8

L'auteur expose les mesures prises dans l'usine Tungsram de Budapest, mentionnées dans le titre. Au cours des travaux de recherche les taches et les méthodes d'analyse des défaillances étaient élaborées et pour leur support nombreux examens optiques et électro-optiques étaient faits, une partie desquels est présentée par l'auteur. L'article donne l'influence des analyses des défaillances introduites sur la fiabilité des produits.

CDU 621.372.543.2:621.395.38:681.327.8

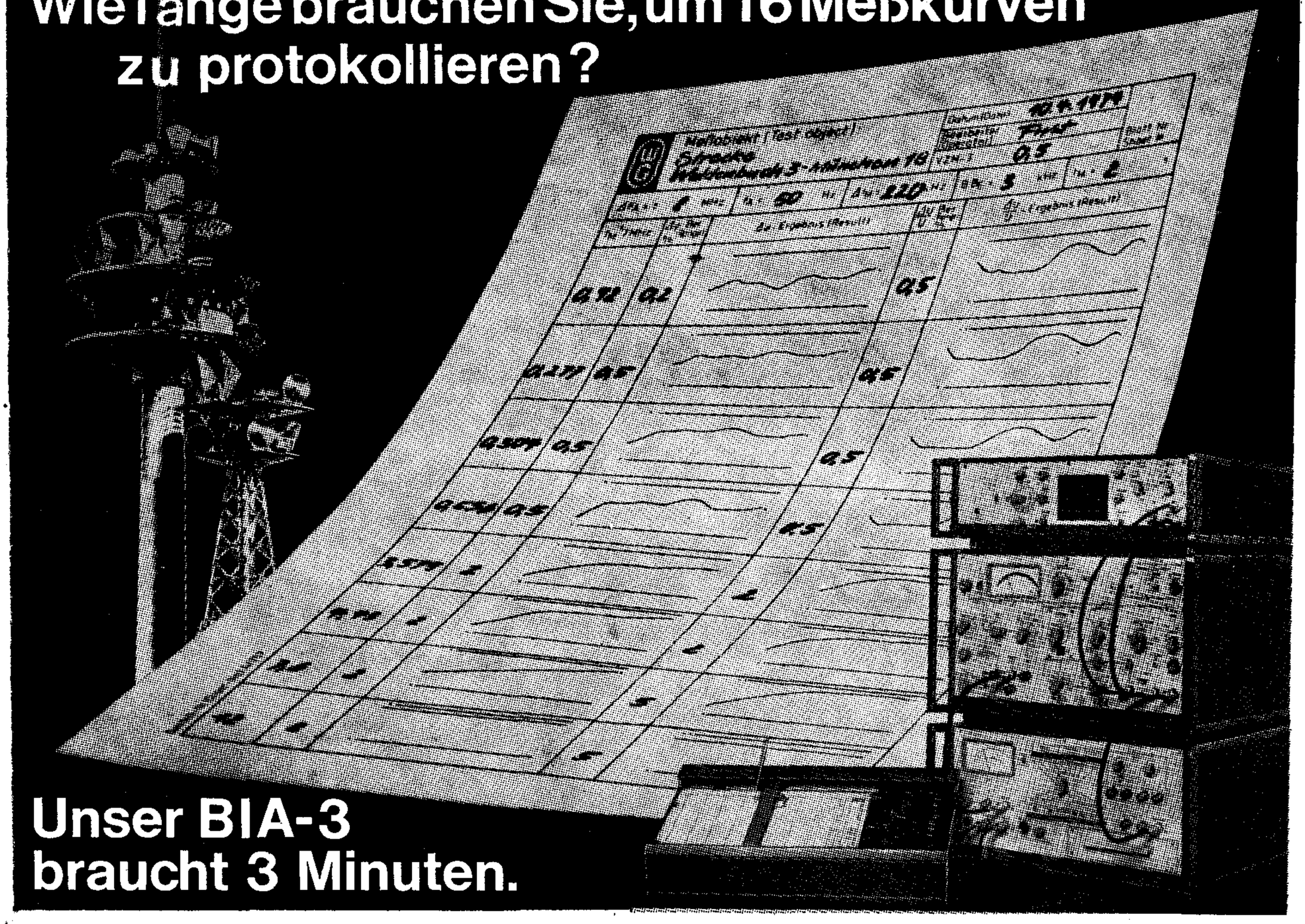
Csaba, L.:

Transmission des signaux de bande de base numériques sur lignes du caractère de filtre passe-bande, produisant aussi un décalage de fréquence

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXV. (1974) N°. 8

Exposition de la méthode développée par l'Institut de Recherche pour la technique de calculation et automatisation de l'Académie des Sciences de la Hongrie, à l'aide de laquelle des informations séries binaires peuvent être transmises sur lignes du caractère de filtre passe-bande. Le dispositif (MODEM) produit à la base de cette méthode permet la transmission des données à vitesse moyenne (2000 bit/s) sur lignes téléphoniques. Les caractéristiques principales de la méthode sont exposées, le développement de laquelle avait l'objectif principal d'utiliser des circuits numériques et ensuite le dispositif achevé est décrit.

Wie lange brauchen Sie, um 16 Meßkurven zu protokollieren?



Unser BIA-3 braucht 3 Minuten.

MENNYI IDŐ ALATT TUDJA ÖN 16 JELLEGGÖRBE MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYVÉT FELVENNI?

A BIA–3 EZT 3 PERC ALATT ELVÉGZI.

A BIA–3, különleges mérési és félautomatikus jegyzőkönyvezési módszerénél fogva, a mikrohullámú és a műholdas rendszerek előnyös és gazdaságos mérőberendezése. Segítségével három perc alatt nyolc amplitudó- és nyolc fázis-görbe mérése és jegyzőkönyvezése végezhető el, az alapsáv (AS) és a középfrekvencia (KF) bármely viszonylatában: AS–KF, KF–AS, KF–KF és AS–AS. A BIA–3 mérőhely egyes készülékei – a szélessávú modem, az alapsáv-mérő és a képernyős megjelenítő – önállóan is használhatók.

VZM–3 alapsáv-mérő

* Meredekség- és fázis-ingadozások mérése
* Nyolc mérőfrekvencia, 90 kHz és 12 MHz között
* Színusz- és trapézhullámú eltérítőfeszültség
* Más torzításmérőkkel és analizátorokkal is kompatibilis

ZFM–70 70 MHz-es KF-mérő

* Szélessávú modem, megkönnyíti a zajmérést pl. az RK–50 zajmérő-berendezéssel, valamint a szélessávú frekvenciafüggési görbék felvételét pl. a PS–60/SPM–60 szintmérő-berendezéssel
* Állandóan üzemkész tartalék-modem, kisegítésként bármikor rendelkezésre áll
* Sávpásztázó adó, frekvencialöket-mérő, KF feszültségmérő, reflexióscsillapítás-mérő
* Vonalmérésekhez távbeszélőkészlettel egészíthető ki

BIAS–3 ernyőképes kijelző

* Az amplitudó- és a fázisgörbék akár együttesen, akár külön-külön kijelezhetők
* Saját 10 MHz-es időbázisa van, így általános szervizműszerként is használható.

Kívánságra részletes alkalmazási útmutatót, vagy ajánlatot küldünk.

Wandel u. Goltermann

Entwicklung, Fertigung und Vertrieb
D 741 Reutlingen · Postfach 259
Tel. 07121/8441 · Telex 07 29 833/wug d

Bitte Koupon mit Namen, Firma und Anschrift einsenden an:
Wandel u. Goltermann · Abt. VTW · 741 Reutlingen · Postf. 259
Senden Sie mir unverbindlich
☐ ausführliche Information über BIA-3
☐ ein Angebot