



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA**

**XXXIII. évfolyam
B U D A P E S T**

1982

9

HÍRADÁSTECHNIKA

XXXIII. ÉVFOLYAM 1982. 9. SZÁM

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

TARTALOM

DR. DOMONKOS SÁNDOR:	A VII. Tudományos Ülésszak a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán	385
DR. KERPÁN ISTVÁN:	Az információelmélet alapfogalmairól	386
DIÓSZEGHY GYŐZŐ— HOLÉCZY GYULA— BÁNKI FERENC:	LSI áramkörök vizsgálati technológiájának néhány kérdése.....	389
DR. NAGY JÁNOS:	A végelemek módszerének alkalmazása elektromechanikai peremérték feladatok megoldására	391
GUDRA TIBOR— HOLÉCZY GYULA— TEMESVÁRI ZSOLT:	LSI áramkörök vizsgálata	393
BORBÉLY ENDRE— DR. GYÁRFÁS ANDRÁS:	Impulzusüzemű infraösszeköttetések vizsgálata korlátozott adóteljesítmény esetén	396
IZSÁK TERÉZ— LUKÁCS GYÖRGY	Vastagréteg technológiával készült mikrohullámú szalagvonalas áramkörök vizsgálata	398
BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK		
KLATSMÁNYI BÉLA— GYURIS ÁRPÁD— PINTÉR ISTVÁN:	Üzemelő táviróközpontok és -hálózatok fejlesztésének és mérésének kérdései	409
GYURIS ÁRPÁD— PINTÉR ISTVÁN:	Automatikus trunk vizsgáló berendezés	411
DIÓSZEGHY GYŐZŐ— ERDŐS ENDRE:	A híradástechnikai nagyberendezések konstrukciós kérdései	413
LUKÁCS GYÖRGY:	Mikrohullámú FET tranzistoros teljesítményerősítők	415
DR. PÓCZA ATTILA— GEDEON EMIL:	Frekvenciamodulált jelek fáziskövető rendszerű demodulálása	417
MASSZINÉ WINDISCH NÓRA—RÓMER MÁRIA— DR. TRÓNNE TELKES IBOLYA:	Diagnosztizálási lehetőségek a Kandómat mérőautomatán	419
TÖLGYESI LÁSZLÓ:	Az ITT 12-es rendszer	421
	Tartalmi összefoglalások	429

A SZÁM SZERZŐI:

DR. DOMONKOS SÁNDOR okl. vill. mérnök, kandidátus, a KKVMF főigazgatója, DR. KERPÁN ISTVÁN, okl. vill. mérnök, a KKVMF tanára, DIÓSZEGHY GYŐZŐ, okl. vill. mérnök, a KKVMF tanára, HOLÉCZY GYULA, okl. vill. mérnök, a KKVMF tanára, DR. NAGY JÁNOS, okl. vill. mérnök, a KKVMF tanára, LUKÁCS GYÖRGY, okl. vill. mérnök, a KKVMF adjunktusa, DR. PÓCZA ATTILA, okl. vill. mérnök, a KKVMF docense, GEDEON EMIL, okl. vill. mérnök, a KKVMF docense, BORBÉLY ENDRE, DR. GYÁRFÁS ANDRÁS, KLATSMÁNYI BÉLA, GYURIS ÁRPÁD, PINTÉR ISTVÁN, ERDŐS ENDRE, GONDA TIBOR, TEMESVÁRI ZSOLT, MASSZINÉ WINDISCH NÓRA, RÓMER MÁRIA, DR. TRÓNNE TELKES IBOLYA, a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola munkatársai, okl. villamosmérnökök, TÖLGYESI LÁSZLÓ, okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet fejlesztőmérnöke, BÁNKI FERENC az MTA—KFKI munkatársa, IZSÁK TERÉZ a Mikroelektronikai Vállalat tud. csop. vezetője, okl. vegyész mérnök.

Felelős szerkesztő: BOGLÁR GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

A szerkesztő bizottság tagjai:

Angyal László, Balogh Pál, Bánsághi Pál, Boglár Gyula, dr. Flesch István, Forintos György, Hermann Ákos, Horváth Imre, Jakubik Béla, Laczkó Endre, May Péter, Mérey Imréné, Nagygyörgy Gábor.

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

A VII. Tudományos Ülésszak a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán

A kutató-fejlesztő munka, szakmai alkotások létrehozása a felsőoktatásban az oktatói tevékenység elengedhetetlen összetevője. Ez biztosítja a tananyag folyamatos korszerűsítését és az oktatók azon készségének kialakulását, amellyel képesek a jövő értelmiségét hivatásuk gyakorlására felkészíteni. A kutatómunka az eredmények publikálásával válik teljessé. A szakmai vita, a tudományos igényű kritika előmozdítja a haladást és mind a kutatóknak, mind a hallgatóknak új ötleteket adhat.

A tudománypolitika ismert elvei hangsúlyozzák az együttműködés fontosságát. Számunkra ez a főiskola, az egyetemek, a kutatóintézetek és a villamosipar közötti szoros kapcsolatok ápolását jelenti. Ennek egyik hasznos eleme a főiskolánkon évről évre megrendezett tudományos ülésszakok rendszere.

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola első, Jubileumi Tudományos Ülésszakát az intézmény és jogelődjeinek 75 éves fennállása alkalmából 1973-ban szervezte meg. Ezen a főiskola képzési profiljába tartozó valamennyi szakterület szerepelt. 1977-től kezdve ülésszakainkon csak egy-egy szűkebb szakmai profil került bemutatásra. 1977-ben az erősáramú technika és a villamos energetika, 1978-ban a híradástechnika, az alkatrésztechnológia és a szabályozástechnika, 1979-ben az alap- és társadalomtudományok, valamint a pedagógia, 1980-ban a számítástechnika, 1981-ben pedig ismét az erősáramú technika és a villamos energetika szerepelt a Tudományos Ülésszak programjában. A legutóbbi, 1982. május 27-én és 28-án megrendezett ülésszakunk szakterületei a híradástechnika, az irányítástechnika és az elektronikai technológia voltak. A szakmai profilok jelzett szétválasztása jól bevált. Az évenként rendezett ülésszakok biztosítják a szervező munka folyamatosságát, a szakmai profil periodicitása pedig a joggal elvárható szakmai színvonalat, hiszen így egy-egy szűkebb szakterület eredményeinek bemutatására négyévenként kerül sor.

A főiskolán folyó kutatómunka kereteit az ötéves kutatási terv, az állami megbízások most kialakulóban levő rendszere és a szerződéses munkák adják. Az ötéves terv keretében végzendő kutatásokra a műszaki tudomány fejlődése, az ipar véleménye, valamint anyagi és szellemi lehetőségeinek figyelembevételével mi magunk teszünk javaslatot. Az állami megbízások keretében végzett munkák témái az iparból, illetőleg a kutatóintézetekből származnak. E tevékenységünkhöz az anyagi támogatást egyes esetekben pályázat útján nyerjük el. A szerződéses munkákra leggyakrabban az ipar ad megbízást, így a kutatási eredmények közvetlen hasznosítása biztosított. Az iparvállalatok mellett az Ipari Minisztérium és más intézmények is számos megbízást adnak főiskolánknak. Általában hosszútávú, nagy volumenű munkákat végzünk, amelyek nem egy esetben egyetemi doktori, vagy kandidátusi értekezés alapját vetik meg. Az elért eredmények publikálásához az esetek nagy részében a megbízó hozzájárul.

Az ezévi VII. Tudományos Ülésszakunkon három szekcióban és tíz alszekcióban 137 előadás hangzott el. Közülük 79 előadás szerzője ipari szakember, kutatóintézeti munkatárs, vagy oktatási társintézmény dolgozója volt. Főiskolánk oktatói 47 előadással szerepeltek és alkalmunk volt meghallgatni 11 külföldi előadást is. E szám adatok, valamint az egész ülésszak szakmai színvonala azt bizonyítja, hogy rendezvényeinkkel kivívtuk mind a hazai, mind a nemzetközi szakmai közvélemény elismerését.

A közelmúltban megrendezett Tudományos Ülésszakunk a következő szekciókban került lebonyolításra:

- elektronikai technológiák
- mérés és irányítástechnika
- híradásipar.

A híradásipari szekcióban három alszekció működött, összesen 41 előadás hangzott el. A *közszükségleti készülékek alszekciójában* a Drezdai Műszaki Főiskola oktatói, a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola, az ORION Rádiótechnikai Gyár munkatársai és főiskolánk oktatói tartottak előadást. A készüléktechnika mellett rendszertechnikai kérdésekkel és a hírközlő rendszerek egyes elméleti problémáival foglalkoztak.

A *professzionális berendezések alszekció* programja igen sokrétű volt, az elméleti alapokat érintő témáktól a híradástechnikai nagyberendezések konstrukciós kérdéseinek tárgyalásáig terjedt. Fontos szakmai aspektusra hívta fel a figyelmet a *híradástechnikai mérés technológiai alszekció* is. Az előadások többsége a híradásiparban alkalmazható mérőautomatákkal és a mérés technika automatizálásával foglalkozott.

A szekció előadói között megtalálhatjuk a már említetteken kívül a Távközlési Kutató Intézet, a Híradótechnikai Vállalat, a Beloianniszi Híradástechnikai Gyár, a Telefongyár és a Posta Központi Táviró Hivatala munkatársait is.

A Híradástechnika jelen számának cikkei* a KKVMF VII. Tudományos Ülésszakán elhangzott előadások alapján készültek. Az egyes előadások tartalmának tömörített kivonatát egyébként a Tudományos Ülésszak alkalmából megjelentetett főiskolai kiadványban is közöltük, amelyben az e számban közöltekén kívül minden előadás megtalálható. Kiadványunk három kötete a Főiskola könyvtárát is gazdagítja. Az egyes témák részletei iránt érdeklődőknek a szerzők szívesen adnak tájékoztatást.

Reméljük, hogy e különszám jól tükrözi majd a főiskola e szakterületen tevékenykedő oktatóinak tudományos eredményeit.

Dr. Domonkos Sándor

főiskolai tanár, a műszaki tudományok kandidátusa
Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola főigazgatója

* A jelen számból hely hiánya miatt kimaradt cikkeket további számainkban közöljük.

Az információelmélet alapfogalmairól

D R. K E R P Á N
I S T V Á N
KKVMF Híradásipari
Intézet

C. E. Shannon alapvetése óta az információelmélet matematikai formája kiforrott, helyének, szerepének a megítélése letisztult. A legelterjedtebb felfogásban az *információ* értelmezését biológiai, társadalmi és technikai rendszerek (nevezzük ezeket gyűjtőnéven „kibernetikai” rendszereknek) vezérlési folyamataihoz kapcsolják. Az *információelmélet* az üzenetforrások és átviteli csatornák statisztikai struktúrájának a leírására alkalmas diszciplína, amelyet a valószínűségelmélet új ágának is tekintenek. Alkalmazási területei közül (mind ez idáig) a kódolással összefüggő problémákat emelik ki. Mindamelllett az információelmélet konkrét története fenntartásokat is indukált az elméletnek (mindenekelőtt központi fogalmának, az entrópiának) az értelmezésével kapcsolatban.

Emlékeztetőül és jelöléseink bevezetésére: ha x_1, x_2, \dots, x_N egy X üzenetforrás lehetséges üzenetei, p_1, p_2, \dots, p_N pedig az egyező indexű üzenetek valószínűségei, akkor a

$$H(X) = \sum_{i=1}^N p_i \log_2 \frac{1}{p_i} \quad (1)$$

kifejezés adja meg a forrás — shannon mértékegységben kifejezett — entrópiáját. Az (1)-ben definiált $H(X)$ az

$$I_i = \log_2 \frac{1}{p_i} \quad (2)$$

mennyiségnek a p_i valószínűségekkel súlyozott átlagával egyenlő. Szokás (2) alapján I_i -t az x_i üzenetre, (1) alapján pedig, $H(X)$ -et a teljes forrásra vonatkozó „bizonytalanság” mértékének is tekinteni.

Példa az entrópiával kapcsolatos fenntartásokra: „Az entrópia antropomorf fogalom.” (Idézet [6]-ból.) „... a bizonytalanság mértékéül szolgáló I információmennyiség egyértelmű meghatározásához nem tudunk elegendő „természetes” szempontot találni...” (L. [5], 110–111. o.)

Ismeretes, hogy a (shannon egységekben kifejezett) $H(X)$ — statisztikusan stacionárius forrás esetében — számszerűen megegyezik a kibocsátott üzenetek kódolásához felhasználandó bináris jelölők (bitek) átlagának az (alkalmas kódolással tetszés szerint megközelíthető, kedvező esetben pedig elérhető)

minimumával: Ha x_i üzenet kódolásához n_i bitet használunk, akkor a kibocsátott üzenetek átlagos hossza (n_i -k várható értéke):

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^N p_i n_i, \quad (3)$$

és — kedvező esetben —

$$H(X)[\text{shannon}] = (\bar{n}/_{\min}) [\text{bit}]. \quad (4)$$

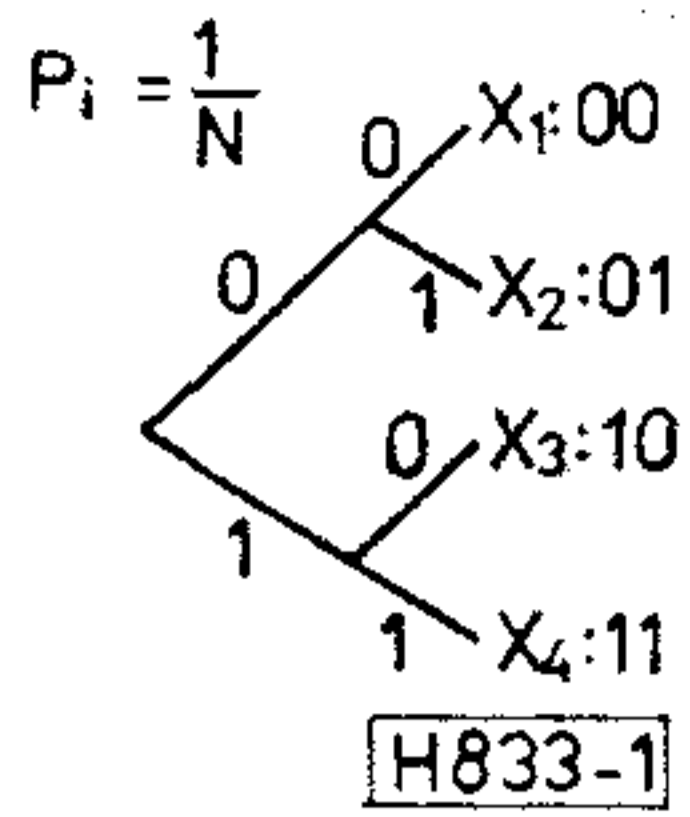
(4)-et — $H(X)$ egyik értelmezéseként már [1]-ben megtaláljuk. $(\bar{n})_{\min}$ keresése szuggesztíven előkészíti $H(X)$ bevezetését és a fenti értelmezést pl. [3]-ban. Azonban — véleményünk szerint — $(\bar{n})_{\min}$ keresése $H(X)$ (1) kifejezésének előállítására is elegendő „természetes” szempontot szolgáltathat („kibernetikai” rendszerek tekintetében). Ezt szeretnénk példázni az alábbiakban.

A jelekkel takarékoskodó, ezért szóelválasztójel nélkül is egyértelmű dekódolást lehetővé tevő bináris kódot kívánunk szerkeszteni az X forrás üzeneteire. Ilyen tulajdonságú kódhoz vezet, ha az üzeneteket egy bináris fa csúcaival jellemezzük, s a hozzájuk vezető élek (0 vagy 1) szimbólumainak a sorozatával kódoljuk, az ábrák szerint. (A megfontolások lényege nem bináris kód abc-re is alkalmazható. Az így szerkesztett kód egyetlen szavának sem létezik értelmes meghosszabbítása vagy megrövidítése („prefix tulajdonság”). Ez teszi lehetővé a szóelválasztók nélküli egyértelmű dekódolást.

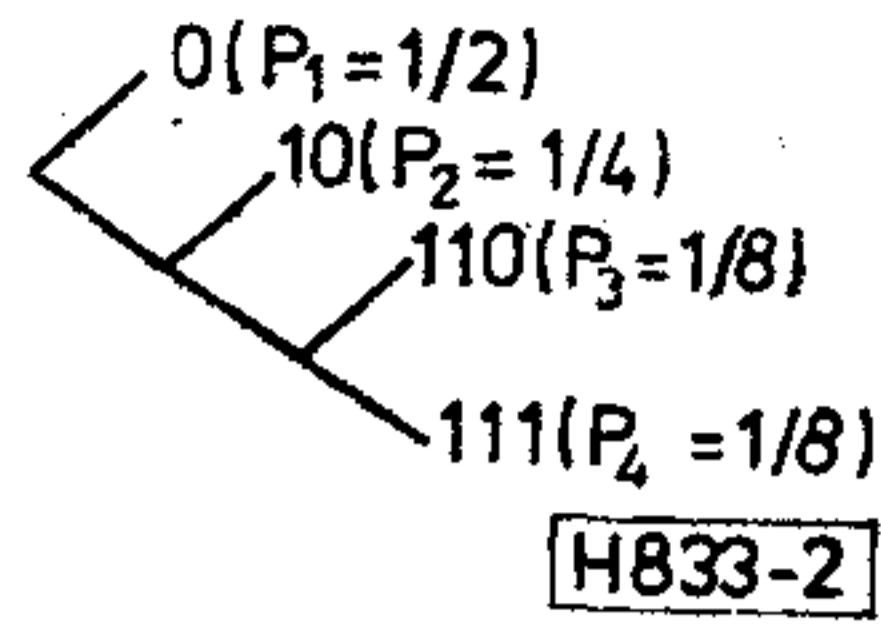
Bináris jelölőink gazdaságos kihasználása szükségessé teszi, hogy minden újabb jelölő pozícióval (a lefektetve ábrázolt fák minden emeletével) az eredeti X halmazt, majd annak részalmazait mindig két részre osszuk. Az üzenetek alcsoportok közötti szétosztásának a módjától függ a fa maximális emeltszáma és a kódszavak hossza (vö. az 1. és 2. ábrákat!).

Ha minden üzenet egyforma valószínűségű $(p_1 = \frac{1}{N} = \text{konstans})$, a legrövidebb átlagos szóhosszúságot nyilvánvalóan akkor kapjuk, ha az osztályozási lépések során az üzenetek számát, s ezzel egyben az üzenetvalószínűségek összegét is felezzük. Az üzenetszám felezését akkor tudjuk következetesen keresztülvinni, ha N 2-nek egész kitevőjű hatványa. Ekkor $n_i = \bar{n} = \log_2 N$.

Előadásaként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén



1. ábra



2. ábra

Ha az üzenetek nem egyforma valószínűségűek, választanunk kell: az üzenetek számát vagy az üzenetek valószínűségeinek az összegét felezzük? Utóbbi mellett kell döntenünk akkor, ha a kibocsátott üzenetek átlagos hosszát kívánjuk minimalizálni. Ehhez ugyanis a nagyobb valószínűségű, azaz a gyakoribb üzeneteket célszerű rövidebben kódolni. Ha $p_1 > p_3 + p_4$, akkor a 2. ábra megoldása kisebb átlagos jelölőhosszhoz vezet, mint az 1. ábráé. A bináris jelölők leggazdaságosabb kihasználása ez esetben akkor lehetséges, ha az üzenetvalószínűségek olyan eloszlást mutatnak, hogy összegük mindaddig felezhető, ameddig az egyes üzenetekhez eljutunk. Ez azt jelenti, hogy az $\frac{1}{p}$ mennyiségek bármelyik p_i -re kettőnek valamelyik pozitív egész kitevőjű hatványai (Emellett természetesen $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ is teljesül.)

(További példa: 3. ábra.)

A valószínűség-összegek felezgetésével nyert kód a Shannon—Fano-féle kód. Ez optimális esetben (ha az üzenetvalószínűségek eloszlására tett kikötések teljesülnek)

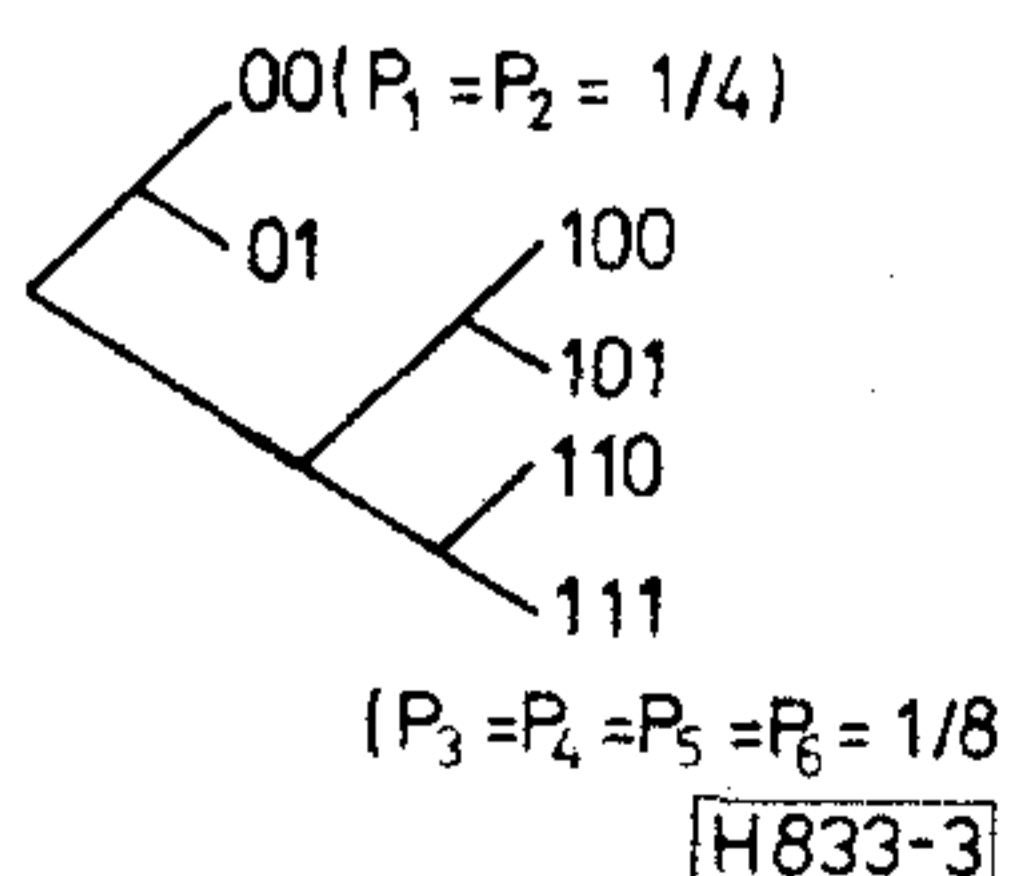
$$n_i = \log_2 \frac{1}{p_i} \quad (5)$$

szóhosszúságokat eredményez. Ennek átlaga, $(\bar{n})_{\min}$ így éppen az (1)-ben definiált $H(X)$.

Az említett esetben a Shannon—Fano kódolással minden üzenetet olyan szóhosszal kódolunk, mintha egy $\frac{1}{p_i} - N_i$ számosságú, egyenletes valószínűség eloszlású üzenetforráshoz tartozna, amelynél

$$n_i = \log_2 N_i = \log_2 \frac{1}{p_i}.$$

Ha az optimális eset feltételei nem teljesülnek, akkor (egy lehetséges megoldásként) fogjuk össze és kódoljuk az X forrás M egymást követő üzenetéből álló blokkokat. Ha M elegendően nagy, akkor minden blokkban $p_1 M$ darab x_1 üzenet, $p_2 M$ darab x_2 üzenet, $\dots p_N M$ darab x_N üzenet lesz (az esetek elha-



3. ábra

nyagolhatóan kicsiny hányadától eltekintve). Egy ilyen „tipikus” blokk előfordulási valószínűsége (ha az üzenetek egymástól függetlenek):

$$q = p_1^{p_1 M} \cdot p_2^{p_2 M} \cdot \dots \cdot p_N^{p_N M}. \quad (6)$$

Mindegyik tipikus blokk egyforma valószínűségű, s valószínűségeik összege (elhanyagolhatóan kicsi különbséggel): $\sum q = Kq = 1$. Így az egyforma valószínűségű tipikus üzenetek száma: $K = \frac{1}{q}$. Az $\frac{1}{q}$ darab, egyforma valószínűségű üzenet kódolásához optimális esetben (ha $\frac{1}{q} \sqrt{2}$ -nek egész kitevőjű hatványa) $\log_2 \frac{1}{q}$, egyébként pedig legfeljebb $1 + \log_2 \frac{1}{q}$ bináris jelölő szükséges. Így az M üzenetet tartalmazó blokk kódolásához átlagosan szükséges bináris jelölőszám

$$\begin{aligned} & \log_2 \frac{1}{p_1^{p_1 M} \cdot p_2^{p_2 M} \cdot \dots \cdot p_N^{p_N M}} = \\ & = M \sum_{i=1}^N p_i \log_2 \frac{1}{p_i} = M H(X) \end{aligned}$$

és $1 + MH(X)$ között van. Az egy-egy x_i üzenetre jutó átlagos jelölőszám pedig ennek M -ed részére:

$$H(X) \leq \bar{n} < H(X) + \frac{1}{M}. \quad (7)$$

Ha M elég nagy és $\frac{1}{M} \ll H(X)$, akkor egyszerűen [egyezően [4]-gyel]

$$\bar{n} = (\bar{n})_{\min} = H(X).$$

Ha egyetlen kikötésünk az egyértelmű, megbízható kódoláshoz-dekodoláshoz szükséges átlagos jelölőszám minimalizálása és (mint az eddigiekben is) eltekintünk a zajtól, akkor fentiek elegendő természetes szempontot adhatnak arra, hogy $H(X)$ -et $(\bar{n})_{\min}$ mértékeként bevezessük és technikai rendszerek tervezésében figyelembe vegyük.

A fenti feltételekkel megadhatók olyan modellek is (biológiai analógiákra), amelyekre a (4) összefüggést kielégítő kód spontán folyamatok nyomán is realizálódhat: önreprodukáló rendszerek ingerspecifikus reakciói tartalmazzák a megkülönböztetés és azonosítás (a dekódolás) mozzanatát. Feltételezhetjük, hogy az ilyen rendszerek véletlen mutánsai közül azoknak a fennmaradási esélye lehet nagyobb, amelyek többféle üzenetsorozatot képesek megkülönböztetni, viszonylag kevesebb jelölő felhasználásával. Ezen az alapon megkezdődhet a kiválogatódás és az optimálás kódhoz tartó evolúció. (Az élő minták információelméleti-kibernetikai hatását Neumann és Wiener munkássága példázhatja.)

Más helyen (l. [8]) kísérletet tettünk az információelmélet további fogalmainak (a zajos csatorna vesztesége és kapacitása) tisztán kódolási megfontolásokon és egy reális (elemeiben Shannontól származó) hírközlési modellen alapuló bevezetésére. Megjegyezzük: hasonló modell zárt szabályozási körök alapján

is értelmezhető. A problémák ilyenfajta megközelítése (az axiomatikus és egzakt matematikai tárgyalás *kiegészítéseként*) talán elméletileg sem érdektelen (pl. a bevezetőben említett fenntartások elosztatásában). Gyakorlati haszna pedig az lehet, hogy segíti az elmélet eredményeit szélesebb körben munkaeszközzé válni. Mindkét vonatkozásban látunk még tennivalót.

IRODALOM

- [1] C. E. Shannon—W. Weaver: The Mathematical Theory Of Communication. THE UNIVERSITY OF ILLINOIS PRESS, URBANA, 1949.
[2] A. M. Jaglom—J. M. Jaglom—A. Ja. Hincsin:

- Az információelmélet matematikai alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1959.
[3] Rényi Alfréd: Napló az információelmületről. Gondolat Kiadó, Budapest, 1976.
[4] Fazlollah M. Reza: Bevezetés az információelméletbe. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
[5] Fényes Imre: Entrópia. Gondolat Kiadó, 1962.
[6] Információ és entrópia. Vitaismertetés, Természet Világa, 1978. 6. sz.
[7] R. A. Banes: Dictionary of Telecommunications. London, NEWNES — BUTTERWORTHS 1970.
[8] N. Wiener: Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó, 1974.
[9] Neumann János: A számológép és az agy. Gondolat Kiadó, 1972.
[10] Kerpán István: A hírközlő csatorna kapacitása. Híradástechnika, 1982. 6. sz.

A külföldi szakfolyóiratokból

Összeállította: BALOGH PÁL*

A kaliforniai Stockton 450 m magas tv-tornyában koaxiális kábel helyett száloptikai kábelt helyeztek el, amely az analóg video jelet szállítja a torony tetjén levő vevő és a földszinten elhelyezett berendezés között.

Az optikai kábel 5 szálás. Jelenleg csak egy szálat használnak, a többit bővítésre szánják. Az optikai kábel használatát a jó zajvédeltsége indokolta. A telepítés mindössze egy napot vett igénybe. A kábelt a torony mentén lefelé lassan legombolyították a dobról és kb. 3 m-enként rögzítő szemekkel a toronyhoz erősítették. (*Elektronischau*, 1981. 2. sz. [881])

*

A Valvo cég közlése szerint a 30—AX rendszerű színes tv-képcsövek (A66—540X, A56—540X, A51—540X) ernyőüvegén mérsékelt barna elszíneződés jöhet létre, ha hosszabb ideig „álló” képek (Videotext, Bildschirmtext, mérőábrák, tv játékok) visszaadására használják. A barna elszíneződés ott jelentkezik, ahol az üveg nagy sugáráram terhelésnek volt kitéve. A készülék kikapcsolása után fokozatosan ez eltűnik, habár ez hosszabb ideig tart, mint a keletkezés. Kb. 24 kV nagy feszültség és 7,5 mA csúcsgugáráram esetén 3 óra múlva jól észlelhető elszíneződéssel kell számolni. (2,5 mA esetén csak 9 óra múlva.) A Valvo szerint ez a jelenség nem azonos a képernyő sérülésével („beégés”), hanem jele az ernyőüveg hatásos röntgensugárzással szembeni védelmének. Ez a jelenség a képcső működőképességét nem befolyásolja. Azonban a tv-játék gyártóknak érdemes ezt a jelenséget figyelembe venni, a sötét-világos kontrasztok helyett szíkontrasztot alkalmazni vagy a képet villogtatni (a bekapcsolási időt korlátozni) ha a játékos hosszabb ideig nem ad játékasítását (nem változtat a képen). (*Funktechnik*, 1981. 2. sz. [882])

*

A Matsushita Electric Industrial Co. Osaka a fejlesztés lezárásaként bemutatta színes tv-kamerájának prototípusát, melyet beépített kazettás videorekord-

derrel láttak el és kezelése olyan egyszerű mint egy 8 mm-es filmfelvevő. Ellentétben a már bemutatott Hitachi- és Sony kombinált kamerákkal, a Matsushita típusba képfelvevő csövet (0,5 hüvelykes Cosvicon) építettek be. Így előbb lehet a kamerát forgalomba hozni mint a konkurens típusokat, bár a megjelenés ideje és az ár egyelőre még nem ismert. A kamerát saját fejlesztésű — részben VLSI — integrált áramkörökkel alakították ki, ami mindössze 5 W teljesítményfelvételt eredményezett. Méretei a fogó és az optika nélkül, de elektronikus keresővel 229×118×67 mm, súlya 2,1 kg. Objektívként 3-szoros zoom optikát (f=1:1,4) alkalmaznak. A mágneses képrögzítőrendszer forgó kettősfejű, ferde sávú, feljegyzéssel. A műszaki adatok 250 soros vízszintes felbontásnak, 46 dB/zajviszonynak, az audio tartományban max. 10 kHz-es frekvenciaátfogásnak és 45 dB/zajviszonynak felelnek meg. A szalagkazetta 94×63×14 mm méretű, valamivel kisebb mint a Compact kazetta; 10 μm vastagságú. 7 mm széles fémszalagot (fém felgőzölögtetési mágnesszalag) tartalmaz, melynek mágneses fluxus sűrűsége a szokásos mágnesszalagok tízszerese. (*Funkschau*, 1981. március. 20. [883])

*

A teletext és a képiadatközlő-rendszerekkel szemben a leggyakoribb kifogás a nem kielégítő olvashatóság. A kérdés megoldását hosszas vita előzte meg és most ennek eredményeképpen a CBS amerikai tv-társaság és a japán NHK bemutatta a 1125 soros televíziós készüléket.

A nagy felbontóképességű rendszer nemcsak a jelenlegi rendszereknél növeli a képélességet, illetve a leolvashatóságot, hanem kisebb méretű karakterek használatát teszi lehetővé, és ezzel az oldalankénti karakterszám is növelhető.

A CBS, amely támogatja a francia Antiope rendszert, most előre kívánja lendíteni a nagy felbontóképességű tv-rendszert. Az alkalmazott műszaki módszert az NHK fejlesztette ki. A kamerát az Ikegami készítette, a Matsushita cég szállította a tv készüléket, a Sony pedig a mágnesszalagos képrögzítő-be rendezést fejlesztette ki bemutatás céljára. (*Electronics*, Weekly, 1981. március. 11. [884])

(Folytatás a 392. oldalon)

* Válogatás a KG INFORMATIK tájékoztató anyagából

LSI áramkörök vizsgálati technológiájának néhány kérdése

DIÓ SZEGHY
GYŐZŐ,
HOLÉCZY GYULA
KKVMF Híradásipari
Intézet
BÁNKI FERENC
MTA-KFKI

Az előadás azokat a tapasztalatokat foglalja össze, melyeket elsősorban a 8080 típusú mikroprocesszorok vizsgálata során szereztünk a KKVMF Vezetékes Híradástechnika laboratóriumában, egyszerű tesztelő berendezések segítségével; levon néhány következtetést a vizsgálati lehetőségek gazdasági és technikai kérdéseit illetően.

A vizsgálatok sajátossága, hogy vezérlésükre processzort célszerű alkalmazni, függetlenül a kiválasztott vizsgálati eljárástól. Olyan vizsgáló berendezésekkel foglalkozunk, melyek viszonylag olcsón, egyszerű eszközökkel megvalósíthatók. Így természetesen a vizsgálatoknál bizonyos megszorításokkal kell élni (pl. a nagy sebességű dinamikus válaszjel-sorozatok vizsgálatának kirekesztése, a hibalehetőségek körének logikus szűkítése stb.).

A vizsgálati lehetőségek áttekintése

A vizsgálati lehetőségeket igen széles körben és sokféle szempontból csoportosíthatjuk. A vizsgálat mélysége szempontjából megkülönböztetünk:

a) Egyszerű minősítő vizsgálatot (GO-NO GO), mely csupán azt vizsgálja és jelzi, hogy a kérdéses áramkör a kijelölt feladatok, követelmények mindegyikének eleget tesz-e. Hiba észlelése esetén további vizsgálat nincs, a vizsgált eszköz alkalmatlannak minősül.

b) Hibaanalizáló vizsgálatot, melynek során adott mélységig felderítjük a hibajelenség lényegét, az esetleges hibajelenségek összefüggéseit. A vizsgálatot az adott körben minden lehetséges ill. valószínűsíthető hibára elvégezzük. Ezek a vizsgálatok elsősorban a felhasználó területén bírnak jelentőséggel, de a gyártó számára is komoly előnyt jelenthet egy jól kialakított hibaanalizáló vizsgálat. Megfelelő vizsgálati lépések alkalmazásával ugyanis ez már a lehetséges hibahelyet is jól körülhatárolja, így a diagnosztika első fázisait elvégzi.

c) Diagnosztizáló vizsgálatot, melynek során nemcsak a hibajelenséget, hanem annak közvetlen okát is igyekszünk behatárolni. Ez csak az áramkör felépítésének pontos ismeretében képzelhető el. E vizsgálatok időigénye általában tetemes és rendszerint költséges, bonyolult vizsgáló berendezéseket igényelnek.

Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén

A vizsgálati eljárás szerint megkülönböztetünk

a) *Funkcionális* vizsgálatokat, melyek csak a vizsgált áramkör meghatározott — névleges szinten tekintett — funkcióit ellenőrzi, esetleg a szélső toleranciahatárok figyelembevételével. Általában egyszerű meghajtó és vevő (komparáló) eszközöket igényel.

b) *Parametrikus* vizsgálatokat, melyek során ellenőrzi a kimeneti jelek különféle aktuális paramétereit is (jelszintek, felfutási idők, késleltetések stb.). Mivel a felsorolt követelmények rendszerint esetenként eltérnek, az ilyen vizsgálatok bonyolult, programozható meghajtó- és vevőrendszereket, s így értelemszerűen igen költséges programokat igényelnek.

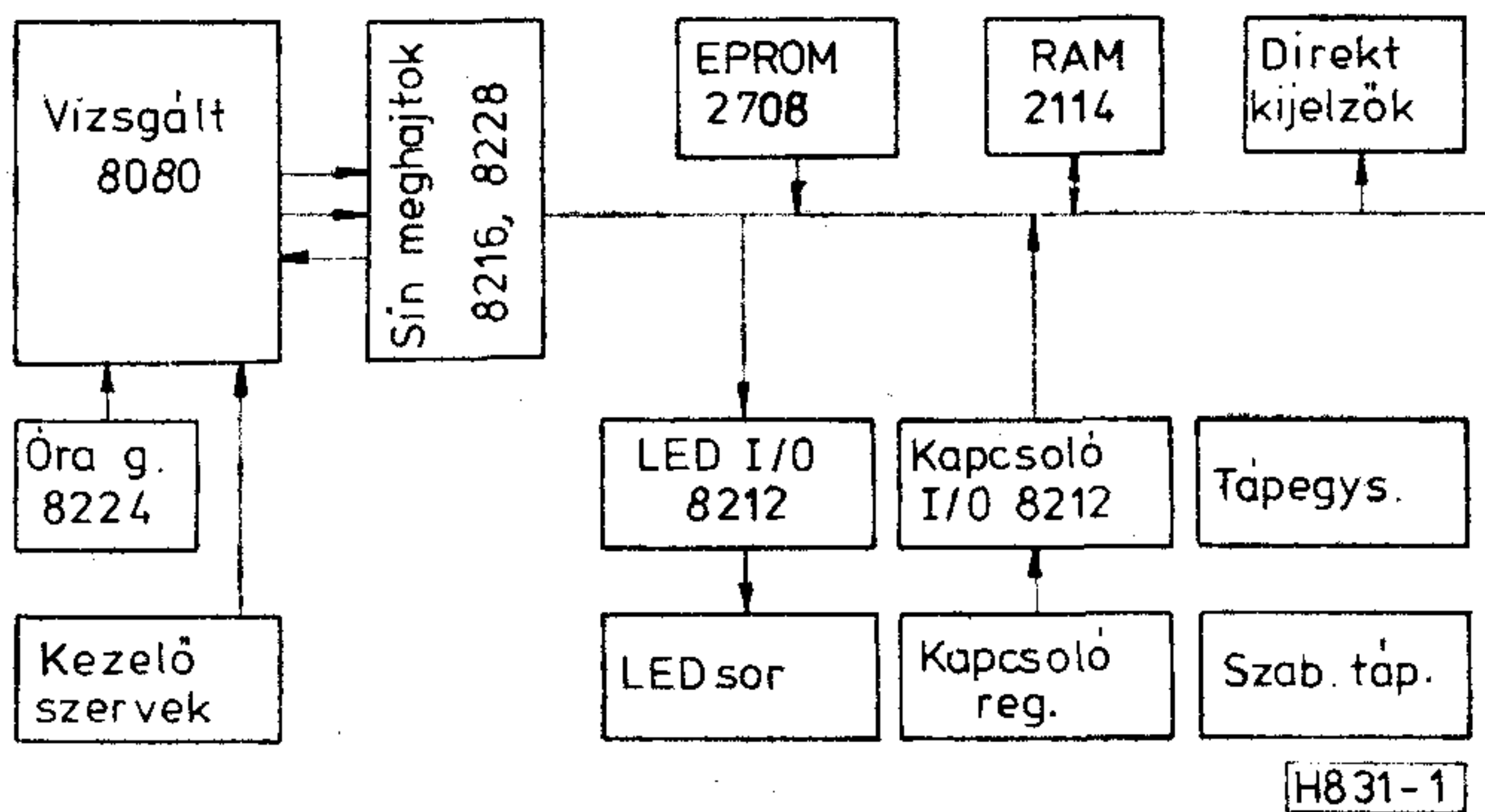
A vizsgálatok közös jellemzője, hogy a vizsgáló rendszer a vizsgált egységre különböző bemeneti állapotokat kényszerít, majd ellenőrzi a kimeneteken megjelenő válaszjeleket. A bemeneti állapotkombinációk kiválasztására többféle megoldás ismeretes. A legáltalánosabb esetben — a vizsgált áramkör hierarchiájából kiindulva — szisztematikusan állítjuk elő a különböző bemeneti bitmintákat. Bonyolultabb áramkörök esetén azonban mindig célravezetőbb az áramköri funkciók alapulvételével a kiinduló bitmintákat ésszerűen szelektálni és logikusan csoportosítani. Ez a feladat elvégezhető emberi beavatkozással is, vagy — megfelelő program birtokában — számítógéppel, ekkor azonban a gép számára meg kell adni a vizsgált áramkör jellemzőit ill. a követelményeket. Ez történhet áramköri elemszinten is, de megadható funkcionális szinten is, a vizsgálati követelményektől és a vizsgáló rendszer teljesítőképességétől függően.

A vizsgált egység válaszjeleinek értékelésére is többféle módszer használatos. Összehasonlító vizsgálat esetén a válaszjeleket a helyesnek tekintett etalon jelekkel hasonlítjuk össze. Az etalon jeleket többféle módon nyerhetjük:

— A vizsgálatssorozatot párhuzamosan elvégezzük egy minden szempontból jó etalon áramkörön is és ennek kimeneti jeleit használjuk fel az összehasonlításhoz.

— Tanuló módszerrel, egy jó áramkörön végzett vizsgálat kimeneti jeleit tároljuk a vizsgáló rendszerben az összehasonlítás céljára.

— Szimulációs módszerrel — a bemeneti bitminták előállításához hasonlóan — határozzuk meg és tároljuk a kimeneti etalon jeleket.



1. ábra

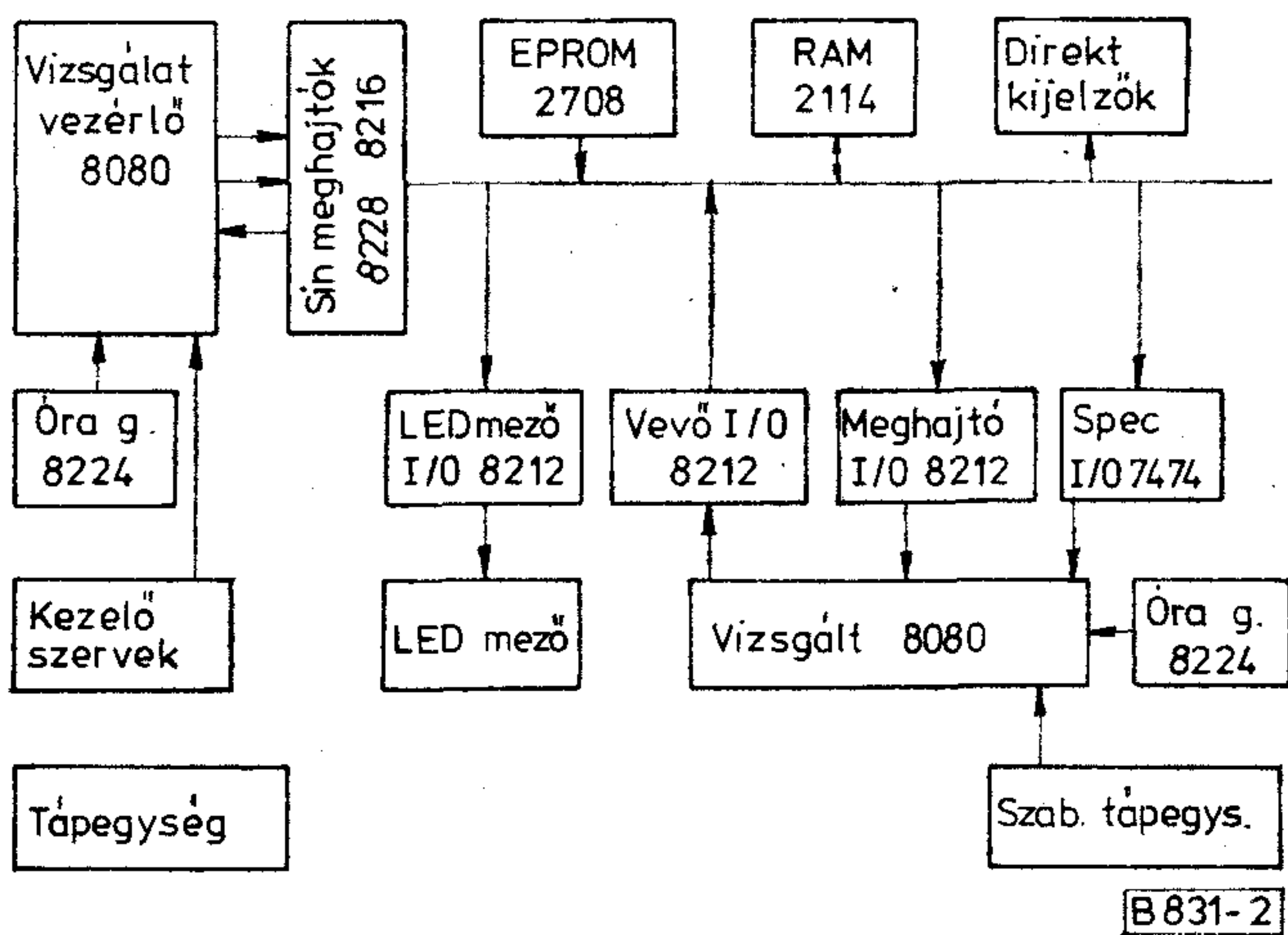
— A válaszjeleket emberi közreműködéssel állapítjuk meg és programozott úton juttatjuk a vizsgáló rendszerbe.

Egyszerűbb vizsgálati módszer, ha a folyamatos összehasonlítás helyett csak részeredmények ellenőrzését végezzük (pl. impulzussorozatok számlálása, több egymást követő művelet végeredményének ellenőrzése stb.).

Megvalósított vizsgáló berendezések

Vizsgáló berendezéseink kialakításánál az a cél vezetett, hogy egyszerű eszközökkel, olcsón és rövid idő alatt hozzunk létre olyan, gyorsan programozható vizsgáló berendezéseket, melyekkel a 8080 típusú mikroprocesszorok alapvető DC mérései, valamint funkcionális ellenőrzésük elvégezhető. Célul tűztük ki, hogy a hibajelenségeket a lehetséges mélységig felderítsük és kísérletet tegyünk egy részletes diagnosztizáló rendszer megvalósítására. A felsorolt célra két berendezést fejlesztettünk ki.

a) *Manuális tesztelő berendezés.* A rendszer (blokkvázlata az 1. ábrán) a vizsgált 8080 proceszort a szok-



2. ábra

ványos — minimálisra szabott — külső konfigurációba helyezi. A processzorlábak hozzáférhetővé tételével egyes állapotokban DC ellenőrzéseket is lehetővé teszünk. A rendszer elsősorban kézzel beállítható vizsgálati sorozatok végrehajtására szolgál, a processzor állapotait egyrészt a buszrendszer közvetlen kijelzői, másrészt egy programozható kijelzésű 8 bites LED-egység mutatja.

A rendszerhez egy kisebb RAM-memóriaegység is tartozik, ezenkívül illeszthetünk a rendszerhez egy PROM-egységet is, mely öndiagnosztizáló, ill. öntesztelő programot tartalmaz.

b) *Automata tesztelő berendezés.* A manuális tesztelő korlátozott lehetőségei miatt kialakítottunk egy processzoros vezérlésű, automatikus tesztelő berendezést is (blokkvázlata a 2. ábrán). A rendszer alapja egy szokásos konfigurációjú, I8080 processzoros vezérlő, melyhez a vizsgált áramkör pontjai perifériás egységekként illeszkednek.

A vizsgálati programot PROM-tárolókban helyeztük el, a rendszer ezenkívül használ egy kisebb RAM-memóriamezőt is. A vizsgálati program ciklusokra tagolódik, a vizsgálat az egyes ciklusok végén ill. cikluson belül is megállítható, egyes vizsgálati lépések léptetve is végrehajthatók és a vizsgálati ciklusok szükség esetén ismételtethetők.

Gyakorlati tapasztalatok

A manuális berendezést jól fel lehetett használni egyes, kritikus utasítások ill. utasításkombinációk végrehajtásának vizsgálatára, rövidebb vizsgálati programciklusok beírására és futtatására.

Az automata tesztelőre készített hibaanalizáló program funkcionális vizsgálatot végez, az utasításkombinációkat és a válaszjelsorozatok a vizsgáló programba beépítettük. A vizsgáló program mintegy 6 kbyte tárkapacitást igényelt és a futási idő 4-5 perc — hibátlan processzor esetén. A berendezés hibafelderítő képessége igen jónak bizonyult. Ugyanezen berendezésre elkészítettünk egy részletes diagnosztizálás céljára szolgáló program magját képező programot is. Ennek tárkapacitás-igénye 16 kbyte felett van és futási ideje több óra.

A vizsgáló programok Intel assembler nyelven íródtak. Mivel a programok túlnyomórészt perifériakezelő és byte-összehasonlító rutinokból állnak, ez bizonyult — mind idő-, mind tárigény szempontjából — a leggazdaságosabb módszernek.

IRODALOM

- [1] *Marschik Iván:* Mikroprocesszorok, mikrogépek, Bp. SZÁMOK, 1979.
- [2] *Erényi István—Vajda Ferenc:* Mikroprocesszoros rendszerek fejlesztése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [3] Intel MCS—80 Users Manual (Intel, 1977).

A végelemek módszerének alkalmazása elektromechanikai peremérték feladatok megoldására

D R. N A G Y J Á N O S
KKVMF Híradásipari
Intézet

A gyakorlatban előforduló peremérték feladatok műszaki célokat szolgáló közelítő megoldására a numerikus módszerek alkalmazhatók. A módszerek eredményességét számítástechnikai megvalósításuk révén lehet értékelni. A dolgozatban a végelemek módszerét alkalmazzuk piezoelektromos anyagok peremérték feladatainak numerikus közelítő megoldására.

A végelemek módszere

A végelemek módszere matematikailag a variációs funkcionál extrémizálására alkalmazott Ritz-módszer továbbfejlesztése [1]. A Ritz-módszer a megoldást a teljes vizsgált tartományon értelmezett és az előírt peremfeltételeket kielégítő próbafüggvények súlyozott összegeként keresi. A módszer legnagyobb hátránya gyakorlati szempontból az, hogy csak nagyon kevés, geometriailag szabályos peremfeltétel kielégítésére alkalmas. Ezt a hátrányt küszöböli ki a végelemek módszere, amely a megoldást a vizsgált tartomány résztartományain — ún. végelemein — értelmezett próbafüggvények súlyozott összegeként állítja elő. Mindkét módszer alapvető sajátossága, hogy alkalmazásához egy adott tartományra érvényes integrális összefüggés szükséges. Ezen integrális összefüggés előállítására számos módszer áll rendelkezésre [2]. A végelemek módszerének piezoelektromos anyagokra való alkalmazásakor — a későbbiekben részletezett módon — az energia funkcionál közvetlen felírását használtuk. Valamely peremérték feladat végelemek módszerével történő megoldásának alapfeltételét J. T. Oden fogalmazta meg igen szellemesen és célratorően a következő módon [1]: „all that is needed is some means to translate a relation that holds at a point (in the solution domain) into one that must hold over a finite region”. A villamosságban a pontonként, ill. résztartományonként értelmezett alapösszefüggések a Maxwell egyenletek differenciális ill. integrális alakjai. (A problémák tényleges megoldására használt összefüggések az ismert parciális differenciálegyenletek, ill. integrálegyenletek [3], [4].)

A próbafüggvények megválasztása

A végelemek módszerében alkalmazott próbafüggvények véges tartományon alkalmazott inter-

polációs függvények. Ezek, feladatuknál fogva, a tartomány peremén meghatározott számú pontban előírt értékből meghatározzák a tartomány belsejében felvett értékeket. Kiválasztásuk meghatározza a vizsgált problémához a végelemre érvényes alapösszefüggést, melyet elemkarakterisztikának nevezünk. A végelemek módszerénél alkalmazott próbafüggvényeket még interpolációs és alakfüggvényeknek is szokták nevezni. Az utóbbi elnevezést az itt nem ismertetett, de a számítástechnikai megoldásban alkalmazott izoparametrikus leképezési elv indokolja.

Számításainkhoz a négyzet alakú végelem négy sarokpontjának értékével adott interpolációs függvényét alkalmaztuk [2]:

$$\Phi^{(e)}(x, y) = \sum_{i=1}^4 N_i \Phi_i \quad (1)$$

$$N_i = \frac{1+x_i x}{2} \cdot \frac{1+y_i y}{2}, \quad (2)$$

ahol:

$\Phi^{(e)}$ az interpolációs függvény,

N_i az i -edik sarokponthoz tartozó alakfüggvény,

$x_{1,2,3,4} = -1, -1, 1, 1,$

$y_{1,2,3,4} = -1, 1, 1, -1.$

Amint (2)-ből látható, az egyes sarokpontokhoz tartozó alakfüggvények az adott sarokpontokban 1, a többi sarokpontban zérus értéket vesznek fel. Mivel az alakfüggvények a végelem élei mentén csak az adott él végpontjaitól függenek, a résztartományonkénti közelítés folytonos.

Az energia funkcionál közvetlen előállítás

Piezoelektromos anyagokra a következő alapösszefüggés érvényes

$$\begin{aligned} \bar{T} &= \bar{C}^{(E)} \cdot \bar{S} - \bar{e} \bar{E}, \\ \bar{D} &= \bar{e} \cdot \bar{S} + \bar{\epsilon}^{(S)} \bar{E}, \end{aligned} \quad (3)$$

ahol:

\bar{T} a mechanikai feszültség komponensei,

\bar{S} a mechanikai deformáció komponensei,

\bar{E} az elektromos mezőintenzitás komponensei,

\bar{D} az elektromos indukció komponensei.

Két dimenzióban az anyagállandók 5×5 dimenziójú mátrix alakban írhatók.

Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén

Kvázisztatikus esetben az (1)-ben adott alakfüggvényt három szabadsági fokra alkalmazzuk: az x és y irányú elmozdulásra, amelyekből a deformáció komponensei számíthatók, valamint a skalár potenciálra, amelyből az elektromos mezőintenzitás számítható.

A végelemben tárolt energia a következő

$$W^{(e)} = \iint [\bar{S}^T \quad \bar{E}^T] \begin{bmatrix} \bar{C}^{(E)} & -\bar{e} \\ \bar{e} & \bar{\epsilon}^{(S)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{S} \\ \bar{E} \end{bmatrix} dx dy. \quad (4)$$

Az energia (4)-ben adott kifejezésébe S és E (1) által meghatározott közelítést helyettesítve az energia funkcionált kapjuk, amelynek a végelelem sarokpontokban felvett értékei szerinti parciális deriváltjai az elemkarakterisztikát adják. Az elemkarakterisztikák rendszeregyenletté szervezését az ismert alpmódszerrel [2] végeztük.

A számítástechnikai megvalósítás főbb jellemzői

A numerikus eljárás három szakaszból áll. Az első szakasz az adatbevitel, amelyben a koordinátákon kívül a háló topológia tulajdonságai, az ebből adódó rendszer mátrix kitöltöttség, végül a peremértékek előírása szerepel. A második szakasz az elemkarakterisztikák előállítását és a rendszer mátrix kitöltését végzi. A harmadik szakasz a rendszer egyenlet adott

feladatra való megoldását hajtja végre. A három szakasz megfelel a végelelem módszer alkalmazására készült programok célszerű szervezésének. A program tényleges kipróbálása ABC 80 mikroszámítógépen történt, így a három szakaszra bontást a rendelkezésre álló belső tér kapacitása is szükségessé tette.

Összefoglalás

A végelelemek módszerét alkalmaztuk piezoelektromos anyagra előírt peremérték feladat megoldására. Az elemkarakterisztikát az (1) és (2) szerinti interpolációs függvényre vonatkozó energia funkcionál extrémizálásából nyertük. A numerikus számításokat ABC 80 számítógépen végeztük.

I R O D A L O M

- [1] *Kenneth H. Huebner*: The Finite Element Method for Engineers. John Wiley and Sons 1975.
- [2] *O. C. Zienkiewicz*: The Finite Element Method. McGraw-Hill 1977.
- [3] *Zombory László—Koltai Mihály*: Elektromágneses terek gépi analízise. Műszaki Könyvkiadó 1979.
- [4] *M. V. Chari, P. P. Silvester*: Finite Elements in Electrical and Magnetic Field Problems. John Wiley and Sons 1980.

(Folytatás a 388. oldalról)

Eljött az optikai szálak átviteltechnika gyakorlati alkalmazásának az ideje a polgári távbeszélő hálózat területén Japánban. Japánban még ebben az évben három nagy város körzetében, Tokióban, Chibában és Kyotóban építenek ki optikai vezetékű helyi távbeszélő hálózati rendszerben.

1978-tól kezdődtek a kísérletek, két helyen; Tokióban egy 20 km-es hosszúságú szakaszon 985 μm -es hullámhosszúságú lézer-sugárral dolgoztak, Kyotóban pedig 1,3 μm -es fényhullámmal. A kísérletek megfelelő eredményt hoztak ahhoz, hogy a létesítendő hálózat megbízható legyen. (*Electronics Weekly*, 1981. márc. 11. [885])

*

A Redifon átviteltechnikai cég elkezdte gyártani a 2000-es szériájú új nagyfrekvenciás hírközlő készülékeit.

Az első egység egy szintetizáló, programozható vevő, amelyet hamarosan követ egy hozzá kapcsolódó adóegység is, majd pedig az egyéb kiegészítő berendezések következnek.

A tervek szerint a szuperheterodin vevő nagy szelektivitású lesz, a hangolást mikroprocesszoros áramkör segíti. A mikroprocesszor segítségével a vételi mód a sáv szélesség, az előválasztás stb. megoldható lesz. A különféle beállításokat LCD jelzi. Az 1,6–30 MHz tartományban 63 csatorna lesz programozható. A ké-

szülék moduláris felépítésű lesz. (*Electronics Weekly*, 1981. márc. [889])

*

Az osztrák postahivatal bevezette a „hívd fel a tv-szöveget” szolgáltatást. A bevezetés ez év márciusában indult és a teljes üzembe helyezés 1982-re várható. Kezdetben 300 távbeszélő előfizető számára áll rendelkezésre a lehetőség, hogy a postahivatal számítógépét feltárcsázza és 50 ezer szövegoldal közül válasszon.

A rendszer nem ígérkezik olcsónak. Az alkalmas színes készülék valószínűleg 22 ezer schillingbe fog kerülni még úgy is, hogy a posta a decodert díjtalanul adja. A szükséges modem 750 schillingért fogják árusítani, a havi előfizetési díj 200 schilling. (*Electronics Weekly*, 1981. febr. 11. [890])

*

Telepítés alatt van Izraelben az első elektronikus távbeszélő központ Tel-Avivhoz közel, Kfar Savaban. Ez előhírnöke a hasonló központoknak, amelyek fokozatosan kiszorítják a mechanikus működésű központokat. Az új elektronikus központ ezer előfizetői vonalat kezel.

Az Izraeli Távközlési Minisztérium az elkövetkezendő négy évben mintegy 400 ezer új távbeszélő állomást kíván létesíteni. Ebből kb. 60% fog elektronikus központhoz kapcsolódni. (*Electronics Weekly*, 1981. febr. [993])

(Folytatás a 397. oldalon)

LSI áramkörök vizsgálata*

GUDRA TIBOR,
HOLÉCZY GYULA,
TEMESVÁRI ZSOLT
KKVMF

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt években igen nagyszámú, sokféle típusú, nagy bonyolultságú LSI, VLSI integrált áramkör látott napvilágot. A beszerzési lehetőségekhez igazodva ezen áramkörök ipari alkalmazási köre is kiszélesedett, mind típus, mind darabszám tekintetében.

Üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a kereskedelemben vásárolt LSI, VLSI áramkörök között találhatók hibás működésű példányok. A hibás működés kategóriájába sorolhatjuk azon kompatibilitási problémákat is, melyek esetenként tapasztalhatók az azonos típusúként megjelölt, de különböző gyártásból származó áramköröknél. A végzett felmérések azt is igazolják, hogy a hibák főleg funkcionális és nem marginális jellegűek.

Leszűrt tapasztalatok és a felhasznált nagy darabszámok indokolják, sőt szükségszerűvé teszik, hogy a beérkezett alkatrészeket beépítés előtt olyan funkcionális vizsgálatoknak vessük alá, amelyek eldöntik azok üzembiztos működését.

A KKVMF Híradásipari Intézetében évek óta folyó kutatás-fejlesztési munka szerves részeként került kifejlesztésre egy LSI vizsgáló célberendezés, amely a Telefongyárban legelterjedtebben és legnagyobb darabszámban felhasznált LSI áramkörök vizsgálatát hivatott ellátni.

A berendezés a 8080 és 8085 típusú mikroprocesszorok funkcionális vizsgálata mellett alkalmas az említett mikroprocesszorokra épülő mikrogépek egyéb programozható áramköreinek felhasználás előtti funkcionális ellenőrző vizsgálatára. Ezek az áramkörök a következők: 8251, 8253, 8255, 8257, 8259, 8271, 8273, 8275. A vizsgálat névleges és szélső tápfeszültségértékek, valamint órafrekvenciák mellett végezhető el. Kialakításából adódóan a berendezés egyéb célokra is felhasználható (pl. programfejlesztés stb.)

2. A BERENDEZÉS FELÉPÍTÉSE

A berendezés, amely az LSI IC TESTER elnevezést kapta, blokkvázlatát a mellékelt ábra mutatja be (1. ábra). A rendszer alapja egy I8080 vezérlő processzor, mely a szokásos kiépítésben működik.

* Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén.

A tároló 44 kbyte EPROM- és 4 kbyte RAM-terület. Az EPROM-mező tartalmazza a kiszolgáló programokat, valamint az egyes IC típusok vizsgáló programjait. A RAM-mező változó adatok tárolására, flexibilis programrészek időleges elhelyezésére szolgál, ezenkívül felhasználható új programrészek kipróbálásánál is.

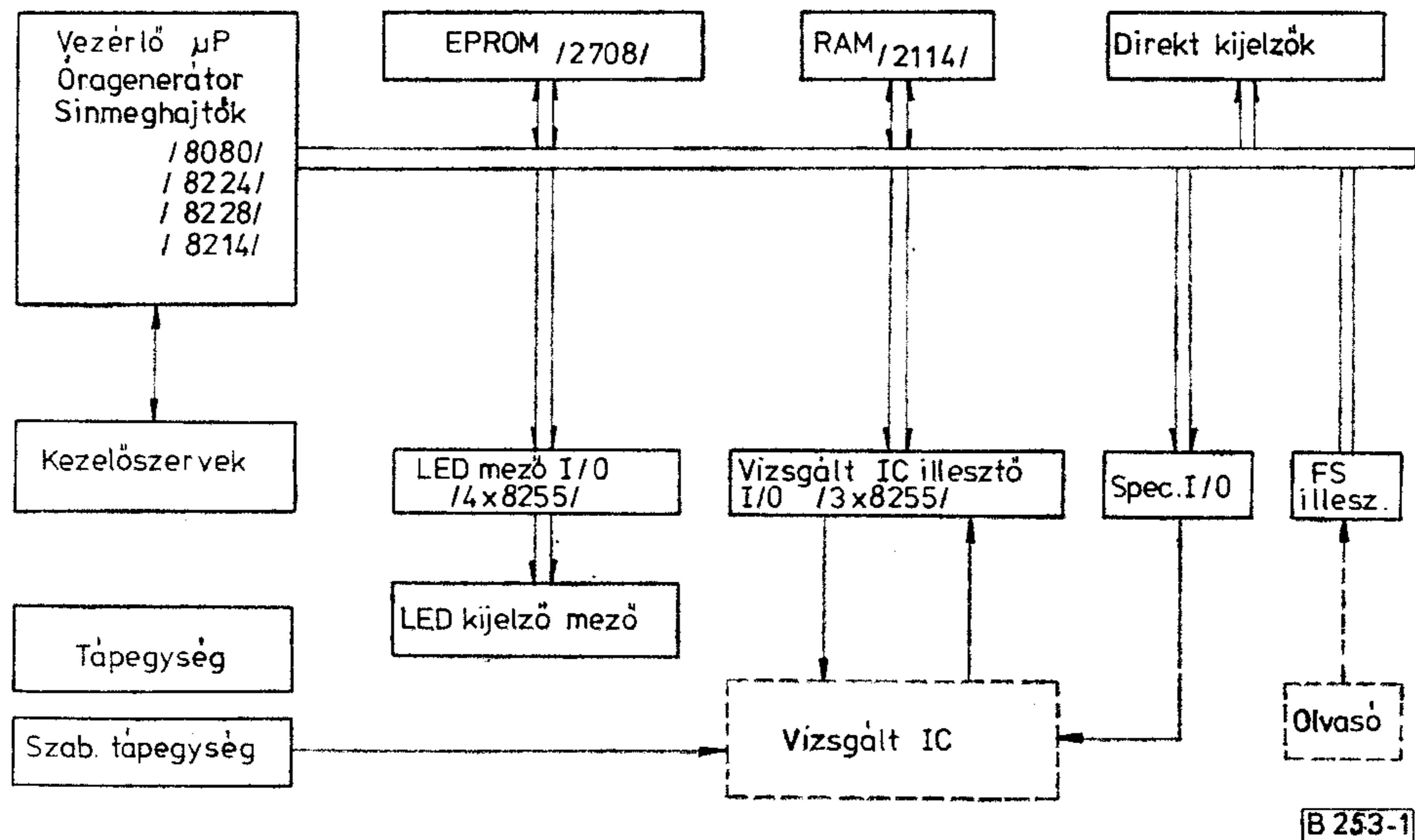
A vizsgált áramkör és a vezérlő processzor kapcsolatát 3 db programozható perifériaillesztő (I8255 típus) integrált áramkör segítségével biztosítjuk. Ezek processzoroldali pontjai a vizsgálat vezérlő processzor buszvezetékeire, perifériaoldali pontjai pedig meghatározott kiosztásban a vizsgált egység pontjaihoz kapcsolódnak. A perifériaillesztő egységek megfelelő programozásával állítható be, hogy mely pontok lesznek kimeneti, illetve bemeneti pontok, s ezek a funkciók a vizsgálat folyamán is módosíthatók. Megvalósítható ezenkívül mintavételes (strobe) adatbeolvasás is, a vizsgált áramkör megfelelő pontjai felől kapuzva.

A vizsgálat sajátosságaiból adódóan a vizsgált áramkör néhány pontjának meghajtása speciális, bistabil kimenetről, vagy egyéb közvetlen megoldással történik. Ennek célja az egyszerűbb programozhatóság, illetve néhány esetben a vizsgált áramkör sajátos jellemzői tették szükségessé a megkülönböztetést. Ilyenek: a RESET, INT, CS, RD—WR pontok, valamint az órajel (CLK) bemenetek.

A vizsgált áramkörökre a tápfeszültségek manuálisan, közvetlenül kapcsolhatók. Szintén manuálisan történik a tápfeszültséghatárok, illetve órajelfrekvencia beállítása is.

A vizsgálat menetéről, a rendszer működéséről kijelző eszközök tájékoztatnak. Ezek két csoportba sorolhatók. A közvetlen kijelzők a vezérlő processzor cím-, adat-, illetve vezérlőbusz-állapotairól tájékoztatnak és a tápfeszültségek meglétét jelzik. A kijelzők másik csoportját egy 96 LED-ből álló mező alkotja, ezek 4 db perifériaillesztő áramkör (I8255) közvetítésével kapcsolódnak a vezérlő processzorhoz. A LED-mező a vizsgáló program által szabadon kezelhető, így a vizsgálat futása közben lehetőséget nyújt a vizsgálat menetéről, az észlelt hibajelenségről való tájékoztatásra.

A berendezéshez csatlakoztatható egy FS 1501 (vagy READMOM) típusú gyorsolvasó, mely a RAM-mezőbe adatok, programok beolvasását teszi lehe-



1. ábra. LSI IC TESTER blokkvázlata

tővé. Helyette (a berendezésben levő illesztő kártya átdolgozásával) más 8 bites input vagy output berendezés illesztésére is lehetőség van.

2.1. Kezelő szervek, kijelzők

A kezelő szervek és a kijelzők a készülék előlapján helyezkednek el. Ugyanitt található a vizsgált áramkörök bedugaszolására szolgáló aljzatok.

A hálózati kapcsoló bekapcsolásakor a feszültség megjelenését a „mains” LED kigyulladás mutatója. Egyúttal felkapcsolódnak a vizsgáló rendszer egyenáramú tápfeszültségei is, a rendszer működésre kész.

A processzor állapotkijelzők olyan LED-rendszert alkotnak, amelyek kijelzik a processzor címvezetékeinek, adatvezetékeinek és a legfontosabb vezérlő jeleknek a pillanatnyi állapotát. Harmadik állapotban levő színvonalat a kijelzők logikai 1 állapotként érzékelnek és teljes fénnel világítanak.

A kapcsolóregiszter a processzor működésének vezérlésére szolgáló kapcsolóeszközöket foglalja magába: ezek a RESET, STP, IMP, INT, SWQ kapcsolók és a 8 bites DATA kapcsolósor.

A vizsgálatra kijelölt IC aljzatra egy sokállású kapcsoló segítségével kapcsolhatjuk a tápfeszültséget (a 8080 áramkörnél ezenkívül még két billenőkapcsoló is található a kiegészítő tápfeszültségek felkapcsolására). A tápfeszültség-kapcsoló OFF helyzetében egyik aljzat sincs feszültség alatt. Ugyanekkor a vizsgáló rendszer automatikusan „reset” helyzetbe jut.

A tápfeszültség tolerancia kapcsolók háromállásúak. Ezekkel lehet a vizsgált IC tápfeszültségeit névleges illetve szélső állapotokba hozni.

Az órajelbeállító kapcsolók közül a RE1 kapcsolóval a 8080 vizsgálati során állítható az órajel frekvenciája. Lekapcsolt állapotban gyors (kb. 2 MHz), felkapcsolt állapotban lassú (kb. 0,5 MHz) órajel kapunk. RE2 kapcsolóval a 8085 órajele állítható: lekapcsolt állapotban 3 MHz-es kristályról, felkapcsolt állapotban a programozható CLK pontról kap

órajelet. SCRIN bemenet a CLK pont meghajtásának külső szinkronizálására szolgál.

A LOGITESTER csatlakozó aljzat logikai szint-vizsgáló csatlakoztatására, +5 V-os tápfeszültség kivezetésére szolgál.

2.2. A LED-mező

A LED-mező 8 bites csoportosításban tartalmazza a programozó által hozzáférhető kijelzőket. A LED-ek vezérlése 8255 típusú perifériaillesztő áramkörök feltöltésével történhet. A vizsgálati programban a LED-mező perifériás output utasításokkal tölthető fel.

3. PROGRAMOZÁS

A programok INTEL assembler nyelven készültek. A programrendszer a következő főbb részekre tagolható:

a) Általános programrészek. A vizsgálatok bevezetését és esetleges programellenőrzéseket végeznek (elágaztató program, RAM betöltő program, I/O eszköz vezérlő programok), ezenkívül lehetővé teszik esetleges rövidebb, speciális programrészek lefutását is.

b) Közös használatú programrészek. Valamennyi vizsgáló program által használt szubrutinok (ellenőrző, összehasonlító, hibakijelző, ciklusvezérlő stb.).

Az a) és b) alatti programrészek kb. 1 kbyte memóriaterületet foglalnak el és a PROM-mező legelső moduljában helyezkednek el.

c) Egyedi vizsgáló programok. Minden vizsgált IC-hez tartozik egy vizsgáló program, mely meghatározott kezdőcímről indítható. A vizsgáló programok vizsgálati ciklusokra tagolódnak; egy-egy ciklusban általában egy-egy jól körülhatárolt funkció, illetve funkciócsoport ellenőrzésére kerül sor. A vizsgálati ciklusok végén a programfutás leállítható és mód van a kérdéses ciklus többszöri ismétlésére is.

Hibátlan egység vizsgálata végén a vizsgáló program leáll; ezután ez ismételhető vagy új típusú áramkör vizsgálata indítható.

Hiba esetén a vizsgáló program futása azonnal leáll és a LED-kijelzőkön a hibajelenségre utaló információ jelenik meg. INT alkalmazásával a program tovább futtatható, a hibakijelzés azonban egy újabb hiba megjelenéséig fennmarad. A vizsgálat megszakítása fentiekén kívül csak a berendezés „reset” helyzetbe juttatásával lehetséges.

A vizsgáló programok a vizsgált IC bonyolultságától függően kb. 2–5 kByte memóriaterületet igényelnek vizsgált áramkörönként. Ezek a PROM-

mezőben helyezkednek el, egymástól teljesen függetlenek.

Valamennyi vizsgáló program használja a RAM-mezőt adattárolásra és ideiglenes programszakaszok rugalmas módosítására.

4. IRODALMI FORRÁSOK

Tekintve, hogy az ismertetett berendezés önálló fejlesztés eredménye, irodalmi forrásokként a beépített és vizsgált alkatrészek ismertetőire, illetve az INTEL assembler nyelv leírására utalhatunk. Ezek tételes felsorolásától eltekintünk.

Impulzusüzemű infraösszeköttetések vizsgálata korlátozott adóteljesítmény esetén

BORBÉLY ENDRE,
DR. GYÁRFÁS
ANDRÁS
KKVMF Híradásipari
Intézet

A rövid távú szabadtéri infraösszeköttetéseket elterjedten alkalmazzák jelzésátvitel, távvezérlés, adatátvitel és hangátvitel céljára.

Az infraösszeköttetések jelentős előnyökkel rendelkeznek. Ezek: nagy információsebesség (ill. sáv szélesség); egyszerű modulációs és detektálási lehetőség; zavarmentesség; a kívánt iránykarakterisztika egyszerű megvalósítása; egyszerű felépítés, alacsony ár, kis teljesítményigény.

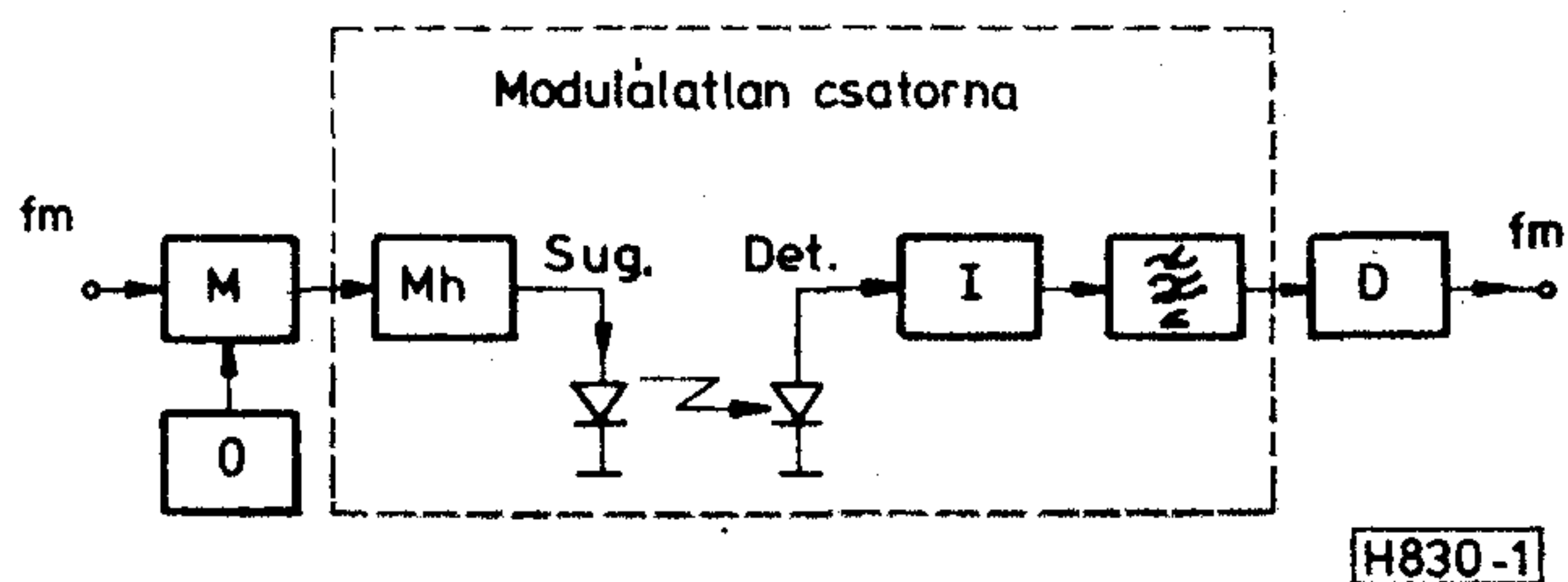
Az infraösszeköttetések korlátait az infrasugár szabadtéri terjedési viszonyai (csillapodása) és a kis (néhány mW) kisugározható optikai teljesítmény jelentik. Az infrasugár terjedési tulajdonságai adó-vevő között, csupán a szennyeződések távoltartására van lehetőségünk a sugárzó és detektor eszközök megfelelő elhelyezésével.

A hatótávolság, vagyis a jel-zaj viszony növelése az adott feladattól függően az átviteli rendszer, ill. a modulációs eljárás megfelelő megválasztásával történhet. A modulált optoelektronikai csatorna felépítése az 1. ábrán látható, ahol M a modulátor; O az oszcillátor; M_h a meghajtó; I az illesztő; D a demodulátor.

A modulált optoelektronikai csatorna tervezésének alapvető kérdése az, hogy egy adott adó-vevő távolság esetén mekkora jel-zaj viszony érhető el, ill. egy adott minimális jel-zaj viszony esetén mekkora a hatótávolság. Ebből a célból meghatározzuk a modulálatlan csatorna jel-zaj viszonyát, majd figyelembe vesszük a modulációt, ill. a demoduláció következtében adódó jel-zaj viszony növekedést. A modulálatlan csatorna jel-zaj viszonya:

$$\frac{U_j}{U_z} = \frac{I_e}{R^2} A_d \frac{1}{\sqrt{B}} \frac{1}{NEP} \frac{1}{k_z}$$

Elhangzott a KKVMF tudományos ülészekén



1. ábra

ahol: I_e a sugárerősség; R a hatótávolság; A_d a detektor felülete; B a zajsáv szélesség; NEP a zajjal ekvivalens bemeneti fényteljesítmény, k_z a zajillesztésre jellemző tényező. Az összefüggésből kiolvashatók a jel-zaj viszony (ill. a hatótávolság) növelésének módjai.

Adóoldalon — mivel a sugárerősség $I_e = \frac{dP_0}{d\Omega}$ — két lehetőség is van.

Az egyik az optikai teljesítmény (P_0) növelése. Ez nagyobb teljesítményű eszköz alkalmazásával, vagy több kis teljesítményű eszköz összekapcsolásával valósítható meg.

A másik lehetőség a térszög (Ω) csökkentése. Ez megfelelő iránykarakterisztikájú eszköz kiválasztásával, vagy egyszerű optika alkalmazásával történhet.

A vevőoldalon ismét két lehetőség kínálkozik.

Az egyik a detektorfelület (A_d) növelése, amely nagyobb felületű eszköz alkalmazásával, vagy több kis felületű eszköz összekapcsolásával, ill. vevőoptika alkalmazásával valósítható meg.

A másik lehetőség a zaj csökkentése, amely kisebb zajú (NEP) eszköz választásával és zajillesztéssel (k_z — zajillesztésre jellemző tényező csökkentésével), ill. a sáv szélesség csökkentésével történhet.

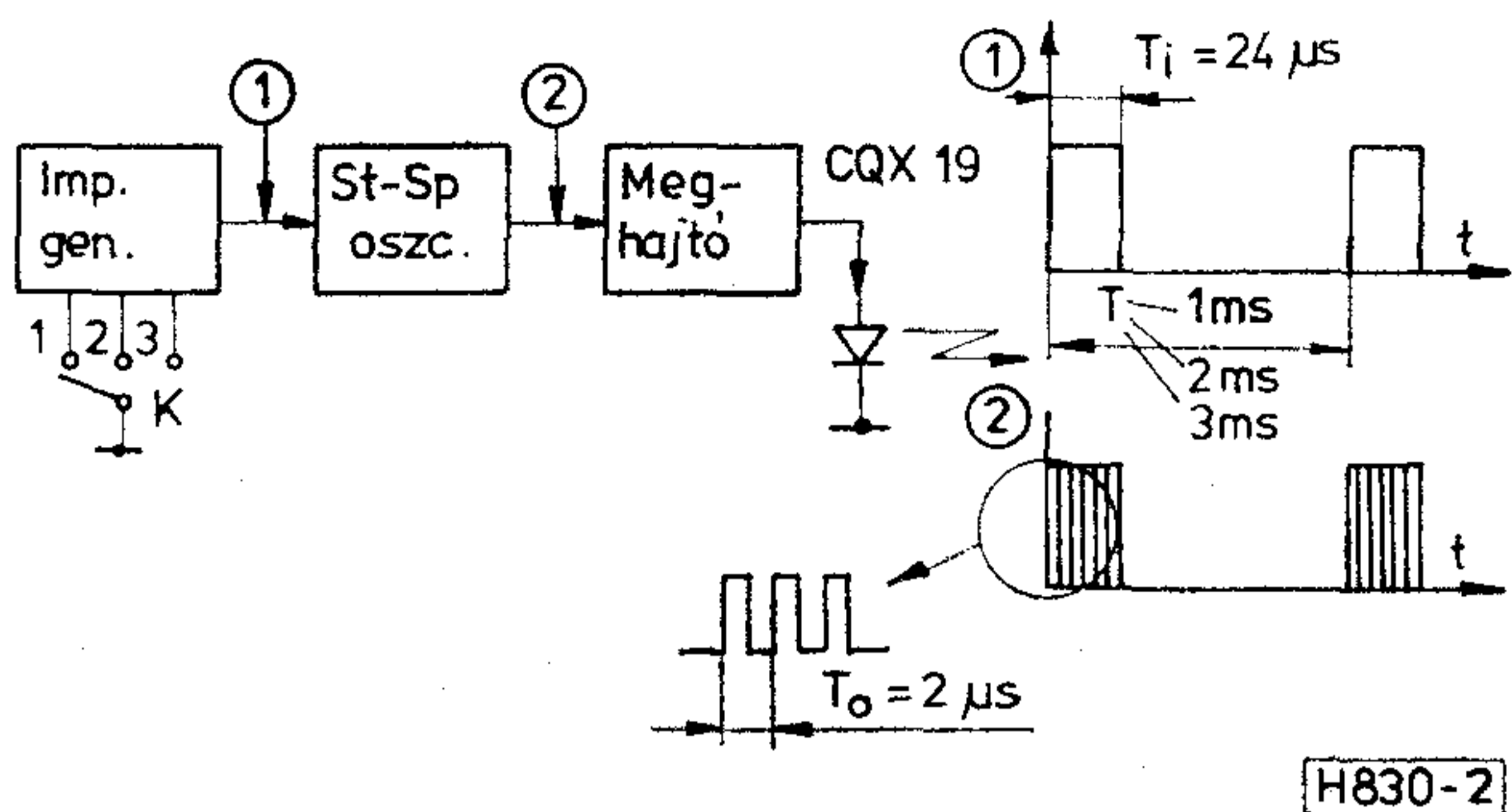
A modulált rendszerrel a jel-zaj viszony növekedést egy állandóval (k_m) vehetjük figyelembe:

$$\left. \frac{U_j}{U_z} \right|_{\text{mod}} = k_m \left. \frac{U_j}{U_z} \right|_{\text{modulálatlan}}$$

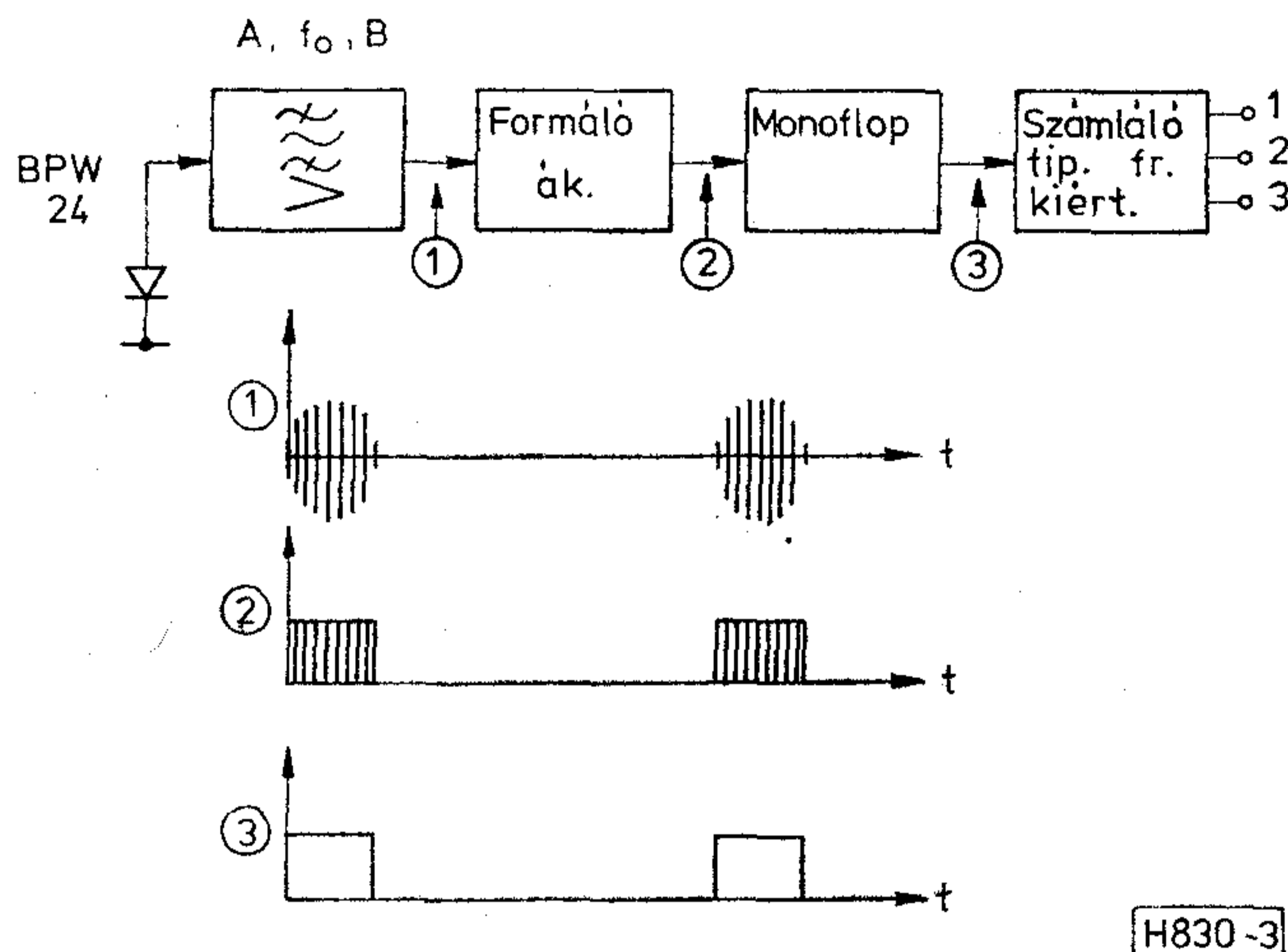
Az infrasugárzó eszközök diódák, amelyeken csak egy irányban folyhat áram, ezért segítségükkel csak impulzusmodulációs eljárások valósíthatók meg. Mivel átlagteljesítményük korlátozott, csak a csúcsteljesítmény növelhető az impulzuskitöltési tényező csökkentésével.

Maximális vett jel (hatótávolság) akkor érhető el, ha az impulzusok szélessége az adóeszköz működési sebességhatárának megfelelő minimális, az impulzusok csúcsteljesítménye pedig maximális értéket vesz fel úgy, hogy a megengedhető értéket nem lépi túl.

Az impulzusüzem előnye különösen távvezérlésnél egyértelmű, ahol a jelzések, utasítások, parancsok átvitele digitális kódszó vagy különböző frekvenciájú jelek formájában történik. Ennél vevőoldalon keskeny sáv valósítható meg, mivel alakú impulzusátvitel nem szükséges, csak azt kell érzékelni, hogy jött-e jel



2. ábra



3. ábra

vagy sem. Így a keskeny sáv szélességnek megfelelően kis zaj érhető el.

Hasonlóképpen elterjedtek adatátvitel céljára a frekvencia- és fázisbillentyűzési eljárások.

Analóg jelek optikai átvitelénél elsősorban frekvencia- (esetleg fázis-, szélesség-, vagy helyzet-) modulált impulzussorozatokat hoznak létre elsődleges modulációval, majd ezzel amplitúdómodulálják az átvívó fénysugár intenzitását. A legjobb eredményeket is pulzuskódmodulált rendszerek szolgáltatják.

Az impulzusüzemű infraösszeköttetések tulajdonságainak vizsgálatára egyszerű vivőbillentyűzött összeköttetést valósítottunk meg. Adójának blokkvázlatát és jelalakjait a 2. ábrán tüntettük fel.

Az impulzusgenerátor kis kitöltésű négyszögimpulzus-sorozatot állít elő, amelynek periódusidejét K kapcsolóval változtathatjuk ($T=1\text{ ms}; 2\text{ ms}; 4\text{ ms}$). Ez vezérli a start-stop oszcillátort, amelynek periódusideje $T_0=2\text{ }\mu\text{s}$. Ennek kimeneti jele (2. ábra) a meghajtó fokozaton keresztül a CQX 19 infrásugárzó diódára jut. Mivel az adó jelének kitöltési tényezője $T_i=24\text{ }\mu\text{s}$ és $T=1\text{ ms}$ értékeket figyelembe véve

$$\gamma = \frac{T_i}{T} = 12 \cdot 10^{-3}$$

így az $I_{FM}=250\text{ mA}$ -es max. nyitóáramú diódát 10 A -es csúcsárammal tudtuk meghajtani.

A vevő blokkvázlata és jelalakjai a 3. ábrán láthatók. Az infrásugárzó által kibocsátott jelet BPW24 foto PIN dióddal detektáltuk. Ennek jele A erősítési tényezővel, B sáv szélességgel és Q jósági tényezővel jellemzett aktív szűrőre került, amelyet a start-stop oszcillátor frekvenciájára (vivőre) hangoltunk. A kapott vivőcsomagok formáló áramkörre kerülnek, amelynek kimenetén a TTL szintű vivőbillentyűzött jel visszaállt. Ezt egy újraindítható monoflop integrálta, így annak kimenetén visszaállt az adó impulzusgenerátorának jele. Ennek frekvenciáját digitális frekvenciaértékelő áramkör értékeli ki. Ezzel az eljárással adóoptika nélkül 40° -os iránykarakterisztikájú adóeszközzel 12 m átvitele vált lehetségessé.

(Folytatás a 392. oldalról)

A fényvezető technika sikerrel alkalmazható a folyamatautomatizálási rendszerekben, melyek elosztott mikroprocesszorokból vagy kis számítógépekből épülnek fel, ahol viszonylag alacsony jelszinten nagy sebességű adatátvitelre van szükség elektromágnesesen zavart környezetben. Hasonlóan sikerrel alkalmazható közlekedési rendszerekben, robbanásveszélyes környezetben, nagyfeszültségű távvezetékek környezetében történő adatátvitelre. Ma még nem lehetséges az összes fémkábel átcserélése fényvezetőre, ugyanis: hiányoznak a végleges szabványok, az egyes gyártók gyártmányai között nagyon kis kompatibilitás van; a fényvezető elemek ára még magas, installációs és karbantartási problémák (forrasztás nem lehetséges!) vannak, leágazási technika hiányosságai akadályozzák az előfizetői állomások rákapcsolását. Az optikai

adatátvitel közeljövőben várható fejlődési irányai a rendszerellátás területén: hullámhossz multiplex eljárások (az optikai vezetők többszörös kihasználása egyidejűleg különböző hullámhosszú lézertérre), kétirányú hírközlés egy vezetéken (a két irány szétválasztása, ha az átvitel két különböző hullámhosszon történik viszonylag egyszerű, ha nem, úgy optikai iránycsatlóóra vagy olyan diódás áramkörre van szükség, mely az előfeszítéstől függően adóként vagy vevőként működik) optikai kapcsolók, leágazók és kábelcsatlakozások kifejlesztése, illetve javítása.

További fejlődési területek: a fényvezető minőségének javítása, az optikai adók és vevők és a mérés-technika fejlesztése. A távolabbi jövő: optikai erősítők (az optikai jel közvetlen regenerálása) és integrált optikai áramkörök. (Technische Rundschau, márc. 10. [994])

Vastagréteg technológiával készült mikrohullámú szalagvonalas áramkörök vizsgálata

I Z S Á K T E R É Z
Híradástechnikai Ipari
Kutató Intézet
L U K Á C S G Y Ö R G Y
KKVMF Híradásipari
Intézet

A mikrohullámú technikában az utóbbi időben egyre elterjedtebben alkalmazzák a szalagvonalas (strip-line) áramköröket. Alkalmazásukat elsősorban gazdaságossági szempontok indokolják; használatukkal jelentős forgácsolási munka takarítható meg. A szalagvonalas áramkörök előnyei:

Mikroelektronikai technológiai módszerekkel állíthatók elő.

Méreteik számottevően csökkennek a hagyományos (hullámvezetőket alkalmazó) áramkörökhöz képest.

Hibridáramkörök létrehozására alkalmasak.

A hibridáramköri technikával való kapcsolata miatt elsősorban az ún. aszimmetrikus szalagvonalas rendszerekkel foglalkozunk. Ez azért előnyös, mert a koncentrált paraméterű elemek mind chip, mind tokozott formában közvetlenül beépíthetők. A szalagvonalas nagyfrekvenciás rendszereket mind vékonyréteg, mind vastagréteg eljárással meg lehet valósítani. Az utóbbi időben megjelent paszttípusok lehetővé teszik olyan nagyfrekvenciás vastagréteg áramkörök előállítását, amelyek minőségileg összemérhetőek a vékonyréteg technológiával készütekkel.

A vékony- és vastagréteg áramkörök gyártási technológiája

Mind a vékony-, mind a vastagrétegmintákhoz American Lava 772 típusú nagy tisztaságú alumínium-oxid kerámialapkákat használtunk. Az összehasonlítás céljából szolgáló vékonyrétegmintáknál a következő rétegszert alkalmaztuk:

- porlasztott tantálnitrid,
- párologtatott titán,
- párologtatott nikkel-króm,
- párologtatott arany,
- galván arany.

A Ta_2N -réteget katódporlasztással 1000 Å-ös rétegvastagságban állítottuk elő. Ez a réteg jó alapot biztosít a kontaktusréteg számára.

Az 500 Å-ös rétegvastagságban előállított Ti-réteg átmenetet képez a Ta_2N és NiCr-rétegek között. Megfelelő tapadással rendelkezik mindkét fémhez,

így azok egymáshoz való gyenge tapadását javítja. Szelektíven fotolitografálható.

A NiCr-réteget 300 Å-ös vastagságban vákuumpárologtatással alakítottuk ki. Szerepe az Au-kontaktusréteg tapadásának a javítása. A NiCr réteg párologtatás a felületre egyidejűleg történik az Au-réteggel, így egy folytonos átmenet alakul ki, mely erős mechanikai kötést biztosít.

Az Au vezetőréteget vákuumpárologtatás útján alakítottuk ki, majd ablak galvanizálással 10 μ m-es rétegvastagságig tovább növesztettük, a mikrohullámú veszteségek csökkentése érdekében. Az ábra kialakítását szelektív maratással végeztük.

A vastagrétegmintákhoz ESL-gyártmányú 8880 típusszámú kevert (reaktív) kötésű pasztát használtunk, mely a mai ismereteink szerint a mikrohullámú célra használható pasztaféleségek átlagos típusát képviseli. A mikrohullámú szempontból inaktív területeken palládium-arany vezetőréteget alakítottunk ki, melynek a forrasztási tulajdonságai jók. Mindezek figyelembevételével a minták készítése módszere a következő volt:

Tisztítás után először a földvezeték oldali aranyréteget nyomtattuk fel az ESL 8880-as típusú pasztára jellemző rétegvastagságban, majd a réteget 850 °C-os max. hőmérsékleten 1 óras ciklusidővel beégettük. Ezt követően nyomtattuk a felső oldalra a vonalas ábrát, majd a két aranyréteget együttesen 900 °C-on égettük. A forrasztandó felületre palládium-arany vezetőt (ESL 6835 és DP 8651) nyomtattunk fel és a rendszert 850 °C-on égettük. A minták kétféle rétegvastagsággal készültek, egy-egy mintán a rétegvastagság mindkét oldalra azonos volt. A rétegvastagság beállítását ezen kísérletsorozatnál a szitasűrűség megválasztásával állítottuk be. Az alkalmazott szitasűrűség 200, ill. 325 mesh volt, az égetett rétegvastagság 22–25 μ m, ill. 15–16 μ m-nek adódott. A kizárólag nyomtatási eljárással készített minták mellett olyan változat is készült, melynél az értékes vonalat fotolitográfiai technikával alakítottuk ki egy szélesebbre nyomtatott arany ábrából. Ezt a változatot marathatósági okokból csak 15–16 μ m vastagságú rétegekre alkalmaztuk. A kísérletekben használt fotolakk Shipley 1375 volt, melyet 3–3,5 μ m vastagságú rétegben vittünk fel a felületre.

Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén

Vastag- és vékonyréteg technológia összehasonlításának módszere

Az alapkísérleteket a vékony- és vastagréteg áramkörök összehasonlítására a felhasználási területnek megfelelően csatolt vonalszakaszokból kialakított 6 GHz-es rezonáns rendszereken végeztük. A szalagvonal csillapítási tényezőjét a vele ekvivalens távvezeték elosztott paramétereiből lehet meghatározni. Kis veszteségek feltételezésével az ohmos veszteségből származó csillapítási tényező

$$\alpha = \frac{f\pi\sqrt{\epsilon_{eff}}}{Q_u \cdot C} [N_p/m] \quad (1)$$

ahol: f a rezonáns frekvencia, ϵ_{eff} a struktúrától függő, a kerámia dielektromos állandójával kapcsolatban álló állandó, Q_u a saját jóság-tényező, C a fénysebesség. A rezonáns rendszer paramétereinek meghatározásához a következő adatok megmérése szükséges: A rezonáns frekvencia (f), a 3 dB-es sáv szélesség (B) és a beiktatási csillapítás (L). Ezen mért adatok ismeretében a következő összefüggésekből határoztuk meg az összehasonlításra alkalmas paramétereket:

$$L = 20 \lg \left(1 + \frac{Q_e}{2Q_u} \right) \text{ db}, \quad (2)$$

$$Q_L = \frac{f}{B} \quad (3)$$

$$\frac{1}{Q_L} = \frac{1}{Q_u} + \frac{2}{Q_e} \quad (4)$$

ahol: Q_L a terhelt jósági tényező, Q_e a külső jóság-tényező. A vizsgálandó áramköröket 6 GHz körüli frekvenciára terveztük kerámia alapon ($\epsilon_r = 9,8$). A szűrőstruktúrát egy 1" × 2" méretű lapkára helyeztük el.

A mérési eredmények értékelése

A mérések alapján az összehasonlításra alkalmas paramétereket kiszámítottuk. Az összehasonlítás a következő eredményt adta.

1. A sávközépi frekvenciák eltérése egymástól kb. 1%; ez nem jellemző. A vonal hossza (amely az f_0 frekvenciát meghatározza) a technológiák mindegyikével kellő pontossággal beállítható.

2. A sáv szélességek és ezzel együtt a terhelt jósági tényezők között nincs lényeges különbség.

3. A beiktatási csillapítás lényeges eltéréseket mutat. A legkisebb a vékonyréteg technikával készült áramköröknél, közel áll ehhez a fotolitografált vastagrétegminta és lényegesen, de kb. egyformán rosszabb a kétfajta „nyomtatott” vastagréteg áramkör.

4. A saját jósági tényező értékek hasonló sort alkottak. Ez a mutató áll közvetlen kapcsolatban a veszteségekkel, mivel a saját jósági tényező a tárolt mágneses és villamos térenergia és a veszteségi energia hányadosa.

5. A külső jósági tényező változik, mivel a különböző technológiával készült minták résmérete is változó. Nagy résmérethez nagy jósági tényező tartozik. Azol nagy a külső jósági tényező, ott aránylag kicsi a saját jósági tényező és fordítva. Így érthető, hogy miért közelítően azonos a minták terhelt jósági tényezője.

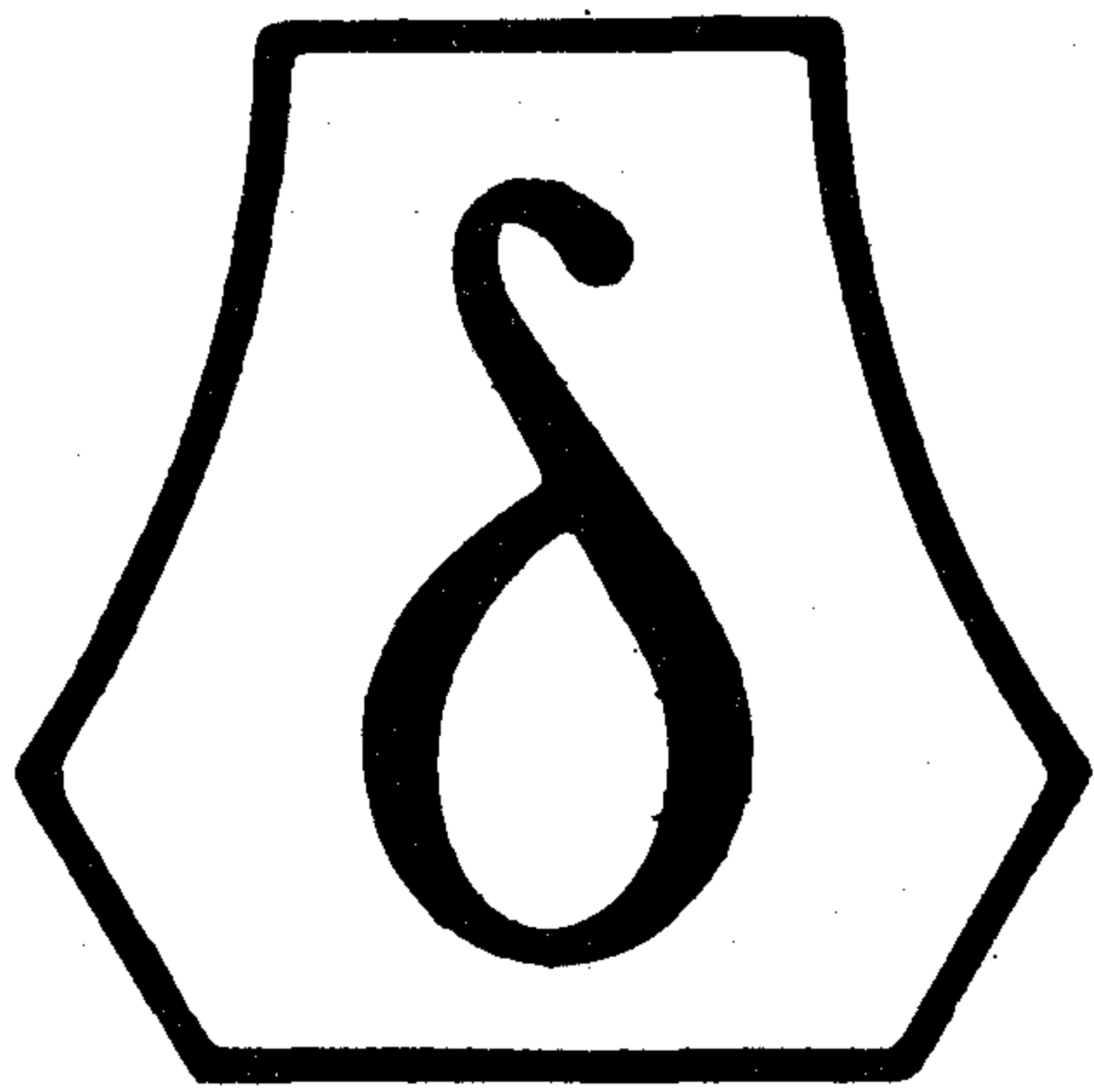
6. Az α csillapítási tényező értéke — mint az várható — a vékonyréteg technikával készült mintáknál a legkisebb (ezt tekintjük 100%-nak), a vastagréteg technikával készült és fotolitografált minták nem sokkal nagyobb veszteségűek (112%), a másik két mintacsoport veszteségeinek átlaga nagyobb, és azonosnak tekinthető (139%, ill. 140%).

Következtetések

A vékonyréteg technológia kiváltása szitanyomtatott vastagréteg technológiával egyszerűbb gyártást eredményez, alkalmazása azonban olyan esetekben célszerű, ahol a követelményeket viszonylag egyszerűen ki lehet elégíteni. Ilyen áramkörök például a következők: iránycsatolók (csatolt és keresztágas), hibridek, nagyfrekvenciás áramkörök alaplemeze, sokszorozók alaplemeze — beleértve a kimeneti és bemeneti illesztést —, valamint a kimeneti kétüreges kb. 5–10% sáv szélességű szűrőt, interdigitális szűrők, alul- és felüláteresztő szűrők (nincs csatolt vonal). Ezek olyan áramkörök, amelyeknél nincs vékony réssel csatolt vonal, ahol tehát az alamarás és egyéb problémák miatt a méretek gyártási szórása kevésbé lényeges. Ezen esetekben a vastagréteg technológia lényegesen gazdaságosabb. Egy tipikus vákuumberendezés 8 óra alatt kb. 100 db hordozó bevonására alkalmas, e művelet után azonban a hordozókat még fotolitografálni, galvanikusan vastagítani és maratni kell. Ugyanakkor a vastagréteg technikával egy 8 órás ciklusban 250–500 db hordozó is előállítható. Rétegtechnikai oldalról megvizsgálva a különböző technológiák költség alakulását, a vastagréteg technika alkalmazása 30%-kal gazdaságosabbnak bizonyul, szemben a vékonyréteg technikával.

IRODALOM

- [1] Európai Hibrid Mikroelektronika Konferencia anyaga, 1977. Bad Homburg.
- [2] Vendelin: High-Dielectric Substrates for Microwave Integrated Circuits, IEEE MTT-15 Dec. 1967.
- [3] Matthei, Young, Jones: Microwave Filter, Impedance Matching, Net-works Coupling Structures. New York, McGraw-Hill Book Co. 1964.



KÓPORC

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ ÉS MŰSZAKI KERÁMIAGYÁRTÓ VÁLLALAT

1106 BUDAPEST, TÁRNA U. 4. * TELEX: 22-5060

1982. július 1-e jelentős dátum a **KÓPORC** (Kőbányai Porcelángyár) életében. Ekkor vált önállóvá az 1963 óta a FIM keretében működő gyár. Július elsejétől nemcsak önálló vállalként működik, hanem tárcaváltás is bekövetkezett. Az eddig ÉVM-hez tartozó nagyvállalat felosztása után a **KÓPORC**-ot az Ipari Minisztérium felügyelete alá helyezték, ahova profilja szerint eddig is tartoznia kellett volna. A tárcaváltás következtében az Ipari Minisztériumhoz tartozó vállalatokkal való eddigi jó és eredményes együttműködés még szorosabbá, rugalmasabbá, hatékonyabbá válhat, miután egységes lesz az ipari vezetés koncepciója.

Napjainkban a híradástechnikai ágazat fokozatosan elektronikai iparrá alakul át. Az Elektronikai Központi Fejlesztési Program keretében a **KÓPORC** is kialakította az elektronikai alkatrészek beruházási programját, javaslatát. Összeállításánál általános piacpolitikai cél a belföldi igények mind teljesebb minőségi és mennyiségi kielégítése, amely egyrészt a népgazdasági érdeket szolgáló tőkés import visszaszorítása, másrészt a gazdaságos sorozatnagyság elérése miatt indokolt. E lap hasábjain továbbra is rendszeres tájékoztatást kívánunk nyújtani a fejlesztés alatt álló, a kifejlesztett, valamint a beruházás keretében kialakítandó új termékeinkről, a már folyamatos gyártásban levő gyártmányaink mellett.

Piezoelektromos kerámiai alkatrészek

Történeti áttekintés

A piezoelektromosság bizonyos anyagoknak az a tulajdonsága, hogy mechanikai feszültség hatására elektromos töltés keletkezik rajtuk. Ezt a jelenséget a Curie-fivérek fedezték fel 1880-ban. [1] Hamarosan felfedezték e jelenség fordítottját is: feszültség hatására ezeknek az anyagoknak a mérete megváltozik. A mechanikai energia átalakítását elektromos energiává direkt működésnek, az elektromos energia átalakítását mechanikaivá fordított (inverz, reciprok) működésnek nevezzük.

A piezoelektromosságra vonatkozó ismereteket Cady [2] foglalta össze monográfiájában. Ez a mű főként a kvarcra és a Seignette-(Rochelle)-sóra vonatkozóan közöl ismereteket, mivel megírásának idején ezek voltak a legismertebb piezoelektromos anyagok. A 40-es évek elején kezdték használni piezoelektromos célokra az ammónium-dihidrogén-foszfátot és a lítium-szulfátot. A 40-es években indultak meg az oxidokkal, illetve kerámiákkal kapcsolatos kutatások. Polarizált bárium-titán-trioxidra vonatkozóan 1947-ben jelent meg az első közlemény [3]. Ekkortájt kezdte a piezoelektromos bárium-titán-trioxidot alkalmazni a Sonoton Corporation lemezjátszó hangszedőkben. Piezoelektromos ólom-dinóbiium-hexoxidot 1952-ben készítettek [4], s ezt

számos más niobát követte. Nagy jelentőségű volt az ólom-titán-trioxid—ólom-cirkónium-trioxid szilárd oldat nagy piezoelektromos jellegének felfedezése [5,6]. Különböző adalékokkal azóta is az ólom-(cirkónium-, titán-) trioxid a leggyakrabban használt piezoelektromos kerámia.

Piezoelektromos alapfogalmak

A piezoelektromosság mechanikai és elektromos tulajdonságok között jelent kapcsolatot, ezért a mechanikai és elektromos tulajdonságokkal együtt kell vizsgálni a megfelelő piezoelektromos jellemzőket, a piezoelektromos állandók is mechanikai és elektromos mennyiségek közötti kapcsolatot fejeznek ki. A piezoelektromosság vizsgálatakor a *mechanikai feszültség* (T) és az *alakváltozás* (S) a megfelelő mechanikai, az *elektromos térerősség* (E) és az *elektromos eltolás* (D) a megfelelő elektromos tulajdonságok. Legtöbbször olyan egyenletrendszerrel írjuk le a piezoelektromosságot, ahol a térerősség és a mechanikai feszültség a független változók:

$$S = sT + dE,$$

$$D = dT + \epsilon E,$$

Megjegyzés:

A szövegben szögletes zárójelben található számok a szakirodalomra utalnak, lásd az irodalomjegyzéket.

ahol: s rugalmassági állandó,

d piezoelektromos állandó (töltésállandó, piezomodul),

ϵ permittivitás.

A független változók más-más megválasztásával az e , g és h piezoelektromos állandókhoz jutunk, közülük legfontosabbak a piezokerámián keletkező feszültség kiszámítására közvetlenül alkalmazható D és T független változókkal nyerhető g állandók.

A piezoelektromos állandók szokásos megadása katalógusokban: a polarizáló erőter konvencionálisan z tengely, azaz 3 irányú, az állandók első indexe az elektromos jellemző, a második a mechanikai jellemző irányára utal.

A piezoelektromos anyagok legjellemzőbb tulajdonsága a *csatolási tényező*. A csatolási tényező a nyerhető energia és a befektetett energia hányadosának a négyzetgyöke. Többféle csatolási tényezőt különböztethetünk meg, de ezekre most nem tudunk kitérni. Ezeket, valamint egyéb piezoelektromos alapfogalmakat részletesen tárgyal Berlincourt, Curran és Jaffe a Mason által szerkesztett monográfiában [7]. A katalógusokban leggyakrabban megadott *planár csatolási tényező* (k_p) vékony tárcsa esetére adja meg a csatolást a 3 irányú (a tárcsa síkjára merőleges irány) elektromos tér és az 1 és 2 irányú mechanikai jellemzők között. Közelítő érték számítható a rezonancia- és antirezonancia-frekvenciából, illetve az impedanciaminimumhoz és maximumhoz tartozó frekvenciából:

$$k_p = \sqrt{2,5 \cdot \frac{f_n - f_m}{f_m}}$$

ahol: f_m az impedanciaminimum frekvenciája,

f_n az impedanciamaximum frekvenciája.

Egy rugalmas test deformációjakor a betáplált energia nagyobb része rugalmassági energia formájában tárolódik, kisebb része pedig hővé alakul „molekuláris súrlódás” következtében. A mechanikai veszteségeket a *mechanikai jósági tényezővel* (Q_m) lehet jellemezni.

Nagysága:

$$Q_m = \frac{f_n^2}{2 f_m Z_m C (f_n^2 - f_m^2)} \approx \frac{1}{4 C Z_m (f_n - f_m)}$$

ahol: C a piezoelektromos elem kapacitása,

Z_m az impedanciaminimum.

A *frekvenciaállandó* a rezonanciafrekvencia és az ezt meghatározó méret szorzata. Irányfüggő mennyiség.

Fontos jellemző még a *Curie-pont*. A Curie-pont az a hőmérséklet, amely fölé melegítve a piezokerámia elveszti piezoelektromosságát. Gyakorlati tapasztalatok szerint ennek kb. feléig ($^{\circ}\text{C}$ -ban számolva) lehet a piezokerámiái alkatrészt tartósan üzemeltetni a piezoelektromos jellemzők romlása nélkül.

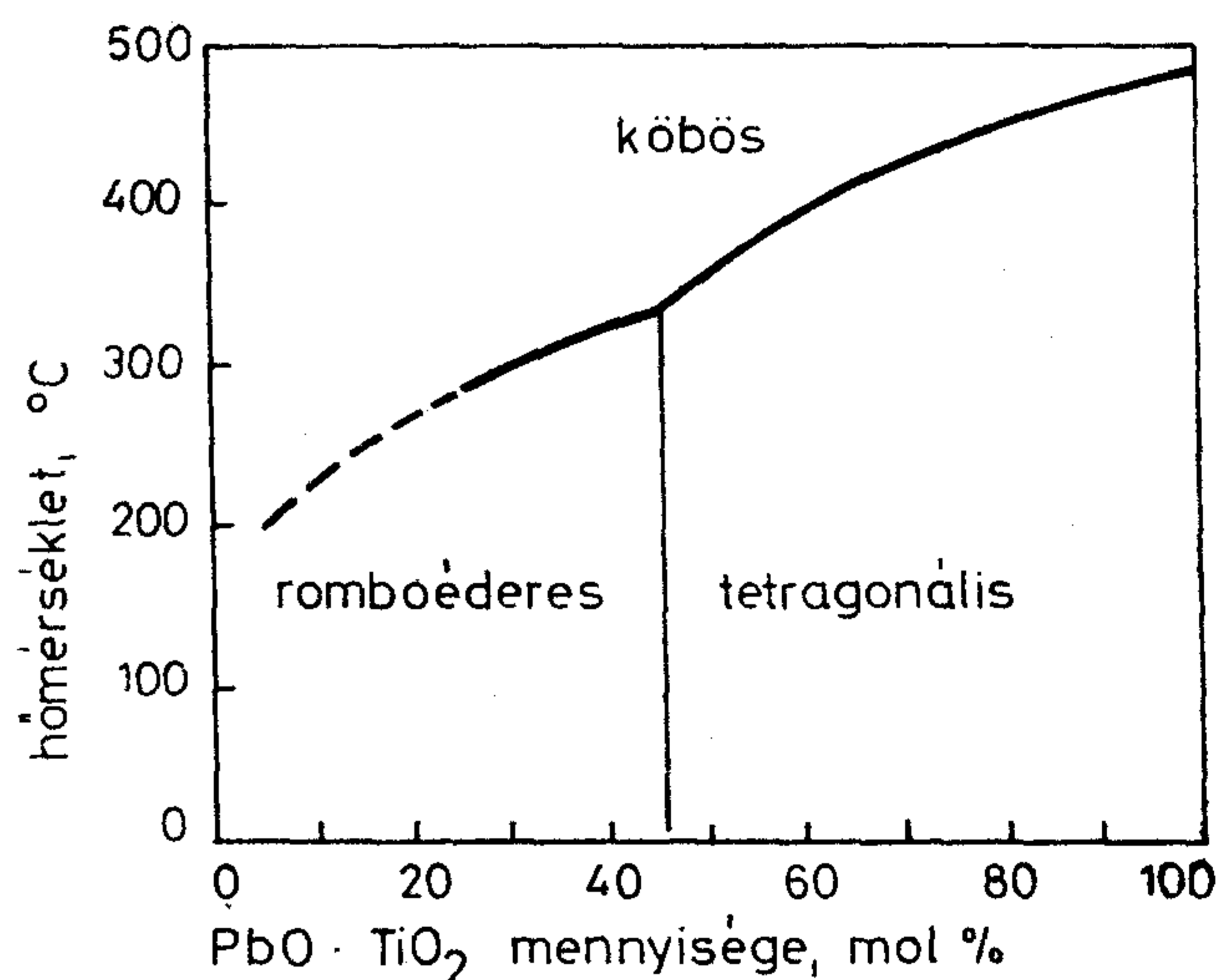
A piezoelektromos kerámiák anyagi állandóinak mérését összefoglalva megtalálhatjuk egy IRE előírásban [8].

Piezoelektromos kerámiái anyagok és szerkezetük

A fontosabb piezokerámiái anyagok a bárium-titán-trioxid, az ólom-(cirkónium-, titán-)trioxid, az ólom-dinióbbium-hexoxid és a (nátrium-, kálium-)nióbbium-trioxid. Ezek a kerámiái anyagok az ólom-dinióbbium-hexoxid kivételével perovszkit szerkezetűek. Jellemző rájuk, hogy magas hőmérsékleten köbös szerkezetűek, hűléskor a kristályrács eltorzul (Curie-pont) és valamilyen kisebb szimmetriájú szerkezet jön létre. Ez az aszimmetria feltétele a piezoelektromosságnak.

Jelenleg legelterjedtebben az ólom-(cirkónium-, titán-)trioxid kerámiát gyártják. Ez a kerámia azért nagy jelentőségű, mert különböző adalékanyagokkal és a technológia megfelelő megváltoztatásával egyes fizikai tulajdonságokban jelentős eltéréseket lehet elérni, az alapjelenség viszont megmarad.

Az ólom-(cirkónium-, titán-)trioxid rendszert japán kutatók tanulmányozták nagy alaposítással. Az ólom-cirkónium-trioxid és az ólom-titán-trioxid egymással minden arányban szilárd oldatot képez. A rendszer fázisdiagramja az 1. ábrán látható. Az ábráról látható, hogy lehűléskor a köbös



1. ábra. A $\text{PbO} \cdot \text{TiO}_2$ — $\text{PbO} \cdot \text{ZrO}_2$ rendszer fázisdiagramja

szerkezet az összetételtől függően tetragonálissá vagy romboéderekesre alakul át. Nagy ólom-cirkónium-trioxid tartalomnál más fázisok is kialakulnak, ezeknek azonban piezokerámiái szempontból nincs jelentőségük. Piezoelektromos szempontból a romboéderekes-tetragonális fázishatárnál levő összetételek kedvezőek. A fázishatár összetétele kis mértékben függ a hőmérséklettől.

A különböző alkalmazási céloknak megfelelően mindig más-más jellemző megfelelő értéke kerül előtérbe. A csatolási tényező illetve a piezoelektromos állandók nagy értéke például általában kedvező, de a szűrőknél a nagy stabilitás érdekében nem bánjuk, ha ezek az állandók kicsit kisebbek.

Adalékként a megfelelő tulajdonságok kialakítására ma már rendkívül sok anyagot használnak. Gyakori adalék a Nb_2O_5 , ami javítja a csatolási

tényezőt, csökkenti a mechanikai jósági tényezőt, ezenkívül javítja a szinterelhetőséget és a polarizálhatóságot. Közismert a MnO_2 stabilitást és a mechanikai jósági tényezőt növelő szerepe. Az anyag-tökéletesítési törekvések vezettek az ún. hármas rendszerek vizsgálatához és gyártásához is, ahol az ólom-titán-trioxid és az ólom-cirkónium-trioxid mellett még egy harmadik alapvető alkotója is van a kerámiának.

A piezokerámiák a polarizálás következtében egy végtelenértékű szimmetriatengellyel rendelkeznek, és ezért a C_{6v} (6 mm) kristályosztályba sorolhatók [7]. Ebből következik, hogy 5 egymástól független rugalmassági állandójuk, 3 piezoelektromos állandójuk (d_{33} , d_{31} és d_{15}) és 2 permittivitásuk van.

A piezoelektromos anyagok és alkatrészek technológiája

A technológia ismertetésénél a leggyakoribb piezokerámia, az ólom-(cirkónium-, titán-)trioxid készítését tartjuk szem előtt.

A piezokerámiák nyersanyagai — mint a kerámiáknál általában — oxidok vagy karbonátok. A minőségi követelmények azonban nagyobbak, mint az a szilikát- illetve kerámiaiparban szokásos. Az adalékokat leggyakrabban 0,1–2% mennyiségben szokták az anyaghoz adni a tulajdonságok kedvező irányban való befolyásolására, ebből következik, hogy kb. 0,1% az a mennyiség, ami károsan is hathat a termék tulajdonságaira. Veszélyes szennyezés a vas-oxid, a szilícium-dioxid és az alumínium-oxid, ezek az anyagok kis mennyiségben is jelentősen csökkentik a csatolási tényezőt. Más szennyezések — alkáli-, kén- és foszfor-oxidok — átütéseket okozhatnak a polarizálás folyamán.

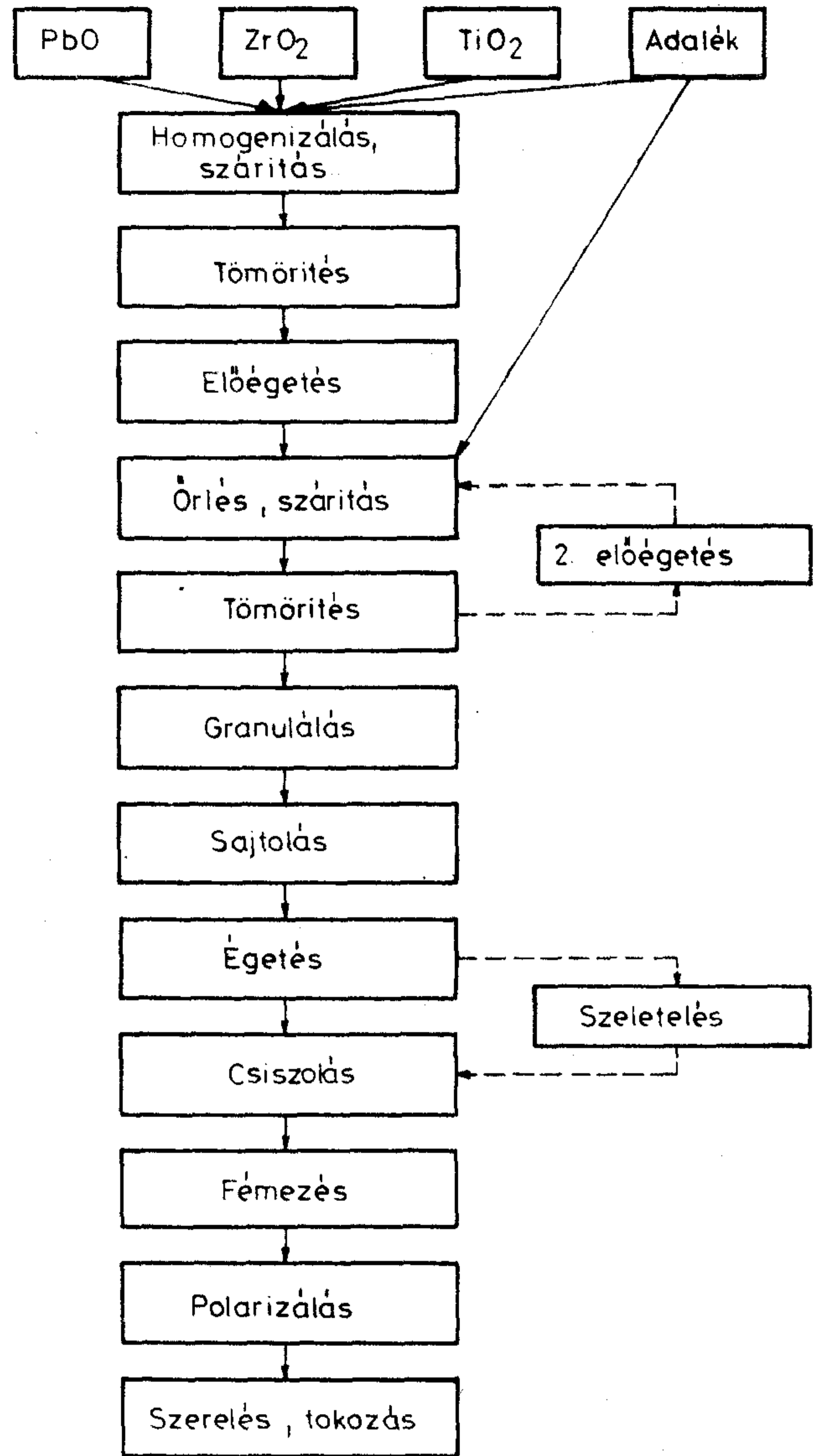
Nyilvánvaló, hogy nagy mennyiségű szennyezést a legfontosabb anyagokkal, vagyis az ólom-oxiddal, a cirkónium-dioxiddal és a titán-dioxiddal vihetünk be legkönnyebben a kerámiai masszába, vagyis ezek tisztasága alapvető a szennyezések elkerülése érdekében.

A nyersanyagok minősítésénél nemcsak azok kémiai összetételét kell vizsgálni, hanem fizikai tulajdonságaikat (módosulat, szemcseméret, szemcseeloszlás stb.) is. A nyersanyagok ilyen jellegű megváltozása technológiai változásokat tehet szükségessé.

A piezokerámiai alkatrészek gyártásának technológiai folyamata a 2. ábrán látható.

A továbbiakban csak néhány technológiai lépésre térünk ki. A homogenizálással és őrléssel kapcsolatban alapvető szempont a massa tisztasága. A szennyezés megakadályozására szolgálnak a szokásos porcelánmalomtól, valamint a porcelán illetve flintkő őrlőtesttől eltérő műszaki megoldások: gumibélésű malom, műanyag malom, cirkon-dioxid és achát őrlőtest.

Az előégetés célja, hogy azok a szilárdfázisú reakciók, amelyeknek során a kerámiaanyag kialakul, minél teljesebben lejátszódjanak. Előégetés után a szinterelésnél a zsugorodás kisebb, a végméreték könnyebben tarthatók. Az előégetés hőmérséklete 850–900 °C.



2. ábra. Piezokerámiai alkatrészek gyártása

A leggyakrabban alkalmazott formálási eljárás a sajtolás. Egyenletes szerkezet elérése érdekében izosztatikus sajtolást lehet alkalmazni. Ilyenkor a sajtolandó anyag egy belső tokban van, a nyomást folyadék vagy gáz közvetíti, a nyomóerő minden oldalról hat a sajtolandó anyagra, és a nyomáseloszlás így egyenletesebb az anyagon belül.

Az égetési folyamattal szükséges kicsit részletesebben foglalkozni [9]. Az ólom-(cirkónium-, titán-)trioxid már 900 °C körül bomlik.

$Pb(Zr, Ti)O_3 \rightarrow PbO + ZrO_2 + TiO_2$ a keletkező ólom-oxid illékony, eltávozása a termék összetételének megváltozását okozhatja. Ugyanakkor az anyag ilyen hőmérsékleten még nem egyenletes összetételű, csak magasabb hőmérsékleten (1260 °C) hosszabb idő (5 óra) alatt lesz azzá.

E szempontok alapján nyilvánvaló, hogy az égetés során a feladat a felszabaduló ólomoxid-gőz eltávolításának megakadályozása, illetve felszabadulásának visszaszorítása. Erre különféle módszerek alakultak ki: a kettős tokozás, a minta körülvétele inert anyag-

gal, ólom-oxidot tartalmazó anyagnak az égetési tokba tétele. Szokásos még ólom-oxid-feleslegű anyag bemérése is.

Nagyobb testsűrűség (kisebb pórustartalom) érhető el melegsajtólással [10]. Ez az eljárás nyomás alatti égetés.

A piezokerámiatárcsák és lapok közelítő végméretének beállítása történhet méretre sajtolással, kisebb darabok esetén azonban célszerű égetés után nagyobb tömbökből szeleteléssel kialakítani a darabokat. Szeletelésre a félvezetőeszköz-gyártó iparban használt gépek alkalmazhatók.

A következő fontos művelet a csiszolás. A vastagsági végméret beállítása síkcsiszolással történik. Különösen pontos csiszolás szükséges a MHz-es tartományban működő szűrők esetén, itt ugyanis a vastagsági méret szabja meg a rezonancia-frekvenciát. A 10,7 MHz-es sávszűrőknél a frekvenciatűrés $\pm 1,8 \mu\text{m}$ vastagsági tűrést jelent. Ezeknek a szűrőknek a készítésére csak jó minőségű, két oldalon csiszoló, hordozótárcsás gépek alkalmasak.

Csiszolás után a munkadarabokat fémezni kell. Legtöbb célra megfelel a szitanyomás. Szitanyomással ezüstszuszpenziót viszünk fel a kerámiára, ezt a fémréteget kb. 600 °C-on be kell égetni.

Szitanyomással kb. 10 μm vastagságú fémréteget szoktak készíteni. Az előbb említett MHz-es szűrőkhöz ez az eljárás nem megfelelő, mert az ezüst tömegét nehéz lenne figyelembe venni az áteresztő sáv kialakításánál, szórása bizonytalanná tenné a rezonancia-frekvenciát. Ezért vékonyabb fémréteg kialakítására van szükség. Ez vákuumpárolgattalással vagy redukciós fémezéssel érhető el.

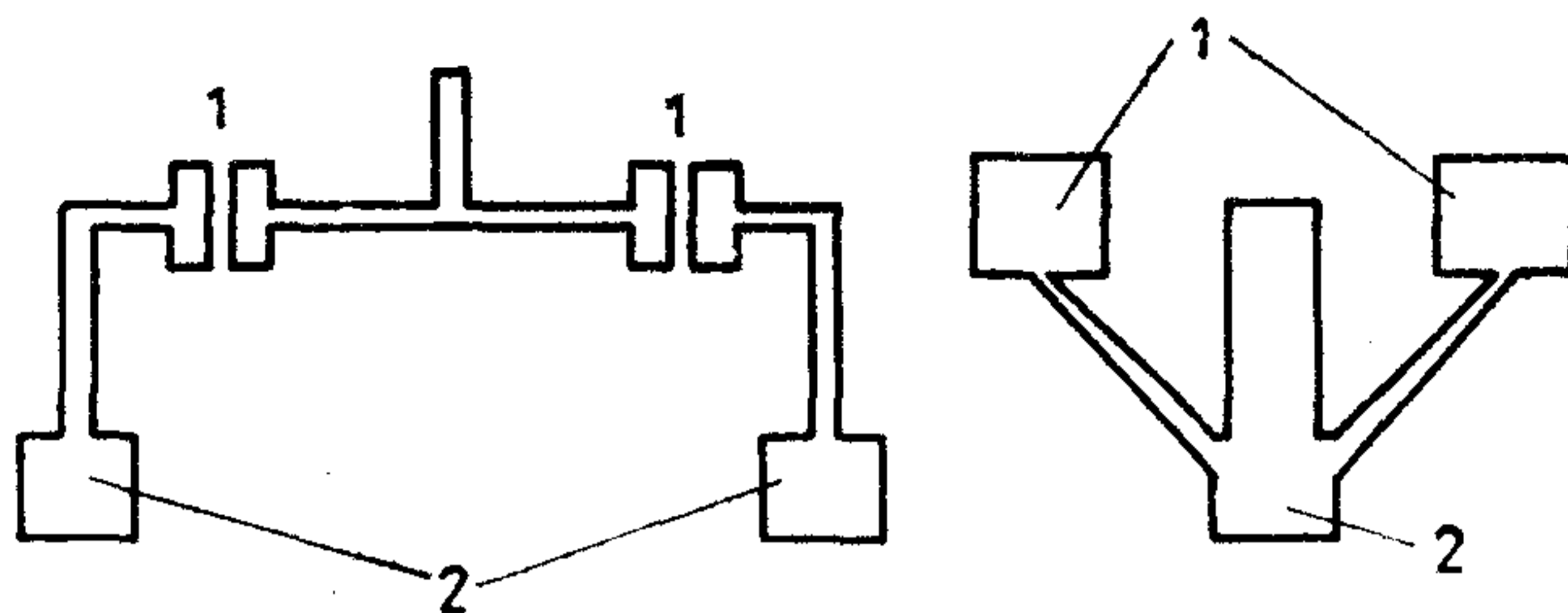
A fegyverzet formájának (3. ábra) kialakítása szintén ez utóbbi alkatrészeknél nehezebb. Elképzelhető valamilyen előzetes maszkolással, vagy a teljes felületen kialakított ezüstrétegen valamilyen védő lakk- vagy festék-maszk kialakítása után fém marással és a maszk leoldásával. Mi precíz szitanyomással festéket viszünk fel az ezüstrétegre, lemarjuk a fedetlen ezüstöt, azután pedig leoldjuk a festéket.

A felületi hullámú szűrőknél integrált áramkör gyártásnál szükséges pontossági fegyverzet kialakításra van szükség.

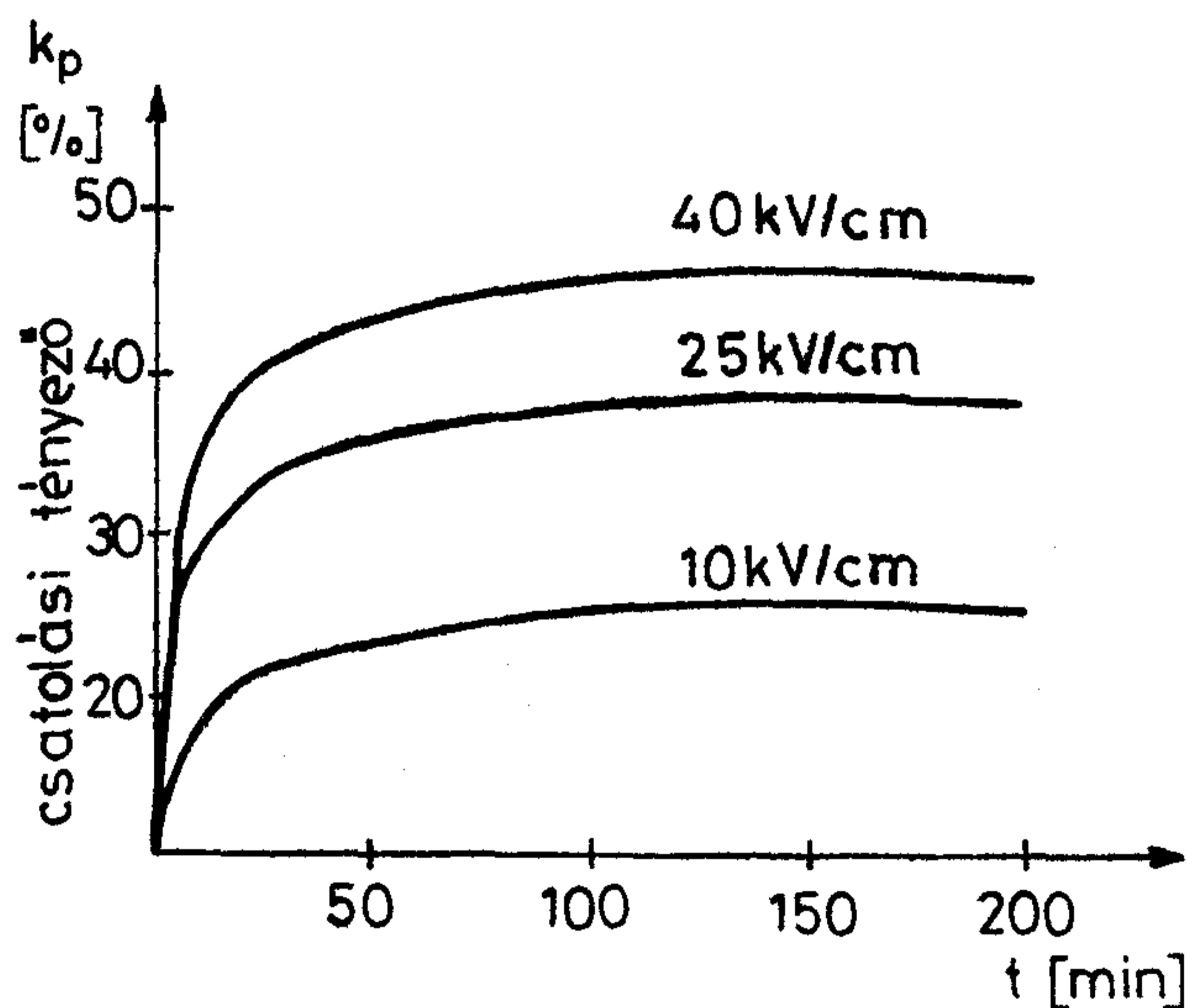
Jellegzetes technológiai folyamat a polarizálás. Ez nagy térerősségű elektromos kezelés. Itt szeretném felhívni arra a közkeletű tévedésre a figyelmet, hogy a Curie-pont felett kell polarizálni pl. [11]. Ezzel szemben a gyakorlatban mindig a Curie-hőmérséklet alatt polarizálunk. A hőmérsékletnek tényleg hatása van a polarizálódásra, ez a hatás azonban nagymértékben anyagfüggő. Vannak olyan anyagok, amelyeknél a hőmérséklet hatását nem tudjuk kimutatni, más anyagoknál ez a hatás jelentős.

Jelentős hatása van még a polarizálási időnek és a térerősségnek. Polarizálási jellegzőrbéket mutatunk meg a 4. ábrán. Szokásos polarizálási térerősség 30–50 kV/cm. A polarizálást az átütések megakadályozása végett szilikonolajban végzik.

Sok piezokerámia-termék gyártása a polarizálással befejeződik, más termékek, pl. a szűrők utólagos szerelést, tokozást igényelnek. E művelet során azt



3. ábra. 6,5 MHz-es szűrők fegyverzete
1) rezonátor
2) a kivezetés felforrasztásának helye



4. ábra. A csatolási tényező növekedése a polarizálás folyamán

kell biztosítani, hogy az aktív kerámia részek szabadon mozoghassanak, a passzív részek pedig mozgásukban akadályozva legyenek. Elterjedtek az előre elkészített fröccsöntött műanyag (polikarbonát, polipropilén) tokok és a mártott (fenol-formaldehid műgyanta) tokok.

A piezokerámiai alkatrészek alkalmazása

A piezokerámiai alkatrészek felhasználása nagyon változatos, ezért megpróbálom a teljesség igénye nélkül valamilyen célszerű — természetesen vitatható — csoportosításban ismertetni a legfontosabbnak látszó felhasználási területeket.

MÉRÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI ALKALMAZÁS

A passzív mérési módszereknél az átalakítók célja valamilyen fizikai mennyiség érzékelése, vagy, nagyságának megállapítása elektromos jelen keresztül. Lényeges, hogy ezeknek az átalakítóknak nagy legyen a csatolási tényezője. Alkalmasak erő, nyomás, felületi érdesség, gyorsulás stb. érzékelésére és mérésére. Gyorsulásmérő elemek felhasználásával készülnek a rezgésmérő és rezgéselemző berendezések, amelyek alkalmasak például nagy értékű gépek működésének a nyomon követésére.

Érdekes mérési módszer az akusztikai emisszió mérése. Ez roncsolásmentes vizsgálati eljárás, amely azon alapul, hogy a legtöbb anyag feszítésekor hangot (általában ultrahangot) bocsát ki. A rövid, impulzus jellegű feszítési hullámokat aktív hibaforrás idézi elő. Ezzel az eljárással a hibák korai stádiumban megállapíthatók.

Az aktív mérési módszereknél a vizsgáló elektromos jelet is a mérés során hozzák létre.

A gerjesztett rezgés jellemzőinek megváltozását mérik a különféle konstrukciójú folyadékáramlási sebességmérők. Gerjesztésre és észlelésre egyaránt piezokerámiát használnak.

Nagy jelentősége van a következő hasonló elven alapuló víz alatti mérésekre alkalmazott eljárásnak: egy piezokerámiával hang, vagy ultrahang hullámot gerjesztenek, egy másikkal pedig észlelik az (általában visszavert) hangot (ún. „sonar”). Ez a módszer a radar víz alatti megfelelője. Gyakori a görbe felületű (cső, gömbhéj) átalakítók alkalmazása. Megmérhető így a vízmélység, észlelhetők halrajok, tengeralattjárók stb.

Hasonló eljárással kimutathatók anyagszerkezeti hibák is.

Az orvosi diagnosztikában is terjednek a piezokerámiát alkalmazó ultrahangos vizsgálati módszerek. Erre utal a „Diagnostic Sonar LTD” cég elnevezése is. Az ultrahangos módszereket legtöbb belső szerv vizsgálatára alkalmazzák. Sok kis piezoelemet tartalmazó mérőfejjel a televíziós képhez hasonló vizuális képet állítanak elő.

ELEKTROAKUSZTIKAI ÁTALAKÍTÓK

A piezoelektromos alkatrészek elektroakusztikai eszközökben: mikrofonokban, fejhallgatókban, hangszórókban, lemezjátszóknál stb. jól alkalmazhatók.

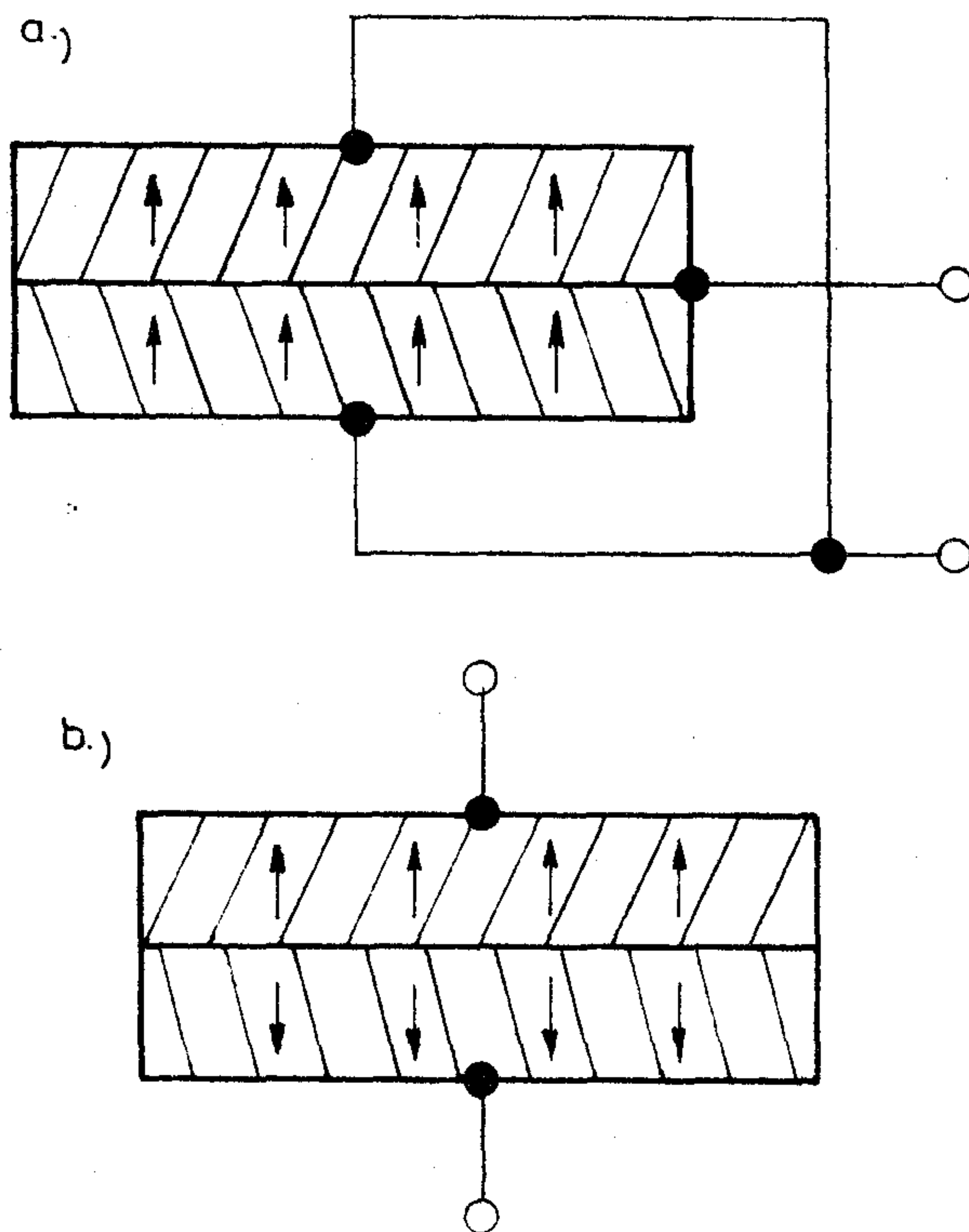
Elektroakusztikai alkatrészekben gyakori a bimorf elemek használata. A bimorf elemek két, valamilyen módon (pl. ragasztással) egymáshoz rögzített elemből állnak. A két elem úgy van egymáshoz illesztve (lásd 5. ábra), hogy amikor az egyik elem megnyúlik, a másik összehúzódik, ezáltal a bimorf elem meghajlik. Ennek a mozgásnak a rezonanciafrekvenciája jóval az egyedi elemek hossz ill. vastagsági sajátfrekvenciája alatt van, általában 10 kHz nagyságrendű. Jellemzője a bimorf elemeknek a nagy elmozdulás elektromos jel hatására, illetve kis erő hatására viszonylag nagy feszültség indukálódása.

Tulajdonságaik miatt a bimorf elemek használata kis akusztikus impedanciájú közegben — levegőben — célszerű.

Kör alakú bimorf elemek rezonanciafrekvenciája a következő képlettel számítható ki [12]:

$$f_r = k \frac{t}{d^2}, \quad \text{ahol}$$

$k \approx 5,6 \cdot 10^3$ Hzm peremén megfogott elem esetén,
 t az elem vastagsága,
 d az elem átmérője.



5. ábra. Bimorf piezokerámiaelemek kapcsolása
 a) párhuzamos kapcsolás
 b) soros kapcsolás
 (A nyilak a polarizálás irányát jelzik)

A bimorf elemeken mérhető rezonanciafrekvencia nagymértékben függ az elem rögzítésétől.

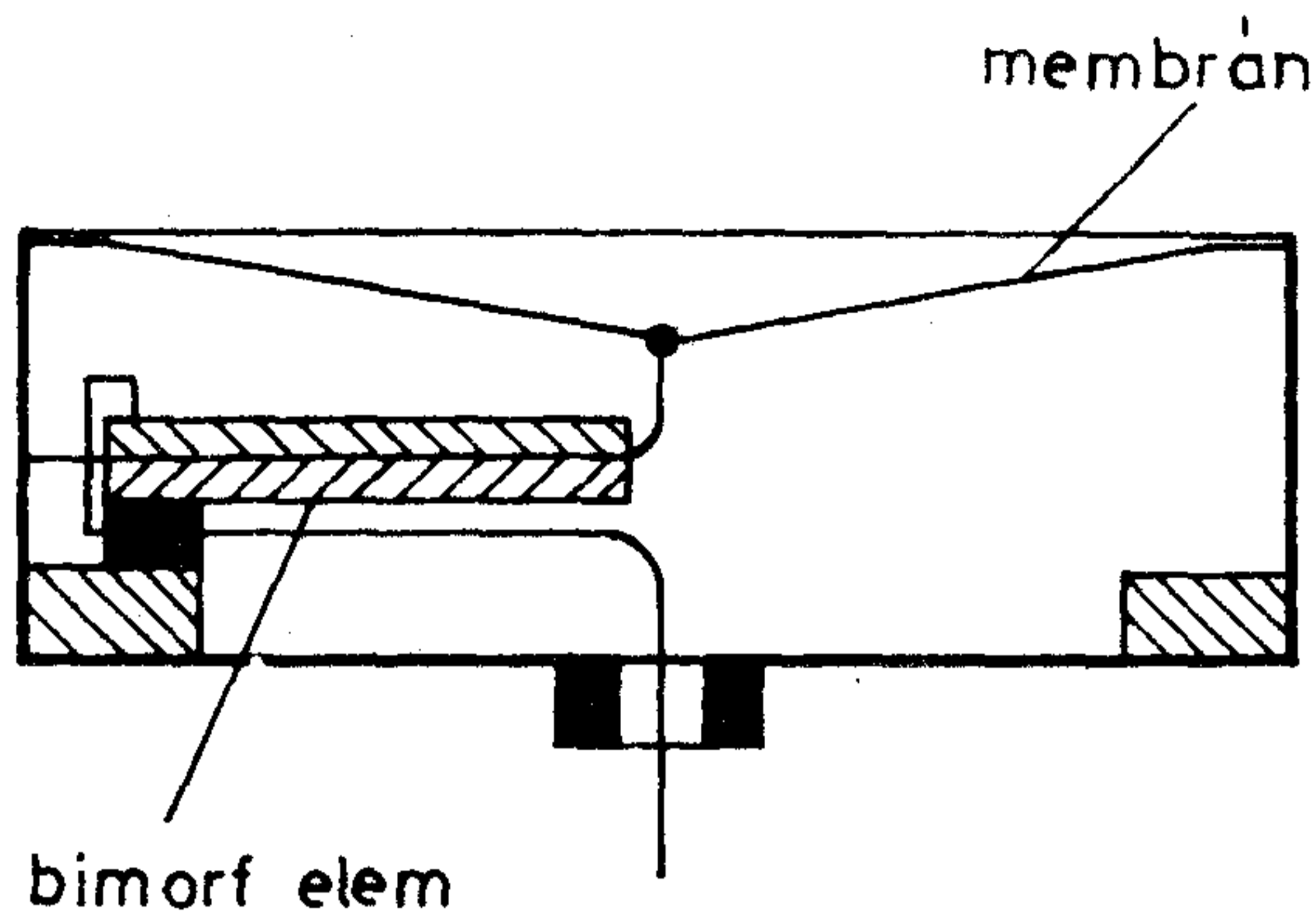
Bimorf elemet tartalmazó mikrofon vázlatát látható a 6. ábrán.

Jó minőségű, közép és magas hangú hangsugárzó készíthető piezokerámiából az 5/a ábra szerinti elrendezésben. Vékony (kb. 100–150 μ) viszonylag nagy átmérőjű — (20 mm-nél nagyobb) két piezokerámiából és egy speciálisan kialakított fém fóliából állnak.

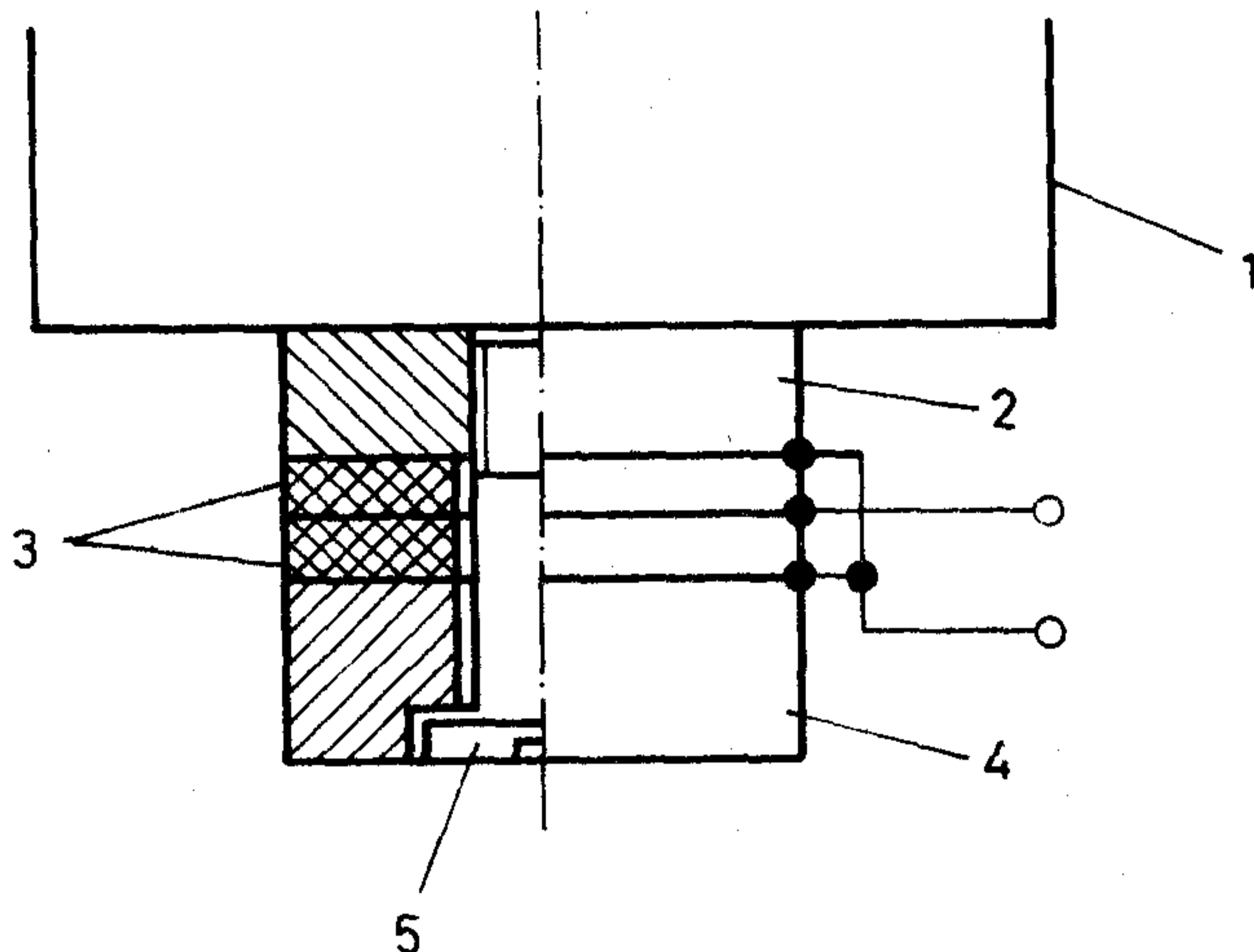
Bimorf szerkezetű ultrahangos adókat és vevőket készítenek változatos alkalmazási céllal (távvezérlés, Doppler-radar stb.).

Hasonló elem alakítható ki egy kerámialapból és egy passzív hordozólapból. (Használják az unimorf elnevezést erre a konstrukcióra). A passzív hordozó valamilyen fém illetve fémötvözet (rozsdamentes acél, sárgaréz, újzüst stb.). Erre az elemre a bimorfhoz hasonlóan szintén az alacsony rezonanciafrekvencia jellemző. Legelterjedtebb alkalmazása a zümmögő (buzzer).

A zümmögőknek maguknak is nagyon kiterjedt alkalmazása van [13]. A zümmögők hangját a hangerővel, a hang magasságával, a hang minőségével és a hang időtartamával lehet jellemezni. Természetesen ugyanannak a hangjellemzőnek az optimális értéke mindig az alkalmazástól függ. Egy riasztóberendezésnél például minél erősebb a hang annál jobb, egy óránál sokkal gyengébb hang is elegendő. A zümmögők felhasználhatók betörésjelző készülékekben, tűzriasztókban, számoló- és számítógépekben, füst- és gáزدetektorokban, mérő- és szabályozókészülékekben, játékokban stb.



6. ábra. Bimorf elem alkalmazása mikrofonban



7. ábra. Ultrahangos tisztítóberendezés
1) tisztítóedény,
2) könnyűfém-tárcsa,
3) piezokerámiatárcsák,
4) reakció tömeg,
5) csavar

PIEZOREZONÁTOROK

A piezokerámia felhasználható mikroprocesszorok óragenerátorába, ahol nem szükséges a hagyományos kvarc rezonátorok frekvencia-pontossága.

A piezokerámia kvarchoz viszonyított kisebb ára miatt terjed a következő megoldás is: oszcillátorokban (pl. órákban) a rezgőelem piezokerámia, amelyet a frekvenciastabilitást biztosító hangvillához rögzítenek.

PIEZOKERÁMIA ÁTALAKÍTÓK FELHASZNÁLÁSA NAGYOBB ENERGIÁT IGÉNYLŐ BERENDEZÉSEKBEN

Elterjedt fizikai gyógy mód az ultrahangos terápia. A terápiás készülékek kezelőfejében az ultrahangot piezokerámia átalakító biztosítja.

Nagyméretű, esetleg közepükön furattal ellátott tárcsákat használnak ultrahangos tisztításra. Egy gyakori megoldás látható a 7. ábrán. Két piezokerámiatárcsát egy könnyűfém és egy viszonylag nagy tömegű fémtárcsa (reakció tömeg) közé szorítanak. A könnyű fémtárcsán keresztül ezt az egységet a tisztítóedényhez rögzítik. A rendszert rezonancia-frekvenciájával megegyező frekvenciájú váltóárammal hajtják meg. A nagy ellensúly miatt elsősorban az edény kezd erőteljesen rezegni és a benne levő folyadék keveredik.

Felhasználják a gerjesztett ultrahangos energiát mechanikai megmunkálásra, és hegesztésre.

Terjed a piezokerámia alkalmazása folyadék porlasztásra is.

Kis elmozdulások létrehozása szükséges például az elektronikai technológiában. Az erre a célra készített pozicionáló berendezések fordított piezoeffektussal működnek. A szükséges pontosságú és mértékű pozicionálás piezokerámia oszloppal, vagy bimorf elemmel valósítható meg, utóbbi azonban kevésbé terhelhető. A piezokerámiaoszlopot alkotó tárcsák mechanikusan sorba, elektromosan párhuzamosan vannak kapcsolva. Nagyobb elmozdulás valósítható meg a piezoelektromos léptető motorral.

Nagy nyomással vagy ütéssel 10 000 V nagyságrendű feszültséget lehet gerjeszteni piezokerámiákkal. A keletkezett feszültség szikra vagy folyamatos szikrázás formájában kisül és különösen gáz meggyújtására kiválóan alkalmas.

KÉTSZERES ÁTALAKÍTÁSSAL MŰKÖDŐ ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK

Késleltető művonalaknak az elektromos jelet hanggá alakító adóját illetve a hangátbocsátó közegből kilépéskor alkalmazott vevőjét is szokták piezokerámiából készíteni. Ilyen késleltető művonalakat alkalmaznak színes televíziókészülékekben.

A piezoelektromos transzformátornál az egyik elemre érkezik be a primer elektromos jel, azt megereszti, a hozzá mechanikailag szorosan csatolt (rendszerint a két elem egy kerámialapon van kialakítva) másik elem a rezgést átveszi és ennek hatására indukálódik a szekunder feszültség. Nagyfeszültség előállítására alkalmas, de csak kis teljesítményt képes leadni. Felhasználható például katód-sugár csöveknél és Geiger—Müller számláló csöveknél.

A piezokerámiái szűrők egyéb előnyeik mellett kis méretük következtében is jól beilleszkednek a berendezésgyártó ipar miniatürizálási törekvéseibe. A sávközép frekvenciát valamilyen jellemző méret szabja meg 0,1—1 MHz tartományban a hosszúság, 1—10 MHz között (legtöbb 10,7 MHz-es típus is ide sorolható) a lap vastagsága, e fölött a felületi akusztikai hullámú szűrőknél a fegyverzetek távolsága. A 455 kHz-es szűrőket rádiókészülékek AM KF fokozat céljaira alkalmazzák. Az 5,5 és 6,5 MHz-es szűrők televíziós készülékekben hang KF fokozat céljából alkalmazhatók. A 10,7 MHz-es szűrők rádiókészülékekben FM KF fokozatokban használhatók.

Dr. Kámory Lajos

IRODALOM

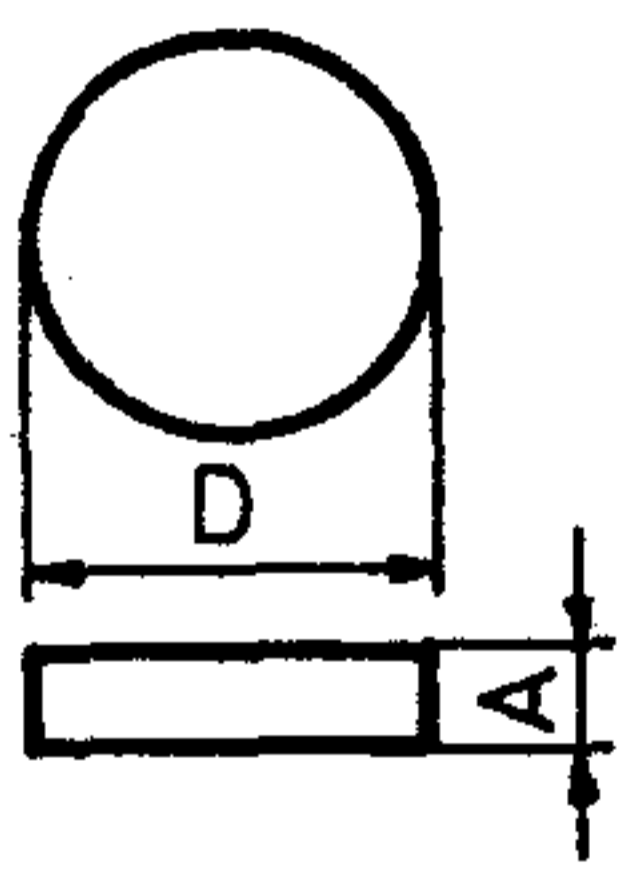
- [1] Curie, J.—Curie, P.: Comp. Rend. Acad. Sci. Paris, 91, 294 (1980).
- [2] Cady, W. G.: Piezoelectricity. McGraw Hill. New York, 1946. Rev Ed. by Dover Publications, New York, (1964).
- [3] Roberts, S.: Phys. Rev., 71, 809 (1947).
- [4] Goodman, G.: Am. Cer. Soc. Bull., 31, 113 (1952).
- [5] Jaffe, B.—Roth, R. S.—Marzullo, S.: J. Appl. Phys., 25, 809 (1954)
- [6] Jaffe, B.—Roth, R. S.—Marzullo, S.: J. Res. Nat. Ber. Stand., 55, 5 (1955)
- [7] Berlincourt, D. A.—Curran, D. R.—Jaffe, H.: Piezoelectric and Piezomagnetic Materials... in Physical Acoustics. Vol. I. A. Ed. Mason, W. P. Academic Press, London, (1964)
- [8] IRE Standards on Piezoelectric Crystals: Measurements of Piezoelectric Ceramics, 1961. Proc. IRE, 49, 1161 (1961)
- [9] Gesemann, H. J. u. a.: Technologie und Anwendungen von Ferroelektrika. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig (1976)
- [10] Kámory L.—Jeszenszky S.: Korszerű technológiák 5, 42 (1977)
- [11] Veit, I.: Műszaki akusztika 117. o. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (1977)
- [12] Massa, F.: Proc. IEEE, 53, 1363 (1965)
- [13] Piezo-electric buzzer. Manual. Murata Mfg. Co Ltd. Cat. No. P15E (1980. 12) 2KTD

A továbbiakban katalóguskivonatokat közlünk a KÓPORC által kifejlesztett piezokerámia termékekről.

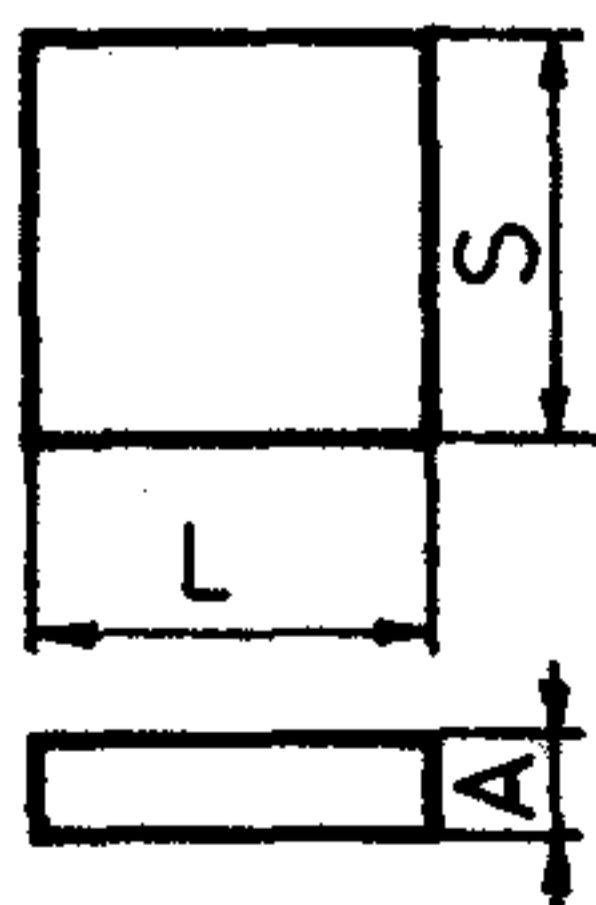
Piezokerámia átalakítók

ANYAGI TULAJDONSÁGOK:

k_p	síkcsatolási tényező	0,5
$f_r \cdot d$	frekvenciaállandó	2100 Hzm
ϵ_{33r}	relatív permittivitás	1100
Q_m	mechanikai jósági tényező	70
d_{33}	piezoelektromos d állandó	min. $300 \cdot 10^{-12}$ C/N
g_{33}	piezoelektromos g állandó	$31 \cdot 10^{-3}$ Vm/N
T_c	Curie-hőmérséklet	350 °C
ρ	sűrűség	7,6 g/cm ³



Kör alakú tárcsák	méret	tűrés
D [mm]	5-35	± 3%
A [mm]	0,4-10	±0,02
ezüstréteg vastagsága [µm]	10	+15 - 5



Négyzetű lapok	méret	tűrés
L [mm]	4-15	± 3%
S [mm]	4-15	± 3%
A [mm]	0,4-2	±0,02
ezüstréteg vastagsága [µm]	10	+15 - 5

Megrendelésnél a méretadatokat kérjük megadni.

KERATON

piezokerámia zümmögő

Típus: PKZ 42—9

Új típusú piezoelektromos elven működő, jó hatásfokú, széles frekvenciasávban működőképes hang-sugárzó.

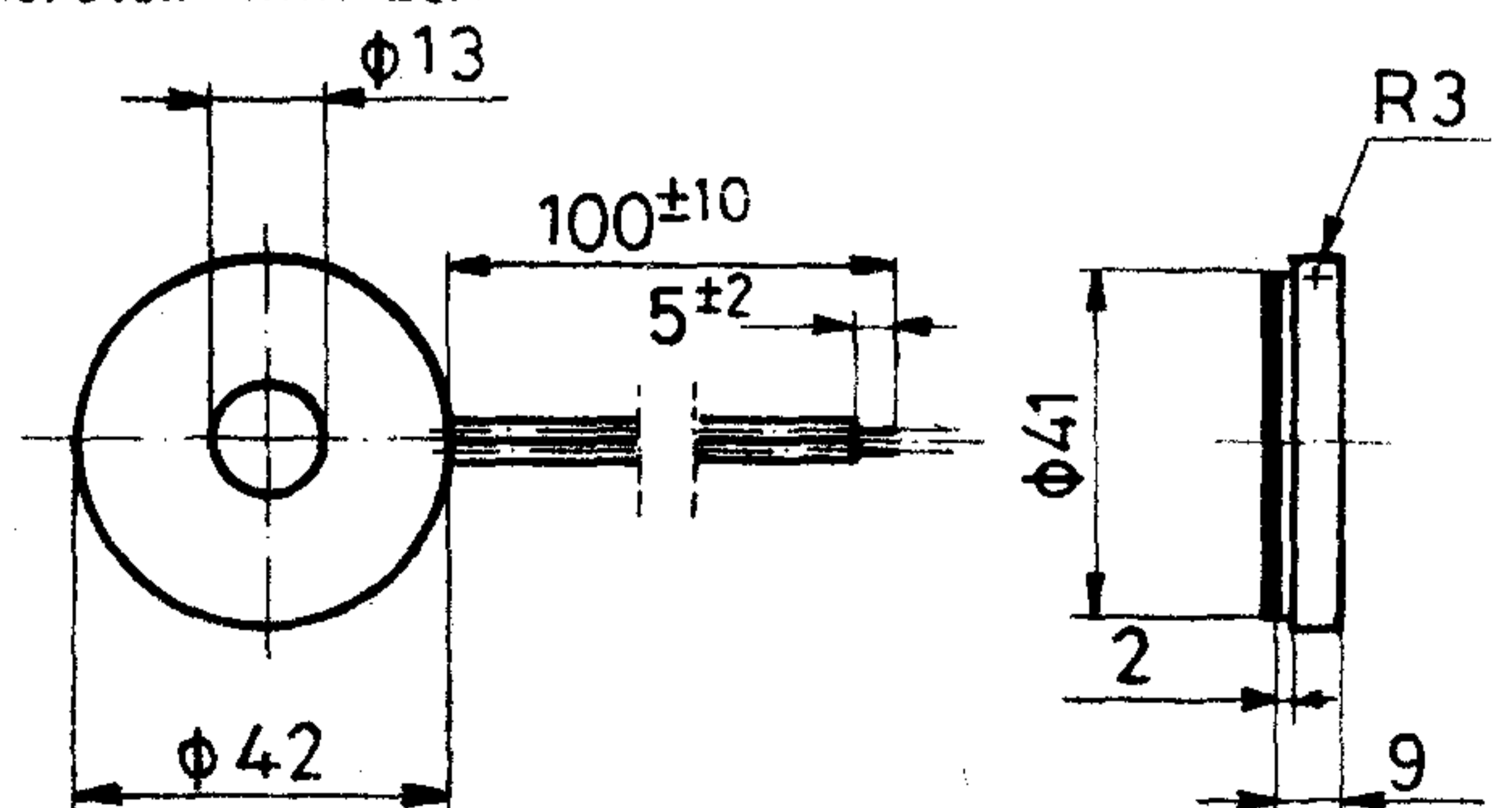
Alkalmazási területek:

- veszélyt jelző berendezések,
- betörésjelző készülékek,
- kis- és nagyszámítógépek,
- mérő és szabályozó készülékek,
- játékok stb.

Jellemzői:

- kis működtetőfeszültség,
- jó hatásfok,
- kis méret,
- nagy megbízhatóság,
- elektromos zavarokat nem termel.

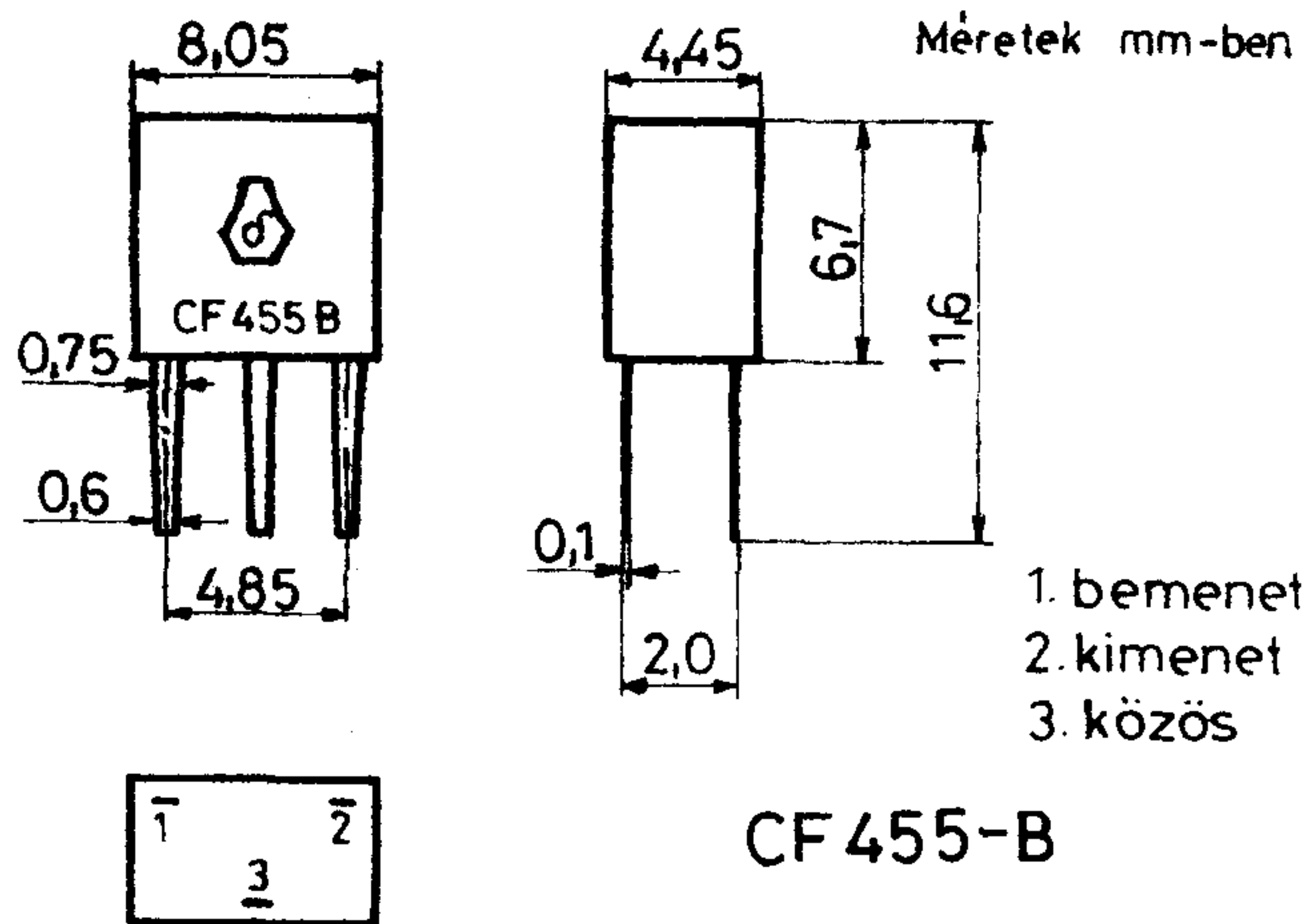
Méretek mm-ben



Műszaki adatok

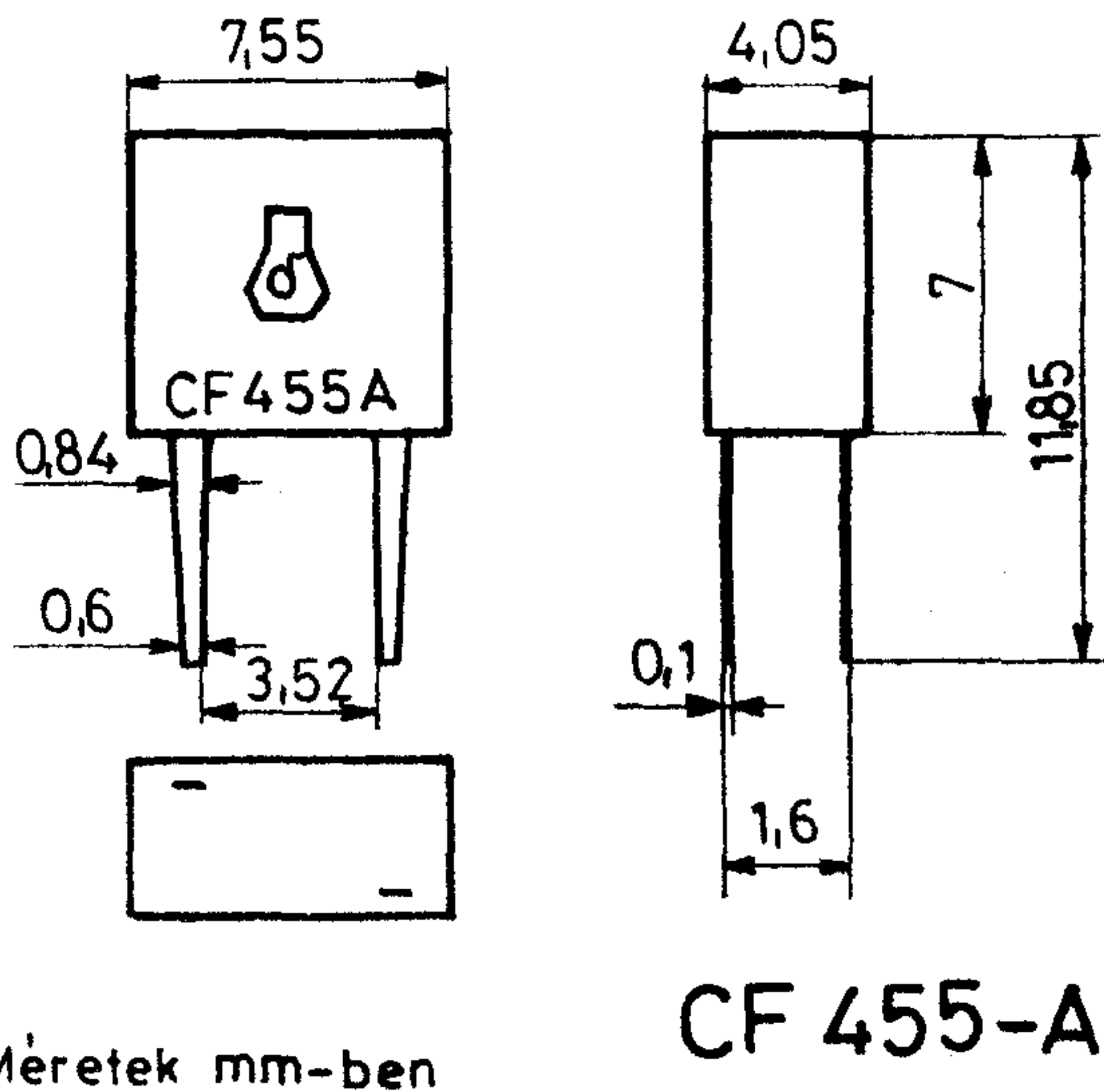
Rezonanciafrekvencia	$1,6 \pm 0,5$ kHz
Hangnyomás	min. 84 dB (A)
Frekvenciatartomány	1...20 kHz
Hangnyomás (5 V _{eff} meghajtófeszültség esetén 0,3 m távolságból tengelyirányban mérve)	70 ± 15 dB (A)
Megengedett feszültség	max. 10 V _{eff}
Kapacitás (1 V-os mérőfeszültséggel 100 Hz-en mérve)	40 ± 10 nF
Klímakategória	10/070/21

Típus: **CF 455—B**



PIEZOKERÁMIA SZŰRŐK ÉS SÁVSZŰRŐK

Típus: **CF 455—A**



Ajánlott felhasználás

Miniatűr méretű piezo sávszűrő tranzistoros és integrált áramkörös rádiókészülékek KF fokozataiba.

Műszaki adatok

Sávközépfrekvencia	$455 \text{ kHz} \pm 2 \text{ kHz}$
3 dB sáv szélesség	$10 \text{ kHz} \pm 3 \text{ kHz}$
Be- és kimenő impedancia	3 k Ω
Beiktatási csillapítás	max. 5 dB
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	$-10 \dots +70$ °C

Típus: **CF 455—C**

Ajánlott felhasználás

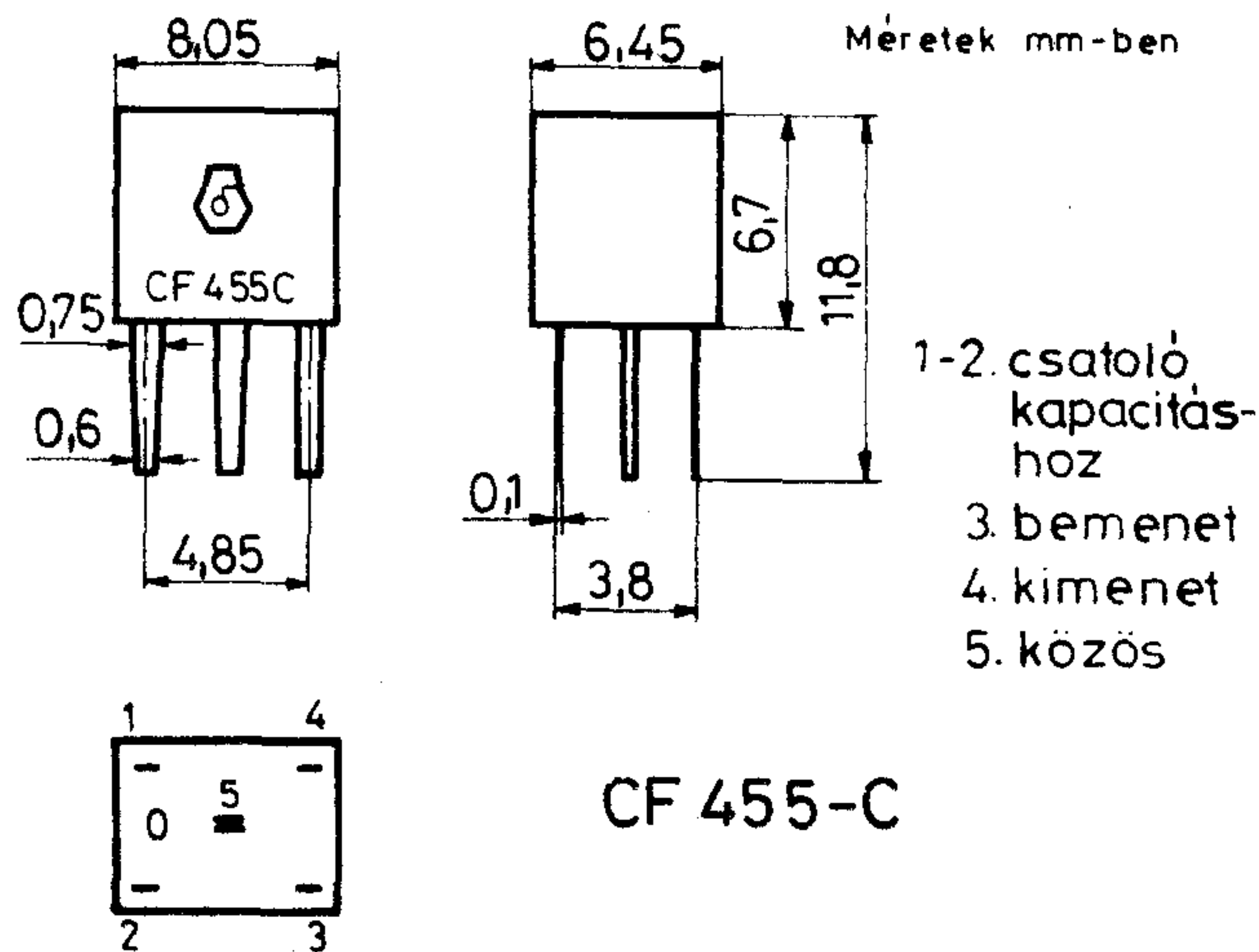
Félvezető eszközöket tartalmazó rádiókészülékek KF fokozataiba. Kombinált piezo sávszűrő. Két 455—B típusú rezonátort tartalmaz közös házban. Hasonló szelektivitás érhető el vele, mint két egyenként egy CF 455—B szűrőt és tranzisztort tartalmazó KF fokozattal. A két rezonátor között külső kapacitív csatolást kell alkalmazni.

Ajánlott felhasználás

A CF 455—A szűrő az emitter áthidaló kondenzátor helyett alkalmazva jelentős mértékben megjavítja a szelektivitást.

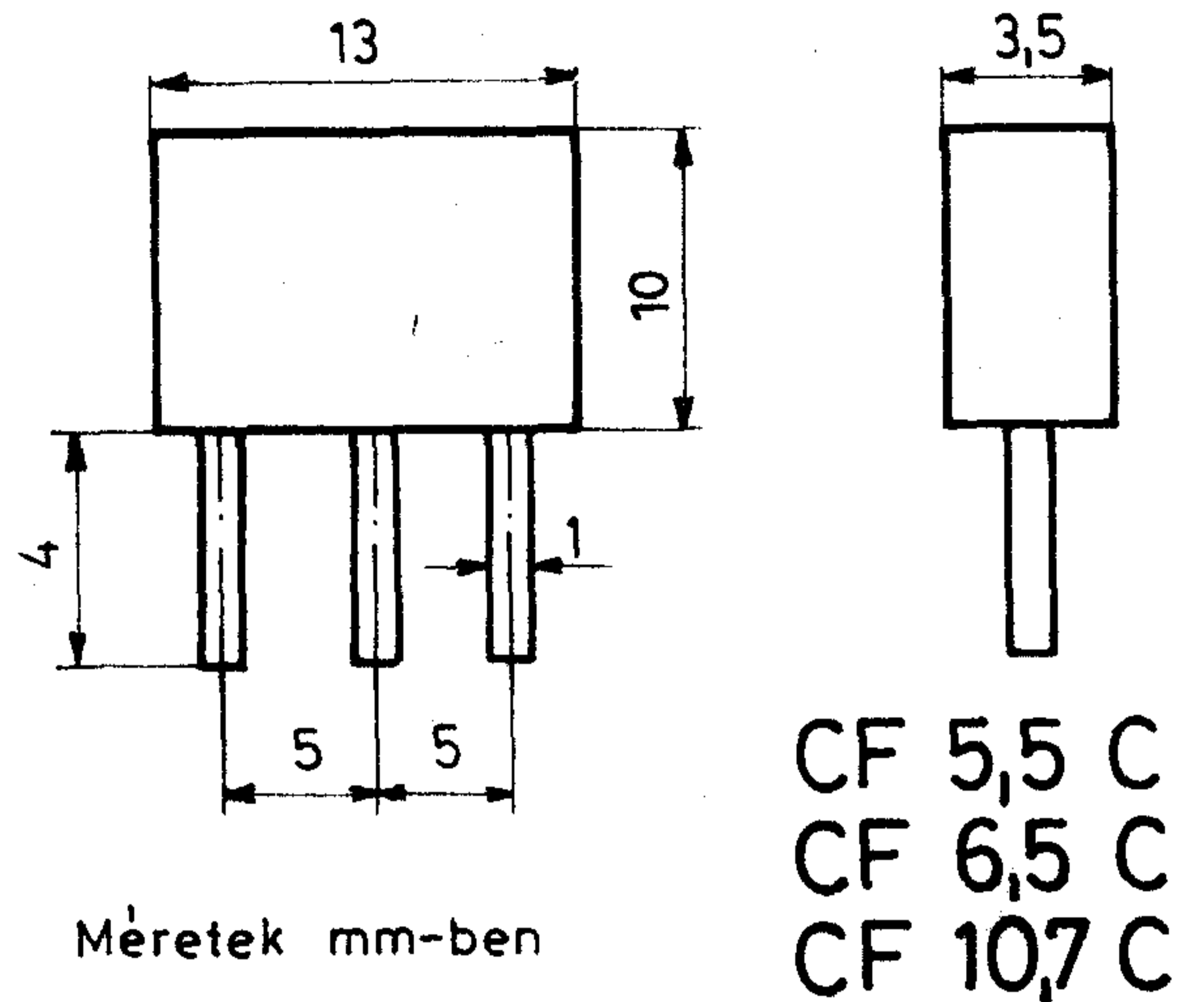
Műszaki adatok

Sávközépfrekvencia	$455 \text{ kHz} \pm 2 \text{ kHz}$
3 dB sáv szélesség	$8 \text{ kHz} \pm 2 \text{ kHz}$
Kapacitás	$500 \text{ pF} \pm 20\%$
Impedancia (rezonanciaponton)	max. 30 Ω
Maximális rezonancia feszültség	1 V
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	$-10 \dots +70$ °C



Műszaki adatok

Sávközépfrekvencia	455 kHz ± 2 kHz
3 dB sávszélesség	4,5 kHz ± 1 kHz
Szelektivitás	
–10 kHz-nél	min. 26 dB
+10 kHz-nél	min. 20 dB
Be- és kimenő impedancia	3 kΩ
Csatoló kapacitás	~ 60 pF
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	–10... +70 °C
Beiktatási csillapítás	max. 9 dB



Típus: **CF 5,5 C; CF 6,5 C**

Ajánlott felhasználás

Televíziókészülékek hang KF fokozataiba.

Típus: **CF 10,7 C**

Ajánlott felhasználás

Rádiókészülékek FM-KF fokozataiba.

A középső láb hidegpont
a be- és kimenet szimmetrikus

CF 6,5 C

Névleges sávközépfrekvencia (f_0)	6,5 ± 0,05 MHz
3 dB sávszélesség	min. 160 kHz
20 dB sávszélesség	max. 650 kHz
Be- és kimenő impedancia	470 Ω
Beiktatási csillapítás	max. 8 dB
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	–10... +70 °C

CF 10,7 C

Névleges sávközépfrekvencia (f_0)	10,64 – 10,76 MHz
(5 csoportba ± 30 kHz-re válogatva) 3 dB sávszélesség	240 ± 40 kHz
20 dB sávszélesség	max. 700 kHz
Be- és kimenő impedancia	330 Ω
Beiktatási csillapítás	max. 8 dB
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	–10... +70 °C

A piezokerámia szűrők és sávszűrők rendelésénél a típusjeleket kérjük megadni.

Műszaki adatok

CF 5,5 C

Névleges sávközépfrekvencia (f_0)	5,5 ± 0,05 MHz
3 dB sávszélesség	min. 150 kHz
20 dB sávszélesség	max. 550 kHz
Be- és kimenő impedancia	600 Ω
Beiktatási csillapítás	max. 8 dB
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	–10 +70 °C

Termékeinket közvetlenül a KŐPORC forgalmazza. Fejlesztési főosztályunk (telefon: 573-111/284) várja felhasználóink érdeklődését és mindenkor készséggel áll rendelkezésükre.



A szerkesztő bizottság elnöke: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BHG

Laczkó Endre
Bernhardt Richárd
Dr. Eisler Péter
Dr. Gosztony Géza
Honti Ottó
Klug Miklós
Tölgyesi László

ORION

Jakubik Béla
Csernoch János
Froemel Károly
Sass Károly
Szabó Károly
Szász Gerő

TERTA

Bánsági Pál
Baján Tibor
Benedek Elek
Egerszegi Béla
Hutter Mihály

BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXVIII. évfolyam

1982

9. szám

Üzemelő táviróközpontok és -hálózatok fejlesztésének és mérésének kérdései*

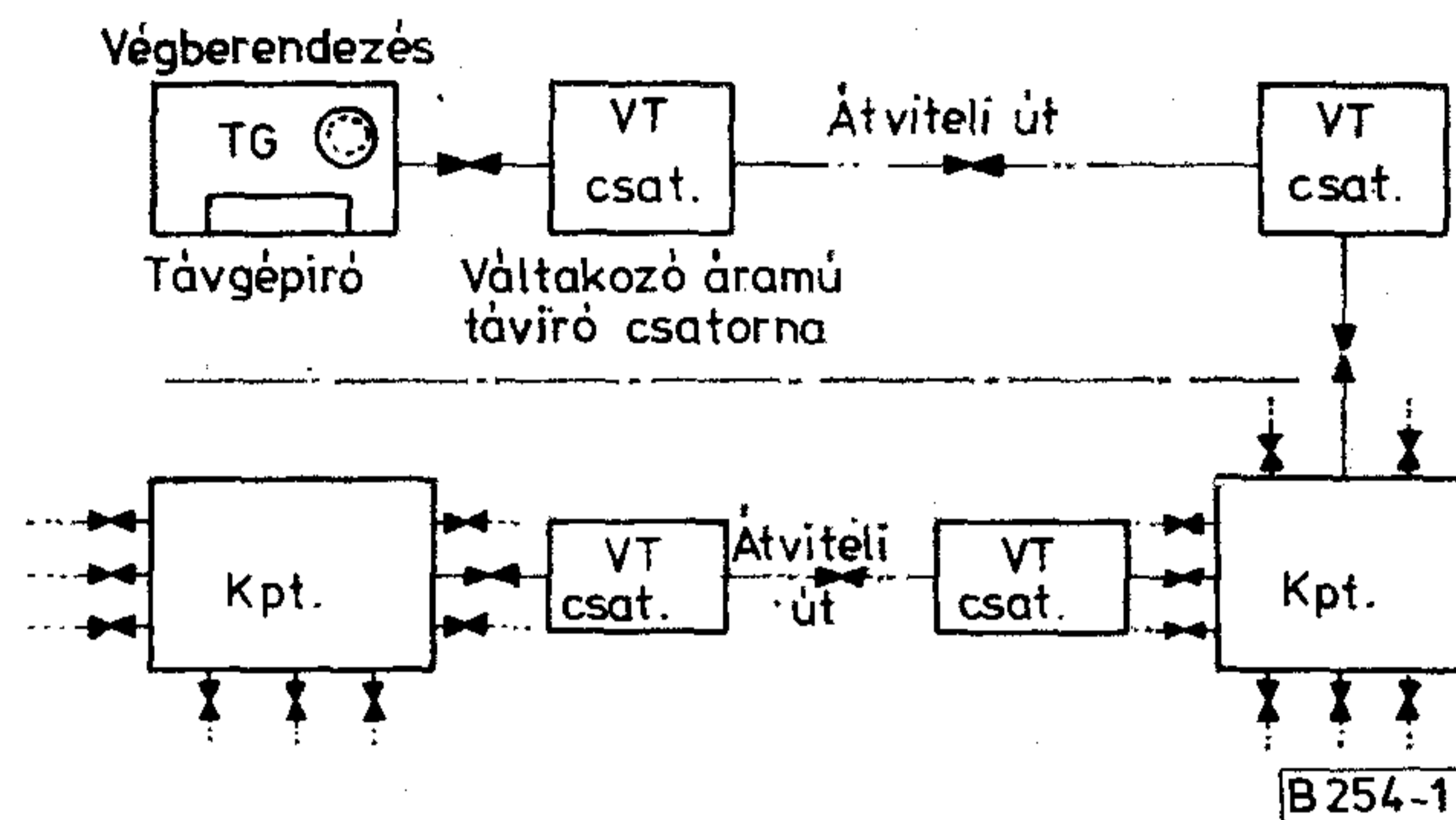
KLATSMÁNYI BÉLA,
GYURIS ÁRPÁD,
PINTÉR ISTVÁN
KKVMF

A magyarországi táviróhálózat ma még nagyrészt elektromechanikus elemekből épül fel. Az eddigi fejlesztés-korszerűsítés legjelentősebb lépése a budapesti elektronikus központ üzembe helyezése volt. Ezzel a létesítménnyel — amely együttműködik az ország többi táviróközpontjával — a nemzetközi telexforgalom lehetősége nagy mértékben kibővült.

Az országos táviróhálózat — melynek vidéki központjai 40 évvel ezelőtt kialakult elvekre épülnek — feladatát ma is jól ellátja. Ez természetesen csak úgy lehetséges, ha a hálózat valamennyi eleme a vonatkozó nemzetközi előírásoknak (CCITT ajánlásoknak) megfelelően működik. Különös hangsúlyt kapott e feltétel a jelenlegi helyzetben, a korszerű elektronikus rendszerrel való együttműködés folytán, mivel annak minőséget javító adottságai csak a hálózat egy részén jelentkeznek. Az egész hálózat csak akkor lehet minőségében „egyenszilárdságú”, ha többi elemének jellemzői is megfelelőek. Így az eddiginél is jelentősebb szerepet játszik a rendszeres, tervszerű karbantartás, amely az üzemszerű működés ellenőrzésén és a hálózat paramétereinek mérésén alapul. E területen a legnagyobb problémát az elektronikus táviróhálózatban szakaszosan alkalmazott mérési módszerek munkaerőigénye okozta. A Posta Központi Táviró Hivatal — mintegy a jelen helyzetre felkészülve — néhány éve jelentős lépéseket tesz a mérési módszerek és mérőeszközök fejlesztésének területén.

A következőkben összefoglaljuk a táviróhálózat kritikus működési paramétereit, ismertetjük a korábbi mérési módszereket és áttekintjük a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Híradásipari Intézetében évek óta folyó kutató-fejlesztő munka eredményeként létrejött és ma már üzemszerűen működő korszerű mérőberendezések rendszerét, valamint az alkalmazásukból fakadó előnyöket.

A táviróhálózat vázlatos felépítése alapján (1. ábra) nyilvánvaló, hogy egyrészt a végberendezések,



1. ábra. Táviróhálózat vázlatos felépítése

másrészt az átviteli utak kritikus paramétereit kell mérni, illetve ellenőrizni.

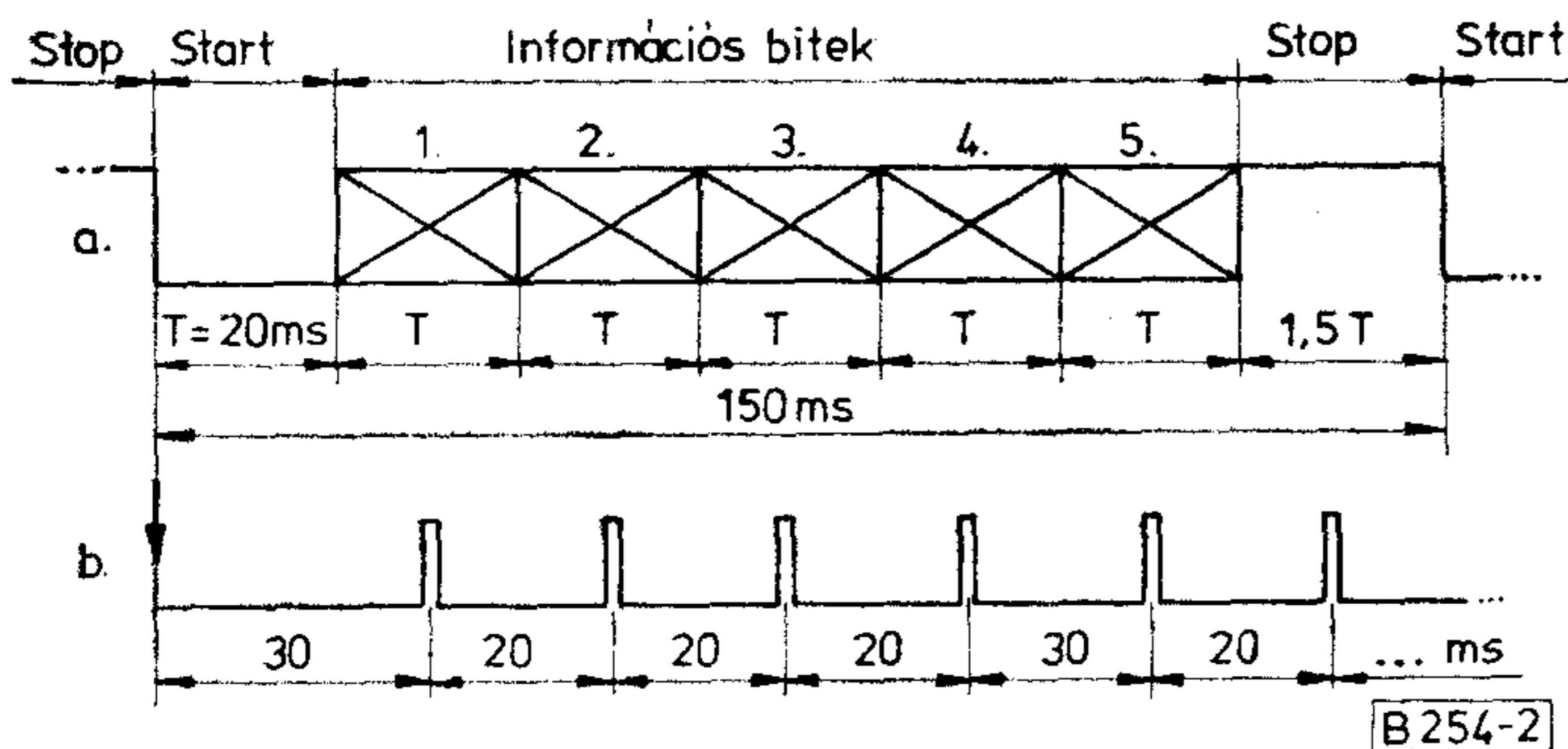
A végberendezések (távgépíró és kiegészítő berendezései) legfontosabb távközlési minőségi paramétere a vételhatár, az adástorzítás és a választási jelek (számátárcsa impulzusok) jellemzői.

A vételhatárt és az adástorzítást a start-stop rendszerű távirójeleken a következőképpen értelmezzük. A táviró karakter 1T időtartamú start impulzusból, 5 db 1T időtartamú információs bitből és 1,5T (vagy 1T) időtartamú stop impulzusból áll (2a ábra). A karakterek felismerése a 2b ábra szerinti mintavételezésen alapul.

A start-stop torzítás az információs impulzusok kezdetének és végének a névleges helytől való eltérését jelenti. A névleges hely a start impulzus kezdetétől számított $n \times T$ időpontokat jelent. A torzítás számszerű értékét a T-re vonatkoztatott eltérés adja százalékosan kifejezve.

A távgépíró vételhatárán azt a legnagyobb start-stop torzításértéket értjük, amely torzításértékkel érkező karaktereket a távgépíró még helyesen veszi. Méréséhez korábban két személyre volt szükség; az egyik a központban elhelyezett készülékről fokozatosan növekvő torzítású jeleket adott, a másik a távgépíró által kiírt szöveget figyelve megállapí-

* Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén.



2. ábra. a) Távírókarakterek; b) Karakterek felismerése mintavételezéssel

totta a vételhatárt, illetve elvégezte a gép optimális beállítását. Emellett külön információcsere igényelt a mérési eredmények közlése. A kifejlesztett távíró szövegadó a főközpontokban nyert elhelyezést. Bármely telexállomásról hívható; a kapcsolat felépülése után automatikusan azonosító szöveget küld a hívó állomásra, majd leadja a távíró ábécé teljes karakterkészletét. Ezt soronként növekvő torzítással ismétli a beépített fix (huzalozott) programnak megfelelően, minden egyes soron belül 0, majd pozitív és negatív torzításértékkel.

Az adástorzítás a távgépíró kiadott jeleinek start-stop torzítását jelenti. Mérése jelenleg importból származó készülékekkel történik. Ráhívás után a mérőkészülék megállapítja az adástorzítást, majd visszairja az eredményt a hívó állomásra.

A kapcsolat felépítéséhez szükséges választó jelek (az alkalmazott helyeken számtárcsa impulzusok) jellemzőinek mérése a forgalmi torlódások, a központok felesleges (összeköttetést nem eredményező) terhelése és az ezekkel járó kényelmetlenségek kiküszöbölését szolgálja a hibák felderítésével. A korábban alkalmazott módszerek meglehetősen bonyolultak voltak. Egyik lehetőség a számtárcsa kiszerezése és központi helyeken alkatrészként történő mérése volt. A másik lehetőséget — az adástorzítás méréséhez hasonlóan — a központokban elhelyezett készülékek nyújtották, amelyek a választó jelek levételével tették lehetővé a vizsgálatot. Az újonnan kifejlesztett automatikus számtárcsaimpulzusmérő ugyancsak a központokban szerelhető fel: a mérési eredményeket írásos formában közli.

Az említett szövegadó és számtárcsaimpulzusmérő berendezések lényeges előnyeként említhető,

hogy a vizsgálatok üzemszerű körülmények mellett folynak és a mérési eredmények magukban foglalják a végberendezés és a központ közötti átviteli út határait is.

A távíróforgalom megbízhatóságának alapfeltétele a központok közötti átviteli utak (trunk-ök) hű jelátvittele. A CCITT R. 79. Ajánlása a távírótorzítás megengedett értékeinek (küszöbszintjeinek) alapján az átviteli út vizsgálatára szolgáló módszerek elvét rögzíti. Mivel az elektronikus központ alkalmas az R.79. Ajánlás szerinti vizsgálat elvégzésére, célszerű volt a lehetőséget a belföldi forgalomra is kiterjeszteni. A kifejlesztett automatikus távíró trunk vizsgáló berendezés (vagy az elektronikus központ) az átviteli út másik végén levő hasonló berendezéssel (vagy az elektronikus központtal) létesített kapcsolaton végzi el a mérést.

Az átviteli utak vizsgálatára a CCITT ajánlások speciális mérőjelsorozatokot írnak elő. Minthogy az említett távíró szövegadó ilyen mérőjelek előállítására is alkalmas, az átviteli utak részletesebb hibabehatárolási ellenőrzésére is felhasználható.

Bár nem tartozik szigorúan véve a kritikus rendszerparamétereket mérő berendezések közé, említést érdemel a kutató-fejlesztő munka eredményeként elkészült elektronikus távíró időalap generátor (időgép), amely a díjszámlálási, belső riasztási és időzítési célokra szolgáló, igen karbantartásigényes elektromechanikus időgépek kiváltására szolgál.

A kifejlesztett automatikus mérőberendezések mindegyike digitális elven működik, korszerű harmadik generációs elemekre épül. A logikai egységek TTL szintű be- és kimeneteit félvezető elemekből és szükség szerint elektromechanikus eszközökből kialakított áramkörök illesztik a TW55 típusú elektromechanikus távíróközpontokhoz. Javításuk a szokásos postai fenntartás üzemi körülményei között is lehetséges.

I R O D A L O M

- [1] *Klatsmányi Béla—Pintér István*: Központi szövegadó távíróhálózatok vizsgálatához. (BHG—ORION—TRT Műszaki Közlemények 1976. XXII. évf. 2. sz.)
- [2] *Klatsmányi Béla—Pintér István*: Elektronikus tarifa-impulzus generátor. (V. Országos Elektronikus Műszer- és Méréstechnikai Konferencia 1980. márc. 18—20.)
- [3] *Gyuris Árpád—Klatsmányi Béla—Pintér István*: Automatikus számtárcsa impulzus mérő. (Híradástechnika 1982. XXXIII. évf. 2. sz.)

Automatikus trunk vizsgáló berendezés*

GYURIS ÁRPÁD,
PINTÉR ISTVÁN
KKVMF

1. BEVEZETÉS

Az átviteltechnikai áramkörök minőségi jellemzőinek mérése a rutinjellegű karbantartási műveletek elvégzésekor sok időt vesz igénybe, és berendezést, valamint szakembert igényel a vonal mindkét végén. Ez szükségessé tette egy automatikus mérési módszer kidolgozását. A módszer kidolgozásakor az volt a cél, hogy olyan eljárás és eszköz szülessék, melynek segítségével a mért áramkörrel gyorsan kiderül, hogy az alapvető paramétereket teljesíti-e vagy nem, és a mérést oly módon lehessen végrehajtani, hogy a vonal egyik végére kerülő berendezéshez ne legyen szükség kezelőre.

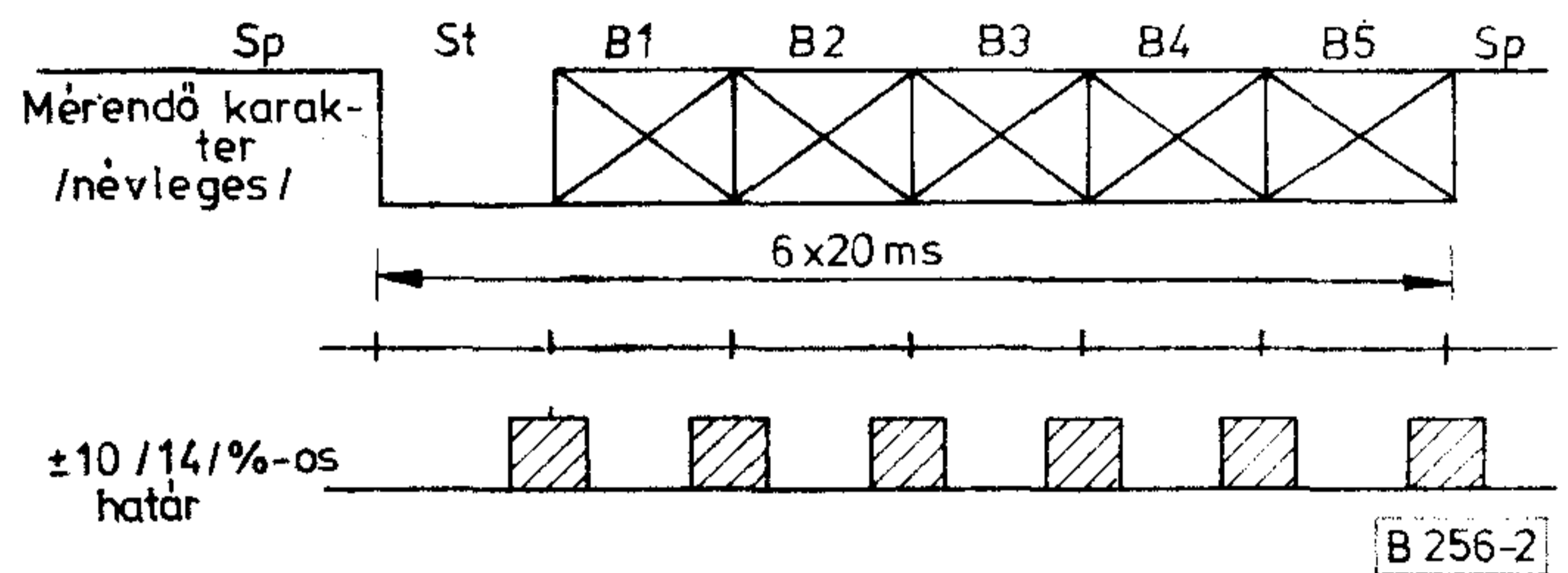
2. TÁVÍRÓ TRUNK ÁRAMKÖRÖK AUTOMATIKUS MÉRÉSE

A bevezetésben leírt koncepciónak megfelelő mérési eljárást dolgozott ki a táviró trunk áramkörök mérése a CCITT az R. 79. Ajánlásában. Az R.79. Ajánlást realizáló berendezés funkcionálisan két egymástól független részből, aktív és passzív részből áll (1. ábra).

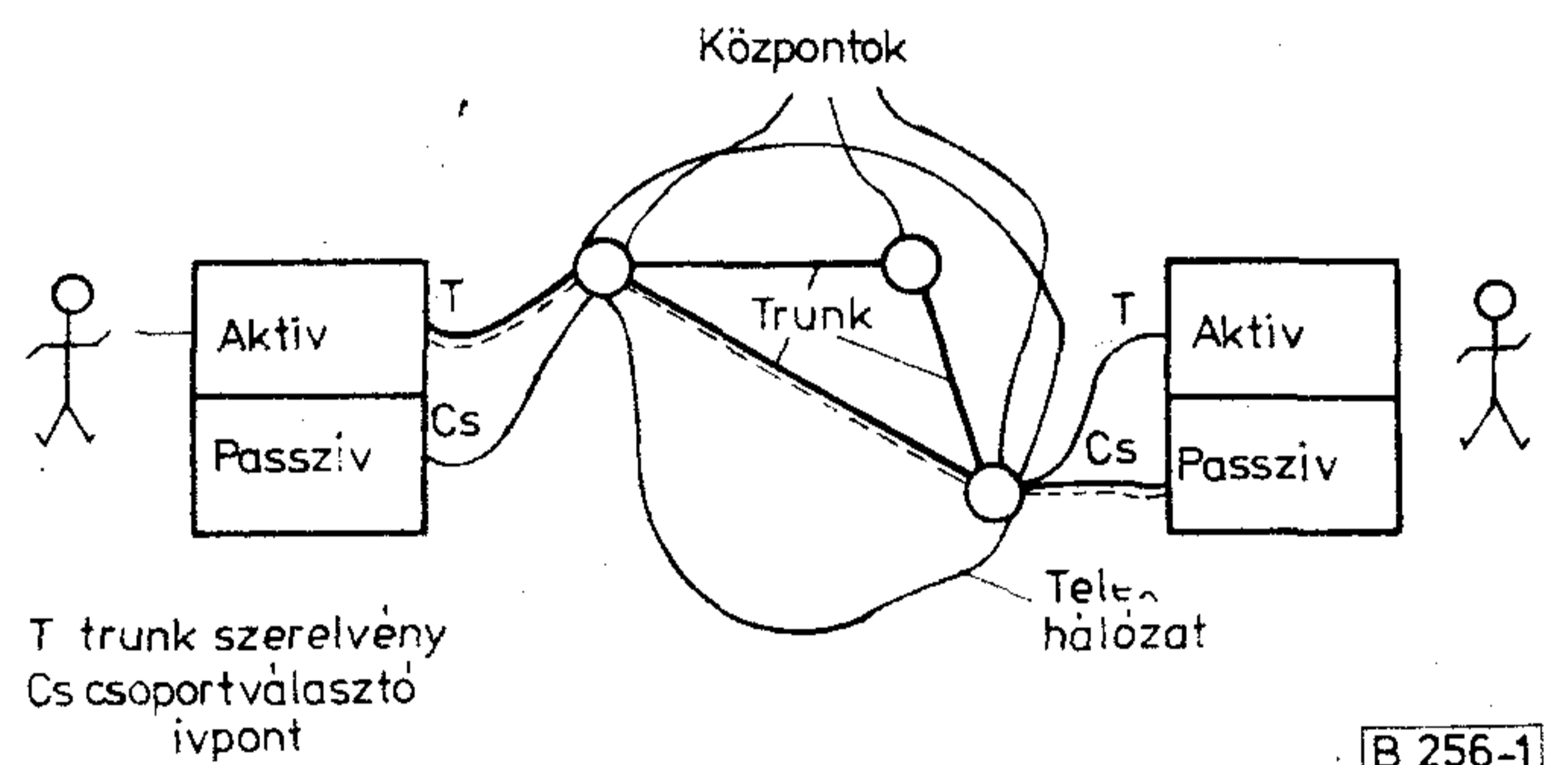
Az aktív rész segítségével kezdeményezi a kezelő a mérési ciklust, melynek során duplex kapcsolatot létesít egy másik központban levő berendezés passzív részével. Ez esetben a passzív oldali berendezésnél kezelői beavatkozás nem szükséges. A berendezés TW 55-ös központokhoz csatlakoztatható. Az aktív rész a trunk szerelvény helyi köréhez kapcsolódik, míg a passzív rész a csoportválasztó ívpontokhoz. A kiválasztott trunk vizsgálata az R. 51. Ajánlásban szereplő Q 9S vizsgáló szöveg hatszoros átvitelével történik. Ha az átvitel során a start-stop torzítás legalább kétszer meghaladja választhatóan a 10 vagy 14%-ot, úgy a vizsgált irányt nem megfelelőnek, ellenkező esetben pedig megfelelőnek értékeljük. A mérés végrehajtásakor a Q 9S karakterek start-stop torzítását mérjük a 2. ábra szerinti idődiagram szerint.

A mérőkör azt vizsgálja, hogy az információs bitek átmenetei belesznek-e a ± 10 (14)%-os tűréshatárba,

* Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén.



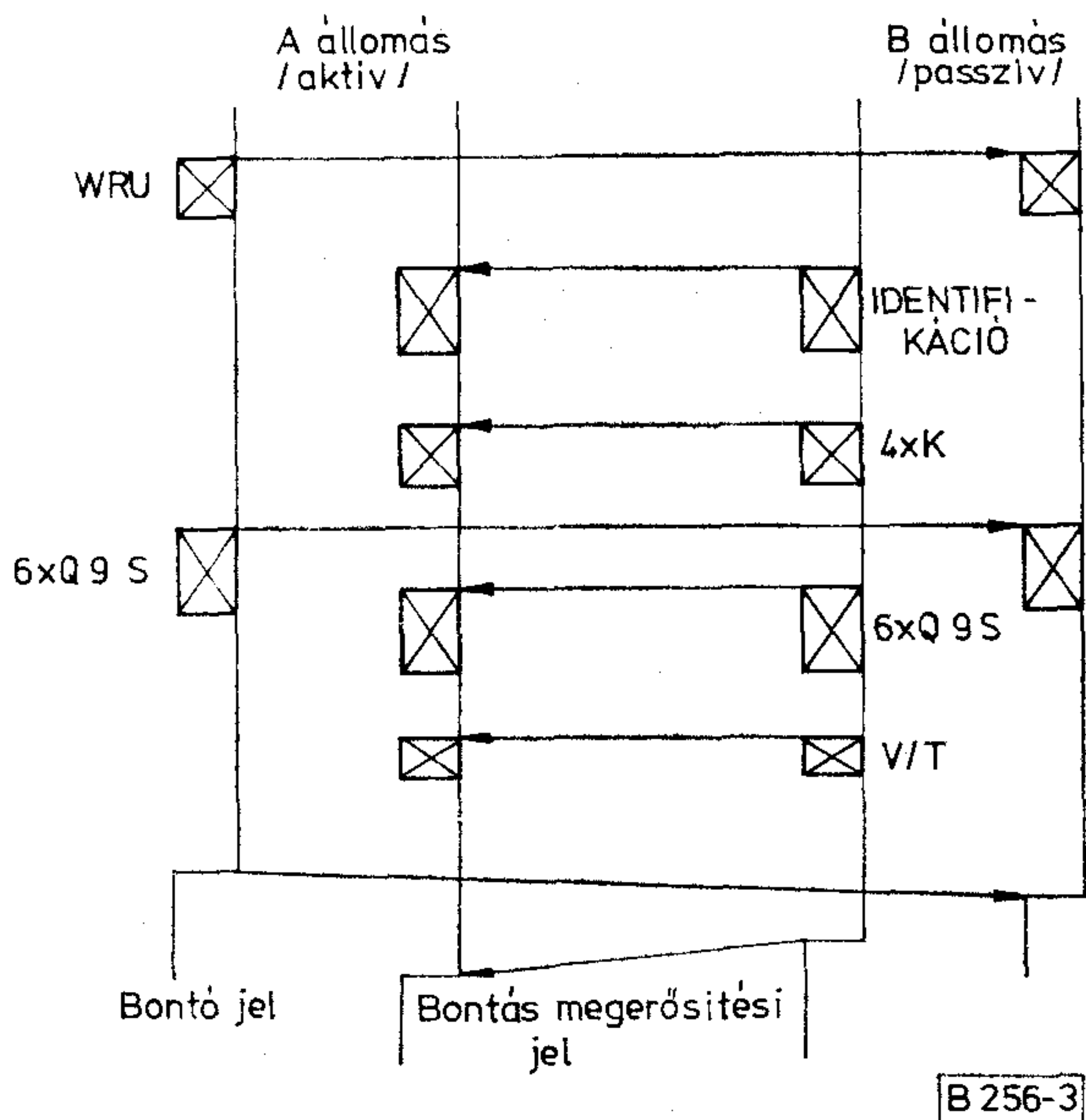
1. ábra. Trunk vizsgálóberendezések csatlakozása a táviró hálózathoz



2. ábra. Start-stop torzítás mérésének idődiagramja

amit az ábrán vonalkázott terület jelez. Ha átmenet esik a vonalkázott területen kívülre, akkor a torzítás meghaladta az adott határértéket.

Az aktív-passzív berendezés közötti kommunikáció a 3. ábra szerint történik. Az aktív-passzív kapcsolat felépítését a kezelő kezdeményezi az aktív oldalon. A kapcsolat felépítése után az aktív kikéri a passzív névadóját. A passzív oldal az identifikációs karakterek küldése után négy darab K betűt küld jelezvén, hogy kész a vizsgáló szöveg fogadására. A 4 db K vétele után az aktív berendezés elkezd küldeni a Q 9S szöveget. Miután a passzív érzékelte, hogy elindult a vizsgáló szöveg adása, maga is elkezd küldeni a Q 9S vizsgáló szöveget az aktív felé. Mind az aktív, mind pedig a passzív oldalon megtörténik a vizsgáló szöveg torzításának mérése. A passzív-aktív irányú átvitel mérési eredménye az aktív berendezésben keletkezik. Az aktív-passzív irányú átvitel mérése a passzív berendezésben történik. A mérési eredmény közlése az aktív berendezéssel a vizsgáló szöveg lefutása után történik V vagy T karakter átvitelével.



3. ábra. Aktív és passzív berendezés közötti kommunikáció idődiagramja

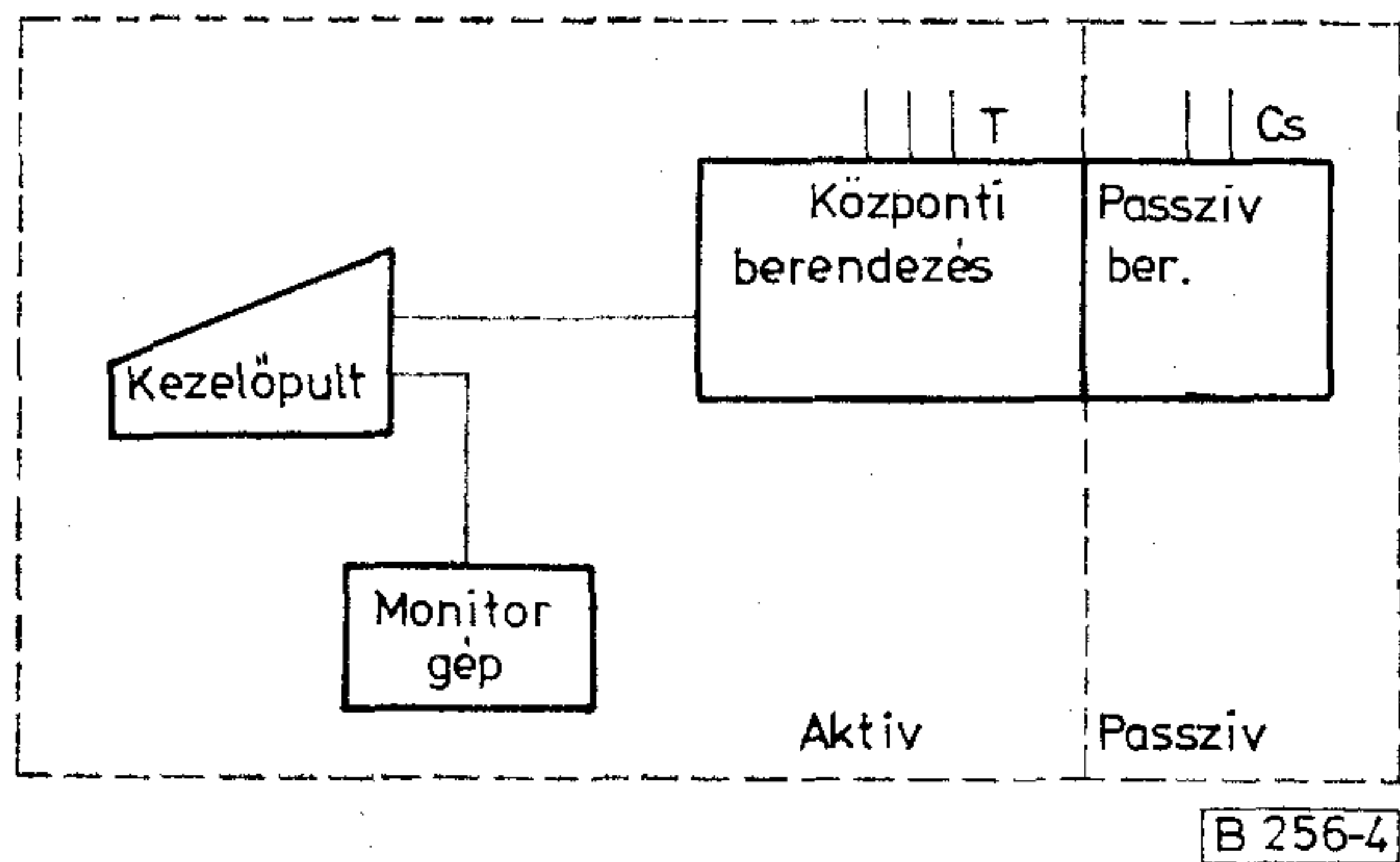
A T jelenti a megfelelő, a V pedig a nem megfelelő átvitelt. A V/T karakter kiküldése után megtörténik a kapcsolat bontása.

3. A MEGVALÓSÍTOTT BERENDEZÉS FELÉPÍTÉSE ÉS SZOLGÁLTATÁSAI

A berendezés egységei a 4. ábrán láthatók.

Az aktív berendezés központi része és a passzív berendezés a távíróközpont kereteire szerelhető. A kezelőpult max 25 m-re helyezkedhet el a központi résztől. A kezelőpultról történik a mérési ciklus elindítása. A kezelő egy aktív-passzív kapcsolatot hét számjegy segítségével jelölhet ki. Ebből az

1. számjegy a trunkszerelvénnyel való csatlakozás lehetősége;
- 2–3. számjegy a trunkazonosító;
- 4–7. számjegy a távoli központban levő passzív berendezés hívószáma.



4. ábra. Távíró trunk vizsgálóberendezés egységei

Az 1. számjegy kiválasztása kapcsolóval lehetséges. A 2. és 3. számjegy beállítása numerikus billentyűzettel valósítható meg. A kiválasztás lehet egyetlen kétjegyű szám, vagy automatikus üzemben egy számtartomány, melynek az alsó és felső határát kell megadni. Automatikus üzemben a mérés indulása után a beállított tartomány hívószámai által definiált trunk-ök mérése sorozatban megtörténik. A mérési eredmények a kezelőpulthoz kapcsolt távgépíron jelennek meg. A kiírás formátuma pl. a következő:

VESZP TR 01
VE MAT 14
BE:J KI:R

A 4–7. számjegy a passzív hívószáma a telex hálózatban. Egyidejűleg ehhez a számhoz van hozzárendelve a 10 vagy 14%-os torzítási méréshatár.

4. A BERENDEZÉS ÜZEMELTETÉSEKOR SZERZETT TAPASZTALATOK

A mérőberendezés a budapesti elektronikus távíróközponttal működik együtt. Ezen elektronikus központban az R.79. Ajánlásban szereplő automatikus mérési eljárás a központ integrált részeként van megvalósítva. A jelen előadásban szereplő berendezés a trunk mérési feladatokon túl még az elektronikus központ R.79. szolgáltatásának kipróbálását is lehetővé tette.

A híradástechnikai nagyberendezések konstrukciós kérdései*

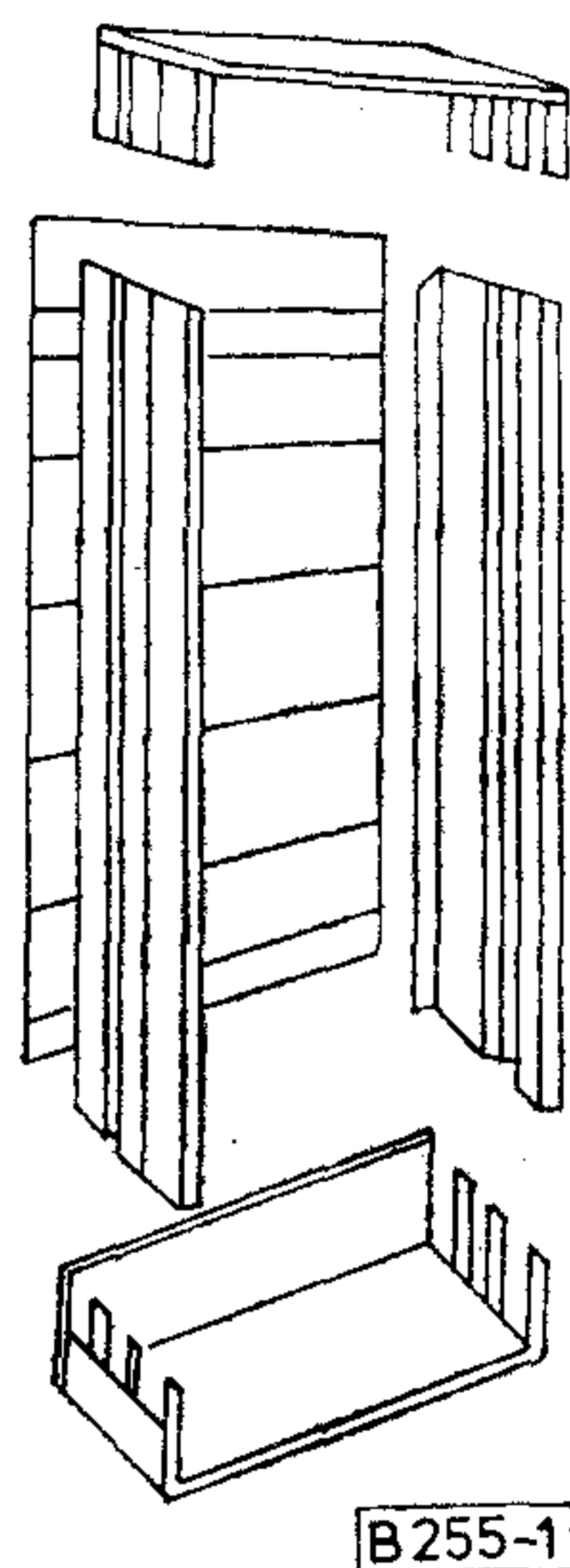
DIÓSZEGHY
GYŐZŐ,
ERDŐS ENDRE
KKVMF

A KKVMF Híradásipari Intézetében egy team kutatást végzett — a K-07 célprogram keretében, állami megbízással — a nagy bonyolultságú digitális és analóg integrált áramkörök mérőautomatái konstrukciós kérdéseiről, a híradástechnikai nagyberendezések konstrukciójának általános vizsgálata keretében.

A kutatómunkát lezáró tanulmányban — többek között — összefoglaltuk a professzionális híradástechnikai berendezések konstrukciós megoldásait. Áttekintettük a jelentősebb világcégek egységesítési törekvéseit is (LM Ericsson, Siemens, Teletra stb.). Részletesen foglalkoztunk a jelentősebb hazai termékek konstrukciójával (TERTA, KONTAKTA). Példaképpen e két hazai rendszer konstrukciós kérdéseit tárgyaljuk és hasonlítjuk össze.

A TERTA utóbbi években alkalmazott ún. E1 és E2 konstrukcióját átviteltechnikai berendezésekhez fejlesztették ki. Mindkét konstrukciónál szekrényeket találunk, melyekben betétek vannak. Ezekbe a betétekbe kerülnek az egységek, melyek 1 vagy 2 nyomtatott áramköri lapot tartalmaznak. Az egyes egységek és betétek egymáshoz való elektromos csatlakozási módja jelentősen eltér a két konstrukciónál. A korábbi E1 konstrukciónál a teljesen készre szerelt és bemért szekrényt szállították a telepítés helyére. A szekrényeket bekötötték a csatlakozó vonalakra és azután helyezték el a betéteket a szekrényben. Így a belső kábelezés, bekötés már a szekrény gyártásakor elkészült. A belső és a csatlakozó villamos kötésekre a szekrény két oldalán és a betétek mögött a szekrény teljes magasságában biztosították helyet (1. ábra).

Az E2 konstrukciónál a szekrényoldalakat, betéteket és egységeket külön szállítják a telepítés helyére. Az üzemelés helyén állítják össze a kereteket és dugaszolással kötik be a szekrény- és az állomáskábelezést is. Ennek a célnak az aszimmetrikus kialakítású szekrény felel meg jobban. A nagyobb helyigényű állomáskábelezésre a szekrény teljes magasságában a bal oldalon van hely, míg a szekrénykábelezésre a jobb oldalon már kevesebb hely is elég. Mindkét kábelezés dugaszolással (oldható kötés) valósul meg. A bal oldali állomáskábelezést a telepítéskor kell elkészíteni, a jobb oldali keretbe azonban már a gyár-



1. ábra. TERTA E 1 konstrukciója

táskor belekerül a szekrénykábelezés. A betétek előkábelezve és bemérve kerülnek szállításra (2. ábra).

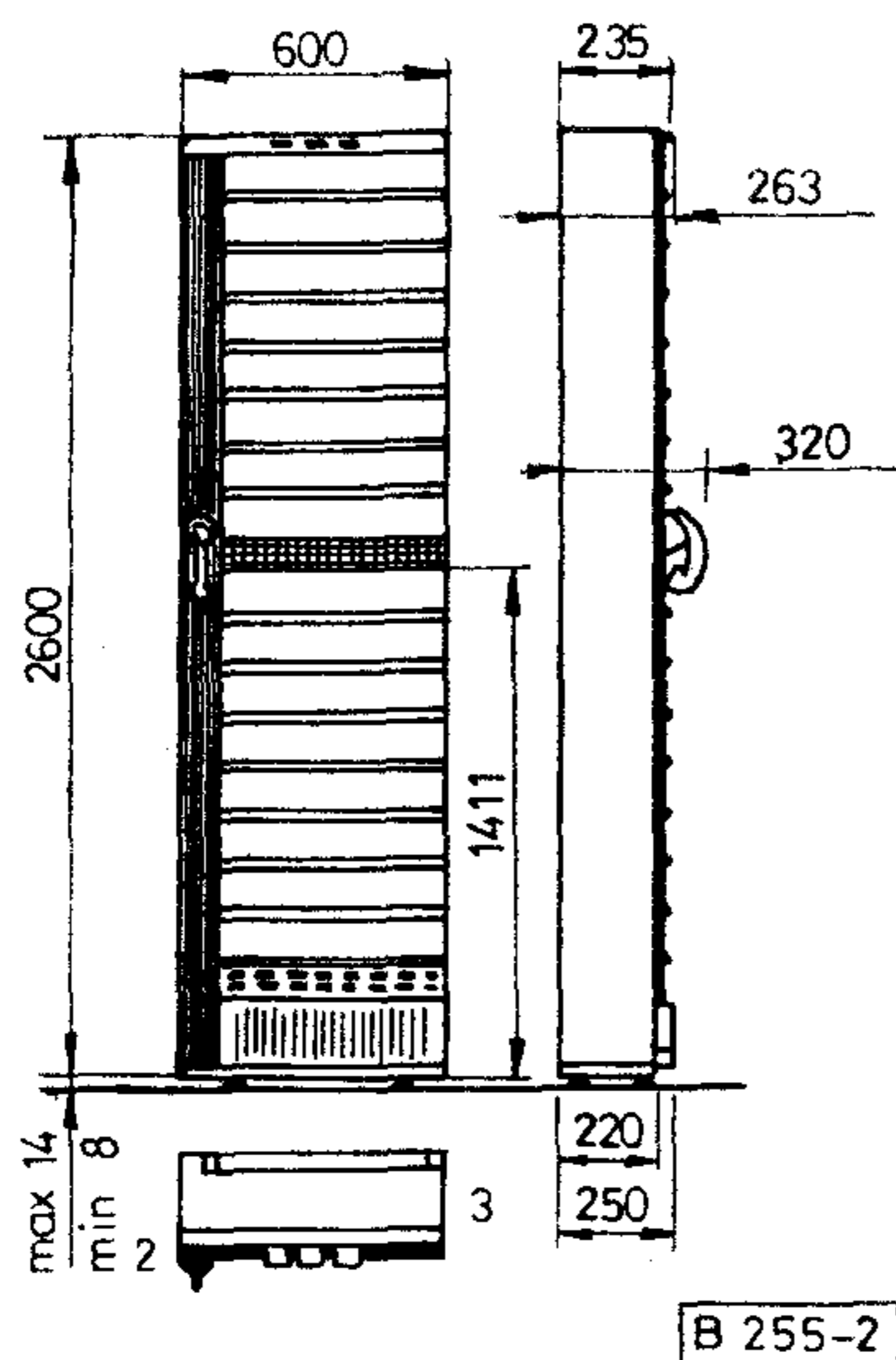
A teljes állomás kiépítéséhez mindkét konstrukciónál sor végi lezáró keret és az egyes sorokat összekötő kábelletra is tartozik.

Míg a TERTA fentiekben vázolt konstrukciói speciálisan átviteltechnikai berendezésekhez készültek, a KONTAKTA vázrendszereit ennél általánosabb felhasználási céllal, „műszeripari” jelleggel alakították ki. Ennek az alapelvnek megfelelően igen nagy variációs lehetőségű, több célú ez a moduláris vázrendszer.

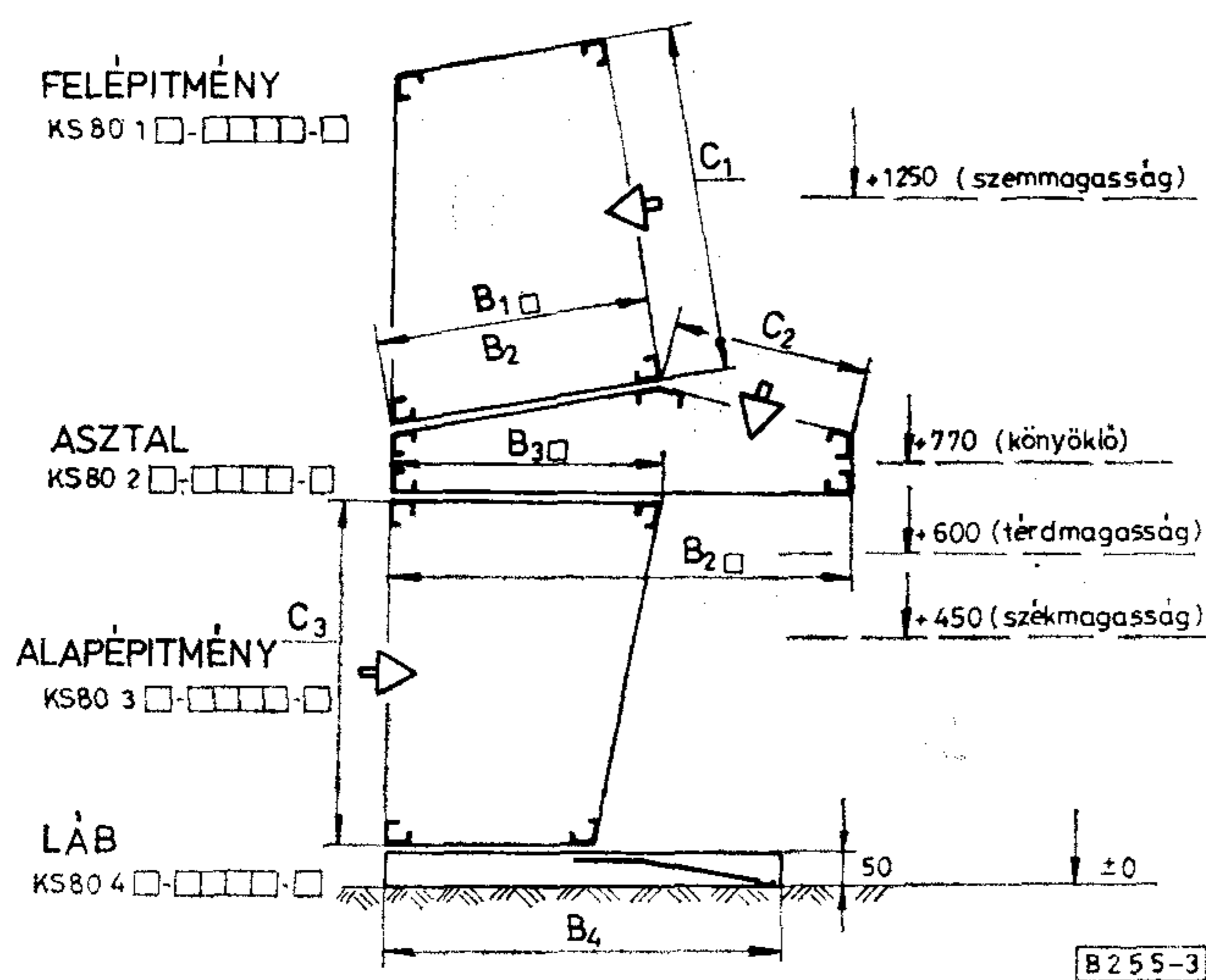
A főbb mechanikai egységek itt is hasonlóak: műszerszekrény és fiók. A műszerszekrénybe esetenként olyan keretet lehet elhelyezni, mely kifordítható és így a fiókok hátoldalához is hozzá lehet férni anélkül, hogy a szekrény borító lemezeit is eltávolítsunk. A szekrénybe kártyarekeszeket lehet elhelyezni, amelyek a nyomtatott áramköri lemezeket illetve a kazettákat tartalmazzák. Ezenkívül műszerfiókok is rendelkezésre állnak. Speciális műszerfiók a hűtőventillátort tartalmazó fiók.

Az egyes műszerfiókok, illetve kártyarekeszek nemcsak szekrénybe szerelhetők, hanem speciális eszközökben is rögzíthetők. Laboratóriumi felhasználásra laborállvány és gördíthető műszerkocsi bővíti

* Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén.



2. ábra. TERTA E 2 konstrukciója



3. ábra. KONTASET KS80 jelű pultja

a lehetőségeket, beépített alkalmazásnál kezelőasztalt is lehet használni.

A KONTASET kártyarekeszrendszer kétféle változatban készül, a fent felsorolt tartóelemekhez mindkét változat illeszkedik. Az úgynevezett ESZR-rendszer osztástávolsága 5,00 mm, ez az érték az EUROKONT rendszerénél 5,08 mm. A két osztástávolsághoz eltérő kártyaméretek tartoznak. Igen jelentős az utóbbi rendszer, mivel az IEC 48 D szek-

ciója 1979 januári ajánlásainak megfelelően alakították ki; így az megfelel a DIN 41494-es, úgynevezett 19"-os szabványának is.

A KONTASET rendszerben lehetőség van a kártyarekeszek felhasználásával burkolt műszerdobozok létrehozására is. A KONTAKTA legújabb vázrendszere a KS 80 jelű rendszer. Ez olyan beépíthető pultrendszer összeállítását teszi lehetővé, amely az egyszerű kezelőpulttól a vezérlőtermi pultrendszerig terjed. A vázrendszer olyan kialakítású, hogy messzeemenően figyelembe veszi az ergonómiai szempontokat, de ugyanakkor a beépíthető részek továbbra is alkalmasak a KONTASET rendszer kártyarekeszeit fogadni. Ez a mechanikai vázrendszer generációváltást jelent a nagyberendezések konstrukciójában (3. ábra).

Megvizsgálva a bemutatott konstrukciókat, a következő megállapításokat tehetjük:

- mindkét cég a modularitásra törekedett, ami a részegységek tipizálásához, nagyobb sorozatban, tehát gazdaságosan történő gyártáshoz vezetett;
- minden piacon értékesíthető konstrukciót csak a nemzetközi gyakorlatban elfogadott vagy ajánlott szabványok figyelembevételével lehet kialakítani;
- a korszerűbb változatok egyre inkább figyelembe veszik a modern elektronika igényeit és hatásait (nagy alkatrész- és jelsűrűség, miniatürizálás).

Összehasonlítva a TERTA és a KONTAKTA konstrukcióit, megállapíthatjuk:

- A két konstrukció lényeges különbsége abból adódik, hogy más gyártási célból készültek. A TERTA E2 konstrukciója optimális elrendezést biztosít az átviteltechnikai berendezéseknek, de általános felhasználásra már nem megfelelő. Fordítva: sokcélú, általánosan használható konstrukció a KONTASET rendszer, de nem minden területen célszerű alkalmazni.

A fenti megállapításokból arra következtettünk, hogy a szabványosításnak csak olyan mélységben szabad szabályozni a konstrukciót, hogy a modularitás biztosított legyen, de ugyanakkor ne legyen korlátja az eltérő igényeknek, céloknak.

A kutatómunka konkrét eredményeit 8 kötetes zárótanulmányban foglaltuk össze. Az ipari hasznosításon túl a kutatásban szerzett konkrét tapasztalatokat — tantárgyi programokba beépítve — az oktatásban is felhasználjuk, alkalmazzuk.

Mikrohullámú FET tranzisztoros teljesítményerősítők

LUKÁCS GYÖRGY
KKVMF Híradásipari
Intézet

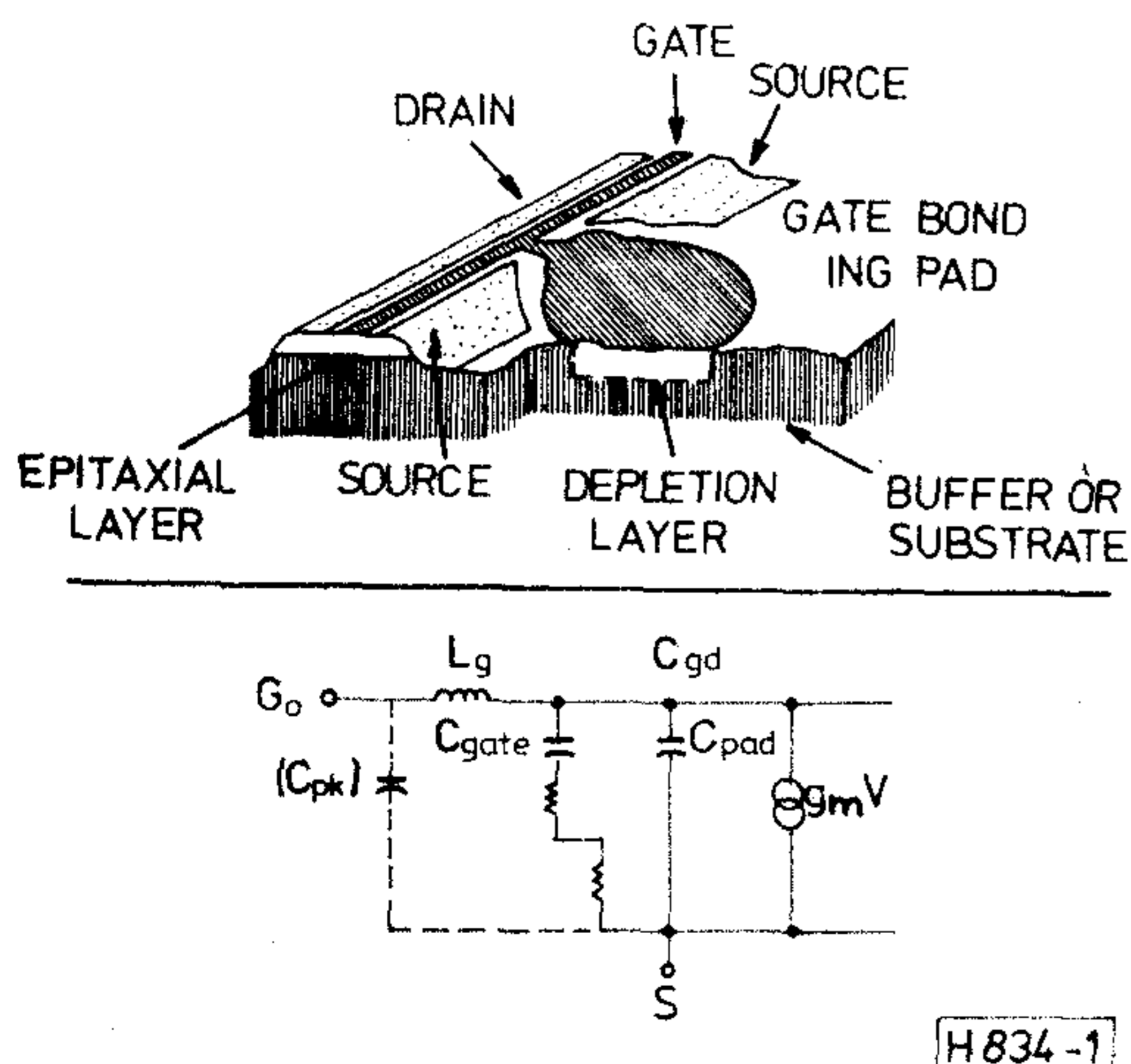
Az utóbbi néhány évben a mikrohullámú tranzisztorok területén ugrásszerű fejlődést tapasztalhattunk. Megjelentek a GaAs alapú FET tranzisztorok a 4–6 GHz-es frekvenciasáv felett, ahol bipoláris tranzisztorral már nem lehetséges megfelelő aktív eszközt építeni. A FET-ek gyártástechnológiája oly mértékben fejlődött, hogy egyes cégek ajánlataiban 10–20 GHz frekvenciájú eszközt is találunk mind kisszintű, mind nagy teljesítményű alkalmazásra. Ezek az eszközök ma még igen drágák azonban áraik határozottan csökkenő tendenciát mutatnak.

Technológiai kérdések

A mikrohullámú FET tranzisztorok legfontosabb alkalmazástechnikai jellemzői kisjelű működésnél a zajtényező, nagyjelű működésnél a diszzipáció. Mind a leadott teljesítmény, mind az elérhető zajtényező szempontjából döntő jelentőségű a gate elektróda kapacitása. Az 1. ábra egy FET tranzisztor aktív részének felépítését és a szerkezet helyettesítő áramkörét mutatja.

A nagyfrekvenciás működés szempontjából a gate elektródának minél keskenyebbnek kell lennie. Ez a követelmény a szubmikronos méretek technikájához vezet. Egy 0,5 μm szélességű GaAs FET tranzisztorban a kivezető elektróda felülete hetvenszeres lehet az aktív gate elektróda felületnek. A bemenő

Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén



1. ábra

kapacitás kis értéken tartása érdekében tehát a kivezető elektróda alatt extrém kis adalékolási szintet valósítanak meg. A kivezetések induktivitása és a kivezető elektróda kapacitása aluláteresztő szűrőt képez, amelynek a levágási frekvenciája a kialakítástól függően 10–30 GHz között van. Ezért különös jelentősége van az aktív terület és a tokozási kivezetés között kialakított belső felépítésnek [1]. Ugyancsak a nagyfrekvenciás szempontból hosszúra és keskenyre készített gate elektróda okozza azokat a termikus nehézségeket, amelyek a nagy teljesítményű FET tranzisztoroknál fellépnek. Mivel itt többszörös gate elektródát alkalmaznak, az elektródák közötti hőcserélődés jön létre.

A GaAs FET tranzisztorok fejlesztése és alkalmazása során igen sok probléma vetődik fel, amelyek többnyire technológiai és alkalmazástechnikai jellegűek. Mint minden nagyfrekvenciás eszköznél az áramkör és az eszköz lényegében csak együttesen specifikálható, ezért a fejlesztő cégek ajánlásait és katalógusadatait a felhasználók csak korlátozottan, illetve saját tapasztalataik figyelembevételével tudják használni.

Alkalmazási lehetőségek

Vizsgáljuk meg a FET tranzisztorokat abból a szempontból, hogy alkalmazásukkal milyen változások várhatók a mikrohullámú berendezések felépítésében. A kisszintű alkalmazást vizsgálva az irodalmi adatok alapján laboratóriumi példányokkal 4 GHz-en 1 dB, 6–10 GHz 2 dB, és 20 GHz-ig 3 dB alatti zajtényezőt sikerült elérni. Ezek a kisszintű eszközök 6–12 dB erősítésűek 6–12 GHz-en. A nagyszintű eszközök jelenlegi kimeneti csúcsteljesítménye 2–3 W körüli 8–12 GHz-en erősítésük 3–6 dB.

Ismeretes, hogy a hazánkban gyártott mikrohullámú berendezések a kimenő adószintet frekvenciaszorzós lokáljel előállító egységgel és keverővel állítják elő. A nagyszintű keverő kimenetén megjelenő jel 300–1500 mW nagyságú. Ezen jel előállításánál jelenleg az a cél, hogy lehetőleg minél magasabb frekvencián működjön a lokáloszcillátor és így a szorzási szám csökkenjen. Ezzel jelentős hatásfokjavulás is elérhető a rendszerparaméterek javulása mellett. Egy másik korszerű megoldásnál kap szerepet a nagyszintű többfokozatú FET tranzisztoros erősítő. A megoldás lényege, hogy kisszintű keverőt alkalmaznak és a keverő után megjelenő kb. 1–5 mW teljesítményű jelet a kívánt szintre erősí-

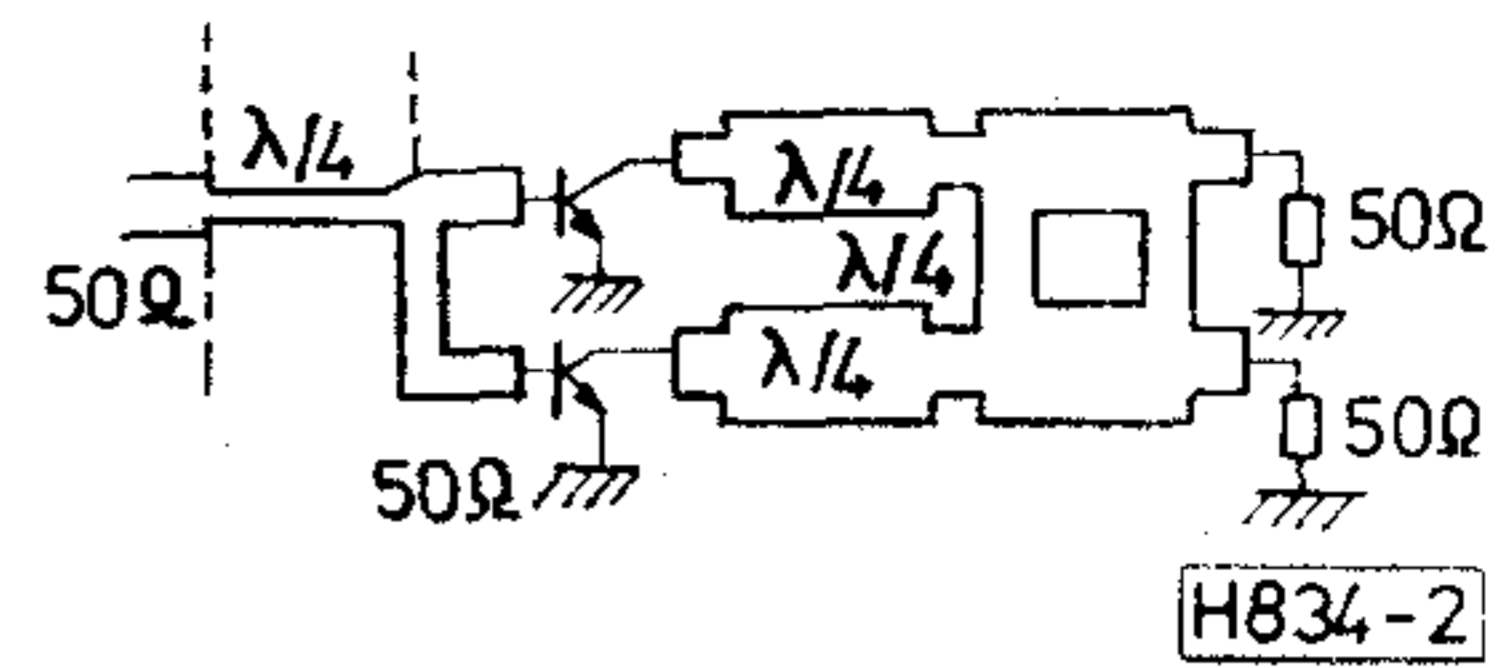
tik. Itt a több fokozatú erősítő lényegében H. H. csövet pótol. Megfelelően széles sávú és elegendően kicsi intermodulációs torzítású erősítővel akár több RF csatorna jele erősíthető egyszerre. Ilyenkor az erősítő közvetlenül az antenna előtt helyezkedik el. Vevőoldalon alkalmazott kiszajú széles sávú erősítő alkalmazása esetén a mikrohullámú összeköttetés rendszer értékei a FET-ek alkalmazásával még tovább javíthatók.

A nagyszintű erősítők megvalósítási lehetőségei

A FET erősítők kisszintű és nagyszintű alkalmazásánál egyaránt kulcskérdés a sáv szélesség. Akár egy, akár több RF csatorna együttes erősítése történik, lényeges, hogy az RF sávot 1–3 törésben átfogjuk. A 8 GHz-es sávban tehát 7,9–8,4 GHz közötti 500 MHz-es sávot célszerű megvalósítani lehetőleg egyetlen törésben. A feladat igen nehéz, mivel a FET-ek négy pólus paraméterei erősen változnak a frekvencia függvényében. A megvalósítási lehetőségek a következők:

- Párhuzamos vonalcsonkokkal és impedancia transzformátorokkal történő illesztés.
- Impedancia transzformátorokkal történő illesztés.
- Aktív reaktancia kompenzáció alkalmazása.
- Visszacsatoló hálózat használata.

Az utóbb említett visszacsatoló hálózat alkalmazása jelenleg még kidolgozatlan. Az irodalmi hivatkozások hiányosak. Konkrét eredményekről nem tudunk. Az első két helyen említett megvalósítási lehetőségek ismertek. Ilyen módszerekkel készítették illesztő hálózatot a TKI-ban ill. a KKVMF-en. Segítségükkel kb. 5–10% hatásfok érhető el. Nagyobb teljesítményszint és kicsiny intermodulációs torzítás eléréséhez a végfokozatokban célszerű hibridekkel párhuzamosan kapcsolt erősítőket alkalmazni. Az említett megoldással a TKI-ban sikerült 8 GHz-en kb. 500 MHz sáv szélességű (1 dB-es sáv szélesség) 1 W kimenő teljesítményű erősítőt készíteni. A KKVMF-en készült erősítő hibrides végfok nélkül 12 dB erősítés mellett 1,2 W kimenő teljesít-



2. ábra

ményt produkált. Itt a sáv szélesség csak kb. 100 MHz volt. A továbbiakban vizsgáljuk meg, hogy aktív reaktancia kompenzációval milyen eredmény elérése várható.

A módszer lényege a 2. ábra alapján a következő:

Két egyforma erősítőt párhuzamosan kapcsolunk. A két bemeneti illesztetlenség azonos, így ha $\lambda/4$ hosszúságú vonallal a bemeneteket összekötjük, akkor a reaktanciák egymást kompenzálják [2]. Egy egyszerű $\lambda/4$ hosszú transzformátorral 50 ohmra illeszthető a kompenzált pont. A kimeneti oldalon hibriddel közösítjük a két erősítőt. A vázolt esetben az erősítők bemeneti sáv szélessége kisebb, mint a kimeneti sáv szélesség, ezért csak a bemeneten alkalmaznak reaktancia kompenzációt. Lehetséges a be- és kimeneten egyaránt kompenzálni. Ez a megoldás alkalmas széles sávú erősítő építésére viszont a két erősítő alkalmazása jelentősen növeli a költségeket. Mégis az irodalmi adatok alapján ez látszik a legjárhatóbb útnak széles sávú alkalmazásnál.

Ezzel a megoldással a KKVMF-en 10% relatív sáv szélességű, 8 GHz-es, 2,5 W kimenő teljesítményű 5 dB erősítésű végerősítőt építettünk. Az erősítőhöz két Mitsubishi gyártmányú MGF-2148 típusú tranzisztort használtunk.

I R O D A L O M

- [1] H. F. Cooke: Microwave Field Effect Transistors in 1978. Microwave Journal, April 1978.
- [2] K. Madoni: Investigation into the technique of active reactance Compensation to improve the gain-bandwidth performance of microwave bipolar transistor amplifiers. IEE Proc. oct. 1980.
- [3] Fukuden, Ishiyama, Arai: A 9–10 GHz 5 Watt GaAs FET Amplifier. Microwave Semiconductor Engineering Dept. Fujitsu Ltd. kawasaki, Japan. European Microwave Conference 1981. Amsterdam.

Frekvenciamodulált jelek fáziskövető rendszerű demodulálása

DR. PÓCZA
ATTILA,
GEDEON EMIL
KKVMF Híradásipari
Intézet

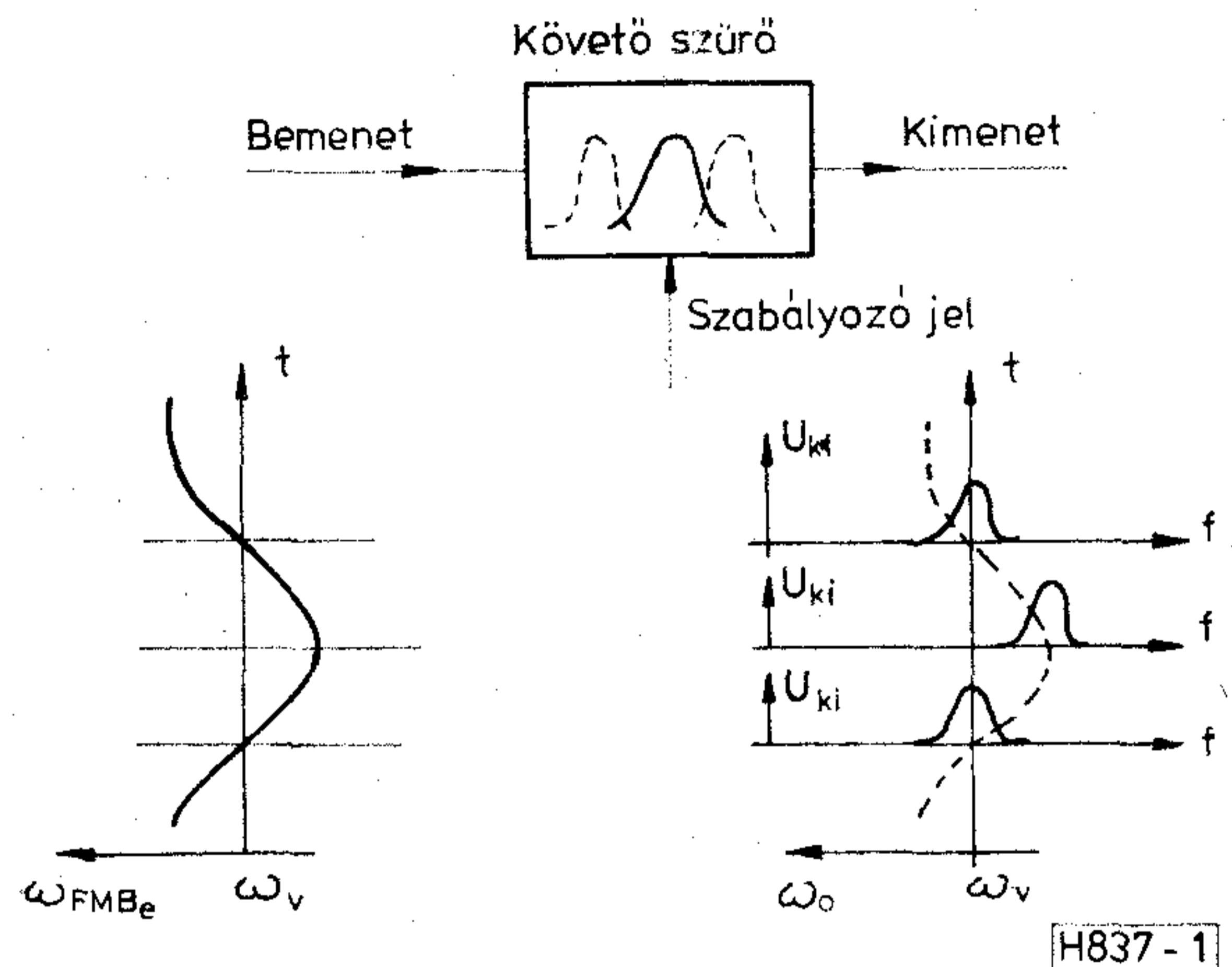
A széles körben alkalmazott frekvenciamodulációval történő jelátvitel esetében a vevőoldal minőségi jellemzőit alapvetően meghatározza az alkalmazott demodulátor. A minőségi jelátvitel egyre emelkedő követelményrendszert jelent, elsősorban a vevő demodulátorával szemben. A hagyományos megoldásokat tekintve e követelmények — a sávközépi frekvenciához képest viszonylag széles frekvenciasávban kis demodulációs torzítás és ugyanakkor a zavaró, interferáló jelekkel szembeni nagyfokú védettség — kielégítése csak kompromisszum útján lehetséges. Ezen, részben ellentmondó követelmények egyidejű kielégítésére alkalmazható a fáziskövető hurokban (Phase-Tracking-Loop, PTL) történő demodulálás. Az alapvető áramkörü elrendezés logikus következménye annak az elvnek, mely szerint minden nem kívánatos jel ellen úgy lehet a legjobban védekezni, hogy azt a lehetőségekhez képest a hasznos jeltől elkülönítjük. Ezt egy időben változó paraméterű szűrő segítségével valósítjuk meg. Ez a keskeny sávú szűrő sávközépi frekvenciájában követi a frekvenciamodulált jel pillanatnyi frekvenciáját. A szűrő hangolásáról fázisszabályozó hurok gondoskodik. A továbbiakban egy lehetséges, e rendszert jól közelítő modell megalkotásával és ez alapján a rendszer leírásával foglalkozunk, kialakítva az áramkör tervező számára fontos átviteli alapösszefüggést.

A frekvenciamodulált jelek átvitele követő szűrőn

A frekvenciamodulált jelek frekvencia spektruma elméletileg végtelen határokkal rendelkezik. Adott nemlineáris torzítás esetén a frekvenciamodulált jel adott sávszélességgel vihető át. Ez akkor igaz, ha a vétel időben állandó paraméterekkel rendelkező középfrekvenciás szűrővel történik. Szigorú torzítási követelmények esetén a szűrő sávszélessége nagy. Ennek eredményeképpen fokozottabban átviszi mind a sztochasztikus, mind a determinisztikus zavarjeleket is.

A frekvenciamodulált jel átvihető olyan, az előbbiekhöz képest keskeny sávú szűrőn is, mely szűrő átviteli tartománya időben változó. E változásnak a frekvenciamodulált jel idő szerinti frekvenciaváltozását kell követnie (1. ábra).

Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén



1. ábra

A követő szűrő sávközépi frekvenciája:

$$\omega_0 = \omega_p + k \cdot u_M(t)$$

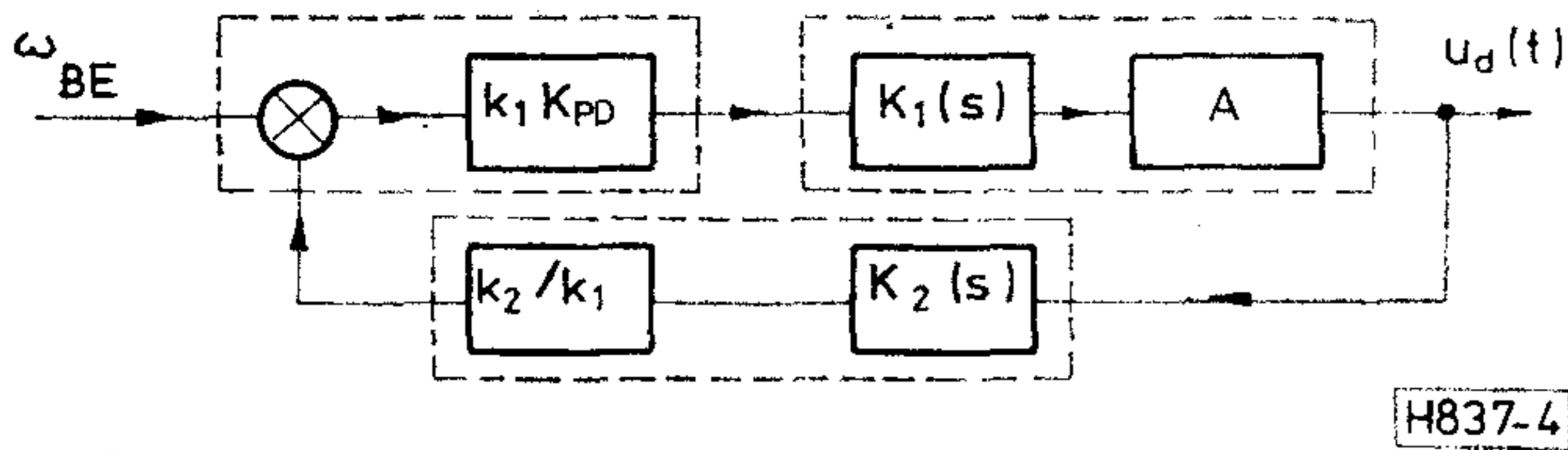
ahol: ω_p a vivőfrekvencia, $u_M(t)$ a moduláló jel, k a modulációs konstans. A szűrő sávközépi frekvenciáját a szabályozó jel változtatja.

A fáziskövető hurok (PTL)

A PTL elnevezés szabályozástechnikai megoldásra utal. A szabályozó jel a követő szűrő kimeneti jelének fázisával arányos. A beavatkozó jel a bejövő jel fázisát módosítja. A fáziseltérés érzékelése fázisdetektorral, a beavatkozás fázistolással történik.

A szabályozó áramkör fő feladata azonban nem a fázis szabályozás. Ez csak eszköze az áramkör lényeges elemét alkotó szűrő sávközépi frekvenciája szabályozásának. Az áramkör működési blokkvázlatát a 2. ábra mutatja be.

A követő szűrőnek olyannak kell lennie, hogy a frekvenciamodulált jel pillanatnyi frekvenciájától függő fázistolást hozzon létre. A szűrő tehát keskeny sávú szűrő, és egyben fázistoló. A létrehozott fáziseltérés a frekvenciamodulált jel fázisához hozzáadódik vagy abból levonódik. Mind a fázisban eltol, mind a közvetlen jel határolás után a fázisdetektorba jut. A fázisdetektor a frekvenciafüggő fázistolástól függő kimeneti feszültsége lényegében a moduláló jellel arányos. A követő szűrő sávközépi frekvenciáját



2. ábra

a pillanatnyi, moduláló jeltől függő bemeneti frekvenciára hangoljuk, a nagyfrekvenciás komponenseket elnyomó hurokszűrő után kapott $u_d(t)$ feszültséggel.

A PTL-áramkör lineáris modellje

Az áramkör modellezésekor messzemenően figyelembe vesszük mindazokat a lehetséges közelítéseket, amelyek lehetővé teszik, hogy a modell lineáris legyen, tekintettel arra, hogy ez teszi legkönnyebbé a számításainkat. Az egész rendszerre érvényes modellnek először az elemeivel foglalkozunk, majd ez elemek összekapcsolásával PTL-rendszerré.

A követő szűrő a frekvenciamodulált jel pillanatnyi frekvenciáján kis áteresztő csillapítással rendelkezik, a vivő frekvencia változásaihoz képest relatív keskeny sávú szűrő. Távlabbi frekvenciákon nem feltétlenül kell nagy csillapítást adnia, hiszen a távoli frekvenciák a demodulátor rendszert megelőző vevőszűrőkkel elnyomhatók.

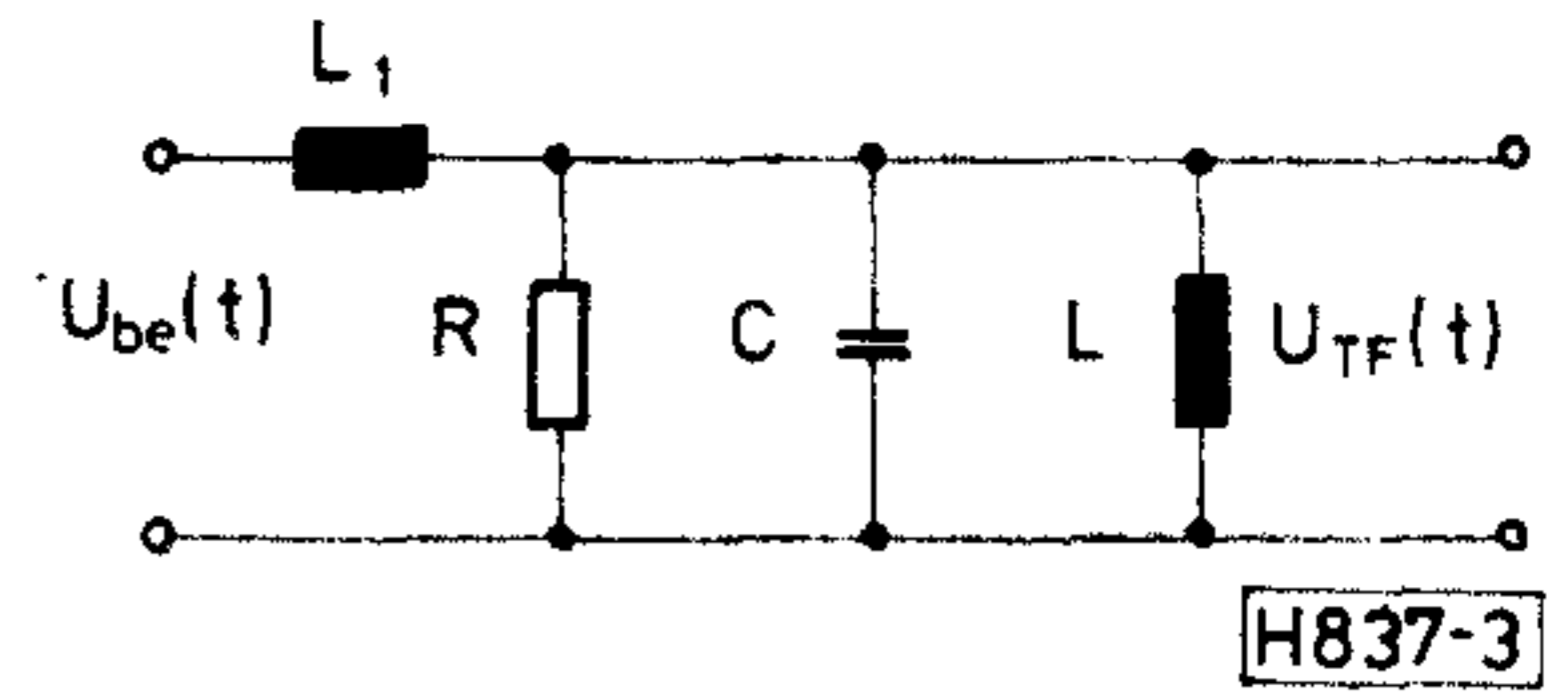
A fázisdetektor rendszerint szorzó áramkör. Bemeneti jelei φ_B és φ_T fázisúak. Tételezzük fel, hogy a szabályozó hurokban nagy szabályozási meredekségre törekszünk és ugyanakkor a szabályozó hurok szükséges szabályozási tartománya kicsi. Utóbbi akkor igaz, ha a demodulálandó jel relatív lökete kicsi. Ekkor közelítőleg írhatjuk:

$$u_\varphi(t) = K_{PD} \left[\frac{\pi}{2} + \varphi_T(t) - \varphi_B(t) \right], \quad \text{ahol}$$

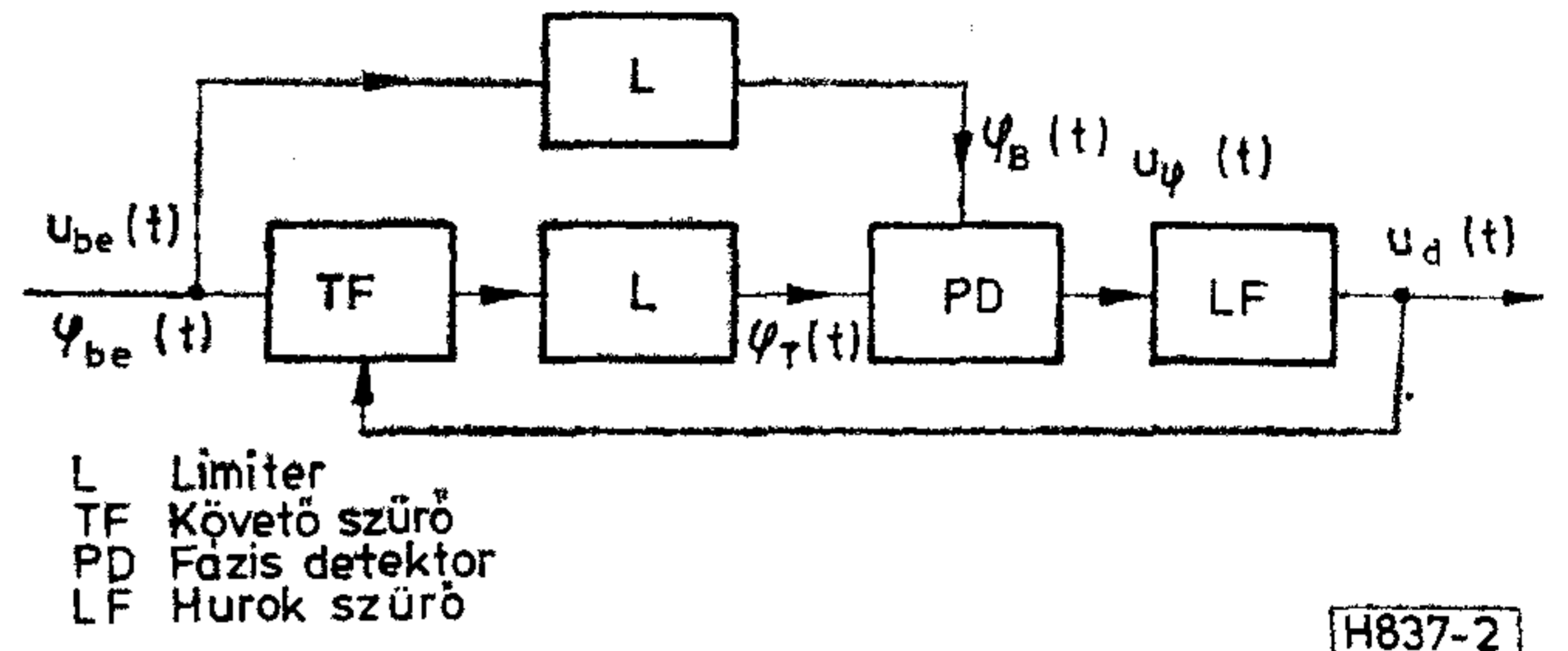
K_{PD} a fázisdetektor transzfer jellemzője.

A szabályozó hurok további eleme a hurokszűrő, amit a kellő szabályozási meredekség elérése végett erősítő fokozattal lehet kiegészíteni.

A hurokszűrő $K_1(s)$ komplex átviteli függvénnyel jellemezhető. A teljes kapcsolásnál, nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a beavatkozás helyén, a követő szűrőhöz való csatlakozásnál a lezáró impedancia komplex. A hurokszűrő feltétlen aluláteresztő



3. ábra



L Limiter
TF Követő szűrő
PD Fázis detektor
LF Hurok szűrő

4. ábra

szűrő, a szorzóból származó vivőfrekvenciás komponensek elnyomása végett.

Az A erősítésű műveleti erősítőt a szabályozó körbe, a kimeneti pont elé célszerű beiktatni annak érdekében, hogy a demodulált $u_d(t)$ feszültség a további feldolgozás számára megfelelő nagyságú legyen. Végül a követőszűrő a visszacsatoló ágban helyezkedik el, és $K_2(s)$ komplex átviteli függvénnyel írható le. Egy lehetséges megvalósítását a 3. ábra mutatja be, a C kapacitást varicap dióda realizálja.

A részletes matematikai levezetést mellőzve a modellt a 4. ábrán mutatjuk be.

Ennek alapján a hurok átviteli függvénye:

$$\frac{u_d(s)}{\omega_{BE}(s)} = \frac{Ak_1 K_{PD} \cdot K_1(s)}{1 + Ak_2 K_{PD} K_1(s) K_2(s)},$$

ahol: k_1 és k_2 konstansok, értékük az alkalmazott szűrő felépítésétől, a változó kapacitású dióda hangolási meredekségétől stb. függ.

Az általunk alkalmazott közelítő összefüggések és a bemutatott modell relatív kis löketei esetében — normál FM műsorszórás esetén alkalmazott frekvencialöket — tapasztalataink szerint helyesen írják le az áramkör működését.

I R O D A L O M

- [1] Ishigaki, Muraoka and Hagiwara: Phase-Tracking Loop Detector for FM Signals. IEEE Transactions on Cons. Electr. Vol CE-24. No. 3. pp. 215-225.

Diagnosztizálási lehetőségek a Kandomat mérőautomatán*

MASSZINÉ
WINDISCH NÓRA,
RÓMER MÁRIA,
DR. TRÓNNE
TELKES IBOLYA
KKVMF

1. BEVEZETÉS

A mérőautomata szerelt nyomtatott áramköri kártyák vizsgálatát végzi. Diagnosztizálásnak, hibafelderítésnek azt tekintjük, hogy az alkatrészek és áramkörök adott beállításban és adott körülmények között jól működnek-e vagy sem. Funkcionális és egyéb vizsgálatokkal minden kártyáról egyértelműen meg tudjuk állapítani a GO-NO GO módszerrel, hogy jó-e vagy sem.

Intézetünkben több éve foglalkozunk mérőautomatákkal. Ezek egyik (oktatási célokat szolgáló, fejlesztés alatt levő) változata a címben megnevezett berendezés.

2. HIBASZIMULÁCIÓ

Az áramkörök automatikus vizsgálatának legkorszerűbb módszere ma a számítógéppel vezérelt mérőrendszeren végzett hibaszimuláció. Egy valódi szimulációs program nagykapacitású tárolóval és öntanuló szimulációs nyelvvel bíró számítógépet igényel. A lehetséges hibáknak két nagy csoportja ismeretes: a „soft” hibák, amikor egy paraméter kissé kiszaladt a tűrési tartományból, és a „hard” hibák, amikor egy paraméter értéke lényegesen eltér az előírttól. Az alkalmazott hibaszimuláció módszere szerint lehet: DC, AC és tranziens.

A mi automatánk esetében a szimulációt a manuálisan bemért jó kártyákról készített vizsgálati specifikációk helyettesítik. A vizsgálati programokban ugyanis ezen jó kártyák eredményeihez állítjuk be a vizsgálati paramétereket. A szimuláció sorrendi helye lehet: tesztelés előtti, ez a pretest szimuláció és tesztelés utáni, ez pedig a posttest szimuláció. Mi ez utóbbit alkalmazzuk, a mérési adatokból indulunk ki, és összehasonlító lekérdezésekkel próbáljuk a lehetséges hibahelyet felderíteni.

A diagnosztizálási programok összeállításánál a fő szempont az, hogy az esetlegesen hibásan működő alkatrészt megtaláljuk a kártyán. Abból indulunk ki, hogy a kifejlesztett áramkör jó alkatrészek esetén az előírásoknak megfelelően működik. A két legismer-

tebb vizsgálati módszer a funkcionális és a belső áramköri vizsgálat. A belső áramköri vizsgálat a mérés elvéből következik, a funkcionális vizsgálat pedig igen bonyolult hibadiagnosztizáló program kidolgozását igényli. A két módszer összehasonlításához meg kell jegyezni, hogy a funkcionális vizsgálatok a nyomtatott áramköri lap csatlakozásait használják fel. A belső áramköri vizsgálatok pedig költséges csatlakozási eszközöket, tűágyas befogó szerkezetet, IC-szondát, kézi szondát igényelnek.

A diagnosztizálás szempontjából az áramköri egységek három csoportját alakítottuk ki: diszkrét elemek, analóg és digitális áramkörök.

3. ALKALMAZOTT MÉRÉSI MÓDSZEREINK

3.1. Diszkrét elemek vizsgálata

— *Rövidzár- és folytonosságvizsgálat:*

Ez a vizsgálat forrasztási hibák felderítését és nyákvonalak ellenőrzését szolgálja. A mérés elvégezhető úgy, hogy pl. áram injektálható a nyák valamely részére, és a vonal ellenállása (rezisztenciája) a feszültséges mérésével határozható meg. Ugyanez direkt ellenállásméréssel is elvégezhető.

— *R-L-C elemek mérése:*

Kártyacsatlakozási pontról hozzáférhető ellenállás közvetlen ellenállásméréssel, vagy áramgerjesztéssel és feszültségméréssel is ellenőrizhető. Külső pontról nem hozzáférhető elem esetén lényeges, hogy a mérendő elem valamilyen módon izolálva legyen a többi elemtől. Földeléssel történő izolálás esetén a mérendő elem folyó teljes áram egy mérő ellenállásra jut, ebből meghatározható az impedancia abszolút értéke, amelyből L és C számítható.

— *Félvezető diódák mérése:*

Diódákat nyitóirányban áramgerjesztéssel és feszültségméréssel, záróirányban feszültséggerjesztéssel és áramméréssel vizsgálunk.

— *Tranzisztorok vizsgálata:*

Bázisáram gerjesztéssel és az U_{CE} (kollektor-emitter) telítési feszültség mérésével vizsgáljuk a telítési

* Előadásként elhangzott a KKVMF VII. tudományos ülésén.

állapotot. A lezárt állapot visszamméréssel ellenőrizhető.

— *Varisztorok mérése:*

Kisáramú tartományban feszültséggerjesztésre a varisztoron folyó áramnak egy megadott érték alatt kell lennie.

— *Jelfogók mérése:*

Jelfogók vizsgálata a tekercs ellenállásának és üzemi áramának (mehűzött állapot) mérésével, valamint a meghűzött és elengedett állapot érintkezőkön keresztüli ellenőrzésével történik.

3.2. Analóg alapáramkörök vizsgálata

— *Négyfólyosok vizsgálata:*

A vizsgálatok célja az NP-paraméterek meghatározása. Ez feszültség illetve árammérést igényel, valamint rövidzárok és szakadások létrehozását. Felvehető pl. nagyjelű és kisjelű H-paraméterek, és mérhető ezek frekvenciafüggése is szintadó és szintvevő segítségével.

— *Szűrők vizsgálata:*

Pontonként megmérjük a frekvenciatartománybeli jellemzőket. Megmérjük a be- és kimeneti kör impedanciáját, mint NP-paramétereket.

— *Analóg IC erősítők vizsgálata:*

Elsősorban DC paramétereket mérünk (tápfeszültségértékeket, V^+ , V^- , offset-feszültség, nyugalmi áramokat az invertáló és a nem invertáló bemeneten, tápfeszültség-elynyomási tényezőt). Mérhető pontonként a nyílt- és a zárthurkú erősítés is.

— *Több alapáramkörből álló analóg rendszer hibabehatárolási módszere a bináris keresés módszere:*

Az analóg áramkört részekre bontjuk, és feltételezzük, hogy az egyes részek között nincs globális visszacsatolás, valamint, hogy megfelelő tesztpontok állnak rendelkezésünkre (tűágy segítségével) valamennyi egység bemenetén. Olyan elv szerint vizsgáljuk egy meghatározott sorrend szerint az egyes egységeket, hogy újabb egység vizsgálatába csak akkor kezdünk, ha az eddigi mérések eredményei megfelelőnek bizonyultak.

3.4. Digitális alapáramkörök vizsgálata

A bemeneti pontokat vezéreljük a statikus logikai szintekkel, és a hatást, ami legtöbbször egy másik áramkör kimenetén jelentkezik, mérjük logikai szintvevőkkel.

— *Inverter vizsgálata:*

Először U0-at adunk és U1-et veszünk, majd fordítva, Hiba esetén tanácsos a kimeneteket feszültségmérővel is megmérni, mert a mért értékből következtetni lehet a hiba okára is.

— *NÉ kapu vizsgálata:*

Először a kapubemenetekre a 01, majd az 10 kódot adjuk. A kimenetek mindkét esetben U1-ek. Végül az 11 kódot adjuk a bemenetekre és csak ekkor kell a kimeneteknek U0-knak lenniük.

— *NV kapu vizsgálata:*

A vizsgálat elve ugyanaz, mint a NÉ kapunál, csak mások a vezérlő kódok.

— *Több-bites latch vizsgálata:*

Az összes bemenetet egyszerre vezéreljük, először adunk 0101... logikai szinteket, ezt kell kapnunk a kimeneteken is. Majd az 1010... kódot adjuk, és ezt kell vennünk is. Hiba esetén tanácsos a 000... és az 111... adása is, végül a feszültségmérés.

— *Számlálók vizsgálata:*

Elégséges a felhasznált állapotok ellenőrzése.

— *Tárolók vizsgálata:*

Ellenőrizni kell azt a beírt információt, amelyiknek a kártya további áramköreinek a vezérlésében szerepe van.

4. A KANDOMAT VIZSGÁLÓPROGRAMOK LÉPÉSEINEK OPTIMALIZÁLÁSA

Voltak olyan áramköreink, ahol a vizsgálatokat funkcionális kiszűréssel kezdtük. Ez azt jelenti, hogy egy bizonyos hiba esetén nem folytatódik a vizsgálat, mert a hiba alapvetően befolyásolja a kártya működését. Voltak viszont olyanok, ahol az előforduló hibáktól függetlenül végig vizsgálható a kártya.

I R O D A L O M

- [1] MEMBRAN MB 9280 in-circuit Test System 1978.
- [2] Magyar Híradástechnikai Egyesülés, Elektronikai technológia IV.
Nyomtatott huzalozású lapok mérés technológiája.
- [3] Automatic Testing 79, Conference and exhibition 1979. Session 2, Design Developments and Applications of ATE.
- [4] IEEE 1979. Semiconductor Test Conference.
- [5] ATE from Wayne Kerr, A8000.
- [6] B. Davis, Gen Rad: Optimising the ATE Test Mix Electronic Production, 1980. jan.
- [7] WpV Wiring Pattern Verifier User Manual, Olivetti technost, code E 0004306.

Az ITT 12-es rendszer

TÖLGYESI LÁSZLÓ
BHG

A fényhullámvezetők elterjedése teljesen új távlatokat nyitott a távközlésben. A nagy sáv szélesség következtében hétköznapi gyakorlattá válhat a kép és nagy kapacitású adatjelek forgalma a beszédátviteli hálózatokban. A gyártók számtalan új szolgáltatással törekcszenek a vevők megnyerésére; a fakszimile, adat, különleges hangátviteli hálózatok csak az első lépéseit jelentik a jövő hálózatának vagy ahogy az ITT koncepcióját nevezik a „2000 hálózatának”.

Ennek a koncepciónak a jegyében fejlesztette ki az ITT a „12-es rendszert”-t, ezt az új generációs digitális kapcsolóberendezést, amelyet nem csupán a hagyományos telefonközponti feladatok ellátására terveztek, hanem a „2000 hálózatának” növekvő követelményeinek kielégítésére is: ívponttól ívpontig teljesen digitális, beszéd és adat kapcsolására egyaránt kész, teljesen elosztott vezérlése következtében pedig lényegében korlátlan kapacitásig bővíthető. A 12-es rendszer tervezése során olyan optimális megoldást kerestek, amely a „2000 hálózatának” távközlési koncepciójának is megfelel, s közben számításba veszi a félvezető technológia gyors fejlődését is. E két irányvonal egyidejű követése révén a legkülönbözőbb színvonalú és igényű hálózatokban is alkalmazható.

Az időtálló software biztosításának érdekében minden software modulhoz formális interface-eket definiáltak, különösen fontosak azok a modulok, amelyek hardware eszközökkel, pl. vonaláramkörök vagy processzorok működnek együtt (eszközkezelők). A teljes software — az eszközkezelő programok kivételével — csak virtuális eszközökkel vagy virtuális processzorokkal foglalkozik. Így a műszaki fejlődés által kínált újabb és újabb eszközök bevezetéséhez csak azt a software részt kell átírni, ami az adott eszközt közvetlenül körülveszi (az eszközkezelőt). A 12-es rendszer mindegyik központjának kedvező üzemviteli és karbantartó szolgáltatásai vannak. A legtöbb hibát teljesen automatikusan észlelik és javítják. A meghibásodott részeket azonosítják, a kapcsolódó funkcionális modulokat kivonják a forgalomból, hogy a hibák elterjedését megakadályozzák. Az egyedüli emberi beavatkozás amire szükség van, az az ember—gép kapcsolat segítségével kijelzett azonosított hibás egység kicserélése.

Az ITT 1240 DIGITÁLIS KÖZPONT

A 12-es rendszer termékskálájának ez a teljesen digitális központja minden kapacitástartományban használható. Forgalomáteresztő képessége nagyobb, mint 25 000 Erlang, a vezérlés több, mint 750 000 ÁFOH kiszolgálására képes.

Az ITT 1240 két termékből áll: a digitális távoli előfizető egységből és a digitális központból. E kettőből bármilyen méretű központ képezhető 6 vonalastól jóval 100 000 vonal feletti kapacitásig. A helyi és tranzit funkciók kombinációival helyi, helyi/tandem, tandem vagy helyközi központ alakítható ki.

Teljesen elosztott vezérlés

Az 1240 teljesen elosztott vezérléssel rendelkezik két szinten. A vezérlés első szintjét bizonyos hardware-hez, pl. hálózat illesztő áramkörökhöz vagy szerviz áramköri modulokhoz rendelt mikroprocesszorok alkotják. A második szintet olyan mikroprocesszorok közössége alkotja, amelyek főleg hívásfeldolgozó, adminisztratív és üzemviteli feladatokat látnak el.

Minden 60 vonalhoz, 30 analóg trónkhöz, egy digitális trónkhöz vagy 30 szerviz áramköri modulhoz (pl. adó-vevő áramkör) tartozik egy első szintű processzor, míg a második szint processzorait az igények szerint telepítik, s mindegyiket feladathoz rendelik (hívásfeldolgozás, hívás kiszolgálás, tartalékolás stb.), és a megfelelő software-rel feltöltik. Nagyközpontokban ezekből a processzorokból 480 ekvivalens vonalra jut egy, ahol is 1 trónk számít 4 ekvivalens vonalnak. Ennek a vezérlési módnak a következménye az üzembiztos működés, mivel egy hiba sem tud 60 vonalnal vagy 30 trónknél nagyobb kiesést okozni, a legtöbb egyedi hiba pedig nincs érezhető hatással a működés egységére.

A vezérlő elemek sokasága és a digitális kapcsolómező gyakorlatilag blokkolhatatlan jellemzői következtében kiválóan viseli a túlterhelést. A processzorok kapacitásuknak rendszerint még az 50%-át sem használják ki 0,25 Erlang vonalankénti és 0,8 Erlang trónkonkénti forgalomnál. Kétfajta mikroprocesszor

konfigurációt alkalmaznak, mindkettő 16 bites szervezésű. A kisebbik típust főleg ívponti processzor-ként, vonal vagy trónkcsoporthoz rendelik 64 kbyte tárral, míg a nagyobbikat többnyire 256 kbyte vagy maximum 1 Mbyte tárral ellátva erőforrás processzor-ként használják. A memóriák egy kis része ROM tárból áll, háttértárnak jelenleg lemezt alkalmaznak.

A processzorok közötti együttműködés a digitális kapcsolómezőn keresztül folyik, egy híváslebonyolításnál például akár négy vagy több bármelyik fajta processzor dolgozhat együtt.

A részekre bontás segítségével a software csaknem teljesen függetlenné tehető a hardware megvalósításától. Ezt az eszközező software modulok segítségével érik el, ugyanis csak ezek tartalmazzák az adott hardware megvalósítás részleteit, és jól meghatározott interface-ek segítségével mintegy elrejtik a hardware részleteit a magasabb szintű software elől. A magasabb szintű software számára ezek az interface-ek „látszólagos ívponti áramköröket”, illetve „látszólagos kapcsolóeszközöket” képeznek, amelyek mindig azonosnak tűnnek, tekintet nélkül a konkrét hardware-re. Ez biztosítja a központ időtállóságát, mivel a magas szintű software a hardware technika várható fejlődése közepette is változatlan maradhat. Vizsgáljuk meg közelebbről ennek a központnak a főbb részeit a teljesség igénye nélkül, csupán az érdekesebb megoldásokat.

A DIGITÁLIS KAPCSOLÓMEZŐ

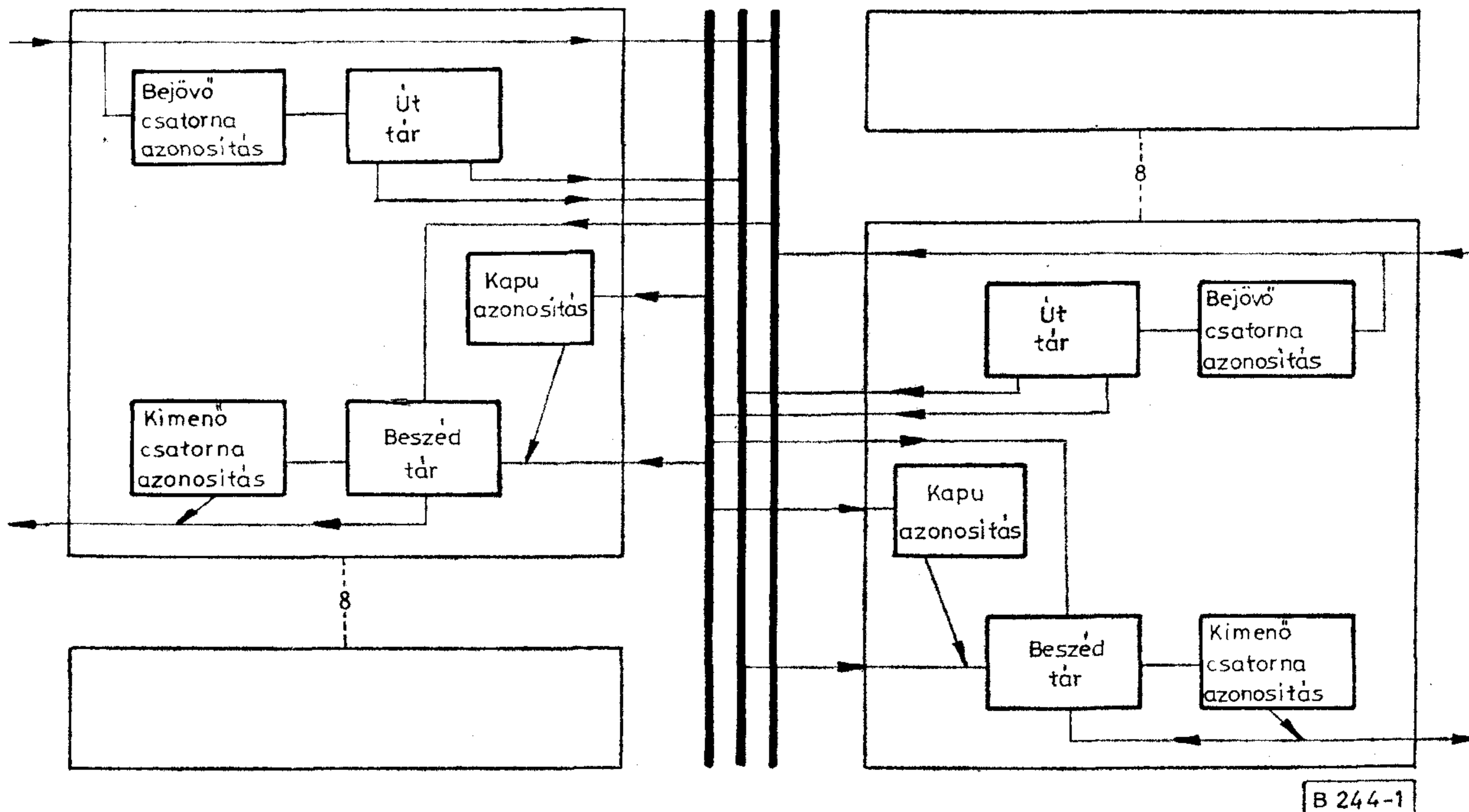
Ez egy eredeti és sajátos jellemzője a 12-es rendszer központjainak. Olyan azonos digitális kapcsolóelemek sokaságából épül fel, amelyek mindegyike az idő- és a térosztás kombinációjával működik. Egy digitális

kapcsolóelem egy olyan 16 kapus eszköz, amely a bemenetek (vagyis az alacsonyabbrendű kapcsolók felé menő csatlakozások) és a kimenetek (vagyis a magasabbrendű kapcsolók felé menő csatlakozások) bármilyen elrendezésével kiépíthető. Kritikus jellemzője ennek a kapcsoló elemnek, hogy szükség szerint akár a bemenetéről, akár a kimenete felől tud parancsokat fogadni útfelépítésre. Mindegyik elemnek saját útfelépítő mechanizmusa van, ami a csatornákon szállított parancsokra működik. A digitális kapcsolóelem 16 db azonos LSI morzsából épül fel, ezek mindegyike egy-egy kaput alkot (1. ábra). Mindegyik kapu egy 32 csatornás PCM formátumot kezel, ahol mindegyik csatorna egy 16 bites szót tartalmaz.

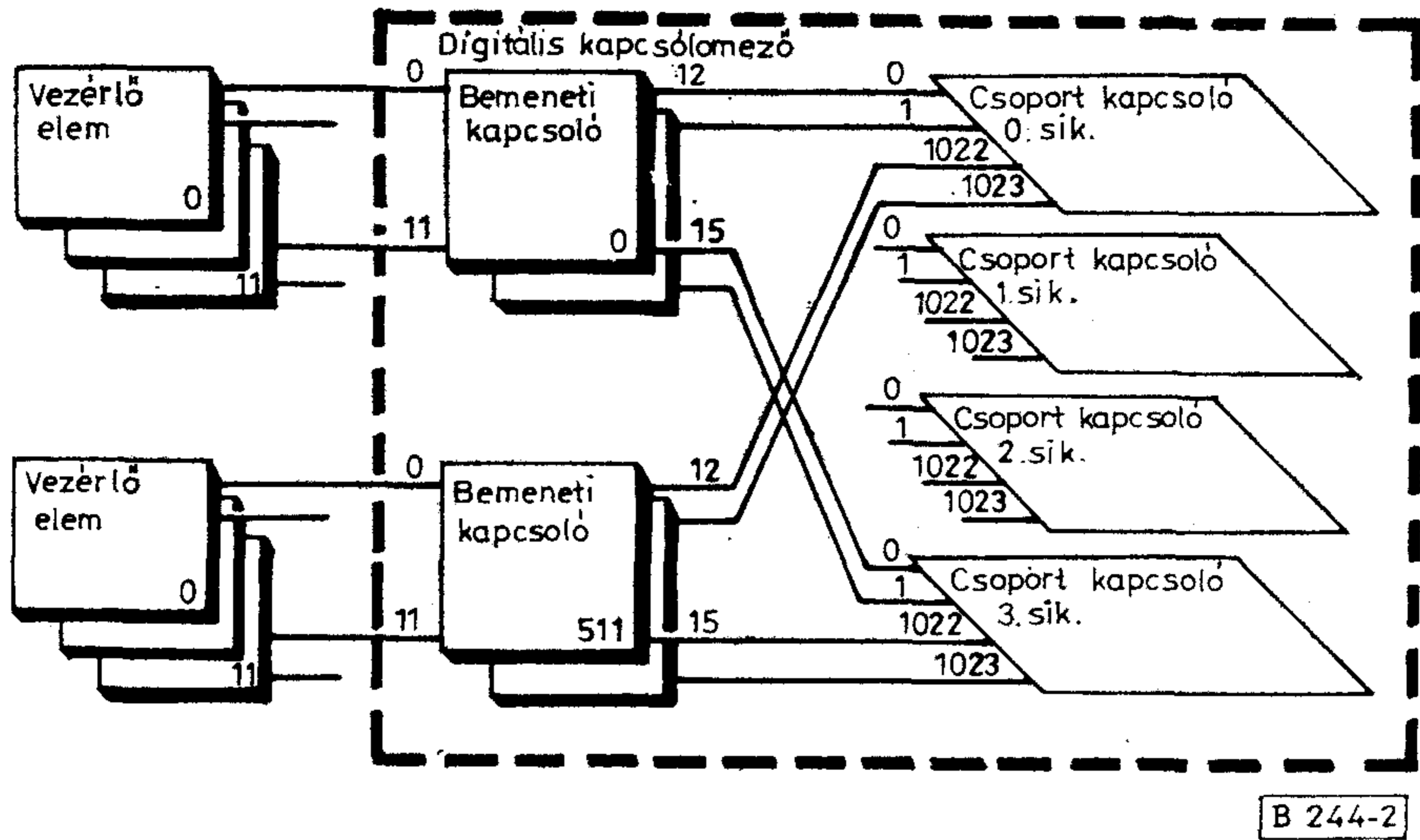
A digitális kapcsolómező főbb jellemzői:

- beszéd és adattovábbítás az ívpontok között, valamint üzenetovábbítás a processzorok között,
- a beszédúton küldött parancsokkal vezérelhető,
- kétféleképpen is bővíthető:
 - az ívpontok számának,
 - az ívpontok forgalmának növelése által.

A digitális kapcsolómezőhöz bemeneti kapcsolókkal csatlakoznak az ívpont modulok és a kiegészítő vezérlő elemek. A bemeneti kapcsolók a digitális kapcsolómezőt alkotó csoportkapcsolók bármelyik síkjához hozzáférhetnek. A bemeneti kapcsolót is egy 16 kapus digitális kapcsolóelem alkotja. A digitális kapcsolóelem az időosztás (a PCM bitfolyam időrései között) és a térosztás (az elem kapujai között) kombinációját biztosítja. A kapcsolóelem mindegyik morzsája rendelkezik olyan vevőkkel, amelyek a digitális bitfolyamra szinkronizálnak, a bejövő információból pedig meghatározzák, hogy egy adott pillanatban melyik csatorna jelét vették. Ez a csatorna azonosító



1. ábra. A digitális kapcsolóelem felépítése



2. ábra. A digitális kapcsolómező síkjai

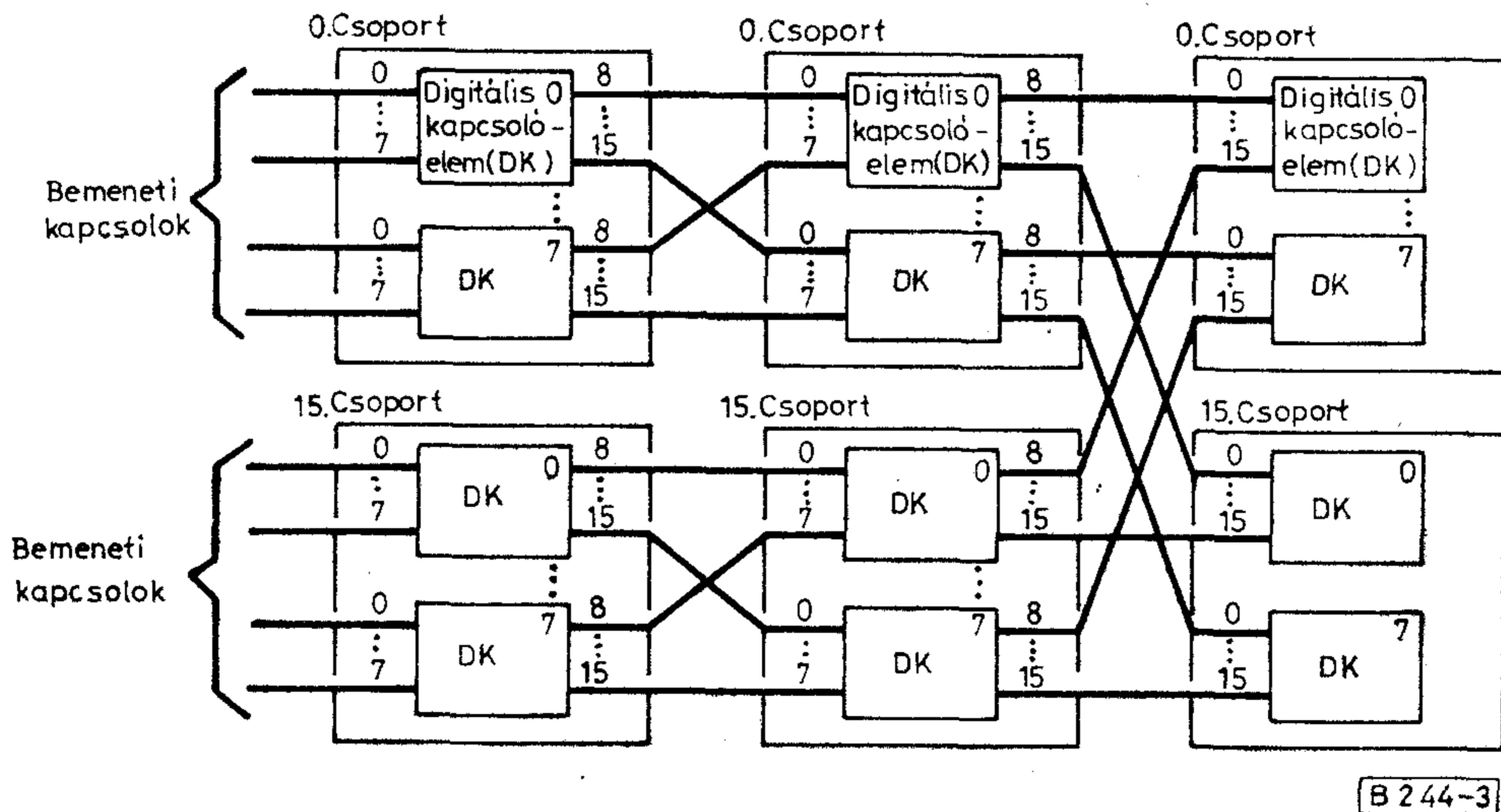
címzi az úttárat, amely rögtön megadja a kimenő PCM vonalat vagy kaput és a vonalon azt a csatorna-időt, amelyben a vett információt tovább kell adni. Az út azonosítása és a vett információ ezután egy belső időosztásos buszra kerül, amelynek a periódus-ideje egytizenhatoda a blokkba bejövő PCM vonalak normál csatornaidejének. A kimenő PCM kapuáramkörök folyamatosan figyelik a buszt, mikor érkezik az ő címük. Ha megjön, a választott kapu a csatorna azonosítóval kijelöli a beszéd tárjában azt a helyet, ahova a PCM információt rögzítenie kell. Ezután a kimenő PCM vonalak saját időzítő áramköre sorban kiolvassa ezeket a beszédmintákat és a megfelelő csatornában továbbítja.

A csoportkapcsoló legfeljebb négy síkot tartalmazhat (2. ábra), ezek mindegyike két irányba bővíthető:

- ívpontszám (további bemeneti kapcsoló párok),
- síkok száma.

A csoportkapcsoló másik jellegzetessége az, hogy

az ívpontok közötti út felépítésekor csak olyan mértékű a behatolás, amennyire a kapcsolat megkívánja, vagyis a csoportkapcsoló egy progresszív reflexiós hálózat. Egy digitális kapcsolóelem két kapuja közötti forgalom csak az adott elemet érinti, tehát nem terjed a következő fokozatba. Két kapcsolóelem közötti kapcsolat behatol a 2. fokozatba, míg a különböző csoportok közötti kapcsolathoz az egész kapcsolómező mélysége szükséges (3. ábra). Ez a sajátos hálózatfelépítés teszi lehetővé, hogy egy a digitális kapcsolómezőn keresztül felépítendő út meghatározásához elegendő legyen a kiindulási cím és a végződési cím ismerete. A kezdeményező ívpontnál levő processzor egyszerű logikai műveleteket hajt végre ezzel a két címmel, és egy sor üzenetet generál, amelyekkel meghatározza az utat a végződési ívponthoz. Az út felépítéséhez simplex kapcsolatot használnak. A duplex út másik része a beszédkapcsolathoz a végződési ívponthoz rendelt processzor feladata, a végződési ívponttól a kezdeményező ívpont felé. Ha egy kapcsolat adatai a kiválasztott digitális kapcsolóelemek tárait lefoglalták, az adatok ott maradnak a



3. ábra. A kapcsolómező

beszéd vagy adatkapcsolat végéig. Az utat csak a kezdeményező vonalhoz tartozó processzor által küldött nyugalmi helyzet üzenet bontja le.

ÍVPONT MODULOK

A digitális kapcsolómező bemeneti kapcsolóihoz a következő fajta ívpont modulok csatlakoztathatók, csak felsorolva őket:

- analóg előfizetői modul,
- digitális előfizetői modul,
- analóg trónk modul,
- digitális trónk modul,
- távoli előfizető egység modul,
- központ illesztő modul,
- adat illesztő modul,
- kezelő illesztő modul,
- szerviz áramköri modul (pl. MFC adó/vevő),
- számítógép periféria modul,
- kiegészítő vezérlő elemek,
- óra és hang modul.

Ezek részletes ismertetésétől itt most eltekintünk, de a software koncepció ismertetése előtt nézzük meg, a kapcsoló elemek és a hálózati síkok számának növekedése hogyan változik a vonalszámmal (4. ábra).

SOFTWARE TERVEZÉSI KONCEPCIÓ

Részekre bontás

Az időállóság érdekében a rendszert olyan funkcionális egységekre kell bontani, hogy a későbbi fejlesztések a hardware jellemzőkben és a rendszerjellemzőkben, csak helyi hatással legyenek a rendszer felépítésére. Az 1240 software-jét két dimenzióban osztották részekre:

- függőlegesen, hierarchikus szinteket hozva létre. Így a hardware/software illesztések elválaszthatók lettek a magasabbrendű telefonos funkcióktól.
- vízszintesen, funkcionális blokkokra hasítva ezzel a software-t, pl. jelzés, hívásvezérlés, szervizfunkciók.

A részekre bontáshoz a „látszólagos gép” és a „véges üzenetszámú gép” szemléletek biztosítják az esz- közt.

A módszeres software tervezést és a rendszerfunkciók memóriarészek és a processzorok közötti szétválasztását magas szintű programozási nyelvek használatával valósítják meg.

Látszólagos gépek

Minden főbb hardware alrendszerhez tartozik egy eszközkezelőnek nevezett software rész, ezek együtt alkotják a látszólagos gépeket. A látszólagos gép

a software többi részével egy mindkét irányba jól meghatározott üzenetkészletből álló illesztésen keresztül kommunikál. Mindaddig, amíg ez az illesztés él, az egyik oldalon előforduló változások hatástalanok maradnak a másik oldalra. Ez a megközelítés nemcsak a telefonos hardware eszközökre, de magára a processzorra is vonatkozik.

Véges üzenetszámú gépek

A véges üzenetszámú gép a sorrendi automaták elméletéből ismert véges állapotú gépek egy speciális alkalmazása. A véges üzenetszámú gép egy olyan software modul, amely a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- jól meghatározott állapotokból és ezen állapotok közötti átmenetektől áll,
- mindegyik állapothoz bizonyos megengedett bemeneti üzenetek és bizonyos megengedett kimeneti üzenetek tartoznak,
- az állapotok és a vett bemeneti üzenetek minden egyes kombinációja esetén a véges üzenetszámú gép először végrehajt egy meghatározott feladatot, egy vagy több kimenő üzenetet generál, azután egy meghatározott új állapotba megy át és ott várakozik a következő bemeneti üzenet érkezésére, hogy akkor új ciklust kezdjen,
- számos software folyamat majdnem egyidejűleg folyhat.

Programozási nyelvek

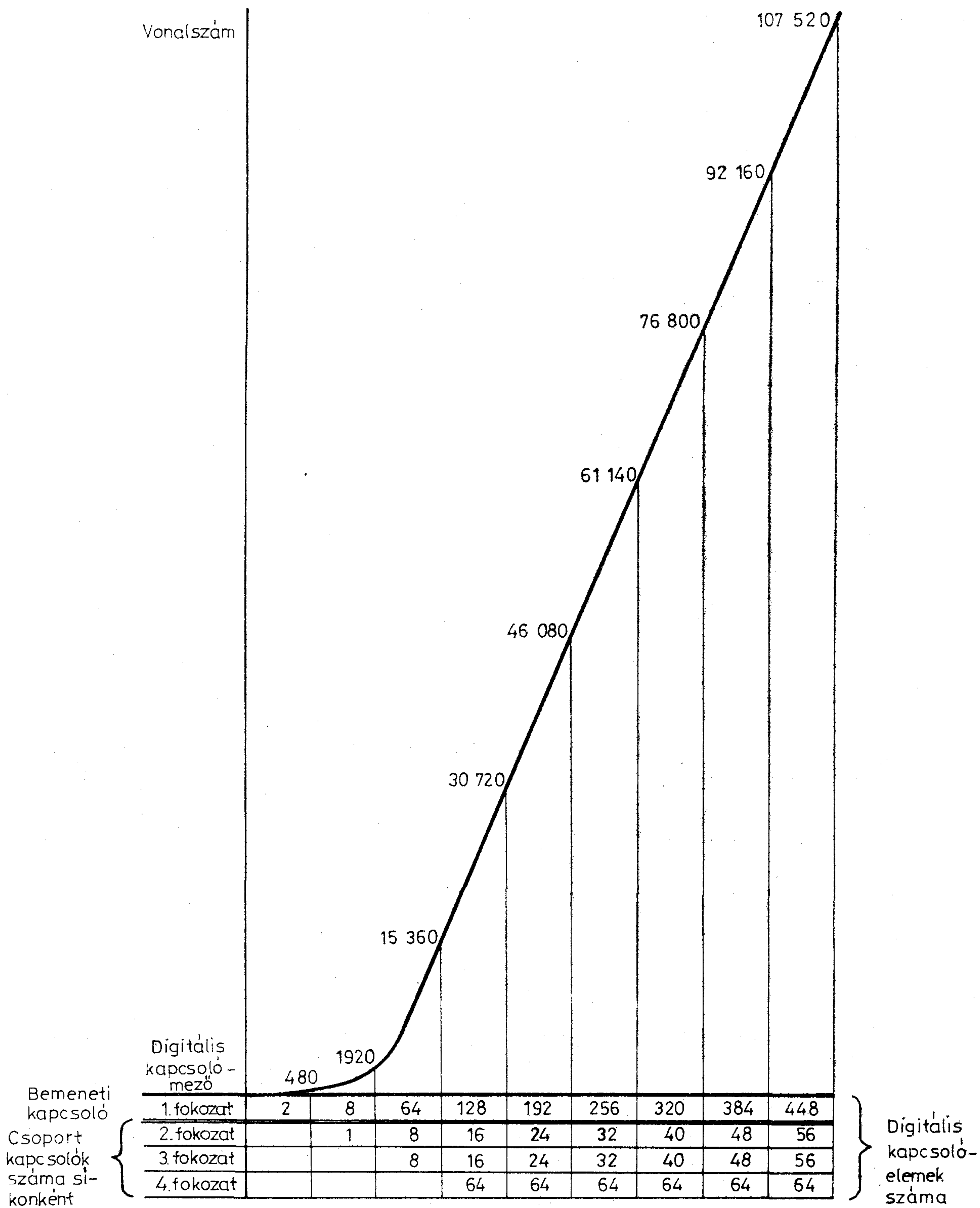
Az ITT 1240-ben alkalmazott alapnyelv a CHILL (CCITT High Level Language), a CCITT magas szintű programnyelve távközlési célokra. A software tervezés további fontos eszköze a TOL nevű feladat-orientált nyelv (Telephony Oriented Language). Ez a nyelv a rendszeres programozáshoz szükséges elemeken kívül kapcsolástechnikai feladatok közvetlen végrehajtására szolgáló parancsokat is tartalmaz. Ezeket a parancsokat, pl. „CONNECT, SEARCH” („kapcsold össze”, „keress”) igéknek hívják, s ezek a CHILL egy-egy rutinjának felelnek meg.

Az elosztott vezérlés felépítése

Kétfajta vezérlőt használnak, A és B típust, jelenleg mindkettőben INTEL 80 866 típusú 16 bites mikroprocesszort alkalmazva. Az A típus 64 Kbyte memóriával, a B típus max. 512 Kbyte memóriával van ellátva.

Az elosztott vezérlés két vezérlő típust különböztet meg:

- ívponti vezérlők (TCE). Ezek állandó kapcsolatban vannak az ívpontok egy csoportjával,
- kiegészítő vezérlők (ACE). Ezek nem bizonyos ívpontokhoz tartoznak, hanem a rendszer adattárolási és feldolgozási kapacitásának növelésére szolgálnak.



B244-4

4. ábra. A központ bővíthetősége

Az összes kiegészítő vezérlők, valamint néhány ívponti vezérlő pl. szerviz áramköri modul, felügyeleti és periféria modul B típusú processzorral működik, míg a többi ívponti vezérlőben A típusú processzorokat használnak.

Az összes TCE és ACE a saját ívponti illesztőjén keresztül kapcsolódik a digitális kapcsolómezőhöz, és a különböző vezérlőkbe telepített software egységek között a digitális kapcsolómezőn keresztül küldött üzenetek által létesül kapcsolat.

Főbb software alrendszerek

A főbb alrendszerek:

- Vezérlőkomplexum és operációs rendszer.
- Telefonos eszközközkezelők.
- Híváskezelő.
- Üzemvitel.
- Adminisztráció.

Ezek közül ragadjunk ki néhányat. A vezérlőkomplexum és operációs rendszer nevű tartalmazza az operációs rendszer magot és az adatbázis vezérlő rendszert, és vezérli a rendszerfunkciókat, köztük

- az időzítés vezérlést,
- memóriát,
- job-okat,
- file-okat,
- digitális kapcsolómező vezérlését,
- adatbázis információk kezelését.

A rendszer minden vezérlőjében található egy operációs rendszer mag. Ez, a rendszer hardware-jével együtt egy nagy látszólagos gépet alkot a maradék software számára. Ennek a magnak a fő feladatai:

- software folyamatok megosztása,
- üzenetátvitel a folyamatok között,
- az ívpont illesztő és a digitális kapcsolómező kezelése, vagyis útvezérlés, csomagkapcsolás, kiegészítő üzemviteli funkciók,
- időzítés és időmérés,
- megszakításkezelés, kiegészítő és visszaállító tevékenység vizsgálata.

Az operációs rendszer két további alkatrésze: a kimenet/bemenet kezelők és a programbetöltők.

A központ különböző processzorainak rendelkeznie kell a hozzáférhető rendszer erőforrásokra, a számozási rendszerre, az előfizetői kategóriákra a jelzésrendszerekre vonatkozó és az összes többi, hagyományosan központ adatnak tekintett információkkal. Mindegyik processzornak van egy adatbázis vezérlő modulja, s ezen keresztül zajlik a felhasználói programok és az adatok közötti összes tárolási és adatfrissítési tevékenység.

A telefonos eszközközkezelők a különböző ívponti modulokkal (vonal, trónk, szerviz áramkör) kapcsolatban levő programokból állnak. A híváskezelésben két főbb alkotó van, a jelzés és a hívás vezérlés. A telefonos eszközközkezelők és a hívásvezérlés között a jelzés teremt kapcsolatot.

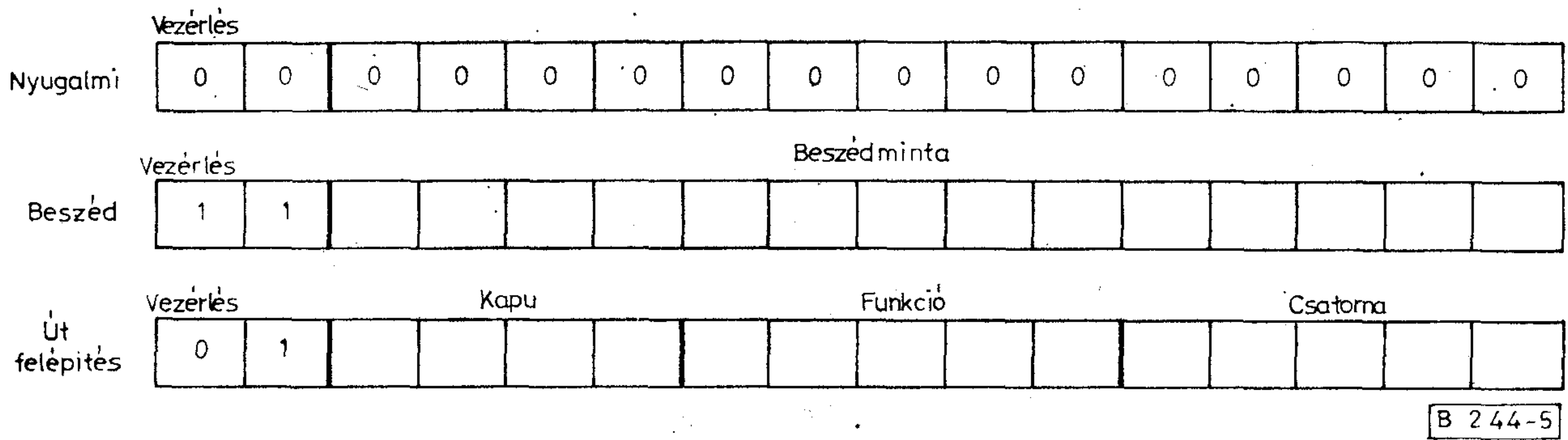
Útfelepítés

Ahhoz, hogy a digitális kapcsolómezőn keresztül egy út felépüljön két ívpont modul között, a kezdeményező ívponthoz tartozó ívponti vezérlőnek egy sorozat digitális vezérlőparancsot kell előállítania. Mindegyik parancs a hálózat egy fokozatán keresztül építi az utat, egyre közelebb a célállomáshoz. Az útválasztásnak a visszafordulási pontig vezető szakaszán a parancsok bármelyik kaput és bármelyik csatorna időrést használhatják. A visszafordulási ponton a parancsok azonosítják a kaput, de megengedik, hogy a kimenő csatorna időrést a digitális kapcsolóelem válassza meg, egészen az utolsó parancsig, ahol már a kapu és a csatorna is azonosítva van. Ha az út elérte a kívánt ívponti modult, kiad egy kérést az ellentétes irányú út felépítésére. Két ívpont közötti duplex út felépítéséhez tehát két szimplex utat kell felépíteni, mindkét irányba egyet-egyét.

C í m z é s

A digitális kapcsolómező felépítése mindegyik ívpont modul számára állandó címet biztosít. A címet annak a digitális kapcsolóelemnek a bemeneti kapujának címeiből képezik, amelyek a digitális kapcsolómező utolsó kiépített fokozatától vezet az ívpont modulig. Mivel mindegyik ívpont modul két bemeneti kapcsolóhoz férhet hozzá, valójában két út vezet az ívpont modulhoz, ezek azonban nem függetlenek egymástól. Az összefüggéshez feltételezünk egy négyfokozatú kapcsolómezőt (bemeneti kapcsoló + 3 csoportkapcsoló fokozat). Ez a jellemző lehetővé teszi, hogy egy út a digitális kapcsolómező 4. fokozatának bármelyik digitális kapcsolóelemét használja, attól függetlenül, hogy azt a fokozatot milyen választások után érte el. A két ívpont illesztő címeinek összehasonlításával lehet megállapítani, hogy a digitális kapcsolómező hány fokozatát kell felhasználni a kapcsolat felépítéséhez. Egy négyfokozatú kapcsolómezőnél egy általános ívpont modul címe a következő alakú: $A_w B_x C_y D_z$, ahol A_w = a bemeneti kapcsoló bemenet száma, B_x = a 2. digitális kapcsolómező-fokozat bemenet száma, C_y = a 3. digitális kapcsolómező-fokozat bemenet szám, és D_z = a 4. digitális kapcsolómező-fokozat bemenet száma. A kiindulási és végződési címek összehasonlításával megállapítható, hogy a kapcsolómező hány fokozatát kell használni: — ha D megegyezik, akkor a két ívpont ugyanabban a csoportban van és az útnak csak a 3. fokozatig kell eljutnia, hogy visszafordulhasson a másik ívpont felé — ha D és C is azonos, akkor a két ívpont modul a kapcsolómező egy második fokozatbeli kapcsolóeleme által kiszolgált 4 bemeneti kapcsolópáron belül van, így az útnak nem kell a hálózatba mélyebben behatolnia — ha a D, C, B azonosak, akkor a két ívpont modul ugyanarra a bemeneti kapcsolóra csatlakozik.

Ha egy kapcsoló kapu nem tud teljesíteni egy választási kérést, a kapu és a kezdeményező ívpont modul közötti szimplex utat erőszakkal le kell bontani. Erre a célra a 16. csatornában az oda irányú szimplex úttal párhuzamosan visszafelé küldenek egy NACK (Non-Acknowledge — nem nyugtázott) üzenetet.



5. ábra. 16 bites csatorna formátum

A NACK üzenet nyomán fokozatról fokozatra elbomlik a párhuzamos út.

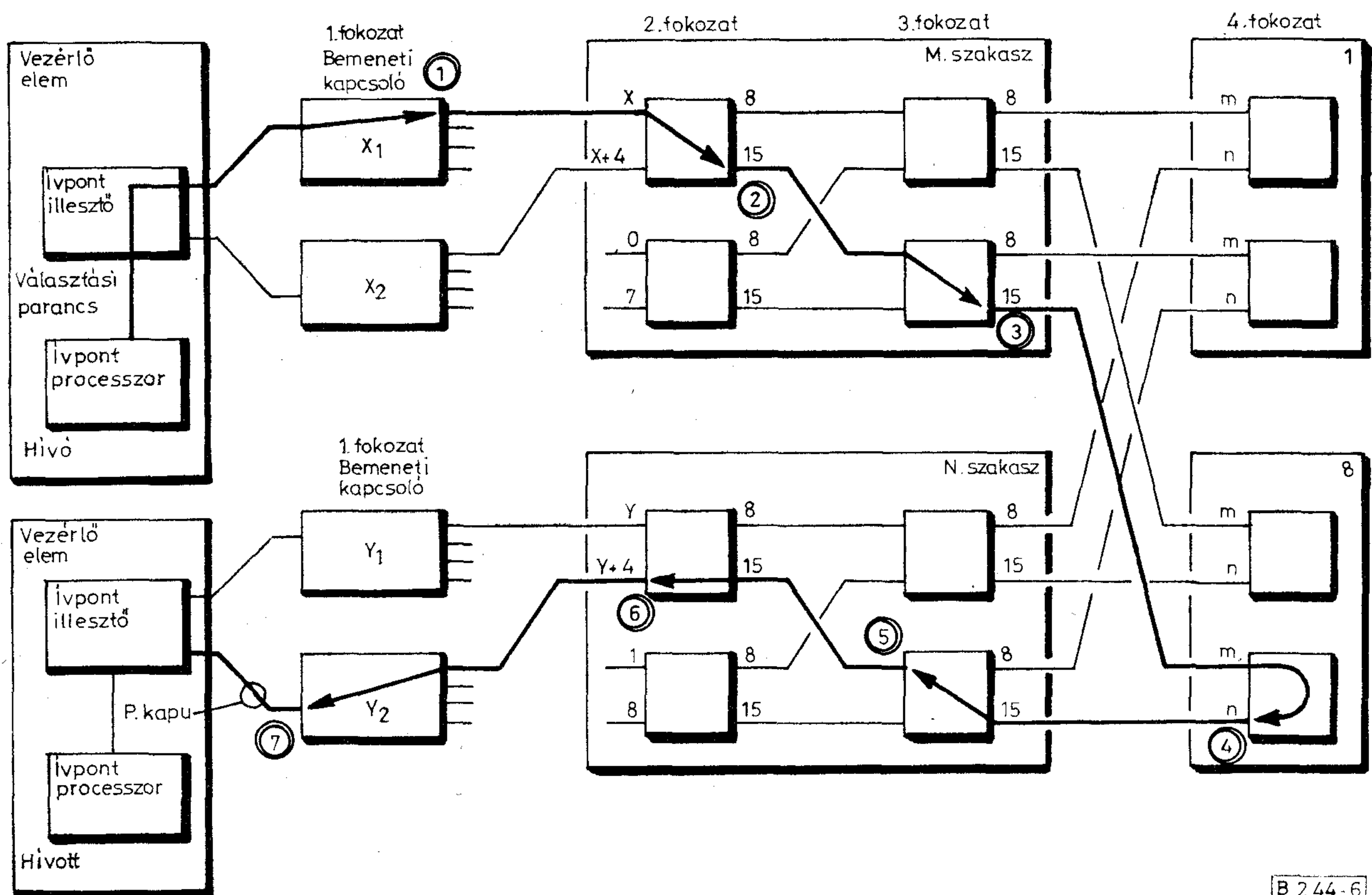
Az 5. ábra 3 lehetséges 16 bites csatornaformátumot mutat, melyek a digitális kapcsolómező belső PCM vonalain vannak használatban. A 16 bit közül az első kettő a digitális kapcsolóelem vezérlésére szolgál. Az első a nyugalmi, azt jelenti, hogy az adott csatornán nincs információátvitel és valamely út elbontható. A második változat azt jelzi, hogy a további bitek beszédmintát vagy adatot tartalmaznak. A harmadik konfiguráció azt jelenti, hogy a szó többi bitje út vezérlési kódot tartalmaz, amely megmutatja, hogy a 16 kimenő PCM vonal közül melyiket, és hogy a választott PCM vonal 32 kimenő csatornája közül melyiket kell használni. A 6. ábra egy kapcsolat felépítését ábrázolja a kapcsolómezőben.

Hívásfelépítés

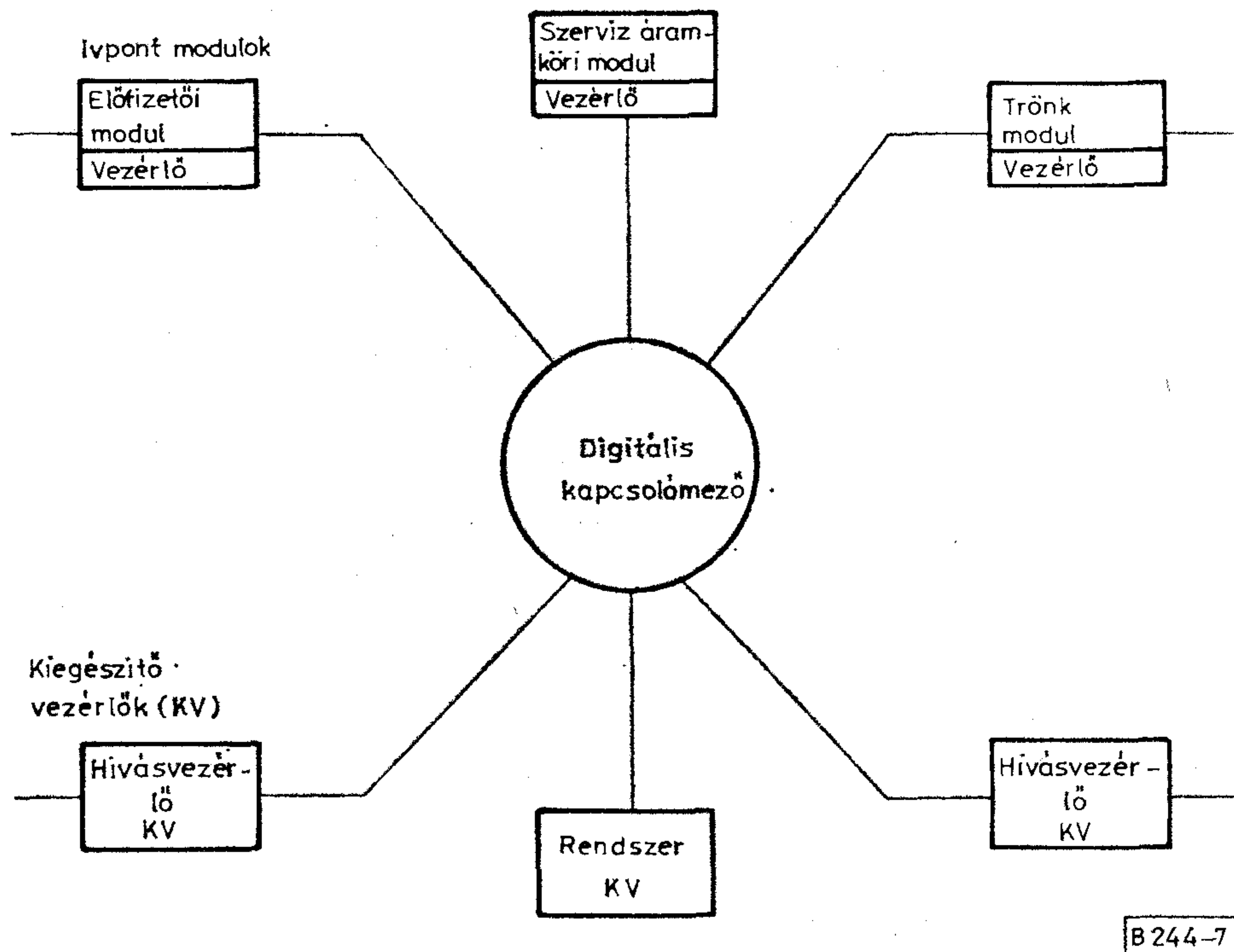
Végezetül pedig a 7. ábra segítségével csupán címszavakban tekintsük át, milyen lépéseken keresztül épül fel egy kimenő hívás. Az egyes egységek között mindig a kapcsolómezőn keresztül létesül kapcsolat, az előzőekben már leírt módon.

1. Lefoglalás.

- vonallefoglalás,
- szabad billentyűs kód-vevő kérés,
- szabad billentyűs kód-vevő azonosítása,
- készenlét,
- billentyűs készülékhez csatlakozás,
- kész.



6. ábra. Útfelépítés a négyfokozatú kapcsolómezőn



7. ábra. Egy hívásfelépítésben résztvevő blokkok

2. Számjegybevételezés.

- a) számjegyvételezés,
- b) számjegy továbbítása a jelzés adáshoz,
- c) trönklefogalás,
- d) trönkkérés,
- e) trönkazonosítás visszaküldése,
- f) útfoglalás,
- g) trönkvezérlés indítás.

3. Számjegytoábbítás.

- a) szabad MFC adó kérés,
- b) adóazonosítás,
- c) csatlakozás és nyugtázás,
- d) készenlét adásra,
- e) tárcsázott számjegyek továbbítása,
- f) számjegyek az adóhoz,
- g) számjegyek a trönkhöz,
- h) visszamenő jelzések.

4. Nyomógombos vevő felszabadulása.

A további fázisokat részletezés nélkül:

- 5. MFC adó felszabadítása.
- 6. Út megnyitása.
- 7. Csengetés és válasz.
- 8. Beszélgetés.
- 9. Bontás.

A korlátozott terjedelem miatt csak ízelítőt tudunk nyújtani erről a rendszertechnikájában, konstrukciójában, technológiájában, különböző megoldásaiban eredeti, valóban korszerű központról, de akit részleteiben is érdekel a központcsalád, vagy az ismertetésünk alapját képező 1240-es tagja, az az Electrical Communication (The Technical Journal of ITT) 1979. évi 3. számában bőséges anyagot talál róla, és a „2000 hálózatának” koncepciójáról is.

TARTALOM

СОДЕРЖАНИЕ

INHALT

CONTENTS

ETO 007:621.391

Dr. Kerpán I.:

Az információelmélet alapfogalmairól

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

Az idevágó vitához kapcsolódva a szerző állást foglal amellett, hogy az információt rendszerelméletileg, a kibernetikai rendszerekhez kötve kell kvalitatív oldalról meghatározni: az entrópia az információelmélet alapfogalmainak (entropia, a zajos csatorna vesztesége és kapacitása) a kódolással összefüggésben objektív tartalmuk van. Ennek alátámasztására röviden ismerteti korábbi gondolatmenetét, mellyel fenti fogalmakat szigorúan a kódolási interpretációhoz ragszkodva törekedett felépíteni.

ETO 621.3.049.771.14:621.317.799

Diószeghy Gy.—Holéczy Gy.—Bánki F.:

LSI áramkörök vizsgálati technológiájának néhány kérdése

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A szerző röviden áttekinti az alkalmazható vizsgálati lehetőségeket (funkcionális ellenőrzés, hibadiagnosztika), kapcsolódásukat a gyártástechnológia igényeihez, a vizsgálatokhoz alkalmazható eszközöket, berendezéseket. Részletesebben foglalkozik egyes, a 8080 áramkör vizsgálatára kialakított célberendezésekkel, ezek programozási kérdéseivel, ismerteti a berendezésekkel eddig nyert tapasztalatokat.

ETO 517.518.8:517.544.8

Dr. Nagy J.:

A végelemek módszerének alkalmazása elektromechanikai peremérték feladatok megoldására

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A végelemek módszere általánosan alkalmazható numerikus eljárás a gyakorlatban előforduló tetszőleges geometriájú szerkezetek vizsgálatára. A módszer alapvető lépéseinek ismertetése után bemutatjuk, hogyan alkalmazható a módszer a piezoelektromos anyagokra felírt Lagrange függvény extrémizálása útján elektromechanikus építőelemek analizisére, és bemutatjuk az e célra való számítógép program felépítését.

ETO 621.3.049.771.14:621.317.7:681.325

Gudra T.—Holéczy Gy.—Temesvári Zs.:

LSI áramkörök vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A KKVMF Híradásipari Intézetében évek óta folyó kutatás-fejlesztési munka szerves részeként került kifejlesztésre — a Telefongyár ezirányú mérés technológiai problémájának megoldására — egy olyan mikroprocesszor vezérelt vizsgáló céleszköz, amely a 8080 és 8085 típusú μ P-t, valamint az azokra épülő mikrogepek egyéb áramköreit vizsgálja.

A cikk a céleszköz bemutatását, valamint az alkalmazott vizsgálati módszerek, stratégiák ismertetését tűzi ki célul.

ETO 621.391.883.2:621.396.61.018.756

Borbély E.—Dr. Gyárfás A.:

Impulzusüzemű összeköttetések vizsgálata korlátozott adóteljesítmény esetén

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

Korlátozott adóteljesítménynél célszerű az adó eszközt impulzusüzemben működtetni, mivel így az átlagteljesítmény többszöröse érhető el. A keskeny nagyintenzitású impulzusok vétele azonban meghatározza a vevő rendszerét, jellemzőit. Lehet-e impulzusüzemben jel-zaj viszony növekedést elérni és mik ennek a feltételei? Milyen egyéb előnyök származhatnak az impulzusüzemből? A cikk ezeknek a problémáknak elméleti és gyakorlati eredményeivel foglalkozik.

ETO 621.3.049.772:621.372.821

Izsák T.—Lukács Gy.:

Vastagréteg technológiával készült mikrohullámú szalagvonalas áramkörök vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A cikk ismerteti a szalagvonalas áramkörök mikrohullámú felhasználásait. Összehasonlítja a vékony- és vastagréteg technológiákkal gyártott áramköröket az erre a célra tervezett sávszűrők vizsgálatával. Mérési eredményekre támaszkodva megállapítja, hogy a mikrohullámú szalagvonalas áramkörök többségénél a drága vékonyréteg technológiai gyártás helyettesíthető vastagréteg technológiával. Tartalmazza a gyártási technológiák rövid leírását.

ETO 621.394.68:621.394.74/76

Klatsmányi B.—Gyuris Á.—Pintér I.:

Üzemelő táviró központok, ill. hálózatok fejlesztésének és mérésének kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

Az üzembiztos együttműködés érdekében elengedhetetlen az elektromechanikus hálózat kritikus paramétereinek rendszeres mérésellenőrzése. A cikk a kritikus paramétereket, a paraméterek mérésére alkalmas berendezéseket, valamint a berendezések hálózathoz történő illesztésének kérdéseit tárgyalja.

ETO 621.394.68

Gyuris Á.—Pintér I.:

Automatikus trunk vizsgáló berendezés

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A berendezés táviró trunkök minőségi vizsgálatát teszi lehetővé. A vizsgálati módszer és a mérendő paraméterek értéke a CCITT R 7-es ajánlatában leírtak szerint történik.

ETO 621.3.049.77:621.317.7—52

Diószeghy Gy.—Erdős E.:

A híradástechnikai nagyberendezések konstrukciós kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A Híradásipari Intézetben széleskörű kutatómunka folyt a nagybonyolultságú digitális és analóg integrált áramkörök mérőautomatái konstrukciós kérdéseiről, az OTTKT K—07 célprogram keretében.

A cikk a kutatómunka eredményeit ismerteti, kiemelve a híradástechnikai nagyberendezések konstrukciós kérdéseinek összesítését; az egységesítésre vonatkozó javaslatokat, valamint a kutatómunka konkrét eredményeinek alkalmazását az oktatásban.

ETO 621.375.4.026:621.382.323.029.6

Lukács Gy.:

Mikrohullámú FET tranzisztoros teljesítményerősítő

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A szerző ismerteti a FET tranzisztoros teljesítményerősítők alkalmazásának lehetőségeit mikrohullámú berendezésekben. Foglalkozik a tervezés menetével és a mikrohullámú realizációval. Tárgyalja az illesztő hálózatok tervezését, az áramkör védelem megvalósítását, valamint a konstrukciós problémákat. Egy elkészült háromfokozatú erősítő mérési eredményeit is megadja.

ETO 621.376.32:621.376.4

Dr. Póczy A.—Gedeon E.:

Frekvenciamodulált jelek fáziskövető rendszerű demodulálása

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A frekvenciamodulált jelek felhasználói és professzionista vevőkészülékeinek demodulátorával szemben támasztott követelmények — kis nemlineáris torzítás, nagy linearitás és az interferáló, zavaró jelekkel szembeni nagyfokú védetség — kielégítésére a hagyományos megoldásokat tekintve általában csak kompromisszum útján lehetséges. A szerző olyan rendszert ismertet (PTL — Phase Tracking Loop), amely működési elvéből adódóan eleget tesz az említett — egymásnak részben ellentmondó — követelmények mindegyikének.

ETO 621.3.049.75:621.317.7—52

Massziné, Windisch N.—Rómer M.—dr. Trónné Telkes I.:

Diagnosztizálási lehetőségek a KANDOMAT mérőautomatán

HÍRADÁSTECHNIKA 1982. 9. sz.

A KANDOMAT szerelt nyomtatott áramköri kártyák vizsgálatát végzi. A vizsgálatok sorrendje: folytonossági teszt, in-circuit-teszt, funkcionális teszt. A módszer a go-no go, ami egyértelműen megállapítja, hogy a kártya jó-e vagy sem. A hibaszimulációt a manuálisan bémért jó kártyákról készített VSP-k helyettesítik, ezek vizsgálati eredményeihez vannak beállítva az elemek lekérdezendő paraméterei.

Diagnosztizálási szempontból az elemeknek és áramköröknek három csoportjáról van szó: diszkrét elemek, analóg áramkörök és digitális áramkörök.

* * *

DK 007:621.391

Керпан, И.:

Об основных понятиях теории информации

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

Примыкаясь к дискуссиям, продолжающимся по этим вопросам, автор выступает за то, что: информацию нужно определить по теории систем с качественной стороны, привязывая ее к кибернетическим системам; энтропия является количественной характеристикой информации, примыкающей к кодированию; основные понятия теории информации (энтропия, потери и мощность шумного канала) в связи с кодированием имеют объективное содержание. Для подкрепления этого автор кратко излагает прежний ход своих мыслей, чем постарался построить указанные понятия, строго придерживаясь интерпретации кодирования.

DK 621.3.049.771.14:621.317.799

Диосеги Д.—Холецки Д.—Банки Ф.:

Некоторые вопросы технологии испытания схемы LSI

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

Автор дает краткий обзор о применяемых возможностях испытания (функциональная проверка, диагностика ошибки), их связь с требованиями технологии, о средствах и аппаратах применяемых для испытаний. Более подробно занимается целевыми аппаратами, создаваемыми для испытания схем в количестве 8080, их программированием, излагает накопленные с аппаратами опыты.

DK 517.518.8:517.544.8

д-р Надь, Я.:

Применение метода конечных элементов для решения электромеханических предельных величин

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.)

Метод конечных элементов представляет собой обычно применяемый численный способ для изучения конструкций с произвольной геометрией. Вслед за изложением важнейших шагов метода представляется, как может быть использован метод для анализа электромеханических строительных элементов путем экстремизации функции Лагранжа на пьезоэлектрические материалы. В заключение дается краткое изложение программы на ЭВМ для выполнения расчетов.

DK 621.3.049.771.14:621.317.7:681.325

Гудра Т.—Холецки Д.—Темешвари Ж.:

Испытание схемы LSI

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

В Институте Промышленности Связи ККВМФ в качестве органической части проведенных в течение нескольких лет работ по исследованию и разработке — по решению аналогичной проблемы технологии измерения завода Телефондьяр — разработано такое специальное средство испытания с микропроцессорным управлением, которое обеспечивает испытание μP типа 8080 и 8085, также другие схемы построенных на них микромашин.

Назначенная цель данной статьи продемонстрирование специального средства, а также методов испытания и используемой стратегии.

DK 621.391.883.2:621.396.61.018.756

Борбей, Е.—Др. Дьярфаш, А.:

Испытания связи импульсного режима при ограниченной мощности передачи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

При ограниченной мощности передачи целесообразно эксплуатировать средство передачи в импульсном режиме, таким путем достигается многократность средней мощности. Прием ускополосных импульсов большой интенсивности определяет систему приемника и его характеристики. Можно ли в импульсном режиме достичь увеличения соотношения сигнал — шума и при каких условиях? Какие другие преимущества возникают при импульсном режиме? Статья рассматривает принципиальные и практические результаты данной проблемы.

DK 621.3.049.772:621.372.821

Ижак, Т.—Лукач, Д.:

Испытание микровольновых лентолинейных схем, изготовленных толстопленочной технологией

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

Доклад знакомит с микровольновыми применениями лентолинейных схем. Сравняются схемы, изготовленные тонко- и толстопленочной технологией с испытанием полосовых фильтров, проектированных для этой цели. Опираясь на результаты произведенных измерений констатируется, что при большинстве микровольновых лентолинейных схем дорогостоящая тонкопленочная технология может быть заменена толстопленочной технологией. Дается короткое описание технологий производства.

DK 621.394.68:621.394.74/76

Клатшмани Б.—Дюриш А.—Пинтер И.:

Вопросы разработки и измерения действующих телеграфных станций, т. е. сетей

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

В интересах надежного сотрудничества предявляется необходимость в систематическом измерении и проверке критических параметров электро-механических сетей. Статья рассматривает вопросы критических параметров, аппаратуры для измерения параметров, а также стыковку аппаратуры к сети.

DK 621.394.68

Дюриш А.—Пинтер И.:

Автоматическая аппаратура для испытания РСЛ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

Аппаратура обеспечивает качественное испытание телеграфных РСЛ. Метод исптания и значения измеряемых параметров соответствуют рекомендациям Р7. МККТГ.

DK 621.3.049.77:621.317.7—52

Диосегхи Д.—Ердёш Е.:

Вопросы конструкции больших оборудований техники связи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

В Институте Промышленности Связи проведена обширная исследовательская работа по вопросам конструкции измерительных автоматов цифровых и аналоговых интегральных схем большой сложности в рамках целевых программ ОТТКТ К—07.

Статья излагает результаты исследовательских работ, подчеркивая обобщение вопросов конструкции больших оборудований техники связи, предложения по унификации, а также применение конкретных результатов исследования в просвещении.

DK 621.375.4.026:621.382.323.029.6

Лукач, Д.:

Микроволновый усилитель мощности на транзисторах ФЕТ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

Автор излагает возможности применения усилителей мощности на транзисторах ФЕТ в микроволновых установках. Освещается ход проектирования и микроволновая реализация. Излагаются проектирование сетей стыковки осуществление защиты цепи, а также конструкционные проблемы. Даются результаты измерений для испытания уже готового трехкаскадного усилителя.

DK 621.376.32:621.376.4

Др. Поца, А.—Гедзон, Э.:

Демодуляция частотомодулированных сигналов в фазоследящей системе

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982 № 9.

Удовлетворение требованиям, предъявленным демодулятору пользователей частотно-модулированных сигналов и профессиональных приемных аппаратов — небольшое нелинейное искажение, большая линейность и высокая защищенность от интерферирующих и мешающих сигналов — традиционными решениями вообще возможно лишь путем компромисса. Статья познакомит с такой системой (PTL — Phase Tracking Loop), которая в результате принципа действия удовлетворяет каждому — отчасти противоречащему друг другу — из упомянутых требований. Вслед за изложением принципиальных основ работы системы и ее линейной модели с малыми сигналами даются некоторые точки зрения для проектирования схемы и излагаются вопросы ее реализации.

DK 621.3.049.75:621.317.7—52

Массине Виндиш, Н.—Ремер М.—Др. Тронне Телкеш, И.:

Возможности диагностики на измерительном автомате

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1982. № 9.

КАНДОМАТ выполняет испытание смонтированных плат печатного монтажа. Порядок проведения испытаний: тест непрерывности, тест "н-ннннн", функциональный тест. Используемый метод это „яо-но, го“, которых единогласно определяет исправность или неисправность печатной платы. Симуляция неисправности заменяется вручную измеренной, снятой с исправной платы спецификацией испытания, к результатам испытания этого настроены и параметры запросов элементов.

* * *

DK 007:621.391

Dr. Kerpán, I.:

Über die Grundbegriffe der Informationstheorie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Im Zusammenhang mit den diesbezüglichen Debatten, nimmt der Verfasser Stellung dafür, dass die Information, systemtheoretisch mit Bezugnahme auf die Kybernetik, von der qualitativen Seite bestimmt werden muss. Die Entropie ist eine Quantitätscharakteristik der Information, welche zu der Kodierung gebunden ist. Die Grundbegriffe der Informationstheorie (z. B. Entropie, Kapazität und Verlust des Geräuschkanals) haben im Zusammenhang mit der Kodierung einen objektiven Inhalt. Zur Unterstützung dessen, setzt der Verfasser seinen früheren Gedankengang fort, indem er die obigen Begriffe streng auf die Kodeninterpretation bestehend aufzubauen versuchte.

DK 621.3.049.771.14:621.317.799

Diószeghy, Gy.—Holéczy, Gy.—Bánki, F.:

Einige Fragen über die Prüftechnologie LSI-Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Die Verfasser dieses Artikels geben uns eine kurze Übersicht von den verwendbaren Prüfmöglichkeiten (Funktionskontrolle, Fehlerdiagnostik), sowie von ihrem Zusammenhang mit den fertigungstechnologischen Ansprüchen. Es werden ausserdem die zu den Prüfungen verwendbaren Mittel und Geräte erörtert. Der Artikel befasst sich ausführlicher mit einigen Spezialrichtungen, die zur Prüfung den „8080“ Stromkreises konstruiert wurden. Wir erfahren ausserdem mehrere Einzelheiten über die Programmierung dieser Prüfgeräte und über die bisherigen Betriebserfahrungen.

DK 517.518.8:517.544.8

Dr. Nagy, J.:

Verwendung der Methode von beschränkten Elementen in der Lösung für die elektromechanischen Grenzwertaufgaben

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Die Methode der beschränkten Elemente ist ein allgemein verwendbares numerisches Verfahren zur Prüfung der in der Praxis vorkommenden Strukturen beliebiger Geometrie. Nach der Vorführung der grundlegenden Schritte der Methode wird es gezeigt, wie man diese Methode zur Analyse von elektromechanischen Bauelementen mittels der Extremisierung der Lagrange-Funktion für piezoelektrischen Materialien verwenden kann. Ausserdem können wir einiges über den Aufbau eines zu diesem Zweck ausgearbeiteten Computer-Programms erfahren.

DK 621.3.049.771.14:621.317.7:681.325

Gudra, T.—Holéczy, Gy.—Temesvári Zs.:

Prüfung von LSI Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982 Nr. 9.

Im Institut für Nachrichtentechnik der Hochschule Kandó Kálmán für elektrotechnische Industrie, wurde als eng verbundener Teil einer seit Jahren geführten Forschungs- und Entwicklungsarbeit ein neues Prüfgerät, mit Mikroprozessorsteuerung entwickelt. Dieses zur Lösung des diesbezüglichen Problems der Telefonfabrik entwickelte Prüfgerät kann die Mikroprozessoren des Typs 8080 und 8085 sowie die übrigen Stromkreise solcher Mikrogeräte prüfen, welche auf die erwähnten Mikroprozessoren basiert sind.

Das Hauptziel dieses Artikels ist die Vorzeigung dieses Spezialgerätes, sowie die Bekanntmachung der verwendeten Prüfmethode und Strategien.

DK 621.391.883.2:621.396.61.018.756

Dr. Borbély, E.—Dr. Gyárfás, A.:

Impulsbetriebliche Verbindungsprüfungen bei beschränkter Senderleistung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Bei beschränkter Senderleistung ist es zweckmässig die Sendereinrichtung in Impulsbetrieb funktionieren lassen. So kann man nämlich das Mehrfache der Durchschnittleistung erreichen. Der Empfang der schmalen Impulse hoher Intensität bestimmt jedoch das Empfangssystem mit seinen Kennwerten. Ob man im Impulsbetrieb die Erhöhung des Signal/Geräusch Verhältnisses erreichen kann und welche sind dessen Voraussetzungen? Was für andere Vorteile stammen aus dem Impulsbetrieb? Der Artikel befasst sich mit den theoretischen und praktischen Ergebnissen dieser Probleme.

DK 621.3.049.772:621.372.821

Izsák, T.—Lukács, Gy.:

Prüfung der mit Dickschichttechnologie hergestellten Mikrowellen-Bandleitungsschaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Der Artikel berichtet über die Verwendung der Bandleitungsschaltungen in der Mikrowellentechnik. Es werden die Prüfungen der mit Dünn- und Dickschichttechnologien hergestellten Schaltungen, mit den Prüfungen der zu diesem Zweck konstruierten Bandfilter verglichen. Auf Grund der Messergebnisse kann man behaupten, dass bei der Mehrheit der Mikrowellen-Bandleitungsschaltungen die sehr teure Dünnschichttechnologie durch die billigere Dickschichttechnologie ersetzt werden kann. Der Artikel enthält ebenfalls die kurze Beschreibung der verschiedenen Fertigungstechnologien.

DK 621.394.68:621.394.74/76

Klatmányi, B.—Gyuris, A.—Pintér I.:

Fragen der Entwicklung und der Messung von funktionierenden Telegrafzentralen, bzw. Netzsystemen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Im Interesse der funktionsicheren Zusammenarbeit ist die regelmässige Messung und Prüfung der kritischen Parameter des elektromechanischen Netzsystems unentbehrlich. Der Artikel behandelt die kritischen Parameter, die zur Messung der Parameter geeigneten Prüfgeräte, sowie die Anpassung dieser Geräte zum Netzsystem.

DK 621.394.68

Gyuris, A.—Pintér, I.:

Automatisches Trunk-Prüfgerät

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982 Nr. 9.

Das im Titel erwähnte Gerät ermöglicht die Qualitätsprüfung von Trunk-Systemen in der Telegrafie. Das Prüfsystem und die Werte der zu prüfenden Parameter erfolgen laut der Angaben des Vorschlags CCITT R7.

DK 621.3.049.77:621.317.7—52

Diószeghy, Gy.—Erdős, E.:

Konstruktionsfragen der fernmeldetechnischen Grossanlagen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Im Institut für Nachrichtenwesen wurde — im Rahmen des Zielprogramms OTTKT K—07, — eine ausgebreitete Forschungsarbeit durchgeführt über die Konstruktionsfragen der Prüfautomaten für die digitalen und analogen integrierten Schaltungen grosser Kompliziertheit.

Der Artikel berichtet über die Ergebnisse der Forschungsarbeit mit von fernmeldetechnischen Grossanlagen, sowie der Vorschläge hinsichtlich der Vereinheitlichung und Verwendung von konkreten Ergebnissen der Forschungsarbeit im Fachunterricht.

DK 621.375.4.026:621.382.323.029.6

Lukács Gy.:

Auf FET Transistoren basierter Mikrowellen-Leistungsverstärker

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Der Verfasser erörtert die Anwendungsmöglichkeiten der auf FET Transistoren basierten Leistungsverstärker bei den Mikrowellenanlagen. Der Planungsablauf und die Realisation in der Mikrowellentechnik wird bekanntgegeben. Der Artikel befasst sich ferner mit der Planung der Anpassungsnetze, mit der Verwirklichung des Stromkreisschutzes sowie mit verschiedenen Konstruktionsproblemen. Es werden ausserdem die Messergebnisse eines gefertigten dreistufigen Verstärkers bekanntgegeben.

DK 621.376.32:621.376.4

Dr. Pócza, A.—Gedeon, E.:

Demodulierung von Frequenzmodulierten Signalen mit Hilfe eines Phasenfolgesystems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Die Erfüllung der Forderungen für die Demodulatoren der verwen- der von frequenzmodulierten Signalen und ihrer professionellen Empfänger können mit den traditionellen Lösungen im allgemeinen nur mit Kompromissen gelöst werden. Solche Forderungen sind z. B. kleine nicht-lineare Verzerrung, grosse Linearität und grosswertiger Schutz gegen Störungssignale. Der Verfasser berichtet über ein System (PTL = Phase Tracking Loop), welches allen der erwähnten — teilweise zueinander im Widerspruch stehenden — Forderungen entspricht.

DK 621.3.049.75:621.317.7—52

Massziné, Windisch N.—Römer, M.—Frau Dr. Trón, I.:

Diagnostikmöglichkeiten mit dem Prüfautomaten KANDOMAT

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. Nr. 9.

Der Prüfautomat KANDOMAT durchführt die Prüfung von bestückten Karten mit gedruckter Schaltung. Die Reihenfolge der Prüfungen: Kontinuitätsprüfung, "in-circuit" Prüfung, Funktionsprüfung. Es wird die "go-no go" Methode verwendet, mit welcher eindeutig behauptet werden kann, ob die Karte gut ist oder nicht. Die Fehlerzahlerfassung wird durch von den manuell geprüften guten Karten gefertigten Spezifikationen ersetzt, zu deren Prüfergebnisse die zu befragenden Parameter der Komponenten eingestellt sind.

Vom Standpunkt der Diagnostik handelt es sich um 3 Gruppen der Elemente und Stromkreise, und zwar; diskrete Elemente, Analogstromkreise und Digitalstromkreise.

UDC 007:621.391

Dr. Kerpán, I.:

On the fundamental concepts of information theory

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

Regarding the related controversy, the author took a stand on stating that information is to be determined from a qualitative point of view in system theory in connection with cybernetic systems; entropy is a quantitative characteristic of information related to coding; elements of information theory (entropy, loss of noisy channel and channel capacity) has got objective contents in connection with coding. In support of this the author sets forth his former train of thoughts by means which he tried to determine the above conceptions strictly according to coding interpretation.

UDC 621.3.049.771.14:621.317.799

Diószeghy, Gy.—Holéczy, Gy.—Bánki, F.:

Some problems of LSI circuit testing technology

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The author gives a brief description of the applicable testing methods (functional control, fault diagnosis), of the relationship between them and the measuring process, the devices and equipments applicable to testing. There is a more detailed description of some special equipments designed for 8080 circuit testing. The paper touches upon the questions of how to program them, describes the gained experiences.

UDC 517.518.8:517.544.8

Dr. Nagy, J.:

Application of the finite element method to piezoelectric boundary value problems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The method of finite elements is widely used for analysing devices of arbitrary geometric structures. On accounting for the fundamental steps of this process the paper describes how this method can be applied to analyzing electromechanic building units by extremizing the Lagrangian for piezoelectronic materials, and the structure of computer program for this purpose is introduced.

UDC 621.3.049.771.14:621.317.7:681.325

Gudra, T.—Holéczy, Gy.—Temesvári, Zs.:

Testing of LSI circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

In the Institute of Telecommunication of the Kandó College for Electrical Engineering a special device has been developed as an organic part of a research and development work of long duration. It aimed at solving similar measuring technological problems of the Factory „Telefongyár”. It is a microprocessor controlled device for testing 8080 and 8085 μ P-s and other circuits of micromachines based on them. The paper is aimed at demonstrating this special device, and describing the applied methods and strategies.

UDC 621.391.883.2:621.396.61.018.756

Borbély, E.—Dr. Gyárfás, A.:

Pulse controlled connection tests at limited transmitting power

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

It would be more expedient if the transmitting device were pulse controlled, as a multiple of average power be achieved. However the system and characteristics of the receiver are determined by receiving highly intensive narrow pulses. Can a signal-to-noise ratio be increased under pulse control and what are the conditions? What are the advantages of pulse control? The article focuses on the conceptual and practical solutions of the above problems.

UDC 621.3.049.772:621.372.821

Izsák, T.—Lukács, Gy.:

Testing microwave strip-line circuits made by thick-film technology

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The article centers upon the microwave applications of strip-line circuits. Special bandpass filters have been tested for comparing thin- and thick-film circuits. Relying upon test results the conclusion has been drawn that in case of the majority of strip-line circuits the expensive thin-layer technology can be substituted for a thick-layer one. A brief description of the manufacturing process is given.

UDC 621.394.68:621.394.74/76

Klatsmányi, B.—Gyuris, Á.—Pintér I.:

Questions of developing and measuring operating telex exchanges and networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

In the cause of the reliable collaboration the regular measuring of the critical parameters of the electromechanical network is inevitable. The paper focuses on these critical parameters, the equipment applicable to measuring the parameters and their joining to the network.

UDC 621.394.68

Gyuris, Á.—Pintér, I.:

Automatic trunk measuring equipment

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The equipment is suitable for the qualitative measuring of telegraphic trunks. The test method and parameter values to be determined correspond to the CCITT Recommendation R 79.

UDC 621.3.049.77:621.317.7—52

Diószeghy, Gy.—Erdős, E.:

Design problems of telecommunication large-scale equipment

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

Within the framework of OTTK K—07 target program an extensive research work in relation to some design problems of complicated digital and analogue integrated circuits' measuring automata has been completed.

This paper covers the results of this research work centering upon design problems of telecommunication large-scale equipment, projects of unification and application of scientific achievements to education.

UDC 621.375.4.026:621.382.323.029.6

Lukács, Gy.:

Microwave FET transistor power amplifier

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The author centers upon the possibility of using FET transistor power amplifiers in microwave devices. He treats design process and microwave realization. Matching network design, competition of circuit protection and construction problems are treated. The measured values of a completed three-stage amplifier are also given.

UDC 621.376.32:621.376.4

Dr. Pócza, A.—Gedeon, E.:

Phase-track demodulation of frequency modulated signals

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The requirements of demodulators of consumer and professional FM receivers—low non-linear distortion, high linearity and proper protection from interfering disturbances—can be satisfied only with a compromise, considering the traditional methods. The author gives a description of a system (PTL—Phase Tracking Loop) which can meet each, partially contradictory requirement, proceeding from its principle of operation.

UDC 621.3.049.75:621.317.7—52

Massziné Windisch, N.—Rómer, M.—dr. Trónné Telkes, I.:

Diagnostical facilities of the measuring automaton Type Kandomat

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1982. No. 9.

The measuring automata Type KANDOMAT tests mounted printed circuit boards. The sequence of tests is as follows: continuity test, in-circuit test, functional test. The go-no go method definitely decides whether the card is good or not. Fault simulation is substituted for test instructions made from manually calibrated good cards. Polling parameters of the elements are adjusted to their test results. From diagnostic point of view 3 groups of elements are concerned: discrete elements, analogue circuits and digital ones.

HÍRADÁSTECHNIKA

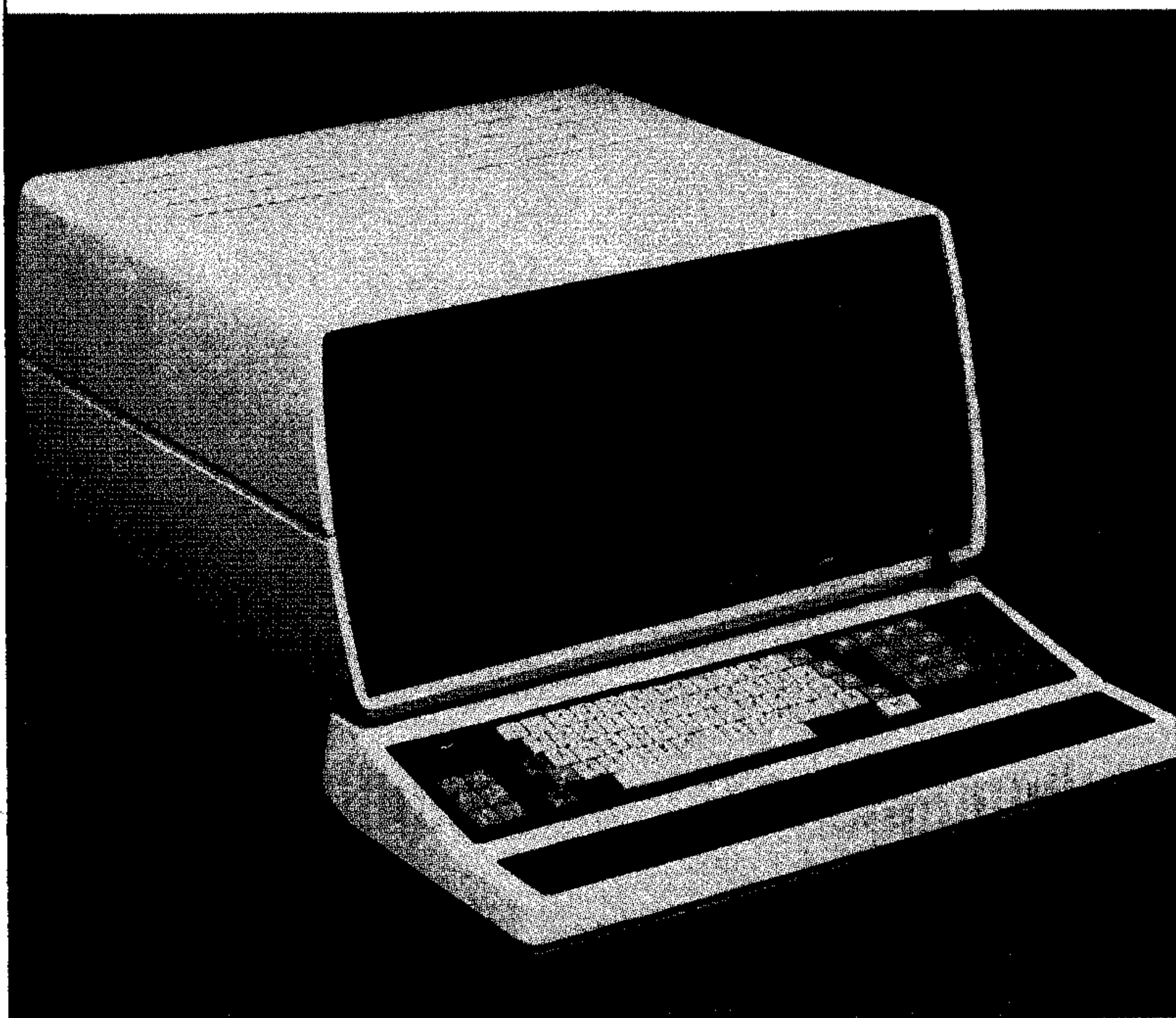
A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 138,— Ft, egész évre 276,— Ft. Egyes szám ára 23,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.



Computerta TELEFONGYÁR



TAP-34 intelligens terminál rendszer 1982-ben BNV-díjas termék



TAP-34 intelligens terminál rendszer (képernyő és klaviatúra)

A TAP-34 intelligens terminál rendszer alkalmazása lehetővé teszi, hogy nagyobb memóriát, feldolgozást, központi adatbázist, és/vagy programot igénylő munkák is megoldhatók legyenek a felhasználó helyszínén anélkül, hogy nagyobb számítógépes erőforrás rendelkezésre állna.

Az adatok generálása klaviatúráról történik és a gyűjtés céljára hajlékony mágnes lemez szolgál. A feldolgozás eredményét képernyőn, mátrix nyomtatón lehet megjeleníteni, a felhasználói feladat jellegéhez igazodva. A TAP-34 rendelkezik standard felhasználói programokkal, és egyedi programokat is készít a szállító.

A terminál a központi számítógéphez kapcsolódhat, a rendelkezésre álló hírközlő csatornán (telefon, távíró, fizikai összeköttetés.)

TERTA—TELEFONGYÁR 1956 Budapest Postafiók: 16

Exportálja: BUDAVOX H-1392 Budapest P.O.B. 267