



**A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA**

**XXXV. évfolyam  
B U D A P E S T**

**1984**

**4**

# HÍRADÁSTECHNIKA

## A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XXXV. évfolyam 1984. 4. szám

BHG ORION TERTA

## MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXX. évfolyam 1984. 4. szám

MEV REMIX TKI

## MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

II. évfolyam 1984. 4. szám

Felelős szerkesztő:  
DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke:  
HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:  
ANGYAL LÁSZLÓ  
MÉREY IMRÉNÉ  
SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ

\*

### SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

#### HTE

Rovatvezető: Mérey Imréné  
Dr. Flesch István  
Forintos György  
Gál Ferenc

#### BHG

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

#### MEV

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

#### ORION

Rovatvezető: Jakubik Béla  
Tudományos szerkesztő: Dr. Frigyes István  
Csernoch János, Froemel Károly, Szabó  
Károly, Szász Gerő

#### REMIX

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

#### TKI

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

#### TERTA

Rovatvezető: Bánsághi Pál  
Tudományos szerkesztő: Dr. Gordos Géza  
Baján Tibor, Benedek Elek, Halmi Gábor,  
Hutter Mihály

\*

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

### ROVATOK:

H	EGYESÜLETI ÉLET	Rovatgazda: HTE
□	RENDSZERTECHNIKA	Rovatgazda: TKI
#	KAPCSOLÁSTECHNIKA	Rovatgazda: BHG
↔	VEZETÉKES TECHNIKA	Rovatgazda: TERTA
*	VEZETÉKNÉLKÜLI TECHNIKA	Rovatgazda: ORION
▲	MIKROELEKTRONIKA	Rovatgazda: MEV
△	ALKATRÉSZECHNIKA	Rovatgazda: REMIX

### TARTALOM

#### PORPÁCZY ELEMÉR:

BK-12-E2 típusú 12 csatornás vivőfrekvenciás rendszer szim-  
metrikus kábeles vonalakra ..... 145

#### ÁDÁM JÁNOS-NEUMAYER BÉLA-SZEKERES BÉLA:

Haladóhullámú cső alacsony fűtőteljesítményű katóddal ..... 157

#### EGYESÜLETI HÍREK:

CONSTRONIC '84 ..... 160

3. TELEVÍZIÓTECHNIKAI Szeminárium és Kiállítás ..... 160

#### VOZÁK LÁSZLÓ:

Tv stúdiótechnika. Műsorkészítés az MTV-ben ..... 161

#### TÖLGYESI LÁSZLÓ:

Időosztásos beszédinterpoláció ..... 166

#### VARGA IMRE:

Érzékenységek számítása a módosított csomóponti analízis alapján 169

Pályázati felhívás: Az ésszerű anyagtakarékosság megvalósítása .... 175

#### MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALAT:

1024 bites sztatikus MOS RAM áramkör 2102 APC ..... 176

#### LE HOANG MAI:

Bórdiffúziós együttható meghatározása oxidáló atmoszférában vég-  
zett behajtás esetére ..... 180

Szemle ..... 184

#### DEÁK ERNŐ:

Keményfémek alkalmazása a BHG szerszámgyártásában ..... 185

Tartalmi összefoglalások ..... 191

BHG: Tv-átjátszó rendszerek ..... B/III, B/IV

# BK-12-E2 típusú 12 csatornás vivőfrekvenciás rendszer szimmetrikus kábeles vonalakra

PORPÁCZY ELEMÉR

Telefongyár



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a Telefongyár BK-12-E2 típusjelű új, 12 csatornás, szimmetrikus kábelben üzemeltethető vivőfrekvenciás rendszerét ismerteti. A fő jellemzők tárgyalása után részletesen bemutatja a rendszer felépítéséhez szükséges E2 konstrukciójú végállomási és felügyeleti középállomási betéteket, valamint a speciális konstrukciójú távtáplált erősítőket. (↔)

## Bevezetés

A nagy csatornaszámú telefonösszeköttetések mindig kisebb csatornanyalábok összefogásából jönnek létre. Következésképpen: a sokcsatornás gerincvonalai összeköttetések számának növekedése szükségszerűen a gazdaságosan létesíthető kis csatornaszámú vivőfrekvenciás összeköttetések iránti igényt is növeli. A postai körzethálózatok nagyarányú fejlesztése, a távbeszélő-hálózatnak a növekvő igényeknek megfelelő egyre nagyobb mértékű kiépítése rugalmasan és gazdaságosan kialakítható átviteltechnikai rendszereket kíván.

A nem postai hálózatokban a kis csatornaszámú rendszerek jó lehetőséget kínálnak vasútvonalak és az egyre nagyobb számban létesülő hosszú olaj- és gázvezetékek menti hírközlési igények kielégítésére. Ezeknek, a már jelenleg is meglévő és jövőben várhatóan tovább növekvő igényeknek a kielégítésére vette fel a Telefongyár gyártmányválasztékába a korszerűsített BK-12-E2 típusjelű kábeles átviteltechnikai rendszert.

## A BK-12-E2 rendszer fő jellemzői

- A BK-12-E2 rendszer szimmetrikus kábelben, kéthuzalos, különfrekvenciás üzemmódban működik. A kábel egy érnegyese két 12 csatornás összeköttetés létesíthető. A csatornák vonali frekvenciasávja 6–54 kHz (A–B irány) és 60–108 kHz (B–A irány). A rendszer által elfoglalt teljes frekvenciatartomány (a távriasztásra és távhibahely behatárolására felhasznált frekvenciákat is beleértve) 5–130 kHz.
- A rendszer a már meglévő régi, vagy az újonnan lefektetett szimmetrikus kábeleken egyaránt gazdaságosan telepíthető.
- A rendszer kis erősítésű változata végállomásból, felügyeleti középállomásból és távtáplált erősítőkből áll. A vég- és középállomás betétei az igényeknek megfelelően elhelyezhetők törpe keretben vagy normál magasságú (2600 mm) keretben.

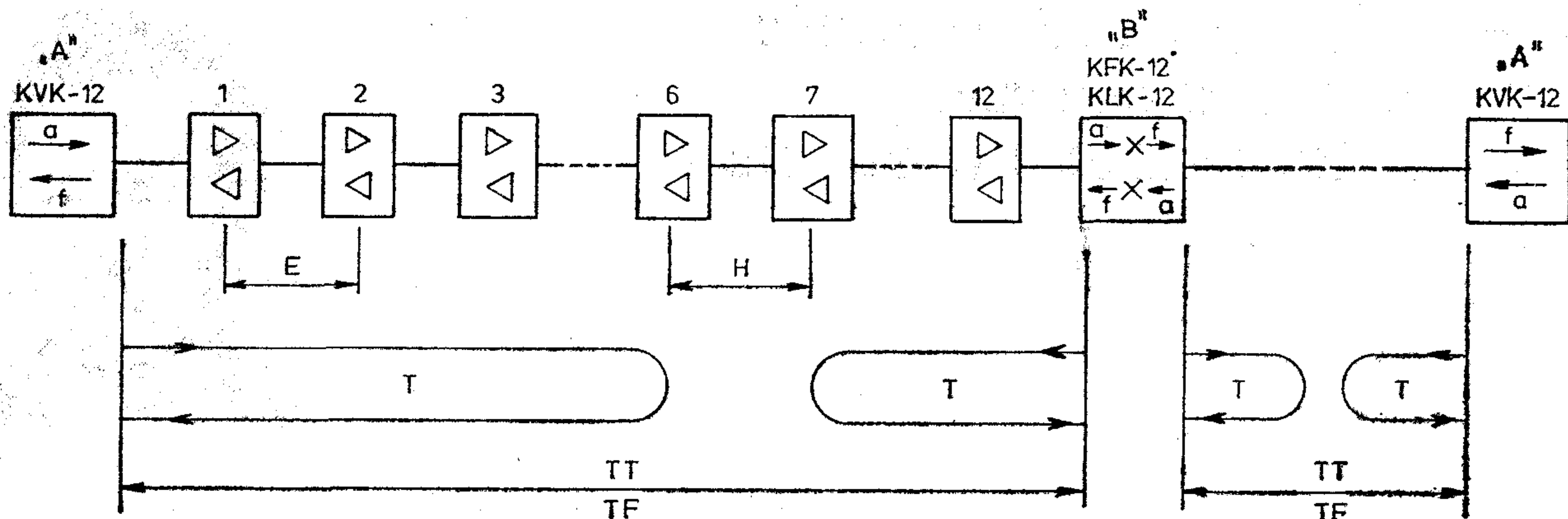
## PORPÁCZY ELEMÉR

Diplomáját 1961-ben szerezte a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának gyengeáramú szakán. 1961-től a BHG Híradástechnikai Vállalat átviteltechnikai fejlesztési osztályán fejlesztő-

mérnökként dolgozott. 1965-től a Telefongyár átviteltechnikai fejlesztési osztályán fejlesztőmérnök. Szakterülete a vezetékes átviteltechnikai rendszerek vonalszakaszi berendezései. Jelenleg az átviteltechnikai fejlesztési főosztály laboratóriumi fejlesztési csoportvezetője.

- A nagy erősítésű változat végállomásból és felügyeleti középállomásból áll.
- A komplett berendezés azonos mechanikai konstrukciójú betétekből állítható össze.
- A betétek és az áramköri egységek dugaszolással csatlakoztathatók egymáshoz és az állomási kábelezéshez.
- A rendszer automatikus vonali és csoport szintszabályozással rendelkezik.
- A berendezések a kábelben fellépő túlfeszültségek ellen védelemmel ellátottak.
- A középállomásokon a vivőfrekvenciás csatornák egy része a vonali sávból leágaztatható. A leágazó betét segítségével három csatorna sorosan (vesztesség nélkül) ágaztatható le és csatlakoztatható vissza vagy maximálisan hat csatorna párhuzamosan (vesztéségesen) vehető le.
- A rendszerben mind a felügyeleti állomásról, mind a távtáplált erősítőkről elérhető hangfrekvenciás összeköttetés létesíthető szolgálati célokra.
- A rendszer távellenőrzésre, hibahely-behatárolásra alkalmas távfelügyeleti áramkörökkel rendelkezik.
- Kis erősítésű rendszerben a távtáplált erősítő tápáram ellátása a vivőfrekvenciás érnegyeseből képzett fantomáramkörön történik. Egy végállomásról maximálisan 6, egy felügyeleti középállomásról — mindkét irányban — ugyancsak maximálisan 6 távtáplált erősítő táplálható. A vonalszakasz felépítése az 1. ábrán látható.
- A berendezések — az igényeknek megfelelően — váltakozó áramú hálózati vagy telepes táplálású változatban készülnek.

Beérkezett: 1983. XII. 7.

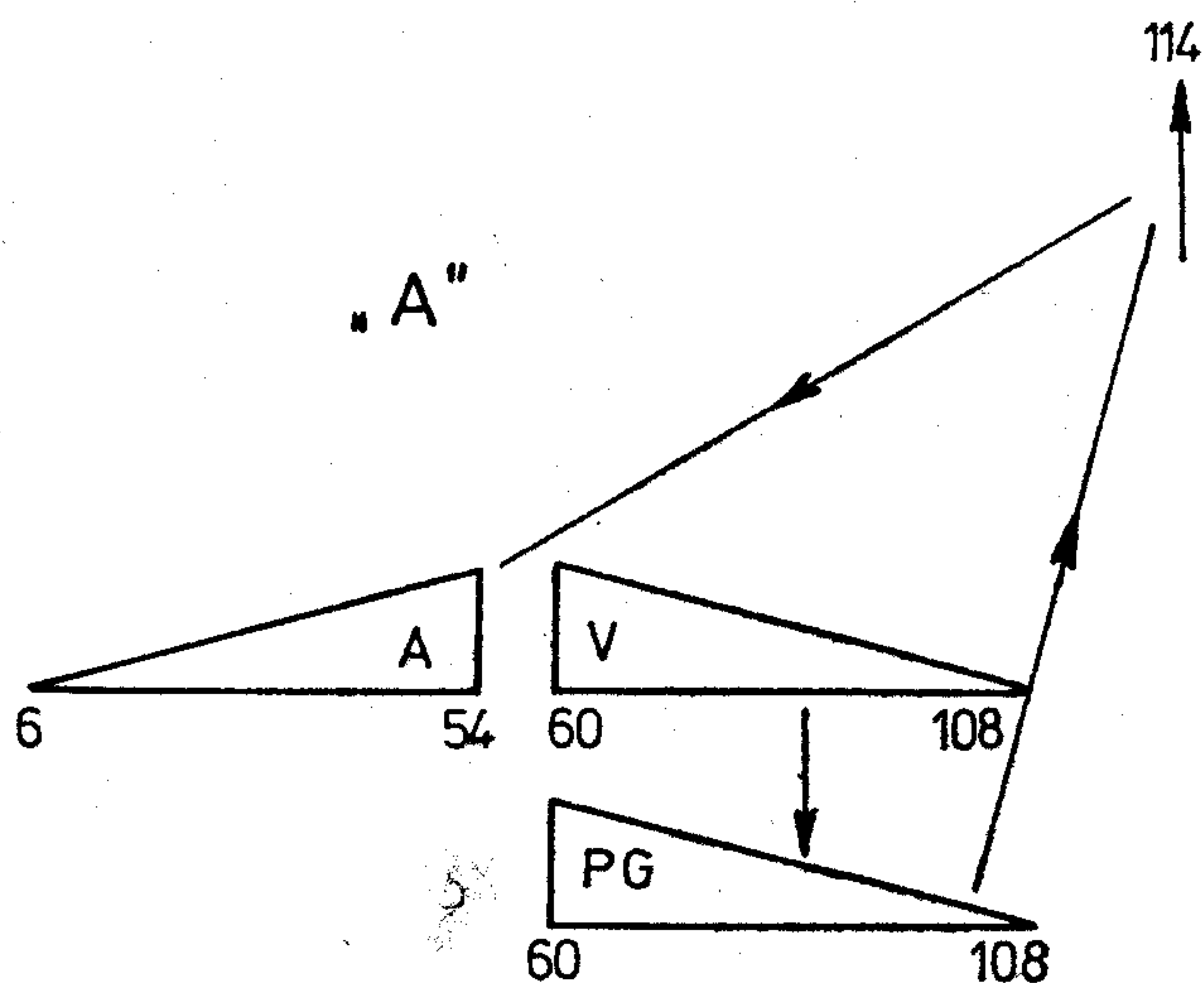


E erősítő szakasz  
 T táphurak  
 H távtáplálási holt szakasz  
 TT távtáplált vonalszakasz  
 TF távfelügyelt vonalszakasz  
 a alsó sáv (6-54 kHz)  
 f felső sáv (60-108 kHz)  
 x sávváltás

H928-1

1. ábra. BK-12-E2 vonalszakasz felépítése

- A beszédcsatornák 4- vagy 2- huzalos, LB vagy CB rendszerű központhoz vagy előfizetői készülékhez csatlakoztathatók.
- A csatlakozási szintek széles határok között beállíthatók.
- A berendezés olyan beépített műszereket is tartalmaz, amelyek az üzembe helyezést és az üzemfenntartást segítik.
- Egy keretben helyezhető el a rendszer felépítéséhez szükséges valamennyi áramköri rész, a 2/4-huzalos végződéstől a vonali transzformátorig.
- A kis és nagy erősítésű változat csak a rendszermodem betétben különbözik egymástól.
- A kis erősítésű rendszer paraméterei a CCITT szerinti 2500 km-es referencia összeköttetés felépítését teszik lehetővé.



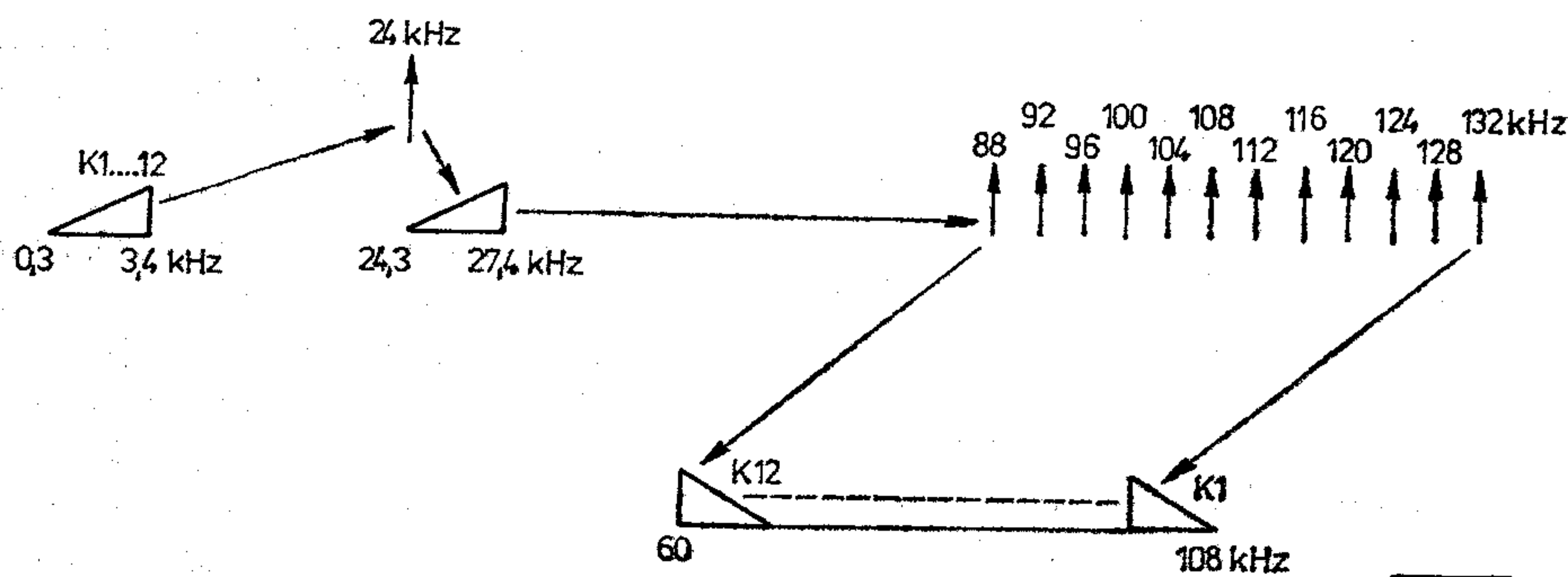
A adott sáv  
 V vett sáv  
 PG primér alapcsoport

H928-3

3. ábra. Vonali frekvenciasáv előállítása „A” típusú végállomás esetén

### Frekvenciakiosztás

A végállomáson a 60–108 kHz-es alapcsoport képzése az előmodulációs elv szerint történik. A hangfrekvenciás csatornákat az előmoduláló vivőfrekvencia, majd 12 különböző csatorna vivőfrekvencia helyezi a 60–108 kHz-es alapcsoport sávba. Vételirányban az áttevés az előbbieket fordítottja (2. ábra).



H928-2

2. ábra. Az alapcsoport frekvenciasáv előállítása

## Állomás- és betéttípusok

### Végállomás (KVK-12M-2, KVK-12)

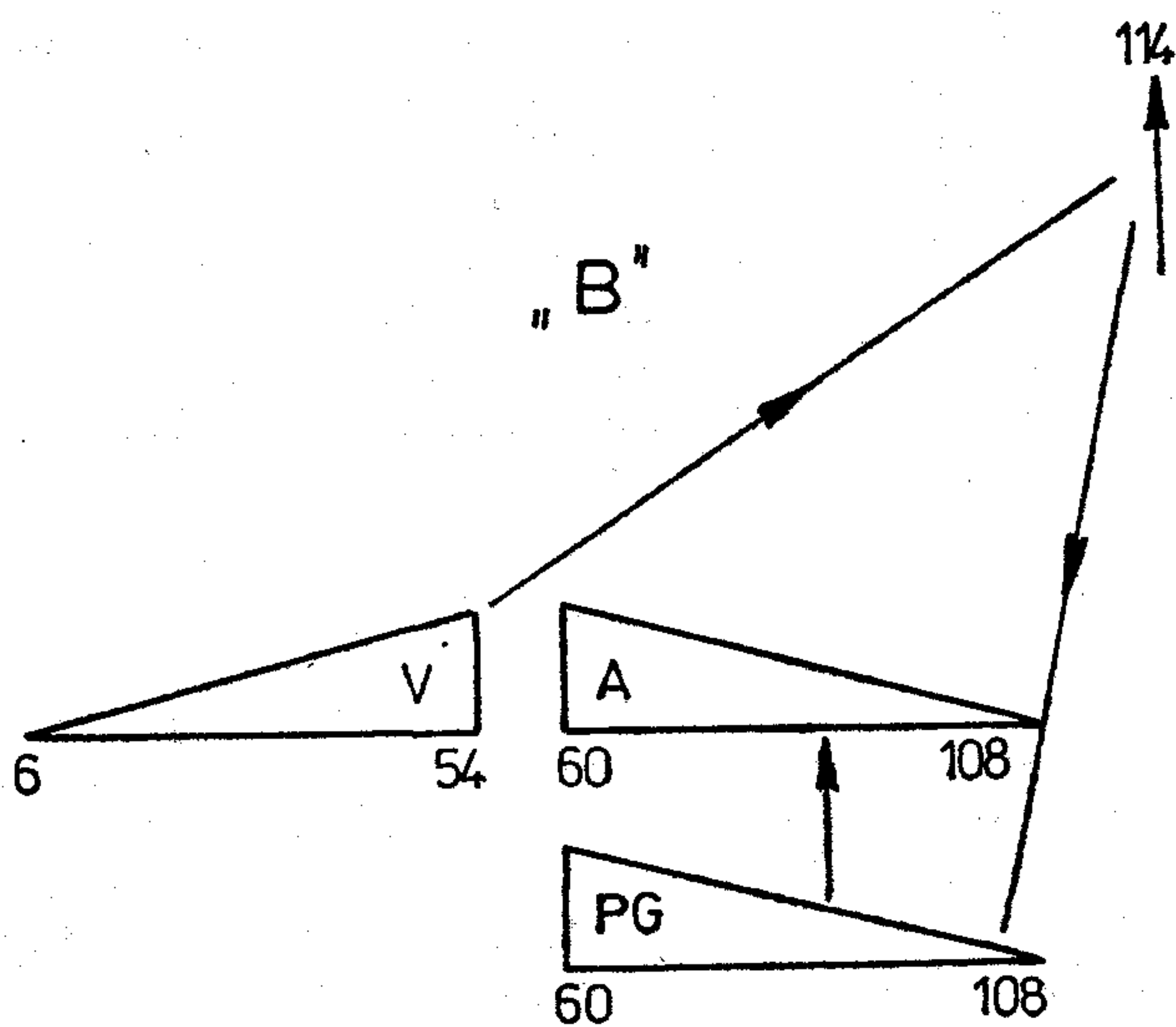
A teljes kiépítésű végállomás törpe keretben egy KMB-12-4 típusú kombinált modem betétet, egy RMB-12-2 típusú rendszer modem betétet, egy SB-8 típusú szolgálati betétet és egy SMB-3 típusú szolgálati és mérő betétet tartalmaz. Az így kiépített végállomás két darab 12 csatornás rendszer áramkörkészletét tartalmazza. A szabványos magasságú postai keretek a fenti keretváltozatban alkalmazottal megegyező KMB-12-4 típusú kombinált modem betétekből, RMB-12-2 típusú rendszer modem betétekből, valamint SB-9 típusú szolgálati betétekből, SMB-5 típusú szolgálati és mérő betétekből, TE típusú tápegységből, BTB típusú biztosító és tápelosztó betétekből, továbbá KTB típusú átkapcsoló és trónk betétekből építhetők fel.

A keretben maximálisan 6 darab 12 csatornás végállomás helyezhető el.

### Kombinált modem betét (KMB-12-4)

A kombinált modem betét két 12 csatornás alapszoport képzéséhez és lebontásához szükséges csatorna modem áramköröket, a csatorna vivőellátó áramköröket, az alaposzcillátort, valamint 24 db végződés egységet és egy 25 Hz-es csengető generátort tartalmaz. (5. ábra).

Az előmodulációs rendszer alkalmazása következtében az összes csatornaegység azonos. A csatornák hangfrekvenciás kimenetén és bemenetén a változtatható csillapítóanyagokkal lehetőség van a csatlakozási szintek széles határok közötti beállítására.



V vett sáv

A adott sáv

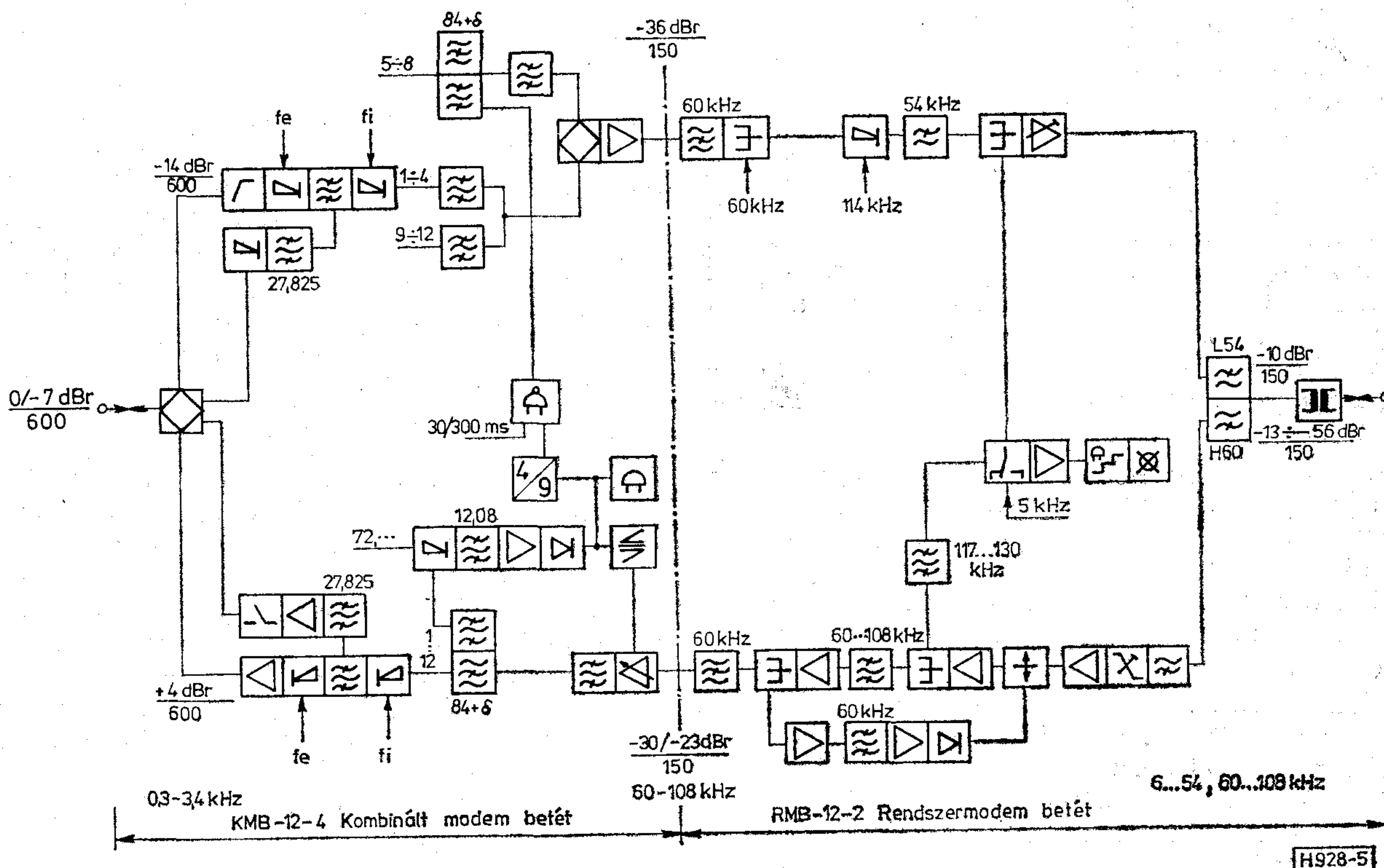
PG primér alapszoport

H928-4

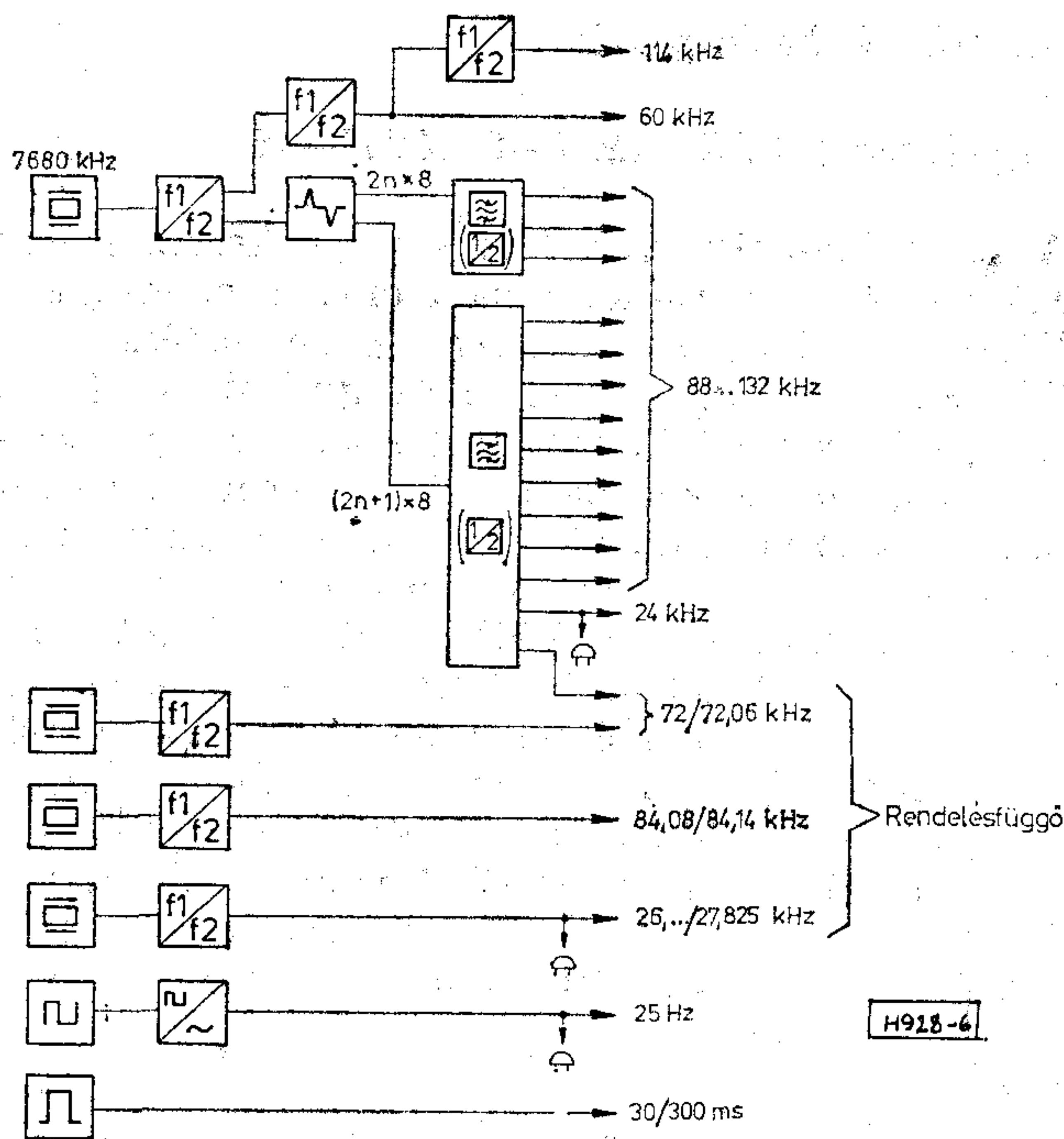
4. ábra. Vonali frekvenciasáv előállításának „B” típusú végállomás esetén

A 6-54 kHz-es adási vonali frekvenciasávot „A” típusú végállomáson 114 kHz-es rendszer vivőfrekvencia segítségével állítjuk elő az alapszoport sávból (3. ábra).

„B” típusú végállomáson a 6-54 kHz-es vételi vonali frekvenciasávból a 114 kHz-es rendszer vivőfrekvenciával állítjuk elő az alcszoport sávot (4. ábra).



5. ábra. „A” típusú végállomás jeláramköri rajza (kis erősítésű változat)



6. ábra. Vivőellátás

A végződés egység a kéthuzalos hangfrekvenciás csatornát alakítja át négyhuzalossá, jelzésátalakítást végez a rendszer és a központ vagy a rendszer és az előfizető között.

A csatorna egység a beszédsáv transzponálását és a sávon kívüli vagy sávon belüli jelzésátvitelt végzi. A jelzésátvitel beállítható alacsony vagy magas szintű, munkaáramú vagy szünetáramú üzemmódra, választóimpulzusok átvitelére vagy a CCITT szerinti R2 típusú jelzésátvitelre. A csatornaegység előlapján levő mérőcsatlakozón a négyhuzalos hangfrekvenciás, valamint a jelzés adó- és vevőpontok érhetőek el. A csatlakozó kiképzése lehetővé teszi az illesztett csatlakoztatást mindkét irányba, továbbá párhuzamos csatlakoztatást.

A csoport egység adásirányában a csatornák egyesítése és a csoport referencia pilotjel betáplálása, vételirányban a pilotjel kicsatolása, az automatikus szintszabályozás és az alaps csoport sáv szétosztása történik. A csoport egység adás- és vételirányban egy-egy pilotelnyomó szűrőt tartalmaz a referencia pilot védelmére, illetve elnyomására. A csoport egység lehet pilotbetáplálás és -szabályozás nélküli kivitelű is.

A pilotvevő egységben az erősített és egyenirányított pilotjel vezérli az automatikus szintszabályozás áramköreit, a riasztó áramkört és a csoport pilotzár áramkört. A csoport pilotzár beállítható R2-es vagy késleltetett működésű üzemmódra, az utóbbinál az ellenállomásra történő visszajelzéssel.

A vivőellátás alaposzcillátorának frekvenciájából állítjuk elő szintézissel a szükséges vivőfrekvenciákat. Az alaposzcillátor frekvenciájából származtatjuk a rendszer vivőfrekvenciát és a vonalpilót frekvenciát is. A jelző- és pilotfrekvenciákat önálló kvarcoszcillátorok szolgáltatják (6. ábra).

A hangfrekvenciás 2/4-huzalos végződés egységek az alábbi változatban készülnek:

- kéthuzalos beszédforgalom, váltakozóáramú csengetéssel a beszédvezetéken;
- kéthuzalos beszédforgalom, egyenáramú jelzéssel két külön jelző vezetéken (E, M jelzőér);
- négyhuzalos beszédforgalom, egyenáramú jelzéssel két külön jelző vezetéken (E, M jelzőér);
- kéthuzalos beszédforgalom, jelzésátvitel egyrészt a CB előfizetői készülék, másrészt az automata telefonközpont felé.

#### Rendszermodem betét (RMB-12-2)

A betét két 12 csatornás rendszer vonali frekvenciasávjának előállításához, illetve a vonali sávnak primer alcsoporttá történő visszaalakításához szükséges áramköröket tartalmazza. A rendszermodem betétben vannak a vonalon telepített távtáplált erősítők táplálását és távfelügyeletét biztosító áramköri egységek is. Ennek megfelelően a betét vonalcsatlakozót, irányszűrőt, kiegyenlítőket, adó- és vevőerősítőket, rendszer modulátort, pilotvevőt, továbbá távtápláló, vivőfrekvencia-ellátó és távfelügyeleti egységet tartalmaz (5. ábra).

Adásirányban az alaps csoport sáv — a vonalpilótjel betáplálása után — „A” típusú állomás esetén rendszermodulátoron keresztül, „B” típusú állomás esetén közvetlenül kapcsolódik az adóerősítőre, melynek bemenetére a távellenőrzés 5 kHz-es indítójele is rákapcsolható.

A nagy erősítésű rendszer adásirányban egy további nagy teljesítményű adóerősítőt tartalmaz a szükséges kimeneti szint (+7 dB) előállítására.

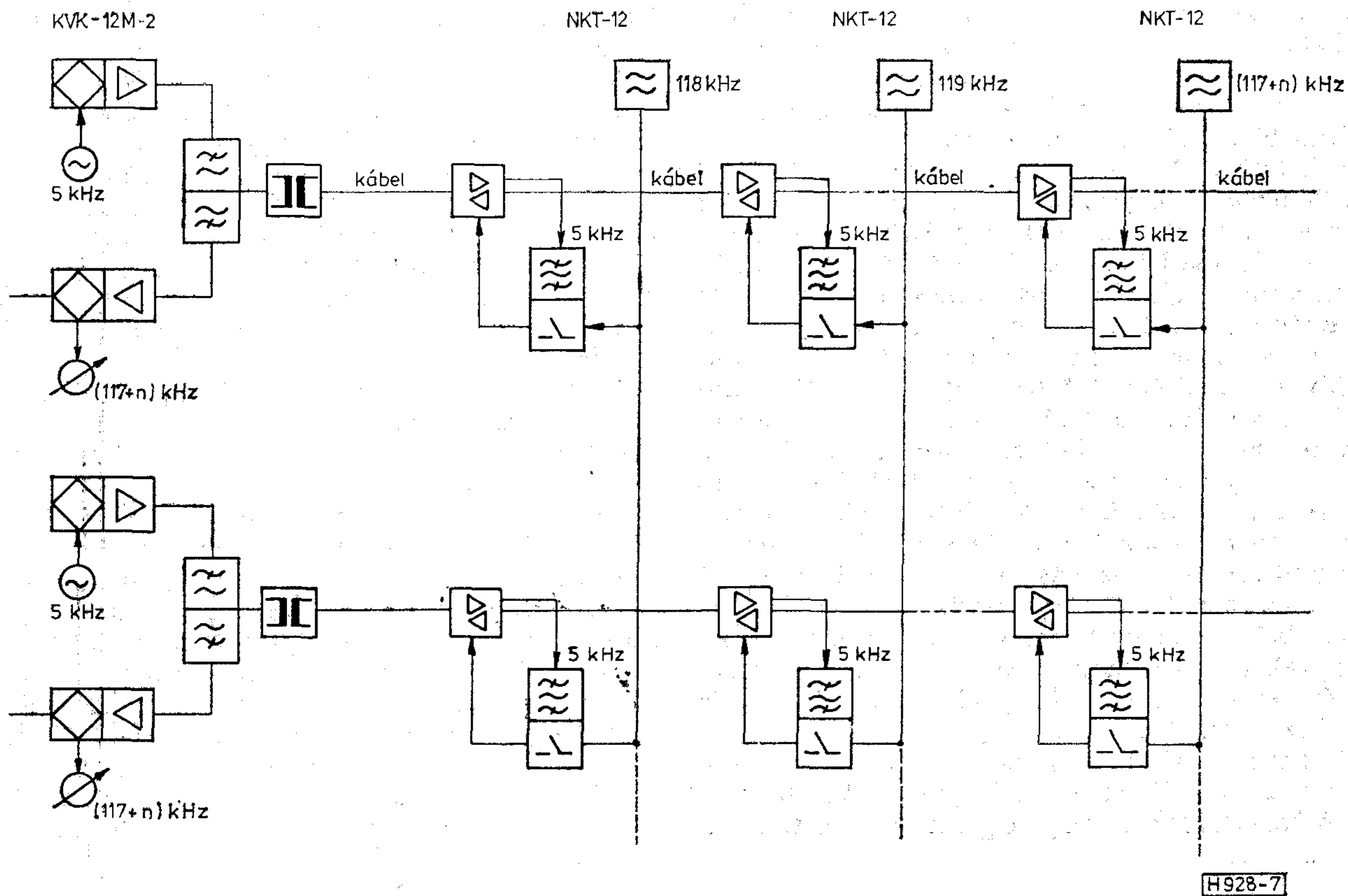
Az adóerősítőt irányszűrő követi, mely az adás- és vételirányú frekvenciasávot fogja össze. A berendezést vonalcsatlakozó illeszti a szimmetrikus kábelhez. Az irányszűrő vételi ágához csatlakozó kiegyenlítő és erősítő a kábel frekvencia- és hosszfüggő csillapítását egyenlítő ki.

A rendszermoduláció nélkül („A” típusú állomás) vagy a rendszermodulátor segítségével („B” típusú állomás) előállított és kiegyenlített alaps csoport sávból a kicsatolt pilotjelet pilotvevő veszi és a pilot-szint függvényében vezérli a hőfok-kiegyenlítő egység erősítését (a kábel hőfokfüggő csillapításváltozásainak a kiegyenlítése). A vonalpilót névleges szintjének  $\pm 3$  dB-es megváltozását a rendszer automatikusan kiszabályozza. A szabályozási tartományon túli eltérésnél riasztóáramkör működik, nagy mértékű szintcsökkenés esetén pedig a szabályozás, névleges erősítésérték mellett, blokkolódik.

A tápláló tápegység a vonalszakasz távtáplált erősítőinek táplálását végzi. A táplálás a vivőfrekvenciás érnégyesből képzett fantomáramkörtön történik, 40 mA egyenárammal. Táplálás szempontjából a távtáplált erősítők sorosan kapcsolódnak egymáshoz. A távtápláló feszültség értéke a távtáplált állomások számától függ, maximális értéke 350 V.

A távtápláló egység által táplálható erősítők száma max. 6. A távtápláló egység állítja elő a vonalszakadás helyének behatárolásához szükséges mérőfeszültséget is. A távtápláló tápegység a táphurok szakadása vagy a táphurok földzárata esetén lekapcsol, és riasztást ad.

A távtápláló áram felügyeletes középerősítő álló-



7. ábra. A hibahely behatároló rendszer elve

máson átugratható, amennyiben a távtáplált erősítők száma ezt lehetővé teszi. Ilyenkor a felügyeletes középerősítőnél a távtápláló adó helyére tápátugrató egység kerül, amely a hosszanti feszültségek elleni védelmet is tartalmazza.

A betét segítségével végezhető el a vonalszakaszon fellépő esetleges meghibásodások helyének behatárolása. A jeláramkör folytonosságának ellenőrzése „A” típusú végállomásról végezhető el. Az alsó sávban 5 kHz-es indító jel adható a távtáplált, távfelügyelt állomások felé. Az indító jel hatására ezen állomásokba épített, az állomásra jellemző frekvenciájú hibahely-behatároló oszcillátorok jele (118–130 kHz) a felső sávú erősítő bemenetére kapcsolódik. Az „A” típusú felügyelő állomás felső sávjában érkező jelek szintje külső, szelektív műszerrel mérhető. A vett jel frekvenciájából megállapítható a hibás vonalerősítő helye.

A hibahely-behatároló oszcillátorok a távtáplált erősítők tartályfedél felnyitásának a riasztására is felhasználhatók. Fedélnyitáskor az oszcillátor jele szintén a felső sávú erősítő bemenetére kapcsolódik. A beérkező jel riasztást vált ki, szintje szintén külső, szelektív műszerrel mérhető, és a fedélnyitás helye megállapítható. A hibahely-behatároló rendszer elvét a 7. ábra mutatja.

Szükség esetén „B” típusú, személyzettel nem rendelkező állomás is bevonható a távfelügyeleti rendszerbe. Az állomáson bármely okból létrejövő helyi riasztás esetén az állomás 117 kHz-es jelet küld a szomszédos „A” típusú felügyelő állomásra, ahol a megérkező jel riasztást okoz. A riasztást kiváltó jel

frekvenciájából (117 kHz) a meghibásodott állomás azonosítható.

Tápáramkörüi szakadás esetén, amely az esetek nagy részében kábelszakadás következtében jön létre, az összes erősítő működésképtelenné válik, így az előbbieken ismertetett hibahely-behatároló módszer nem használható. A tápáramkörüi szakadás helyének meghatározása ezért egyenáramú hibahely-behatároló módszerrel történik.

Erre a célra a távtáplált erősítőkben a táphurokban elhelyezett ellenállás diódalánc szolgál, amelynek a diódái normál üzem esetén záróirányú feszültséget kapnak. Tápáramkörüi szakadáskor a távtápláló feszültség polaritásával ellenkező polaritású, 60 V-os mérőfeszültséget kapcsolunk a távtáplálási pontokra. A szakadási pont előtt levő ellenállásoknak, a nyitott diódák következtében előálló párhuzamos eredője határozza meg az áram nagyságát, és ebből az információból a hibahely-behatároló egység kijelzi a hibátlan erősítő szakaszok számát. A fenti hibahely-behatároló rendszer elvét a 8. ábra mutatja.

A nagy erősítésű rendszerből, melyhez távtáplált erősítők nem tartoznak, elmaradnak a fent ismertetett hibahely-behatároló áramkörök és a távtápláló egység.

#### Szolgálati és mérő betétek (SMB-3, SMB-5)

Az SMB-3 típusú betét a törpekeretes berendezés tápáramellátását szolgáló tápegységet és biztosítékot tartalmazza. Igénytől függően kiépíthető figyelemzőegységgel, szintadó-vevő műszerrel, továbbá csatl

lakozó adapterrel az üzemi mérések elvégzéséhez. A hálózati vagy egyenáramú primer tápfeszültség kapcsolón és biztosítón keresztül jut a megfelelő típusú tápegységre, amely a berendezés belső, stabilizált tápfeszültségeit szolgáltatja.

A betétben elhelyezett figyelő egység segítségével két 2-huzalos szolgálati vonal bármelyikén szolgálati beszélgetés folytatható CB vagy LB üzemmódban. Az egység csatlakoztatható továbbá a csatornák négyhuzalos kapcsaira párhuzamos figyelésre vagy — csatorna összeköttetés megbontásával — akár a berendezés, akár a központ irányába történő beszéd és hívás létesítésére. A figyelő egységre csatlakoztatott csatorna átkapcsolható a betétben levő szintadó-vevőre, mellyel az ellenőrző, üzemfenntartási és üzembe helyezési mérések végezhetőek el. A szintmérő a berendezés vivőfrekvenciás mérőpontjain levő szintek mérésére is alkalmas. Abból a célból, hogy a hangfrekvenciás csatornák speciális megbontó-mérő csatlakozóin külső mérőműszerekkel is mérni lehessen, a betét adaptert tartalmaz, mely a négyhuzalos hangfrekvenciás pontokat, valamint az adó- és vevő jelzővezetéseket mind a központ, mind a berendezés felé hozzáférhetővé teszi.

A normál méretű keretbe helyezhető *SMB-5* típusú betét a +5 V-ot előállító egységeket tartalmazza. A betét 25 Hz-es csengető generátor befogadására is alkalmas.

#### Szolgálati betétek (*SB-8*, *SB-9*)

A betétekben levő szolgálati egységek (a szolgálati adó-vevő, a szolgálati kezelő és a szolgálati leágazó egység) biztosítják a felügyeletes állomások közötti négyhuzalos hangfrekvenciás összeköttetést egy, az erre a célra igénybevett pupinózott érnégyesen vagy a törzsáramkörből képzett fantomáramkörön keresztül. Az erősített fantomáramkörös szolgálati összeköttetéshez két érnégyes szükséges, amelyen négy

12 csatornás vivőfrekvenciós rendszer üzemelhet (9. ábra).

A felügyeletes állomások egymást 2280 Hz-es jelzéssel hívják. A távtáplált erősítőállomásokról hordozható telefonkészülék segítségével ugyancsak 2280 Hz-es jelzéssel hívhatók a legközelebbi felügyeletes állomások. A felügyeletes állomásokról a távtáplált erősítőnél tartózkodó fenntartó személyzet a csatlakoztatott hordozható telefonba épített hangszórón keresztül hanggal hívható. A felügyeletes állomásokon a szolgálati csatorna négyhuzaloson leágaztatható.

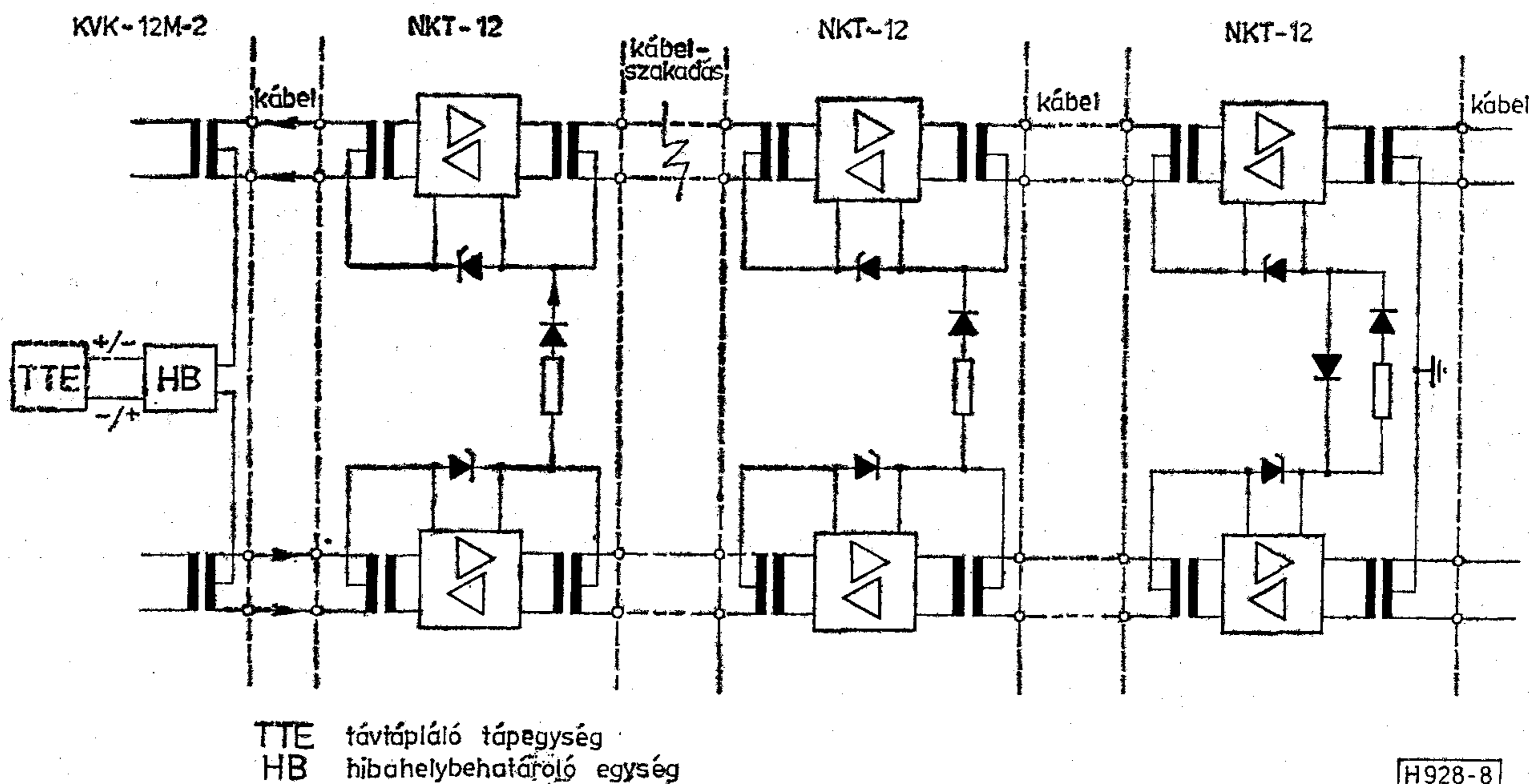
Az *SB-9* típusú betét (normál magasságú keret-hez) a szolgálati áramköri egységek két készletét tartalmazza, így két, egymástól független szolgálati csatorna létesítésére alkalmas.

Az *SB-8* típusú betétbe a szolgálati egységek egy készletén kívül — igénytől függően — a törpe keret tápáramellátását szolgáló tápegység, biztosító és riasztó egység, valamint egy 25 Hz-es csengető generátor is elhelyezhető. A tápegység és biztosító egység az *SMB-3* betét alatt ismertetett szolgáltatásokat nyújtja. A központi riasztó áramkör feladatát ellátó riasztó egység fogadja, és vizuálisan kijelzi a berendezés különböző hibaállapotaiban keletkező riasztásokat, valamint „föld” jelzés adásával akusztikus jelzőáramkört működtet. Az akusztikus jelzés nyomógombbal kikapcsolható.

#### Tápegységek (*TE-*)

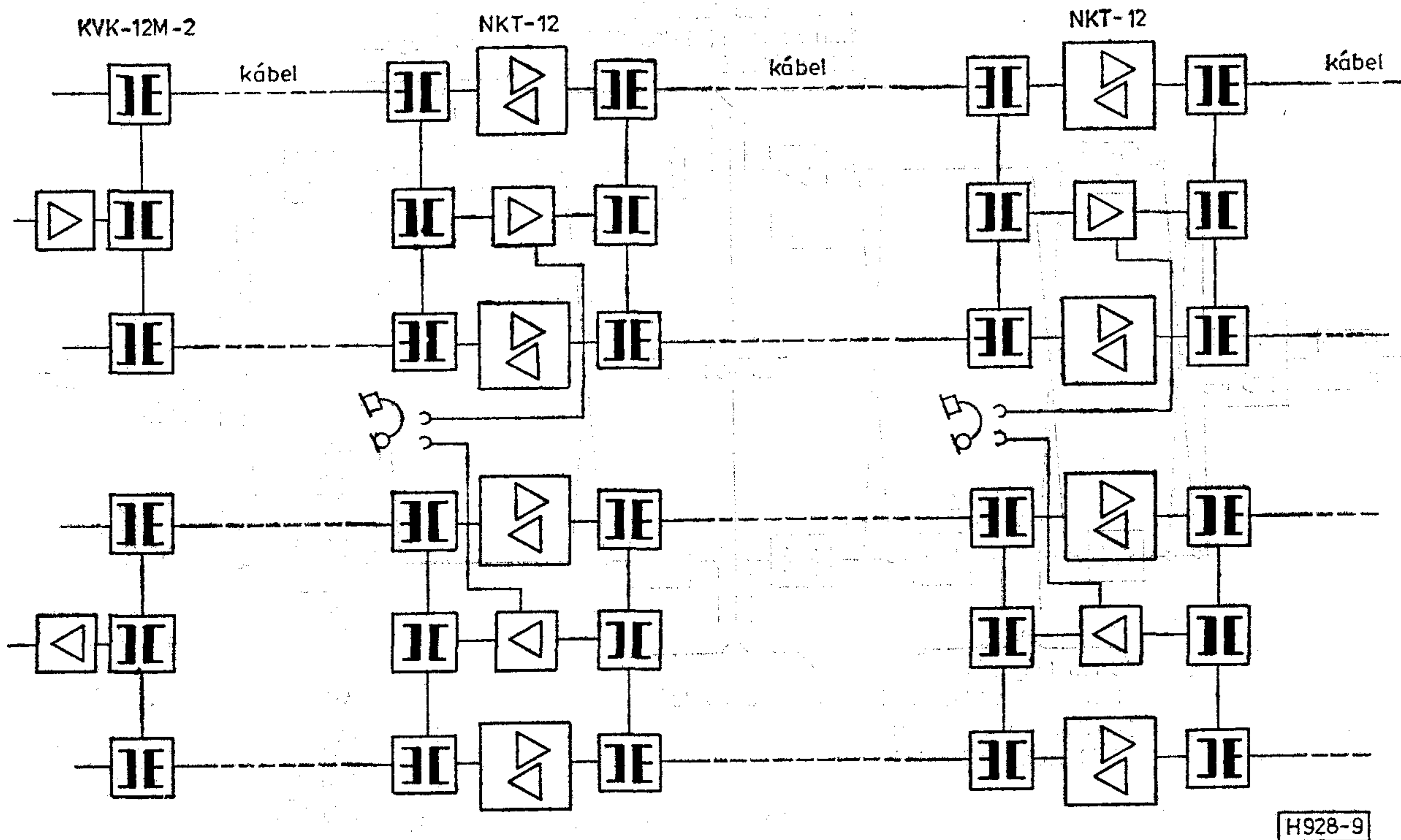
A normál magasságú keretek —21 V-os tápfeszültség-ellátását a változattól függően hálózatról vagy telepről működtethető tápegységek biztosítják. Egy tápegység maximálisan 300 W hasznos teljesítmény leadására alkalmas.

Egy keretben két tápegység helyezhető el, melyek a keretet megosztva, vagy üzemi—tartalék kapcsolatban táplálhatják.



8. ábra. Távtáplálás és táphurok szakadás behatárolása





9. ábra. Szolgálati csatorna erősített fantomáramkörön

#### Biztosító és tápelosztó betét (BTB)

A betét a normál magasságú keretek  $-21$  V-os tápfeszültségét osztja el olvadó biztosítókön keresztül, és a keret központi riasztási feladatait látja el.

#### Átkapcsoló és trónk betét (KTB)

A betét a normál magasságú keretben a hangfrekvenciás csatornák mérését, trónk áramkörökhöz való csatlakoztatását, potlását, tranzitálását teszi lehetővé csatlakozó aljzat, zsinór, dugasz és csillapítótag készlete segítségével.

#### Felügyeletes közép-erősítő (KFK-12M-2, KFK-12)

A BK-12-E2 kis erősítésű rendszerben felügyeletes közép-erősítőre akkor van szükség, ha az áthidalni kívánt távolság olyan nagy, hogy a két végállomás között elhelyezhető tizenkét távtáplált erősítővel a feladat nem oldható meg. Kis erősítésű rendszerben a felügyeletes közép-erősítő üzemelhet sávváltós vagy sávváltás nélküli üzemmódban.

Nagy erősítésű BK-12-E2 rendszerben akkor kell felügyeletes közép-erősítőt alkalmazni, ha a névleges vonalcsillapítás  $108$  kHz-en a  $69$  dB-t meghaladja.

A teljes kiépítésű törpekeretes felügyeletes közép-erősítő (KFK-12M-2) egy SB-8 típusú szolgálati betétet, egy SMB-3 típusú szolgálati és mérőbetétet valamint négy RMB-12-2 típusú rendszermodem betétet tartalmaz. Ezek a betétek azonosak a végállomásnál használt, és ott ismertetett betétekkel. A közép-erősítő kialakítása a rendszermodem betétekből úgy történik, hogy két egymás alatt levő betét egyikének vételirányát a másik betét adásirá-

nyával kapcsoljuk össze az alapszoport pontokon. Az így kiépített törpekeretes felügyeletes közép-erősítő négy 12 csatornás rendszert tartalmaz.

Normál magasságú keretben történő elhelyezés esetén a közép-erősítő (KFK-12) a törpe keretes változatban alkalmazott megegyező RMB-12-2 típusú rendszermodem betétekből, valamint SB-9 típusú szolgálati és SMB-5 típusú szolgálati és mérő betétekből, BTB típusú biztosító és tápelosztó betétekből, továbbá KTB típusú átkapcsoló és trónk betétekből építhető fel. Ezek a betétek azonosak a végállomásnál használt és ott ismertetett betétekkel. A normál magasságú keretben maximálisan 12 darab 12 csatornás közép-erősítő helyezhető el.

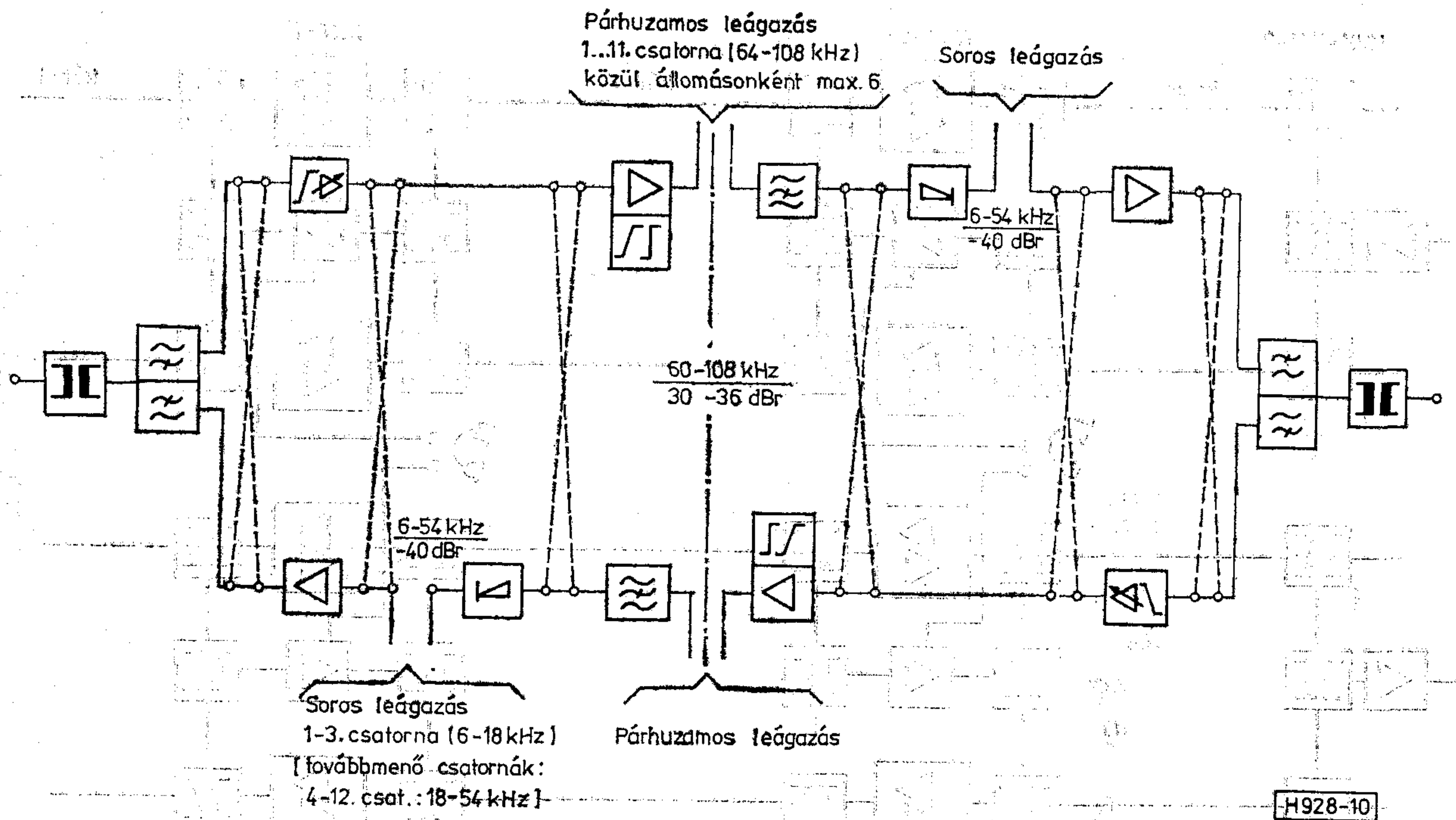
#### Leágazó közép-erősítő (KLK-12M-2, KLK-12)

Leágazó erősítőt akkor alkalmazunk, ha a hálózatkialakítás igényeinek megfelelően bizonyos mennyiségű csatornát le kell ágaztatnunk, esetenként visszatáplálnunk. A teljes kiépítésű törpe keretes leágazó közép-erősítő egy SB-8 típusú szolgálati betétet, egy LEB-5 típusú leágazó betétet és két RMB-12-2 típusú rendszermodem betétet tartalmaz. Az SB-8 és RMB-12-2 betétek azonosak a vég- és középállomásokban alkalmazott betétekkel. Az így kiépített leágazó közép-erősítő két 12 csatornás rendszert tartalmaz, egyidejűleg mindkét rendszerből leágazási lehetőséggel.

Normál magasságú keretben kialakított leágazó közép-erősítőnél új betétként a fentiekhez képest csak a LEB-5 jelenik meg.

#### Leágazó betét (LEB-5)

A leágazó betét két rendszerből történő leágaztatás áramköreit, valamint a hangfrekvenciás csatornák



10. ábra. Leágaztatási pontok a KLK-12M-2 típusú leágazó középállomáson

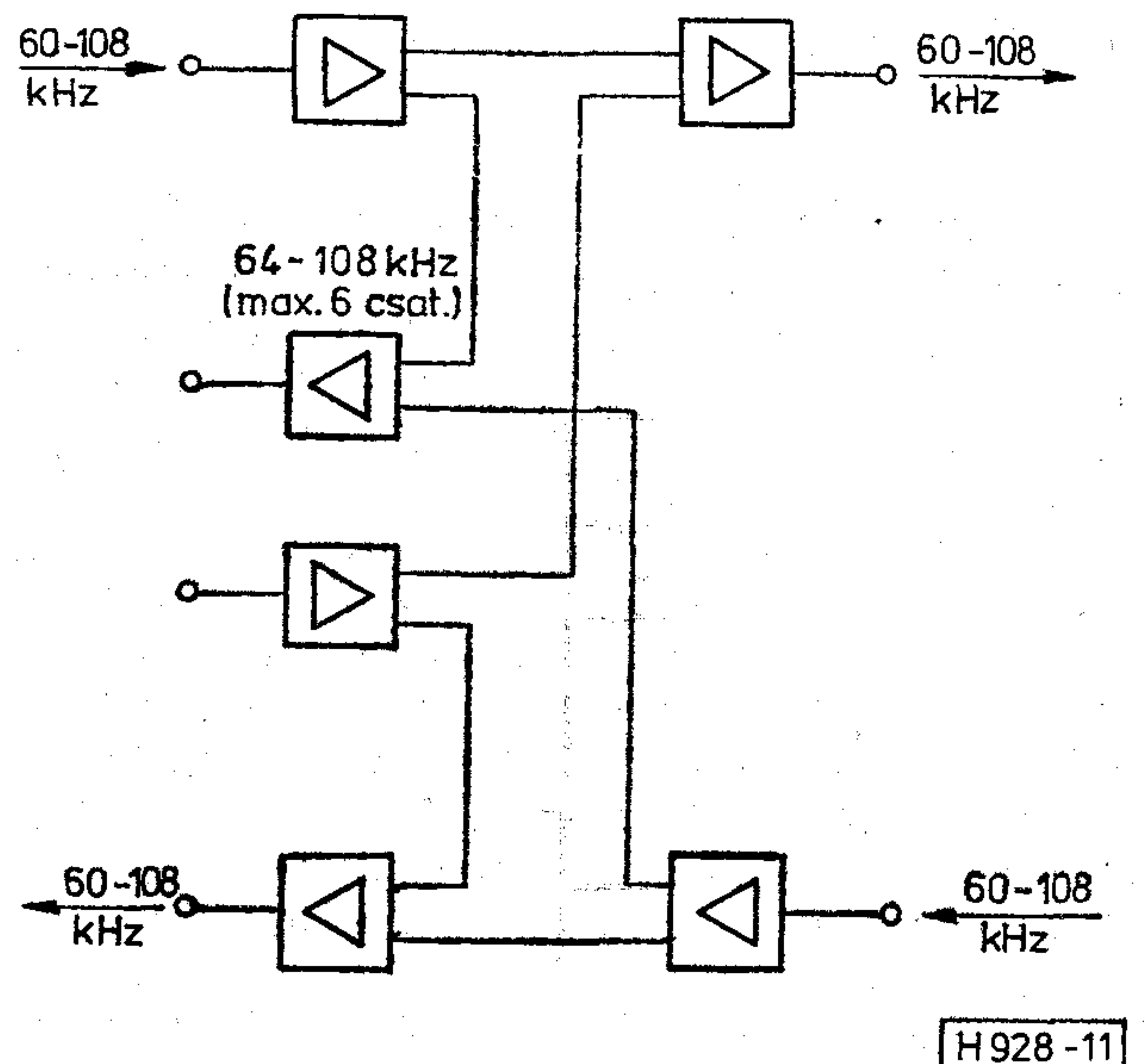
egységeit tartalmazza a vivőfrekvencia ellátással együtt. A két rendszerből a leágaztatás egymástól függetlenül lehet soros vagy párhuzamos. A betét háromsoros felépítésű. Egységeinek többsége a KMB-12-4 betétben levő egységekkel azonos, kiegészítve a leágazást biztosító egységekkel, továbbá figyelő és szintadó-vevő egységgel. A csatornák *párhuzamos leágaztatása* a leágazó középerősítő alapsoport összekapcsolási pontján történik (10. ábra).

Ezen a ponton mindkét átviteli irány a 60-108 kHz-es alapsoport fekvésben, névleges szintekkel (-30/-36 dBr) áll rendelkezésre. A rendszer modemek alapsoport pontjainak összekapcsolása a párhuzamos leágazó egységen keresztül valósul meg, melynek a fő átviteli irányban levő 6 dB-es csillapítása biztosítja a színhelyes összekapcsolást. A továbbmenő csatornák szintviszonyai változatlanok. A párhuzamos leágazó egység leágazó oldali alapsoport pontjai a csoport egységhez csatlakoznak. A csoport egységre a mérő- és átkötő egységen keresztül maximálisan hat csatorna egység kapcsolódhat. A leágaztatott csatornák a vivőellátó egységek megfelelő megválasztásával határozhatók meg. Kivételt képez a 12. csatorna, mely nem ágaztatható le. A párhuzamos leágaztatás elvét a 11. ábra mutatja.

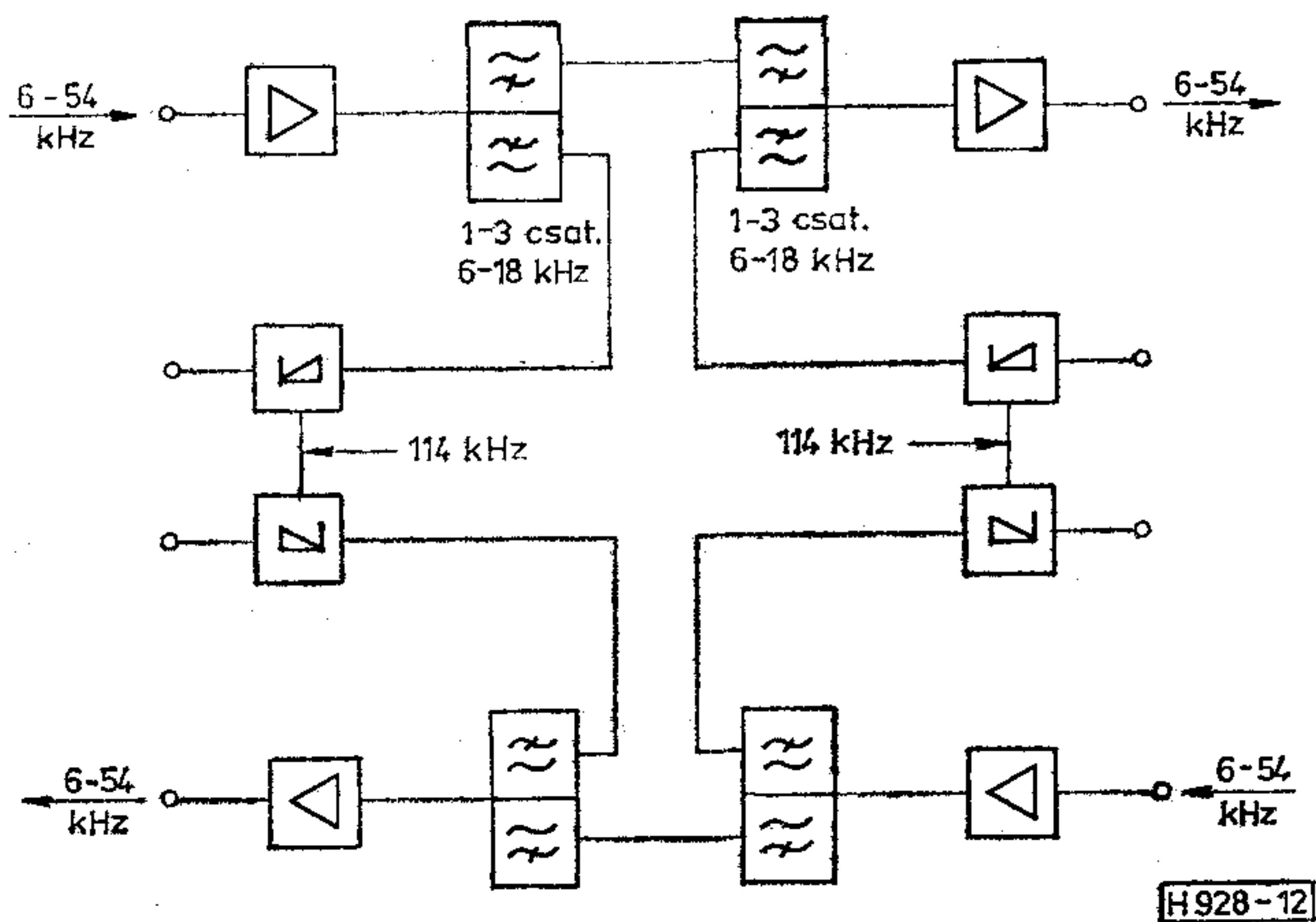
A csatornák *soros leágaztatását* a leágazó középerősítőnek azokról a pontjairól végezzük, ahol a vonali sáv az alsó fekvésben (6-54 kHz) található (10. ábra). Ebből következően soros leágaztatás csak sávvaltó üzemmódban lehetséges. A rendszer modemek alapsoport pontjainak színhelyes összekapcsolása a leágazás nélküli üzemmóddal megegyezően történik. A leágazó betét a sávfordítást végző rendszer modulátor alsó sávot adó, illetve alsó sávot vevő oldalára csatlakozik. A betét a három alsó csatornát (6-18 kHz) ágaztatja le szűrőváltók segítségével

mind a két átviteli irányból és táplálja vissza mind a két irányba, egymástól függetlenül (12. ábra).

A fő átviteli irányban továbbmenő csatornák részére a leágazó áramkör nulla csillapítást iktat be, így szintviszonyaik változatlanok maradnak. A leágaztatott csatornák 114 kHz-es rendszermodulációval az alapsoport sávba kerülnek, és egy-egy csoport egységhez csatlakoznak. A csoport egységhez 3-3 db csatorna egység csatlakozik. A hangfrekvenciás csatornák végződhetnek négy- vagy kéthuzalosan, a felhasználói igényeknek megfelelően, a KMB-12-4 betét alatt ismertetett módon.



11. ábra. Párhuzamos leágazás elve (lásd még 10. ábrát)



12. ábra. Soros leágazás elve (lásd még 10. ábrát)

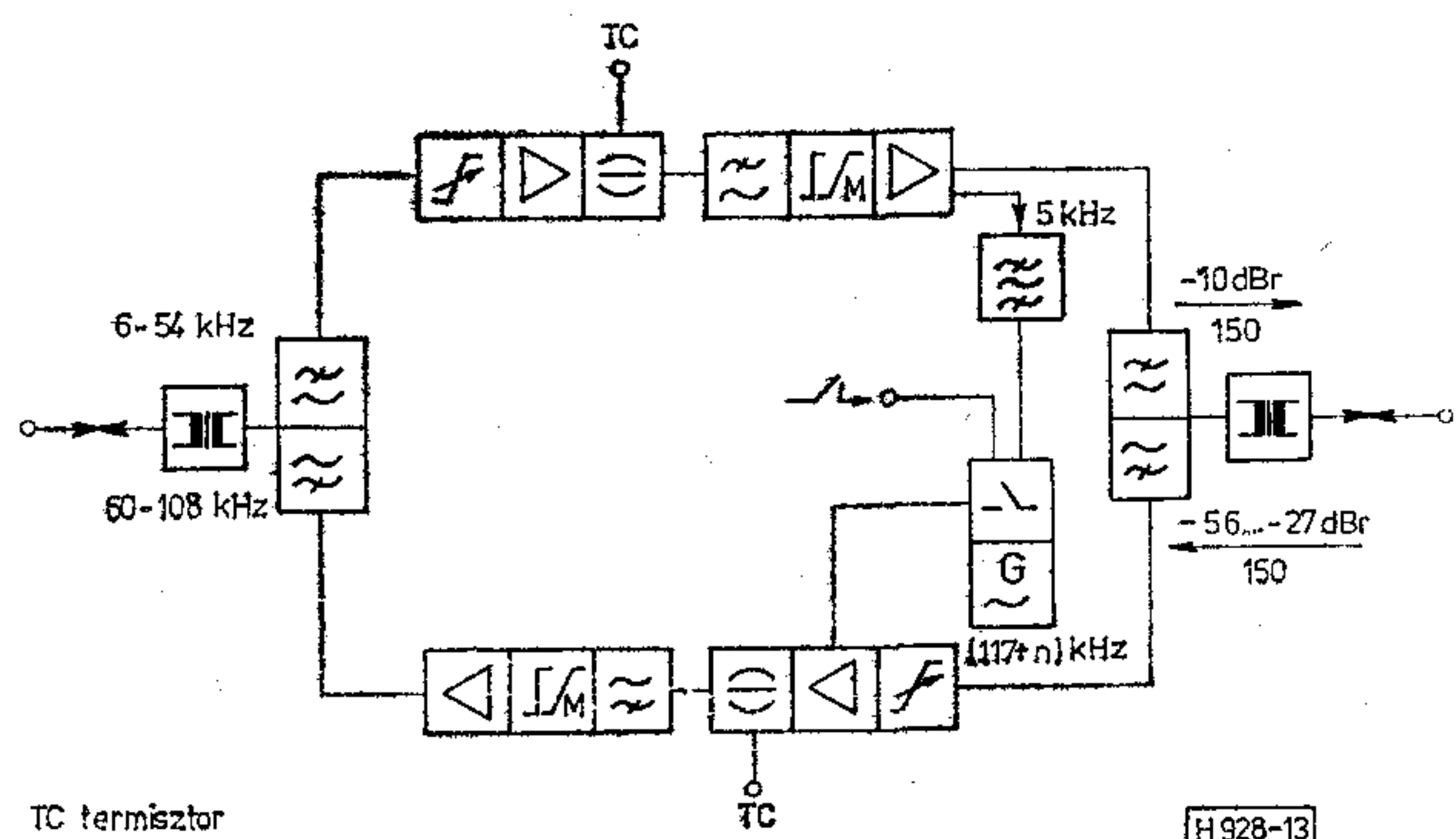
### Távtáplált, távfelügyelt erősítő (NKT-12)

A BK-12-E2 rendszer kis erősítésű változata földbe ásható, tartályos kivitelű távtáplált erősítővel is rendelkezik. Alkalmazására akkor kerül sor, ha nagyobb távolságokat kell áthidalni. A távtáplált erősítő kábelfejekkel ellátott acéltartályból és a tartályban függőlegesen elhelyezett maximálisan három darab VB-12 típusú vonalerősítő betétből áll. Egy betét két komplett 12-csatornás erősítőt foglal magába, tehát maximális kiépítés esetén a tartály hat rendszer befogadását teszi lehetővé. A szolgálati áramkörhöz a tartályfedél felnyitása után hordozható szolgálati telefonkészülékkel lehet csatlakozni. Kifejlesztésre került egy max. négy rendszert tartalmazó tartálytípus is.

### Vonalerősítő betét (VB-12)

A vonalerősítő betét két 12-csatornás rendszer erősítéséhez, valamint a hibahely-behatárolásához szükséges áramköröket tartalmazza. Erősített fantomáramkörös szolgálati összeköttetés esetén a betétbe tartoznak a szolgálati erősítők is. Az erősítést a két átviteli irányban külön erősítők végzik. Egy rendszer felépítését a 13. ábra mutatja.

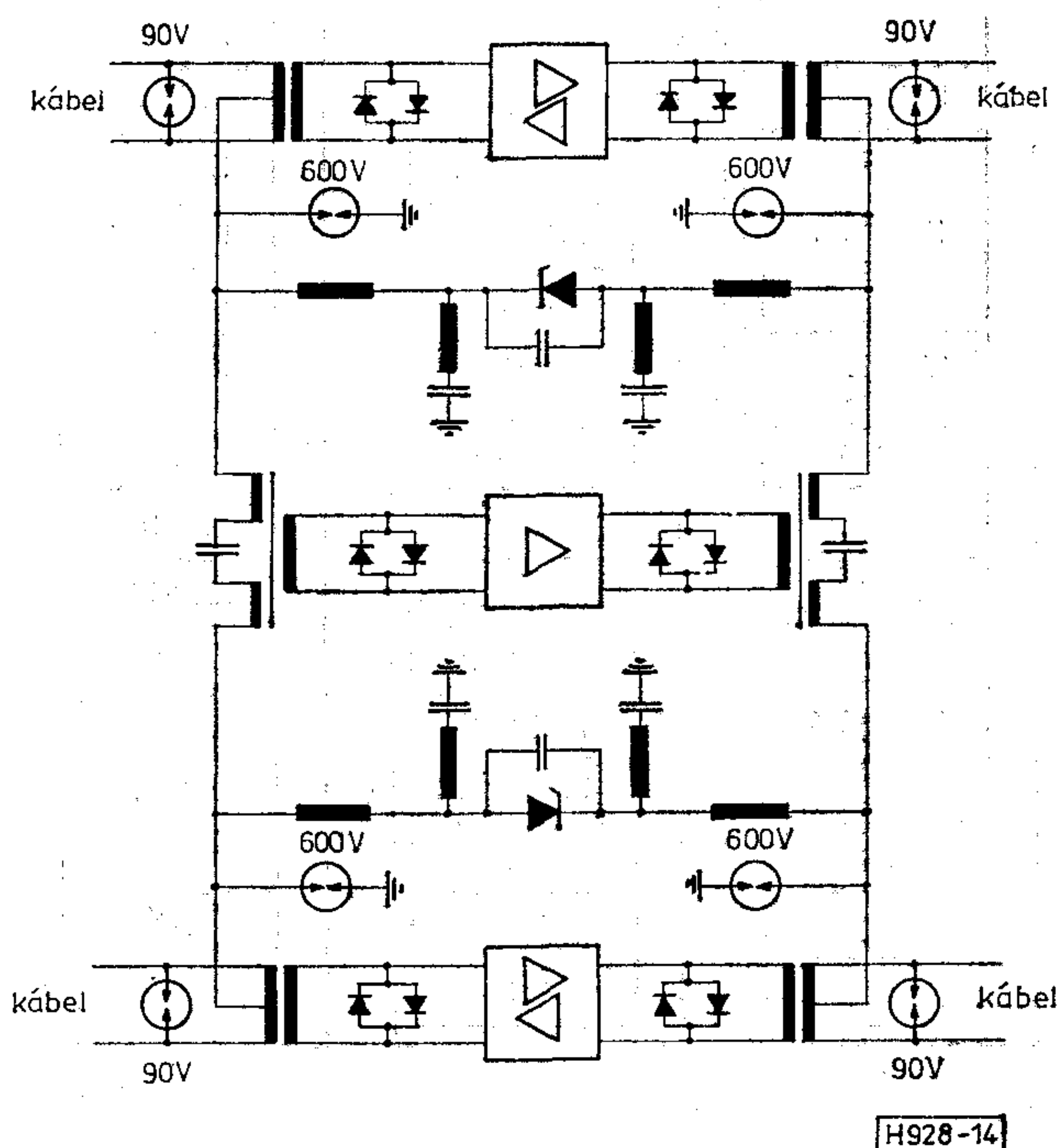
A kábel mindkét irányban a vonaltranszformátorokat, impedanciakorrektorokat és túlfeszültség-levezetőket tartalmazó vonalcsatlakozó egységhez csatlakozik. A vonalcsatlakozó egységeket az alsó és felső sávot szétválasztó irányszűrők követik. Az irányszűrők vételi ágához kapcsolódó, mindkét átviteli



13. ábra. Távtáplált erősítő jeláramköri rajza

irányban hasonló felépítésű négy-pólusú kiegyenlítő és frekvenciafüggő erősítésű előerősítők egyenlítik ki a kábel frekvencia- és hosszfüggő csillapítását. Az ezt követő áramkör a kábel hőfokfüggő csillapításváltásait kiegyenlítő, termisztorral vezérelt Bode-korrektor. A termisztorokat magában foglaló érzékelő fej a tartály alján, megközelítőleg a kábelfektetés mélységében, helyezkedik el. A Bode-korrektort vég-erősítő követi, amely az esetleges felhalmozódó csillapítástorzítások kiegyenlítésére alkalmas korrektorokat is magában foglalja. A végerősítők kimenete az irányszűrőkhöz csatlakozik.

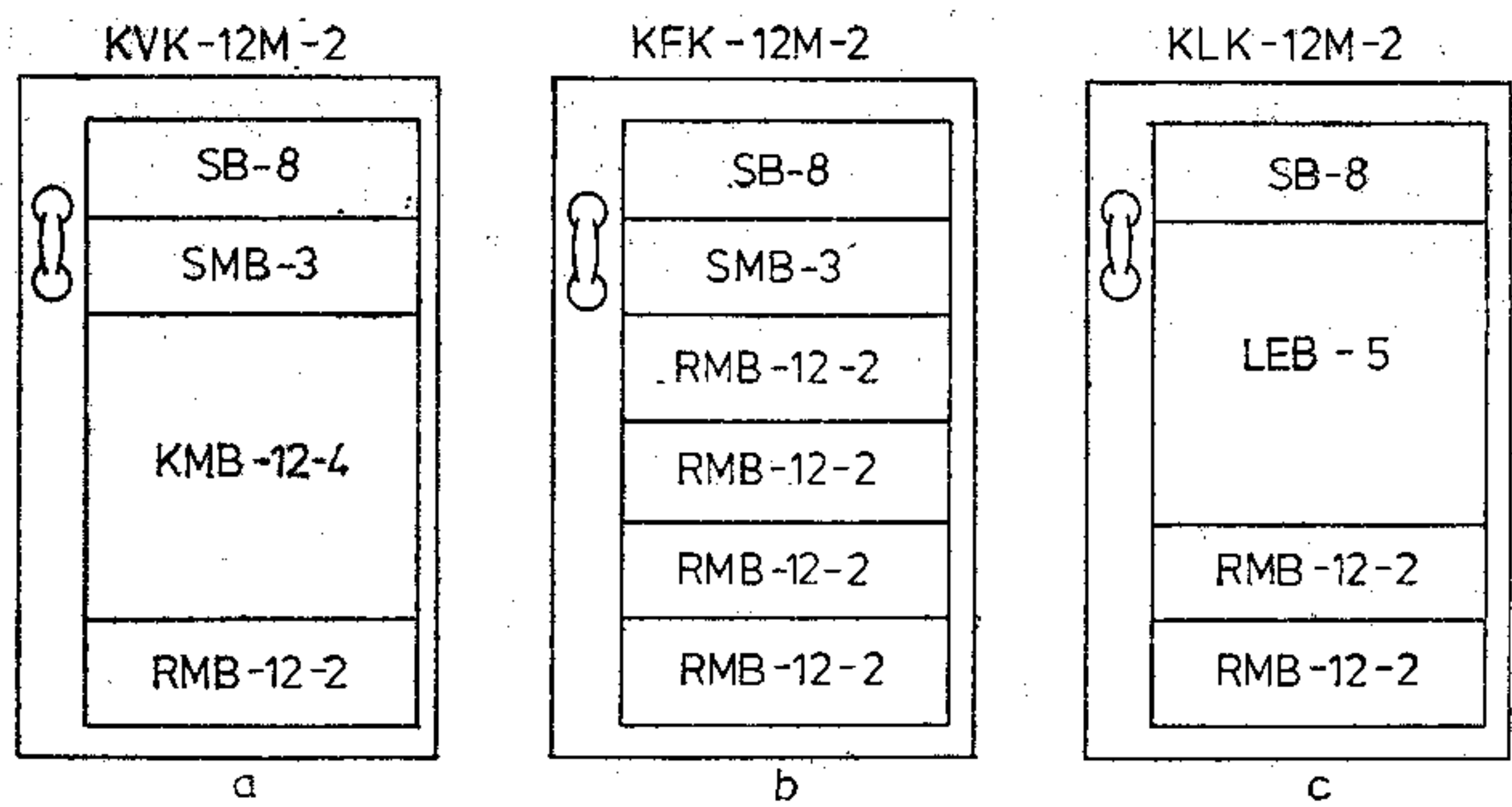
A táplálás szempontjából sorba kapcsolt erősítők a tápfeszültséget — átviteli rendszerként — egy-egy zener diódáról kapják. A diódákkal párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok és a sorba kapcsolt tekercsek erősáramú befolyásolás alatt zavartalan működést biztosítanak. A táphurok-szakadás behatárolására szolgáló ellenállás-dióda lánc a táphurok két ága közé kapcsolódik (8. ábra).



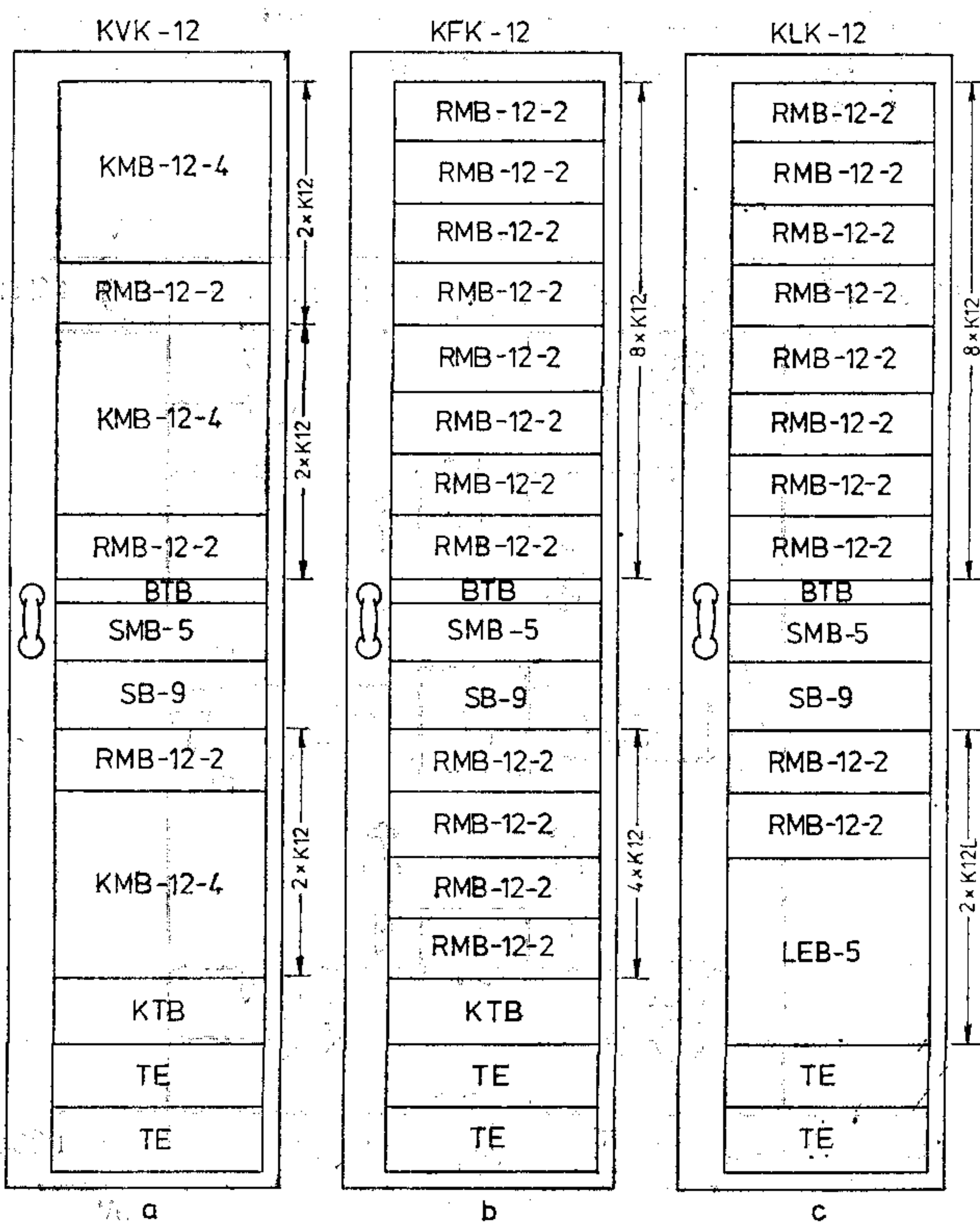
14. ábra. Túlfeszültségvédelem és szolgálati csatorna kialakítása a távtáplált erősítő állomáson

A hibás erősítő helyének meghatározására az alsó sávú végerősítők kimenetéhez egy-egy szelektív jellevő csatlakozik. A távfelügyeleti rendszer 5 kHz-es indítójelének vételekor a jellevő kimenetéhez csatlakozó statikus modulátorból felépített kapcsoló a hibahely-behatároló oszcillátorának a jelét a vizsgált rendszer felső sávú erősítőjének a bemenetére kapcsolja. Fedélfelnyitáskor a tartályba szerelt mechanikus kapcsoló kapcsolja az oszcillátor jelét az első rendszer felső sávú erősítőjének a bemenetére.

Erősített négyhuzalos fantomáramkörön kiépített szolgálati csatorna esetén a betét tartalmazza a szükséges kiegyenlítőket és erősítőket. A szolgálati áramkör fantomtranszformátorokon keresztül csatlakozik a vonaltranszformátorok középkivezetéséhez (14. ábra).



15. ábra. Törpe keretek tipikus kiépítései:  
 a) végállomás két végződő rendszerrel  
 b) középállomás négy átmenő rendszerrel  
 c) középállomás két leágazó rendszerrel



16. ábra. Normál keretek tipikus kiépítései:  
 a) végállomás hat végződő rendszerrel  
 b) középállomás tizenkét átmenő rendszerrel  
 c) középállomás nyolc átmenő és két leágazó rendszerrel

Erősáramú befolyásolásnak különösen kitett szakaszok esetén a távtáplált erősítők pótlólagos védelemmel láthatók el a beindukált hosszanti áramok hatásának csökkentésére (14. ábra).

### Mechanikai felépítés

A BK-12-E2 rendszer felügyeletes vég- és középállomási berendezései a Telefongyár egységes E2 jelű átviteltechnikai konstrukciójában készülnek. Az állomásokat alkotó betétek a különböző igényekhez illeszkedően elhelyezhetők törpe keretben vagy normál magasságú keretben. A normál magasságú keret 2600, a törpe keret 943 mm magas. A törpe keretes

kivitel különösen alkalmas alacsony helyiségben történő telepítésre. A berendezés falra is erősíthető. A normál magasságú keretben 15 betétsor és 2 tápegység vagy 16 betétsor és 1 tápegység helyezhető el. A törpe keret 6 betétsort fogad be. A keretek néhány lehetséges, tipikus kialakítását a 15. és 16. ábrák mutatják.

A betétek dugaszolással csatlakoztathatók jobb oldalon a keretkábelezéshez, amely csak a tápellátás és riasztás vezetékeit tartalmazza. A betétek bal oldalán levő dugaszaljzatokba dugaszolhatók az állomási kábelezés vezetékei. Az áramköri egységekben kártyarendszerű nyomtatott áramköri lapok vannak elektromos és mágneses árnyékoló burával. A berendezés csatlakozói kemény aranyozással készülnek. Az alkalmazott alkatrészek és gyártási technológia gondos megválasztásával biztosított a berendezések hosszú élettartama és nagyfokú megbízhatósága.

A távtáplált erősítők hengeres, korrózióálló acéltartályba helyezett függőleges betétekben vannak. A tartályban, mely közvetlenül földbe átható, max. 2 vagy 3 betét helyezhető el. Az üzembe helyezés és üzemfenntartás megkönnyítésére a betétek — az összeköttetés megszakítása nélkül — a tartályból annak pereme magasságáig kiemelhetők és ebben a helyzetben rögzíthetők.

### Műszaki adatok

#### Általános adatok

Hangfrekvenciás távbeszélő csatornák száma érpáronként	12
Alapáramkör	szimmetrikus földkábel
Üzem mód	kéthuzalos, különfrekvenciás
A teljes frekvenciasáv	5—130 kHz
A csatornák vonali frekvenciasávja	6—108 kHz
Az erősítőmező névleges csillapítása 108 kHz-en	
— kis erősítésű rendszer esetén	43 dB
— nagy erősítésű rendszer esetén	69 dB

#### Felügyeletes állomások

Végződő áramkör	
— üzemi frekvenciatartomány	0,3—3,4 kHz
— kéthuzalos csatlakozási szintek	0/—7 dBr/600 ohm vagy —3,5/—3,5 dBr/600 ohm
— négyhuzalos csatlakozási szintek:	
adás	0...—14 dBr/600 ohm
vétel	+4...—10 dBr/600 ohm

Csatorna modem áramkör	
– üzemi frekvenciatartomány	0,3–3,4 kHz
– négyhuzalos csatlakozási szintek:	
adás	0...–14 dBr/ /600 ohm
vétél	+4...–10 dBr/ /600 ohm
– a maradécsillapítás torzítása az adási vagy a vételi szakaszban:	a CCITT G.232 No.2C tűrésmező fele
– a maradécsillapítás torzítása a csatornában, hurokba kapcsolt alapsoport esetén:	a CCITT G.232 No.2B tűrésmező fele
– hurokba kapcsolt 12 csatorna átlagos csillapítás-torzítása:	a CCITT G.232 No.2A tűrésmező fele
– harmonikus torzítás 800 Hz-en 0 dBmO szint-nél:	$K_2 \leq 1\%$ $K_3 \leq 0,5\%$
– zajérték a csatornában alapsoport hurok esetén alapzaj terhelte zaj	max. 50 pWOp max. 200 pWOp
– érthető áthallási védettség különböző csatornák között 800 Hz-en	min. 74 dB
– érthető áthallási védettség ugyanazon csatorna adás- és vételiránya között:	
hangfrekvenciás oldalon	min. 68 dB
alapsoport oldalon	min. 62 dB
– nem érthető áthallásvédettség bármely kombinációban	min. 60 dB

#### Jelzésátvitel

– sávon kívüli jelzőfrekvencia	3825 Hz
– névleges jelzésszintek:	
kisszint	–18 dBmO vagy –20 dBmO
nagyszint	–6 dBmO
– sávon belüli jelzőfrekvencia	2100, 2280 vagy 2600 Hz
– névleges jelzésszint	–6 dBmO
– E–M jelzésátviteli mód esetén a jelző vezeték ellenállása	max. 400 ohm
– váltakozó áramú csengetés a beszédvezetéken kéthuzalos üzemmódban:	
vételi feszültség/frekvencia	15–80 V/16–60 Hz

adási feszültség/frekvencia	45–60 V/25 Hz
-----------------------------	---------------

#### Alapsoport adatok

– üzemi frekvenciatartomány	60–108 kHz
– csatlakozási szintek:	
adás	–36 dBr/150 ohm
vétél	–30 dBr vagy –23 dBr/150 ohm
– csoport pilot frekvencia	84,08 kHz vagy 84,14 kHz
– névleges pilotszint:	
84,08 kHz-en	–20 dBmO
81,14 kHz-en	–25 dBmO
– automatikus szintszabályozás	min. $\pm 4$ dB
Vivőfrekvenciák	
– alaposzcillátor frekvenciája	7680 kHz
– frekvencia stabilitás	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ /hónap
– előmodulációs vivőfrekvencia	24 kHz
– csatornavivők frekvenciája	88; 92; 96; 100; 104; 108; 112; 116; 120; 124; 128; 132 kHz
– segédfrekvenciák	
84,08 kHz pilot vételéhez	72 kHz
84,14 kHz pilot vételéhez	72,06 kHz

#### Rendszer modem áramkör

Alapsoport oldal	
– üzemi frekvenciatartomány	60–108 kHz
– csatlakozási szintek:	
adás	–36 dBr/150 ohm
vétél	–30 dBr vagy –23 dBr/150 ohm

#### Vonaloldal

– üzemi frekvenciatartomány	
A–B irányban	6–54 kHz
B–A irányban	60–108 kHz
– csatlakozási szintek az irányszűrő kéthuzalos pontján:	
adásirány, kis erősítésű rendszer	–10 dBr/150 ohm
adásirány, nagy erősítésű rendszer	0...+7 dBr/150 ohm
vételirány, kis erősítésű rendszer	–56 dBr/150 ohm
(impedancia korrektorral)	
vételirány, nagy erősítésű rendszer	–62 dBr/150 ohm
– rendszer vivőfrekvencia	114 kHz

- vonali pilot frekvenciája
  - A—B irányban 54 kHz
  - B—A irányban 60 kHz
- a vonali pilot szintje -15 dBmO
- a vonali pilotszabályozás átfogása 60 kHz-en  $\pm 3$  dB
- teljes zaj CCITT szerinti zajterhelés mellett 43 dB-es (108 kHz) csillapítású vonal esetén (kis erősítésű rendszer):
  - végállomás csatorna modemmel max. 350 pWOp
  - végállomás csatorna modem nélkül max. 150 pWOp
  - felügyeletes középállomás max. 150 pWOp
- teljes zaj CCITT szerinti zajterhelés mellett 69 dB (108 kHz)-es csillapítású vonal esetén (nagy erősítésű rendszer):
  - végállomás csatorna modem nélkül és felügyeletes középállomás max. 320 pWOp
- Leágazó oldal**
  - leágazó frekvenciasáv soros leágazásnál 6—18 kHz
  - párhuzamos leágazásnál 64—108 kHz
- Távtáplálás**
  - névleges távtápláló egyenáram 40 mA
  - max. távtápláló feszültség 350 V
  - távtáplált erősítők max. száma egy táphurokban 6
- Távfelügyelet**
  - „A” típusú végállomásról vagy „A” típusú felügyeletes középerősítőről távfelügyelhető távtáplált erősítők max. száma 12
  - a távfelügyeleti rendszerbe bevonható „B” típusú felügyeletes állomások max. száma 1
  - a távfelügyeleti rendszer indító jelének frekvenciája 5 Hz
  - szintje -10 dBmO

- távfelügyeleti frekvenciák (120 kHz kivételével)  $117 + N \cdot \text{kHz}$  (ahol  $N = 1 - 13$ )
- a távfelügyeleti frekvenciák szintje -20 dBmO
- Táparamellátás**
  - primer oldal:
    - hálózati feszültség 110, 127, 220 V
    - +10%, -15%
    - frekvencia 50 Hz (60 Hz)  $\pm 5\%$
    - telepes táplálás -20...-72 V

#### *Távtáplált erősítő*

- kiegyenlíthető erősítőmező csillapítása 108 kHz-en 14—43 dB
- terhelt zaj CCITT szerinti zajterhelés mellett 43 dB-es (108 kHz) csillapítású vonal esetén max. 25 pWOp
- névleges tápfeszültség (zener feszültség) 15 V

#### *Szolgálati csatorna*

- legnagyobb áthidalható vonalcsillapítás két felügyeletes állomás között 800 Hz-en terhelt érnégyes esetén 47 dB
- a szolgálati csatorna üzemi frekvencia sávja 0,3—2,4 kHz
- a szolgálati csatorna hívófrekvenciája 2280 Hz
- a szolgálati összeköttetés maximális hossza 3 távfelügyeleti szakasz
- a fantomáramkörü szolgálati csatorna főbb jellemzői értelemszerűen a fentiekkel azonosak

#### *Mechanikai méretek*

- törpe keret  $943 \times 600 \times 235$  mm
- normál keret  $2600 \times 600 \times 235$  mm
- tartály
  - max. 6 kiépítésű  $\varnothing 640 \times 1180$  mm karima  $\varnothing 770$  mm
  - max. 4 kiépítésű  $\varnothing 470 \times 1180$  mm karima  $\varnothing 595$  mm

# Haladóhullámú cső alacsony fűtőtéljesítményű katóddal\*

ÁDÁM JÁNOS—NEUMAYER BÉLA—  
SZEKERES BÉLA

Tungstam Kutató Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők ismertetik az EIVRT Kutató Intézetben kifejlesztett 10–20 W közötti kimenőtéljesítményű 4 GHz frekvenciatartományban működő haladóhullámú cső hosszú élettartamú oxidkatódjának tervezési szempontjait. A csövek megbízhatósága megköveteli egyrészt a katódrendszer fűtőtéljesítményének minimalizálását, másrészt az emissziós paraméterek által megengedett minimális katódhőmérséklet állandó értéken tartását. Az ismertetett és megvalósított konstrukció 2,5 W fűtőtéljesítmény melletti 1000 K katódhőmérsékleten az elvárt 40–50 000 óra élettartamot biztosítja. (Δ)

## 1. Bevezetés

Az utóbbi évek fejlődése a közepes teljesítményű távközlési haladóhullámú csövek esetében mindenképp a megkívánt élettartam, a megbízhatóság és az összhatásfok javítása terén kívánta a legjelentősebb előrelépést. Itt most az előbbieket növelése érdekében kifejtett tevékenységről szólunk, amely ráadásul egy igen energiatakarékos katódrendszer létrehozásával párosult, nem elhanyagolható mértékben járulva hozzá ezzel a hatásfok növeléséhez is.

## 2. A katód problémaköre

A cső élettartamát elsősorban a katód határozza meg. Tervezésénél több szempontot kell figyelembe venni:

- megfelelő, elméletileg várható élettartam,
- a rögzített katódhőmérséklet stabilitása, minimális érzékenység a fűtőtéljesítmény változására,
- alacsony fűtőtéljesítmény.

A felsorolt szempontok között lényeges összefüggések állnak fenn. A katód hőmérsékletét részben a cső funkciójából és konstrukciójából adódó katódáramterhelés, részben a vákuumtér maradékgázainak katódkárosító hatása határozza meg [1, 2]. Ugyanakkor értékétől függ a katódréteg szabad Ba-tartalmának, valamint a katódmagfém illékony aktiváló komponensének párolgásból adódó veszteségi sebessége. A katódhőmérsékletet a betáplált elektromos teljesítmény biztosítja. Nagyságával kapcsolatos megkötés általában a satellitcsöveknél lép fel energiaokok miatt. Földi telepítésű csöveknél is célszerű azonban a fűtőtéljesítményt minimalizálni a gázforrások hatásának csökkentése céljából.

\* Elhangzott 1983. V. 19-én a VDE (NTG) IEEE „Elektronenröhren” konferenciáján Garmisch-Partenkirchenben.

Beérkezett: 1983. X. 14.

## ÁDÁM JÁNOS

Egyetemi tanulmányait a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karának fizika–kémia szakán végezte. Első munkahelye a Távközlési Kutató Intézet volt, ahol fotolumineszcenciával, félvezető alapanyag techno-

lógiával, és vékony rétegek ellipszometriájával foglalkozott. Jelenlegi munkahelye az EIVRT Kutató Intézet, ahol vákuum elektroncsövek elektronemissziós rendszerének fizikájával, technológiájával és konstrukciós problémáival foglalkozik.

### 2.1 A katód elméleti élettartama

A cső előírt mikrohullámú paramétereinek biztosításához szükséges kollektoráram 60 mA-re adódott. Az elektronágyú konstrukciós adatai alapján ez 200 mA/cm<sup>2</sup> katódáram-terhelést jelent, mely oxidkatódokkal még tartósan biztosítható. A megkívánt élettartam 50 000 óra volt.

Ismeretes [3], hogy az oxidkatód alacsony kilépési munkáját az alkáli földfémoxid bevonat optimális szinten tartott szabad Ba-koncentrációja biztosítja. A szabad Ba a bevonat és a magfém aktivátor atomjai között végbemenő kémiai reakció (redukció) eredménye. Az aktivátoratomok diffúzió útján jutnak a magfémbe a bevonatba. A katód működése során a szabad Ba mennyiségét egy, az áramterheléstől függő értéken kell tartani, azaz a párolgási és a maradékgázból származó veszteséget folyamatosan pótolni kell. Katódmagfémként Wiggint 222 típusú nikkelt használtunk, mely 0,07% Mg-ot tartalmaz. Az irodalomból ismert eljárással [4, 5, 6] meghatároztuk a Ba képződési sebességének időfüggését a hőmérséklet és magfémvastagság függvényében (1. ábra). A katód fajlagos áramterhelés értékéből két következmény adódott:

- a katód hőmérséklete 730 °C,
- a Ba kritikus képződési sebessége 10<sup>-8</sup> μmol/cm<sup>2</sup> s lévén, 50 000 órás élettartamhoz 0,5 mm vastag katódnikkkel szükséges.

A számításhoz felhasznált és az adott magfémre vonatkozó  $D_{Mg}$  diffúziós állandó értékét külön erre a célra kidolgozott eljárással határoztuk meg (730 °C-nál  $D_{Mg} = 3,15 \cdot 10^{12}$  cm<sup>2</sup>/s). A diffúziós állandó hosszabb égetési idő után a magfémbe végbemenő szemcsenövekedés miatt időfüggést mutatott.

Katódbevonatunk (Ba Sr Ca)O a legkisebb párolgási sebességet adó Ba (50%), Sr (45%), Ca (5%) összetételben. A bevonat mennyiségét a magfém

aktivátor kémiai ekvivalenciája és a bevonat párolgási sebessége alapján határoztuk meg,  $1,3 \text{ g/cm}^3$  sűrűség mellett a rétegvastagságra  $60 \mu$  adódott.

Az említett paraméterekkel megépített katód termikusan és áramkivétellel optimumra aktiválva  $580 \text{ }^\circ\text{C}$  átmeneti hőmérsékletet ( $T_{kn}$ ) adott  $200 \text{ mA/cm}^2$  egyenáramú terhelés mellett. Az átmeneti hőmérsékletet a Bodmer [7] által kidolgozott „dip-test” eljárás továbbfejlesztett módszerével határoztuk meg [8]. Diódákban és csőkísérletekben lefolytatott tartóségetési vizsgálataink adatai szerint, az átmeneti hőmérséklet átlagosan  $2 \text{ }^\circ\text{C}/10^3$  óra sebességgel növekedik (1. ábra).

## 2.2. A katód termikus tervezése

Tekintettel arra, hogy elméletileg a katódhőmérséklet  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os változása kétszeres faktort jelent az élettartamban, hosszú élettartamú csöveknél különös gonddal kell ügyelni a katód termikus tervezésére. A tervezésnél az alábbi szempontokat tekintettük meghatározónak:

2.2.1. Fűtőfeszültség-változás — fűtőteljesítmény-változás összefüggésének meghatározását.

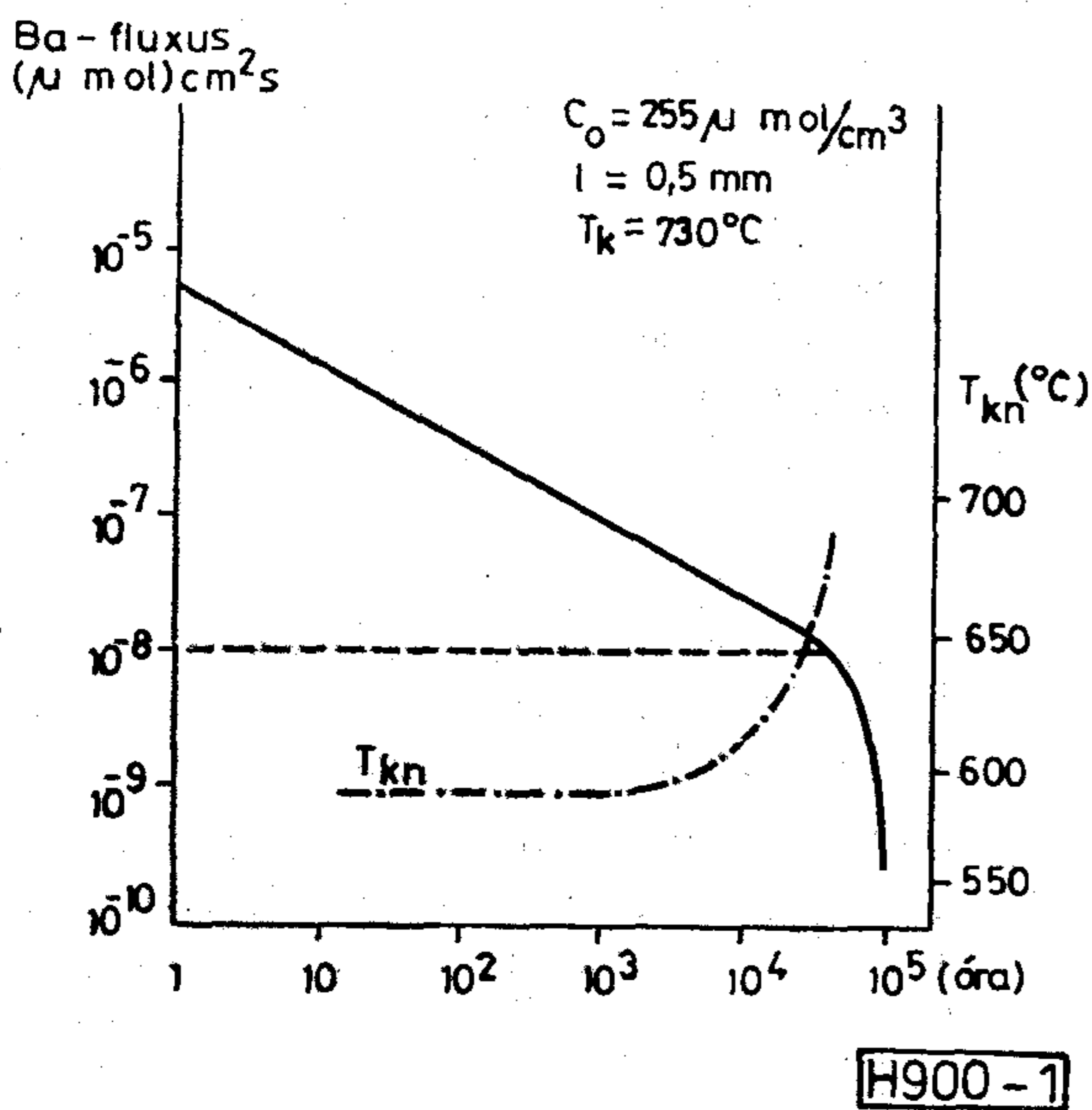
2.2.2. A fűtőteljesítmény-változásnak a katódhőmérséklet változására gyakorolt hatását.

2.2.3. Fűtőteljesítmény minimalizálását az adott feltételek mellett.

2.2.1. A  $V_f$  fűtőfeszültség és  $P_f$  fűtőteljesítmény között fennáll az alábbi összefüggés [9]:

$$\frac{dP_f}{P_f} = \left(1 + \frac{1}{c}\right) \frac{dV_f}{V_f},$$

ahol „c” a fűtőszál differenciális ellenállásának és a munkaponti ellenállásának a viszonya, az üzemi feltételek között. Célszerű „c” értékét minél magasabbra választani, ami részben konstrukcióval, részben megfelelő hőmérséklettel biztosítható. Jól konstruált katódoknál értéke  $1,6 - 2,0$  között változik. Az általunk megvalósított bifiláris síkspréal esetén  $c = 1,82$ .



1. ábra. A Ba-fluxus időfüggése a  $C_0 = 255 \mu\text{mol/cm}^3$  kezdeti Mg koncentrációjú,  $0,5 \text{ mm}$  vastag katódnikkel esetén  $730 \text{ }^\circ\text{C}$ -on; az átmeneti hőmérséklet ( $T_{kn}$ ) időfüggése



NEUMAYER BÉLA

Villamosmérnöki oklevelet 1958-ban szerezte a BME Villamosmérnöki Karának Gyengeáramú Tagozatán. 1958–1969-ig a Távközlési Kutató Intézet alkalmazottja, munkaköre: mikrohullámú csömérés és mérőberendezés fejlesztés, színes képcső mérés és mérőberendezés fejlesztés. 1969-től az Egyesült Izzólámpa és Vill. Rt. alkalmazottja, munkaköre: mikrohullámú cső K + F témafelelőse.



DR. SZEKERES BÉLA

A budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1964-ben fizikusi diplomát szerzett. Ugyanitt 1980-ban PhD fokozatot nyert. Munkáját a Távközlési Kutató Intézetben kezdte, majd az Egyesült Izzó Kutató Intézetében folytatja. Munkaterülete vákuumfizika, tömegspektrométerek fejlesztése, vákuumcsövek katódjainak konstrukciós és mérési problémái.

2.2.2. A  $P_f$  változás hatása a katódhőmérsékletre attól függ, hogy a katód energiaegyenlegében milyen a sugárzási és a vezetési veszteség aránya.

$$P_f = \beta P_f + (1 - \beta) P_f,$$

ahol  $\beta P_f$  a sugárzás útján leadott energiahányad. A katód működési hőmérséklet-tartományában feltelezhető, hogy

$$P_f \sim T_K^\alpha,$$

melyből a relatív változásra

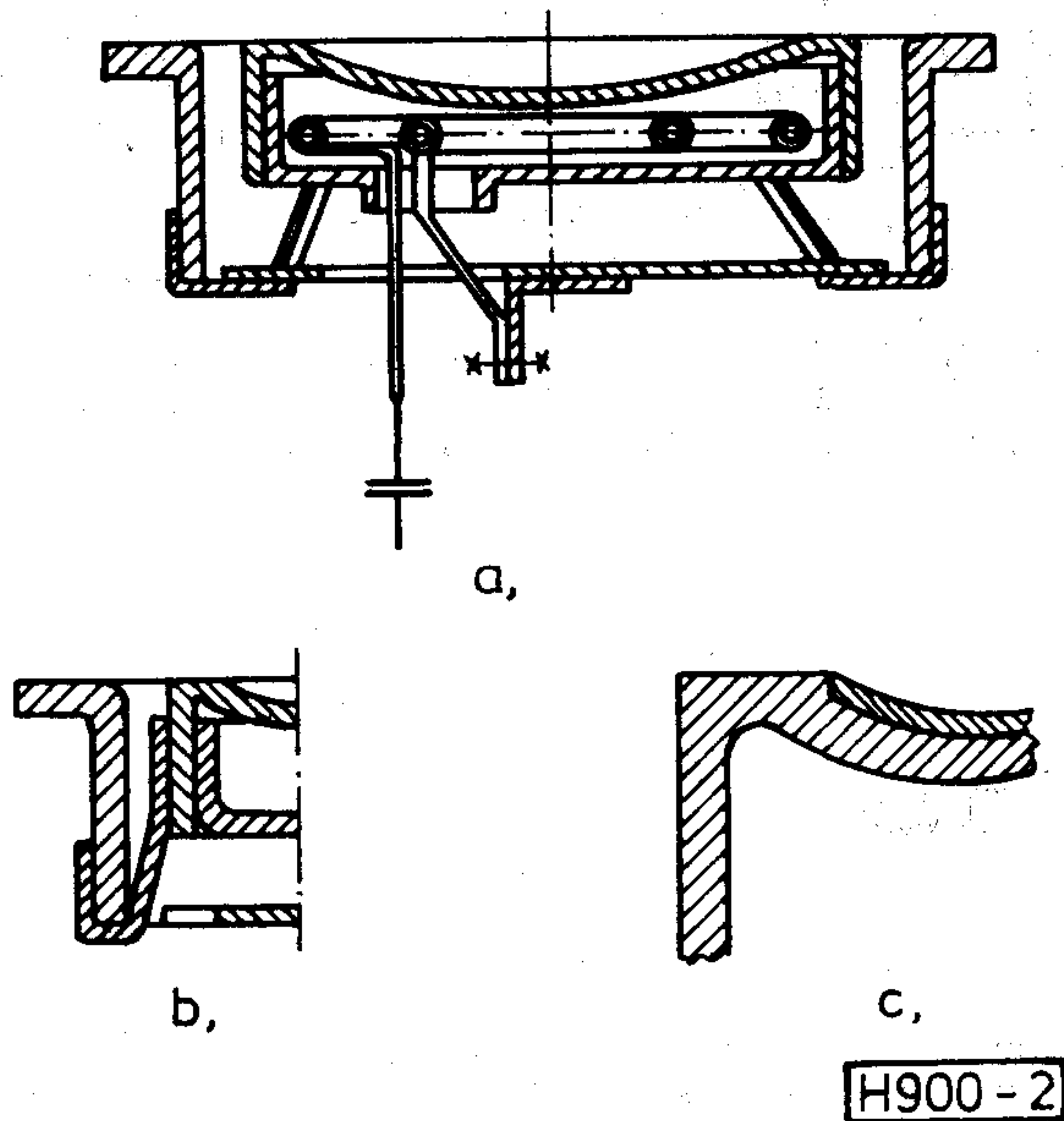
$$\frac{dP_f}{P_f} = \alpha \frac{dT_K}{T_K},$$

érvényes.

Látható, hogy minél nagyobb  $\alpha$  annál kevésbé érzékeny a katódhőmérséklet a fűtőteljesítmény megváltozására. Az  $\alpha$  értéke mérésből meghatározható, esetünkben  $\alpha = 3,8$  adódott az üzemi állapot környezetében. Ebből ismert összefüggések alapján  $\beta = 0,8$  értéket kaptunk, vagyis a konstrukció a betáplált teljesítmény 80%-át sugárzás útján adja le, amit igen kedvező értéknek tartunk. A fenti összefüggésekből adódik, hogy pl. 10% fűtőfeszültség-változásnak csak  $\sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$  katódhőmérséklet-változás felel meg, ami hosszú élettartamú haladóhullámú csövekre megengedett (1–3%) fűtőfeszültség-eltérések mellett, igen jó —  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  alatti —  $T_K$  stabilitást jelent.

2.2.3. A katód teljesítményfelvétele:  $2,5 \text{ W}$ . Ezt az alacsony értéket az emisszióban részt nem vevő katódfelület minimalizálásával és sugárzási vesztesé-





2. ábra. A katódkonstrukció elvi vázlata

gének árnyékolással történő csökkentésével, valamint a katódkikötés alacsony vezetési veszteségével biztosítottuk. Az emissziós felület  $\varnothing 6$  mm, a kikötést 4 db  $0,2 \times 0,3$  mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, ponthegeztéssel rögzített invár szalag biztosítja. Mivel a hőelvezetés definiált, a katódhőmérsékletnek a névleges értéktől való standard eltérése  $6^\circ\text{C}$  (2a, b ábra). Megemlítjük, hogy a katód nikkél felületén a görbületi sugár megtartása mellett préseléssel alakítunk ki egy  $60\ \mu$  mély fészket, amelyet szuszpenzióból, elektrosztatikus eljárással több rétegben töltünk ki az emissziós anyaggal (2c ábra). A réteg teljes megszáradása után a felületet pontosan a kívánt görbületi sugárra köszörült speciális szerszámmal megmunkáljuk, ezáltal biztosítjuk az emissziós felület kívánt görbületi sugarát.

### 3. A gázháztartás javítása

A katódfizikai és -kémiai számítások eredményeinek megvalósítása csak igen jó, s az élettartam során tartóan fennmaradó vákuumfeltételek teljesítése esetén remélhető. Ezt a gyártás során alkalmazott, az előírt, s szigorúan betartott vákuumhigiéniát, a megfelelően megválasztott vákuumtechnikai anyagok, azok gondos kémiai és vákuumtechnikai előkezelése, kikezelése, tárolása, a higiénikus szerelés, az előírt szivattyúzási és csőkikezelési technika szisztematikus végrehajtása, valamint a jól megválasztott és méretezett getterek használata és kikezelése együttesen biztosítja.

Korábbi haladóhullám csöveink, különösképpen a második generációs 4 GHz-es *MH11* és 6 GHz-es *MH12* típusúak kifejlesztése és gyártása során igen sok hasznos tapasztalatra tettünk szert. Az itt kialakított technikán a hosszú élettartamú csöveknél az alábbi területeken vezettünk be szigorítást:

- alkatrészek anyagellenőrzésénél (összetétel, gáz-tartalom);

- mechanikai megmunkálásoknál alkalmazott hűtő, kenő szuszpenziók használatánál;
- kémiai tisztításoknál;
- kályházási hőfok- és időtartamnál;
- szivattyúzási végvákuum-, ill. elektronkiterhelésnél, getterezésnél.

A felsoroltak közül a getterezés előtt megkívánt végvákuum értéket emeljük ki, amely a szivattyún történő, az üzeminek megfelelő egyenáramú terhelés esetén  $10^{-9}$  torr közelében van. Ez az alkalmazott előkezelések esetén — tapasztalataink szerint — megfelelőnek látszik.

### 4. Vizsgálati eredmények

A fentiek hasznosításával készülnek 4 és 6 GHz-es távközlési 10–20 W-os kimenő teljesítményű haladóhullámú csöveink. 50 000 órás égetési eredmények e pillanatban még csak laboratóriumi vizsgálatokból származnak. A nagyobb mennyiségű felhasználás esetén remélt megfelelést egyrészt az említett laboratóriumi tapasztalatokra, másrészt a második generációs típusokhoz tervezett hasonló felépítésű katódrendszerekkel nyert eredményekre alapozzuk. Az utóbbi esetben a katódokat 20 000 órás elvárt élettartamra terveztük. A fent közölt tervezési eljárás alapján, az ugyancsak *Wiggin 222* magfém vastagsága 0,2 mm-re a katódterhelés változatlanul 200 mA/cm<sup>2</sup> körülire adódott.

44 db ellenőrzött égetőhelyen, több mint 2 millió akumulált üzemóra alatt egyetlen kiesés adódott 15 000 óránál, és további egy 18 500 óránál. A többi cső 25 000 üzemóra fölött teljesített. Az átlagos élettartam elérte a 32 000 üzemórát, ami láthatólag biztonsággal fölötte van a kívánt 20 000 órának.

### 5. Következtetések

A modern mikrohullámú haladóhullámú csövek leglényegesebb követelményei közül vezető helyen áll a hosszú élettartam, a nagy megbízhatóság és a jó összehatásfok. Ezek legfőbb meghatározója a cső elektron emitter rendszere: a katód. A bemutatott tervezési elveken nyugvó katód konstrukció az elvárásoknak megfelelő haladóhullámú csövek kifejlesztését eredményezte.

A korábbi csőtípusok hasonló elven tervezett katódjaival nyert nagyobb volumenű konkrét felhasználói és az új csőtípusokra kapott laboratóriumi vizsgálati eredmények tanúsága szerint az elvárt 40–50 000 órás élettartam, kiváló megbízhatósági adatokkal párosulva, megoldottnak látszik. Ugyanakkor a katód fűtőteliesség igény gyakorlatilag fele a hasonló célú külföldi csöveknek.

### I R O D A L O M

- [1] *E. Biró*: „The influence of gas ambient on the emission characteristic of thermionic cathodes”, Giorgi — Della Porta (eds.): *Residual Gases in Electron Tubes*. — Proc. of the 4th Int. Symp., Academic Press, London, p. 89 (1971).

- [2] *K. M. Tischer*: „Der Einfluss der Umgebung auf die Oxidkathodenemission”, *Vakuum-Technik*, 27 106 (1978).
- [3] *E. S. Rittner*: „A theoretical study of the chemistry of the oxide cathode”, *Philips Res. Rep.* 3 184 (1953).
- [4] *H. E. Kern*: „Research on oxide-coated cathodes”, *Bell Lab. Record*, Dec. 1960, p. 451.
- [5] *H. E. Kern et al.*: „Thermionic emission and diffusion studies on zirconium doped nickel cathodes”, *Advances in Electron Tube Tech.*, 6th Nat. Conf., Sept. 1962, p. 235.
- [6] *F. Dlouhy et al.*: „Magnesium im Kathoden-nickel”, *Die Telefunken Röhre*, No. 46, 39 (1966).
- [7] *M. G. Bodmer*: „Dip testing, a new method for measuring cathode activity”, *I.R.E. Trans. PGED*, ED-5 43 (1958).
- [8] *B. Szekeres*: „Eine Methode für die Messung der Knicktemperatur”, *Tungs. Techn. Mitt.* (Im Druck.)
- [9] *F. R. H. Almer, A. Kuiper*: „Eine Oxidkathode mit Halbwattheizfaden für Kathodenstrahlröhren”, *Philips Techn. Rdsch.* 23 25 (1961/62).

## Egyesületi hírek

A **Híradástechnikai Tudományos Egyesület**, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület, a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület, az Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Egyesület, a Gépipari Tudományos Egyesület és a Neumann János Számítógéptudományi Társaság értesíti az elektronikus készülékek és berendezések konstrukciójával foglalkozó intézményeket, vállalatokat és személyeket, hogy

1984. október 9–11. között

Budapesten kerül megrendezésre a **CONSTRONIC '84** nemzetközi részvételű konferencia, az *International Federation for Information Processing* és a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya védnöksége alatt.

A **CONSTRONIC '84** konferencia az 1972-ben megkezdett sorozat negyedik rendezvénye és azt a célt szolgálja, hogy 4 éves periódicitással fórumot adjon a rohamosan fejlődő elektronikai berendezések mechanikai konstrukciójával foglalkozó kül- és belföldi szakembereknek új eredményeik ismertetésére, problémáik megtárgyalására. Ezt a célt a korábbi konferenciák jól szolgálták, és azokon értékes előadások hangzottak el a konstruktőr-képzésről, a konstrukciós módszerekről, beleértve a számítógéppel támogatott tervező munkát is, a szabványosítás kérdéseiről is sok érdekes, a gyakorlatban alkalmazott konstrukciós megoldás került ismertetésre.

A legutóbbi, *Constronic '80* óta eltelt idő alatt számos új eredmény született, konstrukciós szempontból talán a legjelentősebb az elektronikában jelentkező konvergencia, ami azt jelenti, hogy a különféle elektronikus termékek, telefonközpontok, digitális átviteli berendezések, elektronikus számítógépek áramkörei, szerkezeti konstrukciójuk, előállítási technológiája általában azonos, csak speciális egységei eltérőek.

A másik jelenség, hogy az elektronikus eszközök az ipar, a tudomány, az állami irányítás minden területén megjelennek és a konstruktőrök feladata, hogy az elektronikus eszközt alkalmassá tegyék a különleges helyi követelmények kielégítésére. A konferencia előadásai számos érdekes eredménnyel ismertettek meg a konstrukciós rendszertan, a számítógéppel segített konstrukció, a hőátadási problémák, a megbízhatóság és az oktatás területéről.

A **CONSTRONIC '84** konferenciára eddig beérkezett jelentkezések és előadás-vázlatok azt bizonyítják, hogy az érdeklődés a problémák iránt nem csökkent. A korszerű követelményeknek megfelelően nőtt a bejelentett előadások száma a számítógéppel támogatott konstrukciós módszerekről (7 ea.), a megbízhatóság kérdéseiről (6 ea.) és teljesen új témaként megjelent az optoelektronika is.

*CONSTRONIC '84*  
SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

\* \* \*

**A Híradástechnikai Tudományos Egyesület,**

a Közlekedéstudományi Egyesület és az Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Egyesület közreműködésével

1984. május 2–4. között Budapesten

a **MTESZ** Székházban rendezi meg nemzetközi részvétellel a

### 3. TELEVÍZIOTECHNIKAI SZEMINÁRIUMOT ÉS KIÁLLÍTÁST.

A Szeminárium témái:

- Tv-vételtechnikai kérdések (antennarendszerek, kábeltelevízió, műholdas Tv-vétel);
- Tv-adástechnikai rendszerek és áramkörök;
- Tv-stúdiótechnikai megoldások, rendszerek;
- Tv-vevőkészülékek áramkörei;
- Mérőberendezések és mérési módszerek.

A Szemináriumon 30 magyar előadás hangzik el a **BME Híradástechnikai Elektronika Intézet**, **BHG Fejlesztési Intézet**, **GELKA**, **Híradástechnikai Vállalat**, **Híradástechnika Szövetkezet**, **Magyar Televízió**, **Számítástechnikai Koordinációs Intézet**, **ORION**, **Távközlési Kutató Intézet**, **VIDEOTON** részéről, valamint a **R. Hirschmann Radiotechnisches Werk**, **EEV**, **Rhode Schwartz**, **MBLE-Philips**, **Siemens AG BV AT**, **CENTRIT Poland Radio** vállalatok kb. 10 előadással szerepelnek.

A Szeminárium hivatalos nyelve angol és magyar.

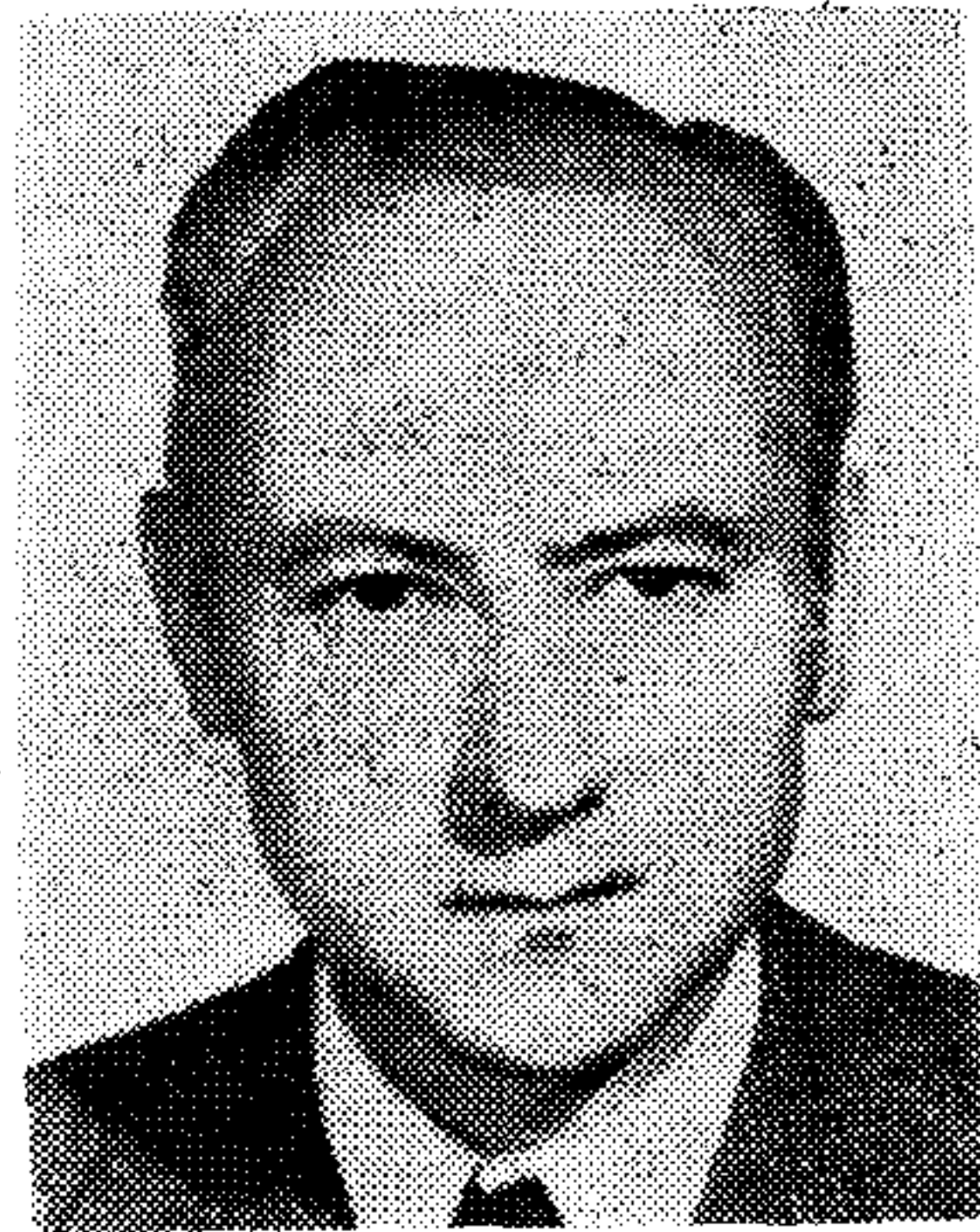
Részvételi díj: 2200,— Ft, mely tartalmazza a rendezési költségen kívül a kiadvány és a szinkrontolmácsolás költségeit.

A rendezvényt kapcsolatos felvilágosítást a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Titkársága ad. (Tel.: 531-027)

# Tv-stúdiótechnika

## Műsorkészítés az MTV-ben

VOZÁK LÁSZLÓ  
Magyar Televízió



### ÖSSZEFOGLALÁS

A tv-műsorsugárzás alig 50 éves múltra tekint vissza. Jelentőségét, rendkívüli népszerűségét mutatja elterjedtsége; jelenleg a világon 600 millióra becsülik a vevőkészülékek számát, ebből hazánkban kb. 2,5 millió található. A tv műszaki, technikai bázisa az állandó fejlődés, megújulás állapotában volt és van jelenleg is. A szerző a hazai helyzet és tervek ismertetése mellett érinti ennek a fejlődési folyamatnak olyan fontos kérdéseit, mint a digitális tv, a közvetlen műholdas műsorsugárzás, a kábeltelevízió, a teletext és a nagyfelbontású tv. (H)

A televízió a hírközlés fiatal ága, mintegy 50 éves múltra tekint vissza, mi nemrég ünnepeltük 25. évfordulóját. Európában robbanásszerű elterjedését a második világháború befejezése utáni évektől számítjuk. Ez alatt a történelmileg rövid idő alatt világszerte a tömegtájékoztatás, a társadalmi nyilvánosság fóruma és egyben a legszélesebb rétegekhez szóló kulturális intézménnyé vált. A világon mintegy 600 millió készüléket tartanak nyilván, ebből hazánkban közel 2,5 millió üzemel.

Az MTV jelenleg két programon — heti kilencven órában — sugároz műsort, melyeknek mintegy háromnegyed része saját készítésű.

A műsorkészítés technikai bázisa a következőkből tevődik össze: három műsorkészítő stúdió, egy híradó stúdió, három saját elektronikával nem rendelkező kiegészítő stúdió (Óbuda, Pécs, Szeged), kilenc színes közvetítőkocsi és mintegy negyven darab különböző összetételű képmagnó.

Helyzetünket jellemezni, megítélni a szomszédos és a hozzánk mérhető európai televíziókkal való összehasonlítás révén tudjuk a legjobban. Egy ilyen összehasonlításnál azonnal szembetűnő a kevés műsoridő és program. Szinte már nemzeti sajátosságként emlegetik a hétfői teljes szünnapot. Az egyes program sem egész napos, a második műsor pedig csak a késő esti órákban jelentkezik, s ráadásul nem is vehető az ország egész területén.

Stúdióink száma rendkívül kevés. Ennek egyenes következménye, hogy műsoraink jelentős részét bérelt kultúrházakban, korszerűtlen, elavult filmgyári műtermekben, rövid idejű külső események (sport, színház, riport stb.) céljaira tervezett közvetítőkocsikkal készítjük. Ezt az állapotot hűen tükrözi az a tény, hogy nem rendelkezünk egyetlen, kifejezetten televíziós célokra tervezett épülettel sem, még a legújabb, most üzembe álló szegedi körzeti stúdió is egy korábbi úttörőház átalakítása és kiegészítése.

A stúdiók építése és használata nagyon költséges, ezért világszerte megfigyelhető az a törekvés, illetve

### VOZÁK LÁSZLÓ

A Kandó Kálmán Villamosipari Technikum után az Odesszai Híradástechnikai Egyetemen szerzett 1956-ban rádiómérnöki diplomát.

A Magyar Televízió különböző műszaki területein dolgozott, az 1960-as évek elején a színes kísérletek és kísérleti adások vezetője volt. Jelenleg az MTV fejlesztési főosztályának vezetője.

gyakorlat, hogy a stúdióteret a lehető legminimálisabb ideig használják, a nyers felvételeket — mágnesszalagra rögzített anyagokat — ún. utómunkálati rendszerekben (post production) dolgozzák fel kész műsorrá. Nálunk ez a technika és technológia a fő műsorkészítési területeken csak nagyon kezdetleges formában létezik.

Műsorkészítési gondjainkat tetézi berendezéseink sokfélesége. A legmodernebb hordozható színes kamerák és képrögzítők szomszédságában sajnos megtalálhatók még húsz évnél öregebb, fekete-fehér eszközök is. A kép még tarkább azáltal, hogy kénytelenek vagyunk nap mint nap a szabványok sokaságával megküzdeni. A mágneses szalagokon levő anyagok lehetnek SECAM, PAL, esetenként NTSC szabványok szerinti, önmaguk a szalagok pedig 2 collos, 1 collos „C”, illetve „B” formátumú, 3/4 collos „High”, illetve „Low”-band szerinti és esetenként társulhat hozzájuk háromféle szabvány szerinti 1/2 collos közzükségleti szalag is, és ezek mindegyike megjelenhet mindhárom színes szabvány szerint, tetszőleges kombinációban. Szerény vigasz, hogy ez már nem nemzeti sajátosság, de amíg ezek aránya a nagy tv-társaságoknál az összes műsoridőhöz képest elenyésző, nálunk relatíve nagy.

További hiányosságaink felsorolását nem tartom szükségesnek, hiszen aki már járt Szabadság téri központunkban, láthatta: minden talpalatnyi hely, padlás, pince, folyosó, lépcsőházforgató már beépített. Ebből az egyszerű tényből is következtetni lehet gondjainkra. Szükségesnek tartom azonban megjegyezni, hogy 25 éves fennállásunk alatt létrejött összes gondunk, bajunk nem szakmai rövidlátás, illetve hozzá nem értés eredménye, hanem mindenkori „szegénységünk” egyenes következménye. Anyagi forrásaink sohasem tették lehetővé, hogy helyzetünkön radikálisan változtassunk. Ezért van az is, hogy sokszor korszerűtlen berendezésekkel és az indokoltnál magasabb költségekkel dolgozunk. Például tudjuk, hogy a fekete-fehér eszközök és a 2 collos képrögzítők elavultak, üzemeltetési és fenntartási költségeik aránytalanul magasak. Mégsem tudjuk

Beérkezett: 1983. XII. 14.

rövid idő alatt lecserélni az összeset olcsóbbra, korszerűbbre. Ebből adódik azután, hogy húsz évnél öregebb eszközöket is használunk még. Az első színes berendezések felett is eljárt már tizenöt esztendő, ez egyrészt dicséri az üzemeltetők és karbantartók gondos munkáját, másrészt azonban a korszerű műsorkészítés gátját is jelenti. S mivel a műszaki eszközök a műsorkészítés „szerszámai-gépei”, ezért ha elavultak, akkor a gyártás — a műsorkészítés — sem lehet korszerű.

Most, a Hírközlési Világév alkalmából számot adunk helyzetünkről, és egyúttal megpróbáljuk felvázolni a műszaki-technikai fejlődés várható irányait, elérhető és megvalósítható céljainkat, terveinket.

A műszaki fejlődés irányai kitapinthatók és felmérhetők a szakmai folyóiratokban megjelenő cikkek, nemzetközi kiállításokon és rendezvényeken látottak és hallottak, valamint a nemzetközi szervezetekben — *CCIR*, *OIRT*, *EBU* stb. — tárgyalt tanulmányi kérdések és beszámolók áttekintése alapján.

Céljainkat és terveinket az előzőek ismeretében, valamint az iparilag és infrastruktúráisan — tehát televíziós vonatkozásában is — nálunk fejlettebb országok jelenlegi eredményeinek és gyakorlatának elemzésével lehetne összeállítani, figyelembe véve természetesen reális lehetőségeink határait is.

A továbbiakban a tv-technikát a jövőben meghatározó, illetve hazai és nemzetközi szakmai körökben gyakran szereplő kérdések egy részét szeretném érinteni. Ezek:

1. Digitális tv
2. Közvetlen műholdas műsorsugárzás
3. Kábeltelevízió
4. Teletext
5. Nagyfelbontású tv

## 1. Digitális tv

Jelenleg az analóg stúdiókban sokféle digitális berendezést alkalmazunk. Megjelenésük több évvel ezelőtt kezdődött, és szinte napról napra újabb és újabb területeket hódítanak meg. Ezek a berendezések részeseivé váltak a stúdió rendszernek, a mindennapi műsorkészítésnek. Nélkülük számos eszköz működésképtelen. Ilyenek a frame store synchronizátorok, vagy a képmagnóknál a time-code, a dropout kompenzátorok, illetőleg a time-base-correctorok.

Továbbá ilyenek a teljes videojelet, vagy annak komponenseit digitalizáló *CCD*-cellás filmbontók, ide számítanak a digitális trükkgenerátorok, az egyszerű karaktergenerátorok, a teletext, sound in sync. stb. A példák felsorolásával csak azt kívánjuk illusztrálni, hogy a digitális technika nem a távoli jövő, jelenleg is sok ilyen eszközt használunk, és további elterjedésük feltartóztathatatlan. A felsorolásból az is látható, hogy egyelőre csak ott alkalmazunk digitális technikát, ahol a feladatot analóg módon nem — vagy csak nagyon nehezen — lehetne megoldani. Sajnos az eddig alkalmazott és gyártott digitális eszközök „ahány, annyiféle” elven működnek, és az

analóg lánc egy-egy szakaszában foglalnak helyet, ki- és bemeneteiken *A/D* átalakítókkal.

Nyilvánvaló, hogy a kibontakozó káosz elkerüléséhez szabványosításra van szükség, ami, ha nehezen is, de végre megszületett.

Hosszan tartó — több éves —, a nemzetközi szervezetekben és a világ számos kutatóintézetében végzett intenzív elméleti és gyakorlati kísérleti kutatás után a *CCIR* XV. genfi plenáris értekezlete 1982 februárjában elfogadta első ajánlását a digitális tv-stúdiók videojeleinek digitális kódolására. Nem túlzás azt állítani, hogy a műsorszórás eddigi történetében ez volt a legszélesebb körű, összehangolt műszaki vizsgálódás, amelyben minden jelentős nemzetközi szervezet tagországai szakembereivel és kutatóintézeteivel egyetemben vettek részt. Az eddig végzett kutatások és kísérletek költségének nagyságrendjét egyes felmérések mintegy 30 millió dollárra becsülik. Az eredmény is egyedülálló, először sikerült az egész világra érvényes szabványt kidolgozni és elfogadni. Zaklatott világunkban nehezen lehet annak jelentőségét túlbecsülni, hogy végre minden érdekelt fél kész volt saját nemzeti, gazdasági, politikai érdekeit egy világszabvány létrejöttének alárendelni.

Nem lehet ennek az előadásnak tárgya sem a szabvány kialakulási folyamatának, történetének, sem pedig tartalmának részletes műszaki ismertetése. Néhány körülményre azonban szükségesnek tartom felhívni a figyelmet. A szabvány a komponens jelek kódolását írja elő. Annak ellenére, hogy a kompozit, azaz az összetett *NTSC* vagy *PAL* videojelek digitalizálása viszonylag egyszerűen, könnyebben és olcsóbban megvalósítható (mintavételezést végezve a színsegédvívő három- vagy négyszeresével) és kezdetben nagyon sok híve volt ennek az eljárásnak, végül — sokkal több előnye miatt — mégis a komponens kódolás elve „győzött”.

Stúdiótechnikai területen ez számos előnnyel jár. A digitalizálás előrehaladtával megszűnik a *SECAM*, *PAL*, *NTSC* rendszer, kidolgozható egy „világszabvány”. Az alapkódolási korlátok módosulnak, és lehetővé válik további minőségjavítás. A videojel nem lesz a színsegédvívőhöz kötve, ami további előnyöket jelent a stúdió belüli jelfeldolgozásnál stb.

Az elfogadott 4:2:2 alapszabvány további, összeférhető „magasabb” 4:4:4 vagy „alacsonyabb” 4:1:1, 2:1:1, 3:1 arányú szabványcsaládot (hierarchiát) jelent, melyek egymás között analóg dekódolás nélküli átalakításokat tesznek lehetővé. Az arányszámok a fényesség (*Y*) és a két színkülönbség jel jel (*R-Y*, *B-Y*) mintavételi frekvenciáinak arányait jelentik. Az alapszabványra meghatározott 13,5 MHz fényességjel mintavételi frekvencia kompromisszum eredménye. Voltak — elsősorban tengerentúli — országok (Japán, USA), amelyek magasabb frekvenciát kívántak, és voltak — főleg európai — országok, amelyek alacsonyabbat. A 13,5 MHz egyaránt kielégíti az 525 és 625 soros rendszerek követelményeit ( $13,5 = 0,015\ 784\ 266 \times 858 = 0,015\ 625 \times 864$ ). A digitálisan aktív sor mindkét rendszerben azonos, a mintavételek száma 720, ez biztosítja többek között a két rendszer összeférhetőségét is (1. ábra).

Összefüggés a 720 digitális aktív sor fényességjel mintavételei és analóg szinkron referencia között a 625 és 525 soros

rendszerekben			
525/60 rendszer	122T	720T	16T
sorszinkron felfutó éle fél amplitúdónál		digitalisan aktív sor	$O_H$ következő sor
625/50 rendszer	132T	720T	12T

T = fényességjel mintavételének órajel periódusa  
(74 n.sec nominális érték)

H940-1

1. ábra

A szabvány még nem teljesen kidolgozott, a további, még meghatározásra váró paraméterek azonban már nem veszélyeztetik a különböző rendszerek összeférhetőségét. (A teljes szabvány kidolgozásának végső határideje a CCIR-ben: 1986.)

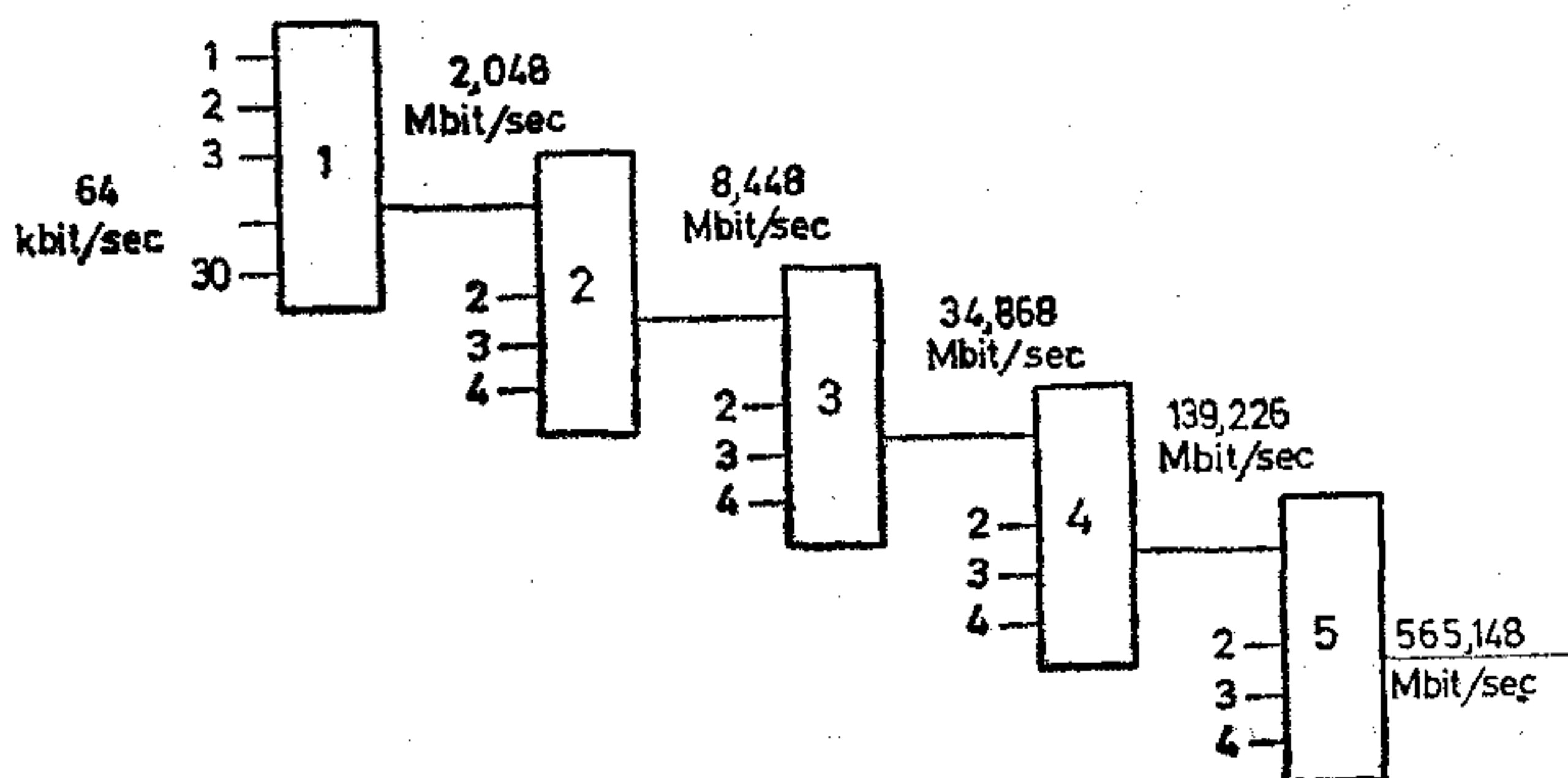
### A digitális tv-technika néhány problémája

A szabvány szerint a videojelek (fényesség- és színjelek) mintavételként 8-bites kvantálással kerülnek feldolgozásra. Így csupán csak ezekre 216 Mbit/s bitsebesség adódik, amihez még hozzá kell adni a különböző kiegészítő jelek — kísérő hang, teletext, time code és különböző szinkronizáló jelek — bitjeit.

Meg kell oldani (szabványosítani kell) ezeknek a jeleknek a

- stúdióon belüli kezelését (továbbítását, szétoztását, kapcsolását, keverését, trükkölését stb.),
- mágneses képrögzítését,
- távolsági (stúdiók közötti) átvitelét.

Stúdióon belül a digitális tv-berendezések 9 csatornás — vezetékes — párhuzamos interface-ek alkalmazásával fognak egymáshoz csatlakozni (erre már a nemzetközi ajánlás megszületett). A távolsági átviteleknél a 220 Mbit/s-ot bele kell „szorítani” az adatátviteli rendszerek valamelyik — korábban meghatározott — hierarchikus fokozatába (34,8, illetve 139,2 Mbit/s (2. ábra). Erre már sikeres kísérletek történtek. Például az EBU javasolta átviteli forma, a differenciál—impulzus—kód—moduláció (DIKM) szerint 8-bites kvantálásra csak minden negyedik mintavételnél kerül sor, mégpedig „sakk-minta” eloszlással. A többi mintavétel csak 5-bites. Az átlag (4,75 bit/mintavétel) már „belefér” a 139,2 Mbit/s-os átviteli sebességű jeltovábbításba a kiegészítő jelekkel együtt, ha a kioltási intervallumoktól eltekintünk.



H940-2

2. ábra. A digitális adatátviteli rendszer CCITT által előírt hierarchikus felépítése

Mágneses képrögzítővel már sikerült a teljes 220 Mbit/s-ot rögzíteni, szabványok, ajánlások ezekre azonban még nincsenek.

Teljesen komplett, minden részletében digitális tv-stúdiók kísérleti jelleggel már működnek. A szabványosítás előrehaladtával várható, hogy a 80-as évek második felében már gyakorlati elterjedésükre is számítani lehet.

## 2. Közvetlen műholdas műsorsugárzás

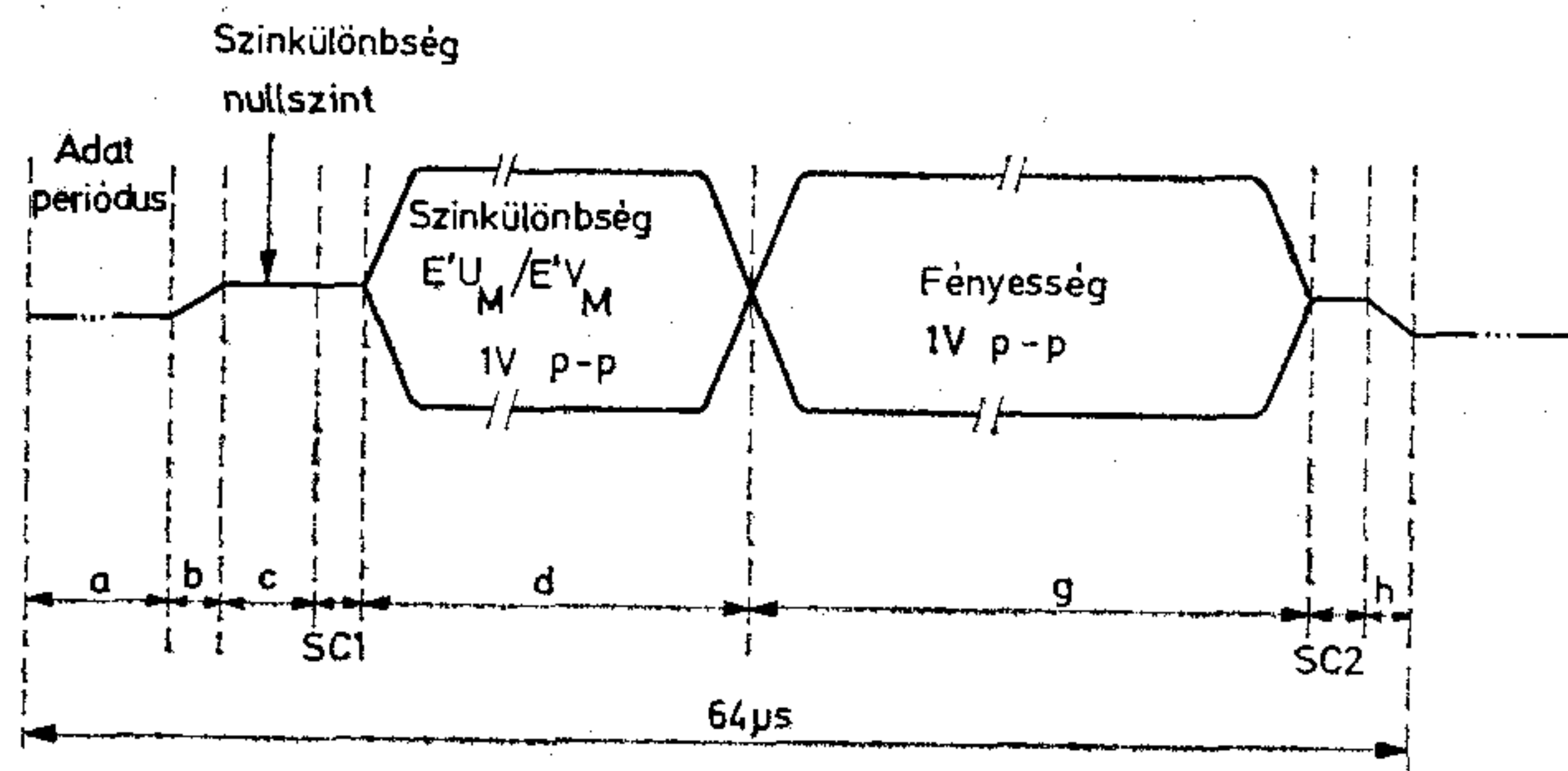
A ponttól pontig műholdas összeköttetés is korszakmeghatározó jelentőséggel bírt, most valami minőségileg és mennyiségileg teljesen újnak vagyunk a tanúi. Tömegkommunikációs jelentőségét nehéz volna túlbecsülni. A különböző térképeken a Föld felszínén megjelenő „tojás alakú” foltok — a műhold sugárzási övezetei — nemzetközi tárgyalások és viták tárgyai lettek.

Az első komoly lépés még 1977-ben történt, amikor a WARC értekezlet az 1-es sugárzási övezet — Európa — országai számára kiosztotta a szinkron sugárzó műholdak egyenlítő fölötti pozícióit, valamint a 12 GHz-es sávban a 27 MHz sáv szélességű csatornák számát — országonként 5 — ezek frekvenciáit, polarizációt, felületi térerősséget stb.

Közben kísérleti műholdakkal világszerte intenzív kutatómunka bontakozott ki, amelyben, főleg az utóbbi 2–3 évben az EBU-hoz tartozó országok — Olaszországtól a skandináv országokig — vették ki részüket intenzíven. Ennek az EBU által koordinált kísérleti kutatómunkának az eredménye, hogy 1983. július 15-én egyöntetűen elfogadták az ún. „C—MAC packet” rendszert. Európában páratlan méretű összefogás eredménye ez a rendszer, hiszen az ezredfordulóig (a WARC megállapodás 15 évig érvényes) a legfontosabb tömegkommunikáció műszaki paramétereit határozza meg, melyeket a stúdiótechnikai berendezésektől a vevőkészülékek gyártásáig figyelembe kell majd venni.

Itt sem tudunk részletekbe bocsátkozni, néhány szempontra azonban fel szeretnénk hívni a figyelmet. Ez a rendszer is, akárcsak a digitális, elveti a hagyományosan kódolt PAL vagy SECAM jeleket, helyettük az időkomprimált analóg fényesség- (Y) és színkülönbség- (R—Y, B—Y) jeleket használja a videóra és digitális „csomag”-kódolási eljárást a kiegészítő jelekre, mint amilyenek a kísérő hang (csatornaszámuk lehet 4, 6 vagy 8), pontos idő, forrás- és csatornaazonosító, teletext és egyéb jelek. Ez ad magyarázatot a nevére is: Multiplex-Analog-Components-Packet.

A fényesség- (Y) jel időkomprimálási aránya 3:2 (másfélszeres sávnövekedés), a színkülönbség-jeleké 3:1. Az időben így összenyomott jeleket egymás után ültetik és egy soridőben az egyik színkülönbség- és fényességjelet közvetítik, a következő tv-sorban pedig a másik színkülönbség- és fényességjel következik, vagyis a színjelek közvetítése sor-szekvenciális — akárcsak a SECAM rendszerben. A maradék időben — beleértve a sorszinkron és kioltási tartományt is, valamint a képkioltás alattit is — a már említett segédjeleket — a digitális hang-, szinkron- és egyéb adatjeleket — közvetítik (3. ábra).



H940-3

3. ábra. A MAC-rendszer idő-multiplikált sorjelének hullámalakja.

- $a$  = 203 bit szinkronizáció, hang/adat
- $b$  = 4 órajel periódus adatátvitel vége és video kezdet átmenet
- $c$  = 15 órajel periódus színtrögzítési szakasz
- $SC1$  = 6 órajel periódus összekeverés (scrambling) számára fenntartott szakasz
- $d$  = 354 órajel periódus szinkülönbség-jel
- $g$  = 704 órajel periódus fényességjel
- $SC2$  = 6 órajel periódus összekeverés (scrambling) számára fenntartott szakasz
- $h$  = 4 órajel periódus video vége és adatátvitel kezdet átmenet

A hangcsatornák száma az alkalmazott kódolástól függően lehet 4, 6 vagy 8. A mintavételi frekvencia minden esetben 32 kHz, a kvantálás 14 bites. A mintavételek kódolása — ami lehet lineáris, kommandált, Hamming-kóddal védett vagy vegyes (előbbieket kombinációja) — a kívánt csatornaszám, illetve a minőségi igények szerinti. Itt a további műszaki részletezés helyett magára a szokatlanul nagy csatornaszámra hívnám fel a figyelmet. Világosan tükrözi azt a törekvést, hogy a műhold adta lehetőséget kihasználva több országra kiterjedő közös műsorokat lehessen közvetíteni. Egyébként ezt tervezik a skandináv országok, sőt maga az EBU is az L-Sat egyik csatornáját közös európai műsorok közvetítésére fogja bérelni.

A közvetlen műhold sugárzás minden technikai kérdése megoldott, üzembe állításuk már csak elhatározás és pénz kérdése. Egy műhold-rendszer tervezési és pályára juttatási költségét jelenleg 320—560 millió dollárra becsülik.

Az 1984. évtől kezdődően sorra meg is fognak jenni ezek a műholdak. Arra még nem tudunk határozottan válaszolni, hogy az EBU által javasolt MAC-rendszer világszabvány lesz-e, de minden valószínűség szerint az OIRT el fogja fogadni, hiszen hangrendszerének kidolgozásában részt vett. Pontosabban, elfogadta és támogatta ezt a javaslatot, annak ellenére, hogy a digitális — tv és rádió — stúdiókban alkalmazásra kerülő hangszabványtól (48 kHz-es mintavétel, 16-bites lineáris kódolás) a C-MAC/packet eltér.

A tengerentúlon, Japánban és az Egyesült Államokban a kép vegyes. Az utóbbiban eddig tíz magánvállalkozás is alakult, amelyek közvetlen műholdas műsorsugárzó rendszereket kívánnak létrehozni, többségükben nagyfelbontású tv-rendszerek számára.

A MAC-rendszer határozott minőségjavulást fog eredményezni, mivel a fényesség- és színjelek spektrálisan nem fedik egymást. A műholdas vevőkészülékben a jelenlegi PAL vagy SECAM dekóderek — mű-

holdas vételnél — nem is fognak működni, de a tv-rendszer alapparaméterei változatlanok maradnak.

Itt kívánjuk megjegyezni, hogy nemcsak a digitális és a közvetlen műholdas tv-rendszer szakított a kódolt, összetett jelformával, de az összes második generációs ENG-rendszer (hordozható kamerával egybeépített képmagnó) is a komponens jeleket használja. Meg kell említeni, hogy világszerte élénken foglalkoznak a „televíziózás” általános helyzetével. A hagyományos, földi adóállomások hálózatára épült központi rendszerek korlátolt csatornaszámot (országanként 3—4), valamint az 50 évvel ezelőtt meghatározott szabványok szerinti minőséget tudnak nyújtani. A kábeltelevízió a hagyományos és a műholdas (ponttól pontig) technikát kombinálva a csatornaszámot közel egy nagyságrenddel megnövelte. Megjelentek a közzsükségleti videoberendezések (magnó és lemezjátszó), amelyekből csak Japánban 1982-ig 16 millió darabot gyártottak és forgalmuk állandóan növekszik, árak pedig évről évre csökken. Mindezekhez most még hozzájön a közvetlen sugárzó műhold. Nem véletlen, sokan felvetették, ha a műhold „csak azt fogja sugározni, ami már jelenleg is van”, akkor a készülékek elterjedése nagyon lassú lesz. A MAC-rendszer a jelenlegi kódolási formáknál valamivel jobb minőséget nyújt, de még mindig egy közel 50 éves szabvány keretein belül, ezért a műholdas vevőkészülék iránti érdeklődést a műsorok tartalmi összeállításával kívánják felkelteni.

### 3. Kábeltelevízió

A kábeltelevízió világszerte terjed, óriási, jól jövedelmező befektetésnek bizonyul. Többféle technikai megoldás létezik, a legegyszerűbb a közösségi antennarendszerek felhasználása, ezt azonban a szakirodalom nem is sorolja a kábel-tv közé. Az „igazi” a több csatornás (12—30), nagyfrekvenciás, koaxiális (újabbban száloptikás — digitális), amely a tv-műsorátvitel mellett egyéb — telefon, adatátvitel stb. feladatokat is ellát.

A kábelfektetés költségei csillagászatiak, 1983-as adatok szerint az Egyesült Államokban átlag 30—40 ezer dollár/mérföld, de nagyvárosokban, ahol a kábelt új nyomvonalakon föld alá kell fektetni, eléri a 160 ezer dollár/mérföldet is! Általában úgy számolják, hogy egy készülékre 1500 dollár beruházási költség jut.

A kábeltelevízió elterjedtségére néhány adat:

	Vevőkészülékek száma/millió	Kábel-tv-re is rákapcsolt/millió
Egyesült Államok	83,5	29,0
Belgium	2,7	2,3
Hollandia	4,8	2,1
Nagy-Britannia	18,0	2,5

A kábeltelevízió létrehozásakor minden országban egy sor szervezési, jogi, pénzügyi probléma merül fel, mint pl.: ki hozza létre, ki üzemeltesse a rendszert, milyen műsor, illetve milyen műsorok közvetítésére legyen felhatalmazva, milyen egyéb szolgáltatásokat nyújtson. Milyen legyen a kapcsolata az országos tv-műsorszóró szervezetekkel, műholdas rendszerekkel, jogdíjak kérdése, előfizetési díj stb. Most, hogy

nálunk is elkezdünk foglalkozni ezzel a kérdéssel, érdemes volna az említett problémákat alaposan elemezni.

#### 4. Teletext

A Teletextről csak annyit kívánok itt megemlíteni, hogy a Magyar Televízió, a Magyar Posta és a Magyar Távirati Iroda egy éve kísérleteket folytat. Vevőkészülék gyáraink a tv dekóderes készülékek gyártását elkezdték. Nemzetközi szervezetekben ez a kérdés még nem zárult le (a CCIR-ben a határidő 1986), az OIRT a tanulmányokat csak most kezdte el. A digitális tv-szabványban, valamint a közvetlen műholdas MAC-rendszerben a helyét (de csak a helyét, és nem a rendszerét) meghatározták. Ez utóbbi újabb lökést adott a szabványosítási törekvéseknek, a műholdas közös műsorok, valamint az országhatárokat átfedő vételi lehetőségek ezt követelik. Lehetséges megoldásként újra felmerült a többnormás dekóder.

#### 5. Nagyfelbontású tv

Léteznek törekvések, amelyek teljesen új tv-szabványok szerinti rendszereket kívánnak létrehozni, amelyeknél a sorszám és a képméret (képméretarányok) jelentősen megváltoznának. Ezek az ún. nagyfelbontású tv-rendszerek. Világszerte intenzív kutatásokat folytatnak ezen a területen. Ilyen berendezések alapelemeit (kamerákat, képrögzítőket, filmbontókat, monitorokat) már előállítottak; kiállításokon működés közben is bemutattak (japán, francia, szovjet, angol, olasz közreműködéssel teljes műsorokat készítettek). Mint már említettük, Japánban és az Egyesült Államokban a közvetlen sugárzó műholdakat is részben erre szeretnék használni. Nemzetközi szervezetekben (CCIR, EBU stb.) megindultak a szabványosítási eljárások.

Alapkérdések megfogalmazásánál tartunk, mint pl. kompatibilis legyen-e a rendszer, mekkora legyen a sorszám (1200 körüli értékek dominálnak), milyen legyen a képméret („szélesvásznú”). A kísérő hang egyértelmű — sztereó lesz. Csak a példa kedvéért a következő táblázat néhány javaslatot bemutat.

Megítélésünk szerint a nagyfelbontású tv-rendszerek kérdése akkor válik majd igazán aktuálissá, amikor a közzsükségleti berendezések — képmagnók és lemezjátszók — műszaki-technikai mutatói, vagyis képminősége el fogja érni, vagy felül is fogja múlni a jelenlegi központi műsorszóró szervezetek által köz-

Képméretarány	4:3	5:3 és 2:1	4:3
Sorszám	1125	1501	2125
Képfrekvencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Letapogatási arány	2:1	2:1	2:1
Video luminancia sáv szélesség	20 MHz	50 MHz	—
Video chrominancia sáv szélesség	6,5 MHz	12,5 MHz	—

vetített képét. Minden jel arra mutat, hogy ez az idő nem is olyan távoli.

Végül néhány szó a hazai televíziózás fejlesztési elképzeléseiről:

Műsor vonatkozásban azt lehet mondani, hogy a közeljövőben első programunkat egész napos nemzeti műsorrá, a második programot szintén egész napos, közművelődési karakterű adássá kívánjuk fejleszteni.

1972-ben szó volt vidéki, regionális stúdiók létrehozásáról, valamint a harmadik program indításáról is. A pécsi és a szegedi stúdióink rendkívül szegényes elektronikával már műsorokat készít, technikai bázisuk korszerűsítését a közeljövőben kezdjük el. További körzeti stúdiók létrehozása a jelenlegi ötéves tervben nem szerepel.

Műsorfejlesztési célkitűzéseinket rendkívüli módon akadályozza a hihetetlenül kevés játéktér. Ezen szeretnénk segíteni az Óbudán építendő két új stúdiókkal, melynek megvalósulását őszintén reméljük.

A harmadik program távlati terveinkben szerepel. Szeretnénk ezt már nem földi adóhálózaton keresztül sugározni, tudomásunk szerint az Intervízió ilyen tervekkel már foglalkozik.

A műsorkészítés hatékonyságának emelését az utómunkálati rendszerek fejlesztésében látjuk. Műszaki eszközkészletünket digitális technikai bázisunk fejlesztése irányában kívánjuk bővíteni.

Várható a közzsükségleti videomagnók gyorsabb elterjedése is, mivel a Szovjetunióban elkezdték a világon legelterjedtebb VHS rendszerű készülékek gyártását, melyben a Híradástechnika Szövetkezet is részt vesz.

Tudomásunk szerint felsőbb vezetői szinten elvi döntés született, amely szerint a kábel-tv kiépítése és műszaki rendszereinek létrehozása a Magyar Posta feladata lesz, műsorellátásáról a Magyar Televízió gondoskodik, felügyeletét pedig helybeliek látják el, az érvényben levő sajtótörvények szerint.

Úgy hisszük és reméljük, hogy mindezek együttesen új távlatot nyitnak a hazai televíziózás előtt.

*Lapunk példányonként megvásárolható  
V., Váci utca 10.  
V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti  
hírlapboltokban*

# Időosztásos beszédinterpoláció

TÖLGYESI LÁSZLÓ  
POSTABER

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk Michalit: Double Talk on the Line with Time Assignment Speech Interpolation c. cikke (Communications International 1983. július) alapján készült. (#)

Amikor a TAT-1-et, az Atlanti-óceánt átszelő első kábelt 1956-ban üzembe helyezték, úgy számoltak, hogy annak 36 áramköre elegendő lesz az elkövetkező 20–30 évre, ennek megfelelően a rövidhullámú rádióállomások beszüntették működésüket. A rádiótelefon-kapcsolat váltakozó vételi minőségéhez szokott felhasználók hamar észlelték a tenger alatti kábel nyújtotta egyenletesen jó minőséget. Mivel a szolgáltatás jó volt, az emberek használni kívánták, ám a siker hirtelen kapacitásproblémákat vetett fel. Két hónapon belül újra üzembe kellett állítani a rádióállomásokat, hogy a megnövekedett forgalmat le lehessen bonyolítani. Azután 1959-ben a Bell Laboratórium kifejlesztett egy eljárást a meglévő kábel kapacitásának a megkétszerezésére, ez az időosztásos beszédinterpoláció. Az eljárás lényege az, hogy a két irányú beszélgetések eddig kihasználatlan részeit hasznosította. Ugyanis — még a multiplex üzemmódok esetében is — amíg az egyik személy beszél, a másik csak hallgatja, vagyis a vonal kapacitásának a fele más célra felhasználható. Ezen kívül a beszédben természetes szünetek is vannak, ez egyénekenként és nyelvenként különböző mértékű.

Egy vonalcsoport átlagát véve, azt látjuk, hogy a tényleges aktív forgalom az egésznek csak 37%-a; a tökebefektetéssel vagy bérleti díjakkal kifizetett időnek jelentős része szabadon marad. Az időmegosztásos beszédinterpoláció egy olyan nagy sebességű kapcsolástechnikai és átviteltechnikai rendszer, amely ezt a „holt időt” maximálisan kihasználja, anélkül, hogy a beszédminőségre negatív hatással lenne. A működés elve a következő:

A vonal egyik végén az összefüggő beszédszakaszokat figyelik (szó, kifejezés, mondat, vagy hosszabb rész), s ezeket a 63% kihasználatlan kapacitásból rendelkezésre álló csatornák valamelyikén továbbítják. Az összefüggő beszédet ezekből a beszédszakaszokból a másik végén vagy egy külön kijelölt vezérlőcsatornán továbbított utasítások segítségével állítják vissza, vagy pedig a csomagkapcsoláshoz hasonlóan, minden beszédszakasz előtt egy címezést küldenek, amely a vonal másik végén az adott beszédrészt az eredeti trónkaramkörhöz irányítja. Az utóbbi módszer legfőbb előnye az, hogy a vezérlőcsatorna

esetleges hibájának nincs döntő hatása a működésre, mivel a címezési és jelzési információk bármelyik szabad csatornán átvihetők. Ezek a jelző és irányképző üzenetek egyúttal a vizsgálójelek feladatát is ellátják; három egymást követő hibás jel vételezése a távolvégen automatikusan üzemen kívül helyezi a csatornát és alarmjelzést ad.

Az eljárás során néhány ezredmásodperc elveszhet a beszélgetésből, amíg a szabad csatorna keresése folyik, de ez nem jelent észlelhető beszédminőségromlást. Az emberi fül a beszédkiesést 2–2,5% veszteségi tényezőnél kezdi érzékelni. A modern rendszerek ezt a veszteséget 0,5%-ra korlátozzák, ez az érték eleve úgy lett meghatározva, hogy jó minőségű beszédet eredményezzen. Az egyik korszerű rendszerben minden beszédszeletet állandó, 80 ms-os ideig késleltetnek, ezalatt a rendszer vezérlője biztosan talál egy szabad átviteli csatornát. Ez azt jelenti, hogy az ilyen rendszerrel a hallgató nem is sejti, hogy beszélgetését szegmensekben kezelik. A beszédminőség a CCITT átviteli szabványainak felel meg.

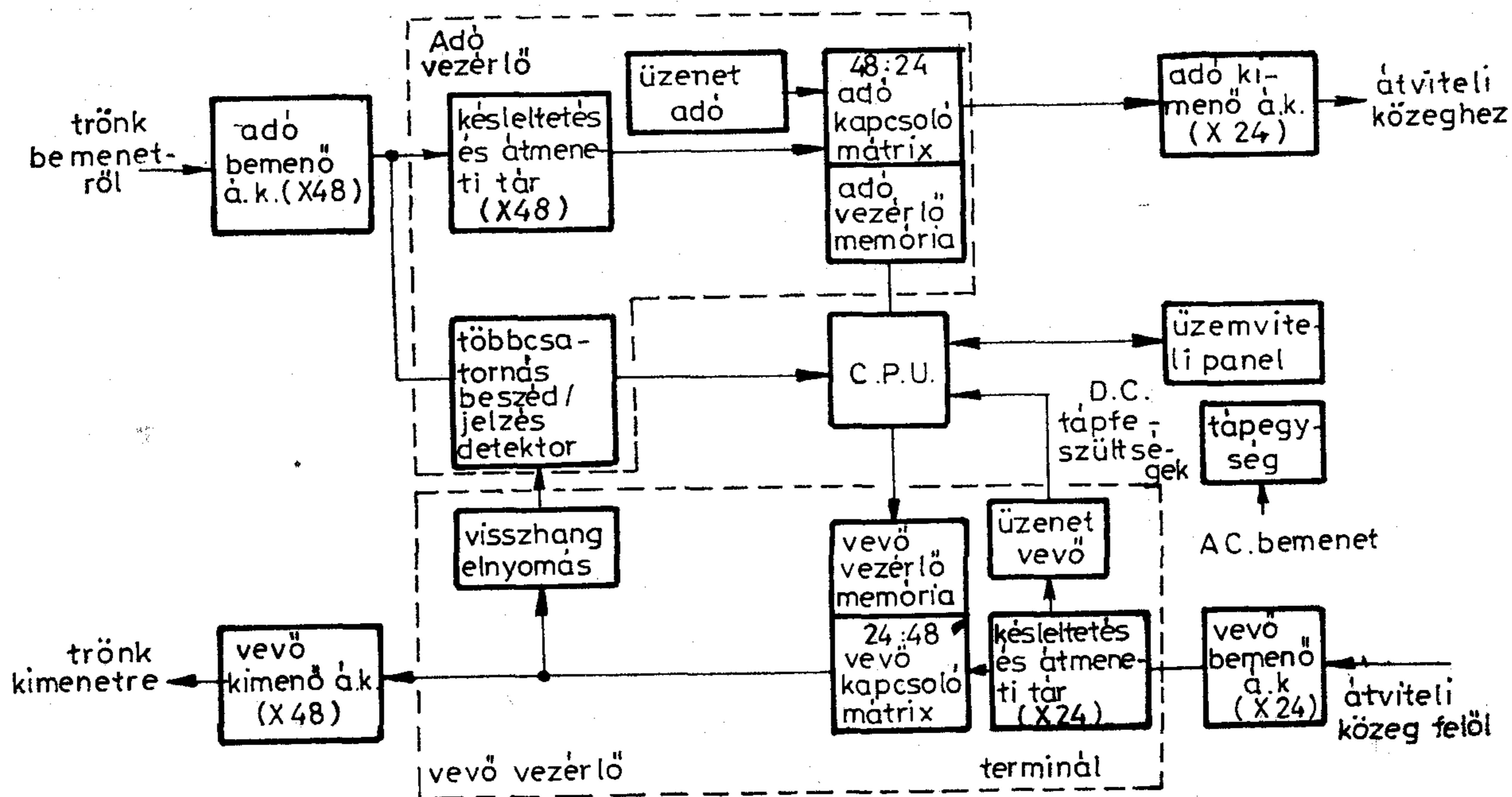
Az 1. ábra funkcionális tömbvázlatán nyomon követhető a korszerű beszédinterpolációs rendszerek működése.

A beszédinterpolációs rendszereket kezdetben a természetüknél fogva igen költséges tenger alatti kábeleknél alkalmazták. A Compact kábelrendszer, amely a Csendes-óceánban kb. 8000 tengeri mérföld hosszan (mintegy 15 000 km) vezet Vancouverből Hawaii, Suvan és Aucklandon keresztül Sydneybe 80 két irányú áramkört tartalmaz és kb. 68 millió dollárba került. 1963 decemberében nyitották meg és két éven belül már telítve volt, a hívásokat elő kellett jegyeztetni, és a hívó néha több órán keresztül kényszerült várakozni, hogy kapcsolathoz jusson.

Az időközben felmerült igények kielégítésére 1967-ben beszédinterpolációs berendezéssel látták el a vancouveri és sydneyi végállomásokat. Ez a kiegészítés kb. 1 millió dollárba került állomásonként, de ez az összeg még mindig csak töredéke annak, amibe egy új tenger alatti kábel lefektetése került volna. Később az Ausztrália és Guam közötti 160 áramkörös kábelben is beszédinterpolációs rendszert telepítettek.

Azóta már megnövekedett a kábelek kapacitása, a tenger alatti kábelrendszerek sokkal gazdaságosabbak. Ezzel egyidejűleg persze az időmegosztásos beszédinterpoláció technikája is több előnyös tulaj-





H 974-1

1. ábra. Egy korszerű rendszer tömbvázlata

donsággal gazdagodott, melyek újra növelik vonzerejét és szélesítik a felhasználási körét. Mint az elektronika más területein is, az LSI áramkörök alkalmazása és a mikroprocesszoros vezérlés ezeket a berendezéseket is sokkal kompaktabbá, megbízhatóbbá és gazdaságosabbá tette.

A mai beszédinterpolációs rendszereket nagyon különböző helyeken alkalmazzák. Például a Lisszabon és Madeira szigete között 1972-ben üzembe helyezett 160 áramkörös tenger alatti kábel, vagy légvezetékes rendszeren Afrikában, vagy Latin-Amerika néhány országában, ahol ezeket a rendszereket a mikrohullámú összeköttetések kapacitásának növelésére alkalmazták eredményesen. Ezeknek a mikrohullámú összeköttetéseknek a költsége távolságfüggő, mivel az ismétlőállomásokat meghatározott szakaszonként telepíteni kell, ezzel szemben a beszédinterpolációs rendszer költsége független a távolságtól. Több példa szemlélteti azt is, hogy túlszűfolt csomópontokba ilyen rendszereket telepítve gyakran több évvel késleltetni lehet a nagyobb tőkebefektetéssel járó beruházásokat a postai átviteli rendszerben.

Ezek a berendezések a troposzférában történő rádiótávközlésben is felhasználhatók, így alkalmazási területük a tengeri gáz és olajkitermelő állomásokra is kibővíthető. Amíg a korábbi berendezések nehézkesek voltak, a modern rendszerek sokkal tömörebbek. Egy 8 vonalon 15 egyidejű beszélgetést továbbító rendszer például csak annyi helyet foglal, mint egy egyfiókos iratszekrény. Sőt könnyedén szállítható egyik helyszínről a másikra, ha a felhasználás helyszíne időről időre (pl. olajkutató) vagy időszakosan változik (pl. fesztiválok, üdülőhelyek), mivel súlya 50 kg alatt van.

A beszédinterpolációs rendszerek többségét jelenleg még a nyilvános telefonhálózatban alkalmazzák,

de már terjed a felhasználása a bérelt vonalakat használó magánhálózatokban is. A floridai Orlándóban levő Disney World és a kaliforniai Burbankban levő központi irodák közötti 10 bérelt vonal kapacitását például 50%-kal megnövelték, így 15 egyidejű beszélgetés folytatható. A havi megtakarítás 7500 dollár körül van, mivel nem kell további öt vonalat bérelni, a berendezés költsége pedig egy éven belül megtérült. A legtipikusabb magánfelhasználók jelenleg a nagy bank- és olajtársaságok. Ezeknél azonban nem a méret, hanem a forgalom mennyisége és összetétele a döntő.

Beszédinterpolációs rendszert már legalább 3 bérelt vonaltól felfelé lehet használni. A 15 „fizikai” vonalszám alatt működő kisebb rendszereknél a modern beszédinterpolációs rendszerek a  $2n-1$  képlettel meghatározható számú vonalat tudnak előállítani, vagyis egy 3 fizikai vonalon üzemelő rendszer egyidejűleg 5 jó minőségű beszélgetést tud továbbítani.

Vegyünk például egy bizonyos angol felhasználót, aki London és egy területi központ között akar kommunikálni. Rendelkezik 12 darab széles sávú bérelt áramkörrel, az üzleti aktivitásának növekedése azt mutatja, hogy 17-re lenne szüksége. Ha a 12-ből 3-at kizárólag adatforgalom céljaira fenntart, akkor a maradék kilencből további nyolcat származtathat, így megkapja a kívánt 17 vonalat. Ha ezt összevetjük azzal a lehetőséggel, hogy a további 8 vonalat a British Telecomtól bérelje a megfelelő tarifával, a számítások azt mutatják, hogy a beszédinterpolációs beruházás 2 éven belül kifizetődik. Ráadásul a berendezést két hónapon belül szállították és üzembe helyezték, ezzel szemben a további bérelt vonalak biztosítása az adott esetben 4-5 hónapot is igényelt volna.

Az egyik különösen fontos előny mind a magán-

felhasználók mind pedig a postaigazgatóságok számára, hogy ezzel a módszerrel adatok is továbbíthatók. Egy korszerű beszédinterpolációs berendezés alkalmas tipikusan 10%-ban adatátviteli forgalom áteresztésére is. Adatfejléc érzékelése után a mikroprocesszor az adott vonalat lezárja a modem felé az adott adatátvitel végéig. Ezáltal nem lesz adatkiesés, amint a beszéd legfeljebb 0,5%-ával az előfordulhat.

Ennél a fajta átvitelnél azonban nagyon gondosan kell szervezni a forgalmat. A moden, CCITT szabványok szerint készült rendszerek már sokkal nagyobb sebességű adatátvitelre képesek, mint a korábbiak, 9,6 kbit/s értéket is elértek már. Egy kiegészítő terminál segítségével a felhasználó a saját egyéni igényeinek megfelelően programozhatja, pl. úgy, hogy adatforgalmat csak bizonyos meghatározott vonalakon engedélyez. Továbbá, azokon a vonalakon is csak bizonyos órákban, pl. csúcsidőn kívül továbbít adatokat. Nyilvánvaló, hogy a tengerentúli felhasználók nem fogják munkaidőben, mikor mindkét parton tevékenyek a hivatalok, „elhomályosítani” saját „beszélőablakjukat” adatátvitellel. Ezen az időszakon kívül viszont több adat vihető át, így a bérelt vonalat egyenletesebben lehet terhelni.

*Magánhálózatokban* az új rendszereket általában a csúcsforgalmi időn kívül helyezik üzembe, mivel előzőleg már behuzalozzák őket a rendezőre. A beszédinterpolációs terminálokat ezután az előrehuzalozott csatlakozóikkal és aljzataikkal csatlakoztatják és a vonalakat 1:1 elektronikus működésre levizsgálják. Az ilyen alapon történő levizsgálás után a teljes egység kész a beszédinterpolációs működésre.

*Postai hálózatban* a felszerelés rendszerint alaposabb átviteltechnikai és csúcsterhelési vizsgálatokat is magába foglal és általában 2 hét alatt fejeződik be. A működés üzembiztos, hiba esetén az egységek automatikusan visszakapcsolnak az 1:1 üzemmódba. Az üzembe helyezéskor a felhasználó specifikálhatja, hogy a többletkapacitásának időszakos elvesztésekor hiba esetén mely vonalaknak legyen elsőbbsége. Feszültségkimaradás esetén a tápfeszültség visszatértekor a rendszer automatikusan újraindítja és szinkronizálja magát.

Néhány modern rendszerben azt sem kell specifikálni, hogy melyik csatornához történjen a szinkronizálás, mivel bármelyik átviteli csatornához lehet szinkronizálni, szemben a korábbi rendszerekkel, melyeknél csak egy vagy több kijelölt csatorna volt ilyen célra hozzáférhető. Ez a tulajdonság, hogy bár-

melyik csatornára lehet újraszinkronizálni nagy kincs, különösen a kisebb rendszereknél, hiszen ez azt jelenti, hogy 1:1 üzemmódban az összes fizikai vonal felhasználható beszélgetésre. Másik hasznos üzemviteli tulajdonság, hogy a hibagyánús átviteli csatorna levizsgálható egy átkapcsoló segítségével, amely tetszőleges alközponti vagy főközponti vonalat tud bármelyik kívánt átviteli csatornával ideiglenesen összekapcsolni. Egy diagnosztizáló egység segítségével a hibát akár helyben, akár távolról egy feltárászható modem segítségével azonosítani lehet.

További kellemes tulajdonsága a beszédinterpolációs rendszernek, hogy gyakorlatilag megfelel a digitális korszak követelményeinek. Minden beszéd- és jelfeldolgozás digitálisan történik, analóg átalakítással azoknál a termináloknál, ahol ez szükséges. A be- és kimenet egyaránt lehet analóg vagy digitális. A digitális változatok mind a CCITT 30 csatornás 2,048 Mbit/s PCM szabványának, mind pedig az amerikai 24 csatornás 1,544 Mbit/s rendszereinek megfelelnek.

Felmerülhet persze a kérdés, hogy a fényvezetők megjelenésével tömegessé váló információátvitel nem csökkenti-e a beszédinterpolációs rendszerek jelentőségét? A szerző kézenfekvő válasza szerint nem, hiszen a fényvezetős forradalom éppen csak most kezdődik a fejlett ipari országokban, és még ezekben is előfordul átviteli kapacitáshiány. Mindenütt, ahol gyorsan kell felszámolni a torlódást, ahol a távközlési forgalom összetétele másképpen alakult, mint tervezték, ahol költségvetési vagy időbeli korlátok nem teszik lehetővé az infrastruktúrában kiegészítő átviteli kapacitások üzembe helyezését, ott a beszédinterpolációs típusú berendezések jelentik a gyors és gazdaságos megoldást. És ez éppúgy igaz a fényvezetőkre, mint bármilyen más átviteli közegre.

A beszédinterpolációs rendszerek egyetlen komoly vetélytársa a beszédkompresszió lehet, de ez egy drágább rendszer és nagy számú trónkőn való felhasználásra tervezték.

A jelek arra mutatnak, hogy sok postaigazgatóság már kezdi felismerni, hogy a beszédinterpolációs alapon működő vonalkétszerező berendezések nagyon hasznos szerepet játszhatnak a meglévő átviteli berendezések élettartamának meghosszabbításában. A gyakorlatban működő beszédinterpolációs rendszerek száma az elmúlt másfél év alatt jelentősen megnövekedett. Úgy számítják a szakemberek, hogy ezt a technikát még legalább 1999-ig érdemes lesz alkalmazni.

# Érzékenységek számítása a módosított csomóponti analízis alapján

VARGA IMRE

BME Elméleti Villamosságtan Tanszék



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk új módszert mutat be lineáris hálózatok átviteli függvényeinek bármely hálózati komponens paraméterére vonatkozó elsőrendű érzékenységgüggvényének előállítására. A módosított csomóponti analízis módszerével végzett egyetlen hálózatanalízis után az érzékenységek mind idő-, mind frekvenciatartománybeli kiindulás esetén egy-egy képletből számíthatók. Az ismertetett eljárás szerint működő LINA program hatékony hálózatanalízist tesz lehetővé. (H)

## 1. Bevezetés

A lineáris invariáns hálózatok analízise sok esetben nemcsak egyes feszültségek vagy áramok időfüggvényének kiszámítását, átviteli függvények, pólusz-kép, Bode-diagram előállítását jelenti, hanem magában foglalja a különböző érzékenységek meghatározását is. A továbbiakban érzékenységgüggvényen a hálózat egy átviteli függvényének valamely hálózati komponens egy paraméterére vonatkozó elsőrendű differenciális érzékenységet értjük, amely az  $s$  komplex frekvencia függvénye. A hálózat kimenetének — az egyszerűség kedvéért — üresjárású feszültséget vagy rövidzárási áramot tekintünk.

Az érzékenységgüggvények meghatározására számos módszer ismeretes (pl. [2]–[7]). Ezek egy része az elemparaméterek szimbolikus kezelését igényli, mint az átviteli függvény bilineáris, ill. bikvadratikus alakján és a jelfolyamábrán alapuló eljárás. A módszerek másik részének alkalmazásához a hálózat topológiájának vagy elemértékeinek módosítására, majd ezen újabb hálózat analízisére van szükség. Ilyen eljárás a differenciahányadossal való közelítés, az adjungált (interreciprok) hálózat módszere, az érzékenységgüggvény átviteli függvények szorzataként való előállítása stb.

A cikkben az érzékenységgüggvények meghatározására szolgáló olyan új módszert ismertetünk, amely kizárólag az eredeti hálózat névleges paraméterértékeknél végzett analíziseredményeit használja fel. A hálózatszámítás eszköze a módosított csomóponti analízis, amely nemcsak admittancia-, hanem bármely explicit karakterisztikával jellemzett komponenseket tartalmazó hálózatok vizsgálatára is alkalmas. Ezen belül a redukált egyenletrendszer fokozatos felépítésének módszerét alkalmazzuk [1]. A hálózati egyenletek összességét tartalmazó lineáris egyenletrendszer, a redukált egyenletrendszer mind az időtartományban, mind közvetlenül a frekvenciatartományban felírható.

## VARGA IMRE

1982-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. Egyetemi hallgatóként három ízben készített tudományos diákköri dolgozatot lineáris hálózatok számítógépes analízise témakörben. Mindhárom dolgozatával első díjat nyert és részt vett az országos tudomá-

nyos diákköri konferencián. Jelenleg tudományos továbbképzési ösztöndíjas a Budapesti Műszaki Egyetem Elméleti Villamosságtan Tanszékén. Fő érdeklődési területe a lineáris hálózatok számítógépes analízise, érzékenység- és toleranciaproblémáinak vizsgálata, valamint számítógéppel segített tervezése.

A 2. szakaszban megmutatjuk, hogyan állítjuk elő az időtartománybeli egyenletrendszerből az átviteli függvényeket és azok érzékenységgüggvényeit racionális törtfüggvény alakban. Ezek egyes frekvenciákon felvett értéke  $s=j\omega_k$  helyettesítéssel számítható.

A 3. szakaszban a frekvenciatartománybeli kiindulást tárgyaljuk. Egy rögzített frekvencián felépítjük a komplex együtthatómátrixú redukált egyenletrendszert, amelynek megoldása az átviteli karakterisztika egy pontját adja. Az érzékenységek értékét is ezen frekvencián kapjuk. A számítási eljárást minden előírt frekvencián megismételjük.

A LINA programrendszer az előbb tárgyalt eljárás alapján működik és számos szolgáltatása, interaktív kezelése folytán hatékony analízist biztosít. A program szolgáltatásait a 4. szakaszban ismertetjük.

## 2. Átviteli függvények és érzékenységgüggvények számítása az időtartománybeli egyenletekből

### 2.1 Az átviteli függvény meghatározása

A vizsgált lineáris invariáns hálózat egyes  $N$ -kapcsú komponensei az alábbi típusú karakterisztikák valamelyikével jellemezhetők:

$$\text{kapacitív komponens: } i_c = C\dot{u}_c \quad (1)$$

$$\text{induktív komponens: } u_L = L\dot{i}_L \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{rezisztív komponens: } i_y &= G u_y + N i_z + j \\ u_z &= M u_y + R i_z + v \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{hibrid} \\ \text{típusú} \\ \text{karak-} \\ \text{terisztika} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} u_a &= 0 \\ i_a &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{ideális erősítő} \\ \text{karakterisztikája} \end{array} \quad (3)$$

Beérkezett: 1983. XI. 3.

A hibrid típusú karakterisztikával jellemzett rezisztív komponens bizonyos kapcsai  $y$ -típusúak (a feszültségek a független, az áramok a függő változók), más kapcsai  $z$ -típusúak (az áramok a független, a feszültségek a függő változók). Az ideális erősítőt nullorként kezeljük: a bemeneti kapocs  $a$ -típusú (nullátor), a kimeneti  $b$ -típusú (norátor). A fenti általános komponensek speciális esetei az  $R, L, C$  elemek, a független és vezérelt generátorok, a girátor stb.

Célunk a hálózat tetszőlegesen kijelölt gerjesztéséhez és kimenetéhez tartozó átviteli függvényt racionális törtfüggvény alakban előállítani az időtartománybeli egyenletekből. Az eljárás részeredménye a hálózat állapotváltozós leírásának normál alakja.

A módosított csomóponti analízis módszerét alkalmazva, felépítjük az alábbi lineáris egyenletrendszer (a redukált egyenletrendszer) a hálózati komponensek paramétereinek fokozatos figyelembevételével [1]:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{G}^* & \mathbf{N}^* & \mathbf{B}^* & \mathbf{C}^* & \mathbf{0} \\ \mathbf{M}^* & \mathbf{R}^* & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_a^* & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_c & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}_L & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{L}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi \\ i_z \\ i_b \\ u_c \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{B}_L & \mathbf{0} & \mathbf{B}_J \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1}_V & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{1}_C & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_c \\ i_L \\ v \\ j \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{P} \cdot \mathbf{f} = \mathbf{Q} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix}$$

ahol  $\varphi$  a csomóponti potenciálok vektora,  $i_z$  a  $z$ -ágak áramait,  $i_b$  az ideális erősítők kimeneti áramait tartalmazza és  $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} u_c \\ i_L \end{bmatrix}$  az állapotváltozók,  $\mathbf{e} = \begin{bmatrix} v \\ j \end{bmatrix}$  a gerjesztések vektora. Az egyes blokkok az alábbiakat fejezik ki: áramtörvények,  $z$ -típusú kapocskarakterisztikák, ideális erősítők feszültsége, kondenzátorok feszültsége, tekercsek feszültsége. A  $\mathbf{P}$  együtthatómátrix  $\mathbf{G}^*$  blokkja  $y$ -típusú,  $\mathbf{R}^*$  blokkja  $z$ -típusú karakterisztikával jellemzett rezisztív elemektől függ; a  $\mathbf{C}^*$  blokk kapacitásokat,  $\mathbf{L}^*$  induktivitásokat tartalmaz, míg  $\mathbf{N}^*$ -ban áram-,  $\mathbf{M}^*$ -ban feszültségátvitel jellegű mennyiségek szerepelnek;  $\mathbf{P}$  többi blokkja és a  $\mathbf{Q}$  mátrix csak 0, +1, -1 (topológiai) értékekből áll, elemparamétert nem tartalmaz.

Az egyenletrendszer előállításának az a lényege, hogy sorra vesszük a hálózati komponenseket és azok paramétereinek értékét egymás után hozzáadjuk az eredetileg zérus  $\mathbf{P}$  és  $\mathbf{Q}$  mátrix bizonyos elemeihez, az [1]-ben szereplő szabályok szerint.

Így minden paramétről tudjuk, hogy az a mátrixok mely elemeiben szerepel. Ezt használjuk majd ki az érzékenységek számításánál. Pl. az  $l$ . és  $j$ . csomópont között elhelyezkedő  $G$  konduktanciájú ellenállás a  $\mathbf{G}^*$  blokk  $(ll)$  és  $(jj)$  indexű elemét  $+G$ -vel,  $(lj)$  és  $(jl)$  indexű elemét  $-G$ -vel változtatja meg; ha egy feszültségvezérelt feszültséggenerátor vezérlő (primer) kapcsa az  $l$ . és  $j$ . csomópontokhoz kapcsolódik

és kimeneti (szekunder) kapcsa a  $k$ -edik  $z$ -típusú kapocs, akkor a  $\mu$  átviteli (erősítési) tényező az  $\mathbf{M}^*$  blokk  $(kl)$  indexű eleméhez hozzáadódik,  $(kj)$  indexű eleméből kivonódik, a többi mátrixelem értékét nem befolyásolja.

A (4) egyenletrendszer  $\mathbf{P}$  invertálásával oldjuk meg, ha a hálózat reguláris, vagyis  $\det \mathbf{P} \neq 0$ :

$$\mathbf{f} = \mathbf{T} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{T} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{S} \\ \mathbf{A} & \mathbf{B} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Ebből az állapotváltozós normálalak egyetlen  $e = e_i$  gerjesztésre és  $y = y_k$  kimenetre:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{b} e \\ y &= \mathbf{c}^T \mathbf{x} + d e \end{aligned} \quad (6)$$

Mint már a bevezetőben utaltunk rá, az elvi eljárás egyszerűsítése végett az  $y$  kimenetnek üresjárású feszültséget vagy rövidzárási áramot tekintünk. Ez megfelel a gyakorlati esetek többségének. (Az összes feszültség felírható  $\varphi_l$  vagy  $\varphi_l - \varphi_j$  alakban, tehát üresjárású feszültségként; az áramok egy része  $i_z$ , ill.  $i_b$ , más része  $f$ -ben nem szerepel. Ekkor iktassunk be az áram útjával sorosan egy  $R=0$  paraméterű  $z$ -ágot és ennek  $i_z$ -ben megjelenő árama a keresett.) Ily módon az  $y$  kimenet közvetlenül szerepel  $\mathbf{f}$ -ben, vagyis  $y = f_l$ -hez tartozó  $\mathbf{c}^T$  és  $d$  az  $\mathbf{R}, \mathbf{S}$  mátrixok  $l$ -edik sora.

A (6) állapotegyenlet Laplace-transzformálásával az átviteli függvény

$$W(s) = \frac{Y_k(s)}{E_i(s)} = \mathbf{c}^T (\mathbf{sE} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} + d \quad (7)$$

Az  $(\mathbf{sE} - \mathbf{A})^{-1}$  racionális törtfüggvényelemű mátrix előállítására a Souriau-Frame algoritmust alkalmazzuk:

$$(\mathbf{sE} - \mathbf{A})^{-1} = \frac{\text{adj}(\mathbf{sE} - \mathbf{A})}{\det(\mathbf{sE} - \mathbf{A})} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \mathbf{H}_{n-i} s^i}{\sum_{i=0}^n q_{n+1-i} s^i} \quad (8)$$

( $n$  a hálózat rendszáma); (7)-be beírva

$$W(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{\sum_{i=0}^n k_{n+1-i} s^i}{\sum_{i=0}^n q_{n+1-i} s^i}; \quad (9)$$

$$k_{n+1-i} = \mathbf{c}^T \mathbf{H}_{n-i} \mathbf{b} + d q_{n+1-i}, \quad i = 0, 1, \dots, n.$$

A  $\mathbf{H}_{n-i}, q_{n+1-i}$  együtthatók rekurzív képletekkel számíthatók [2]. A (9) kifejezés az átviteli függvényt racionális törtfüggvény alakban adja meg. Az átviteli karakterisztika pontjait az egyes körfrekvencia-értékek behelyettesítésével kapjuk:

$$W(j\omega_k) = W(s)|_{s=j\omega_k} \quad (10)$$

## 2.2. Az érzékenységgfüggvények előállítása

Célunk egy  $W(s)$  átviteli függvényre és bármely hálózati komponens egy  $h$ -val jelölt paraméterére az

$$S_h^W(s) = \frac{\partial W}{\partial h} \quad (11)$$

(abszolút) érzékenységgfüggvény előállításra racionális törtfüggvény alakban.

$W(s), h, S_h^W(s)$  ismeretében a félig relatív és a relatív érzékenységgfüggvények már könnyen kifejezhetők. A  $h$  paraméter tetszőlegesen jelentheti egy kapacitás értékét, vezérelt generátor átviteli tényezőjét, ideális transzformátor áttételét stb.

Az alább ismertetendő módszer nem kívánja  $W(s, h)$  szimbolikus felírását, adjungált hálózat vizsgálatát, újabb hálózatanalízist, hanem csak az előzőekben ismertetett hálózatszámítás eredményeit használja fel.

Tekintve, hogy  $\mathbf{P} \cdot \mathbf{P}^{-1} = \mathbf{E}$ , így

$$\frac{\partial \mathbf{P}^{-1}}{\partial h} = -\mathbf{P}^{-1} \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h} \mathbf{P}^{-1} \quad (12)$$

(5) felhasználásával

$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial h} = \frac{\partial \mathbf{P}^{-1} \mathbf{Q}}{\partial h} = \mathbf{P}^{-1} \frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial h} + \frac{\partial \mathbf{P}^{-1}}{\partial h} \mathbf{Q} = -\mathbf{P}^{-1} \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h} \mathbf{T} \quad (13)$$

hiszen  $\mathbf{Q}$  elemparamétert nem tartalmaz. (A parciális deriváltak a  $h$  paraméter névleges értékénél felvett numerikus értéket jelentik.) A (12) kifejezéshez hasonlóan

$$\frac{\partial (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}}{\partial h} = (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h} (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \quad (14)$$

Írjuk fel a (11) abszolút érzékenységgfüggvényt, vagyis a (7) kifejezés  $h$  szerinti parciális deriváltját és alkalmazzuk (14)-et:

$$S_h^W = \frac{\partial W}{\partial h} = \frac{\partial d}{\partial h} + \frac{\partial \mathbf{c}^T}{\partial h} (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} + \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial h} + \mathbf{c}^T (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h} (s\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{b} \quad (15)$$

A (8) és (9) kifejezés felhasználásával

$$S_h^W(s) = \frac{\partial W}{\partial h} = \frac{R(s)}{D^2(s)}$$

$$R(s) = D(s) \left[ s^n \frac{\partial d}{\partial h} + \sum_{i=0}^{n-1} \left( q_{n+1-i} \frac{\partial d}{\partial h} + \frac{\partial \mathbf{c}^T}{\partial h} \mathbf{z}_{n-i} + \mathbf{v}_{n-i}^T \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial h} \right) s^i \right] + \left[ \sum_{i=0}^{n-1} \left( \mathbf{v}_{n-i}^T \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h} \right) s^i \right] \left[ \sum_{i=0}^{n-1} \mathbf{z}_{n-i} s^i \right] \quad (16)$$

ahol

$$D(s) = \sum_{i=0}^n q_{n+1-i} s^i \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{z}_{n-i} &= \mathbf{H}_{n-i} \cdot \mathbf{b} \\ \mathbf{v}_{n-i}^T &= \mathbf{c}^T \cdot \mathbf{H}_{n-i} \end{aligned} \right\} i=0, 1, \dots, n-1 \quad (18)$$

A  $\mathbf{H}_{n-i}$  mátrixokat (8) számítása során már meghatároztuk.

A (16) kifejezés megadja az abszolút érzékenységgfüggvényt két, legfeljebb  $2n$ -edfokú polinom hányadosaként. A nevező  $2n$ -edfokú polinomja az átviteli

függvény  $D(s)$  nevezőjének négyzete, míg a számláló két polinom összege. Ezek egyike  $D(s)$  és egy skálár-együtthatós polinom szorzata, a másik pedig egy sorvektor együtthatós és egy oszlopvektor együtthatós polinom szorzata. A gyakorlati feladatok többségében a hálózat egy átviteli függvényének több elem paraméterére vonatkozó érzékenysége keresett, ezért lényeges megjegyezni, hogy a (16) kifejezésben szereplő polinomok közül csak kettő függ a  $h$  paraméter konkrét jelentésétől.

Az érzékenységgfüggvények  $R(s)$  számlálópolinomjában (16) szereplő  $\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h}, \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial h}, \frac{\partial \mathbf{c}^T}{\partial h}, \frac{\partial d}{\partial h}$  mennyiségeket a következőképpen határozzuk meg. Kiszámítjuk a  $\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial h}$  mátrixot (13) szerint; ehhez  $\mathbf{P}^{-1}$  és  $\mathbf{T}$  már is-

mert (5). A  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  mátrix felépítése során zérusmátrixból indulunk ki és  $h=1$  helyettesítéssel újra alkalmazzuk a  $\mathbf{P}$  együtthatómátrix képzési szabályai közül azokat, amelyek a  $h$  jelű paraméterre vonatkoznak. Így a  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  mátrix minden eleme 1,  $-1$  vagy 0 értékű. A 2.1 pontban említett két példában: ha  $h=G$ , akkor a  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  mátrix  $(ll)$  és  $(jj)$  eleme 1, az  $(lj)$  és  $(jl)$  eleme  $-1$ , a többi eleme 0; míg ha  $h=\mu$ , akkor  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$   $(kl)$  eleme 1,  $(kj)$  eleme  $-1$ , a többi eleme 0. Kiszámítva tehát (13) szerint a

$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial h} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \mathbf{R}}{\partial h} & \frac{\partial \mathbf{S}}{\partial h} \\ \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h} & \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial h} \end{bmatrix} \quad (19)$$

mátrixot (vö. (5) jelöléssel), abból  $\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial h}, \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial h}, \frac{\partial \mathbf{c}^T}{\partial h}, \frac{\partial d}{\partial h}$  ugyanúgy olvasható ki, mint ahogy  $\mathbf{A}, \mathbf{b}, \mathbf{c}^T, d$ -t a  $\mathbf{T}$  mátrixból kifejeztük.

### 3. Átviteli mennyiségek és érzékenységek számítása a frekvenciatartománybeli egyenletrendszerből

A lineáris hálózatok analizésének egy más útja, hogy a hálózati egyenleteket a frekvenciatartományban írjuk fel. Ilyen kiindulással közvetlenül megkapjuk az átviteli karakterisztika egy-egy pontját.

A vizsgált lineáris invariáns hálózat olyan komponenseket tartalmaz, amelyek karakterisztikája

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{I}_y &= \mathbf{Y} \mathbf{U}_y + \mathbf{N} \mathbf{I}_z + \mathbf{J} \\ \mathbf{U}_z &= \mathbf{M} \mathbf{U}_y + \mathbf{Z} \mathbf{I}_z + \mathbf{V} \end{aligned} \right\} \text{ vagy } \left. \begin{aligned} \mathbf{U}_a &= \mathbf{0} \\ \mathbf{I}_a &= \mathbf{0} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{(ideális} \\ \text{erősítő)} \end{array} \quad (20)$$

alakú, ahol minden mátrix- és vektorelem egy rögzített frekvencián komplex szám. Az így értelmezett általános komponensek speciális esetei az  $R, L, C$  elemek, a független és vezérelt generátorok stb.

A módosított csomóponti analízis módszerét alkalmazva, előállítjuk az alábbi lineáris egyenletrend-

szert (a redukált egyenletrendszer) a hálózati komponensek paramétereinek fokozatos összegzésével [1]:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}^* & \mathbf{N}^* & \mathbf{B}^* \\ \mathbf{M}^* & \mathbf{Z}^* & \mathbf{0} \\ \mathbf{A}^* & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \overline{\Phi} \\ \mathbf{I}_z \\ \mathbf{I}_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{J}^* \\ \mathbf{V}^* \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$\mathbf{P} \cdot \mathbf{F} = \mathbf{E}^*$$

ahol a  $\mathbf{P}$  mátrix egy rögzített  $\omega_r$  körfrekvencián komplex számokat tartalmaz,  $\overline{\Phi}$  a csomóponti potenciálok,  $\mathbf{I}_z$  a z-kapcsok árama,  $\mathbf{I}_b$  az ideális erősítők kimeneti árama és  $\mathbf{J}^*$ ,  $\mathbf{V}^*$  a gerjesztések komplex effektív értékéből alkotott vektor.

Áramgenerátoros gerjesztés esetén az egyszerűség kedvéért válasszuk referenciapontnak a gerjesztő áramgenerátor negatívabb pólusának csomópontját. Ekkor és feszültséggenerátoros gerjesztés esetén az  $\mathbf{E}^*$  vektornak csak egy eleme nem nulla; jelöljük ezt  $E_i^*$ -vel. Az  $Y = F_k$  kimenetre és az  $E_i^*$  gerjesztésre

$$W(j\omega_r) = \frac{Y}{E_i^*} = -[\mathbf{P}^{-1}]_{ki} \quad (22)$$

Az átviteli karakterisztika  $\omega_r$  helyen vett értékének meghatározásához a komplex elemű  $\mathbf{P}^{-1}$  mátrix egy elemére van szükség.  $W(j\omega)$  egy tetszőleges  $h$  elemparaméterre vonatkozó érzékenységet az  $\omega_r$  körfrekvencián (12) mintájára írhatjuk fel:

$$S_h^W(j\omega_r) = \frac{\partial W}{\partial h} \Big|_{\omega_r} = \left[ \mathbf{P}^{-1} \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h} \mathbf{P}^{-1} \right]_{ki} \quad (23)$$

Az érzékenység kiszámításához a  $\mathbf{P}^{-1}$  mátrix  $k$ . sorára és  $i$ . oszlopára, valamint  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$ -ra van szükség. Ez utóbbi előállítás — az időtartománybeli esethez hasonlóan — a (21) egyenletrendszer  $\mathbf{P}$  együtthatómátrixának fokozatos felépítésére vonatkozó szabályok alkalmazásán alapul. Most azonban  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  komplex számokat is tartalmazhat, hiszen pl. a kondenzátorokat  $y$ -kapocsként kezelve, azok  $j\omega_r C$  admittanciái az  $\mathbf{Y}^*$  blokkban vannak, így  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  megfelelő elemeiben

$$\frac{\partial j\omega_r C}{\partial C} = j\omega_r \quad (24)$$

komplex szám áll. A (23)-ban szereplő művelet elvégzésénél érdemes lehet kihasználni azt, hogy  $\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial h}$  csak néhány nem nulla elemet tartalmaz, és hogy a szorzatnak csak egyetlen eleme keresett.

A frekvenciatartománybeli egyenletrendszerből közvetlenül megkapjuk az átviteli karakterisztika és az érzékenységfüggvények egy pontját; a számítást minden előírt frekvencián megismételjük. Az időtartománybeli kiinduláshoz képest kisebb méretű, de komplex elemű mátrixokkal kell dolgozni.

#### 4. A LINA programrendszer

E cikk szerzője által készített LINA hálózatanalízis program [8] lineáris invariáns hálózatok analízisére szolgál. A program BASIC-PLUS nyelvű és a Budapesti Műszaki Egyetem Műszer- és Méréstechnika

Tanszékén üzemelő PDP 11/45 számítógép időosztásos rendszerében futtatható. Célja, hogy a vizsgált hálózatokról minél szerteágazóbb információkat nyújtson, a felhasználó munkáját az interaktív kezelés nyújtotta lehetőségek maximális kihasználásával hatékonyra tegye.

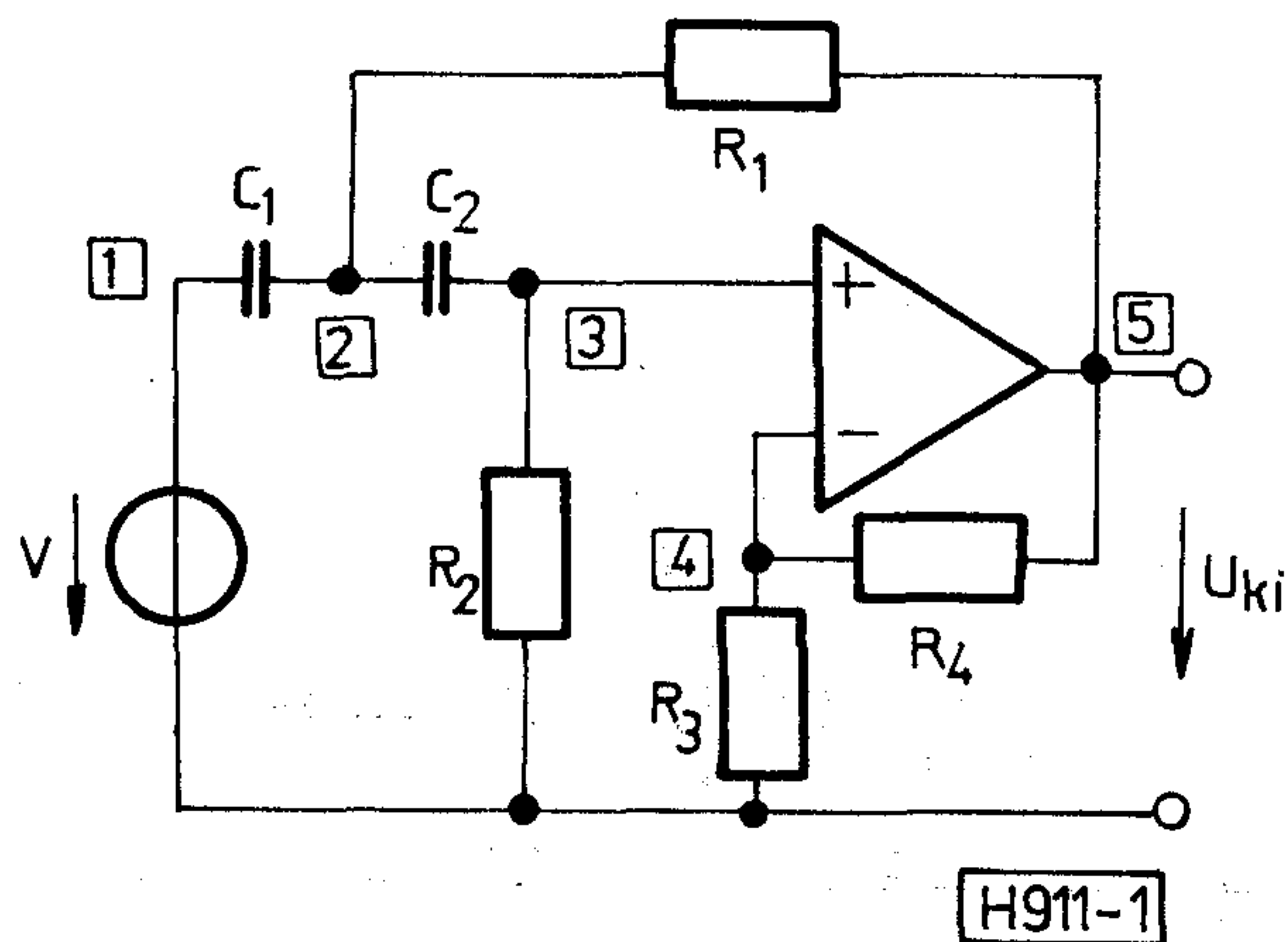
A program a 2. részben leírt módszer szerint működik. Szolgáltatja az állapotegyenlet normál alakját; abból előállítja a felhasználó által tetszőlegesen kijelölhető feszültséghez vagy áramhoz, mint kimenet-höz és valamely gerjesztéshez tartozó átviteli függvényt racionális törtfüggvény alakban, majd kiszámítja a pólusokat és a zérusokat a Bairstow-módszerrel. Ezután elkészíti a Bode-diagramot a felhasználó által kijelölt frekvenciatartományban grafikus display-re, ill. plotterre és kilistázza annak értékeit.

A LINA program az ismertetett módszerrel előállítja a felhasználó által megjelölt átviteli függvénynek bármely  $R$ ,  $L$  vagy  $C$  kétpólusú elem értékére vonatkozó  $S_h^{(r)W}(s) = \frac{\partial \ln W}{\partial \ln h}$  relatív érzékenységfüggvényét.

A hálózat a meglehetősen bő elemkészletbe [8] tartozó elemek bármelyikét tartalmazhatja, de a program — jelenlegi kiépítésében — csak az  $R$ ,  $L$ ,  $C$  paraméterekre vonatkozó érzékenységfüggvényeket szolgáltatja. Tervezzük, hogy a program szolgáltatásait kiterjesztjük a többi elem paramétereire vonatkozó érzékenységfüggvények meghatározására is. Itt említjük meg, hogy a program az elvi részben leírtakon túlmenően a hálózat bármely kondenzátorának és ellenállásának áramára, mint kimenetre vonatkozó átviteli függvény érzékenységfüggvényeit soros rövidzár beiktatása nélkül is tudja számolni. Ennek részleteit itt nem tárgyaljuk. Megjegyezzük továbbá, hogy minden ellenállásra az  $S_R^{(r)W}(s)$  érzékenységfüggvényt kapjuk, még ha az ellenállás  $G$  paraméterét is adjuk meg. A LINA program a felhasználó által kijelölt frekvenciákon kiírja az érzékenységek értékét komplex szám alakjában és elkészíti azok valós és képzetes részének grafikonját.

#### 5. Mintapélda

Tekintsük az alábbi egyszerű hálózatot (Sallen—Key másodfokú felüláteresztő szűrő):



1. ábra. A mintapélda hálózata ( $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $[\omega] = \frac{\text{krad}}{\text{s}}$ )

a) Először a 2. szakaszban ismertetett eljárást követjük. A (4) időtartománybeli egyenletrendszert úgy építjük fel, hogy sorra vesszük a hálózati kom-

ponenseket és azok hálózathelyi elhelyezkedése alapján az eredetileg zérusmátrix bizonyos elemeit az [1]-ben leírt szabályok szerint megváltoztatjuk:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0 & -0,1 & 0 & 0 & -0,1 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,1 \\ 0 & 0 & 0 & 0,2 & -0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0,1 & 0 & -0,1 & 0,2 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \\ \varphi_4 \\ \varphi_5 \\ i_z \\ i_b \\ \dot{u}_{c1} \\ \dot{u}_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{c1} \\ u_{c2} \\ v \end{bmatrix}$$

$P$

$Q$

A  $P$  együtthatómátrix invertálása után  $T = P^{-1}Q$  felírható. Az (5) alapján a (6) állapotegyenlet mátrixai  $T$ -ből kiolvashatók:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}; \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix};$$

az  $y = \varphi_5$  kimenetre

$$c^T = [-2 \quad -2]; \quad d = 2.$$

A Souriau-Frame algoritmussal a (8) és (9) egyenletekben szereplő mennyiségek kifejezése:

$$\begin{aligned} q_1 &= 1 & H_1 &= E \\ q_2 &= -\text{sp } H_1 A = 1 & H_2 &= H_1 A + q_2 E = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \\ q_3 &= -\frac{1}{2} \text{sp } H_2 A = 1 \\ k_1 &= d = 2 \\ k_2 &= c^T H_1 b + d q_2 = 0 \\ k_3 &= c^T H_2 b + d q_3 = 0 \end{aligned}$$

így az átviteli függvény racionális törtfüggvény alakban

$$W(s) = \frac{\Phi_5(s)}{V(s)} = \frac{2s^2}{s^2 + s + 1}.$$

További célunk az  $S_{R_1}^{(r)W}(s)$  érzékenységgfüggvény előállítása. A 2. és 5. csomópont között elhelyezkedő  $R_1$  ellenállásra vonatkozó  $\frac{\partial P}{\partial G_1}$  mátrixot, amelynek csak négy eleme nem nulla, közvetlenül a hálózathálóból, a  $P$  mátrix képzési szabályai egy részének újbóli alkalmazásával írjuk fel:

$$\frac{\partial P}{\partial G_1} = \begin{bmatrix} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & 1 & \dots & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & -1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

A 2. szakasz jelöléseivel és kifejezéseivel az érzékenységgfüggvény számítása az alábbi lépések elvégzését jelenti:

$$\frac{\partial T}{\partial G_1} = -P^{-1} \frac{\partial P}{\partial G_1} T; \quad \text{innen}$$

$$\frac{\partial A}{\partial G_1} = \begin{bmatrix} 10 & 20 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad \frac{\partial b}{\partial G_1} = \begin{bmatrix} -10 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \frac{\partial c^T}{\partial G_1} = [0 \quad 0];$$

$$\frac{\partial d}{\partial G_1} = 0.$$

A (16)–(18) képletek szerint

$$z_1 = H_1 b = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; \quad z_2 = H_2 b = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$v_1^T = c^T H_1 = [-2 \quad -2]; \quad v_2^T = c^T H_2 = [0 \quad -2]$$

$$D^2(s) = (s^2 + s + 1)^2 = s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 2s + 1$$

$$\begin{aligned} R(s) &= (s^2 + s + 1) 20s + [-20 \quad -40] s \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} s / = \\ &= 20s^3 - 20s^2 \end{aligned}$$

Az érzékenységgfüggvény tehát

$$S_{G_1}^{W}(s) = \frac{20s^3 - 20s^2}{s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 2s + 1}.$$

Az  $R_1$ -re vonatkozó relatív érzékenységgfüggvény ebből már kifejezhető:

$$S_{R_1}^{(r)W}(s) = -\frac{G_1}{W} S_{G_1}^{W}(s) = \frac{-2s^3 + 2s^2}{2s^4 + 2s^3 + 2s^2} = \frac{-s + 1}{s^2 + s + 1}.$$

$$\text{Ha pl. } \omega_r = 1 \frac{\text{krad}}{s}, \text{ akkor } S_{R_1}^{(r)W}(j) = -1 - j.$$

A hálózat más  $R_i$ ,  $C_i$  paramétereire vonatkozó érzékenységgfüggvény az előzőekhez hasonlóan számítható. A LINA hálózatanalízis program által szolgáltatott eredmények egy része a következő:

AZ ÁTVITELI FÜGGVÉNY:

A GERJESZTES: V1  
A KIMENET: U5

	A NEVEZŐ EGYÜTTHATÓI	A SZÁMLÁLÓ EGYÜTTHATÓI
S <sup>2</sup>	1	2
S <sup>1</sup>	1	0
S <sup>0</sup>	1	0

ERZEKENYSÉGFÜGGVÉNYEK:

A VIZSGALT ÁTVITELI FÜGGVÉNY: W(S)=U5(S)/V1(S)

AZ ERZEKENYSÉGFÜGGVÉNYEK NEVEZŐJENEK EGYÜTTHATÓI:

S <sup>4</sup>	2
S <sup>3</sup>	2
S <sup>2</sup>	2
S <sup>1</sup>	0
S <sup>0</sup>	0

A SZÁMLÁLOK EGYÜTTHATÓI:

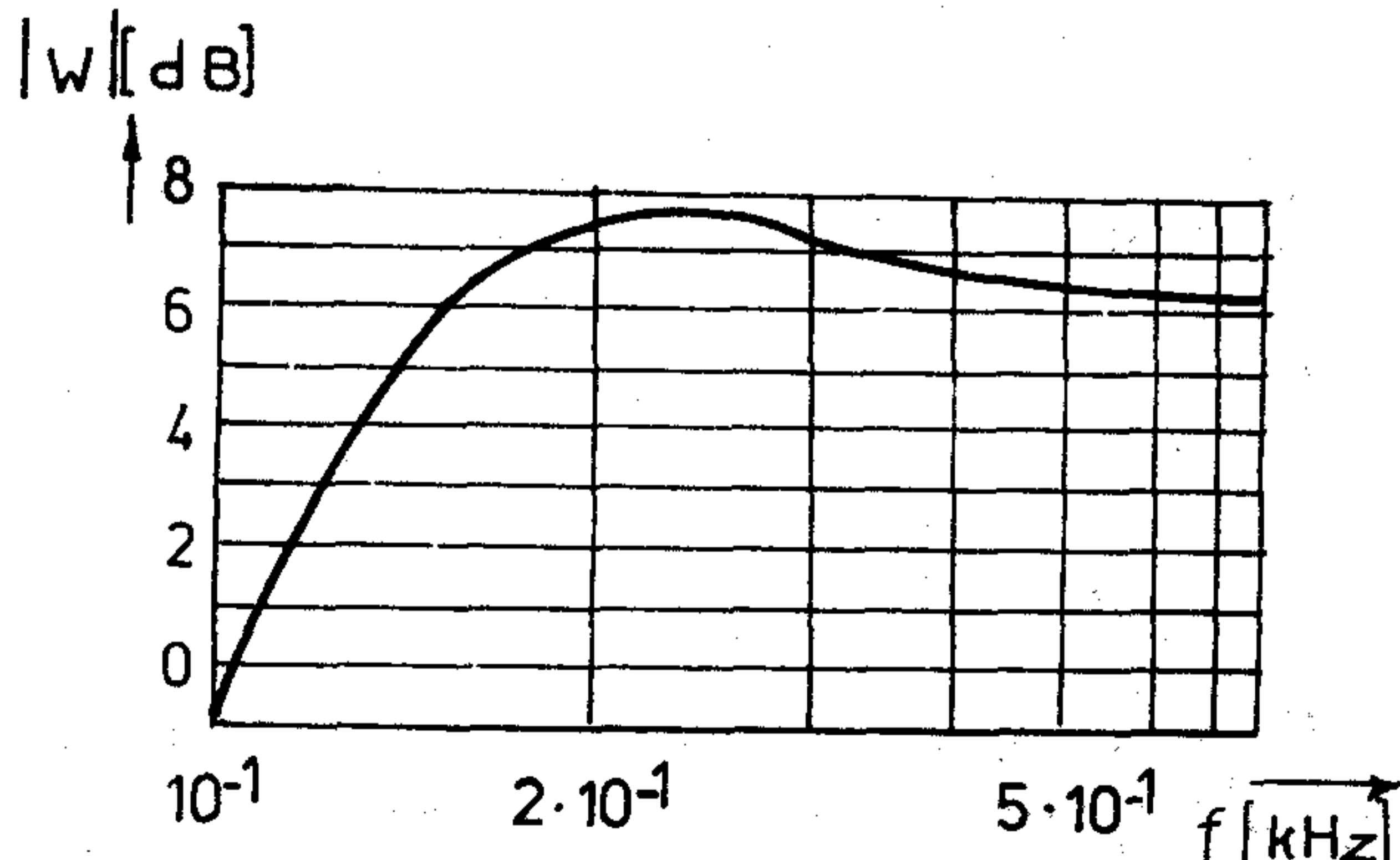
	(R)W(S)		(R)W(S)		(R)W(S)	
	S	(S)	S	(S)	S	(S)
	R1	C2	C2	R2	R2	
S <sup>4</sup>	0	0	0	0	0	
S <sup>3</sup>	-2	2	2	4	4	
S <sup>2</sup>	2	2	2	2	2	
S <sup>1</sup>	0	0	0	0	0	
S <sup>0</sup>	0	0	0	0	0	

AZ ERZEKENYSÉGEK ÉRTEKE:

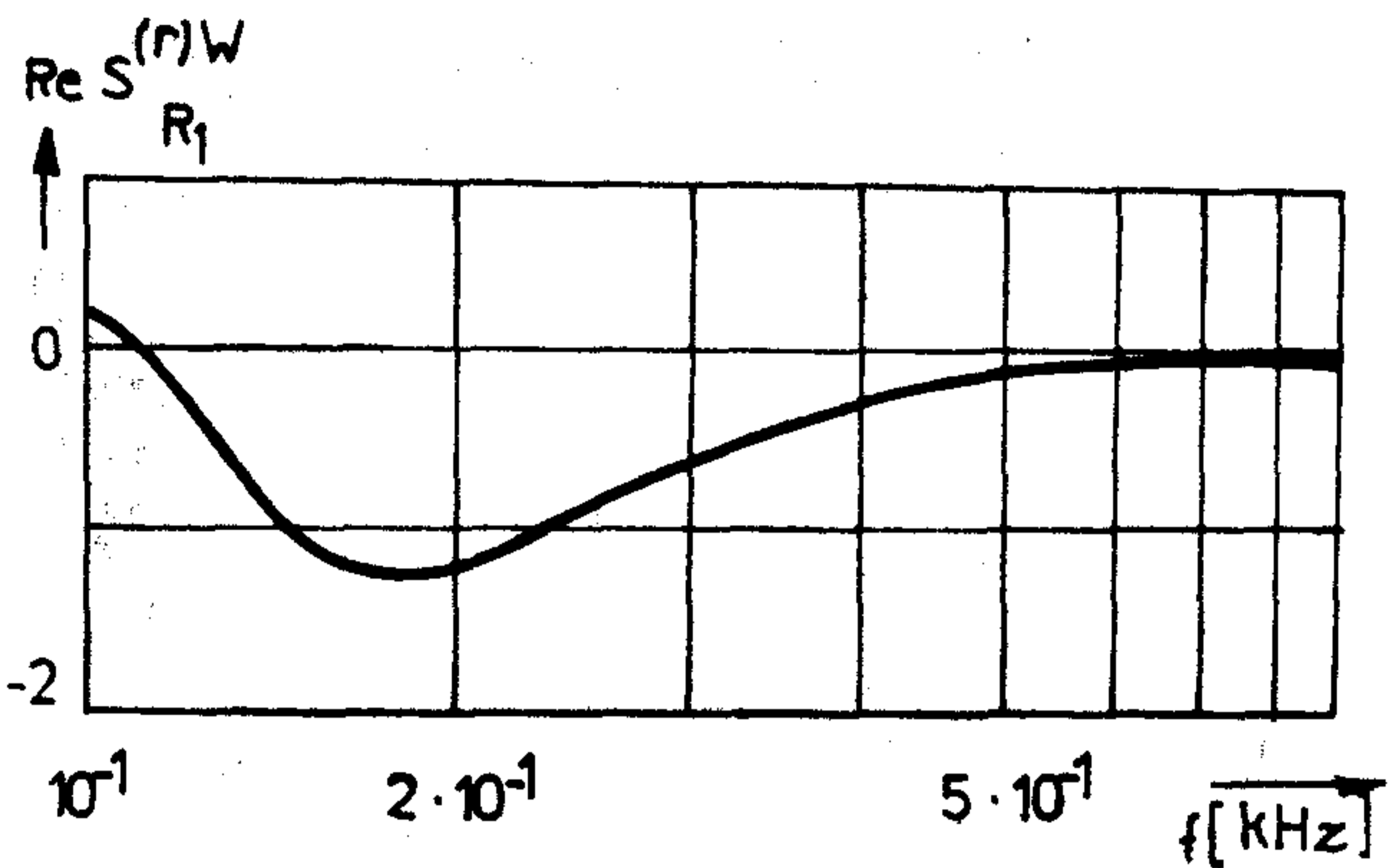
A VIZSGALT ÁTVITELI FÜGGVÉNY: W(S)=U5(S)/V1(S)

FREKVENCIA	AZ ELEM (H)	(R)W(S) S
		H
.1	R1	.276494 -J 1.32522
.1	C2	1.31394 -J .325923
.1	R2	1.83266 +J .173727
.159155	R1	-1 -J .999999
.159155	C2	.999999 -J 1
.159155	R2	2 -J 1
.2	R1	-1.12731 -J .276241
.2	C2	.52232 -J 1.03649
.2	R2	1.34713 -J 1.41662
.5	R1	-.211648 +J .279232
.5	C2	.112944E-1 -J .350197
.5	R2	.122766 -J .664912
1	R1	-.512851E-1 +J .154917
1	C2	.657866E-3 -J .163184
1	R2	.266294E-1 -J .322234

A LINA program által a plotteren készített diagramok:

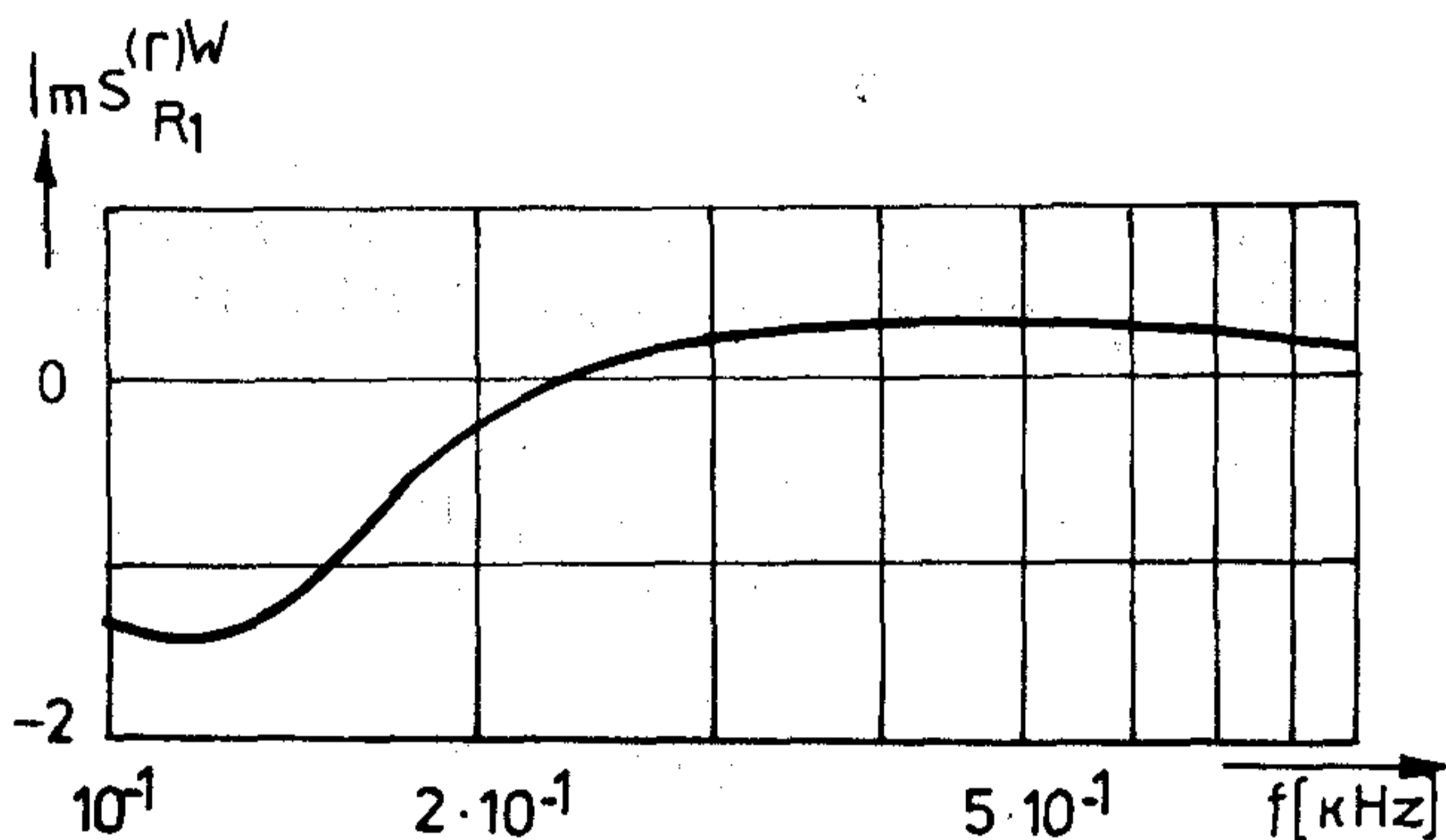


2. ábra. A mintapélda hálózatának Bode-diagramja



H911-3

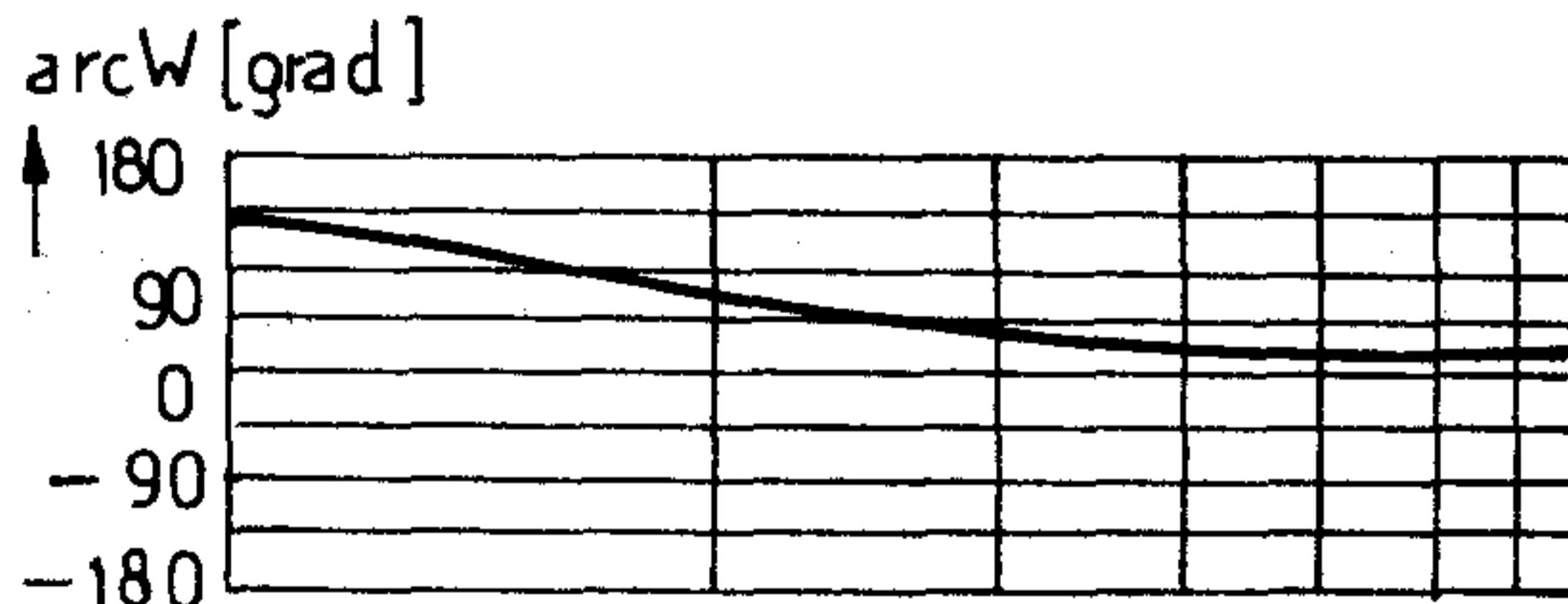
3. ábra. Az S<sub>R1</sub><sup>(r)W</sup> érzékenységgfüggvény valós része a frekvencia függvényében



H911-4

4. ábra. Az S<sub>R1</sub><sup>(r)W</sup> érzékenységgfüggvény képzetes része a frekvencia függvényében

b) Határozzuk meg a hálózat átviteli karakterisztikájának és S<sub>R1</sub><sup>W</sup> érzékenységgfüggvényének értékét az ω<sub>r</sub> = 1  $\frac{\text{krad}}{\text{s}}$  körfrekvencián a 3. szakaszban tárgyalt módszer alkalmazásával. A (24) frekvenciatartománybeli egyenletrendszert a hálózati komponensek paramétereinek fokozatos összegzésével írjuk fel:



H911-2



$$\begin{bmatrix}
 0,1j & -0,1j & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 -0,1j & 0,1+0,2j & -0,1j & 0 & -0,1 & 0 & 0 \\
 0 & -0,1j & 0,1+0,1j & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0,2 & -0,1 & 0 & 0 \\
 0 & -0,1 & 0 & -0,1 & 0,2 & 0 & 1 \\
 -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 \Phi_1 \\
 \Phi_2 \\
 \Phi_3 \\
 \Phi_4 \\
 \Phi_5 \\
 I_2 \\
 I_b
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 -V \\
 0
 \end{bmatrix}$$

$\mathbf{P} \cdot \mathbf{F} = \mathbf{E}^*$

A rögzített  $\omega_r$  körfrekvenciára vonatkozó komplex elemű  $\mathbf{P}$  invertálásával (22) szerint:

$$W(j\omega_r) = W(j) = \frac{\Phi_5}{V} = -[\mathbf{P}^{-1}]_{56} = 2j$$

A hálózat topológiájából közvetlenül felírható

$$\frac{\partial \mathbf{P}}{\partial G_1} = \begin{bmatrix}
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots
 \end{bmatrix}$$

A (23) képlet szerint az érzékenység értéke

$$S_{G_1}^W(j\omega_r) = \left[ \mathbf{P}^{-1} \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial G_1} \mathbf{P}^{-1} \right]_{56} = -20 + 20j.$$

Ebből a relatív érzékenység:

$$S_{R_1}^{(r)W}(j\omega_r) = -\frac{G_1}{W(j\omega_r)} S_{G_1}^W(j\omega_r) = -1 - j.$$

## 6. Összefoglalás

A cikkben új módszert mutatunk be lineáris hálózatok átviteli függvényeinek bármely hálózati komponens paraméterére vonatkozó elsőrendű differenciális érzékenységének előállítására. Az eljárás nem igényli adjungált hálózat vizsgálatát, a paraméterek szimbolikus kezelését, hanem csak a megelőző hálózatanalízis eredményeit használja fel. A hálózat számításának eszköze a módosított csomóponti

analízis. Az érzékenységfüggvények meghatározásának módját mind idő-, mind frekvenciatartománybeli kiindulás esetén tárgyaljuk. Az ismertetett eljárás szerint működő LINA program interaktív kezelhetősége és számos szolgáltatása révén hatékony hálózatanalízist tesz lehetővé.

## 7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki dr. Fodor György tanszékvezető egyetemi tanárnak, a műszaki tudományok doktorának munkám irányításáért és a kézirat átnevezéséért, Cséfalvay Klára tanársegédnek és dr. Péceli Gábor adjunktusnak értékes tanácsaikért.

## I R O D A L O M

- [1] Dr. Fodor Gy.: Villamos hálózatok csomóponti analízise. Bp. Műszaki K., 1982.
- [2] Chua, L. O., Lin, P. M.: Computer-aided analysis of electrical circuits. Prentice-Hall, 1975.
- [3] Dr. Géher K.: Lineáris hálózatok. Bp. Műszaki K., 1968.
- [4] Géher, K.: Theory of network tolerances. Bp. Akadémiai K., 1971.
- [5] Mitra, S. K.: Analysis and synthesis of linear active networks. Wiley, 1969.
- [6] Temes, G. C., Lapatra, J. W.: Introduction to circuit synthesis and design. McGraw-Hill, 1977.
- [7] Brayton, R. K., Spence, R.: Sensitivity and optimization. Elsevier, 1980.
- [8] LINA hálózatanalízis-program. Felhasználói útmutató. BME Műszer- és Méréstechnikai Tanszék. 1982. Készítette: Varga Imre.

## PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

Az „ÉSSZERŰ ANYAGTAKARÉKOSSÁG MEGVALÓSÍTÁSA” címmel 13 kiíró szerv együttesen hirdetett országos pályázatot a gazdaságos anyagfelhasználási és technológia-korszerűsítési kormányprogram megvalósításának elősegítésére, a program hatókörének bővítésére, az eredményesen alkalmazható eljárások bevezetésének és elterjesztésének segítésére.

A pályázatra beküldhető a népgazdaság BÁRMELYIK ágazatát (termelő és szolgáltató) érintő pályamű, ha elősegíti a nyers- és alapanyagok gazdaságosabb felhasználását.

A pályaművek díjazására mintegy 1 900 000,— Ft áll rendelkezésre. Maximális díj 50 000,— Ft, minimális díj 15 000,— Ft. Ezen túl a kiíró szervek további 940 000,— Ft különdíjat tűztek ki.

A pályázatok beküldési (postára adási) határideje:  
1984. május 28. 24.00 óra.

A beküldés idejét a postabélyegző kelte igazolja.

A pályázatokat a következő címre kell postázni:

MTESZ Szakértői Iroda  
1055 Budapest  
Kossuth L. tér 6–8.

A pályázat eredményhirdetésére előreláthatólag  
1984. szeptember 20. napjáig

kerül sor.

A pályázaton részt vehet minden személy, kollektíva, jogi személy, aki a pályázati feltételeket magára nézve kötelezően elismeri.

A pályázatok benyújtásának alaki és egyéb feltételeit, a szerzők részéről közlendő adatokat a részletes pályázati felhívás tartalmazza, amely 1984. január 15-től vehető át a MTESZ Szakértői Irodán (Budapest V., Kossuth Lajos tér 6–7.), valamint a MTESZ területi szervezeteinek titkárságain.

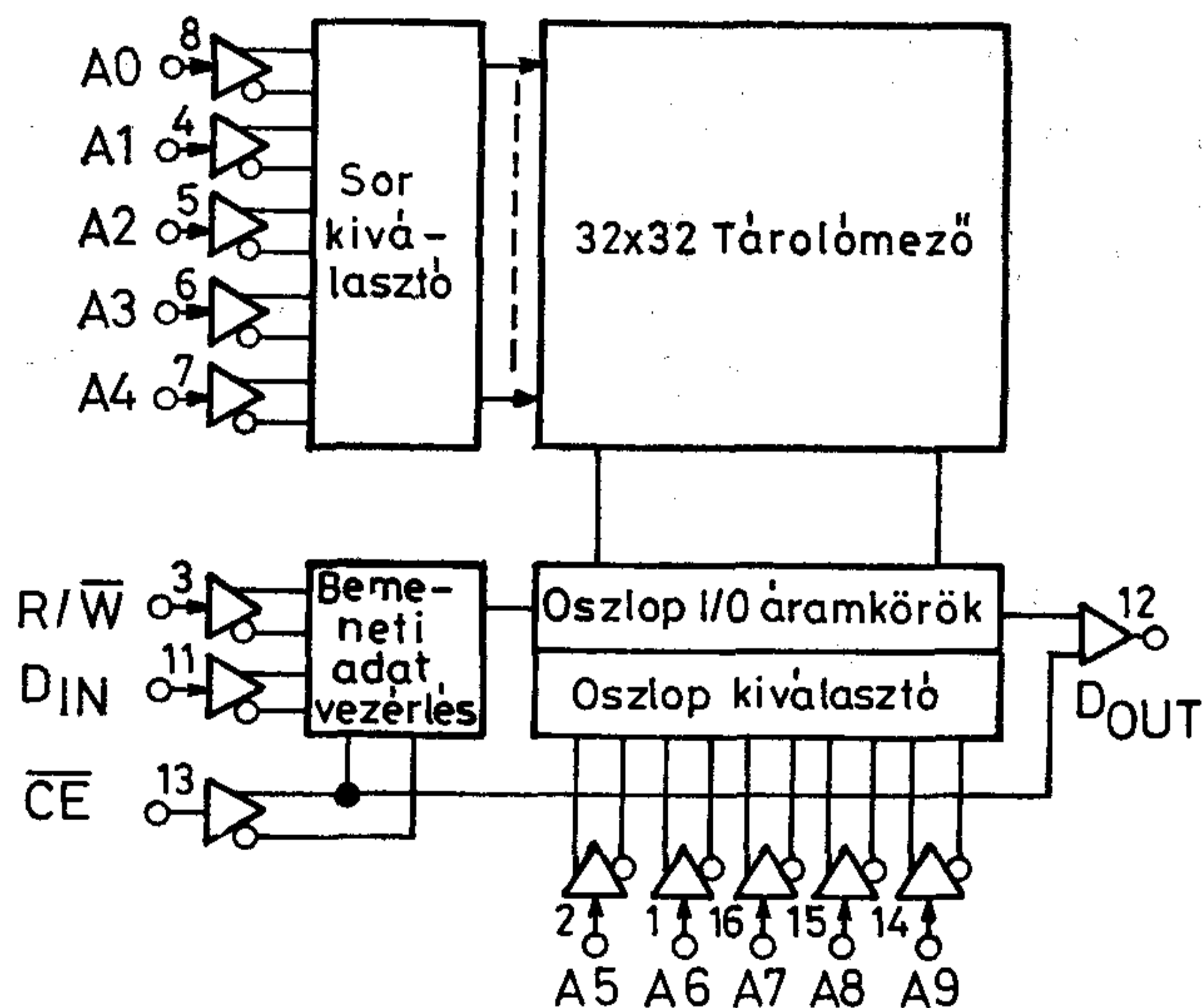
## 1024 BITES SZTATIKUS MOS RAM ÁRAMKÖR 2102APC

### Főbb jellemzők

- Egytápfeszültségű, +5 V.
- Közvetlen DTL/TTL kompatibilis.
- Sztatikus működés, órajel, vagy frissítés szükség-telen.
- Háromállapotú kimenet — busz illesztéshez.
- A bemenetek sztatikus töltéssel szemben védettek.

A 2102APC család nagysebességű  $1024 \times 1$  bites szta-tikus RAM, N-csatornás MOS technológiával. Mű-ködtetéséhez órajel, vagy frissítés nem szükséges. Adatkiolvasáskor a memória tartalma nem törlődik, a kiolvasott adat polaritása a bemeneti adattal azo-nos. A háromállapotú kimeneteket vezérlő engedélye-ző bemenet ( $\overline{CE}$ ) egyszerű memóriabővítést tesz lehe-tővé.

### Tömbvázlat



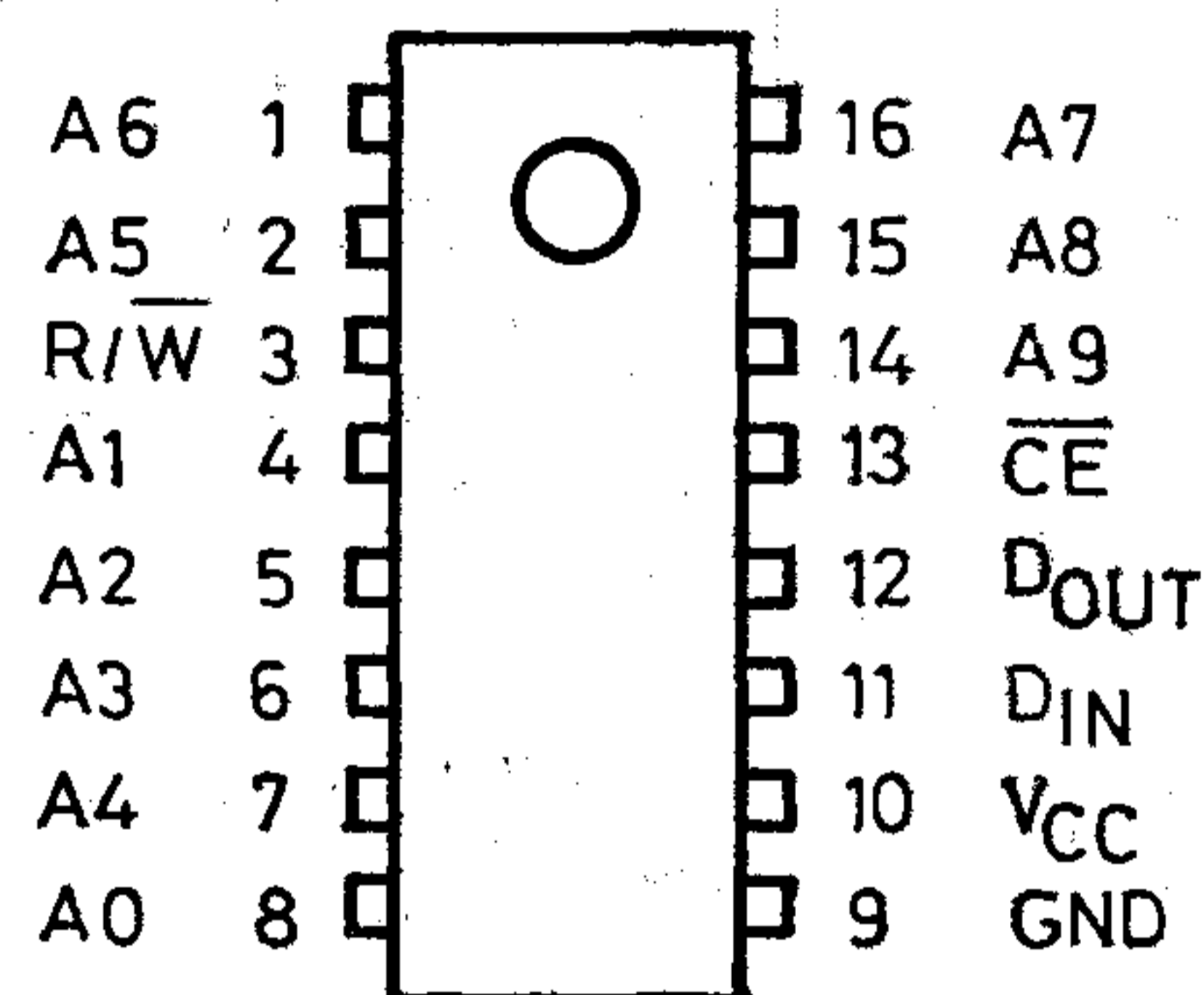
### Maximális határadatok

Környezeti hőmérséklet üzem közben	0 °C...70 °C
Tárolási hőmérséklet	-65 °C...+150 °C
Feszültség bármely kivezetésen (földhöz képest)	-0,5 V...+7 V
Teljesítménydisszipáció	1 W

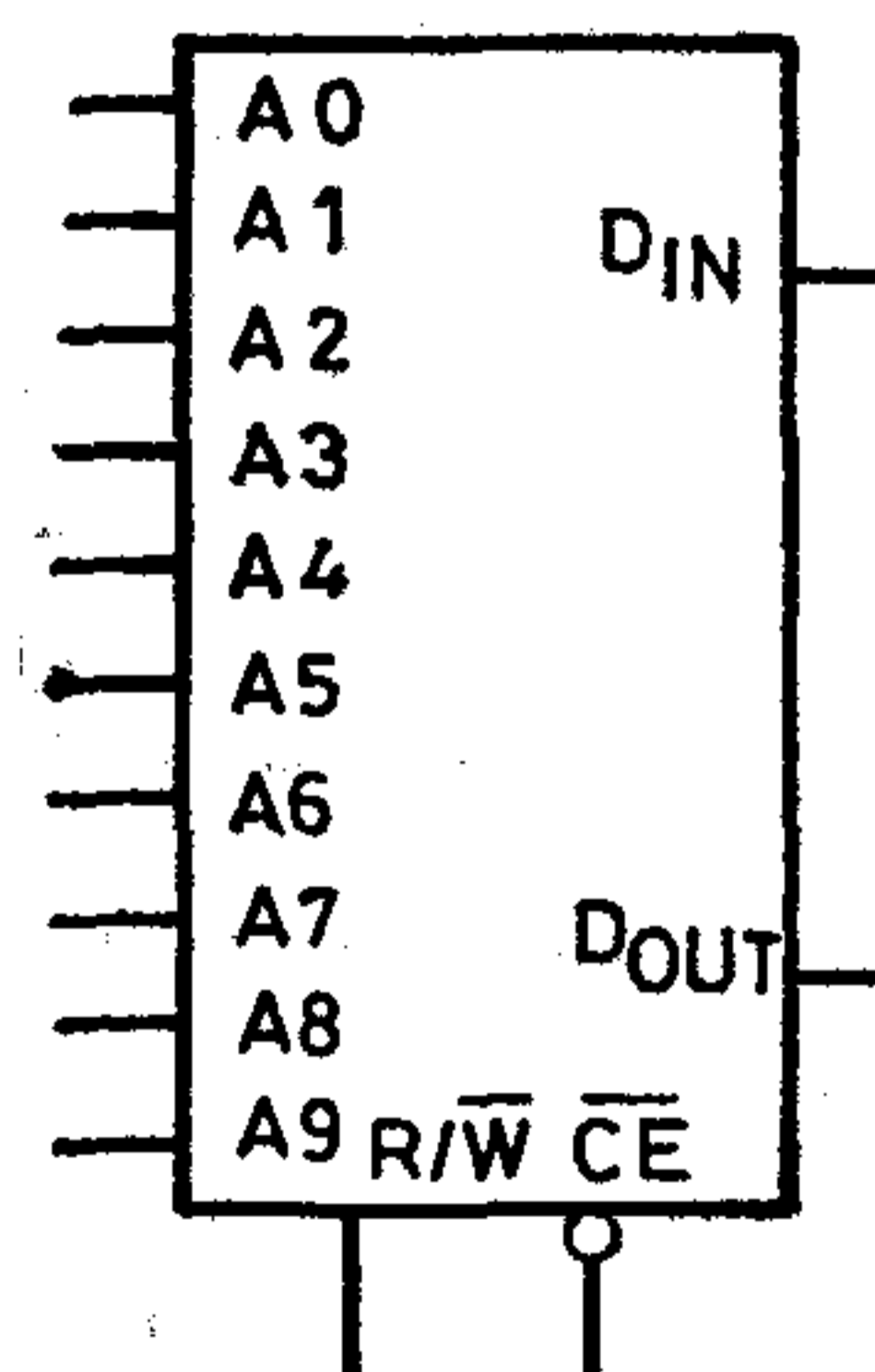
### MEGJEGYZÉS:

A maximális határadatok olyan adatok, amelyeket meghaladó terhelések esetén az eszköz véglegesen meghibásodhat. Nem jelentik az eszközök ezen érté-keken történő használhatóságát.

### Bekötési rajz / felülnézet /



### Logikai jelölés

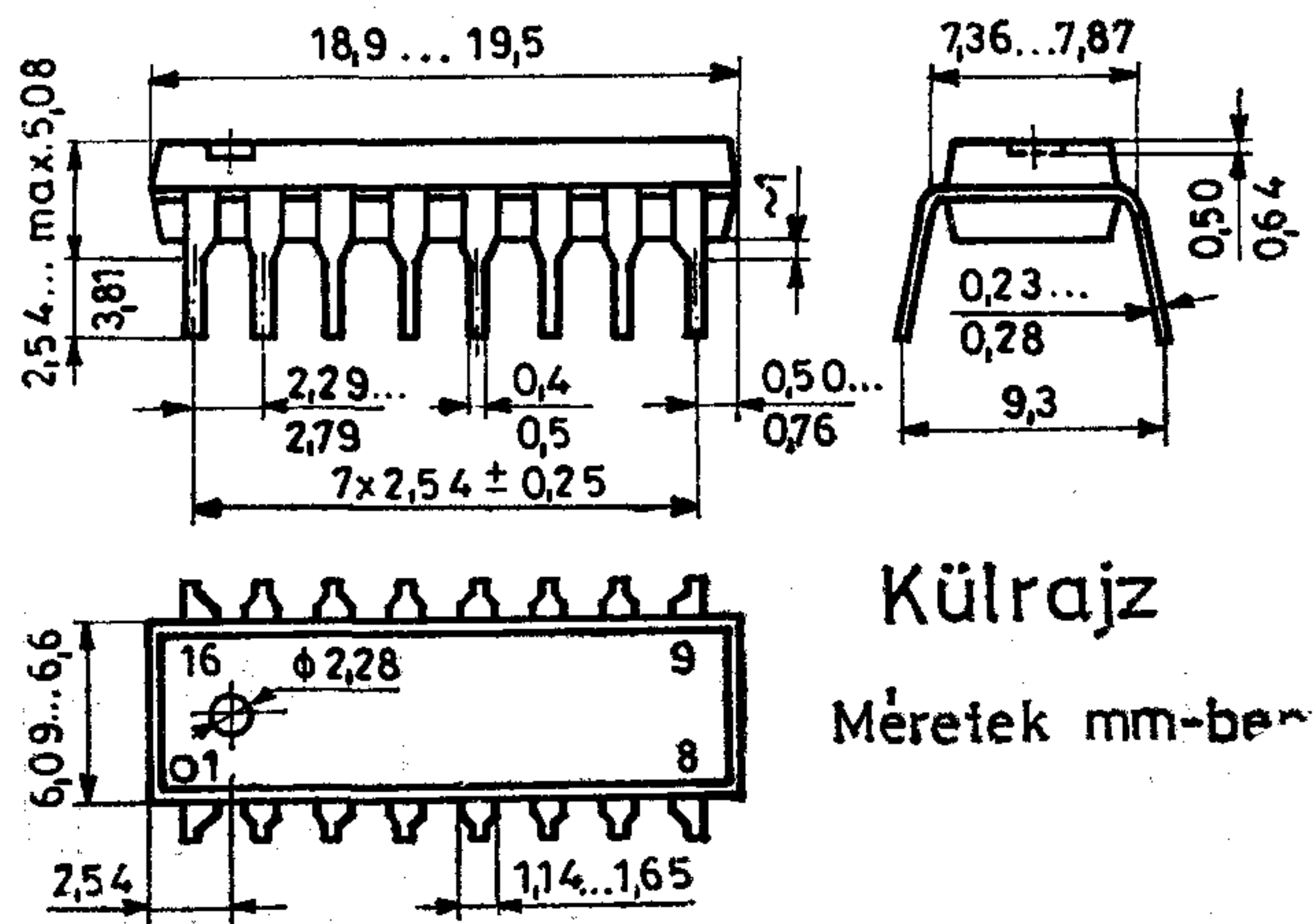


### Működési feltételek

Tápfeszültség ( $V_{CC}$ )	4,75 V...5,25 V
Bemeneti alacsony szintű feszültség	-0,5 V...+0,8 V
Bemeneti magas szintű feszültség	2,0 V... $V_{CC}$

## Igazság táblázat

$\overline{CE}$	$R/\overline{W}$	$D_{IN}$	$D_{OUT}$	Üzem mód
H	X	X	Hi-Z	Nincs kiválasztva
L	L	L	L	„0” írás
L	L	H	H	„1” írás
L	H	X	$D_{OUT}$	Olvasás



## Kapacitás

$T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $f = 1\text{ MHz}$

Jelölés	Paraméter	Határ		Egység	Feltételek
		Tip.	Max.		
$C_{IN}$	Bemeneti kapacitás	3	5	pF	Összes bemenet $V_{IN} = 0V$
$C_{OUT}$	Kimeneti kapacitás	4	6	pF	$V_O = 0V$

## SZTATIKUS JELLEMZŐK

$T_A = 0...70^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5V \pm 5\%$ , amennyiben nincs más előírva.

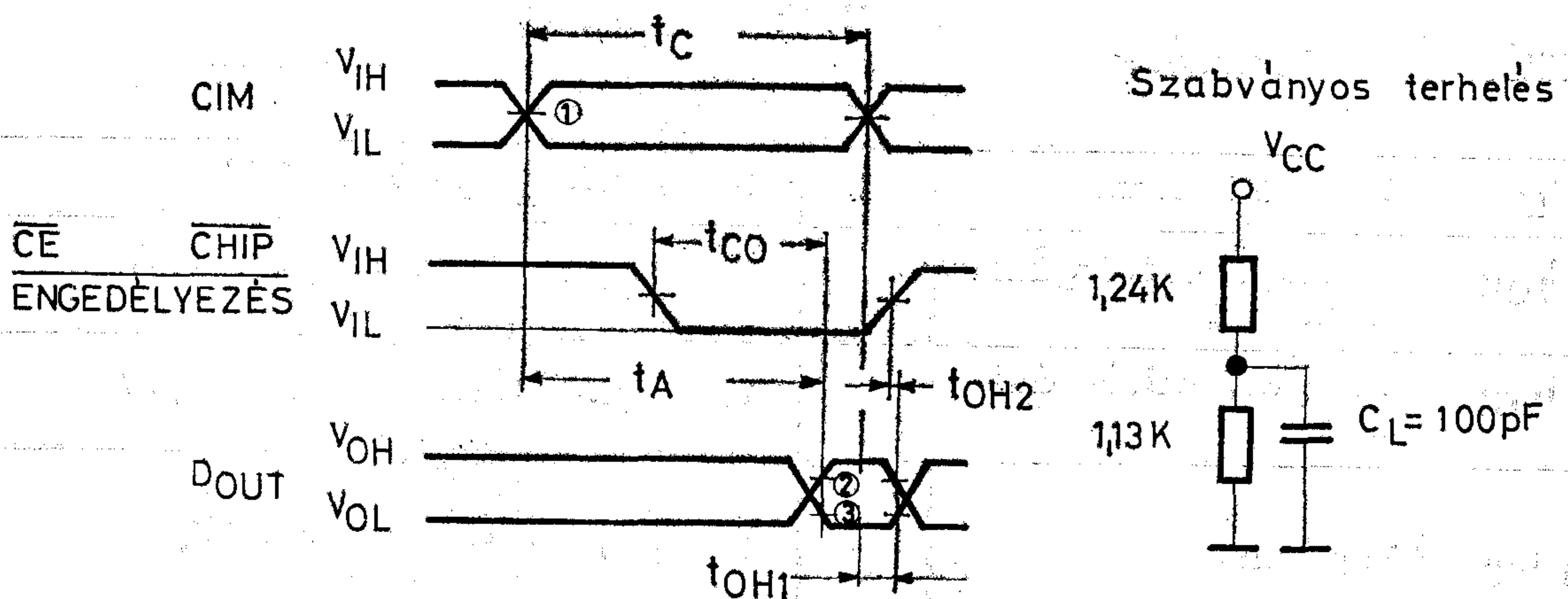
Jelölés	Paraméter	Határ		Egység	Feltételek
		Min.	Max.		
$I_{LI}$	Bemeneti áram		10	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 0...5,25V$
$I_{LOH}$	Kimeneti szivárgási áram		5	$\mu\text{A}$	$\overline{CE} = 2V$ , $V_{OUT} = 2,4V$
$I_{LOL}$	Kimeneti szivárgási áram		10	$\mu\text{A}$	$\overline{CE} = 2V$ , $V_{OUT} = 0,4V$
$I_{CC}$	Tápáram		45	mA	Összes bemenet 5,25V Kimenet nyitott, $T_A = 25^\circ\text{C}$
$I_{CC}$	Tápáram		50	mA	Összes bemenet 5,25V Kimenet nyitott $T_A = 0^\circ\text{C}$
$V_{OL}$	Kimeneti logikai „0” szint		0,4	V	$I_{OL} = 2,1\text{ mA}$
$V_{OH}$	Kimeneti logikai „1” szint	2,4		V	$I_{OH} = -100\ \mu\text{A}$

## DINAMIKUS JELLEMZŐK (SZABVÁNY TERHELÉSSEL)

$T_A = 0 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5 \text{ V} \pm 5\%$ , amennyiben nincs más előírva.

### Olvasási ciklus

Jelölés	Paraméter	2102APC-2		2102APC		2102APC-4		2102APC-6		Egység
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
$t_{RC}$	Olvasási ciklusidő	250		350		450		650		ns
$t_A$	Hozzáféresi idő		250		350		450		650	ns
$t_{CO}$	$\overline{CE}$ -től számított hozzáféresi idő		130		180		230		400	ns
$t_{OH1}$	Előző adat érvényességi idő cím-váltáshoz viszonyítva	40		40		40		50		ns
$t_{OH2}$	Előző adat érvényességi idő $\overline{CE}$ változásához viszonyítva	0		0		0		0		ns

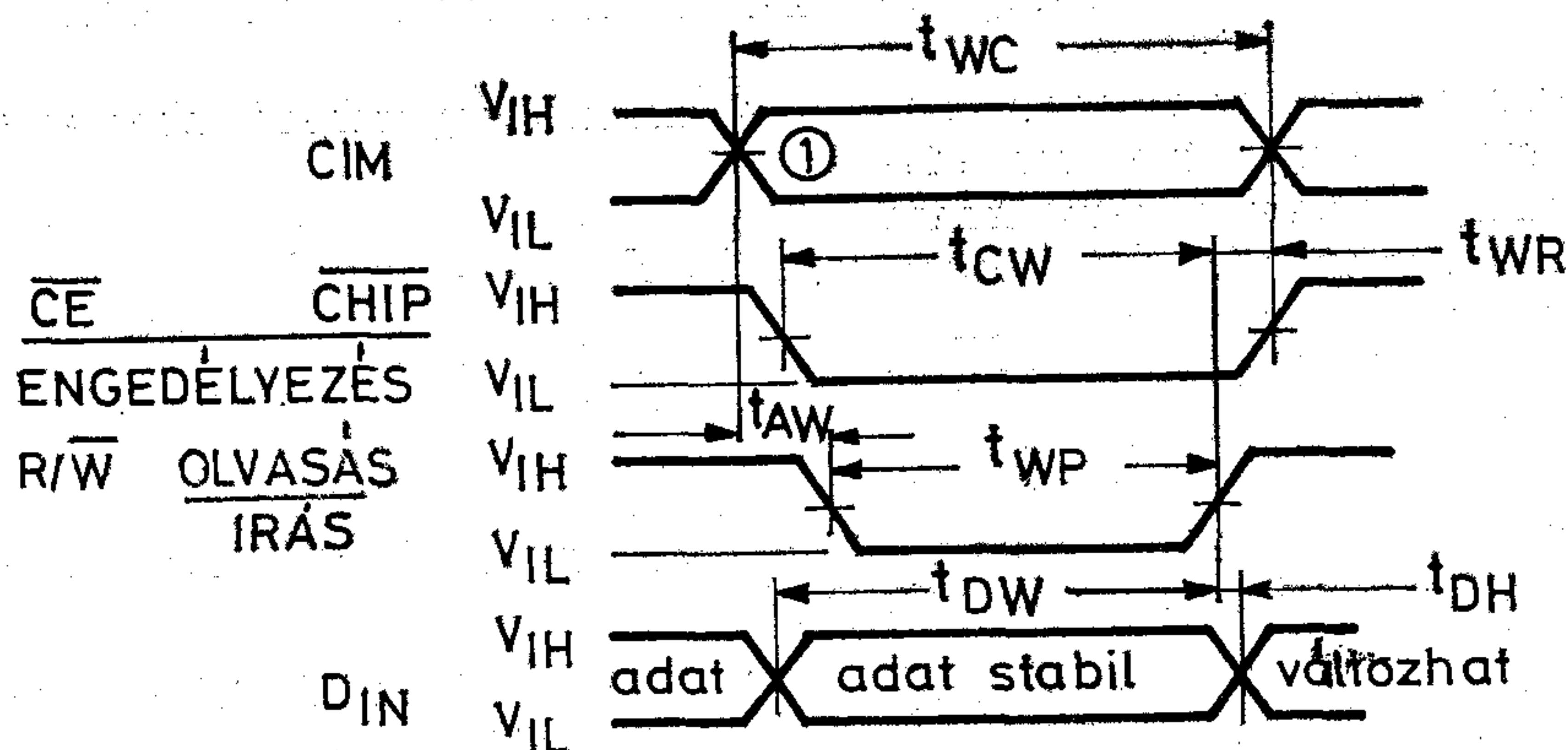


### MEGJEGYZÉSEK:

- ① Időzítéshez bemeneti referenciafeszültség: 1,5 V
- ② Kimeneti magas szinthez tartozó referenciafeszültség:  $V_{OH} = 2 \text{ V}$
- ③ Kimeneti alacsony szinthez tartozó referenciafeszültség:  $V_{OL} = 0,8 \text{ V}$
- ④ Bemeneti fel- és lefutási idők: 10 ns

## Írási ciklus

Jelölés	Paraméter	2102APC-2		2102APC		2102APC-4		2102APC-6		Egység
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
$t_{WC}$	Írási ciklusidő	250		350		450		650		ns
$t_{AW}$	Címzés és írás kezdete közötti idő	20		20		20		200		ns
$t_{WP}$	R/W impulzus szélesség	180		250		300		400		ns
$t_{WR}$	Írás feleledési idő	0		0		0		50		ns
$t_{DW}$	Adat fenntartási idő R/W változá- sáig	180		250		300		450		ns
$t_{DH}$	Adat R/W végétől számított tartási idő	0		0		0		20		ns
$t_{CW}$	$\overline{CE}$ fenntartási idő R/W változá- sáig	180		250		300		550		ns



### MEGJEGYZÉSEK:

- ① Időzítéshez bemeneti referenciafeszültség: 1,5 V
- ② Kimeneti magas szinthez tartozó referenciafeszültség:  $V_{OH}=2$  V
- ③ Kimeneti alacsony szinthez tartozó referenciafeszültség:  $V_{OL}=0,8$  V
- ④ Bemeneti fel- és lefutási idők: 10 ns

Juhász László

Bármely alkalmazástechnikai kérdésben a MEV Félvezető Ágazat Fejlesztése készséggel áll felhasználóink rendelkezésére (Telefon: 692-800/2337 mellék).

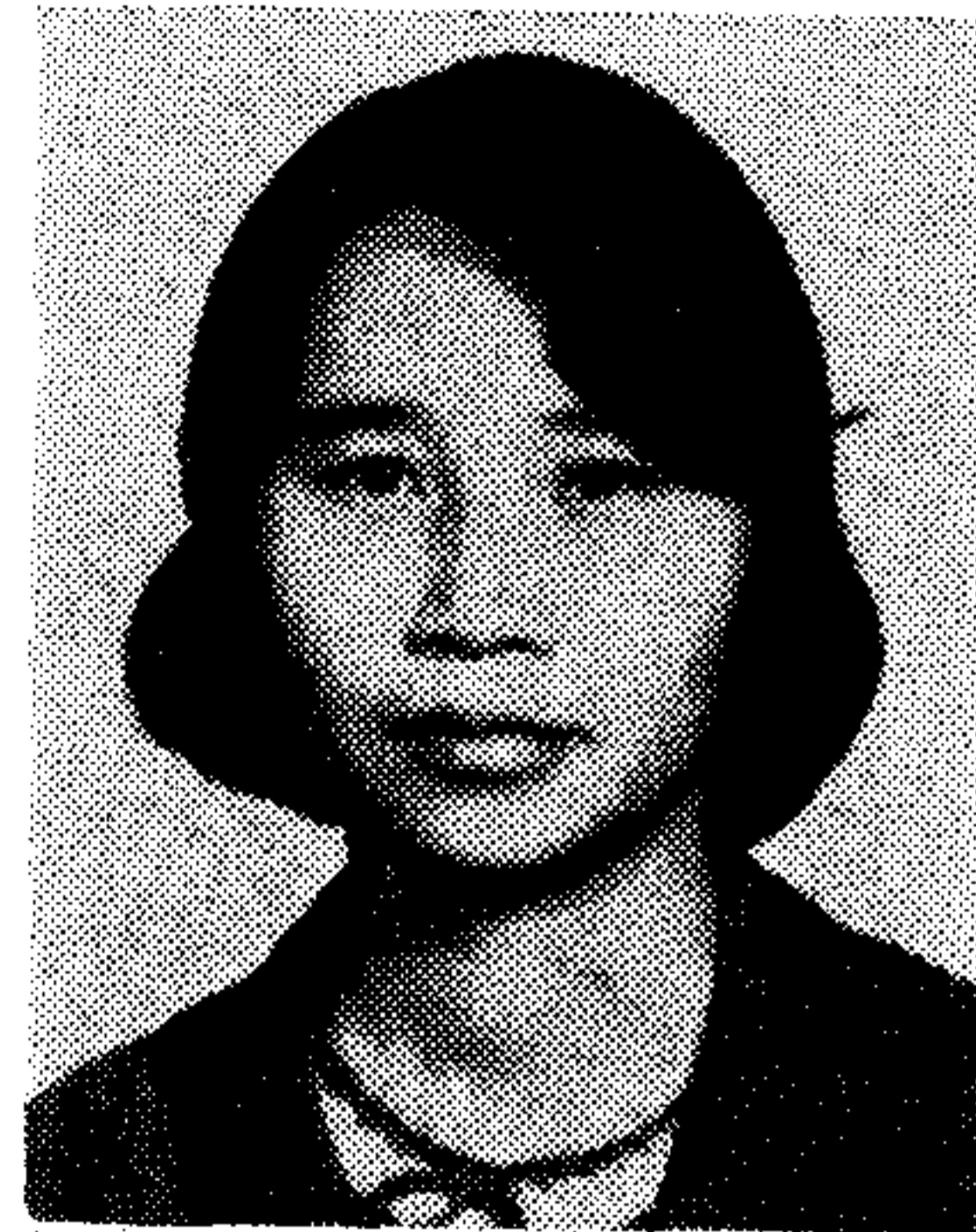
# MEV

## MIKROELEKTRONIKAI VÁLLALAT

# Bórdiffúziós együttható meghatározása oxidáló atmoszférában végzett behajtás esetére

LE HOANG MAI

Fizikai Kutató Intézet, Hanoi—  
BME Elektronikus Eszközök Tanszéke



## ÖSSZEFOGLALÁS

Ismeretes, hogy erős adalékolás esetén a diffúziós együttható függést mutat az adalékanyag koncentrációjától. Ezt a hatást a belső elektromos térnek, a diffúzió indukálta diszlokációnak, a vakancia oldhatóság növekedésének és az adalékatomok közötti kölcsönhatásnak tulajdonítják. Másrészt ismeretes volt — bár csak alacsony adalék-koncentráció esetén —, hogy oxidáló atmoszféra jelenlétében a diffúziós állandó megnövekszik intersticiális mechanizmus következtében. A szerző vizsgálatokat folytatott oxidáló atmoszférában erős ( $10^{17}$ – $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup>) adalékolású esetben a bór diffúziós behatására, és megállapította, hogy a nem oxidáló atmoszférában erős adalékolásnál tapasztalt többféle hatás és a gyengébb adalékolásnál oxidáló atmoszférában tapasztalt jelenség együttesen fellép. Az ide vonatkozó számítása kísérleti igazolást nyert. (Λ)

## 1. Bevezetés

A diffúzió folyamatát elsősorban a diffúziós együtthatóval lehet jellemezni. A diffúziós együtthatót a Fick-egyenletek definiálják. A Fick-egyenleteket speciális kezdeti és határfeltételekre megoldva — többek között feltételezve a diffúziós együttható állandóságát — a jól ismert Gauss- és erfc-függvényekhez jutunk.

Számos kísérleti eredmény utal arra, hogy elsősorban kis behatolási mélységek, illetve erős adalékolás esetén a diffúziós folyamat nem írható le a félvezető technikában általában használt Gauss- vagy erfc-függvényekkel, az egyszerű diffúziós elmélettel. Erős adalékolás esetén fellép a gyors diffúzió jelensége. Sok szerző szerint ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a diffúziós együttható értéke nemcsak a hőmérséklet függvénye, hanem más paramétereké is. A diffúziós együttható tehát nem állandó, hanem pl. a koncentráció függvényében is változik.

A szerzők szerint a diffúziós együttható koncentrációfüggésének oka az adalék atomok közötti kölcsönhatás, a belső elektromos tér, a vakanciák oldhatósága stb. Utóbbi években már meg szokták adni a bór diffúziós együtthatójának a különböző fizikai paraméterektől való függését is.

Sok munkában adtak meg olyan diffúziós együttható összefüggést, amely tartalmazza a diffúzió során létrejött belső elektromos tér hatását [1, 2], ahol azt az adalékanyag koncentrációváltozásával veszik figyelembe.

Az összefüggés a következő alakban írható:

$$D = D_i \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N} \right)^2}} \right] \quad (1)$$

ahol  $D_i$ : az intrinsic diffúziós együttható,  
 $n_i$ : intrinsic koncentráció és  
 $N$ : az adalékanyag koncentrációja.

Beérkezett: 1983. XI. 3.

LE HOANG MAI

A Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett villamosmérnöki oklevelet 1972-ben. Ezt követően Hanoi-ban a Fizikai Kutató Intézetben dolgozott, mint tudományos munka-

társ. Kutatási területe a félvezető eszközök fizikája és technikája. 1981 óta a BME Elektronikus Eszközök Tanszékén aspiráns, ahol az erős adalékolással kialakított p-n átmenetek vizsgálatával foglalkozik.

1970-ben a nagy felületi koncentrációjú diffúzió során indukálódott diszlokációnak a diffúziós együtthatóra gyakorolt hatását Thai [3] kísérlete meg kvantitatíve leírni. A szerző a diffúziós együttható — bór koncentráció összefüggés elméleti tárgyalása során együttesen vette figyelembe a diffúziós együtthatónak a belső elektromos tértől és a diffúzió által indukált diszlokációból való függését.

A diffúziós együttható ebben az esetben:

$$D = D_i \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N(x)} \right)^2}} \right] \left[ 1 + \left( \frac{N(x)}{N_0} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Ahol  $N_0$  az a koncentrációérték, mely felett plasztikus deformáció lép fel, azaz diszlokációk keletkeznek.

J. L. Prince és P. N. Schwettman szerint [4] a vakancia oldhatóság növekedése és a belső elektromos tér okozza a gyors diffúziót. Azt tételezték fel, hogy a diffúziós együttható növekedése a vakancia oldhatóságának növekedésével történik az erős adalékolás hatására. Ezt a jelenséget az  $\left[ 1 + \frac{AN}{n_i} \right]$  szorzó faktor veszi figyelembe, ahol  $A$  olyan konstans, amely változik 0-tól 1-ig, az energiasáv változásától és a hibaállapottól függően.  $N$  a bórkoncentráció,  $n_i$  pedig az intrinsic hordozó koncentrációja a diffúzió hőmérsékletén. Ekkor a diffúziós együttható a következő alakban írható:

$$D = D_i \left[ 1 + \frac{AN}{n_i} \right] \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N} \right)^2}} \right] \quad (3)$$

A diffundáló atomok közötti kölcsönhatás a diffúzió atomi elmélete szerint megváltoztatja az egyes atomi

ugrások bekövetkezési valószínűségét. Ennek alapján Bakeman és Borrego [5] az oldékonysági határ közelében a diffúziós együtthatót a

$$D(N) = D' \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad (4)$$

kifejezéssel írja le, ahol  $D'$  az ettől a hatástól független diffúziós együttható érték. A fenti kifejezés csak az oldékonysági határ alatt használható. A szerzők szerint az egyenlet segítségével helyesen írható le foszfor nagy koncentrációja diffúziója esetén a diffúziós együttható értékének megnövekedése. 1976-ban Vértessy [6] együttesen vette figyelembe mindhárom, a diffúziós együtthatót megnövelő hatást a diffúziós együttható összefüggésében (ezeket a hatásokat egymástól függetlennek tekintve):

$$D = D_i \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N} \right)^2}} \right] \left[ 1 + \left( \frac{N(x)}{N_0} \right)^2 \right] \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad (5)$$

ahol  $N_{\max}$  a bór oldékonysági határa.

Ebben az összefüggésben a  $D_i$ -n kívül az első tényező a belső elektromos tér hatását, a második tényező a diszlokáció hatását és a harmadik az oldékonysági határ hatását fejezi ki. Fent tárgyalt összefüggések helyességét kísérletileg is igazolták [4, 6, 7]. Ezeket

$$D = D_i + \Delta D = D_i + 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s} \left( \frac{dZ_{\text{ox}}}{dt} \right)^{0,3} \cdot \exp \left( -\frac{Y}{25} \right) \cdot \exp \left( -\frac{2,08}{kT} \text{ eV} \right) \quad (6)$$

ahol  $D_i$  a nem oxidációs állapotban való diffúziós együttható  $\text{cm}^2/\text{s}$ -ban,

$Z_{\text{ox}}$  az oxidréteg-vastagság  $\mu\text{m}$ -ben,

$t$  az oxidációs idő órában,

$Y$  a Si felülettől számított mélység  $\mu\text{m}$ -ben.

Azt tapasztaljuk, hogy ezt az eredményt csak alacsony adalékkoncentráció esetén használják, általában  $3 \cdot 10^{16} \text{ atom}/\text{cm}^3$  koncentrációértékig [9]. Most felmerül az a kérdés, hogy ennél magasabb adalékkoncentráció esetén az OED hatása még létezik-e?

Továbbá bizonytalanságot okoz az a tény, hogy az (1–5) összefüggéseket általában csak a leválasztás esetére alkalmazták. Az a kérdés, hogy behajtás esetén ezek az összefüggések érvényesek-e, és hogy milyen összefüggés érvényes az oxidációs közegben való behajtás esetére?

$$\Delta D = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec} \left( \frac{dZ_{\text{ox}}}{dt} \right)^{0,3} \exp \cdot \left( -\frac{Y}{25 \mu\text{m}} \right) \exp \left( -\frac{2,08}{kT} \text{ eV} \right).$$

A (7) egyenlet taállános egyenletnek is tekinthető, mert megengedi, hogy  $F$ ,  $D_i$  és  $\Delta D$  tetszőleges behelyettesítésével különböző összefüggéseket kapjunk.

Vizsgáljuk meg először a semleges atmoszférában végzett diffúzió esetét:

1. Ha nem oxigén atmoszférában történik a diffúzió, vagy ha csak elődiffúzió esetén vizsgáljuk, akkor  $\Delta D = 0$  és a (7) egyenlet a következő alakban írható fel:

$$D = D_i F \quad (8)$$

a kísérleteket azonban csak elődiffúzió esetére végezték el. Tehát az eddigi tárgyalt összefüggések csak az elődiffúzió esetére nyertek kísérletileg alátámasztott érvényességet. Fennáll a kérdés, hogy oxidáló atmoszférában végzett behajtás esetén mi történik? Hogyan változik az adalékprofil és a diffúziós együttható?

Utóbbi években sokan tárgyalták az ún. oxidáció által gyorsuló diffúziót (oxidation enhanced diffusion), az OED jelenségét. Azt találták, hogy oxidáció során a diffúziós együttható is növekszik. A diffúzió eddig tárgyalt koncentrációs függése általában vakancia mechanizmussal modellezhető, míg az OED az intersticiális mechanizmusnak felel meg.

R. B. Fair [8] szerint viszont az OED jelenség kettős mechanizmussal magyarázható: intersticiális mechanizmussal és vakancia mechanizmussal. Ez a két mechanizmus különálló, de egymástól függő, mert alacsony adalékkoncentráció esetén az intersticiális mechanizmus jelentős szerepet játszik, magas adalékkoncentráció esetén a vakancia mechanizmus dominál. 1980-ban K. Taniguchi, K. Kurosawa és M. Kasuwagi vizsgálták az OED jelenlétében a diffúziós együtthatót alacsony adalékkoncentráció  $N_D 10^{16}/\text{cm}^3$  esetén [9]. Majd ezt az eredményt Antoniadis sikerrel alkalmazta a diffúziós folyamat számítógépes modellezésre [10]. Ekkor  $\langle 111 \rangle$  Si esetén a bór-adalék diffúziós együtthatója a következő lesz:

## 2. A diffúziós együttható meghatározása oxidáló közegben végzett behajtásra

Tételezzük fel tehát azt, hogy oxidáló közegben való behajtás esetén a diffúziós együttható 3 részből áll:

$$D = F(D_i + \Delta D) \quad (7)$$

ahol

- $F$ : olyan faktor, amelyet a diffúzió magas koncentrációja okoz,
- $D_i$ : intrinsic diffúziós együttható, amely nem függ a koncentrációtól és a nem oxigén atmoszférában való diffúziós együtthatónak felel meg,
- $\Delta D$ : az oxidációs közegben való diffúzió együtthatójának növekedése, azaz [10] szerint

1a Ha csak a belső elektromos tér jelenségét vesszük figyelembe, akkor

$$F = 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N} \right)^2}} \quad \text{és}$$

$$D = D_i \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{n_i}{N} \right)^2}} \right] \quad (9)$$

Ez az összefüggés ugyanaz, mint a [2]-ben található (1) összefüggés.

1b Ha a belső elektromos tér jelenlétét is a vakancia oldhatóságának növekedését is figyelembe vesszük, akkor

$$F = \left(1 + \frac{AN}{n_i}\right) \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N}\right)^2}}\right] \quad \text{és}$$

$$D = D_i \left(1 + \frac{AN}{n_i}\right) \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N}\right)^2}}\right] \quad (10)$$

Ez az összefüggés ugyanaz, mint *J. L. Prince* és *P. N. Schwettmann* (3) összefüggése [4].

1c Ha figyelembe vesszük a diffundáló atomok közötti kölcsönhatást, akkor

$$F = \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad \text{és}$$

$$D = D_i \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad (11)$$

Ez a diffúziós együttható a *P. E. Bakeman* és *J. M. Barrego* eredményével megegyezik [5].

1d Ha figyelembe vesszük a belső elektromos tér hatását és a diffúzió által indukált diszlokációk hatását, akkor

$$F = \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N(x)}\right)^2}}\right] \left[1 + \left(\frac{N(x)}{N_0}\right)^2\right] \quad \text{és}$$

$$D = D_i + (6,1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}) \left(\frac{dZ_{0x}}{dt}\right)^{0,3} \exp\left(-\frac{y}{25}\right) \exp\left(-\frac{2,08 \text{ eV}}{kT}\right) \left(1 + \frac{AN}{n_i}\right) \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N}\right)^2}}\right]. \quad (14)$$

A további számításokhoz ezt az összefüggést alkalmazzuk. Vizsgálatainkban azért nem vettük figyelembe a diffúzió által indukált diszlokációk és a diffundáló atomok közötti kölcsönhatásoknak a diffúziós együtthatók befolyásoló hatását, mert ezek a kísérleteinkben alkalmazott kisebb mint  $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> felületi koncentrációknál ismeretesen elhanyagolható mértékű változást okoznak.

### 3. Kísérleti eredmények

A kísérleteket BN forrásból, nyílt csöves rendszerben kétlépéses diffúziós technológiával, illetve vákuum ampullás zárt rendszerben egy lépéses diffúziós technológiával végeztük. Az elődiffúzió hőmérséklete az elérni kívánt felületi koncentrációtól függően 985–1150 °C, a behajtás hőmérséklete pedig 700–1150 °C között változott. A behajtás O<sub>2</sub> atmoszférában történt, kivéve azt az esetet, amikor összehasonlításként vákuumban végeztük a diffúziót. A megvalósított

$$D = D_i \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N(x)}\right)^2}}\right] \left[1 + \left(\frac{N(x)}{N_0}\right)^2\right] \quad (12)$$

Ez a diffúziós együttható megegyezik *Thai* összefüggésével (3).

1e Ha figyelembe vesszük mind a három jelentést

- belső elektromos tér,
- diffúzió által indukált diszlokációk,
- diffundáló atomok közötti kölcsönhatás, és nem számolunk a vakancia oldhatósággal, akkor

$$F = \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N(x)}\right)^2}}\right] \left[1 + \left(\frac{N(x)}{N_0}\right)^2\right] \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad \text{és}$$

$$D = D_i \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{n_i}{N(x)}\right)^2}}\right] \left[1 + \left(\frac{N(x)}{N_0}\right)^2\right] \frac{N_{\max} + N(x)}{N_{\max} - N(x)} \quad (13)$$

Tehát a diffúziós együttható megegyezik a [6] irodalomban közölt eredménnyel.

2. Ha oxidációs közegben történő diffúzió, vagyis O<sub>2</sub>-ban való behajtás van, akkor  $\Delta D \neq 0$  és  $F$  értékét az egyes különböző eseteknek megfelelően kell választani.

Pl. ha figyelembe vesszük a belső elektromos térerősséget és a vakancia oldhatóságának növekedését, akkor a diffúziós együttható a következő lesz:

felületi koncentrációs értékek,  $10^{17}$ – $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> közöttiek voltak.

A bór diffúzió foszforral adalékolt,  $n$  típusú  $\langle 111 \rangle$  orientációjú Si szeletekbe történt.

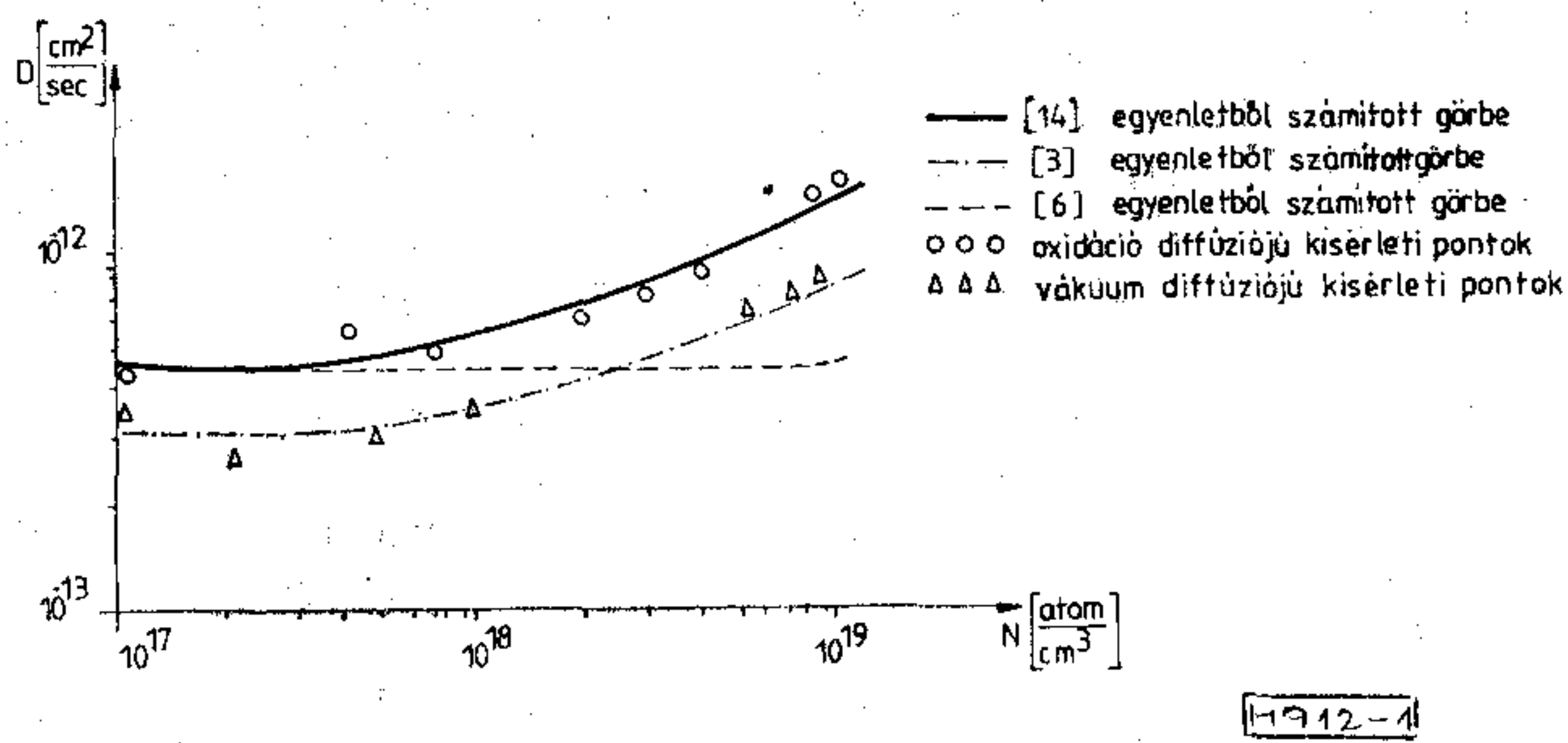
A diffúziós együtthatót, az ily módon, 4 tús ellenállás méréssel meghatározott értékekből Boltzmann–Montano módszer szerint számoltuk ki.

$$D_{(N=N_i)} = -\frac{1}{2t} \int_0^{N_i} \frac{X dN}{\frac{dX}{dN}(N=N_i)},$$

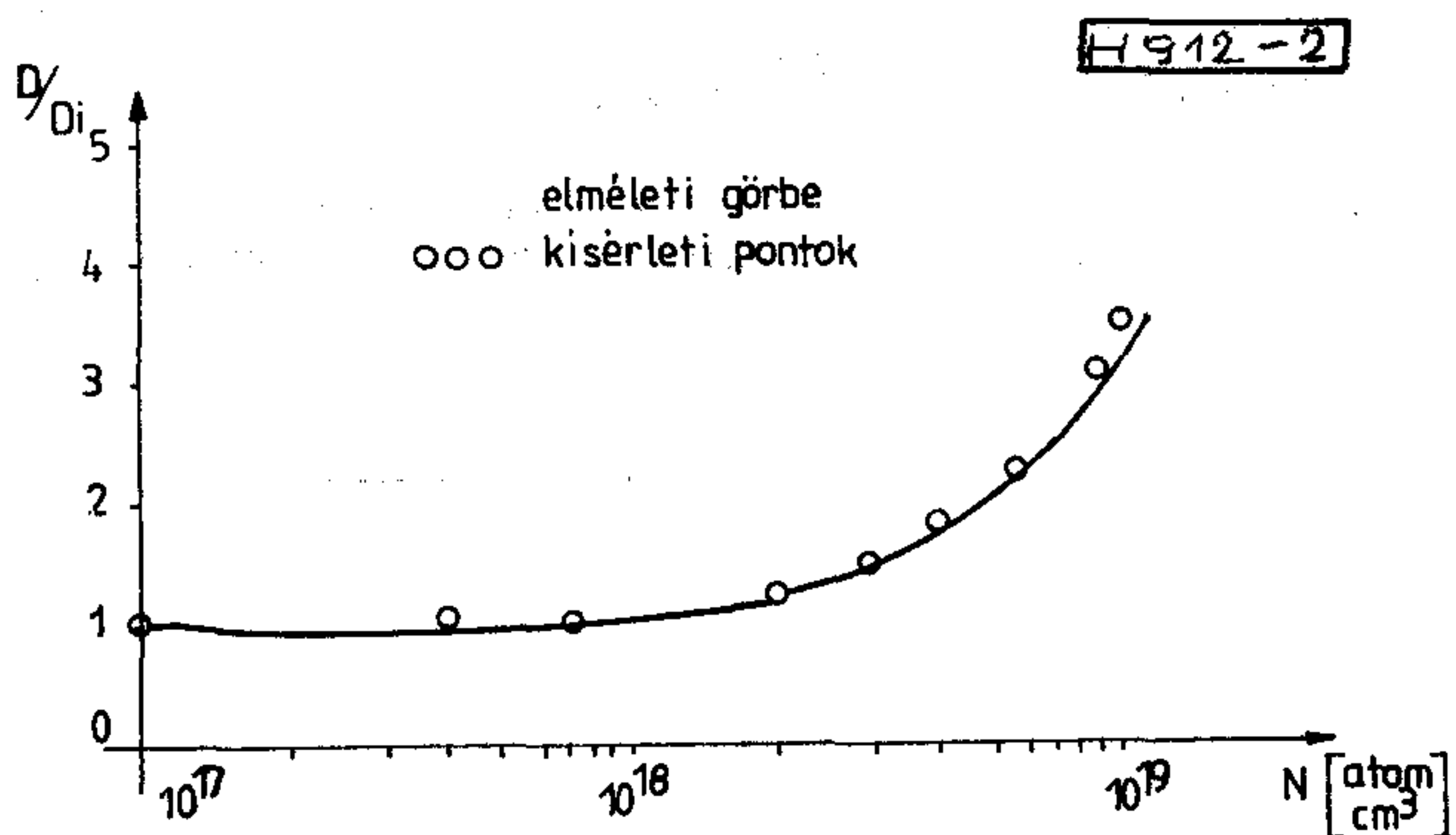
ahol az integrálás és differenciálás grafikus módszerrel végezhető.  $t$  a diffúzió időtartama.

Az elvégzett kísérletek adatait összehasonlítottuk az irodalomból ismert elméleti értékekkel és az általunk javasolt összefüggéssel. A vákuumban – tehát oxigénmentes atmoszférában – végzett diffúziós behajtásnál a koncentrációfüggés elméleti értékeit *Prince* és *Schwettman* összefüggéséből számítottuk ki (3), az oxidáló atmoszférában végzett behajtásnál





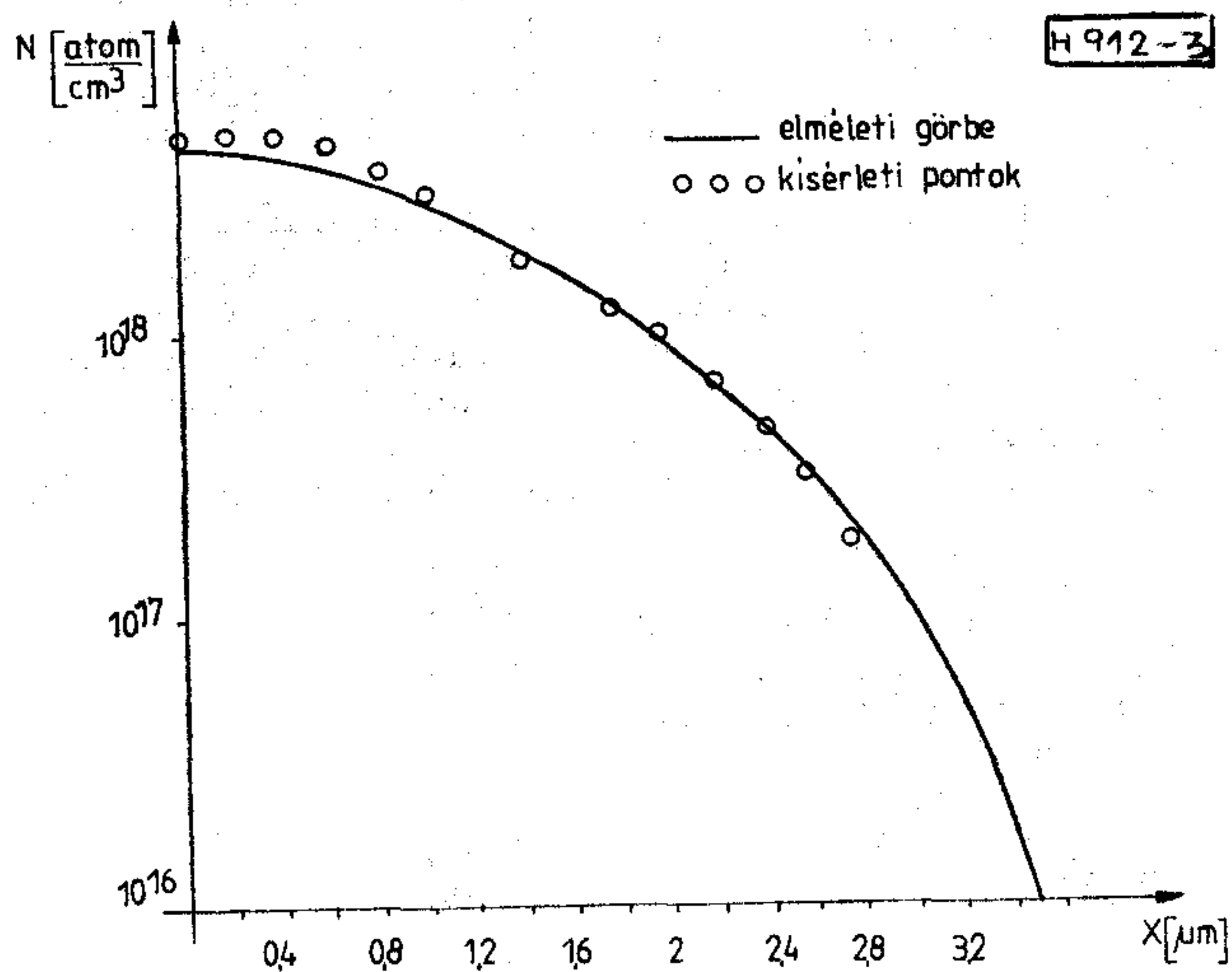
1. ábra. Diffúziós együttható koncentrációtól való függése oxidáló atmoszférában és vákuumban végrehajtott diffúzió esetén („A” kísérletsorozat)



2. ábra. Diffúziós együttható koncentrációtól való függése oxidáló atmoszférában végzett diffúzió esetében („B” kísérletsorozat)

Taraguchi és munkatársainak képletét (6), valamint saját (14) összefüggésünket alkalmaztuk.

Az 1. ábrán látható, hogy a vákuumban különböző felületi koncentrációval végzett diffúzióknál a kísérletileg megállapított diffúziós együtthatók jól illeszkednek a (3) összefüggésből számított értékekhez. Ez azt jelenti, hogy vákuumban  $10^{17}$ – $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> bór-koncentráció esetén a felületi koncentráció változása a belső elektromos tér és a vakancia oldhatóság változására gyakorolt hatást.



3. ábra.  $6 \cdot 10^{18}$  atom/cm<sup>3</sup> felületi koncentrációjú szelet adalékprofilja

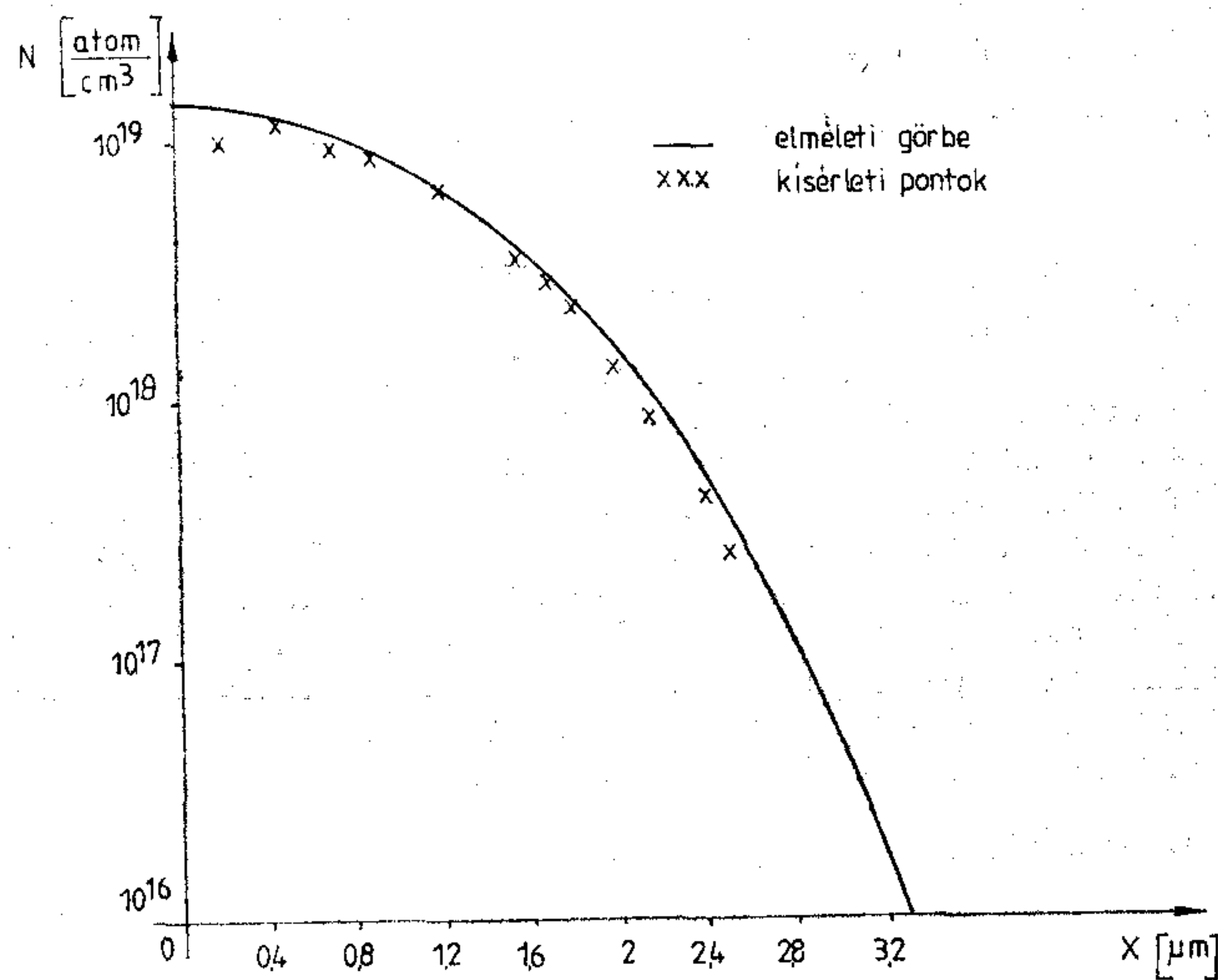
Az oxidáló atmoszférában  $10^{17}$  atom/cm<sup>3</sup> fölötti felületi koncentrációknál nem fogadjuk el az alacsony felületi koncentrációjú elődiffúzióra megállapított és a (6) egyenletben leírt összefüggést, mivel magasabb felületi koncentrációknál nemcsak az oxidáló atmoszférának, hanem sokkal inkább a koncentrációnövekedés okozta változásoknak van szerepe. (14) Összefüggésünkben figyelembe vettük mind az oxidáló atmoszféra, mind a koncentrációfüggés hatását. A mért diffúziós együttható értékek ennek megfelelően jól illeszkednek az ebből az összefüggésből kiszámított elméleti görbéhez (lásd 1. ábra).

A (14) képletünk  $10^{17}$ – $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> felületi bór-koncentrációnál oxidáló atmoszférában való általános alkalmazhatóságának igazolására további kísérletsorozatot végeztünk változtatva a diffúziós behajtási hőmérsékleteket, időket és minden esetben jó egyezést kaptunk (lásd 2. ábra), és összehasonlítottuk egy technológia modellező programból, az ún. STEP-analízisből [11] nyert elméleti profilgörbével.

A kísérleti szeletek adalékprofilját is megmértük. Azt láttuk, hogy a kb.  $6 \cdot 10^{18}$ – $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> felületi koncentrációjú szeletek profilját a STEP programból készült elméleti profil nagyon jól közelíti meg (3. és 4. ábra). A jó egyezés azzal magyarázható, hogy ez a program is figyelembe veszi az oxidáló atmoszféra hatását.

Sokkal nagyobb, mint  $10^{19}$  cm<sup>-3</sup> felületi koncentrációjú bór diffúzióknál viszont előkísérleteink tanúsága szerint — a (14) összefüggés nem alkalmazható és a STEP programból számított profilok sem egyeznek a kísérleti adatokkal, valószínűleg azért, mert az oxidáló atmoszféra hatása itt már sokkal csekélyebb, mint a közleményünkben vizsgált tartományban.

Végezetül köszönetemet szeretném kifejezni a sok hasznos segítségért, a tanácsért, valamint a kézirat átnézéséért dr. H. C. Valkó I. Péter, egyetemi tanárnak és dr. Kormány Teréz egyetemi docensnek. Köszönöm Puskás László, Horváth Veronika és Harsányi József tudományos munkatársaknak a kísérle-



4. ábra.  $10^{19}$  atom/cm<sup>3</sup> felületi koncentrációjú szelet adalékprofilja

tek tervezésében és megvalósításában, dr. Masszi Ferenc tudományos munkatársnak a STEP program alkalmazásában, valamint a BME Elektronikus Eszközök Tanszék laboratóriumában dolgozóknak és MEV félvezető fejlesztési osztályon dolgozó munkatársaknak a kísérleti munkában nyújtott segítségért.

## I R O D A L O M

- [1] A. S. Grove: Physics and Technology of Semiconductor Devices. John Wiley and Sons, New York (1967).
- [2] Walter H. Schoren: The Impact of Process Control on Parameter Stability — A review Semiconductor Silicon (1973).
- [3] N. D. Thai: Anomalous Diffusion in Semiconductors — A quantitative analysis. Solid-State Electronics 13, 165 (1970).
- [4] J. L. Prince, P. N. Schwettman: Diffusion of Boron from Implanted Sources Under Oxidizing Conditions. J. Electrochem. Soc. 121, 705 (1974).
- [5] P. E. Bakeman, Jr. and J. M. Borrego: The Theory of Anomalous Diffusion in Solids near Diffusant Saturation Concentrations: Example Phosphorus in Silicon. J. Electrochem. Soc. 117, 688 (1970).
- [6] Vértessy Miklós: Anomális bórdiffúzió vizsgálata Si egykristályban. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1976.
- [7] K. P. Frohmader and L. Baumbauer: Comparison of THAI's Theory with Experimental Boron Doping Profiles in Silicon Diffused from Boron Nitride Sources. Solid-State Electronics 15, 1263 (1980).
- [8] R. B. Fair: Oxidation, Impurity Diffusion and Defect Growth in Silicon — An Overview J. Electrochem. Soc. 128, 1360 (1981).
- [9] K. Taniguchi, K. Kurosawa and M. Kashiwagi: Oxidation Enhanced diffusion of Boron and Phosphorus in (100) Silicon. J. Electrochem. Soc. 127, 2243 (1980).
- [10] D. A. Antoniadis: Computer Simulation of Complete Fabrication Process. International School on Solid-State Technology, Erice 1981. Italy
- [11] Tarnay—Masszi—Drozdy: Többrétegű technológiai struktúrák modellezése, Híradástechnika, 1983. októberi megjelenés alatt.

## Szemle

Összeállította: GÁL FERENC

A nyugatnémet Telefunken közreműködésével épült tévégyárat adtak át a közelmúltban Pekingben. A Beijing Television Factory új üzemében hangolóegységeket, nagyfeszültségű és hálózati transzformátorokat, paneleket, műanyag alkatrészeket és fakávékat gyártanak. A Telefunken fővállalkozóként kapcsolódott be a 12 millió nyugatnémet márka értékű beruházásba. Az üzem 2200 dolgozója évente 150 ezer fekete-fehér és 200 ezer színes televíziót szerel össze.

A Telefunken három év óta szállít alkatrészeket PAL-rendszerű, korszerű színes televíziók gyártásához. Az alkatrészszállításokat 1983-ban több mint kétszeresére növelték.

(Industrie und Handels-Revue, 1983. november 10.)

\*

A Közös Piac országaiban 1983. év végén 6 japán elektronikai konszern tartott fenn video-berendezéseket gyártó üzemeket, ahol összesen havonta közel 60 ezer darabot gyártanak ezekből a készülékekből. Japán sajtóhírek szerint a Toshiba és a Sharp vállalat, amelynek még nincs saját üzemük az EGK-ban, szintén foglalkoznak azzal a gondolattal, hogy az EGK vámfalait ilyen módon „ugorják át”. A Matsushita csoporthoz tartozó Victor Company of Japan Ltd. (JVC) gyártja az EGK-ban a legtöbb ilyen készüléket, a Nyugat-Berlinben működő üzemmel együtt termelése évente 400 ezer darab.

(Handelsblatt, 1983. július 25.)

\*

Míg a világgazdasági recesszió egyre jobban mélyült, a Philips lassan, de biztosan újra megindult a növekedés útján. Noha a forgalom még csupán sze-

rény mértékben nőtt, 1983. I. félévében a tiszta nyereség már 4 százalékkal emelkedett. A több mint évi 16 milliárd dollár forgalmat lebonyolító, mintegy 336 ezer fővel dolgozó nagy konszern új utakat keres: világpiaci pozícióit a kooperációs kapcsolatok fejlesztésével erősíti meg. 1983-ban hozták tető alá az amerikai ATT konszernnel az együttműködési megállapodást telefonközpontok gyártására. Az ATT a Philipszel való együttműködés révén kijuthat a világpiacra, a Philips pedig az ATT révén a legkorszerűbb, legélenjáróbb amerikai digitális hírközlő rendszerekhez, telefonközpontokhoz juthat hozzá.

A közös vállalat több mint 5 ezer főt foglalkoztat majd. A további megállapodások közül érdemes kiemelni a Philips és a Control Data megállapodását optikai rendszerek közös fejlesztésére. Ez azért is jelentős, mert a Philips az újonnan kifejlesztett és gyártott berendezésekkel az USA piacán is tevékenykedni kíván.

1983 folyamán a Philips megállapodást kötött a dán telefontársasággal a Philips által kifejlesztett és gyártott hivatali távközlő berendezések dániai forgalmazására. Új irányban folytatják a kutatást-fejlesztést, a forgalom 5–7 százalékat fordítva a legkorszerűbb termékek kifejlesztésére.

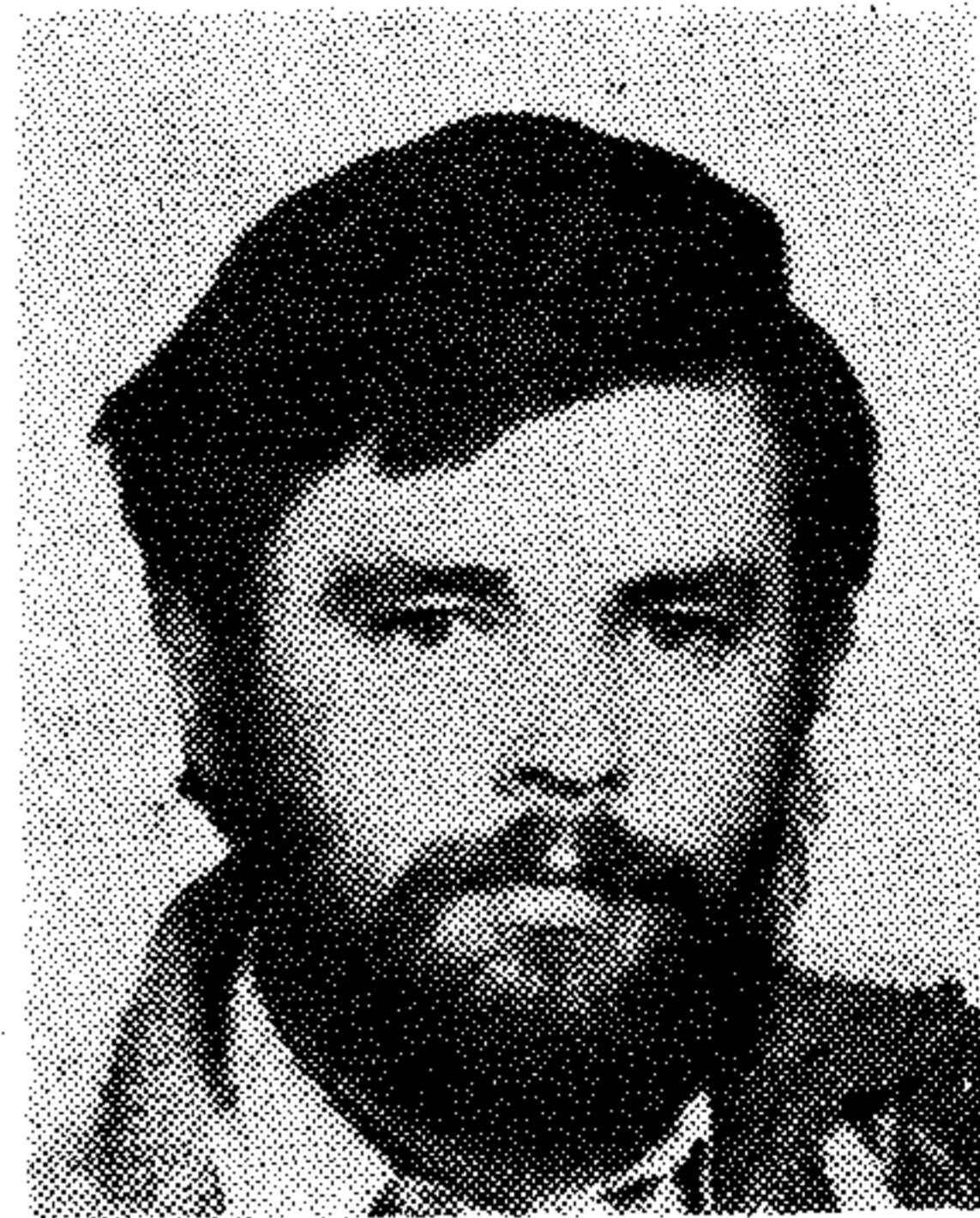
A konszern forgalma 1983-ban a főbb profilok szerint:

fényforrások	11%
szórakoztató elektronika	27%
háztartási berend.	12%
professzionális híradás- technika	32%
ipari alkatrészek (félvezetők)	13%
vegyes	5%
Összesen	100%

(Világgazdaság)

# Keményfémek alkalmazása a BHG szerszámgyártásában

DEÁK ERNŐ  
BHG



## ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalat 1982-től foglalkozik keményfém szerszámok fejlesztésével. A cikk a keményfém megmunkálásán és alkalmazásán kívül foglalkozik a keményfém tulajdonságaival és alkalmazásának gazdasági kihatásaival. (#)

## 1. Bevezető

Napjaink nagy tömegben történő alkatrészgyártásának egy igen elterjedt és korszerű technológiája a keményfémbetétes szerszámok alkalmazása. Az elektronikai berendezésekhez és készülékekhez szükséges milliós nagyságrendű alkatrészek előállítása nagy teljesítményű szerszámokat igényel, melyet keményfém betétes szerszámmal lehet elérni.

A keményfém napjainkban már nem tekinthető újdonságnak, de ennek ellenére elterjedése nem elégséges. A hidegalakító szerszámok keményfémbetétjeivel jelentős eredmények érhetőek el.

A keményfém alkalmazása során figyelembe kell venni a műszaki gazdasági lehetőségeket.

A hazai és külföldi példák azt mutatják, hogy a szerszám éltartósága, szerszámkiadások növekedése mellett, a gyártott alkatrészek minőségi javulását is eredményezi.

A BHG 1980-ban indította be a keményfém-szerszám fejlesztési programját. A több milliós darabszámú „S” típusú jelfogó rugó szétcsípő szerszámát készítette el keményfémbetétekkel. Ezenkívül különböző automata gépek vezető hüvelyeinél, üregelő szerszámbetéteknél, csavarzömítő matricáknál és fejezőknél alkalmaz keményfémeket.

A BHG a keményfémprogram keretén belül a 20 pólusú anyadugaszhoz keményfém szerszámot vásárolt az NSZK-beli Geissler cégtől. Egyidejűleg keményfémgyártási technológia megvásárlására kötöttünk 4 vállalattal szerződést a Danuvia gesztorsága mellett.

## 2. A keményfém-szerszámok létjogosultsága és gazdasági kihatása

A híradástechnikában az alkatrészek nagy sorozatban való gyártása esetén a keményfém-szerszámok gazdasági előnyei a következők:

- rendkívül hosszú élettartam,
- a hagyományos acélszerszámokkal összeha-

## DEÁK ERNŐ

1982-ben szerezte diplomáját a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola gépgyártástechno-

lógia szakán. Jelenleg a BHG Híradástechnikai Vállalat Szerszámfejlesztő Laboratóriumában dolgozik, mint üzemmérnök.

sonlítva, a darabszám függvényében a szerszám-igény tizedére csökkenthető,

- a munkadarab minőségi javulást mutat,
- egy élezéssel a legyártható darabszám 10–15-szöröse érhető el a hagyományos szerszámokkal szemben. Ez maga után vonja a gépkihhasználás növekedését, mivel ritkábban kell szerszámcsere alkalmazni. Az élezésre fordított idők összességében csökkennek.

A BHG tapasztalati adatai szerint keményfém kivágó szerszámmal 3–3,2 millió gépi löketség lehet elérni egy élezéssel. Ez kétféle (20 pólusú dugasz) szerszám esetében 6–6,4 millió alkatrészt jelent, ahol a munkadarab anyaga KRK alpakka. Az említett példa alapján és a keményfém élezésének ismeretében könnyen meghatározható a szerszám élettartama. Célszerű a szerszámot már akkor élezni mielőtt a vágóéleken a legkisebb lekerekedések mutatkoznának, mivel ez a szerszám élettartamát rendkívül megnöveli, és ilyen feltételek mellett maximálisan 0,05 mm-t forgácsolunk. Figyelembe véve a szerszámélek kb. 6 mm felhasználhatóságát ez 120 élezést jelent, a szerszámmal legyártható darabszám ekkor kb.  $3,6 \times 10^8$ . Ezek az adatok természetesen akkor helytállóak ha a szerszám kezelése és karbantartása szakszerűen történik, és megfelelő merevségű, pontos vezetésű, gyors préseken üzemeltetjük.

## 3. A keményfém tulajdonságai

### 3.1. Kopásállóság

A keményfém egyik legjellemzőbb tulajdonsága a kopásállóság. Ez a tulajdonság olyan jelenséghez kötött, amely a fém felületén játszódik le. Ha két fémfelület egymáson elmozog, úgy mindkét fémfelületről anyagrészek válnak le. A fémeknek az anyag lehordásával szembeni ellenállóképességét kopásállóságnak nevezzük.

A keményfém kopásállósága növekszik, ha a kobalt-

Beérkezett: 1984. I. 16.

tartalom és a WC szemcsenagyság csökken. Az 1. ábra a száraz és nedves kopásállóságot mutatja.

A kopásállóság a keménységgel szoros összefüggésben van. A 2. ábra száraz kopásállóságot a keménység függvényében ábrázolja.

### 3.2. Keménység

A keményfémeknél a keménységet 30 N terhelés mellett Vickers-módszer szerint határozzák meg. Ennél az alacsony terhelés mellett az anyagban nem képződnek zavaró repedések. A keménység a kötőfém tartalom csökkenésével nő, valamint a WC-Co keményfém csökkenő szemcsenagyságával ugyancsak nő (1. 3. ábra).

### 3.3. Egyéb jellemzők

A legjellemzőbb tulajdonságok mellett a mechanikai, a termikus és a villamos tulajdonságokat is vizsgálják. A porozitás és a korrózióval szembeni ellenállás is jellemzi a keményfémeket.

A mechanikai tulajdonságokat húzó-, nyomó- és hajlítóvizsgálatokkal határozzák meg. A keményfémeket a gyártáskor leginkább nyomó igénybevételnek teszik ki, mivel ezt az igénybevételt tűri el a legjobban (4. ábra).

## 4. Keményfémek megmunkálása

A keményfémek megmunkálása két állapotban végezhető el. Az egyik állapot amikor a keményfém csak előzsugorított, ilyenkor az anyag úgynevezett kréta állapotban van, a másik állapot az amikor az anyag készrezsugorítása is megtörtént és elérte végleges keménységét. Mindkét esetben nagy technológiai fegyelemmel kell megmunkálni. A keményfém megmunkálása során mindig nagy merevségű és pontosság megmunkológépet kell alkalmazni.

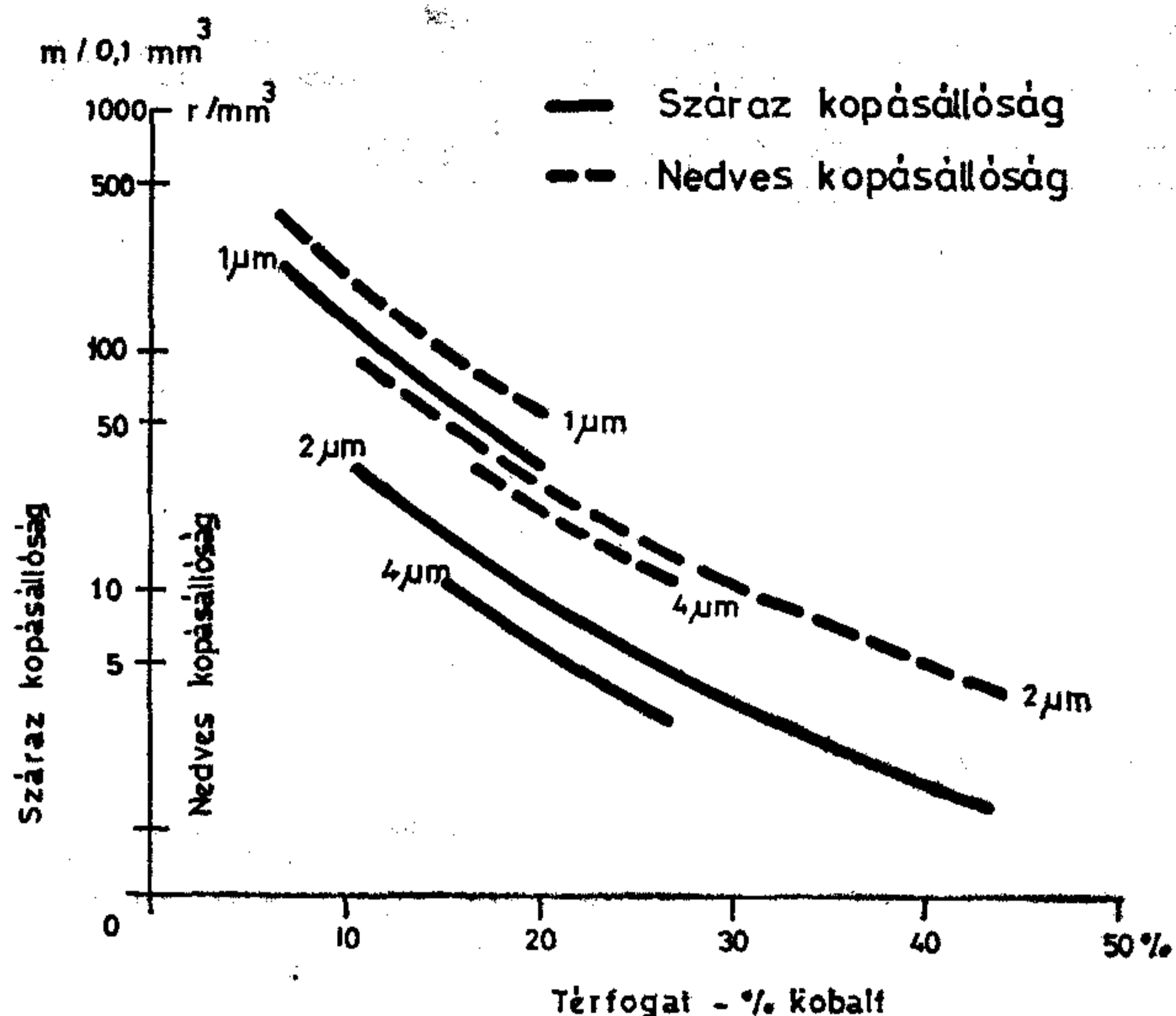
### 4.1. Előzsugorított keményfém megmunkálása

A kréta állapotú keményfém szakítószilárdsága igen kicsi, ezért könnyen törik és épp ezért a megmunkálás során a sarkok hamar kipattannak. Az 5. ábra a keményfém szilárdságát szemlélteti kréta állapotban. Az előzsugorított állapotú keményfém fúrása és köszörülése minden nehézség nélkül elvégezhető. A marás, fűrészelés esetében már nehézségek keletkeznek, mivel a sarkok kitöredeznek, a forgácsoló erő hatására könnyen eltörnek, ezért csak a köszörülést lehet számításba venni. A köszörülés gyémánt tárcsával oldható meg a legbiztosabban.

A fúrás általában kis fordulatszám, a fúró gyakori kiemelésével és a forgács állandó eltávolításával megbízhatóan elvégezhető.

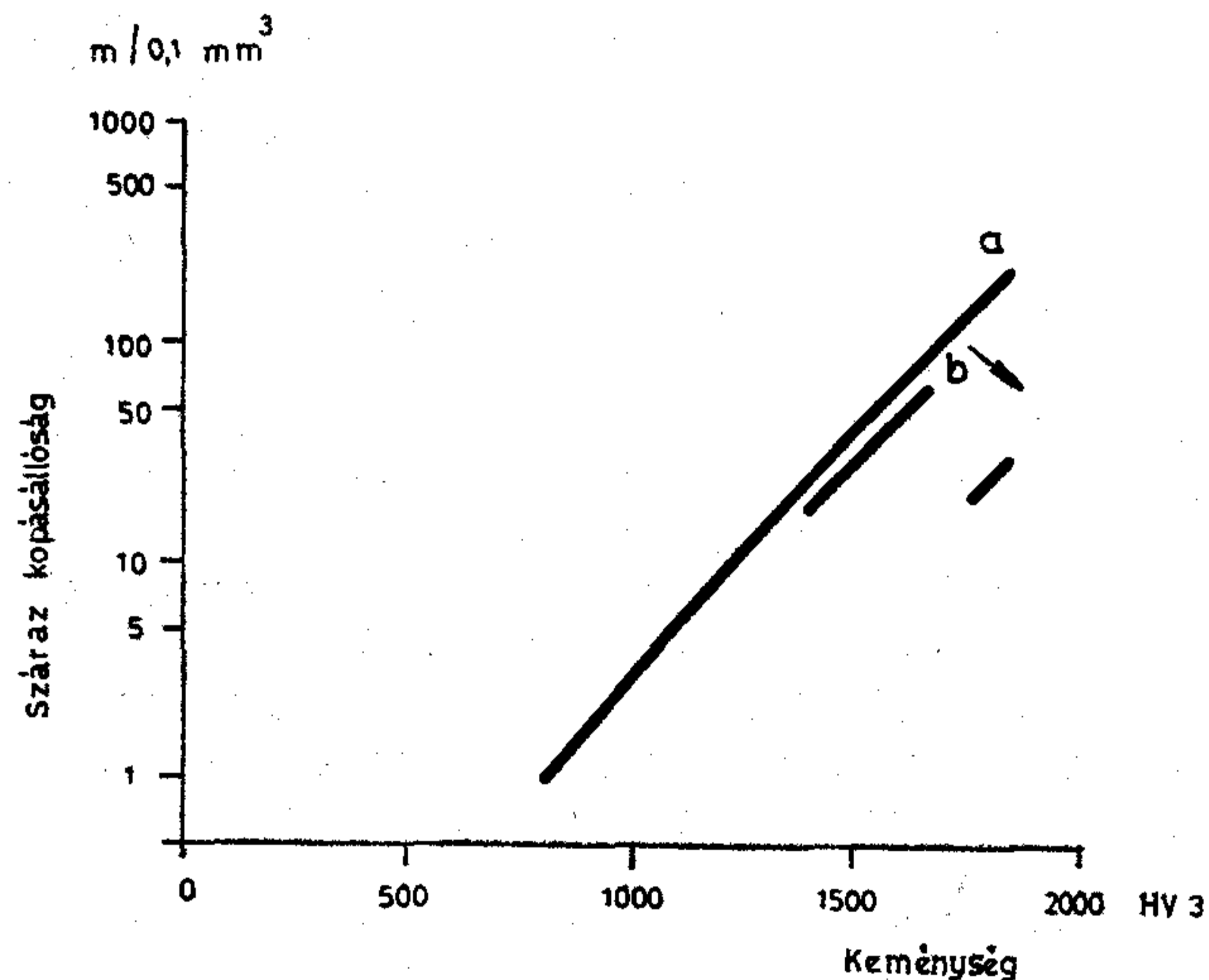
A kréta állapotú keményfém megmunkálása során hűtés nem alkalmazható, mivel nagyon porózus anyag és a nedvesség hatására szétmállik. A levegő páratartalmát is könnyen felveszi, ezért a tárolása gondot okoz.

Az előzsugorított keményfém megmunkálása során a méreteknél figyelembe kell venni a zsugorodási ráhagyást, amely egy szorzószámmal jellemezhető. Ter-



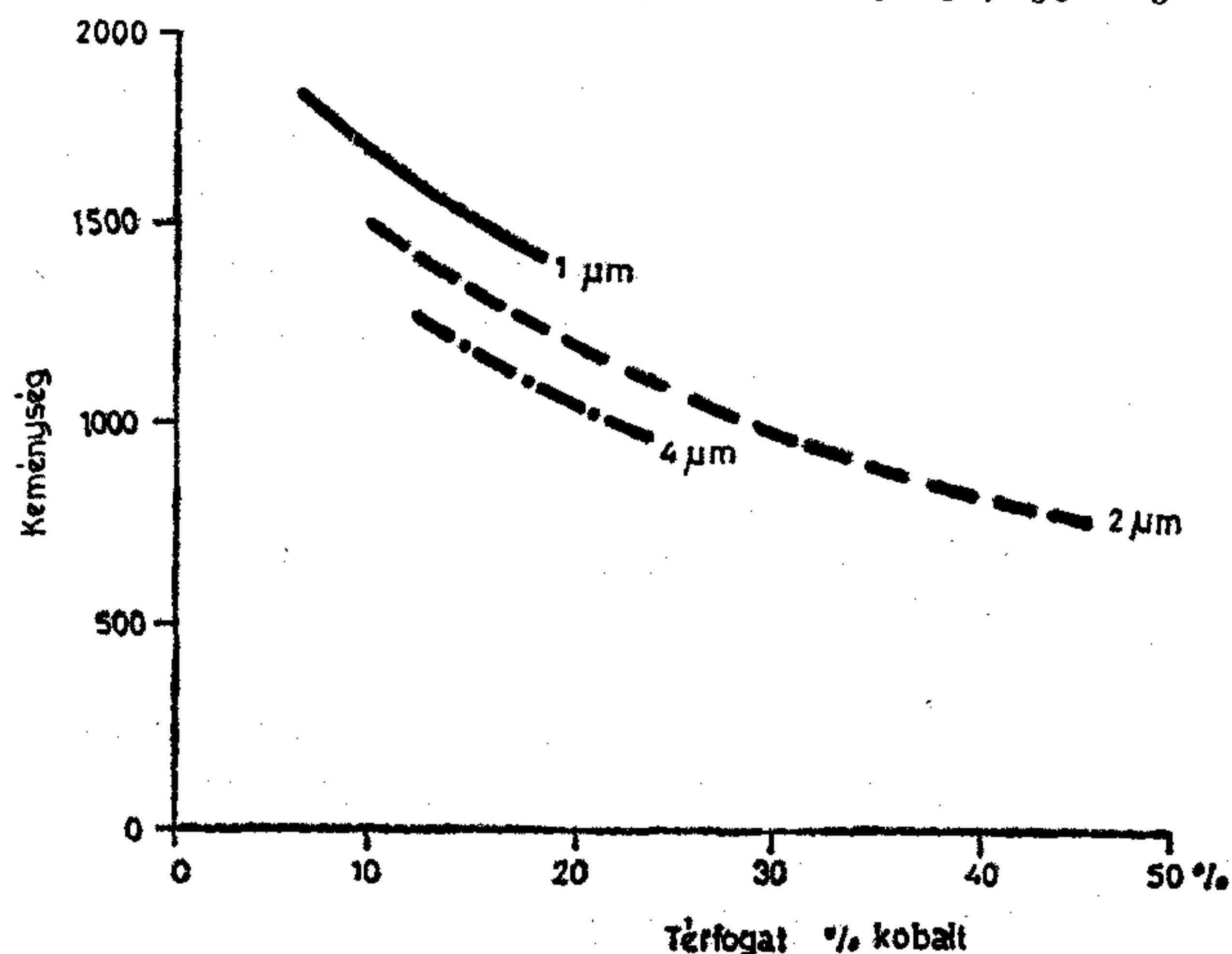
1. ábra. Száraz és nedves kopásállóság

H924-1



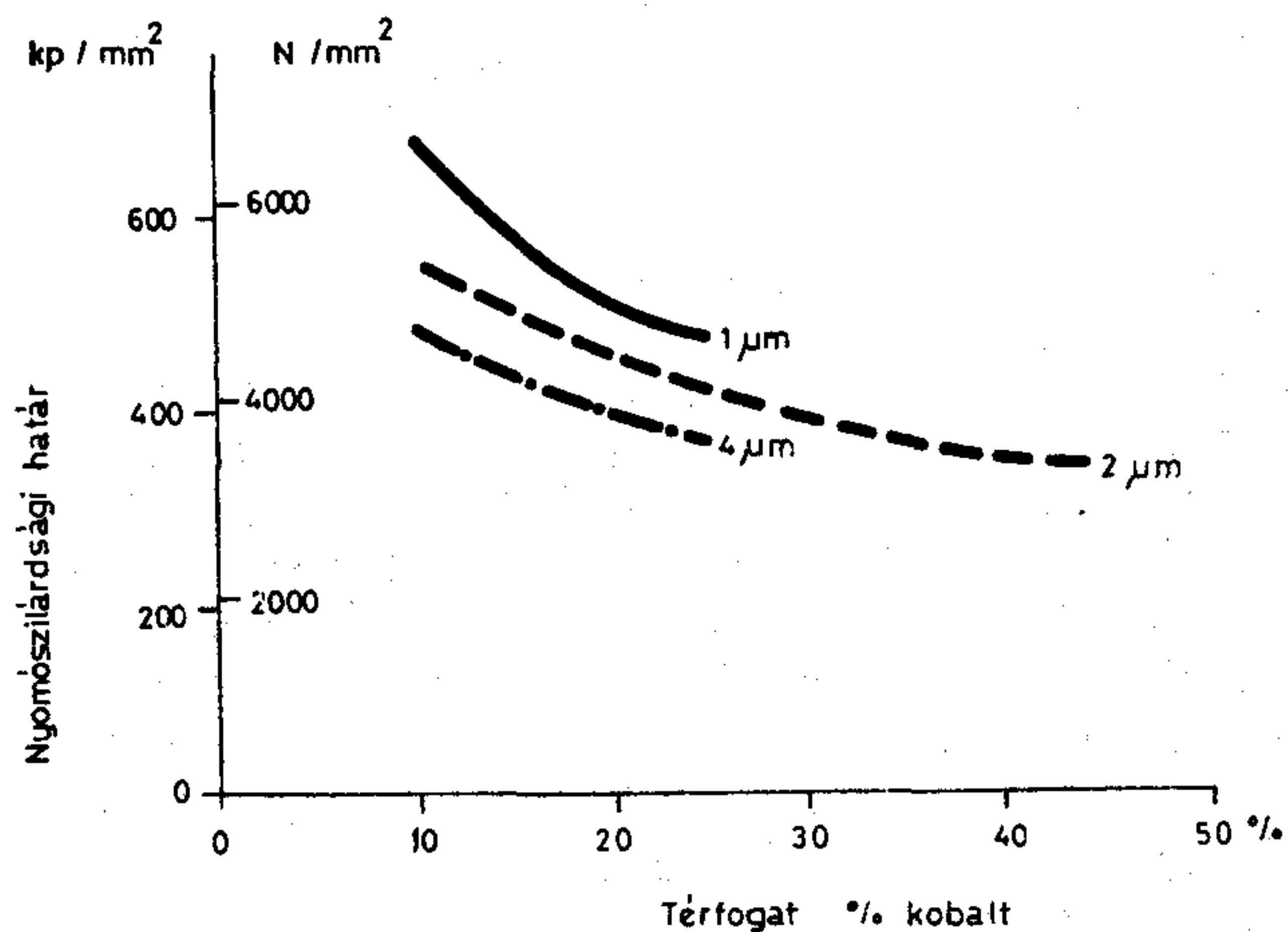
2. ábra. Száraz kopásállóság a keménység függvényében

H924-2



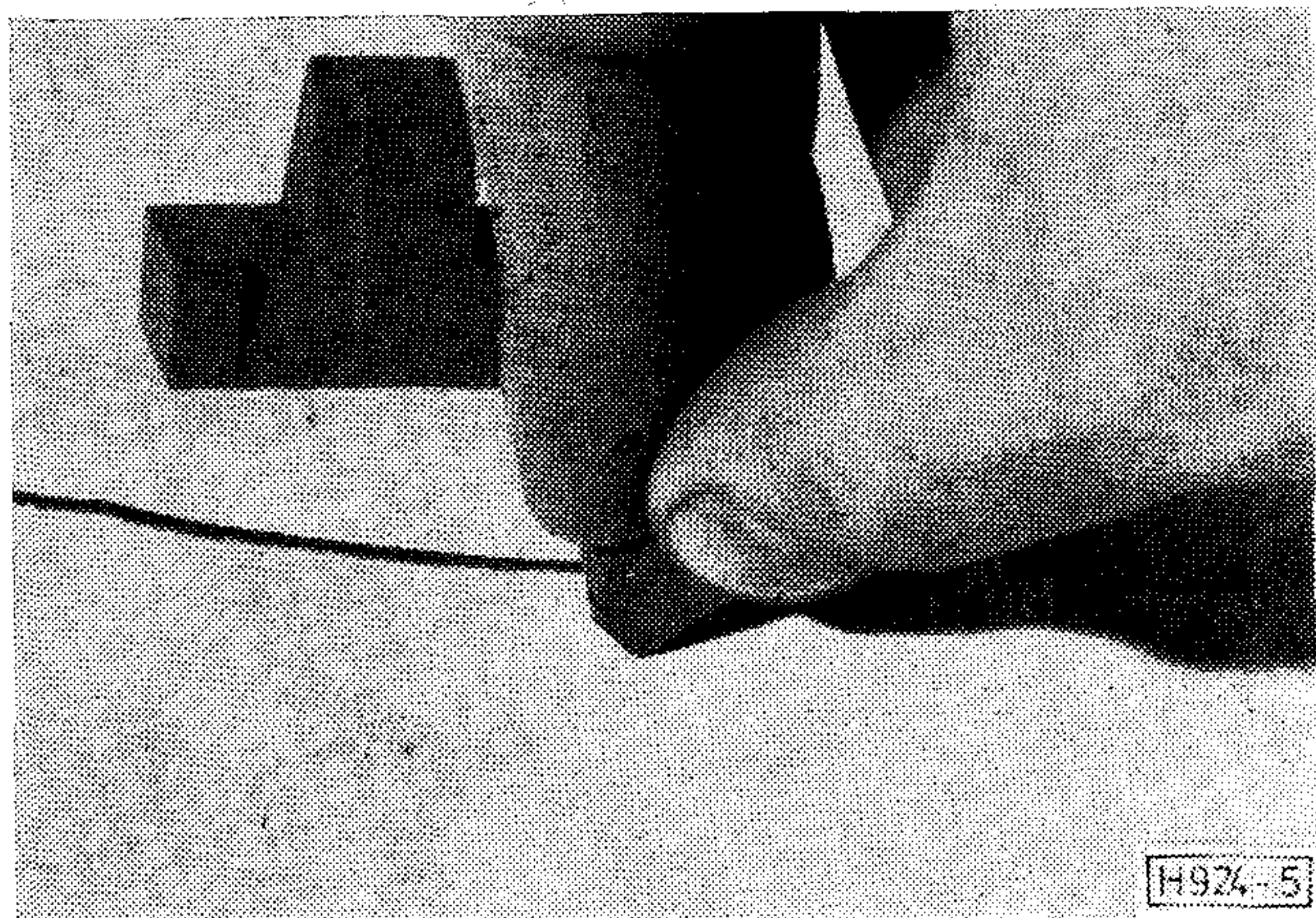
3. ábra. A keménységváltozás az összetétel függvényében

H924-3



H924-4

4. ábra. A nyomószilárdság változása az összetétel függvényében



H924-5

5. ábra. A keményfém szilárdsága kréta állapotban

mészetesen a méret meghatározásánál még figyelembe kell venni a megmunkálási ráhagyást is.

Pl. egy munkadarab egyik mérete 9.95 mm. Az előmunkálás mérete a következő lesz: 0,05 mm-t ráhagyunk a készremunkálásra és a zsugorodási szorzószám 1,29 akkor  $(9.95 + 0,05)$  szorozva  $1.29 = 12.9$  mm. Különböző keményfém összetételeknél zsugorodási szorzószám változik. A szorzószámot mindig a gyártómű adja meg.

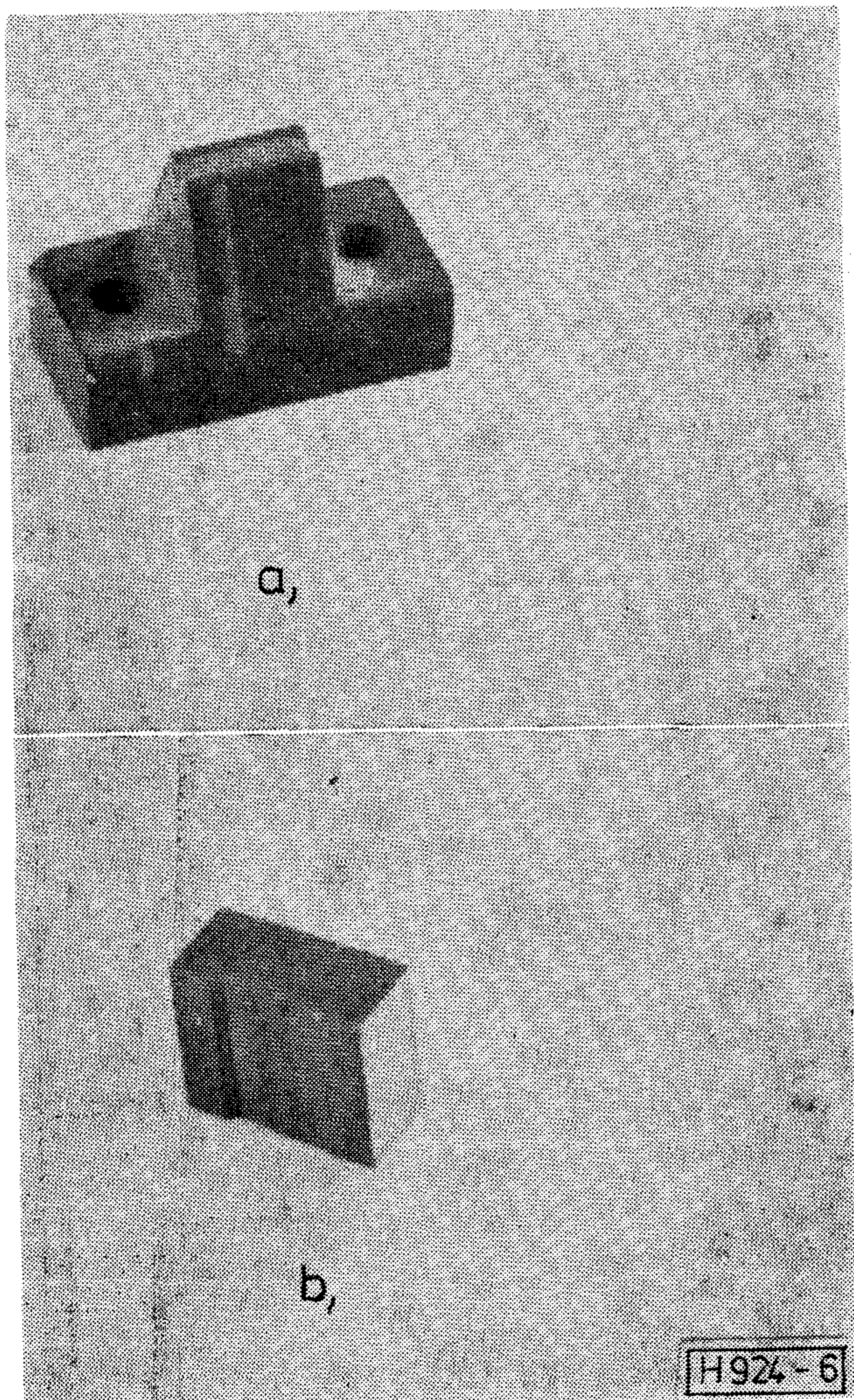
#### 4.2. A keményfém készrezsugorítása

A keményfémeket speciális hőkezeléssel lehet készrezsugorítani. A hőkezelés hidrogén védőgázban vagy vákuumkemencében történik. A keményfém a készrezsugorítás után nyeri el végleges szilárdságát.

#### 4.3. A keményfém kemény megmunkálása

A keményfém nagy keménysége miatt csak speciális technológiákkal munkálható meg. Hőkezelés után a keményfém eléri a 70–72 HR<sub>c</sub> keménységet.

Laboratóriumban a keményfém megmunkálását



H924-6

6. ábra. Keményfémbetétek

a következőkben leírtak szerint végeztük. A megmunkálás kétféleképpen történt:

- köszörülés,
- szikraforgácsolás.

A 6. ábra két keményfémbetét fényképét mutatja be. A fenti ábrán levő betéteket két lépésben munkáltuk meg. Az első lépésben a fazonos részt, megmunkálási ráhagyással, huzalos szikraforgácsolással végeztük, majd a készremunkálást gyémánttárcsás köszörüléssel készítettük. A fazonos részt optikai köszörűgépen köszörültük. Itt említeném meg, hogy a keményfém megmunkálási pontosságának betartása érdekében az eddig alkalmazott 50-szeres projektor rajzok nem megfelelőek. Ezért a Fejlesztési Intézetben levő AUTER berendezéshez számítógépes programot készítettünk, amely a plotteren nagy pontosságú vékony vonalú ábrákat biztosít. Ennek segítségével ezredmilliméteres pontosság betartása vált lehetővé. A keményfém betét esetén a nagy pontosságra azért van szükség, hogy a betétek ne lélegezzenek, mert az töréshez vezet. A betéteket keretbe helyeztük nulla illesztésű pontossággal. A keményfém megmunkálás esetén a munkadarabot minden esetben intenzíven hűteni kellett.

#### 4.3.1. Keményfém megmunkálása szikraforgácsolással

A szikraforgácsolásnál minden esetben figyelembe kell venni, hogy a vágott felületen beégések és repedések keletkeznek. A felületi hibák elkerülése végett a szikraforgácsolás minden esetben utómegmunkálást igényel. Az utómegmunkálást köszörüléssel végezzük.

Az előbb említett hátrányok miatt mindig ráhagyással kell elkészíteni az alkatrészeket. A keményfém megmunkálása huzal és tömbelektrodás szikraforgácsoló gépen történik. A huzal-szikraforgácsolás esetén az elektróda anyaga sárga-, ill. vörösréz huzal volt. Süllyesztékes megmunkálásnál Wolfram-elektrodát alkalmaztunk.

A süllyesztékes szikraforgácsolással csak másodrendű felületeket munkáltunk meg. Pl. csavarfej-süllyesztést, mert a felületi repedéseket nem tudjuk kiküszöbölni. Ez a megmunkálás lassú és ezáltal gazdaságtalan.

Huzal-szikraforgácsolás esetén a hűtést, öblítést ionizált vízzel biztosítottuk. Ezen a téren kedvező eredményeket értünk el, mert a köszörülési megmunkálás ráhagyását minimálisra csökkentettük.

#### 4.3.2. Keményfémek köszörülése

A nagy keménységű keményfémeket kizárólag gyémánttárcsával tudjuk megmunkálni. A köszörülést igen nagy merevségű gépen kell végezni. A köszörülés harmadik fő követelménye, hogy intenzív hűtést, kenést kell alkalmazni. Ezekre a követelményekre Jung HF 50-es köszörűgép megfelel. Amíg a síkköszörülésnél a hűtés, kenés megvalósítható, addig az optikai köszörülésnél a gép felépítése miatt csak levegőhűtést tudtunk alkalmazni. A felületi érdességet egy NSZK-beli szerszám betétjeivel hasonlítottuk össze. A mi általunk köszörült felületek nem tértek el minőségben az összehasonlító darabtól.

A megmunkálás során igen nagy pontosságot értünk el. A párhuzamossági eltérés 50 mm hosszán 0,002–0,004 mm volt. A méret pontosságát 0,004 mm-en belül tudtuk tartani. A felületi érdességre  $R_a=0,2-0,3 \mu\text{m}$ -t mértünk.

A betétek és a bélyegek köszörülése során nehézségek nem jelentkeztek.

A vágólap élezése a következőképpen történt. A keményfém betéteket a kerettel együtt kell köszörülni, amely edzett acélból készül. A keret anyaga a gyémánttárcsát eltömi és a felület rovására megy. Épp ezért az élezést két lépésben végeztük el. Az első lépésben a betétek körül a vágólap keretet DGS típusú köszörűkoronggal körbeköszörültük az élezés mélységében. Befejező műveletként elvégeztük az élezést a gyémánttárcsával. A vágólap élezését természetesen bő hűtő-kenő folyadékkal végeztük.

A köszörülés folyamán ügyelni kell arra, hogy a gyémánttárcsa tiszta, tömődésmentes legyen, mert máskülönben a felületi minőség leromlik. Külön ügyelni kell a tárcsa ütésmentességére, tökéletes centírozására.

A gyémánttárcsa felfogását és centírozását a következő módon végeztük el:

A tárcsa furata plusz tűréssel készül, a névleges méretnél 0,02–0,03 mm-rel nagyobb, míg az agy mérete mínusz tűrésű. Ebből adódik, hogy az egyszerűen felhelyezett tárcsa üt.

A felfogás első lépésében a köszörűagyat egy marógépen központosítottuk, majd rögzítettük. Ezután a tárcsát ráhelyeztük, és indikátorórával központosítottuk. Így egyenletes hézag keletkezett az agy és a tárcsa között. A hézagot LOCTITE ragasztóanyaggal töltöttük ki. Rögzítés után a tárcsát anyájával rögzítettük. Az így felfogott szerszámot az agy súlyaival kiegyensúlyoztuk. Centírozás után került sor a felszabályozásra. A szabályozást a megmunkáló gépen, jelen esetben a JUNG HF 50-es és az optikai köszörűgépeken végeztük, az általunk készített le húzó szerkezettel.

A szabályzás leírása: A gyémánttárcsa kerületi sebességét 5–10 m/s-ra állítottuk be. A tárcsával szemben egy szilíciumkarbid kő 4100 ford/perc fordulattal forgott. Érintő forgást véve a gép keresztirányú mozgásával koptatjuk a tárcsát. A műveletet addig végeztük amíg a gyémánttárcsa felülete tiszta, egyenletes és ütésmentes lett. A koptatás 8–11 órát vett igénybe és közben 2 db szilíciumkarbid követ használtunk el. Utolsó műveletként a gyémánttárcsát petróleummal lemostuk. Az így előkészített tárcsával az előbbieken leírt eredményeket értük el.

### 5. Keményfémszerszámokkal szemben támasztott követelmények

A keményfémszerszámok élettartamát nagy mértékben befolyásolja a vágórés egyenletes elosztása. A vágólap és a bélyegek nagy pontosságú pozicionálást igényelnek a fenti követelmény miatt. A vágólap és bélyeg magas élettartama megköveteli a többi szerszám elemmagas élettartamát. Épp ezért a vezeték és bélyegtartó, a megfelelő kopásállóság miatt, edzhető szerszámacélokból köszörült felületekkel kell hogy készüljön. Ezeknek az elemeknek a gyártása hagyományos úton elvégezhető, de a gyártási tűréseknek meg kell egyeznie a keményfémbe gyártott alkatrészek tűréseivel.

A szerszámoknak masszív felépítésűeknek kell lenniük. A vágórés egyenletes elosztása végett a megvezetést lehető legnagyobb precizitással kell elvégezni. A vezető elemek állandó kenéséről gondoskodni kell üzemeltetés közben.

A keményfém betétek rögzítése szilárd mozgásmentes kell hogy legyen, mivel a rossz rögzítés töréshez vezet.

### 6. Keményfémbetétek rögzítése

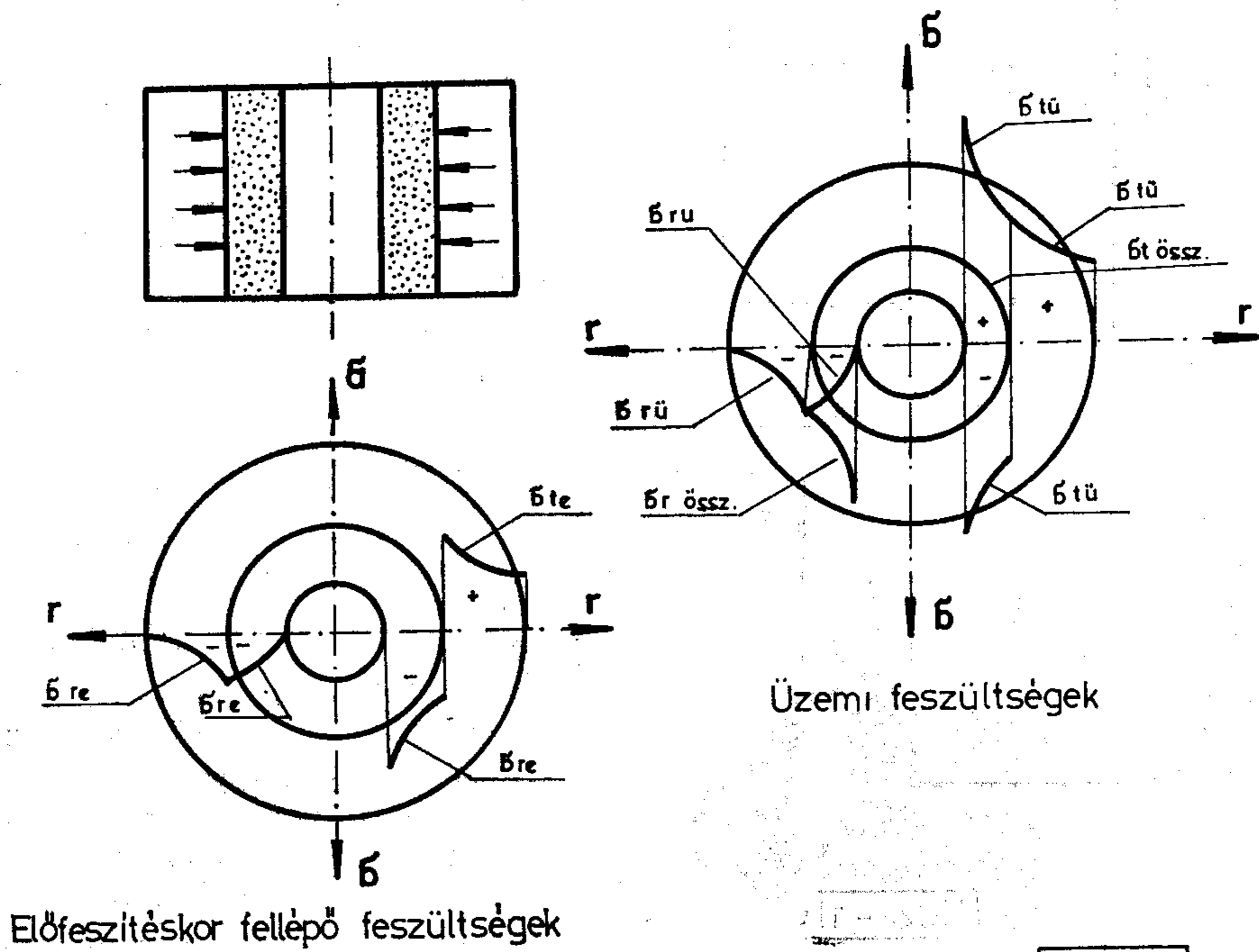
A keményfémek rögzítésénél figyelembe kell venni a korlátozott húzó és hajlító feszültségeket. A keményfém nagy nyomóigénybevételre képes felvenni. Előfeszítéskor ezt a tulajdonságot használjuk ki. A 7. ábra az előfeszítéskor fellépő és az üzemi feszültséget ábrázolja.

### 6.1. Mechanikai rögzítés

A mechanikai rögzítést a többi rögzítési módszerrel szemben előnyben kell részesíteni az alábbiak miatt:

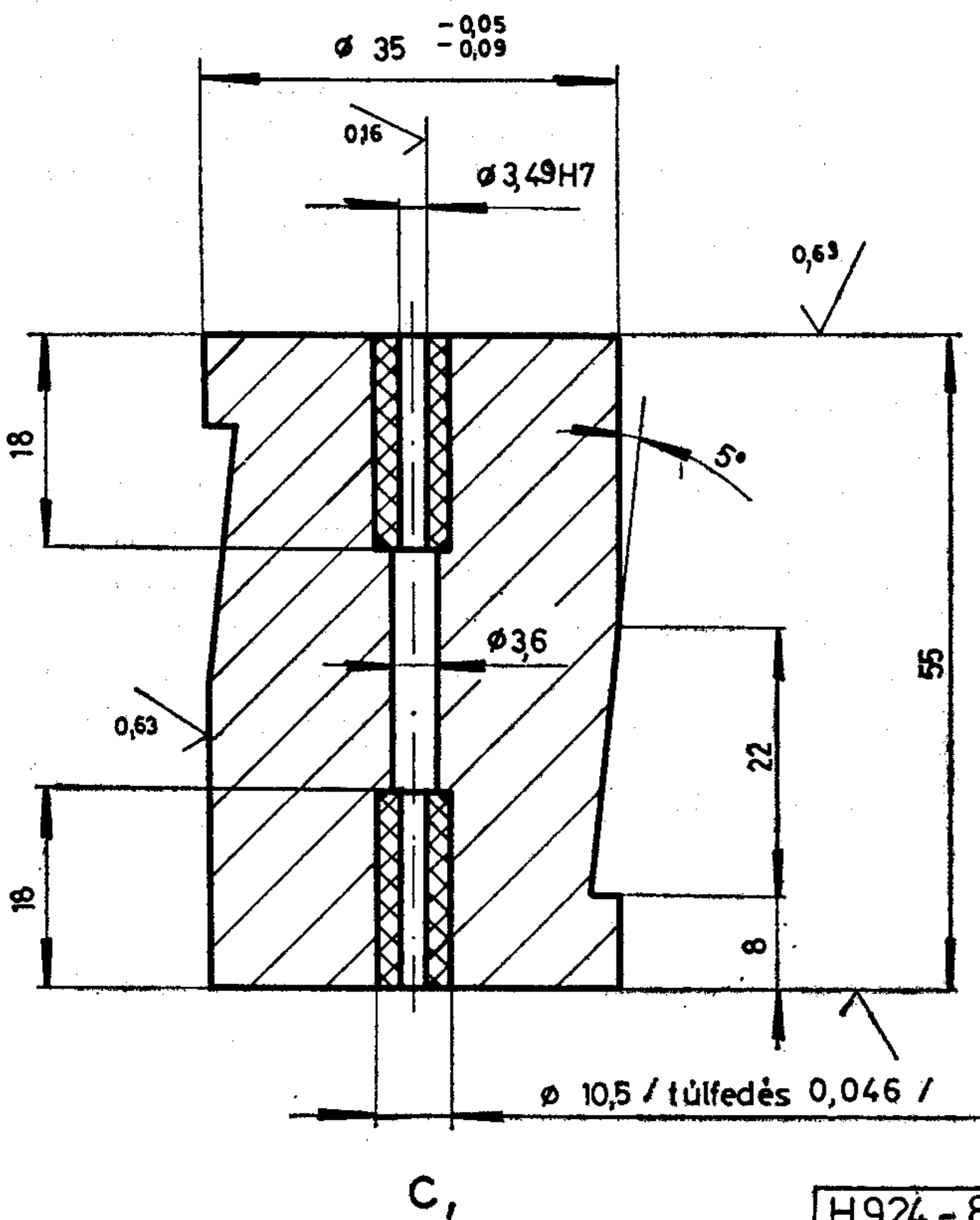
- a keményfém effektív módon alátámasztható,
- bizonyos esetekben nyomóelőfeszítés alá is helyezhető,

- ez az eljárás lehetővé teszi a gyors és könnyű cserét,
- a keményfém körülvevő acélszerkezeteket hőkezelné lehet és rögzítés előtt kész méretre kell megmunkálni.



H924-7

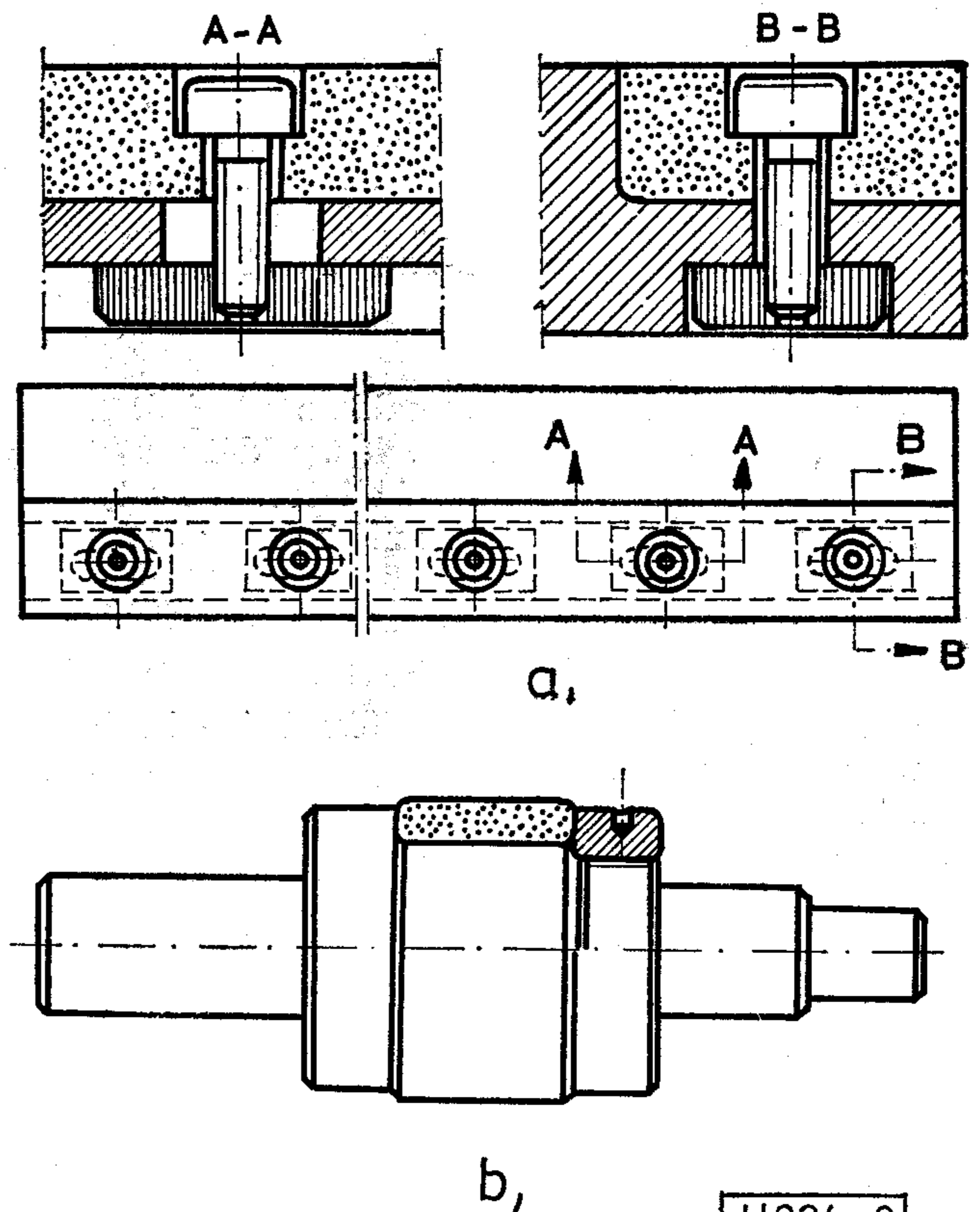
7. ábra. Előfeszítéskor fellépő üzemi feszültség



C<sub>1</sub>

H924-8

8. ábra. Csavarfejzömítő szerszám elemei



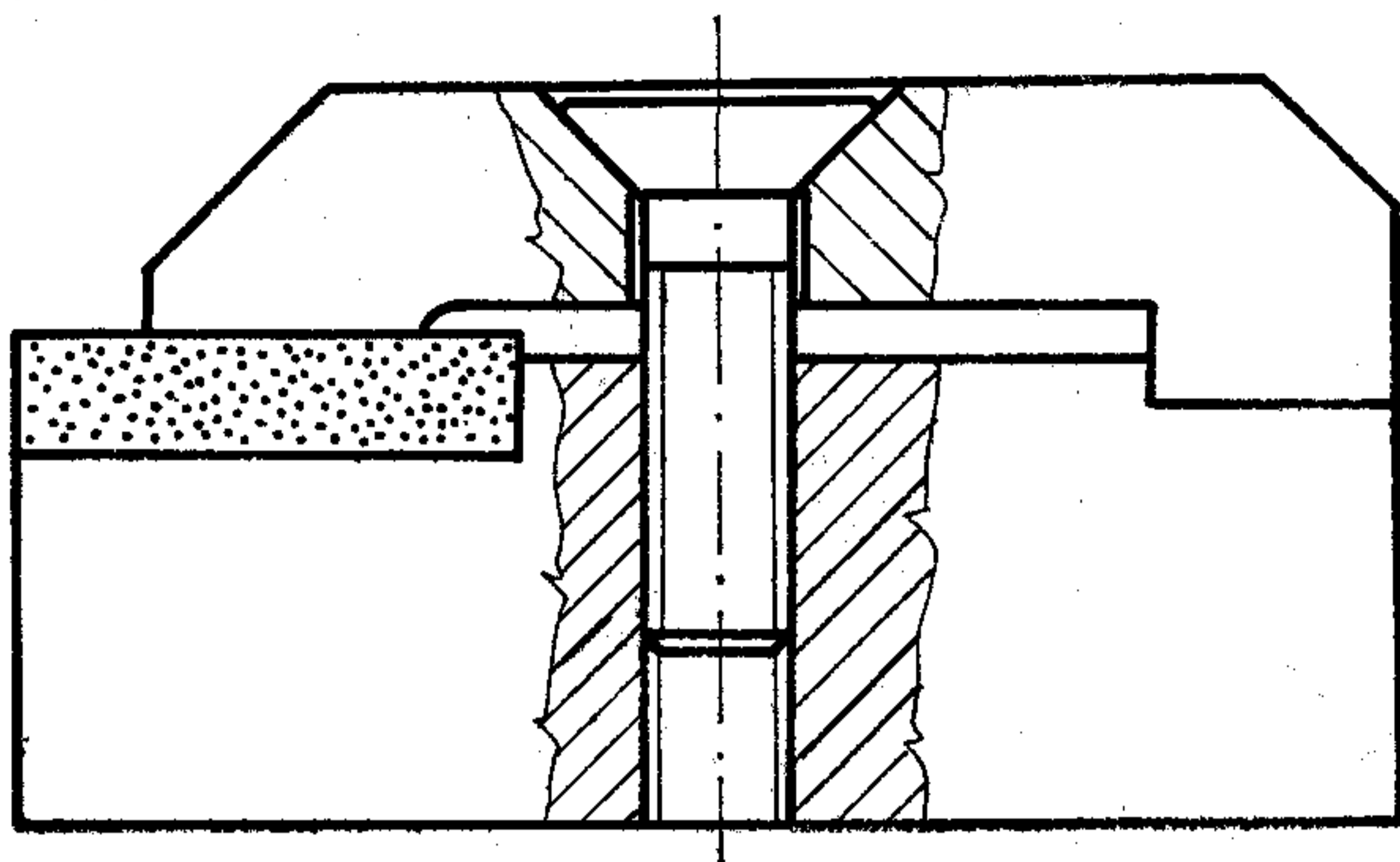
b,

H924-9

9. ábra. Keményfémbetét mechanikai rögzítése

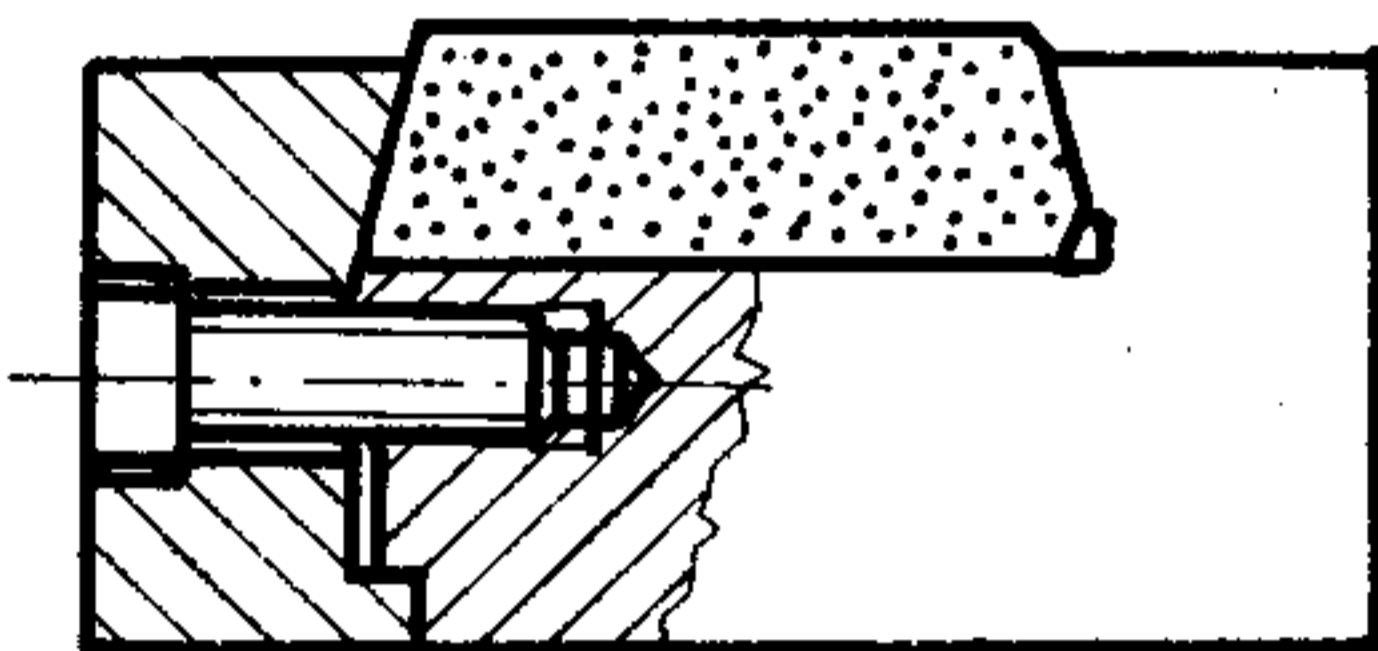
Hátrányai:

- a mechanikai rögzítés helyigénye nagy,
- a gyártási költségek elég magasak.



H924-10

10. ábra. Keményfémbetét rögzítése szorítással



H924-11

11. ábra. Keményfém rögzítése ékkel

#### 6.1.1. A keményfém behelyezése acélfoglalatba

Igen gyakran a hengeres alakú betéteket egyszeres vagy kétszeres acélfoglaló gyűrűbe helyezük. Erre igen jó példa a csavar, szegecs stb. gyártására szolgáló hidegalakító szerszámok. A 8. ábra egy kétlépésben gyártott csavarfejzőmítő szerszám elemeit ábrázolja, amelyet a BHG-ban használnak.

#### 6.1.2. Csavarkötés

A csavarkötés a legáltalánosabban elterjedt mechanikai rögzítési mód. A 9. ábra két példát mutat meg. Az egyik egy átmenő furattal ellátott betétet, a másik egy keményfém gyűrű axiális irányú rögzítését ábrázolja.

#### 6.1.3. Rögzítés szorítóval

Ezt a rögzítést csavaros rögzítésnek is felfoghatjuk, mivel csavar az erőátviteli elem. Megoldásokat a 10. ábra mutatja be.

#### 6.1.4. Rögzítés ékkel

Itt is a csavar az erőátviteli elem. Kialakítására a 11. ábra mutat be példát.

#### 6.2. Keményfém rögzítése forrasztással

A keményfémszerszámoknál gyakran alkalmazzuk a vallas lyukasztókat és bélyegeket. A tömör, egy anyagból készült keményfémlukasztókat elkészíteni körülményes. Ezért alkalmaztuk az acél szárba forrasztott keményfém betétes lyukasztót és bélyeget.

A lyukasztó elkészítésének módja. A szárrész elkészítése:

- a szárban a keményfémbetét átmérőjének megfelelően lyukat fúrtunk átmérőben 0,05 mm-rel nagyobbra. Radiális irányban egy úgynevezett levegő-furatot fúrtunk 1 mm-es átmérővel. Ez a levegőfurat a szár zsákfuratából a levegő és egyéb gázok elvezetésére szolgál a forrasztás közben.

A következő lépésben a forrasztást végeztük el az alábbi módon:

- a forrasztásnál első lényeges szempont, hogy az összeforrasztandó felületek fémtisztaak legyenek. Ezt a kritériumot a Loctite IS Quick Clean zsirtalanítóval értük el. A forrasztáshoz Castolin 1802 PF Atmosin oxidáció gátlót használtunk, amely a fémfelületek oxidációját gátolja meg forrasztás közben. A kötést ipari ezüsttel hoztuk létre. Az acélfoglalat zsákfuratában a furatnak megfelelő ezüstpogácsát helyeztünk, ezután az oxidáció gátló Castolinból folyattunk bele, majd a keményfémbetétet behelyeztük. A forrasztást gázlánggal végeztük el. Az ezüst a meleg hatására a zsákfurat fala és a keményfém között az 0,05 mm-es hézagban felfutott és a hűtés után a kötést létrehozta.

#### 7. Összefoglalás

A BHG Szerszámfejlesztő Laboratórium felkészültsége és gépparkja lehetővé teszi a KNOW-HOW keretén belül vásárolt keményfémszerszámok élezését, valamint egyszerűbb szerszámok betétjeinek az elkészítését. Eddigi munkáink során készült el az „S” típusú jelfogó-rugó szétcsípő-szerszám, a Traub automata vezető hüvelyei, valamint a hídváz üregelő-szerszám betétjei.



Porpáczy, E.:

12-ти канальная система несущей частоты типа BK-12-E2 для симметричной кабельной линии

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Статья излагает 12-ти канальную новую систему несущей частоты типа BK-12-E2 завода ТЕЛЕФОНДЯР, которая способна работать по симметричной кабельной линии. После рассмотрения новых показателей подробно демонстрирует промежуточные вставки оконечных и промежуточных станций конструкции E2, необходимых для построения системы, а также усилителей с дистанционным питанием специальной конструкции.

Адам, Я—Наймаер, Б.—Секереш, Б.:

Лампа бегущих волн с катодом уменьшенной мощности накала

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Авторы статьи излагают точки зрения проектирования оксидного катода с большим сроком службы лампы бегущих волн с выходной мощностью 10—20 Вт, работающих в частотном диапазоне 4 Гц и разработанных в Исследовательском Институте EIVRT. Надежность ламп требует с одной стороны минимализацию системы накала катодной системы, а с другой стороны сохранение постоянного значения минимальной температуры, допускаемой параметрами эмиссии. Изложенная и реализованная конструкция при мощности накала 2,5 Вт и температуре катода 1000 К обеспечивает требуемый срок службы в 40—50 000 часов.

Возак, Л.:

Телевизионная студийная техника. Изготовление программ в Венгерском Телевидении

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Телевизионное вещание существует немногим более 50 лет. О его значении, чрезвычайной популярности говорит тот факт, что в настоящее время во всем мире насчитывается примерно 600 млн. телевизионных приемников, из них 2,5 млн приходится на нашу страну. Средства телевизионной техники постоянно развиваются и совершенствуются. Автор — наряду с показом существующего положения телевидения в Венгрии и перспектив в этой области — касается и таких важных вопросов развития телевизионной техники, как цифровое телевидение, непосредственное спутниковое вещание, кабельное телевидение, телетекст и телевидение высокой четкости.

Варга, И.:

Вычисление чувствительностей на основании модифицированного анализа напряжений узлов в цепи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Статья знакомит с новым методом служащем для определения чувствительностей первой степени трансферных зависимостей относительно параметра любого компонента линейной цепи. После единственного анализа цепи, сделанного методом модифицированного анализа напряжений узлов, чувствительности вычисляются из выражений, данных в случаях исхода из области частоты или времени. Работающая на данном методу программа „ЛИНА“ способствует действительному анализу цепей.

Ле Хоанг Май:

Определение диффузионного коэффициента при диффузии в окислительной атмосфере

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Известно, что диффузионный коэффициент показывает зависимость от концентрации примесей. Это влияние прилагается внутренней электрической поле, дислокациям, индуцированным диффузией, увеличению растворимости вакансий и взаимодействию атомов примеси. С другой стороны известно было — хотя только при низкой концентрации примесей — что диффузионный коэффициент увеличивается в присутствии окислительной атмосферы вследствие интерстициального механизма. Исследования были осуществлены автором о диффузии бора в окислительной атмосфере при сильном взносе примесей [ $10^{17}$ — $10^{19}$  атом/см<sup>3</sup>] и было установлено, что различные влияния испытаны при сильном взносе примесей в неокислительной атмосфере и явление, испытанное в окислительной атмосфере при слабом взносе примесей вместе возникли. Соответствующие расчеты получили экспериментальное подтверждение.

Дзак, Э.:

Применение твердых металлов в производстве инструментов на предприятии БХГ

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1984. № 4.

Предприятие БХГ с 1982 года занимается разработкой инструментов из твердых металлов. Статья кроме обработки твердого металла и его применения занимается особенностями твердых металлов и экономическим влиянием их применения.

Porpáczy, E.:

12-Kanal Trägerfrequenzsystem vom Typ BK-12-E2 für symmetrische Kabellinien

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Der Artikel erörtert das neue 12-Kanal Trägerfrequenzsystem der Telefonfabrik (Telefongyár, Budapest) vom Typ BK-12-E2, welches auf symmetrischen Kabel eingesetzt werden kann. Nach der Darlegung der Hauptcharakteristiken werden die zum Aufbau des Systems benötigten Einsätze für die Endstation und für die bemannte Zwischenverstärker vorgeführt, die mit der Konstruktionsnummer E2 bezeichnet sind. Es werden ausserdem die ferngespeisten Verstärker von spezieller Konstruktion gezeigt.

Ádám, J.—Neumayer, B.—Szekeres, B.:

Wanderfeldröhre mit niedriger Heizleistung der Kathode

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Die Verfasser des Artikels erörtern die Planungsprinzipien für die Oxydkathode von langer Lebensdauer der im Frequenzbereich von 4 GHz, mit zwischen 10—20 W Ausgangsleistung funktionierenden Wanderfeldröhre. Die Zuverlässigkeit der Röhre erfordert einerseits die Minimalisierung der Heizleistung des Kathodensystems, andererseits die konstante Werthaltung der von den Emissionsparametern zugelassenen Kathodentemperatur. Die mitgeteilte und verwirklichte Konstruktion sichert die erwartete 40—50 000 stündige Lebensdauer, und zwar bei einer Heizleistung von 2,5 W und bei einer Kathodentemperatur von 1000 K.

Vozák, L.:

Fernsehtudiotechnik. Programmfertigung im Ungarischen Fernsehen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Die Sendeausstrahlung des Fernsehens schaut auf eine kaum 50 jährige Vergangenheit zurück. Deren Bedeutung und aussergewöhnliche Popularität zeigt sich in der Verbreitung, zur Zeit schätzt man die Zahl der Empfänger auf ungefähr 600 Millionen, davon gibt es in unserem Land ungefähr 2,5 Millionen. Die technische Basis des Fernsehens war und ist auch in der Gegenwart in einem Zustand der Ständigen Entwicklung und Erneuerung. Neben der Darlegung der eigenen Situation und Pläne berührt der Verfasser solche wichtigen Fragen des Entwicklungsprozesses wie das Digitalfernsehen, die direkte Satellitensendeausstrahlung, das Kabelfernsehen, den Teletext und Fernsehen mit hoher Auflösung.

Varga, I.:

Empfindlichkeitsberechnung auf Grund der modifizierten Knotenanalyse

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Im Artikel wird eine neue Methode zur Herstellung von Empfindlichkeitsfunktionen erster Ordnung dargestellt, die sich auf die Parameter irgendwelcher Netzwerk dargestellt, die Übertragungsfunktionen von linearen Netzwerken beziehen. Nach einer einzigen, mit der modifizierten Knotenanalyse durchgeführten Netzwerkanalyse — ausgehend sowohl aus Zeit —, als auch aus Frequenzbereichen — können die Empfindlichkeiten mit je einer Formel berechnet werden. Das nach dem vorliegenden Verfahren arbeitende LINA-programm gibt zu einer wirksamen Netzwerkanalyse Möglichkeit.

Le Hoang Mai:

Bestimmung des Bordiffusions-Koeffizienten bei der Diffusion in oxydierender Atmosphäre

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Es ist gut bekannt, das bei hoher Oberflächenkonzentration der Dotierungselemente der Diffusions-Koeffizient eine starke Konzentrationsabhängigkeit aufweist. Dieser Effekt kommt durch den internen elektrischen Feld, die bei der Diffusion erzeugten Versetzungen, die Erhöhung des Auflösungsvermögen von Leerstellen und die Interaktionen der Dotieratome zu Stande. Für niedrigere Oberflächenkonzentrationswerte der Dotierungselemente wurde der Einfluss der oxydierender Atmosphäre — das heisst die Erhöhung des Diffusionskoeffizienten — bereits ermittelt und mit dem Zwischenfattersplätzen-Mechanismus erklärt. Die Untersuchungen des Verfassers beziehen sich auf den B-Diffusionsprozess in oxydierender Atmosphäre bei hoher —  $10^{17}$ — $10^{19}$  атом/см<sup>3</sup> — Oberflächenkonzentration und zeigten, dass der Einfluss des starken Dotierens in einer nicht oxydierender Atmosphäre und die bei niedrigeren Dotierung in oxydierender Atmosphäre hervorgerufene Effekte nebeneinander, aber ohne Interferenz existieren. Die mathematische Erfassung des Problems wurde experimentell bewiesen.

Deák, E.:

**Die Verwendung von Hartmetallen in der Werkzeugfertigung der Firma BHG**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. Nr. 4.

Bei den fernmeldetechnischen Werken BHG beschäftigt man sich seit 1982 mit der Entwicklung der Hartmetallwerkzeuge. Der Artikel erörtert ausser der Bearbeitung und dem Einsatz des Hartmetalls, auch die Eigenschaften dieses Materials, sowie dessen ökonomische Auswirkung.

\* \* \*

Porpáczy, E.:

**12 Channel Carrier Frequency System for Symmetrical Cable Lines**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

This paper introduces the new 12 channel carrier frequency system of Telefongyár Type BK-12-E2, for symmetrical cables. After discussing major characteristics, the E2 type terminal equipment and attended repeater equipment racks, as well as the specially constructed remote supplied amplifiers are introduced in details.

Ádám, J.—Neumayer, B.—Szekeres, B.:

**TWT with Low Filament Power Cathode**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

The authors introduce the design aspects for the long-life oxyd cathode of a travelling wave tube of an output power between 10–20 W operating in the frequency range 4 GHz and developed by EIVRT Research Institute. The reliability of tubes demands on the one hand the minimalization of filament power of the cathode system, on the other hand the keeping constant the cathode temperature at the minimum value allowed by emission parameters. The introduced and realized construction ensures the expected life-time of 40–50,000 hours at 2.5 W filament power and 1000 K cathode temperature.

Vozák, L.:

**TV Broadcasting Programme Production in the Hungarian Television**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

Television broadcasting has a history of a mere 50 years. It's significance, it's extraordinary popularity is well documented by figures: the number of television receivers is estimated at 60 0millions world-

wide; of these, about 2,5 millions are in Hungary. Television's engineering and technological base has always been and still is in a position of constant innovation and renewal. Apart from presenting the national situation and plans for the future the author is dealing with such important issues of this development process as digital television, DBS, CATV, HDTV and teletext systems.

Varga, I.:

**Computation of sensitivities on the basis of a modified nodal analysis**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

This paper presents a new approach to produce a first-order sensitivity function concerning any network component parameter of linear networks transfer functions. Following a single network analysis performed applying the modified nodal analysis, both in the case of starting from time domain or from frequency domain the sensitivities may be calculated from each formula. The LINA program functioning according to the presented method permits an efficient network analysis.

Le Hoang Mai:

**Determination of boron diffusion coefficient for the case of drive-in in an oxidizing atmosphere**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

It is well-known that at heavy doping the diffusion coefficient shows a dependence on doping concentration. This effect is thought to be caused by the internal electric field, by the dislocations induced by diffusion, by the growing of vacancy solubility and by interaction among doping atoms. It was also known—though for lighter doping—that the presence of an oxidizing atmosphere enhances the diffusion coefficient owing to an interstitial mechanism. The author investigated the diffusion drive-in process of boron in case of heavy doping ( $10^{17}$ – $10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>) in an oxidizing atmosphere and concluded that the effects found at heavy doping in a non-oxidizing atmosphere and the phenomena experienced at lighter doping but in an oxidizing atmosphere appear together without interference. A corresponding calculation has been confirmed by experiments.

Deák, E.:

**Hard Metal Application for Tool Production in BHG**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1984. No. 4.

BHG Telecommunications Works has dealt with the development of hard metal tools since 1982. In addition to the processing and application, the paper deals with the characteristics of hard metals and the economical influences of the application.

**HÍRADÁSTECHNIKA**

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6–8. 1055. Telefon: 531-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9–11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodnál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215–296 162 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.



Egyetemi Nyomda — 84.2173 Budapest, 1984. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

HU ISSN 0018—2028

Index: 25 375

# TV-ÁTJÁTSZÓ RENDSZEREK

## TV-átjátszó antennák

Az átjátszó berendezés működtetéséhez szükséges vevő- és adóantennák, illetve antennarendszerek az alábbi típuselemekből épülnek fel:

	I—III. sáv	III. sáv	IV—V. sáv
Vevőantennák	Yagi	Yagi	Panel
Adóantennák	Yagi	Panel	Panel

Az antennarendszerek felépítése az igényektől függően többféle lehet. Az alap kivétel az adóantenna-rendszerek esetén a körsugárzó és a 150°-os szektorsugárzó, de az elemekből speciális karakterisztikájú rendszerek építésére is van lehetőség.

Mind az adó-, mind a vevőantennák lehetnek vízszintes és függőleges polaritásúak.

A Yagi antennák tűzihorganyzott kivitelűek, a panel antennák pedig alumíniumból készülnek, így igen korrózióállóak.

Az időjárás-védelmet üvegszálas poliészter burkolat biztosítja.

## Az antennarendszerek műszaki adatai

### Vevőantennák

	I—II. sáv	III. sáv	IV—V. sáv
Sávszélesség	1 csat.	széles-sávú	széles-sávú
Polarizáció	vízszintes	vagy	függőleges
Bemenő impedancia			50 ohm
Bemeneti reflexiós csillapítás			20 dB
Nyereség a félhullámú dipólhoz viszonyítva	kb. 8 dB	kb. 11 dB	kb. 14 dB
Működési hőmérséklet-tartomány	-50...+45 °C		

## Adóantennák

	I—II. sáv	III. sáv	IV—V. sáv
Sávszélesség	1 csatorna	széles-sávú	széles-sávú
Polarizáció	vízszintes	vagy	függőleges
Az iránykarakterisztika egyenletlensége körsugárzó változat esetén		≤ ±3 dB	
Nyílásszög irányított változat esetén a -3 dB csillapítású pontok között		≈ 150°	
Bemenő impedancia		50 ohm	
Bemeneti reflexiós csillapítás		≈ 20 dB	
A körsugárzó rendszer nyeresége a félhullámú dipólhoz viszonyítva	0—3 dB	5 dB	8 dB
Az antenna tápvezeték terhelhetősége		200 W	
Működési hőmérséklet-tartomány	-50...+45 °C		

## Kiegészítő berendezések

### Tartalékoló egység

Esetleges meghibásodás esetén a hibás berendezést kikapcsolja, helyette a tartalék berendezést kapcsolja az antennára.

### Távvezérlő egység

Lehetővé teszi a berendezés telefonvonalon történő távvezérlését.

### Koaxiális elemek

Elosztók, transzformátorok, átkapcsolók a komplett állomások felépítését teszik lehetővé.

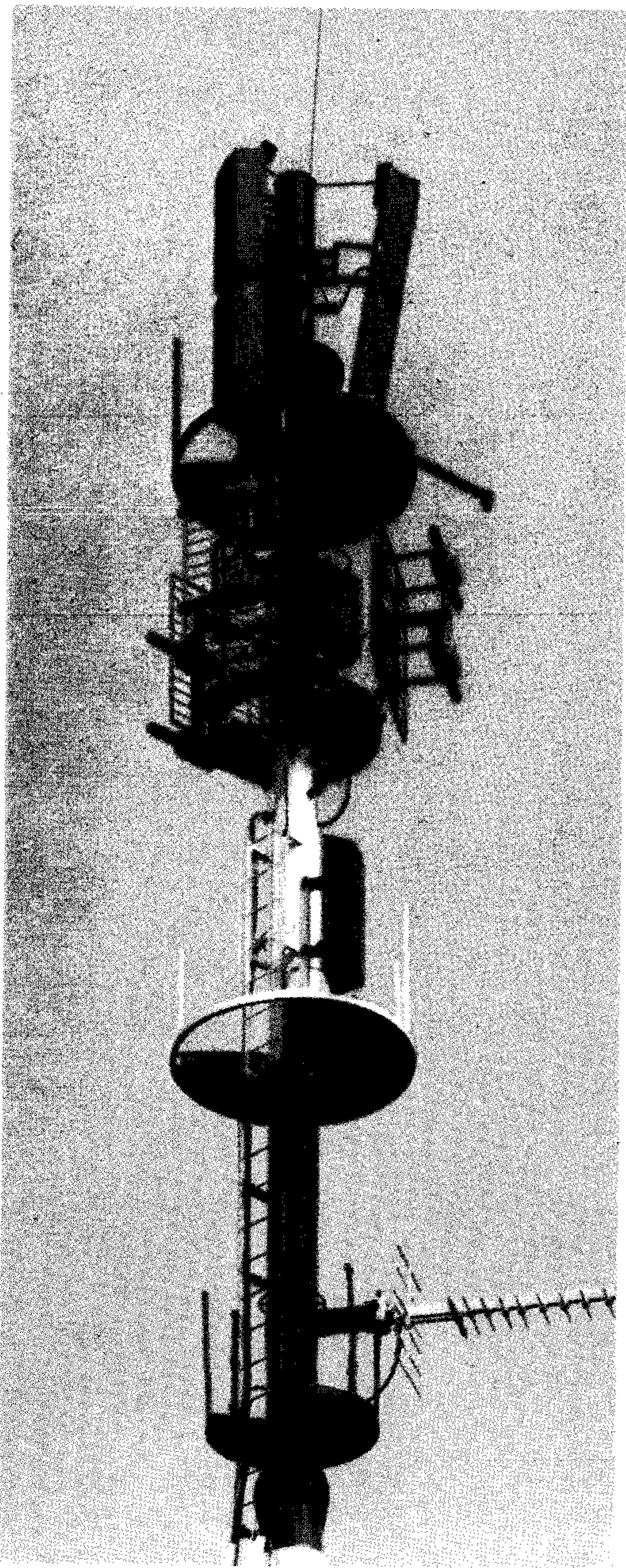
## Gyártó:

BHG HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT  
H-1509 Budapest, Postafiók 2. — XI., Fehérvári út 70.  
Telefon: 453-300 — Telex: 22-59-33

## Export:

BUDAVOX HÍRADÁSTECHNIKAI KÜLKERESKEDELMI RT  
H-1392 Budapest, Postafiók 267.  
Telefon: 215-910 — Telex: 22-50-77

# TV-ÁTJÁTSZÓ RENDSZEREK



A televíziós gerincadó-hálózatok kiépülése után szükségessé válik a kisebb települések, leárnyékolt területek és városrészek, valamint a főadóktól távolabb eső lakott területek megfelelő minőségű műsorral való ellátása.

Ezt a célt szolgálják a tv-átjátszóberendezések, melyek általában a gerincadó-hálózat valamely közelben működő nagy teljesítményű adójának jelét veszik, s azt egy másik csatornába transzponálva és felerősítve a szükséges irányba újból kisugározzák.

A BHG BCB típusú átjátszóberendezéseket felépítésük alkalmassá teszi igen kedvezőtlen telepítési körülmények közötti üzemeltetésre is. Felépítésük folytán nagy stabilitású és megbízhatóságú üzemet tesznek lehetővé. A kisebb teljesítményű változatok szabadtéri telepítésre alkalmas kivitelben is készülnek. A széles bemeneti feszültségtartomány lehetővé teszi a vett jel nagymértékű ingadozásának kiegyenlítését. Az átjátszó család más-más teljesítményű tagjai különböző nagyságú területek optimális ellátására alkalmasak.

## Műszaki adatok

Adásfajta	A 5 C/F3
Kép—hang teljesítményviszony	10:1
Színes sugárzási rendszer	PAL, SECAM, NTSC
Tv adásszabvány	CCIR Rep 624 B/G D/K, M, N
Frekvenciatartomány vételi sávok	TV I—V. 47—860 MHz
Adási sávok	TV I—V. 47—860 MHz
Frekvenciastabilitás	$\leq \pm 350$ Hz/6 hónap
Az átjátszó bemenete	
bemenőfeszültség-tartomány	0,2—20 mV
bemenő impedancia	50 ohm (aszimm.)
Az átjátszó kimenete	
a kimenetet terhelő impedancia	50 ohm (aszimm.)
Tápfeszültség hálózati táplálás	220 V + 10%—30% 50 Hz
Akkumulátoros táplálás (csak 1 W-os típus esetén)	24 V $\pm$ 10%
Működési feltételek	
környezeti hőmérséklet	—20... +40 °C
relatív páratartalom	kisebb, mint 90%
Teljesítményfelvétel és méretek	

**BHG**

**Híradástechnikai Vállalat**

**1509 Budapest Pf. 2.**

**Telefon: 453-300**

**Exportálja: BUDAVOX H—1392**

**Budapest P.O.B. 267.**

kimenő teljesítmény	teljesítményfelvétel	méretek (mm)
1 W	kb. 150 W	483×349×222
10 W	kb. 200 W	483×349×222
100 W	kb. 840 W	560×546×1486