

# HÍRADÁS- TECHNIKA

---

A HÍRADÁS-  
TECHNIKAI  
TUDOMÁNYOS  
EGYESÜLET  
LAPJA

7

# HÍRADÁS- TECHNIKA

1976. július XXVII. évfolyam 7. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

## TARTALOM

LAJKÓ SÁNDOR: A BK—300/960/2700 típusú, koaxiális kábeles gyártmánycsalád rendszertechnikája ...	193
DR. SALLAI GYULA: A mintavételező digitális szűrők osztályozása .....	208
DR. PÁKAY PÉTER: Precíziós csillapításmérés az Országos Mérésügyi Hivatalban .....	215
TELECOM — 75 .....	220
Szemle .....	207, 222
Pályázati felhívás .....	223
Felhívás mikroprocesszorokkal kapcsolatban .....	223
Tartalmi összefoglalások .....	224
Обобщения .....	224
Zusammenfassungen .....	224
Summaries .....	BIII.
Résumés .....	BIII.

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

### HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: 1055 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin krt. 9—11., telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHH, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHH 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest. Postafiók 149 76.5067 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Janka Gyula igazgató

**Index: 25 375**

L AJKÓ S ÁNDOR

Telefongyár

## A BK—300/960/2700 típusú, koaxiális kábeles gyártmánycsalád rendszertechnikája

ETO 621.315.212. BK—300/960/2700:621.396.4

A 100 éves magyar híradástechnikai ipar elsőrendű törekvése volt mindig — és ma is az —, hogy az adott időszakban felmerült igényeket a bel- és külföldi piacokon a legmegfelelőbb berendezések szállításával elégítse ki. Ez vonatkozik a gyártmányok választékára, az egyes híradástechnikai rendszerek komplett-ségére, korszerűségére, minőségére és az általuk nyújtott szolgáltatásokra, továbbá a berendezésekben megtestesülő elektromos és konstrukciós technológiai színvonalra.

Ilyen elvek alapján látta és látja el piacait a Telefongyár komplex hírközlő összeköttetéseket biztosító berendezéseivel. Ezekben belül a vezetékes és mikro-hullámú átviteli berendezések igen fontos szerepet játszanak. A korábbi években a cég a sokcsatornás átviteli berendezések több generációját hozta létre.

Az elektroncsöves és paneles-keretes konstrukciójú, légvezetékes (BBO—3 és BSOJ—12 típusok), valamint a szimmetrikus kábeles (VK—12 típusú) berendezéseket [1] követték a még csöves, de egy új egységes konstrukciós rendszerben, a fiókos-szekrényes konstrukcióban [2] kihozott légvezetékes (BTO—3/4, és BO—12 típusú) és kábeles (BK—12, BK—12R, BK—120 típusú) berendezések [3, 4, 5, 6].

A tranzistoros korszakban — megtartva lényegében az említett igen jól bevált, fiókos-szekrényes átviteltechnikai konstrukciós rendszert — egymásután kibocsátásra kerültek az áramkörileg korszerűsített légvezetékes (BO—3, BO—12—2 típusú), szimmetrikus kábeles (BK—12, BK—12—3, BK—12—4, BK—24, BK—60/120, BK—60—2 és részben a BK—60—3 típusú) [7, 8], valamint a nagyobb csatornaszámú multiplex (BK—300 és BM—60/300 típusú) berendezések [8, 9, 10]. Ez a gyártmánycsalád hosszú ideig és igen jól teljesítette a bevezetőben említett feladatát, több országban sok ezer csatornakilóméter működik megbízhatóan és jó minőségi paraméterekkel.

Az igények növekedése és a technikai haladás követése gyors fejlődést követelt. Ezt szolgálta a magyar híradástechnikai ipar következő lépése, a svéd Telefonaktiebolaget LM Ericsson céggel megkötött

licénc-szerződés távbeszélő központok és koaxiális kábeles átviteli rendszerek gyártásának bevezetésére. Kiegészítésként a francia SAT cégtől a koaxiális kábel gyártásának licencét vásárolta meg a magyar ipar. Ezen az alapon elindulva, és sok áramköri egység és berendezésrész önálló kifejlesztésével alakította ki a Telefongyár a 300-tól 2700-csatornásig terjedő, normál és kis átmérőjű koaxiális kábelben, valamint rádió-relé vonalon üzemeltetésre szolgáló gyártmánycsaládját [11, 12].

E cikkben a Telefongyár által gyártott koaxiális kábeles rendszert (típusai: BK—300, BK—300/G, BK—960 és BK—2700) mutatjuk be, amely elnyerte az 1974. évi BNV nagydíját.

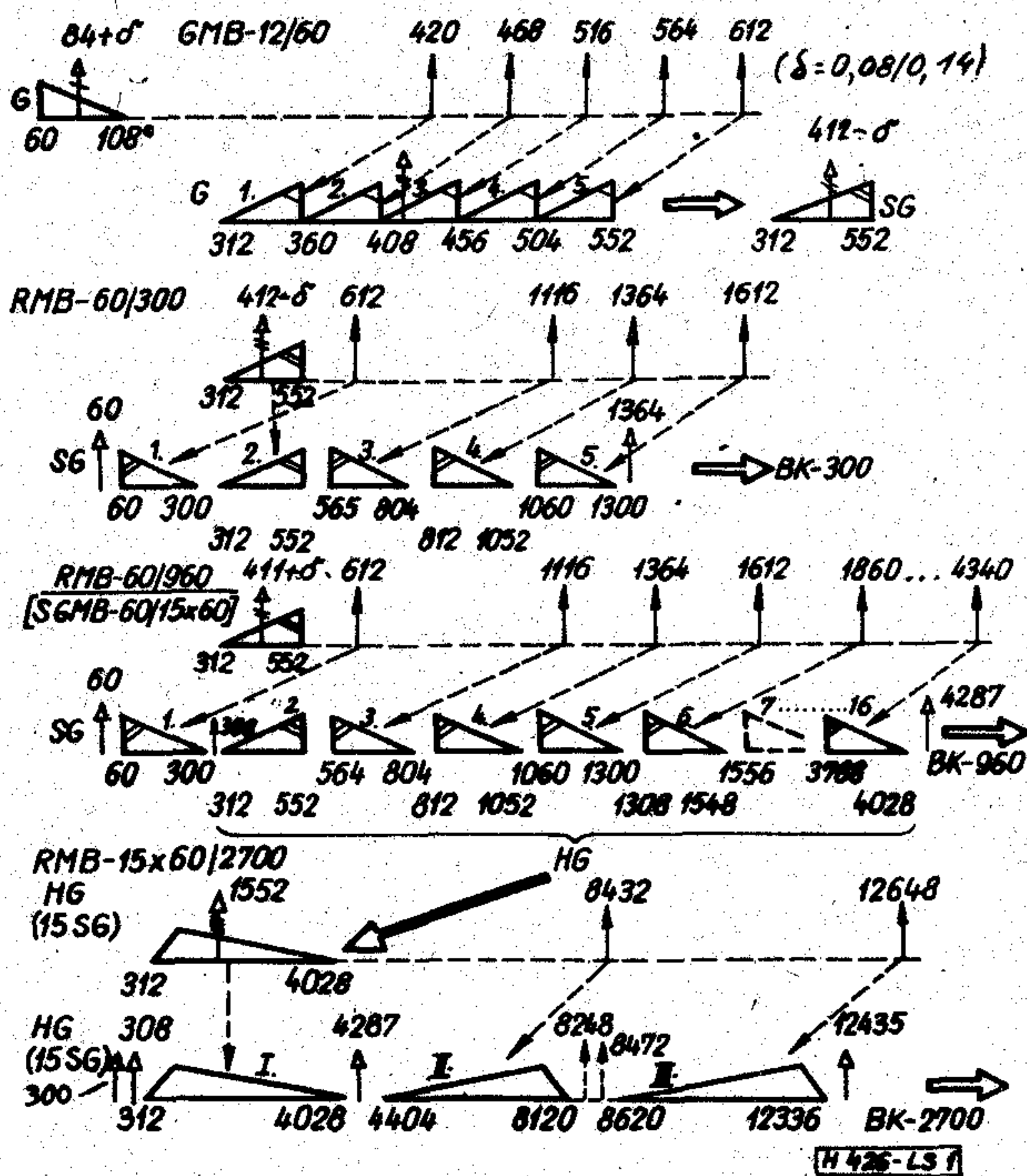
A gyártmánycsalád a Telefongyár e célra kidolgozott, egységes átviteltechnikai konstrukciós rendszerében, a betétes-keretes rendszerben került kibocsátásra. Az E2-típusjellel jelölt konstrukciós rendszert valóban egységesnek nevezhetjük, mert a Telefongyár ezt alkalmazza nemcsak a koaxiális kábeles berendezéseknél, hanem az összes új típusú, korszerű átviteltechnikai berendezésnél, így a kis csatornaszámú légvezetékes, kis- és közepes csatornaszámú szimmetrikus kábeles telefon-átviteli, tovább a hangfrekvenciás távíró és PCM-rendszerű berendezéseknél is.

A gyártmánycsalád elektromos rendszerét, valamint különféle rendszertechnikai és minőségi mutatóit illetően utalunk a vonatkozó CCITT ajánlásokra és KGST-szabványra.

### A rendszer alkalmazása és alapvető jellemzője

A BK—300, —960 és —2700 típusjelű rendszer komplett egységet alkot és — mint ilyenek — fő jellegzetességei az alábbiak.

A *frekvencia-terv* a CCITT azon ajánlásainak felel meg, amelyek a szekundercsoportokból építik fel a vonalon átvitt frekvencia-spektrumot (lásd az 1. ábrán), nevezetesen a G. 341-Fig. la., G. 343-Plan 1., G. 338, G. 344, és a G. 332-Plan 2. ajánlásoknak. Az átvitelhez felhasználható az 1,2/4,4 mm-es kis átmérőjű vagy a 2,6/9,5 mm-es normál koaxiális kábel



1. ábra. Modulációs tervek és vonali frekvenciasávok

(a CCITT G. 342., ill. G. 331. ajánlása szerint) vagy mikrohullámú rádió-relé vonal.

E kábeleknél alkalmazható erősítőmezők névleges hosszát az 1. táblázat foglalja össze.

A kisebbről a nagyobb csatornaszámú rendszerre való áttérés — mint látható — az erősítőmezők felezése által lehetséges, tehát pl. egy kezdetben 960-csatornára kiépített vonalban már eleve el lehet helyezni az erősítők közötti felezési pontokban a későbbi években üzembe helyezendő 2700-csatornás erősítők tartályait (de erősítők nélkül, csak átkötve a kábelt).

Az egyes szerkezeti és elektromos főrészek szabványos és harmonikus sorozatot alkotnak, ezekből mindenkor csak az adott állomás- és vonalterv szerinti ténylegesen szükséges kiépítést kell összeállítani, majd a későbbiekben az állomás bővítések a csatornaszám vagy a rendszerek számának növelése könnyen és gazdaságosan eszközölhető (pl. 300-csa-

1. táblázat

Rendszer	Teljes vonali frekvencia sáv (kHz)	Erősítő szakasz tervezési hossza (m) +5°C talajhőmérsékletet véve alapul	
		kábel típus	
		1,2/4,4 mm	2,6/9,5 mm
BK-300	60 — 1364	8080 ± 300	—
BK-960	60 — 4287	4040 ± 150	8900 ± 330
BK-2700	312 — 12 855 bármely erősítő szakasznál négy erősítő szakasz (1 szabályzott, 3 nem szabályzott)	2010 ± 125	4460 ± 250
		4 × 2016 ± 50	4 × 4460 ± 100

tornás rendszerről áttérés 960-csatornásra vagy 960-csatornáról 2700-asra, vagy egy kezdetben csak néhányszor 60-csatornásra kiépített végállomás bővítése teljes 960-as kapacitásig).

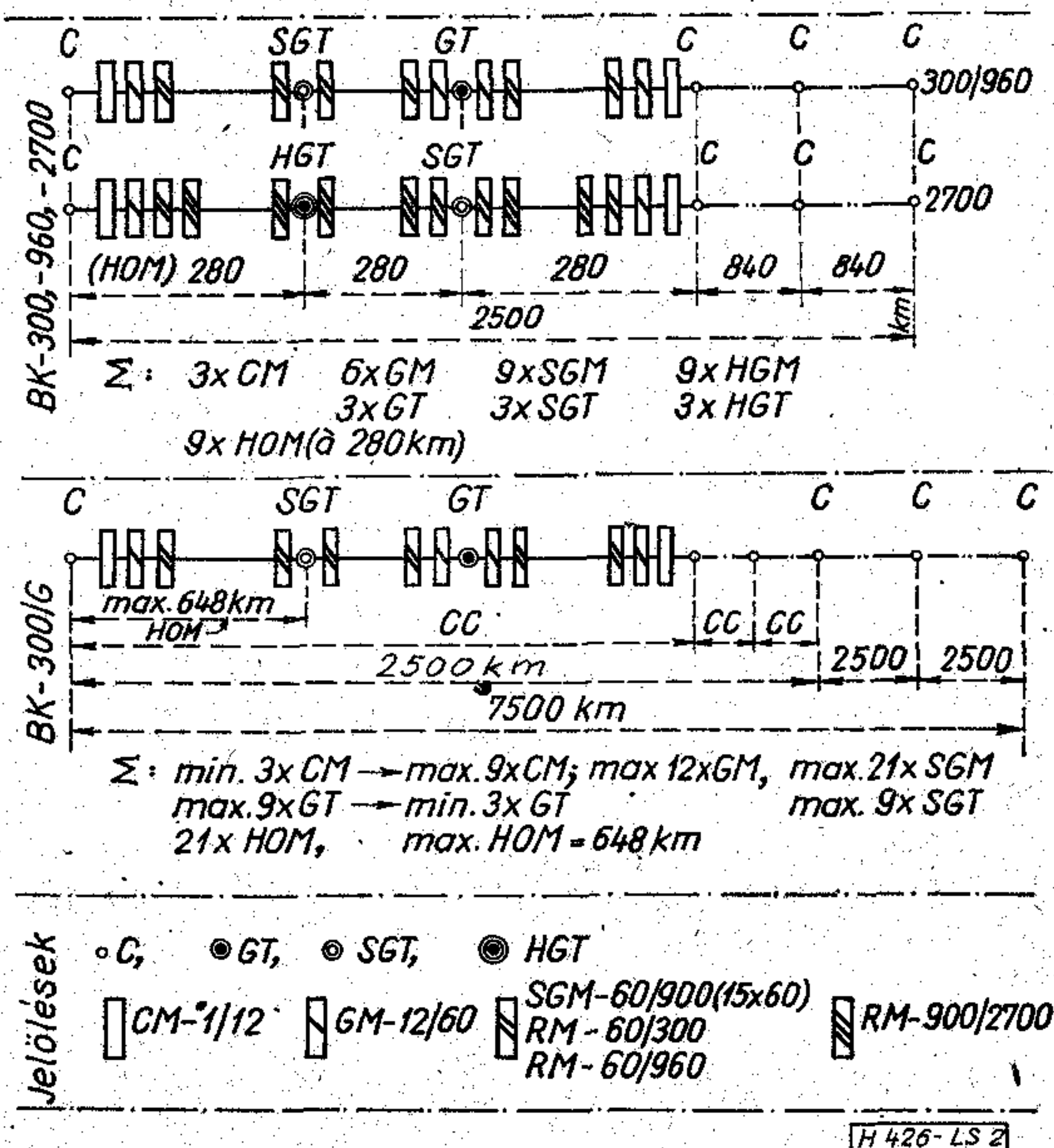
Ugyancsak az egységes — és a választott legegyszerűbb, tehát csak a szekunder csoportokra épülő — frekvenciaterv alapján a hálózat elágazó pontjaiban könnyű és gazdaságos megoldani a primer és szekunder csoport tranzitálása, továbbá a vonali sávból való direkt leágaztatás által a legbonyolultabb hálózati struktúrához szükséges nyalábolást, azaz a forgalomterelési problémákat.

A telefoncsatornák terhelhetősége nagyobb, mint a CCITT-terhelés, ami a csatornák másodlagos kihasználtságát könnyíti meg; kedvezőbb átviteli minőséget (zaj-paramétereket) biztosít.

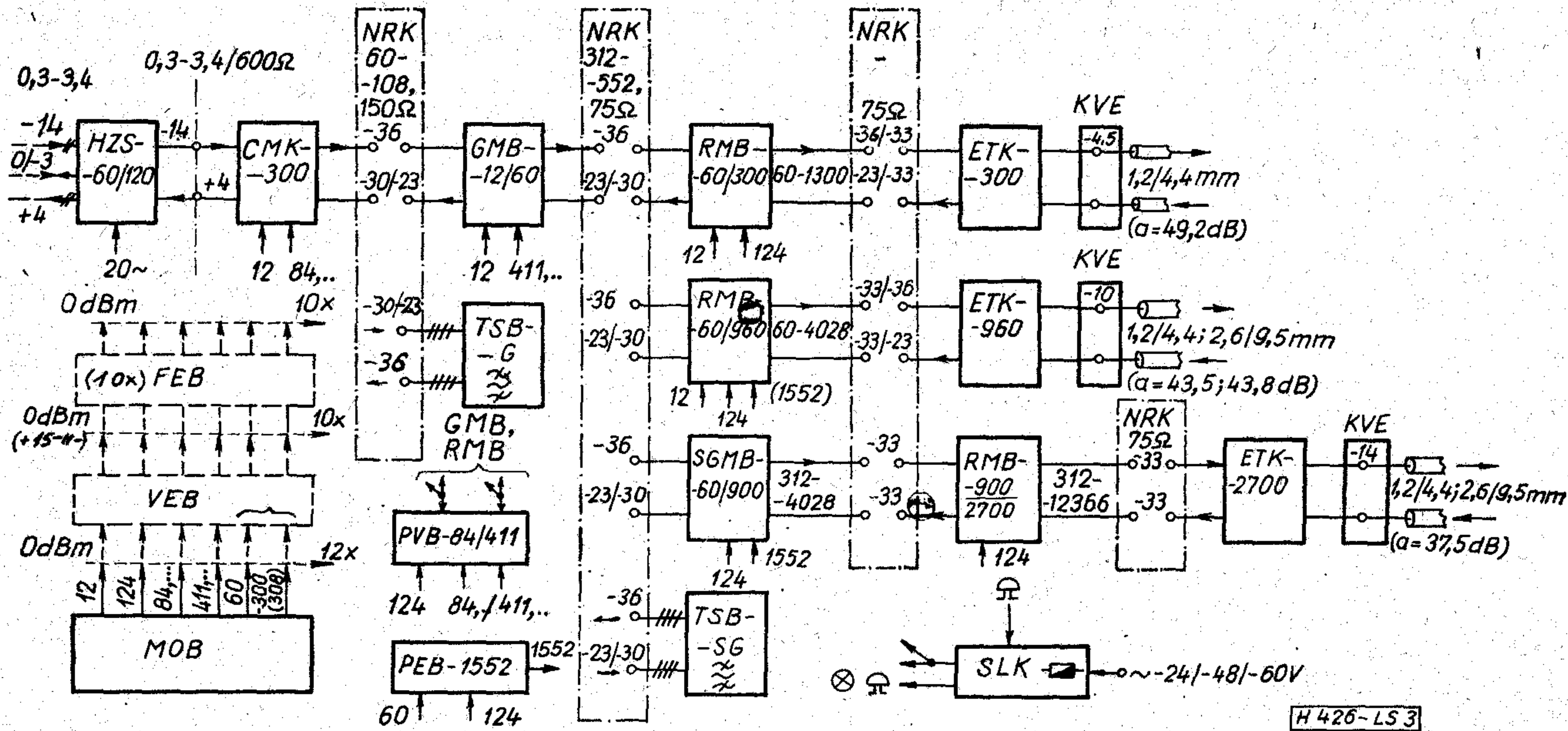
A telefoncsatornák, valamint a primer és szekunder csoportok által biztosított szélessávú csatornák minőségi paraméterei (átviteli amplitúdó- és fázis-karakterisztikái, szintpontossági, szint- és frekvencia-stabilitási, valamint különféle zaj-paraméterei) nemcsak hogy megfelelnek a vonatkozó CCITT és KGST ajánlásoknak — ezzel a világhálózatban való alkalmazás bármely postaigazgatás által megkívánható követelményeinek —, hanem ezeknél jobbak is. Rendszerünk méretezésekor ugyanis olyan tartalékokra való törekvés nyilvánult meg, hogy például mind a modem-berendezések, mind pedig a vonalszakasz csak 30~60%-át termelik a CCITT norma szerinti zaj-teljesítményeknek.

Rendszerünk a CCITT által meghatározottnál hosszabb referencia-összeköttetések (ezen belül hosszabb homogén szakaszok) létesítésére is alkalmas. Különösen áll ez a BK-300/G típusú rendszerre (2. ábra). Tekintettel voltunk ezen túlmenően még néhány, a minőségi előírásokat tovább szigorító, különleges alkalmazási esetre is.

A megbízhatóság fontos követelményének gondos betartásával méreteztük az áramkörök és szerkezetek (kontaktusok) elemeit, tehát a fenntartási és megelőző karbantartási munkák a posta-adminisztráció számára rendkívül egyszerűek és gazdaságosak. A



2. ábra. Referencia-összeköttetések



3. ábra. Végállomási berendezések; csatlakozási adatok (szintek dBr-ben, frekvencia-adatok kHz-ben); jelölések: HZS — hangfrekvenciás végződő, CMK — csatornamodem, NRK — rendező keret, GMB, RMB és SGMB — csoport, rendszer és szekunder csoportmodem betét, ETK — végerősítő, KVE — kábelvégződő, SLK — sorvégi keret, MOB, VEB és FEB — mesteroszcillátor-, vezérlő frekvencia erősítő és elosztó betétek, TSB—G—SG — csoport és szekunder csoport tranzit betét, PVB és PEB — pilotvevő és előállító betétek

fenntartási munkához a berendezések által nyújtott legkülönbözőbb szolgáltatások, továbbá a tápenergia-ellátás, a raktári tartalékolás stb. mind messzemenően egységesek.

Az állomások (épületek) tervezése, a berendezések helyszíni felszerelése nagyon egyszerű, mert a rendszer berendezései közül a vég- és felügyeletes erősítőállomási (épületben elhelyezett) típusok az egységes E2-konstruációs rendszerben készülnek, a távtáplált, távfelügyelt erősítő berendezések pedig hermetikusan lezárható, korrózióvédett acélhenger-tartályokban vannak, amelyek a földbe áshatók.

A berendezések klíma- és rázásállósága megfelel a világszerte szokásos, korszerű és gazdaságos követelményeknek, tehát az alkalmazás és szállítás földrajzi lehetőségei igen széleskörűek.

Különleges alkalmazási területe van a 300-csatornás rendszerünknek, amely egyébként a postai gerincvonalakon viszonylag kis csatornaszáma miatt kezdte már elveszíteni a jelentőségét. Az egyes ipari területeken mint pl. a gáz- és olajvezetékek mentén azonban igen nagy jelentőségre tett szert ez a rendszer, amely egy, a különféle minőségi paramétereiben megszigorított rendszerként BK—300/G típusjelzéssel egy kombinált kábelben komplex hírrendszert alkot. Referencia-összeköttetése 7500 km-es (1. a 2. ábrán), melyen belül a homogén (és szabályzott) vonalszakasz max. hossza 648 km is lehet.

A multiplex és vonalszakaszi berendezések említett fontosabb rendszertechnikai minőségi jellemzőit és fontosabb szolgáltatásait később még ismertetjük.

### A rendszer fő részei

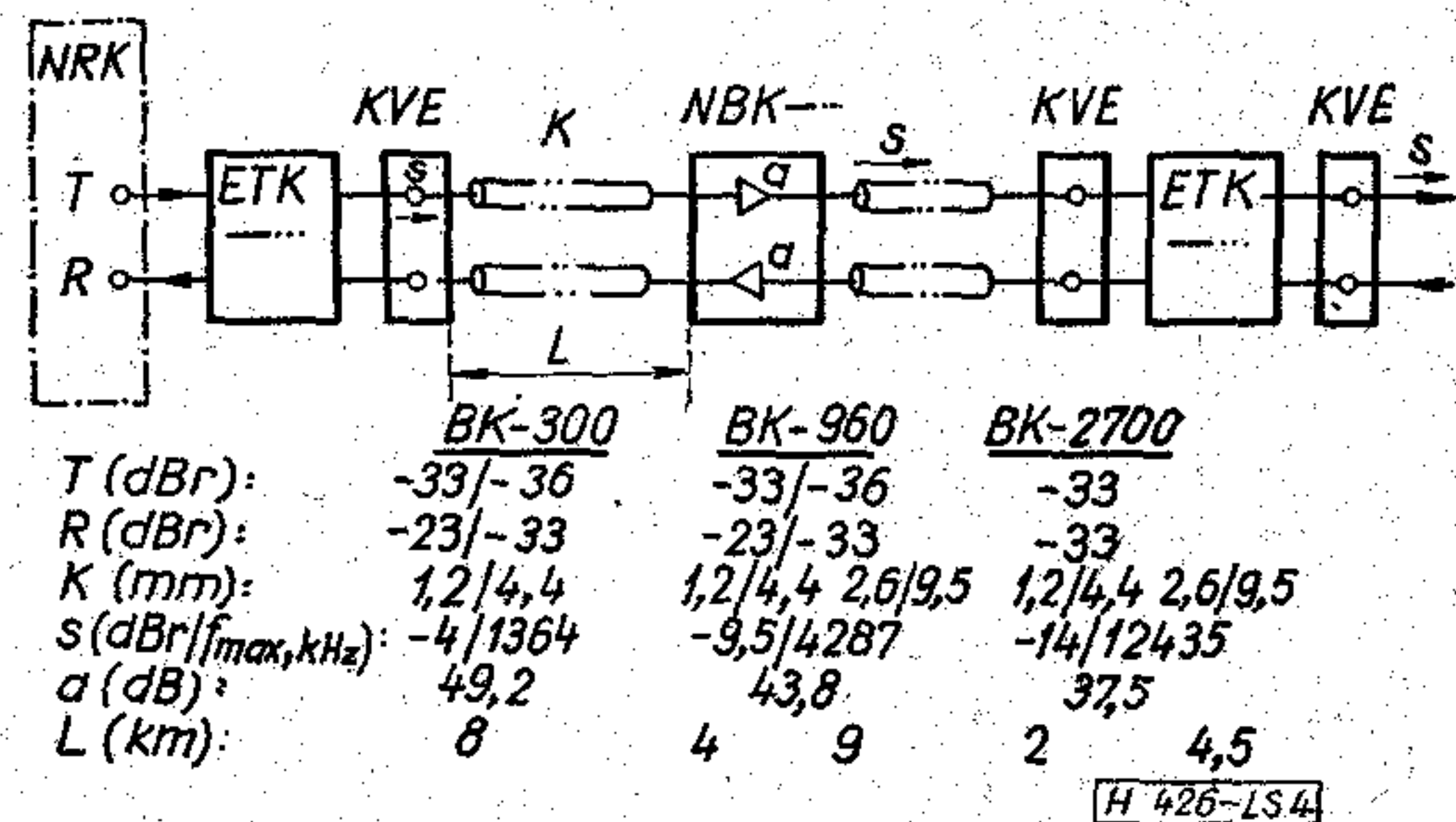
Koaxiális-kábeles rendszerünk berendezései egységes tagozódás szerint az alábbiakban csoportosíthatók:

### Multiplex (végállomási) berendezések (3. ábra):

- hangfrekvenciás végződő berendezés (HZS—60/120 típus) és
- csatorna-modem berendezés (CMK—300 típus), mely betétes rendszerű, önálló keretben nyert elhelyezést,
- a primer alapsoporttól a vonali frekvenciasávra való csoportos áttevést végző, a vivő- és pilotfrekvenciákat szolgáltató és elosztó, továbbá a pilotvevő, tranzitáló, rendező, tápláló és különféle kiegészítő berendezések, melyek többsége egy-egy „betét-típusban” ölt testet (lásd később), és amelyekből a legkülönbözőbb keretbeültetéseket lehet kialakítani az adott állomáson felmerült szükségletnek megfelelően (lásd keret példákat később).

### Vonalszakaszi berendezések (4. ábra)

- a végállomásokon és a felügyeletes középállomásokon elhelyezendő erősítő és távkiszolgáló (esetleg leágaztató) keret (ETK— típus),



4. ábra. Vonali berendezések; csatlakozási és egyéb főadatok; jelölések: ETK — végállomási vagy felügyeletes erősítőállomási erősítő keret, NBK — távfelügyelt erősítőállomás, KVE — kábelfejkeret, T — adás, R — vétel, NRK — rendező keret, s — adószint, K — kábel, L — erősítőmező hossza, a — csillapítás

- a vonal mentén elhelyezett (földbeásott), táv- táplált erősítő-berendezések (NBK-típ.),
- kábelvégelező szerelvények (KVE-típ.).

**Multiplex berendezések**

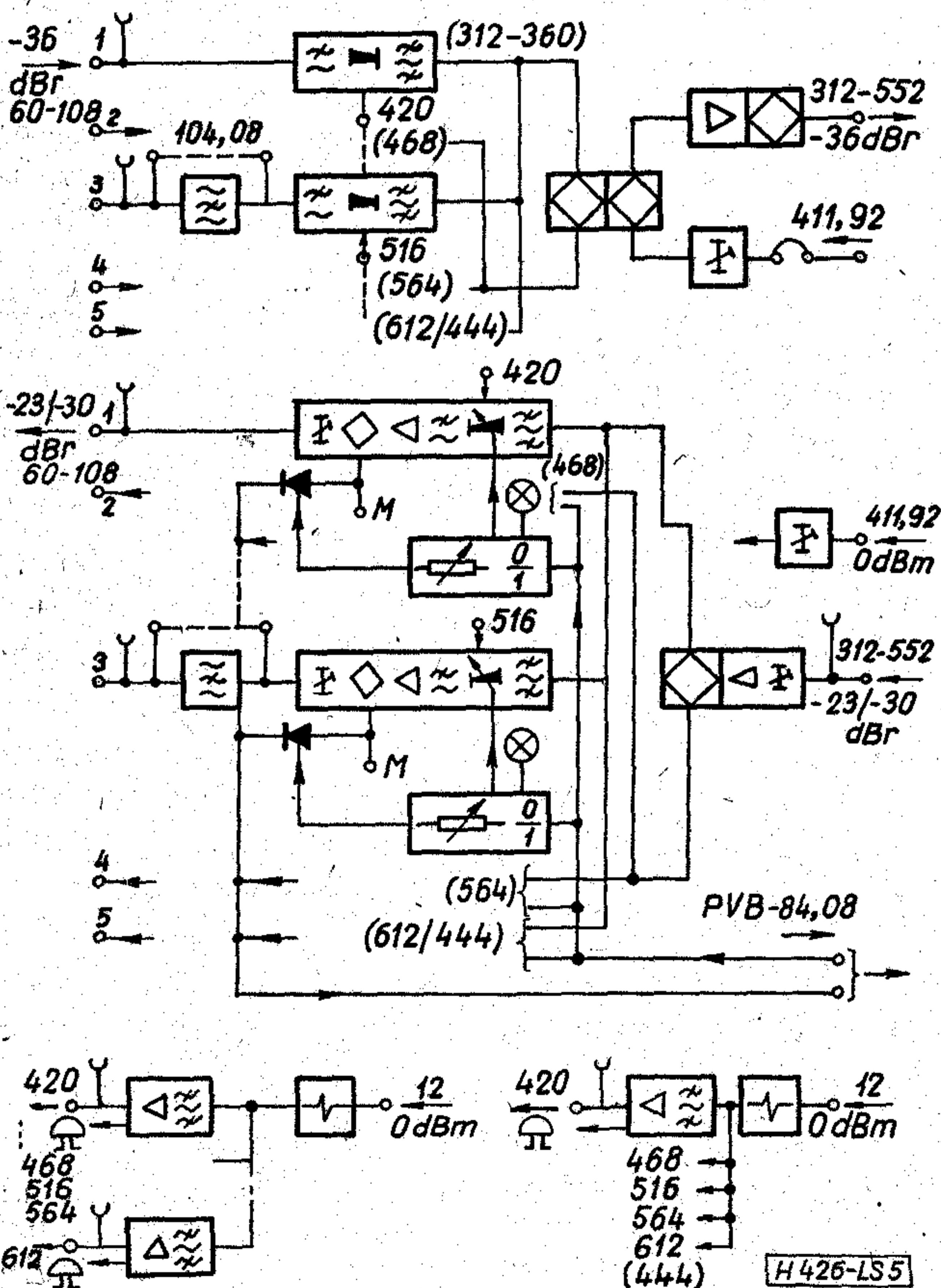
A multiplex berendezések, amelyek megvalósítják az 1. ábrán bemutatott modulációs tervet, a következő — önálló berendezésekben és betétekben kivitelezett — áramköri fokozatokból tevődnek össze (3. ábra).

A teljes keretet kitevő HZS-60/120 típusú hang-frekvenciás végződő keretet és a CMK-300 típusú, 300 csatornát, azaz 25 primér alapsoportot tartalmazó csatorna-modem keretet itt nem ismertetjük.

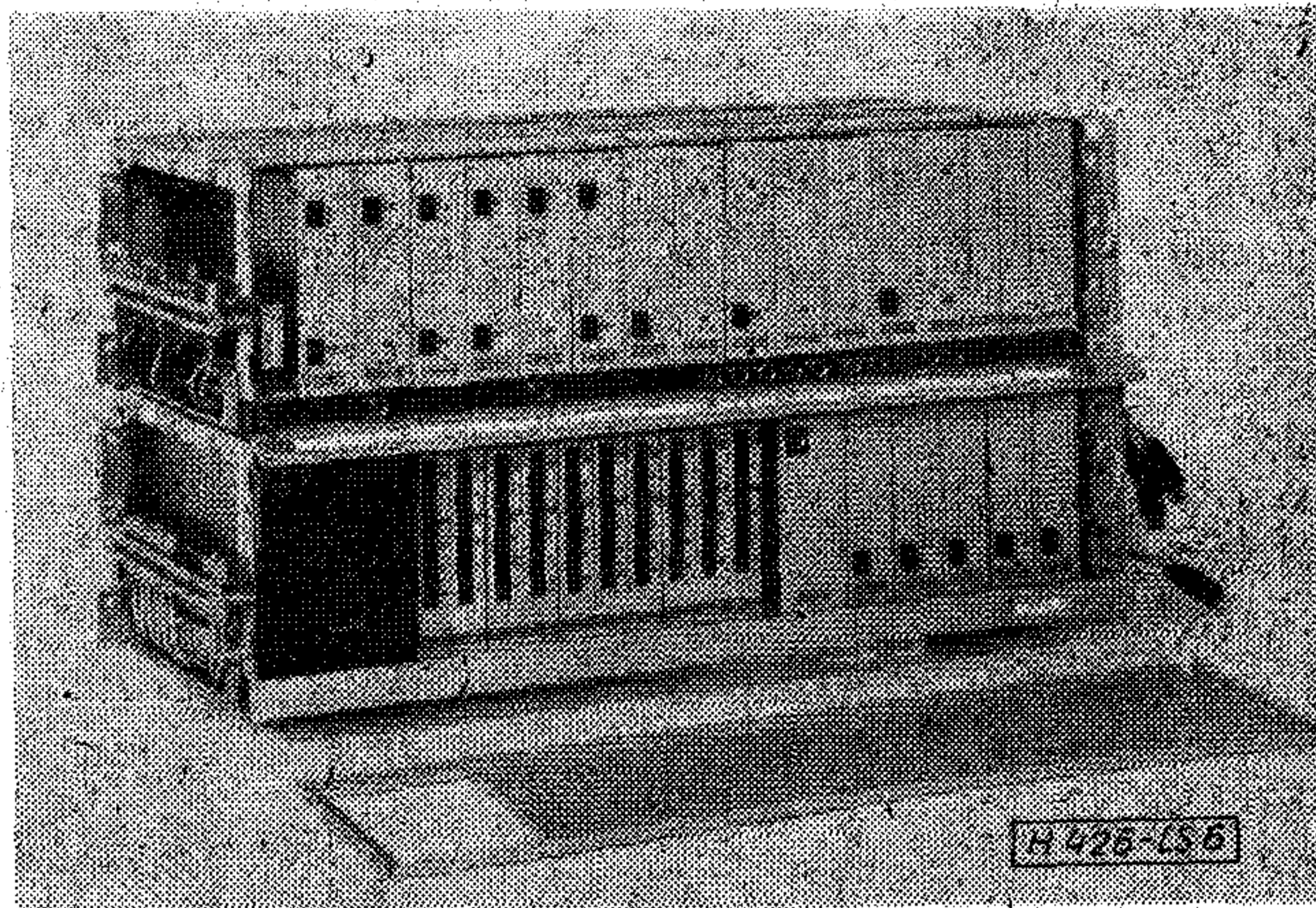
A végállomási komplexum többi részét képező betétek (sub-rackek) az alábbiak.

GMB-12/60 típusú csoport-modem betét 5 primér alapsoportból (12 csatorna, 60-108 kHz) a szekunder alapsoportot (60 csatorna, 312-552 kHz) állítja elő adásirányban, és ennek fordítottját végzi el vételirányban, kiegészítve a szekunder csoport-pilotjel (411,92 vagy 411,86 kHz) beadásával, a primér-csoport pilotjel (84,08 vagy 81,14 kHz) vételi leágaztató áramköreivel, az automatikus vagy manuális szintszabályzással, továbbá a modemhez szükséges vivőfrekvenciáknak a központi forrásból (MOB) vett 12 kHz-es vezérlő frekvenciából való előállításával, amint az 5. ábrán látható egyszerűsített tömbvázlatból kitűnik.

A minél rugalmasabb felhasználás érdekében készül egy kétsoros betét-változat, amelyben két sze-



5. ábra. GMB-12/60 csoportmodem betét egyszerűsített tömbvázlata

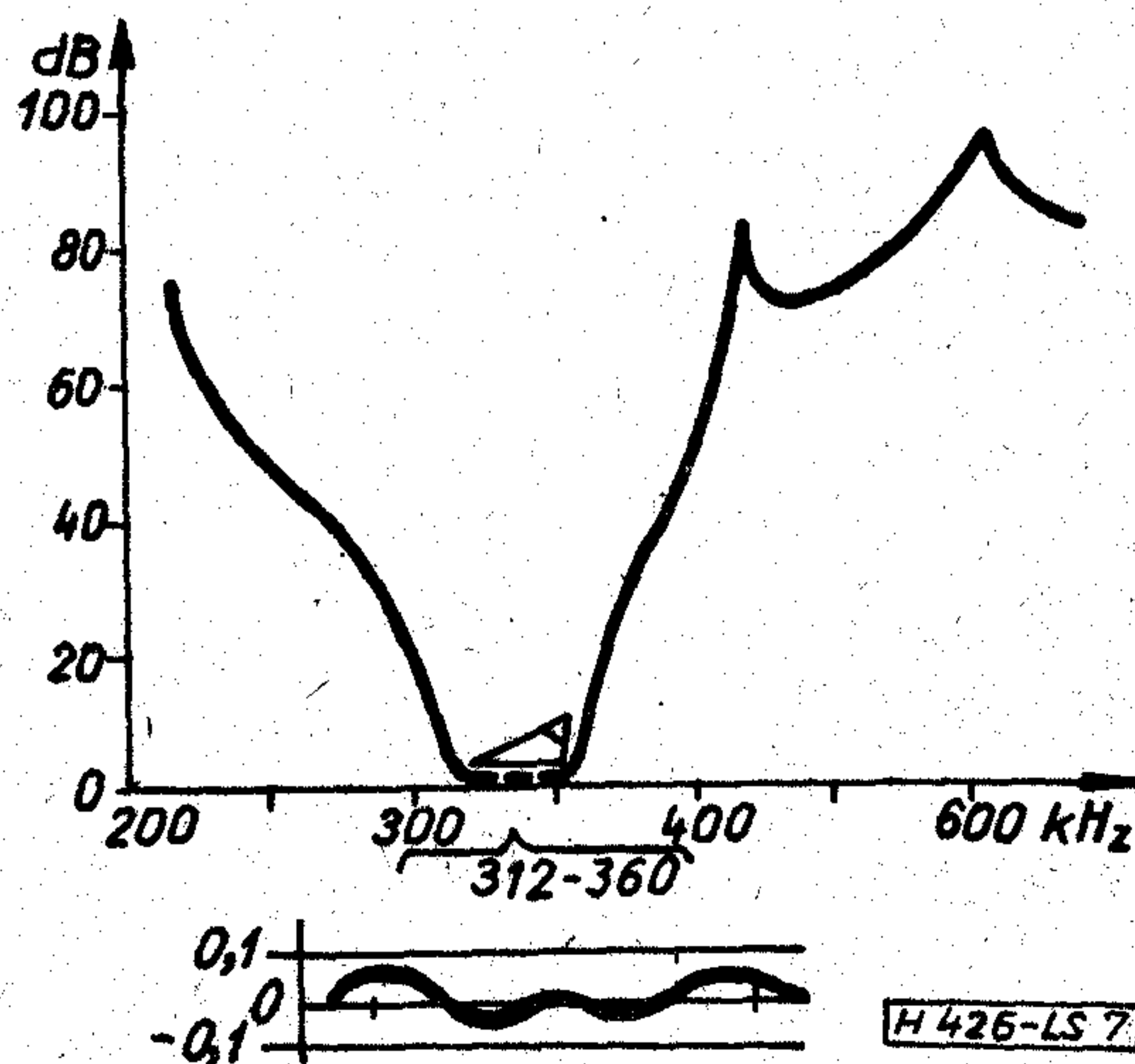


6. ábra. GMB-12/60-2 típusú csoportmodem betét

kunder alapsoport van (6. ábra), és egy négy soros betét-változat, amely öt szekunder csoportot tartalmaz. Kívánságra az első szállítható olyan változatban is, amelyben az öt primercsoport fordított frekvenciafekvésű, miáltal megvalósítható a CCITT G. 322 ajánlás 2 bis frekvenciafekvése is. Ily módon a betét a 60 és 120 csatornás rendszerekhez is alkalmazható. Megemlíthető még az, hogy ezen betét vivő- és pilot-előállító egységeinek a teljesítménye elégséges még egy hasonló betét ellátására is (abból tehát ezek az egységek megtakaríthatók). A pilot-szabályzás vezérlését — automatikus üzemmód választása esetén — a keretben közös (központi) pilotvevő (PVB-84/411) végzi el. A szabályzás  $\pm 4$  dB nagyságú.

Az alkalmazott tranzistoros aktív modulátorok ellenütemű kapcsolásúak, erősítenek is és elnyomják a vivőfrekvenciát. A linearitás is igen jó és a nagyobb átviteli szint következtében rendkívül kicsi a terminus alapzaj. Az illesztés a szűrőkhöz igen jó, azok átviteli sávingadozása tehát csekély. Az egyik csoport-szűrő csillapítás-karakterisztikáját a 7. ábra tünteti fel.

Az RMB-60/300 és RMB-60/960 típusú rendszer-modem (vagy másnéven szekundercsoport-modem) betétek 5, ill. 16 szekunder alapsoportból állítják elő a 300-csatornás (60-1300 kHz), ill. a 960-csatornás (60-4028 kHz) vonali spektrumot adásirány-



7. ábra. Egy csoportszűrő karakterisztikája

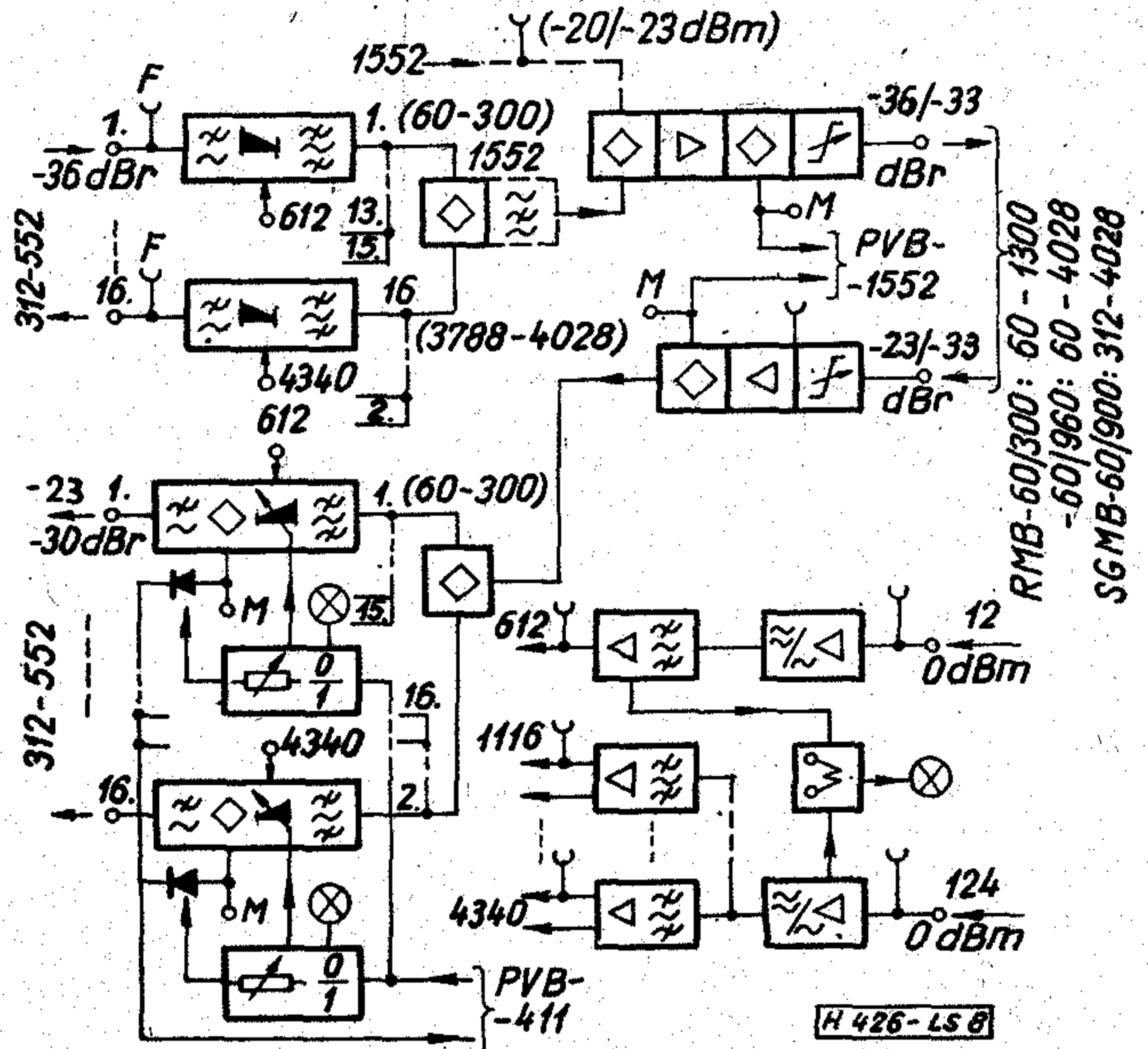
ban, és ennek fordítottját végzik el vételirányban, kiegészítve a szekunder csoportpilot vételéhez és az automatikus vagy manuális szintszabályzáshoz szükséges egységekkel, továbbá az RMB-60/960 betétnél az 1552 kHz-es pilot beadásával és kivételével, valamint az ugyancsak a központi (12 és 124 kHz) vezérlő frekvencia által vezérelt vivőfrekvencia-ellátással. Az egyszerűsített tömbvázlat a 8. ábrán látható.

Az RMB-60/300 betét az 1. és 2. sorszámú szekunder csoportok mellett a 3-5. sorszámúak helyett a 3-16 számú szekunder csoportból tetszés szerinti háromnak az áttevésére is alkalmas a megfelelő modem és vivőfrekvencia-ellátó szűrőegység cseréjével. Ez ismét a rugalmas alkalmazási lehetőségeket szolgálja pl. a vonalból való csoportos leágaztatás esetén.

A 30 és 96 csatornás rendszer modem-betétek fényképét a 9a, illetve a 9b ábrán láthatjuk.

A szekunder csoportok áttevése a vonali frekvenciasávba állítható erősítésű, ellenütemű tranzistoros modulátorokkal történik. Az 1. és 3. szekunder csoport modulátorai kettős ellenütemű elrendezésűek (10. ábra), a többi egyszerűen kiegyenlített kapcsolás. Minden demodulátor az erősítésszabályozás céljából egy közvetett fűtésű termisztort tartalmaz, melyhez az automatikus vagy manuális pilotszabályzás csatlakozik. A modulátor és demodulátor sávszűrőket szimmetrikus hibrid kapcsolja össze, a páratlan számúak az egyik, a páros számúak a másik oldalára csatlakoznak. A szűrők egymásrahatását olyan L-típusú csillapítótag küszöböli ki, amelynek soros ága a szűrőben, paralel ága a hibridben van elhelyezve. Egy jellegzetes szekundercsoport-szűrő-karakterisztikát mutat a 11. ábra. Az adás-kimene ten és a vétel-bemeneten állomási kábel-kiegyenlítő van alkalmazva az átkapcsolási pont és a betét közötti kábelezés csillapításának kiegyenlítésére.

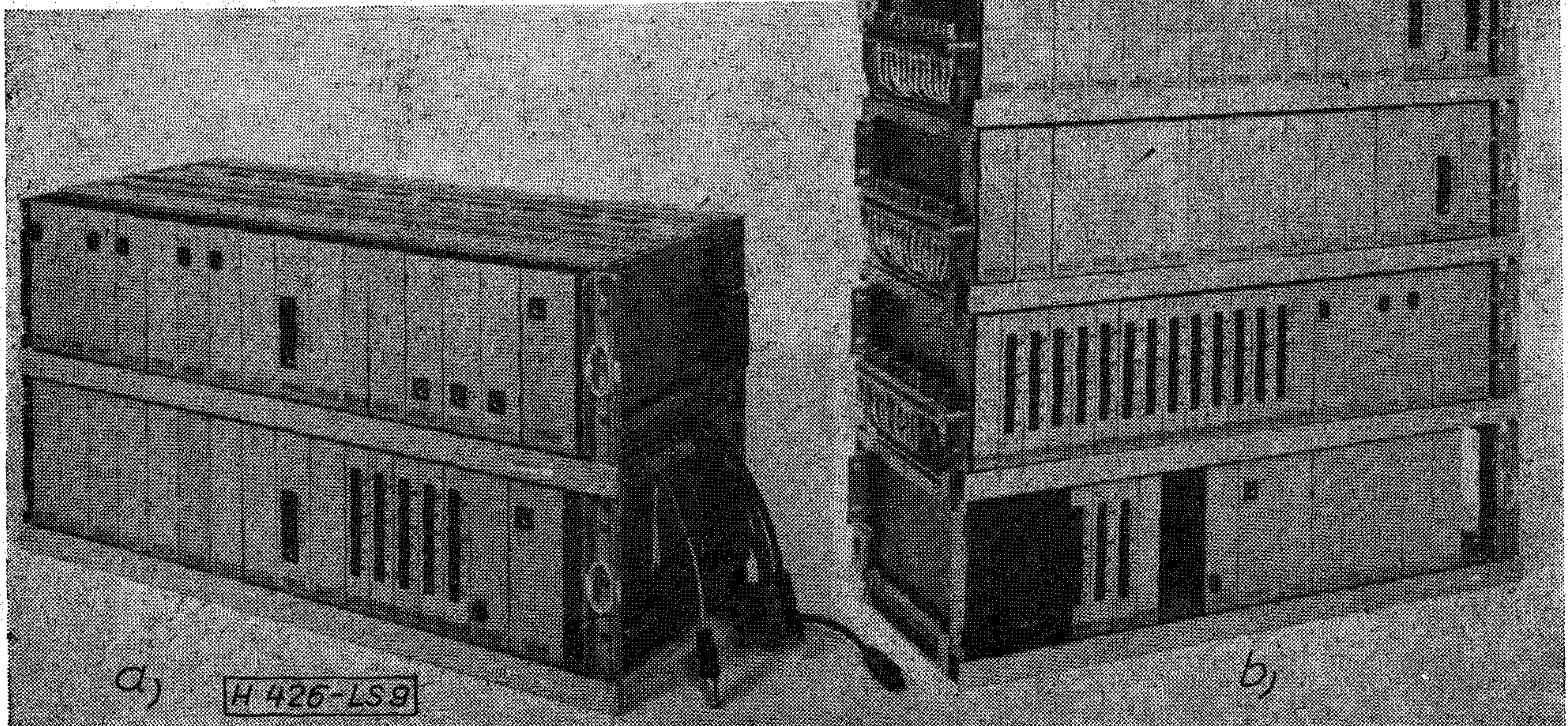
A vett szekundercsoportok szintje automatikusan is szabályozható; ez is letapogató rendszerű, centralizált pilotvevő betét alkalmazásával (PVB-84/411). A pilotvevő betét alkalmas az egy multiplex keretben



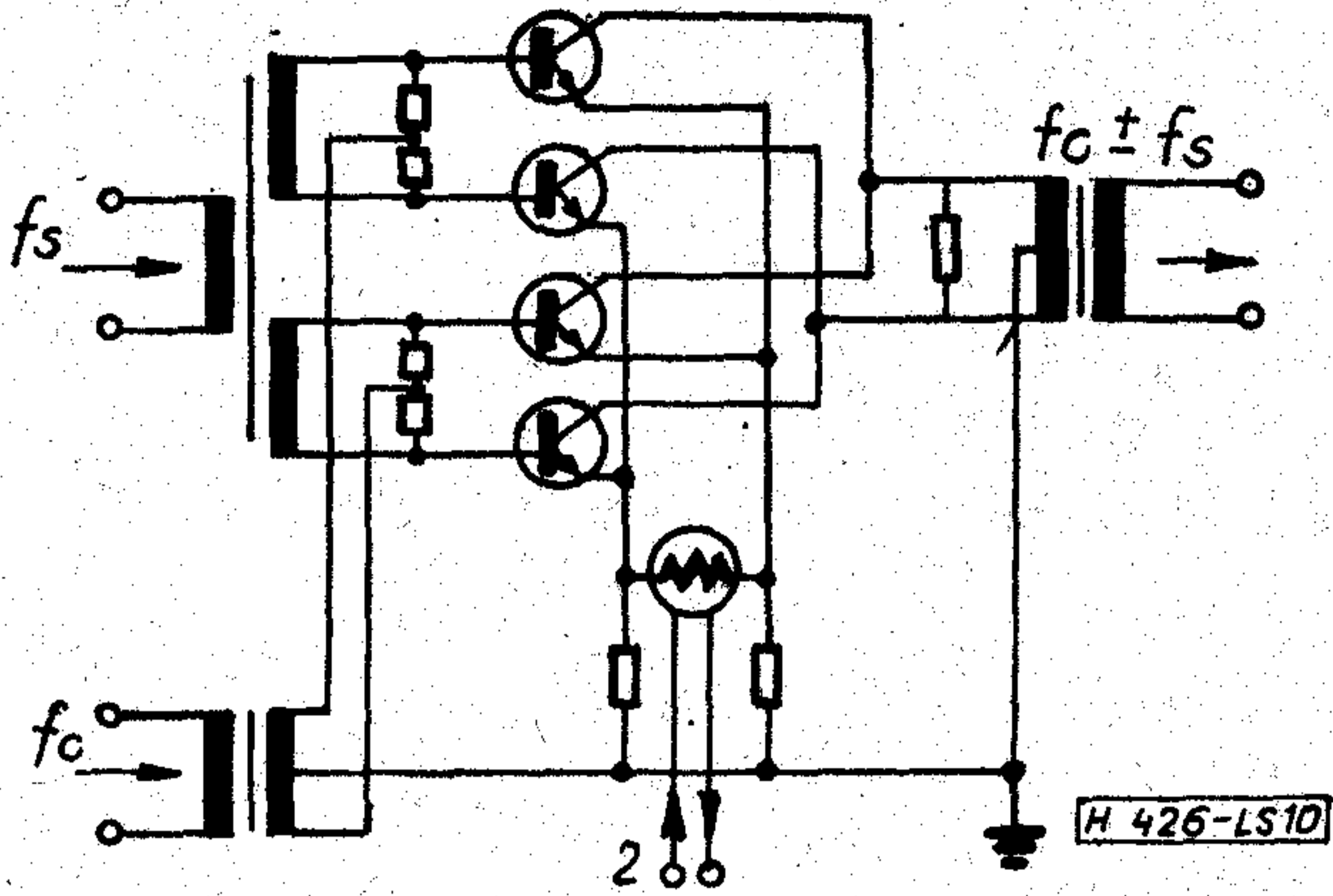
8. ábra. RMB-60/300, -60/960 rendszermodem, SGMB-60/900 szekunder csoportmodem betét egyszerűsített tömbvázlata

elhelyezett valamennyi primer és szekunder csoport modem szintszabályozó áramköreinek vezérlésére. A szabályzás  $\pm 4$  dB nagyságú.

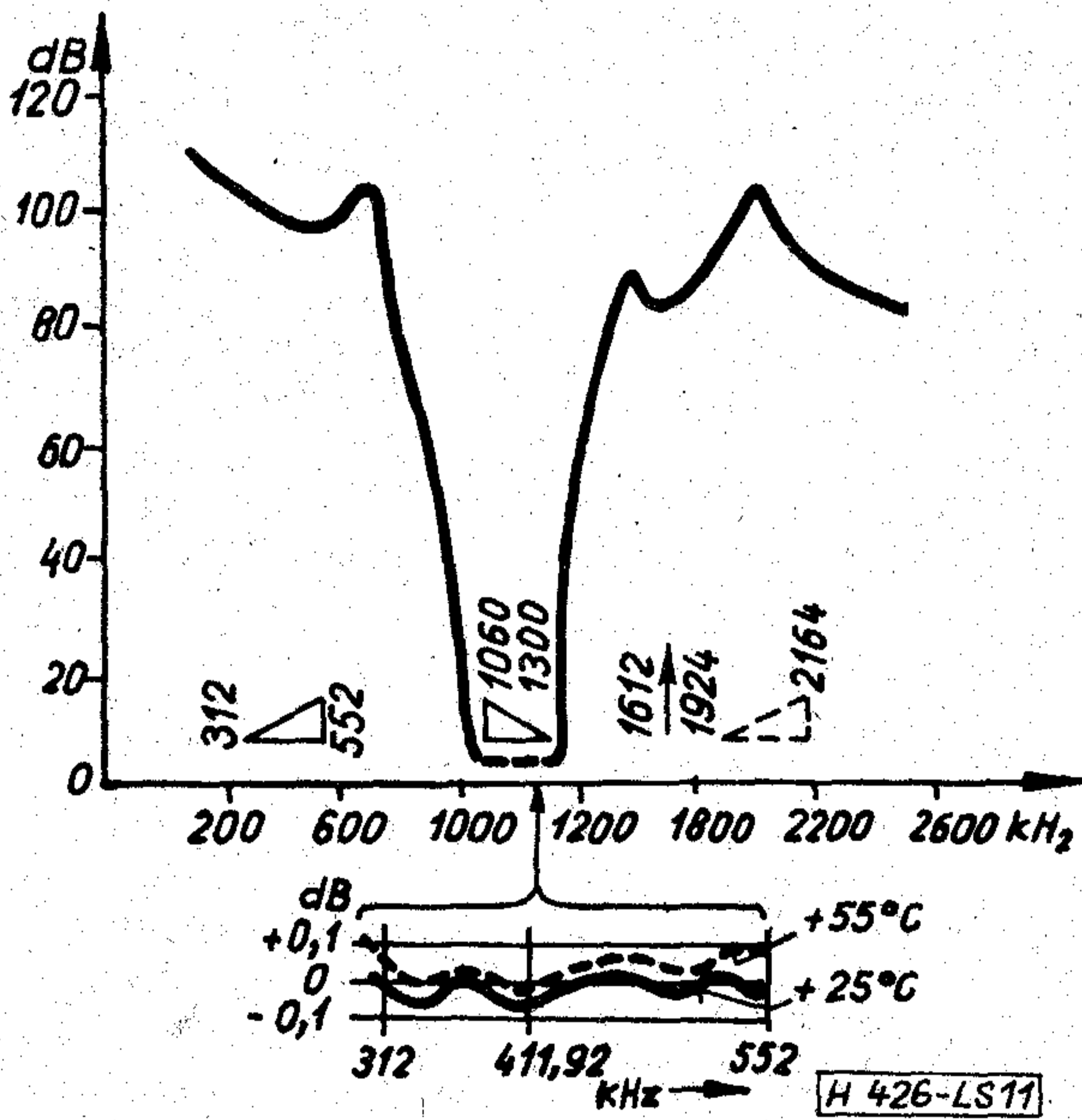
A szintszabályozó áramkörök digitális integrált áramköröket tartalmaznak, amelyek tápfeszültségét az RMB-60/960 típusú betétben feszültség-konverter, az RMB-60/300 típusú berendezésben feszültség-stabilizátor biztosítja. Abban az esetben, ha az integrált áramkörök tápfeszültsége kimarad, a ter-



9. ábra. a) RMB-60/300 és b) RMB-60/900 típusú rendszermodem-betétek



10. ábra. Kétszeresen kiegyenlített modulátor kapcsolása



11. ábra. Egy szekundercsoport-szűrő karakterisztikája

misztorok fűtőárama automatikusan a közepes erősítésnek megfelelő értékre áll be. Pilotriasztás akkor történik, ha valamelyik szekunder csoport szintje túllépi a beállított riasztási küszöbértéket, vagy ha a szabályozó eléri a szabályozási határt.

Alternatív megoldásként, manuális szabályozó egység alkalmazása esetén a szint manuálisan is szabályozható. A manuális szabályozás riasztással vagy riasztás nélkül is alkalmazható, az utóbbi esetben nincs szükség a központi pilotvevő betétre.

Az összes kimenet el van látva rövidzárbiztos üzemfenntartási mérőpontokkal. Ezek az egységtér alatti mérősávban helyezkednek el, a rajzokon M-mel vannak jelölve. A hibabehatárolásra szolgáló mérőpontok (jelük F) az egységek előlapján helyezkednek el, és párhuzamosan csatlakoznak az áramkörökhöz. Az előbb tárgyalt GMB-betétnél mindezek ugyan csak érvényesek.

SGMB-60/15×60 típusjellel szerepel a 312-4028 kHz-es 15 szekunder csoportos alaphiper csoportot előállító modem-berendezés, amely nem egyéb, mint az RMB-60/960 betét az első szekunder csoport elhagyásával, de egyébként változatlanul.

Az RMB-15×60/2700 típusú rendszermodem-betét a három 900 csatornás hiper csoport (312-4028

kHz) áttevését, ill. visszahelyezését végzi a 312-12336 kHz-es vonali frekvenciasávba (lásd az egyszerűsített tömbvázlatot a 12. ábrán).

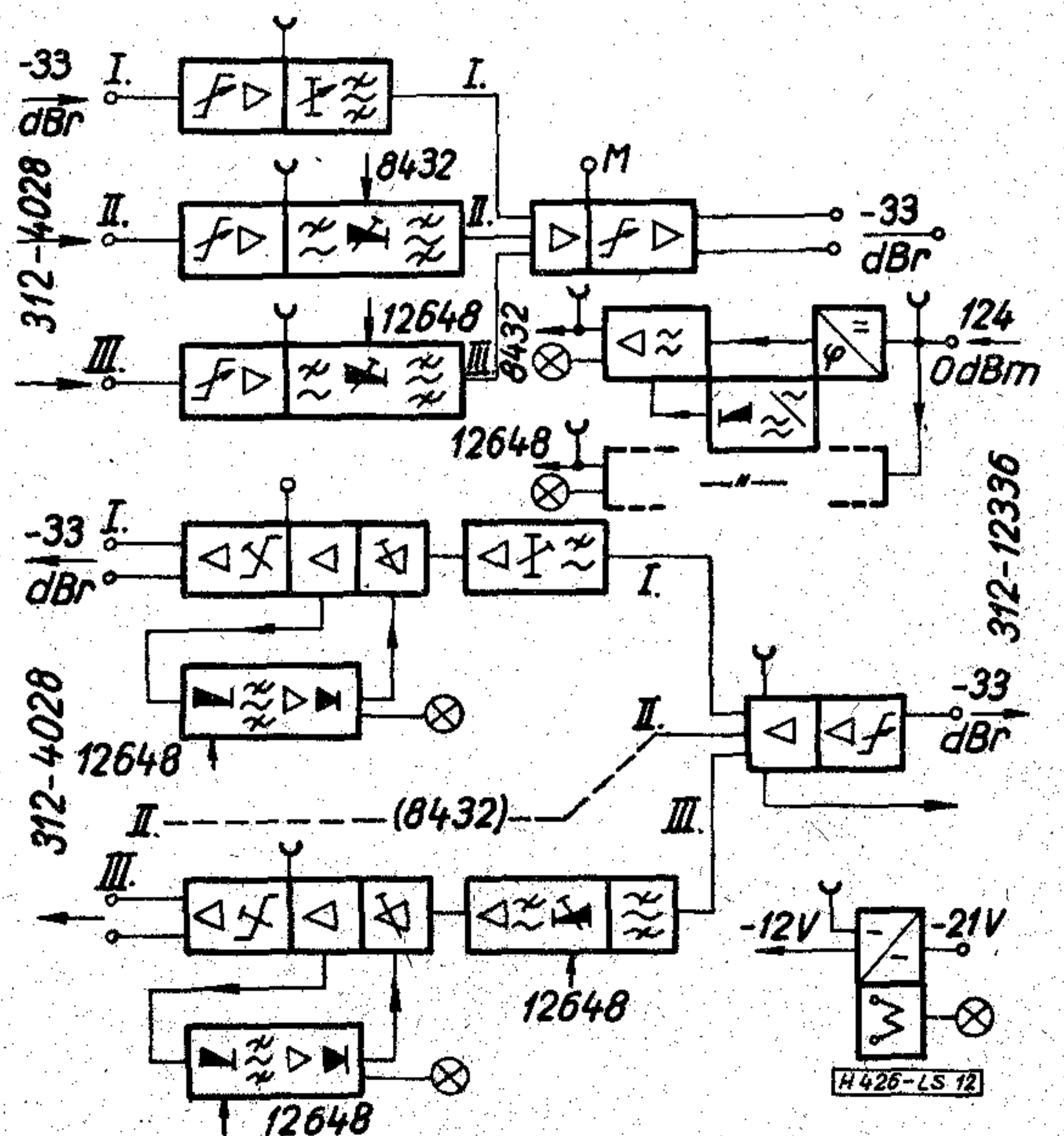
Adás- és vételirányban az I. hiper csoportot modulálatlanul, a II. és III. modulálva halad tovább. Az egyesítő áramkör itt aktív és nemcsak a hiper csoportok igen jó elválasztását és tökéletes illesztését biztosítja, hanem erősít is. Ha például csak 1800 csatornás multiplexre van szükség (rádió-relévonálhoz), akkor az egyik hiper csoport elhagyható; az ilyen elhagyás nem befolyásolja a megmaradó részek szintjét. Az erősítő egyesítő egység további előnye még, hogy a berendezésen belül a szint sehol sem csökken -37 dBr alá és igen kicsi a termikus zaj.

A nagyfokú linearitás miatt a terheléstől függő zajtermékek is rendkívül kis szintűek. Vételi irányban mindegyik hiper csoport saját pilotvevővel van ellátva. Az 1552 kHz pilotot az ábrán látható modulációval áttesszük 11096 kHz-re, mert ez a frekvencia viszonylag egyszerűbb kristálysűrővel választható ki. A pilotvevő ±4 dB önműködő szintszabályozást vezérel a vételi ágban. Ha ennél nagyobb eltérést észlel a pilotvevő, akkor kb. 40 s késleltetés után riasztó jelzést ad. Gyors szinteséskor a riasztás késleltetése elmarad, és a szabályozó erősítőt névleges értékre állítja be a rendszer.

A berendezésben szükséges két vivőfrekvenciát a központi mesteroszcillátor-berendezés által szolgáltatott 124 kHz-es vezérlő frekvenciából állítja elő az a két egység, amely a betétben van elhelyezve. Ezek fázis-húzott kristály-oszcillátorok (phase-locked oscillator) frekvenciaosztóval (a stabilitás fokozására) és fázis-diszkriminátorral.

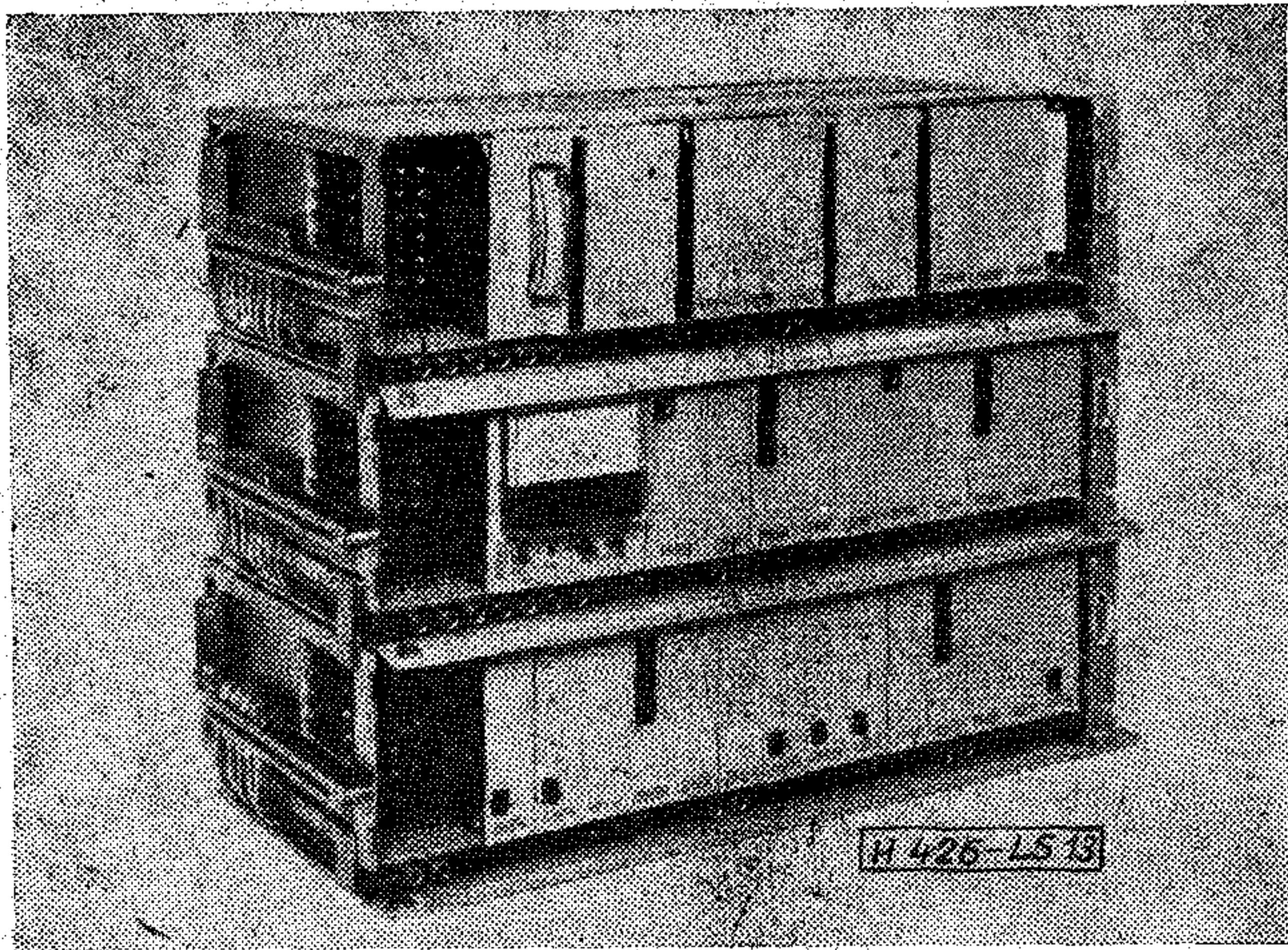
A betétnek minden be- és kimenő csatlakozásánál az állomás-kábelezés okozta frekvenciafüggő csillapítás-torzítás kiegyenlítésére beállítható korrektorok vannak elhelyezve.

A TSB-G és -SG primer és szekunder csoport tranzitszűrő betétek mindegyike két tranzit-készlettel, tehát 4 tranzitszűrővel van kiépítve. A szűrők



12. ábra. RMB-900/2700 rendszermodem egyszerűsített tömbvázlata





13. ábra. MOB típusú központi mesteroszcillátor-betét

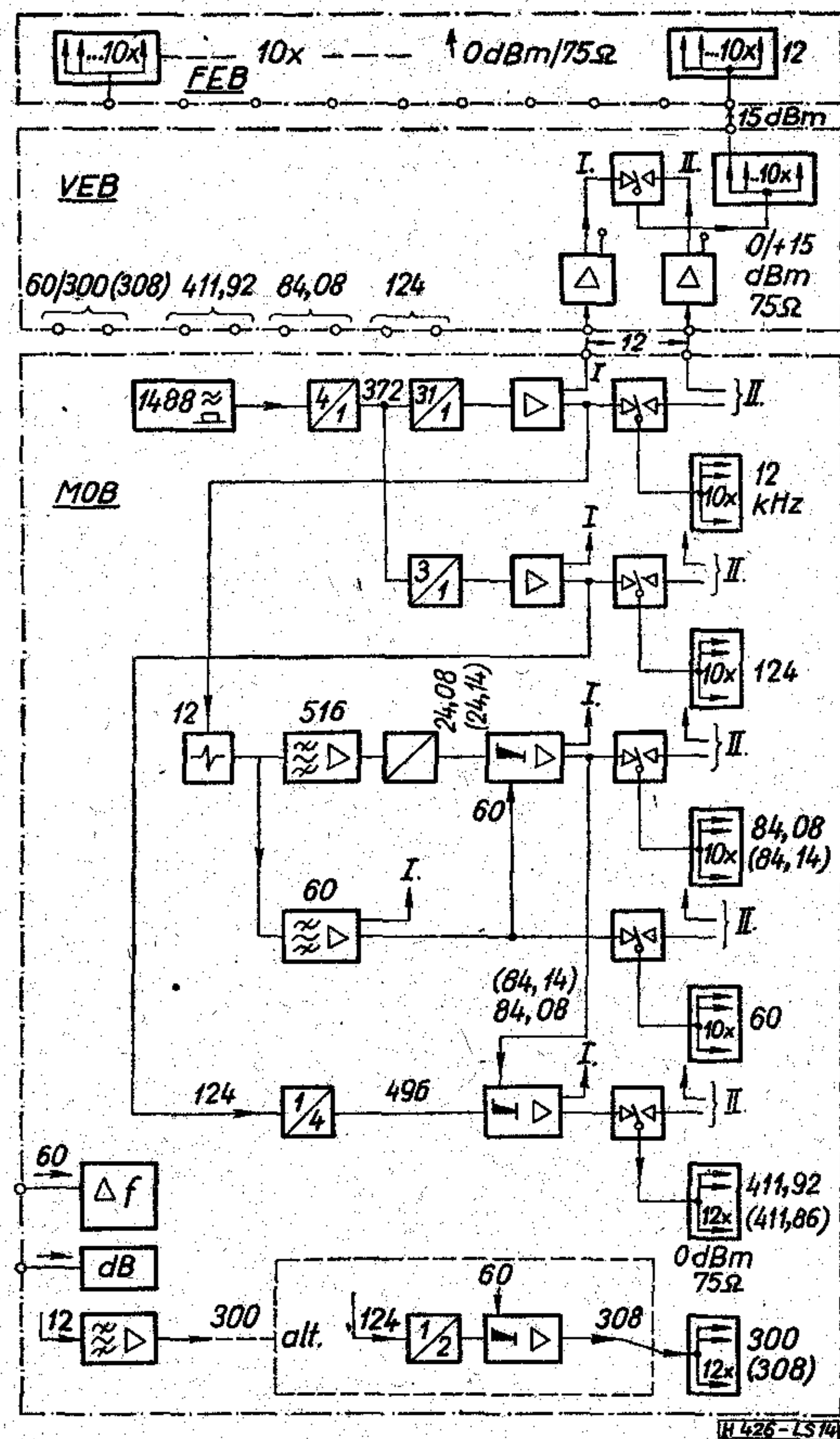
névleges alapsillapítása 6 dB, ami megfelel az érintett modemfokozatok közti csatlakozási szintkülönbségnek. A szűrők átviteli és csillapítás-karakterisztikái mindenben teljesítik a nemzetközileg szabványosított műszaki követelményeket. Ugyanezt mondhatjuk el azokról a modem-szűrőkről is, amelyek az RMB-15×60/2700 rendszer-modem betétben vannak, és ez az oka annak, hogy rendszerünkben nincsen szükség külön hipercsoport (312—4028 kHz) tranzitszűrő alkalmazására.

A PVB-84/411 típusú pilotvevőbetét — mint centrális egység — végzi el a vele közös keretben levő csoport- és szekundercsoport vételi ágakban (a GMB és RMB-betétekben) levő szabályozható erősítésű, aktív demodulátorok automatikus szintszabályozását. A betétben levő logikai áramkör ciklikusan (2,5 s-onkénti lépésekben) sorban mintát vesz a pilot-szintből, kiértékeli annak eltérési irányát, és egy-egy lépéssel (kb. 0,2 dB) továbblépteti a megfelelő irányban az érintett erősítő szintbeindító elemét. A szabályzási tartomány ±4 dB. Ennek elérésekor riasztójel keletkezik. Az egység a vizsgáló cikluson belül ellenőrzi a csoport és szekundercsoport pilotjel-forrás szinthelyességét és a pilotvevő érzékenységét (pontosságát).

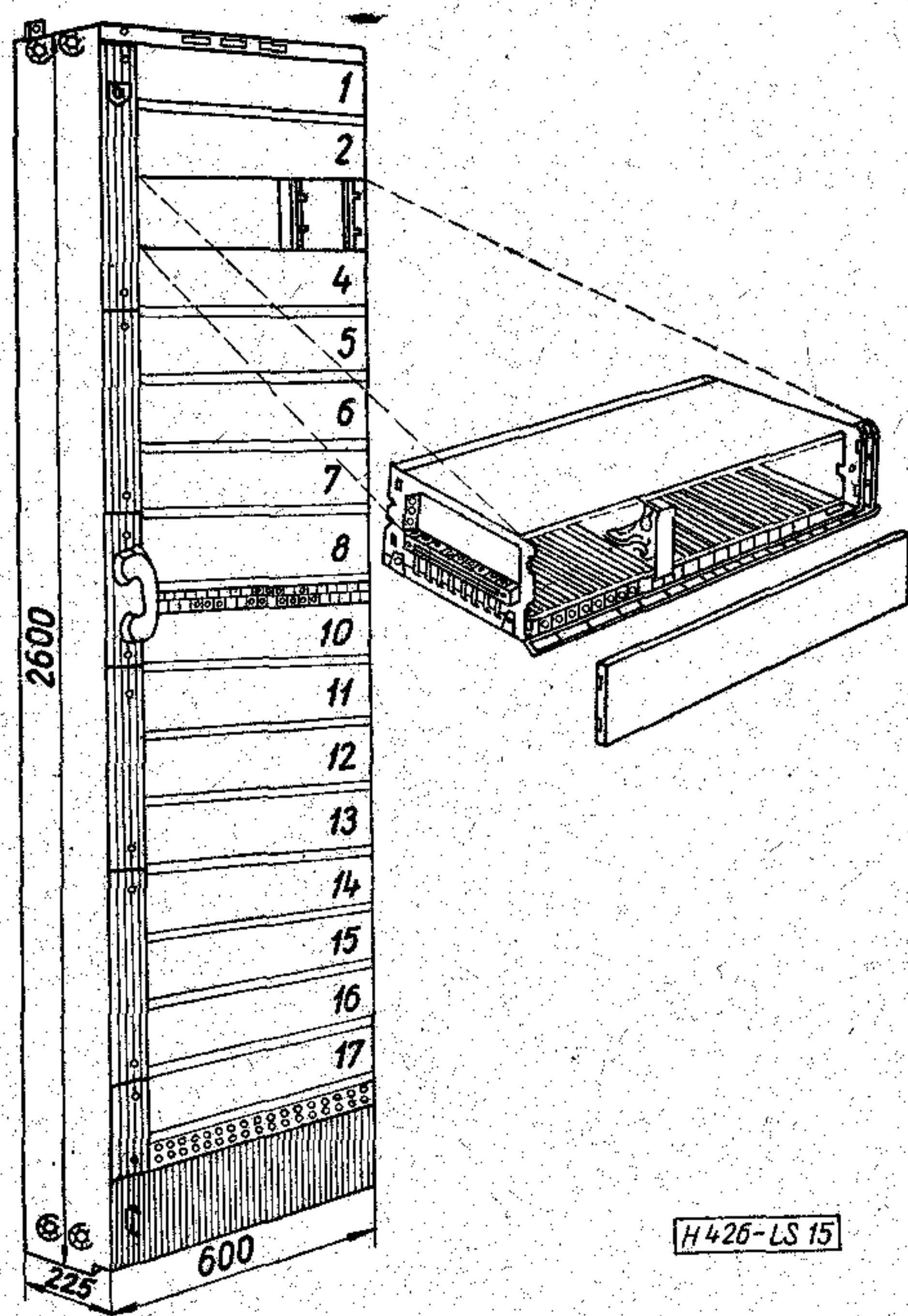
A MOB mesteroszcillátor betét (13. ábra) szolgáltatja a központi vezérlő frekvenciákat (12 és 124 kHz) a modem-betétekben decentralizált egyéni vívőellátó áramkörök vezérléséhez, továbbá a primer és szekunder csoportpilot-frekvenciákat, s végül a frekvenciaösszehasonlító pilotfrekvenciákat (60 és 300 vagy 308 kHz). A betét üzemi és tartalék készletet tartalmaz automatikus átváltással, ezek a 14. ábra tömbvázlatán I-gyel és II-vel vannak jelölve, de csak az I. készlet van kirajzolva. A szolgáltatott frekvenciák beépített elosztóásvokról vezethetők el a modem berendezésekhez. A betétben frekvencia-komparátor és szintmérő is van.

Az 1552 kHz-es hipercsoport referencia-pilotfrekvenciát egy külön betét (PEB-1552 típus) állítja elő a 60 és 124 kHz-es vezérlő-frekvenciákból.

A VEB vezérlő és pilotjel-erősítő és a FEB frekvenciaelosztó betétek végzik nagy állomásban a MOB betétről nyert frekvenciák további elosztását (felerősítés-elosztás). Az ellátható csatornaszám meghaladja a tízezret.



14. ábra. Központi vívőellátás egyszerűsített tömbvázlata (frekvenciák kHz-ben)



15. ábra. E2-konstrukciójú keret és betét vázlata

### Konstruktív rendszer

A bevezetőben említett E2 típusú, egységes átviteltechnikai konstrukciós rendszer „keret-betét” felépítésű. Alapvető elvét és szerkezeti részeit az 15. ábra mutatja. Fő részei: a keret, ez csak tartóként szol-

gál, amelyben betétek helyezhetők el, valamint a betét (sub-rack), amely sokféle típusban készül és a rendszer tényleges berendezéseit képezi, továbbá a betétekben levő villamos egységek.

a) A keret nem komplett berendezés, hanem a következő részekből áll:

- bal oldali keretoldalból, amely a felállítás előtt üres, kábelezést nem tartalmaz (üzembe helyezésekor ebben lesz elhelyezve a betétek bal oldalába dugaszolóval csatlakozó állomási kábelezés),
- egy jobb oldali keretoldalból, amelyben a gyári kábelezés van elhelyezve,
- keret-talpból és felső összekötő részekből.

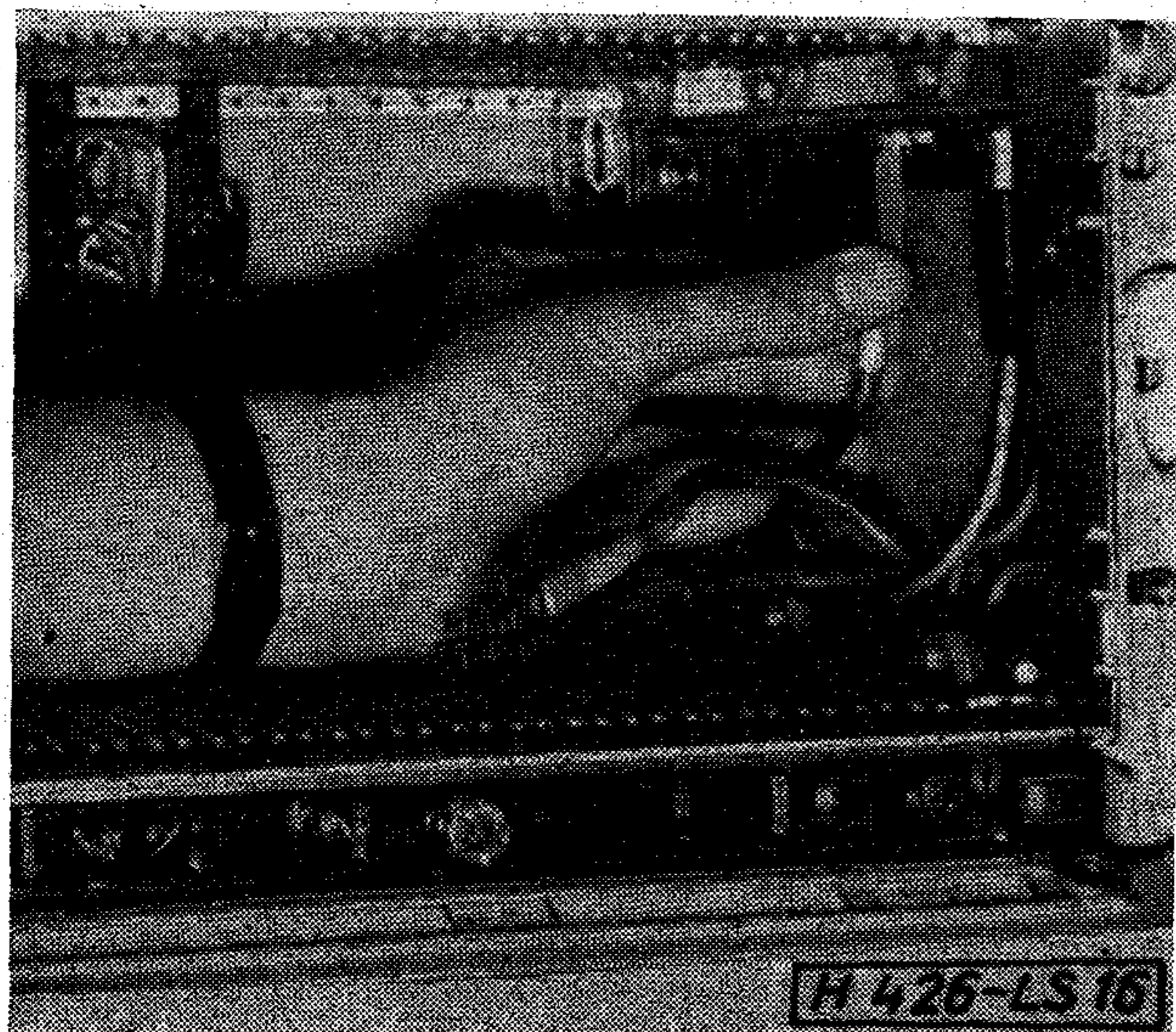
A teljes keretméret a kiálló elemek (pl. hűtőborda) nélkül  $600 \times 225 \times 2600$  mm.

Mindezek szétszedett állapotban — tehát nem keretté összeszerelve — külön kerülnek kiszállításra, és a helyszínen kell felállítani és összeszerelni őket.

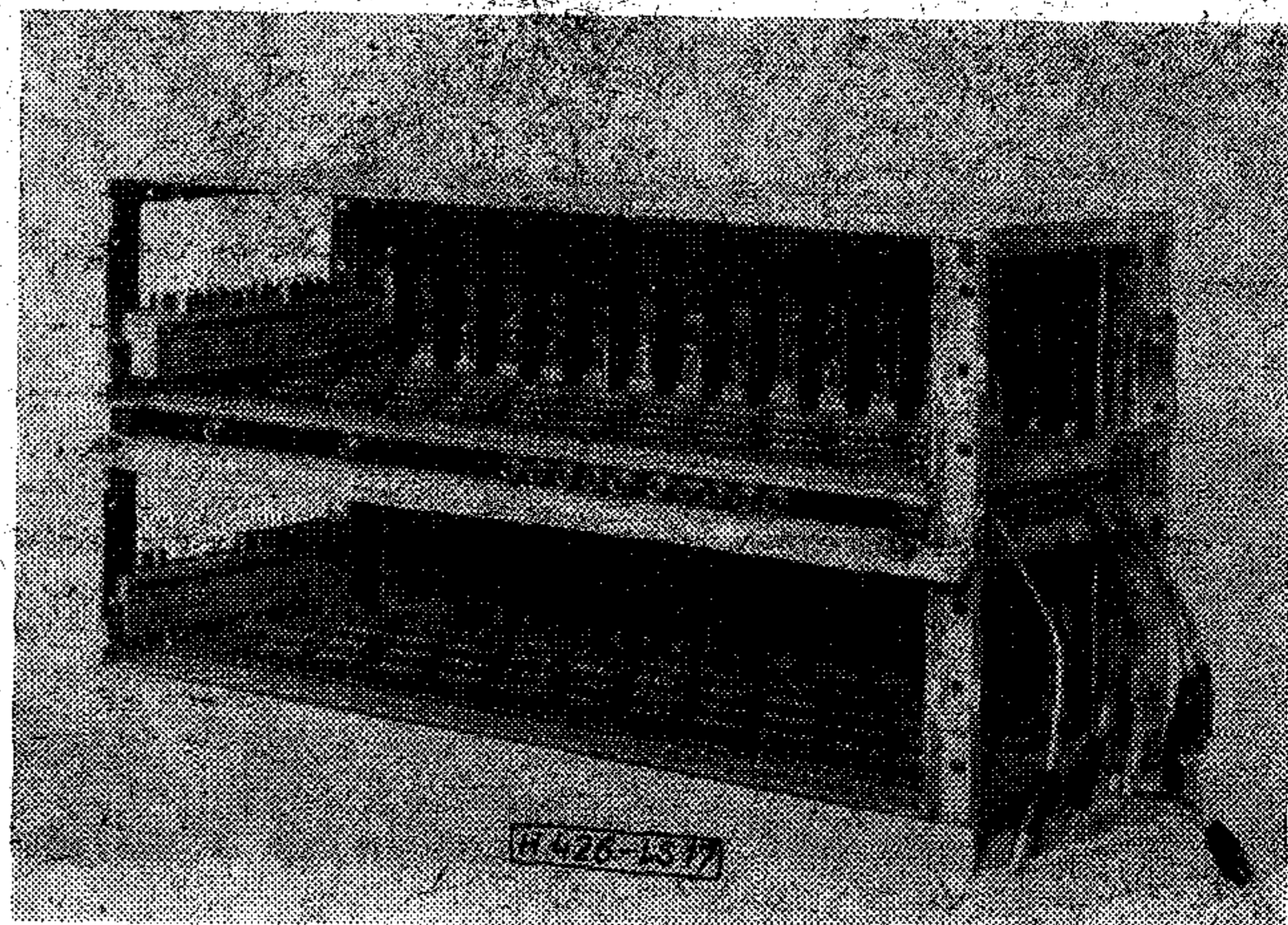
A keretváz általában 19, egyenként 120 mm névleges magasságú egységeket tartalmazó emeletre (vagy más néven sorra) van felosztva. A keret alsó részén egy vagy két tápegység (TE) helyezhető el, ami 2 vagy 3 sort foglal el. Maga a tápegység lehet hálózati vagy telepes (24 V-os vagy 48/60 V-os). A keret középső részén központi biztosító és tápeosztó (BTB) sáv található, ami az üzembe helyezéskor a tényleges keretbeültetés szerint kötendő be.

Mint mondtuk, a keretben helyezhetők el a betétek majdnem tetszőlegesen, mert minden, illetve minden második emeleten az előkábelezett jobb keretoldal tartalmazza a tápáram és riasztás, illetve pilot-egyenáramú csatlakoztatást. Ez a „belső” csatlakoztatás úgy hajtandó végre, hogy a betét jobb oldalából kilógó, dugasszal felszerelt kábelek egyszerűen bedugaszolandók a jobb keretoldalán található dugaszaljzatokba (16. ábra).

A betétek egymás közti (kereten belüli) és külső (keretek közötti), állomás-kábelezése a bal keretoldalba helyezendő be. A kábelvégeket dugaszokkal (szimmetrikus vagy koaxiális dugaszokkal) kell felszerelni és ezekkel a betét bal oldali dugaszaljzataiba becsatlakozni.



16. ábra. Betét csatlakoztatása a keret jobb oldalához



17. ábra. Üres kétsoros betét előlnézetben (jobb oldalon: keretkábelezéshez csatlakozó dugaszos kábelek, bal oldalon: dugaszaljzatok az állomás-kábelezés csatlakoztatásához, hátul: egység-dugasz sávok, elől: mérő- és lámpasáv lehajtott fedéllel)

b) A betét egy-vagy több soros lehet. A sor függőleges mérete 120 mm, amihez hozzájön még egy 17 mm széles mérősáv, melyen rövidzár ellen védett mérőhüvelyek, jelzőlámpák, kezelógombok stb. lehetnek és feliratos, felcsapható fedéllel zárható le. A betét soraiba betolhatók az egységek, és pedig az adott állomáson szükséges variációs kiépítésnek megfelelően (pl. automatikus vagy manuális szintszabályzás).

Az egysoros betétek között vannak olyan típusok is, amelyeknél a mérősávot is bedugaszolható, áramköri egységek foglalják el (4 db). Ez esetben a mérősáv-funkciók az egységek mellső lapján vannak megoldva.

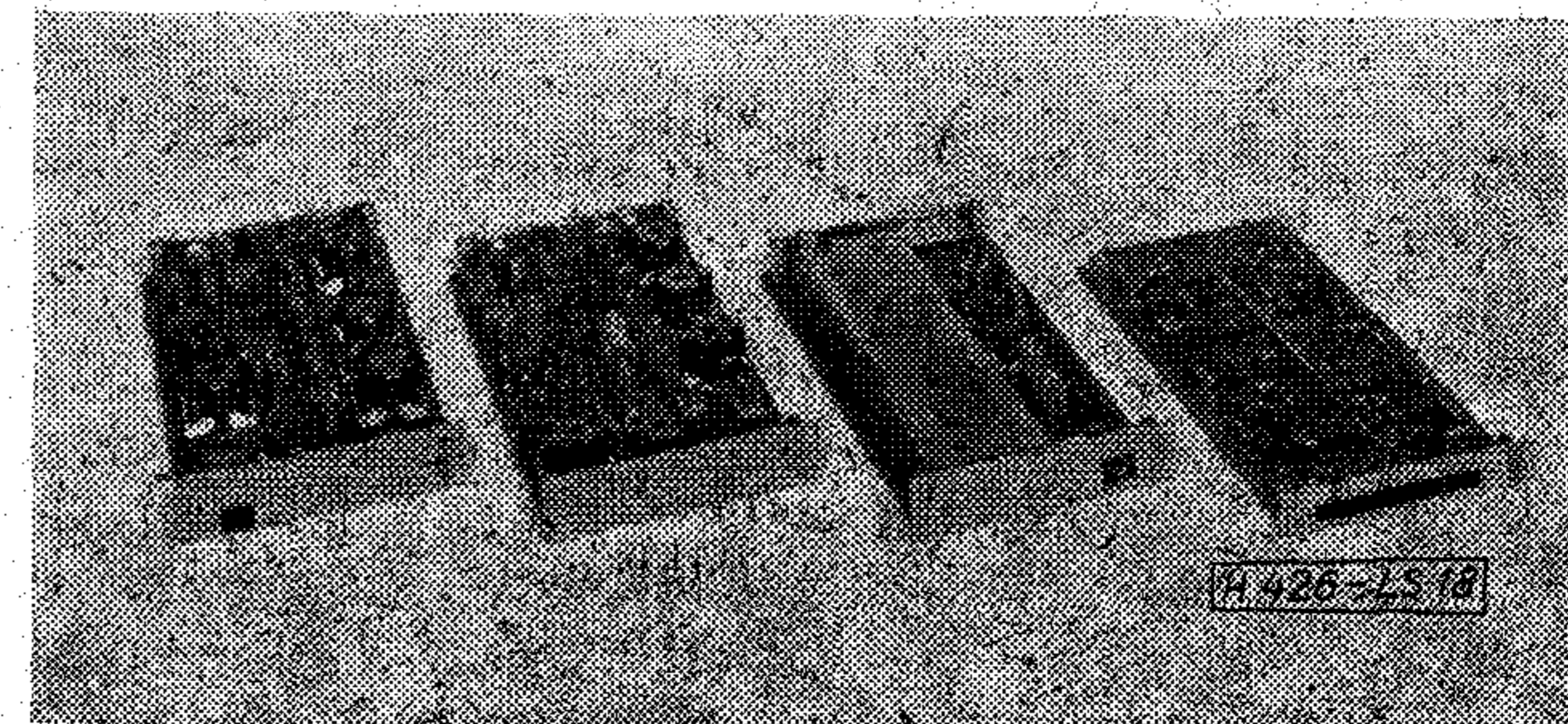
A betétek emeleteinek egység-terébe (17. ábra) szabványos méretű ( $20 + n \times 10$  mm szélességű), hátul csatlakozó dugaszokkal (szimmetrikus vagy koaxiális vagy e kettő vegyesen) ellátott egységek (áramköri blokkok) csúsztathatók be.

A betétsorok elől leemelhető porvédő burával vannak letakarva.

c) Az egységek többnyire egy vagy több nyomtatott áramköri lapból állnak, szükség esetén árnyékoló lapokkal; hátul többpontos (szimmetrikus vagy koaxiális) dugaszcsatlakozással, elől egység-előlappal, amin mérőhüvely vagy más kezelőelem is lehet elhelyezve (18. ábra).

A megbízhatóság növelése céljából valamennyi érintkező-csatlakozó aranyozva van.

A keretsorok végén sorvégi keretet (SLK) lehet elhelyezni, amely a fő biztosítókat, kapcsolókat, ener-



18. ábra. Egységek

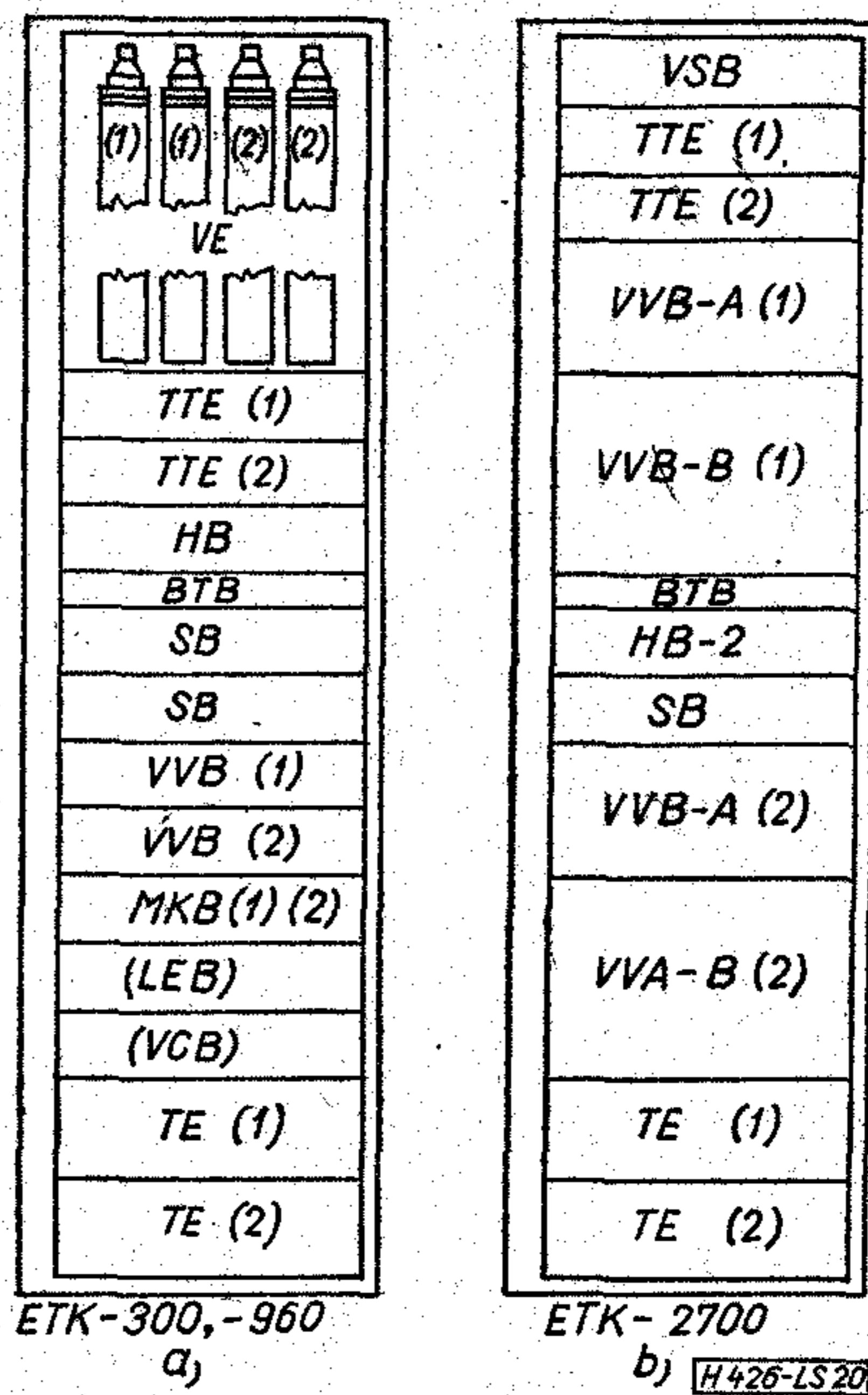
giaelosztó szerelvényeket és a centralizált riasztó áramköröket tartalmazza. Vannak ezenkívül szimmetrikus és koaxiális rendező pontokkal és átkötő zsinórokkal ellátott rendező keretek (NRK).

A betétek — mint láttuk — egy-egy komplett berendezés-típust valósítanak meg (pl. csoport-modem berendezés). A keretbeültetés lehet homogén (pl. azonos modem-fokozatok vannak benne) vagy kombinált (pl. többféle modem és vivőellátási betét van benne). A keretek és bizonyos betéttípusok kiépítése nem mindig teljes és nem mindig egyforma, mert az adott szükségletnek megfelelően kisebb kiépítés vagy különféle variáns kiépítés realizálása lehetséges. A kiépítési igényt (kapacitást) természetesen a megrendelőnek meg kell előre adnia. Utólagos bővítés esetén pedig csak a szükséges további betéteket vagy egységeket kell megrendelni és a keretbe, ill. a betétbe dugaszolni. Keretbeültetési példákat láthatunk a 19. ábrán.

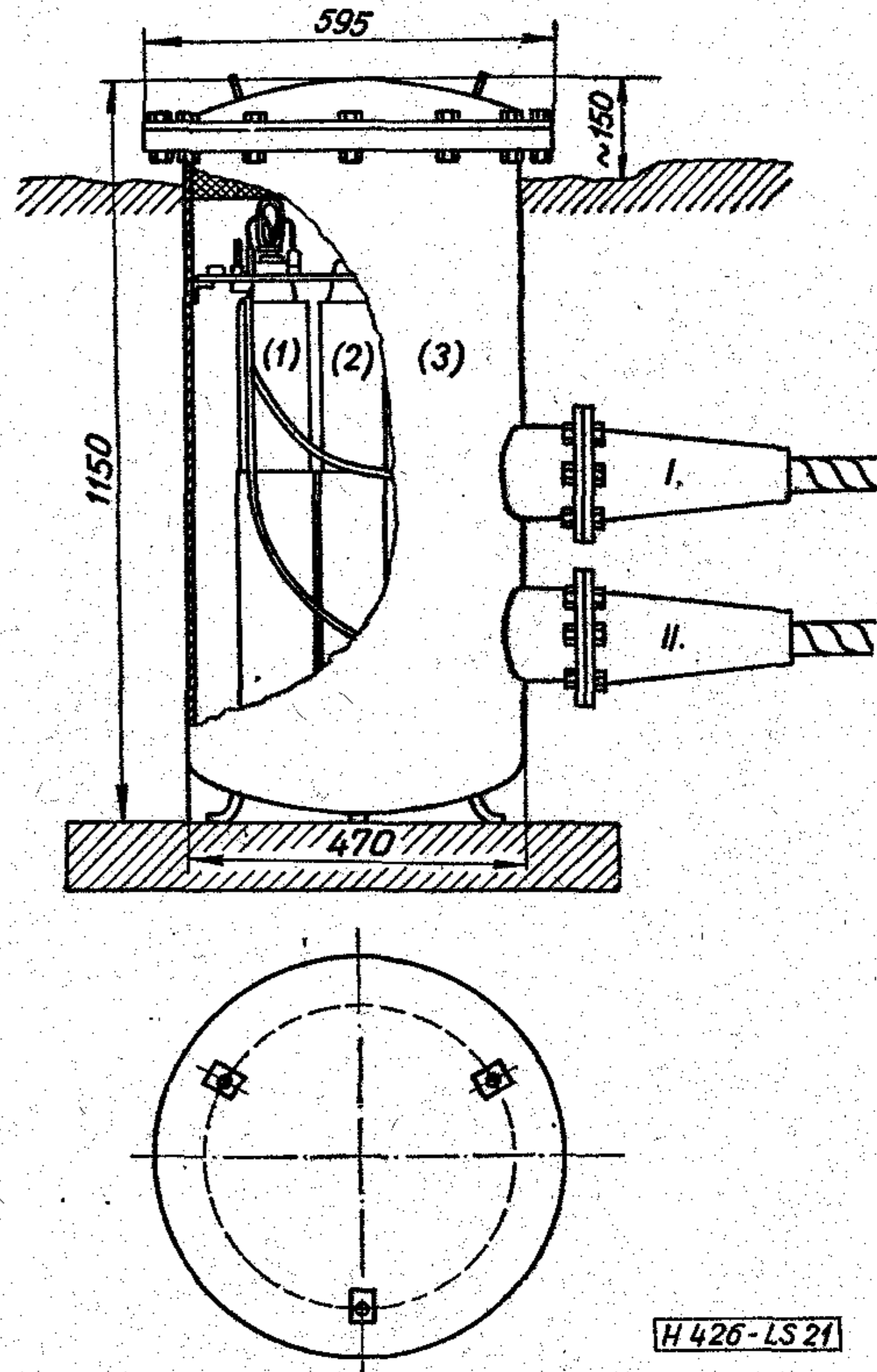
**Vonalszakaszi berendezések**

A vég- és felügyeletes erősítőállomásokon levő ETK-300, -960 és -2700 típusú erősítő és távkiszolgáló keretek a végállomási berendezéseknél ismertetett E2-konstruktív rendszerben vannak kivitelezve. Példaképpen a 19. és 20. ábrákon az ETK-960 berendezést mutatjuk be.

A felügyeletlen állomási NBK-300, -960 és -2700 típusú, távtáplált és távfelügyelt erősítő berendezések hermetikusan lezárt, korrózió ellen védett acéltartályokban vannak elhelyezve, amelyek direkt

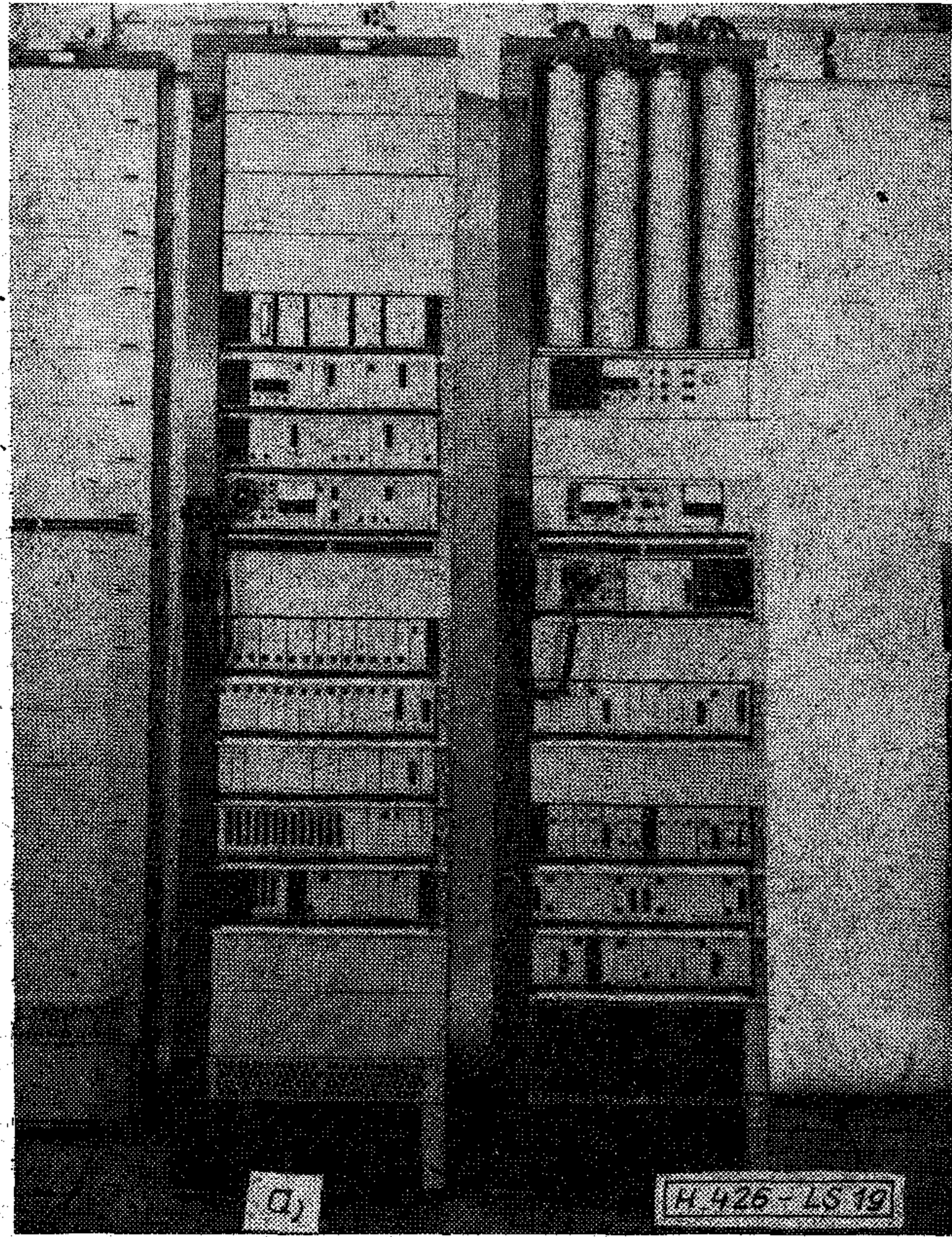


20. ábra. a) ETK-300 és -960 típusú, b) ETK-2700 típusú keret; jelölések: VE — vonalerősítő, TTE — távtápláló, HB — hibabehatároló, BTB — biztosító és tápelosztó, SB — szolgálati, VVB (A, B) — vonalvégződő, MKB — manuális korrektor, LEB — leágazó betét, TE — tápegység

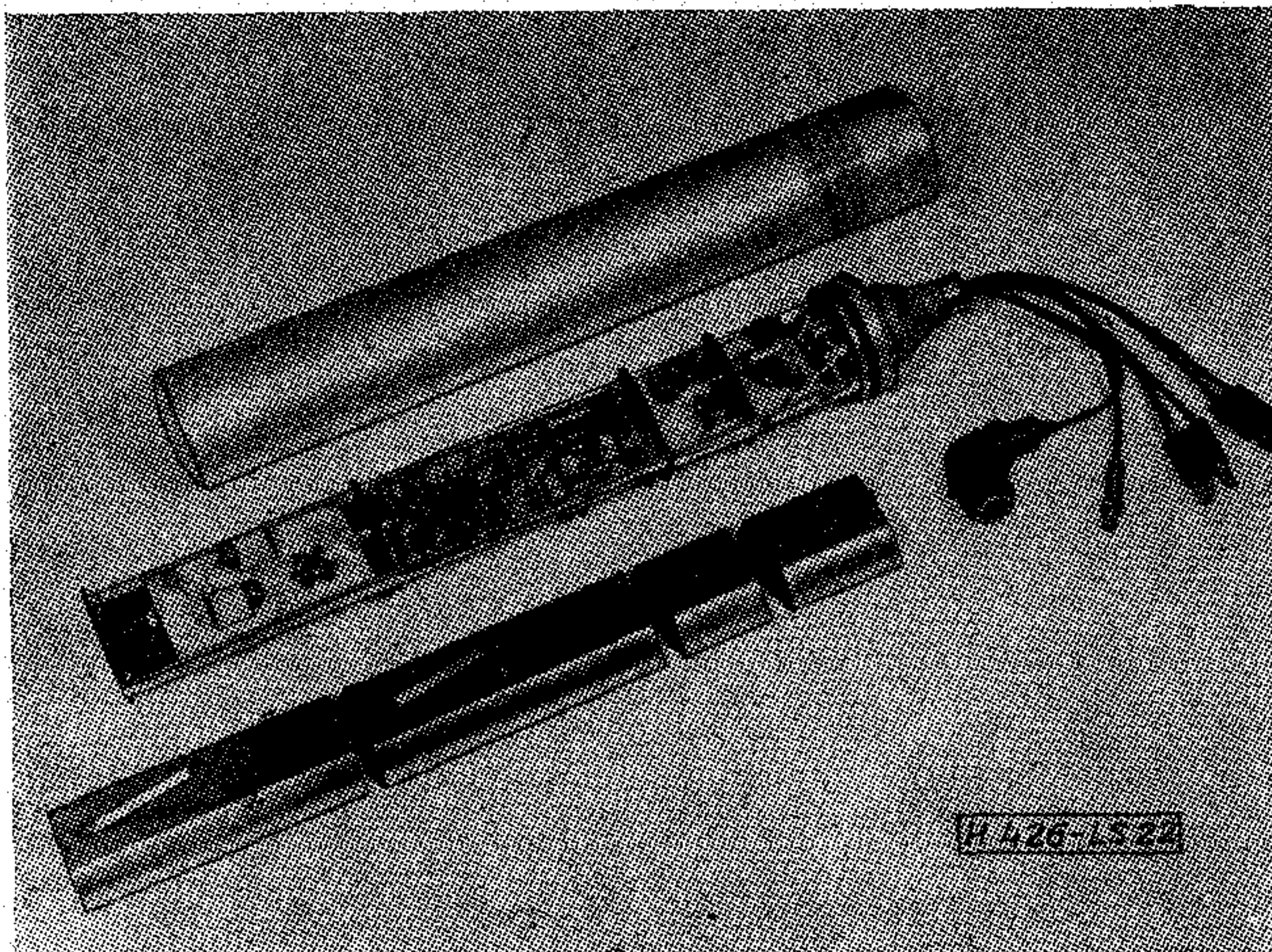


21. ábra. Vonalerősítő-tartály

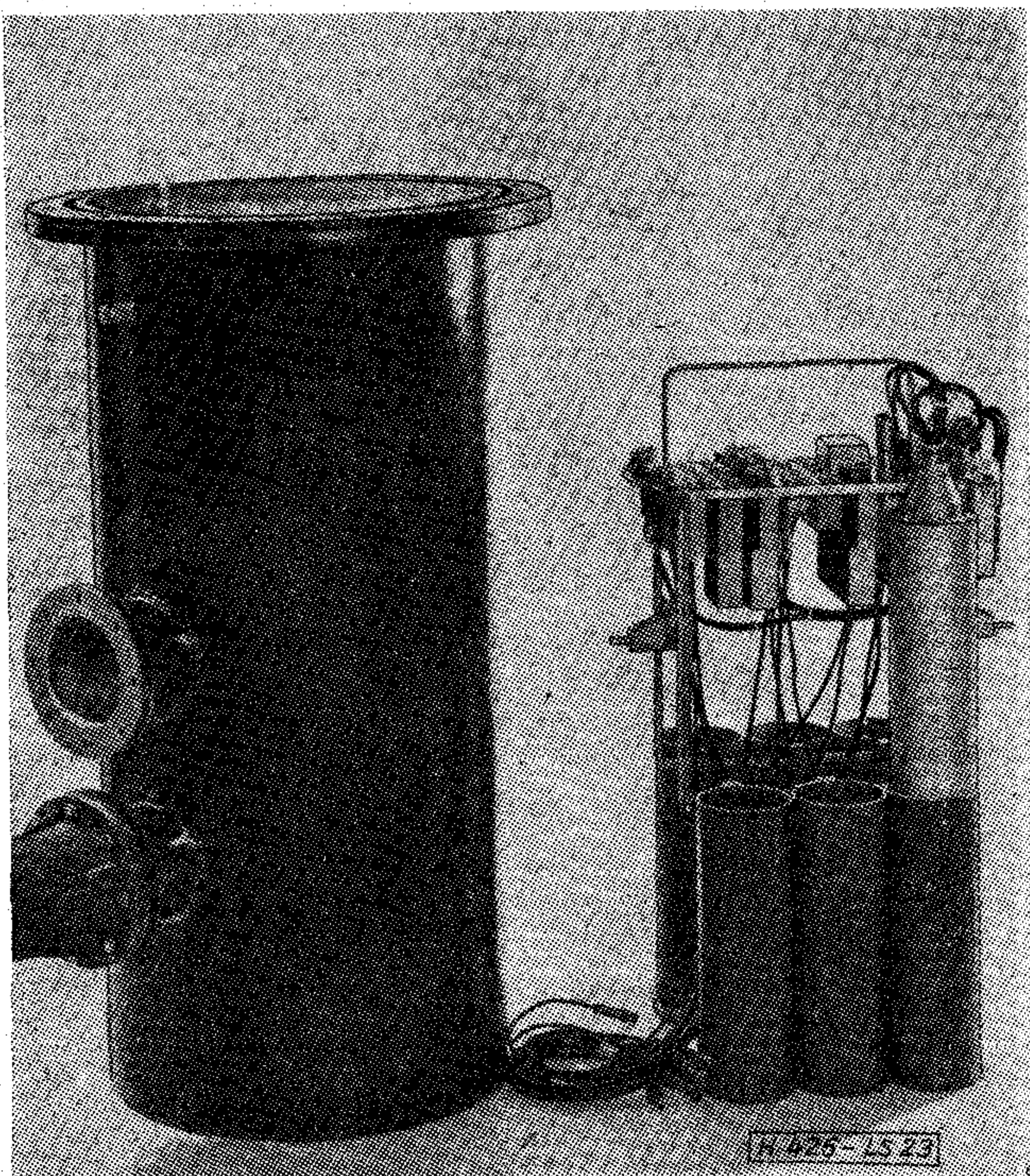
földbe áthatók a 21. ábrán látható módon. A tartályban három rendszerhez tartozó, tehát hat darab, 100 mm átmérőjű hengeres, hermetikusan zárt erősítőegység helyezhető be (22. ábra). Az erősítőket kivezető kábeleikkel egyszerűen bedugaszolással csatlakoztatjuk a tartály belsejében elhelyezett kezelőpanelra (23. ábra). Ezt a beépített kábelekkel kell — szintén dugaszolással — csatlakoztatni a tartály-



19. ábra. Keret-példák, a) (bal) KMKV-60/960 kombinált modem és vivőellátó keret (fentről: üres, MOB, PVB-84/411, BTB, üres, RMB-60/960, üres, TE tápegység), b) (jobb) ETK-960 keret (betöltését lásd a 20a ábrán)



22. ábra. Vonaerősítő-egység (fedelek és hengerpalást leemelve)



23. ábra. Vonaerősítő-tartály és belső szerkezete (kiemelve)

hoz erősítendő kábelfarok fejrészén levő koaxiális és szimmetrikus dugasz-pontokra. Az erősítő tartály felszerelése és üzembe helyezése tehát egyszerűen elvégezhető.

Az erősítő-hengereket minden elektromos beállítás nélkül kell behelyezni a kész és bekötött tartályba. Ezzel a fenntartási és bemérési munka válik igen egyszerűvé.

A konstrukció mindegyik rendszernél azonos, tehát a bevezetőben említett csatornaszám-bővítéskor az erősítő tartályok megmaradnak, csupán az erősítő egységek cseréje szükséges.

A 300- és 960-csatornás rendszernél ezenkívül az ETK-... keretben levő erősítő-hengerek is azonosak az NBK-... tartályban levőkkel, ami tovább növeli az egységességet. Az ETK-2700 keret erősítői E2 konstrukciójú betétekben nyertek elhelyezést, az

NBK-2700 tartály erősítői szintén hengeres kivitelűek.

A kábel gáznyomás alá helyezhető, és ez az erősítő tartályokon a két csatlakozó kábelszakasz között csövekkel átvezethető. A villámcsapástól származó és a beindukált túlfeszültség ellen többszörös védelem van beépítve a berendezésekbe.

A vonalszakasz összeállítási elvét a következők jellemzik.

a) 300- és 960-csatornás rendszerek vonalszakasza: a vég- és felügyeletes erősítő állomásokról max. 13 vonalerősítőt lehet egy hurokban távtáplálni az oda- és visszairányú koaxiális csőpár belső vezető erének felhasználásával földszimmetrikusan és így a tápszakasz max. hossza, egy középső holtszakasszal számolva, 27 erősítőmező, tehát a BK-300-nál 216 km, a BK-960-nál kis átmérőjű koaxiális kábelen 108 km, normál koaxiális kábelen 238 km;

a távfelügyelet az esetleg meghibásodott erősítő-állomásról a távtápláló állomásra irányonként egy-egy segédérpáron rövidzár ráadása által bejelzett távriasztásból és az ezután elvégzendő, hurokellenállásmérésen alapuló távhiba-behatárolásból áll, hatótávolsága 54 állomásra terjed ki;

a szabályozott vonalszakasz, vagyis az 1364, ill. 4287 kHz-es vonalpilótok által minden egyes erősítő állomáson vezérelt és erősítőként max.  $\pm 4$  dB szinttartományt átfogó automatikus szabályozólánc hossza megegyezik két tápszakasz hosszával. A BK-300/G változat esetében a szabályozott vonalszakasz maximális hossza három tápszakaszra is terjedhet (648 km), mert ekkora lehet a leghosszabb homogén vonalszakasz is (lásd a 2. ábrán).

b) 2700 csatornás rendszer vonalszakasza:

a vég- és felügyeletes középállomásokról max. 15 vonalerősítőt lehet távtáplálni (szintén a koaxiális csövek belső vezetőin át), így a tápszakasz max. hossza 31 erősítőmező, ami a kis átmérőjű koaxiális kábelen 62 km-nek, a normál koaxiális kábelen 140 km-nek felel meg;

a távfelügyelet az egyes erősítő állomásokra jellemző külön távriasztó frekvencia segítségével van megszervezve, amely a tartályokban elhelyezett oszcillátorok állítanak elő (a hasznos üzemi frekvenciasáv fölötti frekvenciák), a max. távfelügyeleti szakasz 125 erősítőpontot tartalmazhat;

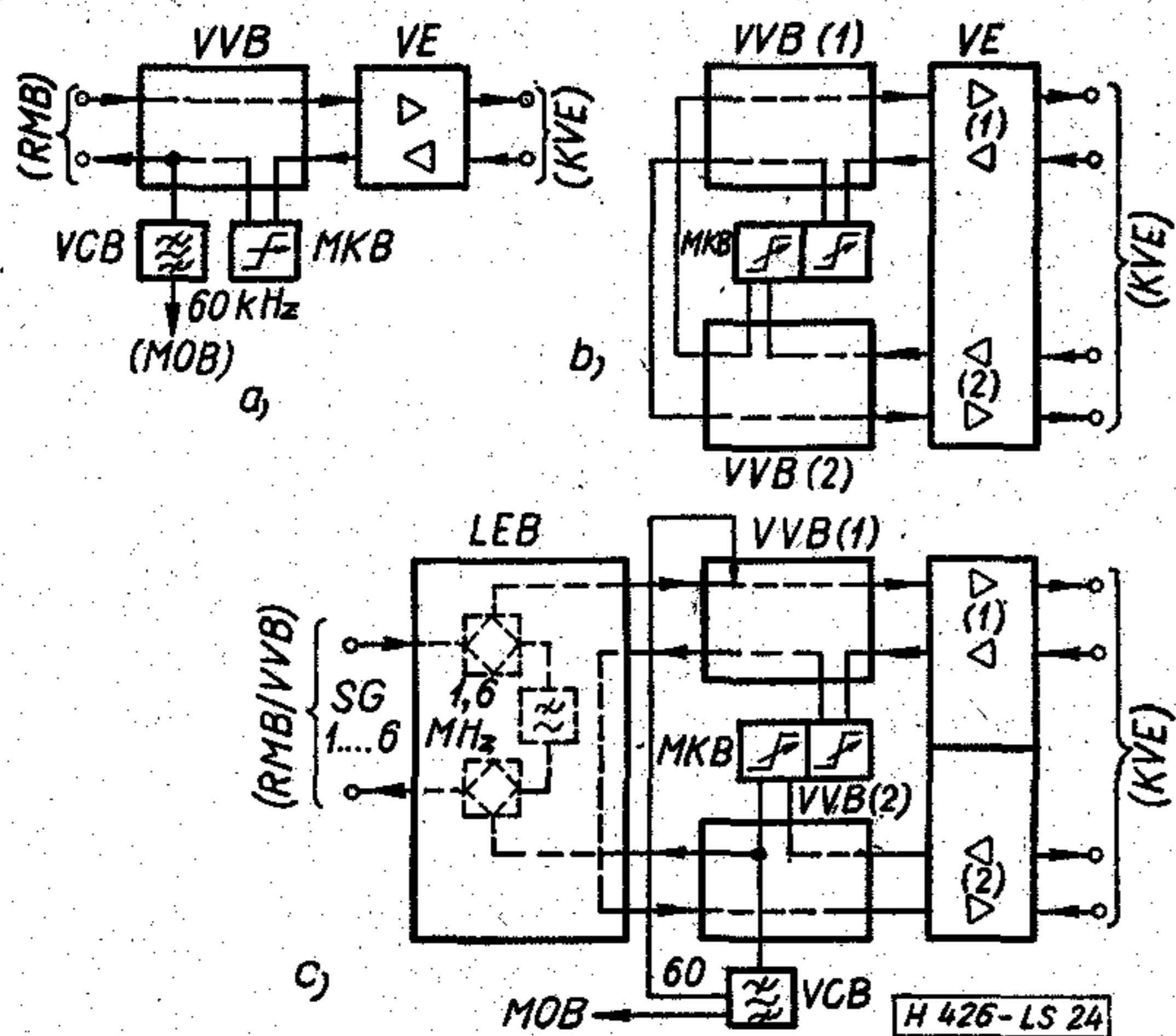
általában minden negyedik vonalerősítőben van  $\pm 4$  dB-es automatikus szintszabályzás (12 435 kHz-es vonali főpilótjel által vezérelve), a többi erősítő-állomás fix erősítésű;

a vég- és felügyeletes erősítőállomásokban — hosszabb összeköttetés esetén — még kisegítő vonalpilót (308 és 4287 kHz) is végezhet automatikus szintszabályzást (ennek beépítése tehát az adott vonaltervtől függően esetenként döntendő el).

#### Berendezéstípusok tartalma

A végállomásokon és a felügyeletes, távtápláló, valamint a leágazó közép-erősítő állomásokon ETK-300, -960 vagy -2700 típusú erősítő és távkiszolgáló keret állítandó fel.

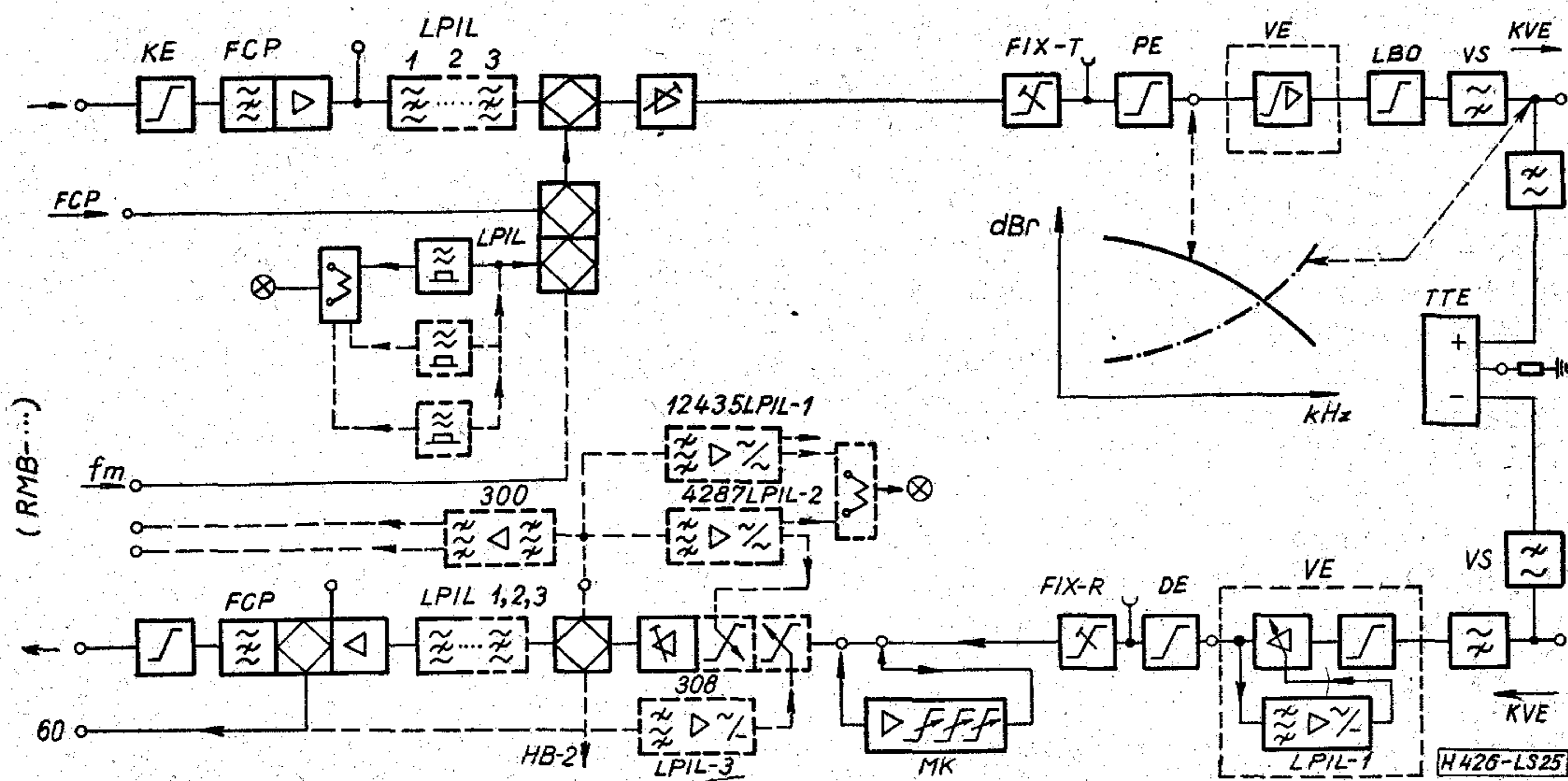
Az ETK-300 és -960 típusú keret tartalmának felhasználási elvét a 24. ábrán levő tömbvázlatok tüntetik fel (kivéve a távtáplálást és távfelügyeletet).



24. ábra. ETK keret alkalmazási módjai: a) végerősítő, b) középerősítő, c) leágazó-erősítő állomáson

vagy 308 kHz) kívülről a központi frekvencia ellátó berendezés (MOB), a vonalpilotokat pedig a VVB betétben elhelyezett kristályoscillátorok szolgáltatják. A 25. ábra egyszerűsített tömbvázlatán láthatók ezek az áramkörök (a szaggatott vonallal jelölt rész csak a 2700-csatornás rendszerben szerepel). Tovább haladva a betét adásirányán egy erősítő után eljutunk az adásirány fix kiegyenlítőjéhez (FIX-T) — amellyről később még lesz szó — és a preemfázis egységhez (PE). Az utóbbi a CCITT által ajánlott 10–12 dB-nyi preemfázis karakterisztikát valósítja meg, biztosítva ezzel a vonalszakasz jó paramétereit.

A vonalvégződő betét kimenetén olyan karakterisztika áll elő — a relatív jelszint változása a frekvencia függvényében —, mint amilyen egy erősítő előtti vonalszakasz végén észlelhető, tehát a kábelszakasz frekvenciával növekvő csillapítása és a preemfázis csökkenő csillapítása összegezéséeként keletkező görbe (a 26. ábrán folytonos vonallal kihúzott



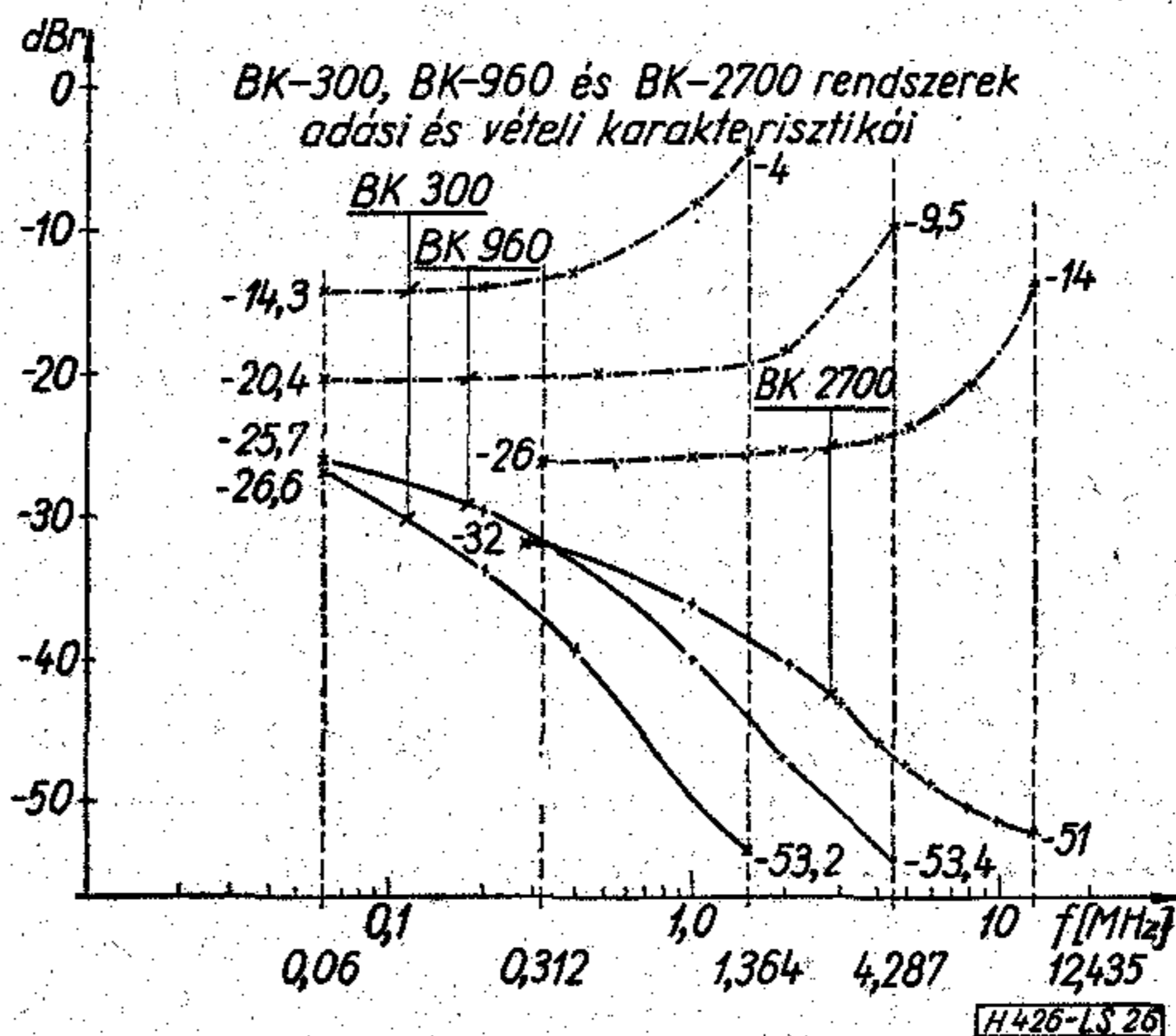
25. ábra. ETK keret egyszerűsített tömbvázlata (frekvenciák kHz-ben, jelöléseket lásd a szövegben)

A VVB vonalvégződő és VE vonalerősítő betétek képezik a jel útját adás- és vételirányban. Kiegészíti ezeket szükség esetén a VCB vonalcsatlakozó és az MKB manuális kiegyenlítő, továbbá a LEB leágazó betét. Végállomáson az a) ábra szerinti, középerősítő állomáson a b) ábra szerinti elrendezést alkalmazzuk. A c) ábra a leágazó állomás esetét tünteti fel. Az első — amiből két készlet fér el a keretben — összeköti a rendszermodem berendezést (RMB) a kábelvég-elzáró berendezéssel (KVE), a másodikban a két kábelirányt köti össze a keretben található két készlet, míg a harmadik változatban az erősítőállomásról (példaképpen) le van ágaztatva a 960-csatornás vonali spektrumból az első hat szekunder csoport (RMB- vagy továbbmenő kábelirány, tehát egy harmadik VVB berendezés felé).

A VVB vonalvégződő betét a végállomáson összeköti a rendszermodem berendezést a kábelvégződővel. A VVB betétben adásirányban történik a frekvencia-összehasonlító pilot (FCP), a vonalpilot vagy pilotok (LPIL 1, 2 és 3) beadása megfelelő elnyomó szűrők után. A frekvencia-összehasonlító pilotokat (300-csatornásnál 60 kHz, a 960-csatornásnál 60, vagy 308 kHz és a 2700-csatornásnál 300

görbék). Ez teszi lehetővé azt, hogy az adó vonalerősítő teljesen azonos lehessen a többi vonalerősítővel, vagyis tartalmazza a vonalkiegyenlítőt is.

A VE vonalerősítő a 26. ábrán (pont-vonás vonallal jelölt) látható adási karakterisztika szerint adja ki a jelet a VS tápszűrőn keresztül a kábelre. Az adó erősítő a 300- és 960-csatornás rendszerben szabály-



26. ábra Vonalerősítők adási és vételi karakterisztikái

zott, tehát azonos típusú a vételi ágban levő és a vonal szakasz felügyeletlen állomásain levő többi hengeres vonalerősítő egységgel. A 2700-csatornás rendszerben csak a vételi VE erősítő van pilot-szabályzással ellátva, az adóirányú erősítő állandó erősítésű.

A VVB-betét vételirányú részében találjuk a deemfázis (DE) és fix kiegyenlítő (FIX—R) egységeket. Ezt egy — csak a hosszú összeköttetéseknél felszerelendő — manuális korrektor (MK) követi, amivel szezonális utánállítást lehet végezni az átviteli karakterisztika kiegyenlítésére (az összeköttetés kiegyenlítési rendszerére még visszatérünk). A vételben ezután a különféle pilotjelek levételére és továbbhaladásuk megakadályozására (elnyomására) szolgáló egységek következnek. A 2700-csatornás rendszerben alkalmazott LPIL—2 és LPIL—3 segédvonal pilotok egy-egy hibridről leágaztatva pilotvevőkbe jutnak, és vezérlik a vételágban levő, természetesen szabályozható négy pólus-áramköröket. A frekvenciaösszehasonlító (FCP) pilot levétele is itt történik. A 300- és 960-csatornás rendszerben ezek szelektív vevője a VCB-vonalcsatlakozó betétben található, és azon keresztül vezethető el a MOB-betétben elhelyezett frekvencia-összelebegtető hibaindikáló műszerbe. A BK—2700 esetében ez a vevő is a VVB-betétben foglal helyet, és innen többfelé elvezethető elosztással juttatható rá a frekvencia-ellenőrző egységre.

A 2700-csatornás és a BK—300/G rendszerbe riasztó pilot-vevő is beépíthető (12 435, illetve 60 kHz frekvenciával).

A következőkben a vonalerősítőket mutatjuk be röviden (27. ábra). Ezek felépítése jó megközelítéssel egységes (csak az ETK—2700-ban van konstrukciós eltérés), lényegében túlfeszültség-védelmi eszközöket, tápleágaztató szűrőt, előkorrektort, szabályozott vagy (2700-asnál) szabályzatlan erősítőt, kábeltoldalék (LBO) egységet és táp-áramköri elemeket tartalmaznak. A 27. ábrán a már ismert adó-vevő szint-karakterisztikát és az előkorrektor után kapott karakterisztika menetét láthatjuk (közel egyenes).

Az összeköttetés megbízhatósága, mint ismeretes, főleg a kábeltől és a nagy számban beépített erősítőktől függ. Ezért mind a konstrukció kialakításában és az alkatrészek kiválasztásában, mind pedig a gyártási technológia és bevizsgálás problémáinak megoldásában a legnagyobb gondossággal jártunk el. Az erősítő egységek külön és együtt a tartályban hermetikus zárt térben vannak. A csatlakozó dugaszok kopásálló aranyozott érintkezőkkel készülnek. Maguk

az erősítő-fokozatok Si-NPN tranzisztorokkal épülnek fel.

Valamennyi erősítő be- és kimenete háromlépcsős védelemmel van ellátva a vonalról származó túlfeszültség ellen. Az első egy gyorsműködésű gázkisüléses cső, amelynek a feszültsége (alkalmazkodva a max. távtápláló feszültséghez) a szokásos kivitelben 750 V, terhelhetősége 2-3000 A. Második védelmi lépcsőként sönt dióda-lánc szolgál (ez 2,5—5 V közé limitálja a feszültséget), míg a harmadik védelmet az erősítők be- és kimeneti áramkörében levő tranzisztorok védelmét biztosító diódák nyújtják.

### Vonalszakasz szolgáltatások

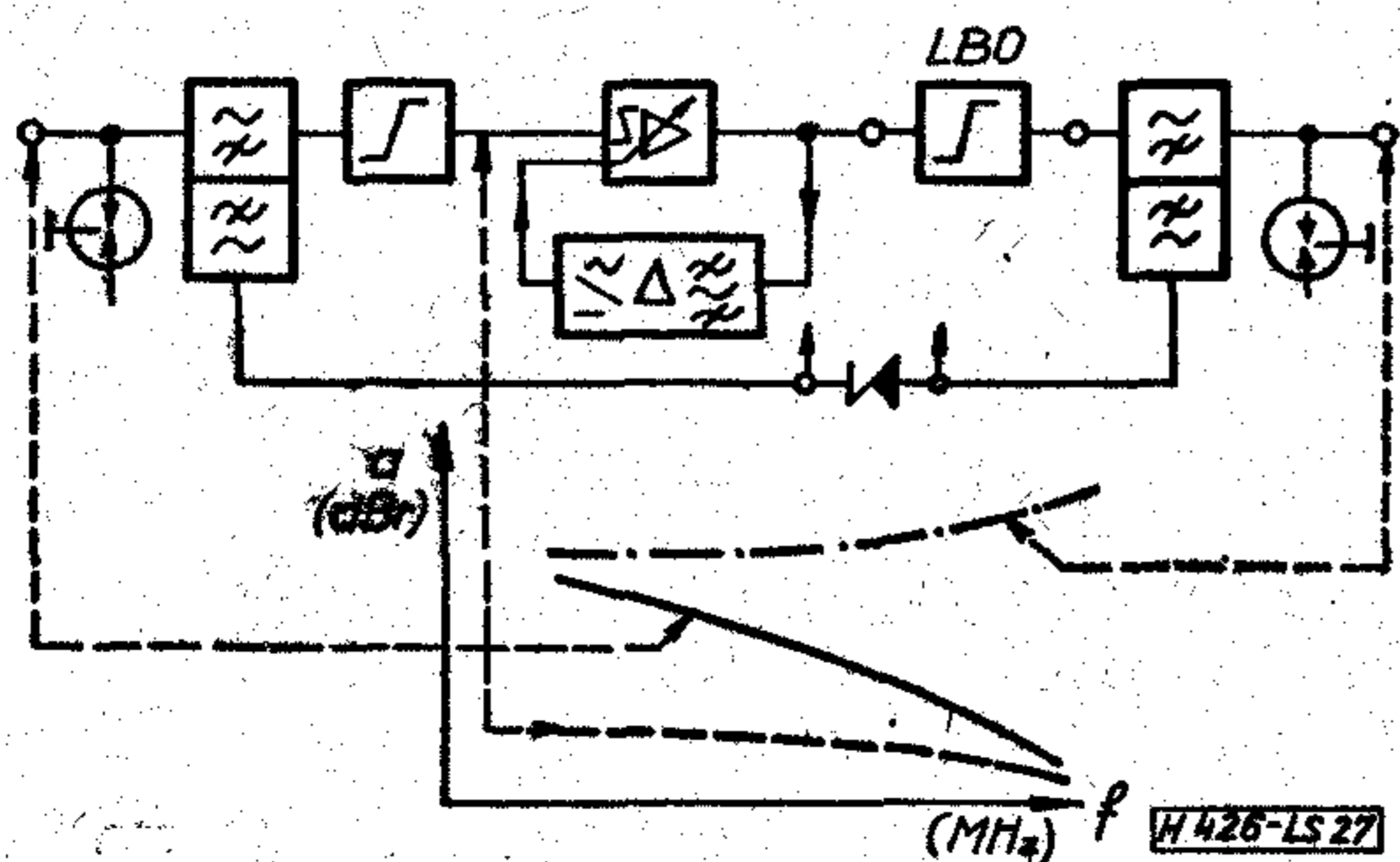
#### Kiegyenlítés

A kiegyenlítés az átviteltechnikai összeköttetés egyik fontos problémája. Rendszerünk egyszerűen beállítható és jó minőségű kiegyenlítést tesz lehetővé. Az átvitelben különféle okokból keletkező csillapítástorzítás kiegyenlítésére rendszerünkben több eszköz szolgál. A csillapítástorzítás egy része szisztematikus, (tehát erősítő-szakaszonként azonos jellegű és közel azonos nagyságú), más része rendszertelen, tehát helyenként változó, azaz eltérő a frekvencia függvényében és végül van a szintingadozásnak egy időben változó összetevője is, amelynek mértéke még frekvenciafüggő is. Az alkalmazott különféle kiegyenlítő áramkörök feladata tehát mindezen ismert lineáris torzítások minél tökéletesebb kiküszöbölése. A cél az átvitelben elérni és az időben tartani a teljes vonali spektrumban nem több, mint  $\pm 1$  dB nagyságú maradék hibát (egy homogén vonalszakaszban).

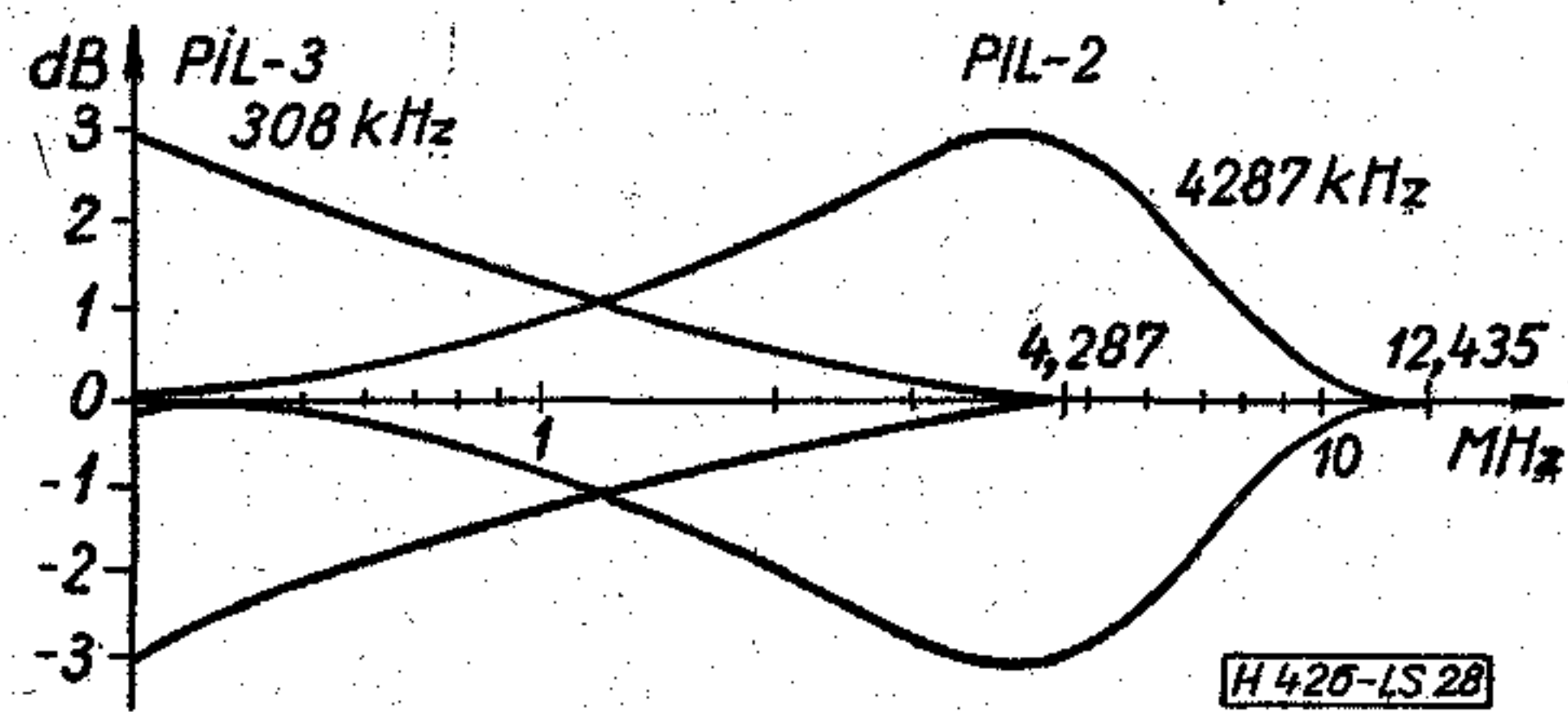
Az összeköttetésben az egyes erősítőszakaszok kábelcsillapítását a vonalerősítőben levő korrektorok egyenlítik ki (ezek az előkiegyenlítőből és az erősítő negatív visszacsatoló ágában levő áramkörből tevődnek össze). Ez a kiegyenlítés természetesen csak egy bizonyos pontosságú lehet, szisztematikus hiba marad vissza. Ennek a korrigálására vannak rendelkezésre az ETK-keretekben a vonalszakasz fix kiegyenlítői, amelyeket az üzembe helyezéskor kell beállítani. A beállítás alapja egy átviteli karakterisztika mérés, amely mérést és a beállítást az évi közepes talajhőmérséklet fennállásakor kell elvégezni, hogy az automatikus pilotszabályzó a fix kiegyenlítéskor gyakorlatilag középhelyzetükben legyenek. Ha a mért csillapítástorzítás nem haladja meg a 3 dB értéket, akkor elégséges a vételi irányban levő (a tömbvázlatban FIX—R jelölésű) korrektor használni. Az egységben alkalmazott négy másodfokú korrektor-tag egyes elemeit egyszerű számítással lehet meghatározni úgy, hogy az eredő átviteli karakterisztika maradék lineáris torzítása  $\pm 0,5$  dB-en belül legyen egy elméleti egyeneshez képest. Ha azonban a kezdeti hiba nagyobb 3 dB-nél, akkor az adóirányú (FIX—T) korrektor is használni kell, ez az eset azonban ritkán fordul elő.

Ily módon kiegyenlítve a vonalszakaszt, az időbeli csillapítás-változás kiegyenlítése jórészt az automatikus pilotszabályzás feladata.

A 300- és 960-csatornás rendszerek vonalszakasza egypilotos szabályzású (1364, ill. 4287 kHz) minden erősítőben. A 2700-csatornásban az egypilotos



27. ábra. Vonalerősítő elvi vázlata



28. ábra. BK—2700 rendszer segéd-vonalpilotjainak szabályozási karakterisztikái

(12 435 kHz) szabályzást általában elégséges csak minden negyedik erősítőben alkalmazni.

Valamennyi pilotvevővel ellátott vonalerősítő negatív visszacsatoló hálózatában egy közvetett fűtésű termisztor van, amely a  $\pm 4$  dB-es szabályozási tartományt biztosítja. Ebből kb.  $\pm 1$  dB (a 2700-csatornánál valamivel több) esik a kábelhőmérséklet-változából származó csillapítás-változás kiegyenlítésére, míg a fennmaradó rész fedezi a kábel gyártási toleranciájából és időbeli öregedéséből, valamint az erősítőállomás földrajzi helyének meghatározásakor az erősítészakasz-hosszának a névleges értéktől való esetleges kényszerű eltéréseiből adódó csillapítás-eltérést. Az utóbbi hosszeltérés maximálisan az 1. táblázatban megadott nagyságú lehet, nagyobb negatív eltérés kábeltoldalék beiktatásával kompenzálható.

A 2700-csatornás vonalszakasza hárompilotos szabályozású, tehát az említett főpiloton kívül még két segédpilot is felhasználható a vég- és felügyeleti erősítő állomásokon szabályozás céljára.

Ezen segédpilotok (LPIL—2 és LPIL—3) szabályozási karakterisztikáját a 28. ábra mutatja. A három pilotos szabályzást azonban csak hosszabb vonalszakaszok esetében érdemes teljesen kihasználni.

Az automatikus kiegyenlítés pontossága  $\pm 0,3$  dB, de fennmarad egy kiegyenlítetlenség, átlagosan 0,12 dB állomásonként, amely rendszertelen jellegű a frekvencia függvényében és kvázi szinuszos menettel változik egy-egy frekvencián az idő függvényében (egy éves periodicitással az évszakváltozást követve).

Az ilyen maradékhiba nagysága az adott kábeltől, a klímakörülményektől, a vonalszakasz kiépítési technológiájától stb. függ. Általában csak hosszabb (150 km feletti) vonalszakasz esetén kell erre külön gondot fordítani pl. ha túllépi az 1 dB-t a 300- és 900-csatornánál, illetve a 1,5 dB-t a 2700-csatornánál. Ekkor az ábrákon MK-val jelölt manuális korrektort kell alkalmazni az ETK-berendezésben vételi irányban. Ez egy többtagú kiegyenlítő lánc. Tagjaival különböző frekvenciákon fokozat-kapcsolók segítségével állítható mértékű (max. 3,5 dB-es) kiemelés vagy elnyomás hozható létre. Az egyes tagok jellemző frekvenciái kb. azonos relatív távolságban vannak egymástól, karakterisztikáik pedig egymást átfedik és igen finom beállítást tesznek lehetővé. A beállítás üzem közben is elvégezhető a jellemző mérőfrekvenciák (amelyek csatornacsoportok közé, üres sávba esnek) segítségével (25. ábra tömbvázlaton  $f_m$ ). Az MK kiegyenlítő beállítási gyakorisága az évszak szerinti változások mértékétől függ.

A BK—300/G rendszerben, a nagyobb vonalszakasz-hossz miatt még kiegészítő manuális korrektort is alkalmazunk (MKT) a hőmérsékletfüggő eltérés-

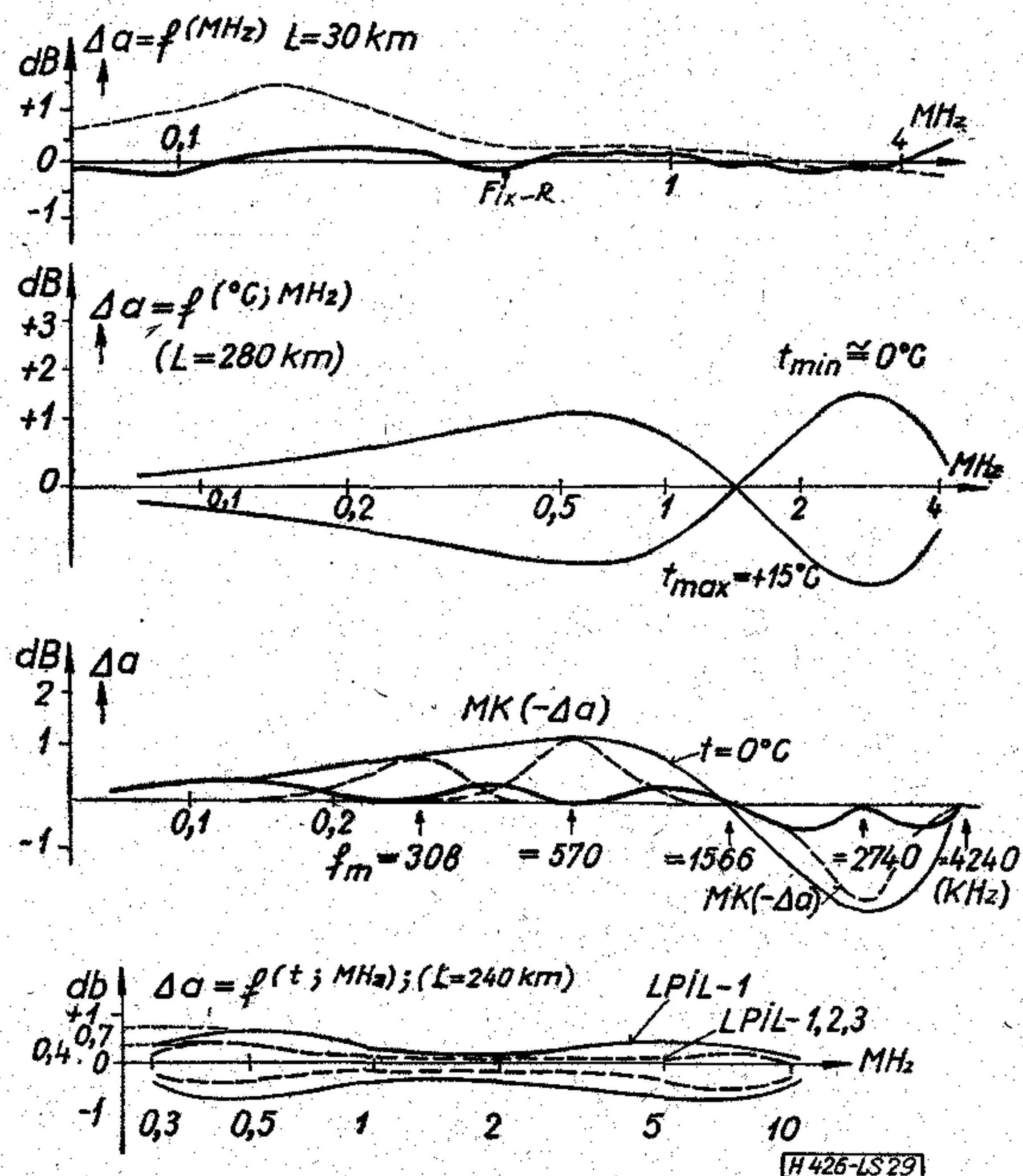
nek felügyeleti vonalszakaszonkénti, durvább utánállítására (egybekötve ezt a funkciót egy figyelő segédpilot által kiváltott alarmjelzéssel is, ami tulajdonképpen arra figyelmezteti a fenntartó személyzetet, hogy szezonális utánállításra van szükség, mert a szinteltérés túllépte a kb. 1 dB-es küszöböt). A 29. ábrán példákkal illusztráljuk a kiegyenlítésről közöltek.

### Vonali leágazás

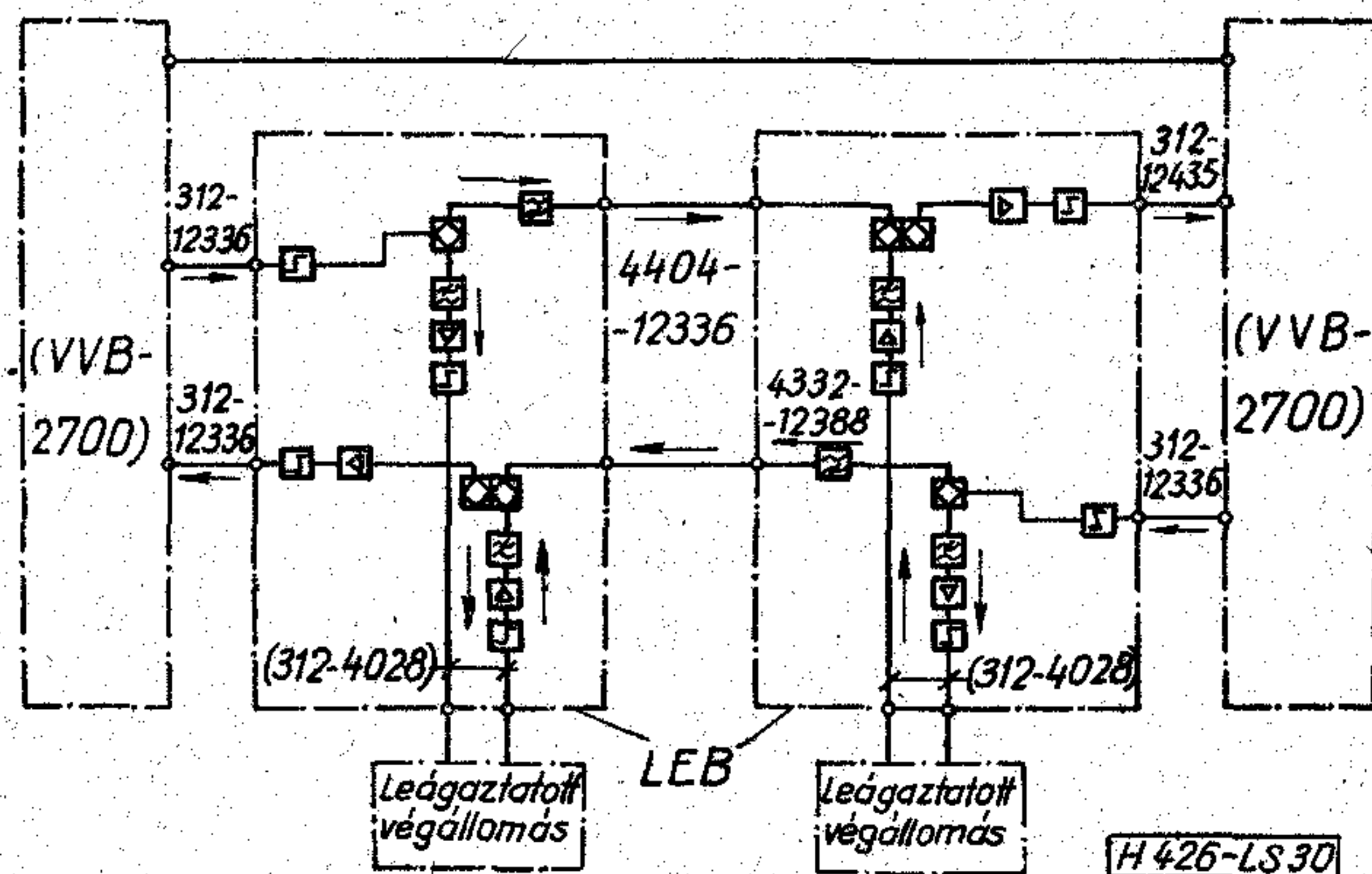
Koaxiális kábeles rendszereknél a gerincvonal nagy csatorna-kapacitása folytán különösen jelentős szerepet kap a vonali spektrumból történő közvetlen leágaztatás.

A kifejlesztett leágazó betétekkel (LEB) számos leágazási változat valósítható meg:

- veszteséges leágazás egyik vagy mindkét végállomás irányából, amikor a betét szűrőt nem tartalmaz, és a leágaztatott frekvenciasáv a vonalszakasz további részén nem vehető igénybe
- veszteségmentes leágazás egyik vagy mindkét végállomás irányából (pl. a 30. ábrán), amikor



29. ábra. Kiegyenlítési példák: a) fix kiegyenlítés, b) hőmérséklettől függő kiegyenlítési hiba, c) manuális (évszaki) kiegyenlítés, d) egy- és hárompilotos kiegyenlítés hatása az időbeli stabilitásra



30. ábra. LEB betétek alkalmazási példája (első hiper csoport kétoldali leágaztatása 2700-csatornás rendszerben)

is a betét megfelelő szűrőt tartalmaz, és a leágaztatott frekvenciasáv a vonalszakasz további részén ismét igénybe vehető.

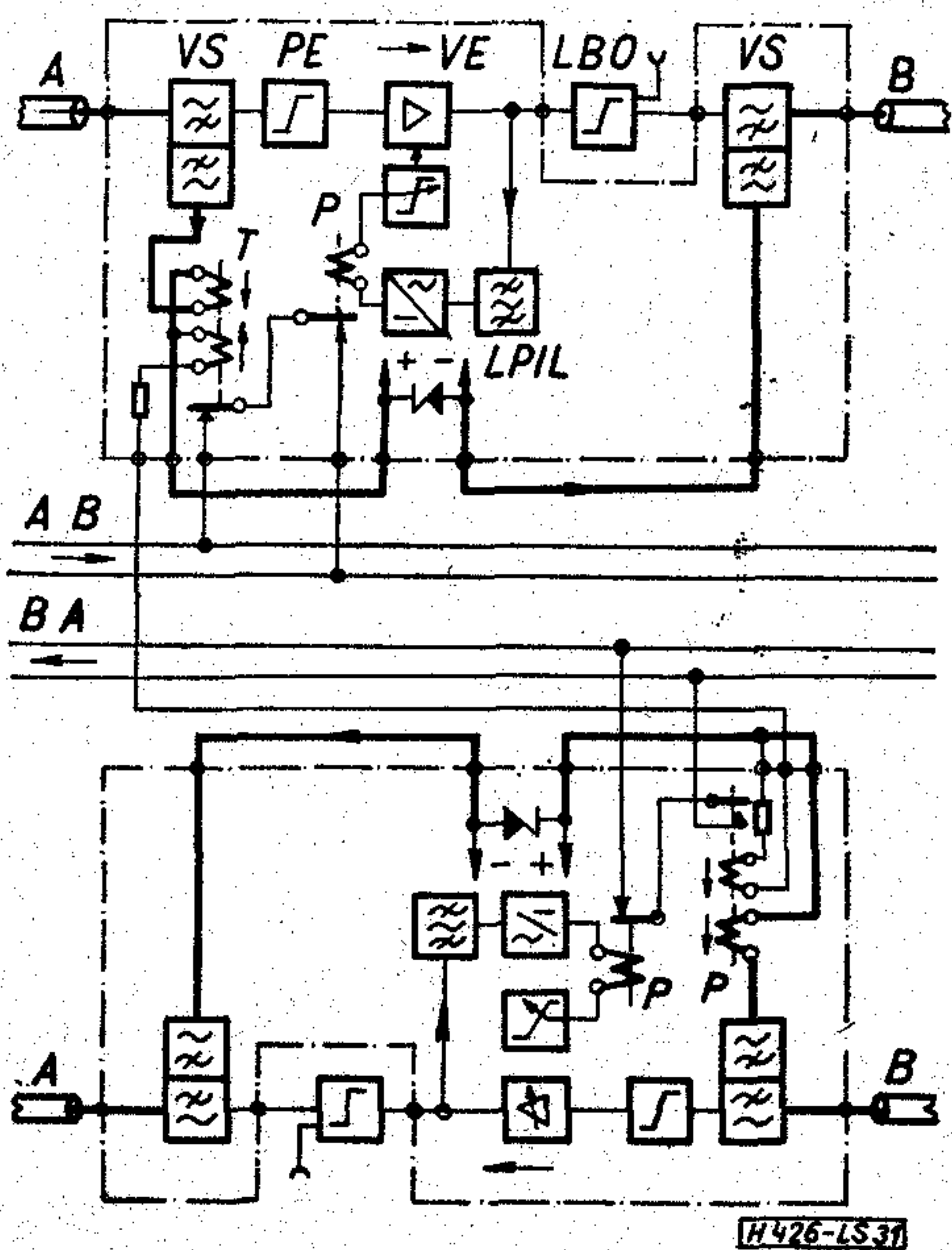
A LEB betét-típusokban alkalmazható szűrők az alábbi frekvenciasávok leágaztatását teszik lehetővé:

- a 60–108 kHz sáv, azaz G5 az SG1-ből (hat csatorna elnyomásával a G4 csoportban), amit omnibusz-leágaztatásként a BK–300/G típusú vonalszakaszban alkalmazunk;
- a 60–552 kHz sáv, azaz SG1 és 2. a 300- vagy 960-csatornás, ill. SG2 a 2700-csatornás rendszerből;
- a 60–1564 kHz sáv, azaz SG1–6, a 960-csatornás, ill. SG2–6 a 2700-csatornás rendszerből;
- a 312–4028 kHz sáv, vagyis az első hipercsoport a 2700-csatornás rendszerből (ld. 30. ábrát);
- a 8620–12 366 kHz sáv, vagyis a harmadik hipercsoport a 2700-csatornás rendszerből.

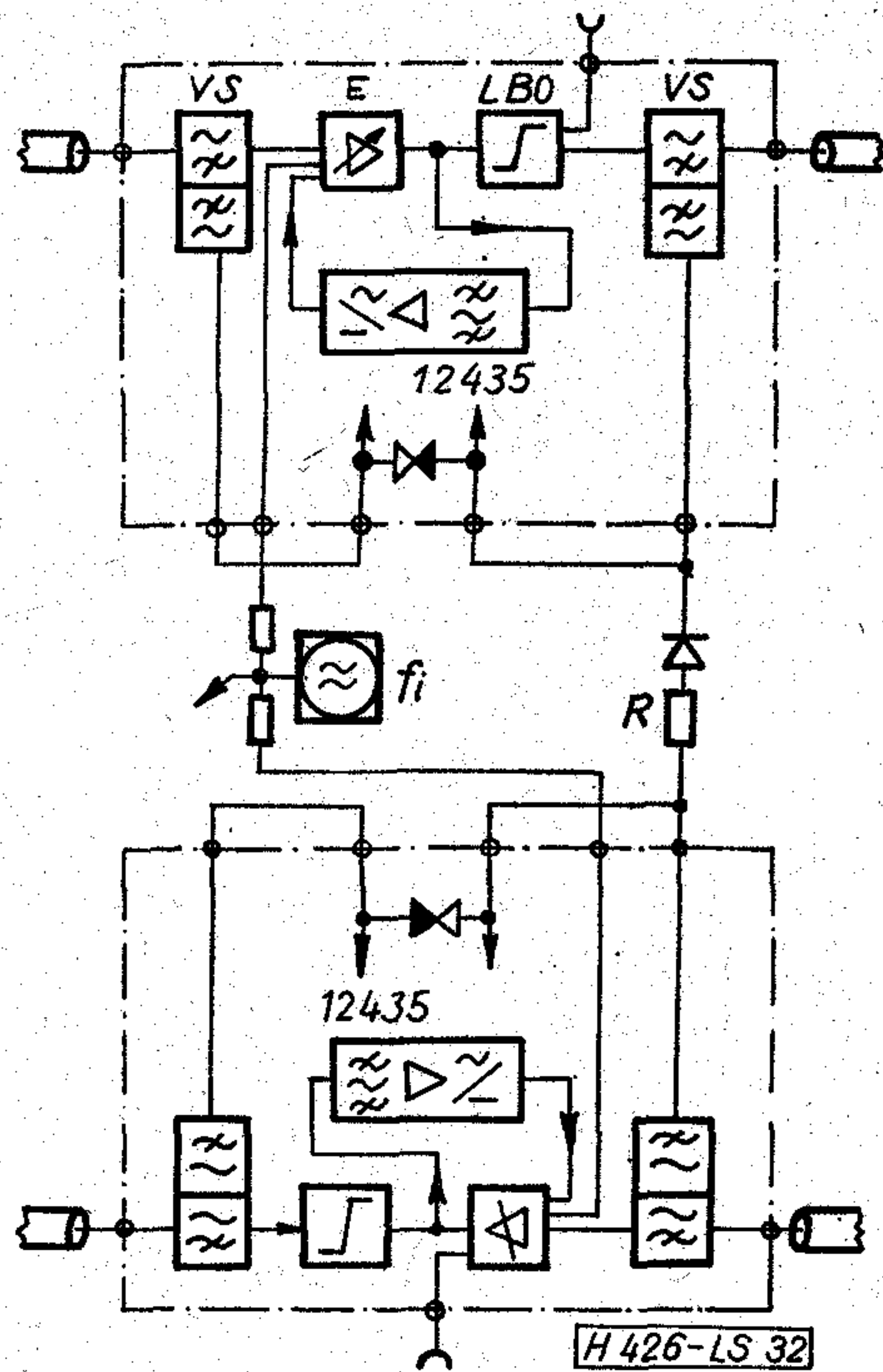
Mivel a frekvenciaösszehasonlító pilot rendszerint a vonali frekvenciasáv alsó szélén helyezkedik el, és a leágazó betét szűrője azt elnyomja, az átugratáshoz szükséges szerelvényeket is kell alkalmazni az ETK-keretben (ld. 24. ábrán a VCB-egységet).

**Távtáplálás és távkiszolgálás rendszere.**

A távtáplálás mindhárom rendszerben egyforma: koaxiális érpárok belső vezetőin át történik 75 mA, illetve a 2700-csatornásnál 120 mA egyenárammal. A tápáram beadásánál a feszültségforrás középpontja nagy ellenálláson át földelve van. Az egyes távtáplált állomásokon a VS tápszűrőkből és a feszültségstabilizáló diódából álló tápáramkör vonalvezetése a 31. és 32. ábrákon követhető. Ezek az ábrák a 300/960- illetve a 2700-csatornás erősítőállomás egyszerűsített rajzát mutatják be. Feltüntettük rajtuk a „távhiba-behatárolás” alkalmazott elveinek megfelelő főbb áramköri részleteket is.



31. ábra. NBK–300 és –960 típusú erősítőállomások egyszerűsített tömbvázlata



32. ábra. NBK–2700 típusú erősítőállomás egyszerűsített tömbvázlata

A 300/960-csatornás rendszereknél irányonként egy-egy egyszerű segédpár van a kábelben, amelyeket a rajzon feltüntetett két segédjelfogó (*P*-pilot, *T*-tápjelfogó) együttesen képes csak rövidre zárni. Ez csak pilotkimaradáskor vagy tápáramzavar esetén következhet be. Utóbbit a *T* jelfogó wattmérő-tekercs kapcsolása úgy indikálja, hogy ha pl. az illető állomás utáni kábel folytonossága szűnne meg, akkor csak az áramtekercs nem kap gerjesztést, míg a feszültségtekercs gerjesztve marad; hasonlóképp szétválasztható információt képesek nyújtani az állomáson levő jelfogók a többi lehetséges tápáramköri zavarról is.

A pilotjel és a tápáram fenti elvű figyelésére kialakított rövidzáró kapcsolás lehetővé teszi a meghibásodott erősítő helyének a távbehatárolását és pedig az említett segédpárokon a felügyelő állomáson az ETK keretbe beépített mérőhíddal (HB-betét) végzett hurokellenállás-méréssel.

A 2700-csatornás erősítőknél — nem lévén minden állomáson pilotvevő — hibahelybehatároló oszcillátorokat alkalmazunk az előbbi jelfogók helyett (32. ábra). Az oszcillátor  $f_i$  frekvenciája jellemző az állomás helyére (sorszámára). A frekvenciák a hasznos átviteli sáv fölött helyezkednek el 5 kHz-es lépésekben 12,45–12,85 MHz között. Az ellenőrző vég- vagy középállomáson egy, a szervízbetétben (SB) az ETK keretben levő szelektív vevőműszer segítségével egyenként meg lehet mérni az NBK-állomásokról beérkező fenti frekvenciájú jelek szintjét és ennek alapján meg lehet állapítani a meghibásodott erősítőállomás helyét. Ha tápáramköri hiba helyét kell felderíteni, akkor erre az erősítőállomásokon beépített ellenállás-dióda kapcsolás nyújt lehetőséget (*R* a 32. ábrán), és pedig a táphurok ellenállásának a megmérése révén egy, a távtáplálással ellentétes polaritású segéd-táp-feszültség bekapcsolása után.



A távkiszolgálást hangfrekvenciás, végerősített szolgálati csatorna egészíti ki, amely a kábelben levőkülön érnégyesen üzemeltethető a felügyelő-állomások közt. A távtáplált, távfelügyelt erősítőállomásokon hordozható távbeszélő-készülékkel lehet rácsatlakozni (a tartályfedél felnyitása után) a szolgálati összeköttetésre.

## IRODALOM

- [1] Lajkó S.—Gál I.: „VK—12” 12-csatornás távbeszélő berendezések terheletlen szimmetrikus kábelekre. Híradástechnika, V. évf. 1974. 11/12. sz.
- [2] Baján T.: Vívóáramú távbeszélő- és távíró-berendezések új konstrukciós rendszere. Híradástechnika, VIII. évf. 1957. 6. sz.
- [3] Gál I.: Vívóáramú berendezések fejlődésének új iránya. Híradástechnika, IX. évf. 1958. 2/3. sz.
- [4] Lajkó S.: Sokcsatornás vívóáramú távbeszélő-gyártmány-család. Híradástechnika, IX. évf. 1958. 2/3. sz.

- [5] Lajkó S.: Háromcsatornás, légvezetékes vívóáramú távbeszélő-rendszer. Híradástechnika, X. évf. 1959. 1. sz.
- [6] Lajkó S.: BO—12 típusú, 12 csatornás, légvezetékes vívóáramú távbeszélő-berendezés. Híradástechnika, XI. évf. 1960. 4. sz.
- [7] Lajkó S.: 60/120 csatornás szimmetrikus kábeles vívóáramú távbeszélő-rendszer. Híradástechnika, XI. évf. 1968. 8. sz.
- [8] Lajkó S.: BK—24 típusú, 24 csatornás kábeles vívóáramú távbeszélő-berendezések. BHG Műszaki Közlemények, 1961. 1. sz.
- [9] Lajkó S.—Szalay T.: Tájékoztató a BK—300 és BK—960 berendezésekről. BHG Műszaki Közlemények, 1969. 3. sz.
- [10] Lajkó S.: Átviteltechnikai gyártmány-család és konstrukciója. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közleményei, XXVI. k. (1960.) 1—4. sz.
- [11] Fövenyessy A.: ETK—900 típusú erősítő és távkiszolgáló berendezés. BHG—TRT—ORION Műsz. Közl. 1972. 4. sz.
- [12] Matusik F.: Pilotszabályzás. BHG—TRT—ORION Műsz. Közl. 1972. 1. sz.

## SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL\*

A kínai lézertechnikával kapcsolatban a korábbinál világosabb képet adott az USA 10 kutató fizikusból álló küldöttségének beszámolója. A beszámoló szerint a Kínában talált technológiai színvonal mintegy 3—10 évvel van az USA műszaki színvonala mögött, a vizsgált témától és a meglátogatott intézettől függően. Tekintetbe véve azt, hogy Kínában a lézerekkel kapcsolatos munkát csak 1971-ben kezdték meg, a fejlődés figyelmet keltsen gyors. Valószínű, hogy öt-tíz év múlva a helyzet egészen más lesz. Az USA-ban, Európában és Japánban intenzíven kutatott témák közül például úgy tűnik, kevésbé foglalkoznak a lézerspektroszkópiával, infravörös technológiával, száloptikával és integrált optikával. Mao Ce Tung elvei szerint a lézerprogramot is külső segítség nélkül igyekeznek keresztülvinni. A kutatók korlátozott segédeszközök birtokában a nyugati irodalom alapján igyekeznek olyan készülékeket létrehozni, amelyeket előzőleg soha nem láttak.

Az egyik legfejlettebb intézet a Sanghajban levő Optikai és Finommechanikai Intézet. Az intézet például képes jó minőségű neodimium kristályok készítésére. Láttak a kínaiaknál nehezen gyártható félvezető lézereket, amelyek szobahőmérsékleten két milliwatt sugárzására képesek, élettartamuk mintegy 1000 óra.

A hélium-neon lézerek elterjedtek, azonban az argon-ion lézereket nemigen lehet látni, és azok kisülési csőélettartama alacsony. (*Laser Report*, No. 1. 12. k. 1976. jan. [157])

\*

Az ITT franciaországi leányvállalata az LCT, egy új telefon kapcsolófeldolgozót fejlesztett ki. A 3202 típusjelölésű berendezést 5000...50 000 vonal kezelésére tervezték, a berendezés hierarchikus félvezető memóriákra épül. Az új berendezés kidolgozására azért volt szükség, mert a Francia Posta olyan számítógépet igényelt, amely képes óránként 240 000 hívás, mint csúcsforgalom ellátására is, míg az LCT meglévő 3200 típusú processzora erre a teljesítményre már nem volt képes. Az új berendezés a régi gépnél lényegesen jobb mutatókkal rendelkezik, mintegy harmadrésnyi teret vesz csak igénybe, ötödrész annyi energiát használ, négyszer olyan megbízható lesz, mint elődje, ugyanakkor soft-ware szempontjából azzal kompatibilis. (*Computer Weekly Int.*, No. 59. 1976. jan. [158])

\*

Az Intel nagysebességű bipoláris Schottky-diódákat használ fel 1 a 8-ból dekódolóként. Ezek a diódák hagyományos áram-

körökben is felhasználhatók, de csatlakoztathatók a mikroprocesszorokhoz is. Három független bemenetes változata 1 a 24-ből kiválasztást tesz lehetővé a sebesség lényeges csökkenése nélkül. A további kiválasztásnövelés inverterek felhasználásával lehetséges és még így is mintegy 20 ns marad a késleltetési idő. Felhasználása mikroprocesszorok I/O egységeiben lehetővé teszi pl. hogy 3 db 8205-ös csatlakoztatható legyen a 8080-as mikroprocesszor 4 alacsony című részéből 3-hoz. A kiválasztási lehetőségek 1 K-s ROM vagy RAM területek címzéseit teszi lehetővé. (*Electronics Weekly*, 796—797 sz. 1975. dec. [159])

\*

A CDC, Exxon és a Sprague Electric cégek által létrehozott vállalat, a Microbit (Lexington Massachusetts), valószínűleg a következő három éven belül kibocsátja az első trillió bit read write memória modulját, amely elektronsugárcső elve alapján működik. A cég már gyártja az ilyen elven működő „Ebam” memóriaegységeit, amelyek teljesítőképessége 128K bit. A rendszer gyártásában a következő lépés négy megabyte teljesítőképességű csövek előállítására lesz, amelyeket már júniusban szállítanak.

Várható, hogy a trillió bit memóriájú készülékek (egymillió millió) hamarabb is piacra kerülnek, ugyanis egy meg nem nevezett cég, amely központi memóriaegységeket gyárt, az IBM közvetlen versenytársa, 30 hónapon belül rendelni kíván ilyen készülékekből. A tájékoztatás szerint a trillió bites egység, amelynek típusjele 950, mindössze 5 × 2 láb méretű lesz, költsége bitenként nem lesz több, mint a cserélhető tárcsatárolóé. Az új készülékkel valószínűleg teljesen kiszorítják a mágneslemez központi memóriaegységeket. (*Computer Weekly*, 1975. dec. 18—25. [160])

\*

A National Semiconductor cég olyan hőmérséklet-stabilizált monolitikus IC-t fejlesztett ki, amely, mint referencia-feszültség hússzor jobb a szokásos Zener-diódáknál. Az LM199 típusú precíziós referenciafeszültség (6,9 V) rendkívül érzéketlen a hőingadozásokra, kiváló az időbeni stabilitása és igen kicsiny a saját zaja (pl. hosszú idejű stabilitása jobb 0,002%-nál). Az LM199 rendkívül alacsony dinamikus impedanciája azt eredményezi, hogy pl. 1 mA-es üzemi áram esetén az áram változása 5 mikrovolt feszültségváltozást okoz.

Az LM 199-es — 55 és +125°C, az LM299-es — 25 és + 88 °C, az LM399-es pedig 0 és + 70 °C között üzemeltethető (*Electronics Weekly*, 796—797. sz. 1975. dec. [161])

\*Válogatás a KGM—TMTI gyorstájékoztatójából.

## A mintavételező (digitális) szűrők osztályozása

ETO 621.372.54.037.37

Jelen cikk egy sorozat többi cikkéhez hasonlóan a tág értelemben vett digitális szűrés, a mintavételező szűrés problémakörének áttekintését tűzte ki célul, és mint a sorozat első tagja a mintavételező szűrők alapfogalmaival, különböző szempontok szerinti osztályozásával foglalkozik. A témakör mind intenzívebbé váló hazai feldolgozása, fejlesztése egységes elnevezések, definíciók kialakítását, az eddig használt fogalmak pontosítását kívánja meg. E téren szeretnénk javaslatokat tenni.

Bár a mintavételezésen alapuló szűrés elve már évtizedek óta ismeretes, a mintavételező szűrők elmélete csak az elmúlt két évtized során fejlődött ki és szélesebb körű alkalmazásra csak most számíthat. Elterjedésüket a megfelelő technológia hiánya korlátozta: digitális szűrők realizálására hosszú időn át csak általános célú számítógép segítségével, megfelelő program készítésével kerülhetett sor. Az integrált áramköri technika, elsősorban az LSI technika területén elért eredmények azonban ma már lehetővé teszik olyan speciális célú hardware digitális szűrők építését, amelyek alkalmasak analóg szűrési feladatok gazdaságos ellátására.

A digitális szűrőknek az analóg szűrőkkel szemben, mind elméleti, mind gyakorlati szempontból számos előnyös tulajdonságuk van.

1. *Illeszkedés a digitális környezethez.* A digitális áramkörök és hálózatok általános elterjedése a szűrési feladatok ugyancsak digitális úton történő megoldását teszi célszerűvé. Digitális környezetben, digitális berendezésekben analóg szűrők alkalmazása a szükséges konverziók miatt gazdaságtalan.

2. *Méretcsökkenés.* A hagyományos szűrő áramkörök méretei a régi technikával tovább nem csökkenthetők, az integrált technika eredményes alkalmazása pedig az induktivitások és nagy értékű kapacitások kiváltását követeli meg. A digitális szűrők alkotó elemei (léptető regiszterek, összeadó és szorzó áramkörök) igen jól integrálhatók, jól illeszkednek az LSI technikához.

3. *Kevesebb megkötés a tervezésben.* A mintavételező szűrőknek a hagyományos szűrőktől merőben eltérő struktúrájuk és ebből fakadóan eltérő tulajdonságaik vannak, amelyek számos olyan szűrőkarakterisztika előírását is megengedette teszik, amelyek véges sok elemből álló hagyományos áramkörökkel egyáltalán nem realizálhatók. Ilyen például a lineáris fázismenetű szűrő.

4. *Alaptagok összekapcsolása.* A másodfokú digitális szűrő alaptagok összekapcsolására nincsen különösebb megkötés, így kis számú szabványos típusal tetszőleges karakterisztika megvalósítható.

5. *Változtatható paraméterek.* A digitális szűrő karakterisztikáját meghatározó paraméterek a szűrő felépítésénél fogva rugalmasan, könnyen változtathatók. Így a szűrő karakterisztikája előre programozható, vagy a követelményeknek megfelelően adaptíven változtatható (kiegyenlítés).

6. *Hangolhatóság.* A szűrő karakterisztikája a frekvenciatengely mentén a mintavételi frekvencia változtatásával lineárisan nyújtható, ill. zsugorítható.

7. *Nagy pontosság és stabilitás.* A digitális szűrő-karakterisztikák toleranciája széles frekvenciasávban jól kézben tartható, szigorú követelmények teljesíthetők. A stabilitást alapvetően a mintavételi frekvencia hőmérsékletfüggése, a pontosságot a kvantálási, kerekítési hibák szabják meg.

8. *Kis frekvenciás működés.* Az analóg szűrőáramkörökkel szemben a digitális szűrőkkel igen kis frekvenciás (0,1 Hz-nél kisebb) működés megvalósítható, a mintavételi frekvencia hangolásával.

9. *Többszörös kihasználás.* A mintavételező szűrők jellegzetes struktúrája lehetővé teszi ugyanazon szűrő többszörös kihasználását, időosztásos technikával különböző jelfeldolgozási feladatok egyidejű ellátását. A többszörös kihasználás közvetetten a méretek csökkenését jelenti.

10. *Többdimenziós jelek feldolgozása.* A két be- és két kimenetű ún. kétdimenziós digitális szűrők a kétdimenziós jelek (pl. kép) flexibilis, pontos feldolgozását teszik lehetővé.

A digitális szűrők alkalmazása az analóg szűrőkkel szemben néhány vonatkozásban hátrányokkal jár, illetve nem lehetséges.

1. *Költségek.* A diszkrét, illetve az integrált áramköri elemekből felépített digitális szűrők ára jelenleg még magas a megfelelő analóg szűrő árához képest.

2. *Frekvenciahatár.* Az áramköri technika jelenlegi szintje a nagyfrekvenciás felhasználást nem teszi lehetővé. A digitális áramköri elemek maximális frekvenciahatára néhányszor 10 MHz, így a szűrő bonyolultságától és felépítésétől függő számítási idővel dolgozik. Ha ezen idő a szükséges mintavételi időnél nagyobb, valós idejű (real-time) feldolgozás nem lehetséges.

3. *Periodicitás.* A digitális szűrők átviteli karakterisztikájának periodicitása számos alkalmazásban előnytelen, illetve kiegészítő analóg szűrő alkalmazását teszi szükségessé.

4. *Kerekítési hibák.* A digitális szűrőknél elkerülhetetlen kerekítések, kvantálások — a szűrő bonyolultságától és felépítésétől függő mértékben — zajt okoznak. A kvantálási zaj megfelelő méretezéssel a megengedett szint alatt tartható.

5. *Tápfeszültség.* Az egyéb aktív szűrős megoldásokhoz hasonlóan tápfeszültséget igényelnek.

A hátrányok egy része idővel valószínűleg kiküszöbölhető.

E cikkben a mintavételező szűrők alapvető, más szűrőosztályoktól elhatároló tulajdonságait, valamint a szűrőosztály tagjainak különböző szempontok szerinti osztályozását adjuk meg. Végül a gyakorlatilag előforduló típusokat összefoglaló táblázatot közlünk. A szűrőosztály alapvető tervezési megfontolásait a cikksorozat egy következő tagja foglalja össze.

### 1. A mintavételező szűrők definíciója

A mintavételező szűrők frekvenciaszűrők, átviteli tulajdonságaik a frekvencia függvényében adóttak, elméletük a harmonikus függvényekkel felépített teljes ortonormált függvényrendszerre alapozható.

Fogalmazzuk meg a mintavételező szűrők legfontosabb idő- és frekvenciatartománybeli sajátosságait.

A mintavételező szűrőre jellemző, hogy kimenetén a  $t$  időpillanatban megjelenő jel kizárólag a bemeneti jel  $t-t_0-nT$  ( $t_0 \geq 0, n=0, 1, 2, \dots$ ) időpontban felvett értékeinek lineáris függvénye, megengedve bizonyos  $n$ -ekhez tartozó bemeneti jelmintáktól való függetlenséget is. A bemeneti jelet  $x(t)$ -vel, a kimeneti jelet  $y(t)$ -vel jelölve tehát

$$y(t) = L\{x(t-t_0-nT)\} = \sum_{n=0}^{\infty} c_n x(t-t_0-nT), \quad (1)$$

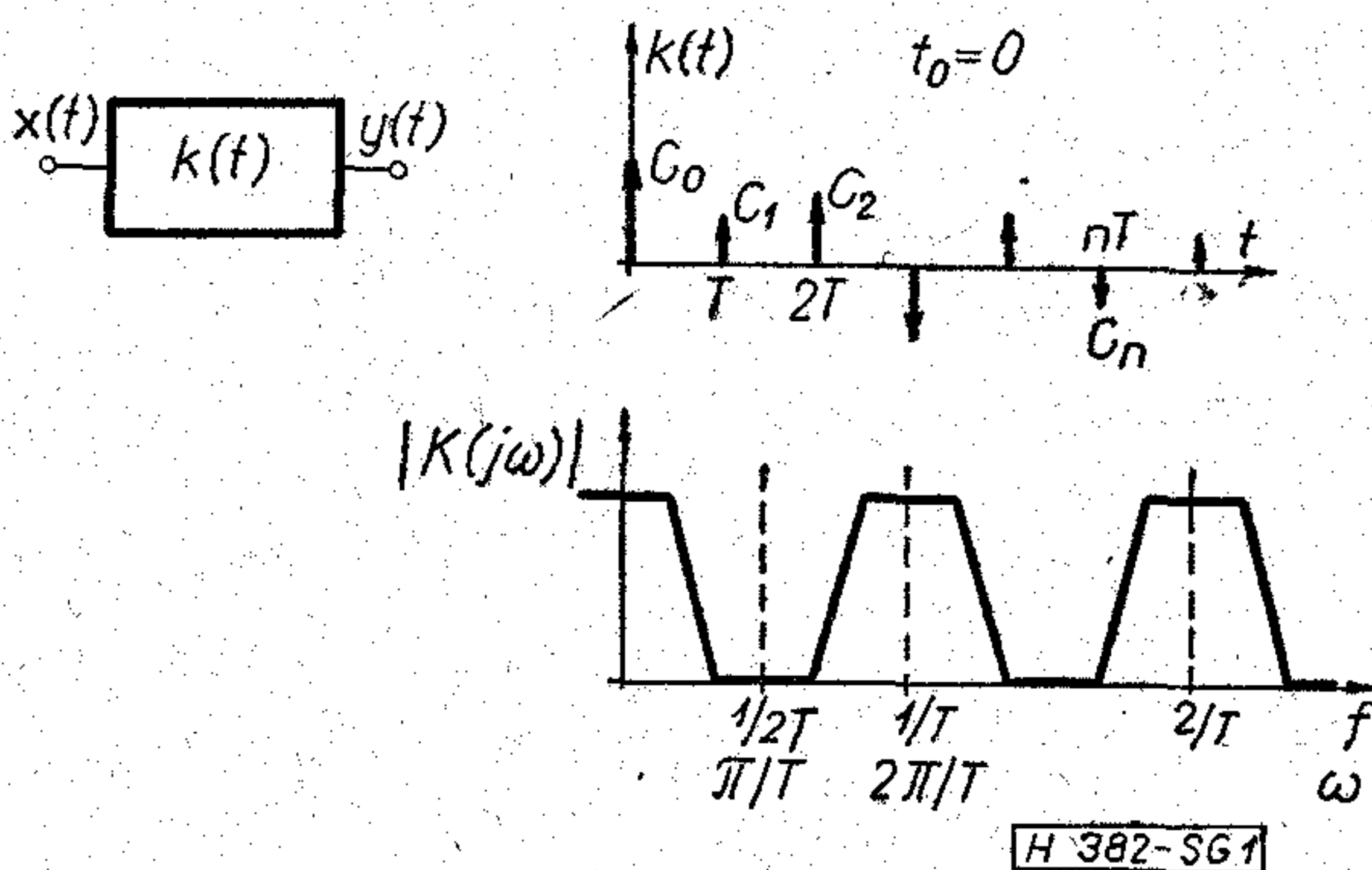
ahol  $L$  a bemeneti jelmintákra vett lineáris operációt jelöli  $c_n$  valós együtthatókkal. A mintavételező szűrők ezen időtartománybeli tulajdonságát legszemléletesebben a  $t_0+nT$  időpontokban jelentkező Dirac-függvényekből álló  $k(t)$  súlyfüggvénye fejezi ki (1. ábra). Gyakorlatilag  $t_0=0$ , így

$$k(t) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \delta(t-nT) \quad (2)$$

alakú. A frekvenciatartományban e súlyfüggvénynek  $1/T$  szerint periodikus átviteli karakterisztika felel meg:

$$K(j\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n e^{-j\omega nT}. \quad (3)$$

A csak diszkrét időpontokban értelmezett súlyfüggvényt a  $z$  tartományban kezelhetjük, a legeredményesebben [8].



1. ábra. A mintavételező szűrők jellegzetes súlyfüggvénye és átviteli karakterisztikája

nyesebben [8]. (3)-ból  $e^{j\omega T} \Rightarrow e^{sT}$  ( $s = \sigma + j\omega$ ) általánosítással és  $z = e^{sT}$  helyettesítéssel, illetve a (2) összefüggés közvetlen  $z$  transzformációjával a szűrő transzfer függvényét kapjuk:

$$K(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^{-n}. \quad (4)$$

A mintavételező szűrők tehát a kimeneti jelet a bemeneti jel  $T$  időközönként felvett értékeiből, mintáiból határozzák meg. A szűrőosztály elnevezése éppen ezen sajátosságából származik [14].

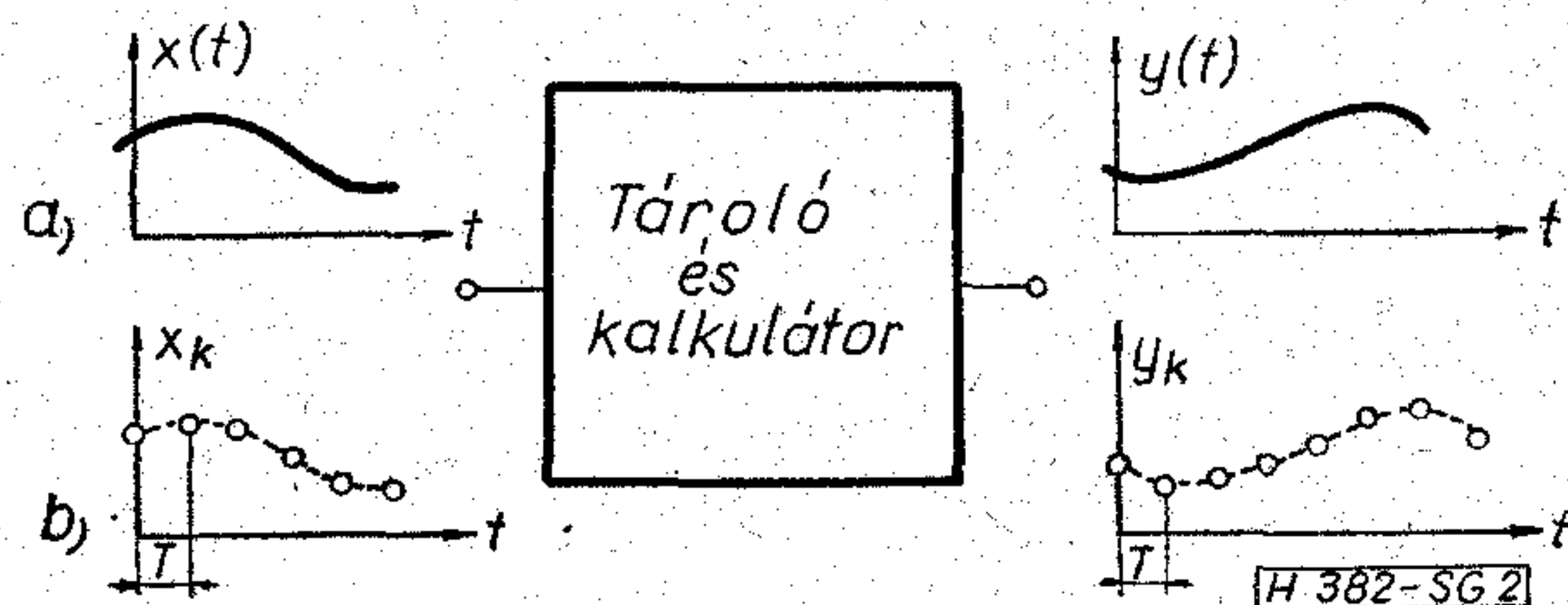
### 2. Folytonos és diszkrét idejű szűrők

Attól függően, hogy az (1) összefüggés minden  $t$ -re igaz vagy sem, a mintavételező szűrők folytonos vagy diszkrét működési idejűek lehetnek. Ha tetszőleges  $t$  időpontban rendelkezésre állnak a bemeneti jel  $t-nT$  időpontban felvett értékei, mintái, és az (1) szerinti kimeneti jel folyamatosan képződik, folytonos idejű mintavételező szűrőről beszélünk. Az ilyen szűrő ki- és bemeneti jele folytonos jel (2a ábra), megvalósítása tehát csak analóg áramkörök felhasználásával lehetséges. A bemeneti jel  $T$ -közű mintáit  $T$  késleltetésű tagokból álló késleltető művonal megcsapolásairól tetszőleges időpillanatban megkaphatjuk.

Ha a mintavételező szűrők (1) definíciós összefüggése csak  $t=kT$  ( $k$  tetszőleges egész szám) időpontokban áll fenn, diszkrét idejű mintavételező szűrőről beszélünk. A szűrő bemenetére csak az  $x(t)$  jel  $f_s=1/T$  frekvenciával vett  $\{x_k\} = \{x(kT)\}$  mintái kerülnek, a szűrő pedig a bemeneti mintasorozatból  $\{y_k\} = \{y(kT)\}$  kimeneti mintasorozatot állít elő. A kimenet értékét tehát csak diszkrét időpontokban határozza meg (2b ábra). Az (1) összefüggés helyett most

$$y_k = L\{x_{k-n}\} \quad \text{minden } k\text{-ra.} \quad (5)$$

Megvalósítása digitális és analóg úton egyaránt lehetséges. Digitális szűrők ezek szerint a digitális megvalósítású diszkrét idejű mintavételező szűrők. Mivel elméletüket tekintve a diszkrét idejű mintavételező szűrők sokban megegyeznek egymással, az irodalomban általában digitális szűrőre kimondott megállapítások diszkrét idejű mintavételező szűrőkre, esetleg folytonos idejű mintavételező szűrőkre is érvényesek. Például az (5) összefüggés, mint az (1) speciális esete, természetesen a folytonos idejű szűrőkre is igaz.



2. ábra. Mintavételező szűrők funkcióinak időben folytonos (a) és időben diszkrét (b) megvalósítása

### 3. Az analóg és digitális kivitelű szűrők

A mintavételező szűrőknek a bemeneti mintasorozatból a kimeneti jel előállításához alapvetően két funkciót kell betöltenie. Az időtartománybeli definícióból következik, hogy egyrészt tárolnia kell mindazon értékeket, amelyeket a kimenet meghatározásánál figyelembe kíván venni, másrészt a kimenetet kell meghatározni, a tárolt értékek lineáris kombinációjaként, súlyozott összegeként. Ez utóbbit végzi az ún. kalkulátor (aritmetika) áramkör (2. ábra). A két fő funkció — a tárolás és a kalkuláció (műveletvégzés) — alapvetően kétféleképpen oldható meg, analóg és digitális módon. A digitális megvalósítás mindig diszkrét idejű.

Az analóg kivitelű tárolás lehet folytonos és diszkrét idejű. A tárolás egyik analóg formája a folytonos analóg jel késleltetése megcsapolt késleltető művonallánc vagy speciális késleltető kábel segítségével. A másik, a bemeneti jel mintavételezését megkívánó diszkrét idejű tárolási módszer, az analóg léptető regiszter alkalmazása. A töltésátvitel elvén működő analóg léptető regiszterek két típusa ismeretes: a BBD (Bucket Brigade-Device) vödörlánc eszköz és a CCD (Charge-Coupled Device) töltéscsatolt eszköz [4, 15, 16].

Digitális tárolás a jól ismert digitális léptető regiszterekkel történik. A késleltetett jelek súlyozását és előjeles összegzését végző analóg kalkulátor ellenálláshálózatot, súlyozó és összeadó műveleti erősítőket tartalmaz. A digitális kalkulátor a tárolt bináris szavakat digitálisan szorozza a binárisan ábrázolt súlyozó együtthatóval, s a bináris szorzókat digitális összeadó áramkörrel összegzi. A súlyozó együtthatókat memóriában tárolja.

Így tehát többféle változat képzelhető el, amelyeket a konkrét megvalósítástól függően további egységekkel kell kiegészíteni. Ha a mintavételező szűrőt analóg rendszerbe kívánjuk beiktatni, akkor a digitális úton végzett tárolás, illetve számítás analóg-digitális és digitális-analóg konverterek beiktatását teszi szükségessé. Ennek előrebocsátásával a funkciók megvalósításától függően a mintavételező szűrők három csoportba oszthatók (1. táblázat). Az analóg tárolás — digitális kalkuláció konfigurációnak nincs gyakorlati jelentősége.

Az analóg mintavételező szűrők esetében a tárolás időben folytonosan és diszkréten is megoldható. Analóg-digitális átalakítás nem szükséges, így kvantálási torzítás sincs. Torzítást a késleltető vonal

diszperziója, lineáris torzítása okozhat. Az analóg mintavételező szűrők előnye, hogy egyszerű kiszolgáló áramköröket igényelnek [3, 12].

A kvázidigitális (pseudodigitális) szűrők a tárolást digitális léptető regiszterrel, a műveletvégzést analóg módon valósítják meg. E szűrők hibrid volta a bemeneten (analóg jel esetén), valamint a kalkulátor és a tároló áramkörök csatlakozási pontjain analóg-digitális konverziót, a tároló és kalkulátor között pedig digitális-analóg konverziót igényel. A csatlakozási pontok konverzió-igénye miatt az analóg és digitális részek minél teljesebb elkülönítése előnyös. Gyakorlatban elsősorban az olyan felépítésű szűrők terjedtek el, amelyek csak egy bemeneti analóg-digitális konverziót és egy kimeneti digitális-analóg konverziót igényelnek [10].

A digitális szűrők a mintavételező szűrőosztály azon csoportját alkotják, ahol a tárolás és a műveletvégzés egyaránt digitális úton történik (gyakorlatban a digitális szűrő elnevezés az itt használnál szélesebb értelemben is felbukkan). Előnyeiket, hátrányaikat a cikk bevezetőjében már áttekintettük. Alkalmazásuk akkor kedvező, ha digitális rendszerben kerülnek felhasználásra, hiszen így a konverziók s az általuk okozott kvantálási torzítások elmaradnak. A digitális műveletvégzés kerekítési hibái természetesen nem kerülhetők el. A digitális szűrők két módon is realizálhatók, speciális célú hardware-ral és digitális számítógéppel. A kifejezetten digitális szűrést végző hardware-ral a real-time jelfeldolgozás nagyobb frekvenciáig lehetséges. Az általános célú számítógépen a digitális szűrőt software úton, programozással állítjuk elő. Elsősorban nem real-time feldolgozásra, valamint a hardware digitális szűrő szimulációjára alkalmas.

### 4. Véges és végtelen memóriájú szűrők

A mintavételező szűrők a kimeneti jelet a bemeneti jel  $T$ -időközönként vett értékeiből határozzák meg. Attól függően, hogy a kimenet számításakor véges számú vagy végtelen sok bemeneti mintát vesz figyelembe, véges vagy végtelen memóriájú mintavételező szűrőről beszélünk.

A véges memóriájú mintavételező szűrők impulzus válasza,  $k(t)$  súlyfüggvénye véges számú Dirac-impulzusból áll:

$$k(t) = \sum_{n=0}^M c_n \delta(t - nT), \quad (6)$$

memóriájuk tehát  $MT$  időtartamú. Éppen ezért ezeket véges súlyfüggvény-szélességű (finite-/duration-/impulse response, FIR) szűrőknek is nevezik. Véges memóriájú szűrők esetén tehát az (1), (2), (3), (4) összefüggésekben  $n=0, 1, 2, \dots, M$ .

A végtelen memóriájú mintavételező szűrőkre (infinite-/duration-/impulse response, IIR) az összefüggések megszorítás nélkül érvényesek. A memória nagyságát illetően az analóg szűrőknek a végtelen memóriájú mintavételező szűrők felelnek meg.

#### 4.1 Folyamatos jelfeldolgozás

A véges memóriájú szűrőt véges számú bemeneti minta tárolásával realizálhatjuk. Végtelen memóriájú

1. táblázat

Tárolás → Műveletvégzés ↓	Analóg	Digitális
Analóg	Analóg mintavételező szűrő 1. Folytonos idejű 2. Diszkrét idejű	Kvázidigitális szűrő (diszkrét idejű)
Digitális	—	Digitális szűrő (diszkrét idejű) 1. Hardware 2. Digitális számítógépen

szűrő realizálása a bemeneti minták tárolásával nem oldható meg. A jelenlegi kimeneti értéknek végtelen sok múltbeli bemeneti értéktől való függését lehetővé tehetjük azonban azáltal, hogy a kimeneti érték meghatározásához nem csupán a jelenlegi és véges számú múltbeli bemeneti értéket vesszük figyelembe, hanem véges számú múltbeli kimeneti értéket is. Mivel a múltbeli kimenetet régebbi bemenetek alapján számítottuk, a jelenlegi kimenet közvetlenül ezekről is függ.

Az elmondottakat egy egyszerű példán illusztráljuk. Legyen a diszkrét idejű szűrő  $y_k$  kimeneti értéke az alábbi módon előállítva:

$$y_k = x_k + \frac{1}{2} y_{k-1}.$$

Ennek a szűrőnek válasza az  $x_0 = 1$  egységimpulzusra:

$$y_0 = 1, \quad y_1 = \frac{1}{2}, \quad y_2 = \frac{1}{4}, \quad \dots, \quad y_k = \frac{1}{2^k}.$$

Ugyanezt a választ adja az egységimpulzusra az a szűrő is, amelynek a jelenlegi kimeneti jele végtelen sok múltbeli bemeneti jeltől a következőképpen függ:

$$y_k = x_k + \frac{1}{2} x_{k-1} + \frac{1}{4} x_{k-2} + \dots + \frac{1}{2^k} x_{k-n},$$

$x_0 = 1$  esetén ugyanis

$$y_0 = x_0 = 1, \quad y_1 = \frac{1}{2} x_{1-1} = \frac{1}{2}, \quad \dots, \quad y_k = \frac{1}{2^k} x_{k-k} = \frac{1}{2^k}.$$

Tehát a diszkrét idejű mintavételező szűrőket leíró differenciaegyenlet általában a következőképpen alakul:

$$y_k = \sum_{i=0}^M d_i x_{k-i} - \sum_{i=1}^K b_i y_{k-i}, \quad (7)$$

ahol  $d_i$  és  $b_i$  a súlyozó együtthatók. A  $d_i$ -k a bemeneti mintákat közvetlen (direkt) súlyozó együtthatók, a  $b_i$ -k pedig a visszacsatolt (back) múltbeli kimeneti minták súlyozó együtthatói. A (7) szerinti számítási algoritmus a kimeneti mintákat  $k$  egymást követő értékeire folyamatosan állítja elő.

Látható (7)-ből, hogy végtelen memória megkövetelése esetén tárolni kell az  $M$  darab  $x_{k-i}$  és a  $K$  darab  $y_{k-i}$  értéket, és ismerni kell a jelenlegi bemeneti értéket. Az  $y_{k-i}$  értékeket azonban előzőleg már ki kell számítani, hogy  $y_k$ -t előállíthassuk, így  $y_k$  egy rekurziós formula segítségével határozható meg. Innen ered a rekurzív szűrő elnevezés.

Ha véges memóriával megelégszünk, (7)-ben  $b_i = 0$  helyettesítéssel a kimenet csak a jelenlegi és véges számú múltbeli bemeneti érték függvénye lesz, és így diszkrét konvolúcióval közvetlenül meghatározható. A formula rekurziós jellege megszűnik, ezért nevezik az ilyen szűrőket az előző ellentétpárjaként nonrekurzív szűrőknak [13].

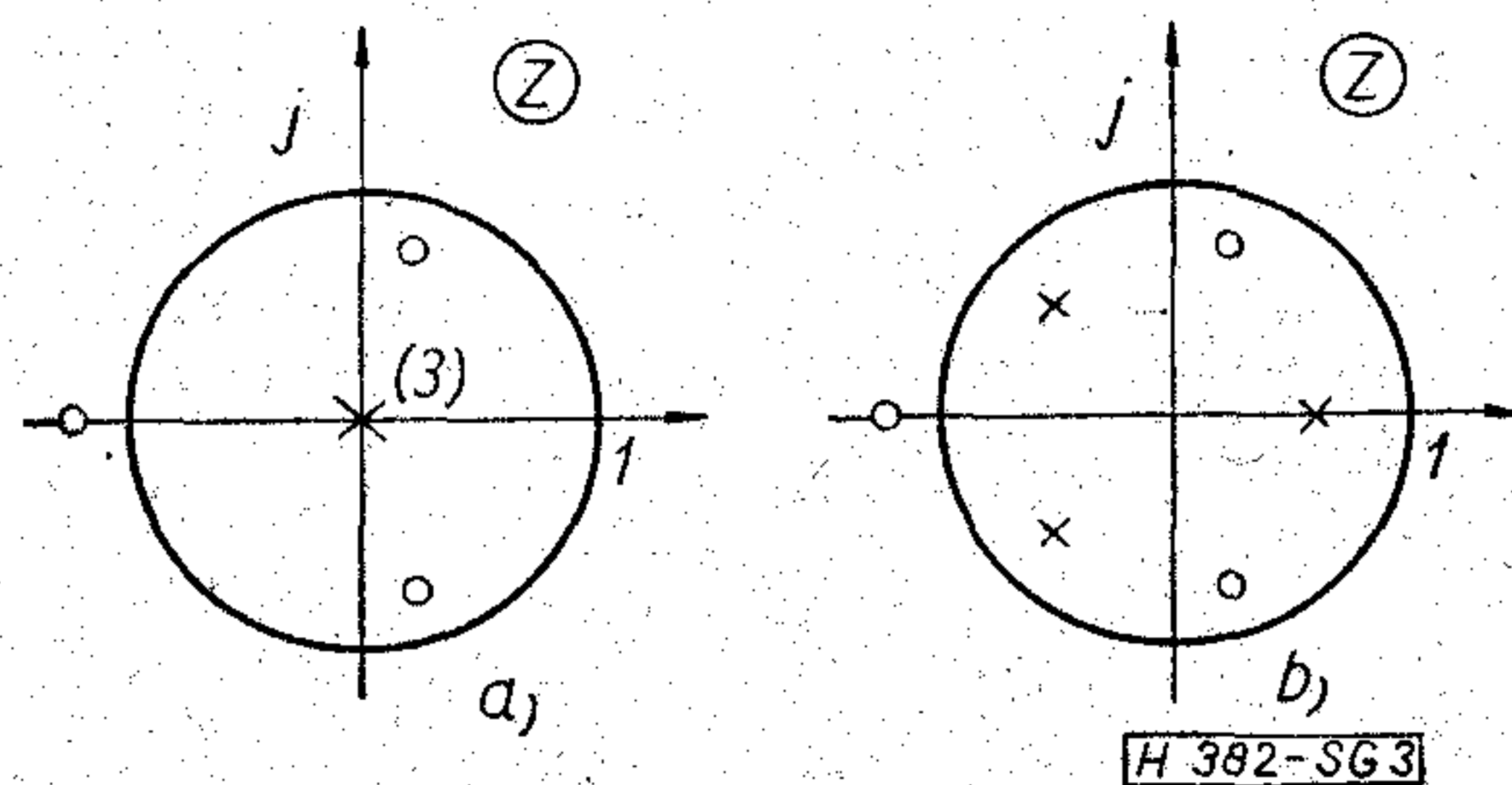
A mintavételező szűrők leírására szolgáló differenciaegyenletek legcélszerűbb módon  $Z$  transzformációval oldhatók meg. A  $Z$  transzformációt a (7) egyenletre alkalmazva, zérus kezdeti feltételek esetén a mintavételező szűrőket leíró transzfer függvényt

állíthatjuk elő:

$$Y(z) = X(z) \sum_{i=0}^M d_i z^{-i} - Y(z) \sum_{i=1}^K b_i z^{-i}, \quad (8)$$

$$K(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{i=0}^M d_i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^K b_i z^{-i}} = \frac{D(z)}{B(z)}. \quad (9)$$

Itt  $X(z)$  az  $\{x_k\} = \{x(kT)\}$  minták,  $Y(z)$  az  $\{y_k\} = \{y(kT)\}$  minták  $Z$  transzformáltja, amelyeket definíció szerint a  $K(z)$  transzfer függvény kapcsol össze. Az eredményül kapott  $K(z)$  transzfer függvény racionális tört-



3. ábra. A pólus-zérus elrendezés a) véges és b) végtelen memóriájú szűrők esetén

függvény, amely a  $z$  komplex síkon zérus-pólus elrendezésével (3. ábra) adható meg. A valós  $d_i$ ,  $b_i$  együtthatók következtében a szingularitások valóságos vagy konjugált komplex párokat alkotnak. Nonrekurzív szűrők esetén  $K(z)$  nevezője leegyszerűsödik, ebből következően pólusok csak az origóban helyezkednek el (a  $z^{-1}$  síkon csak zérusok vannak). Rekurzív szűrők pólusai az egész  $z$  síkon lehetnek, ennek ára azonban az, hogy a  $z$  sík egységkörén vagy azon kívül fekvő pólusok az áramkört instabillá teszik, hiszen e pólusok az  $s$  síkon a  $j\omega$  tengelyre vagy a jobb félsíkra kerülnek. A rekurzív szűrők stabilitása tehát a  $b_i$  értékektől függ, míg a nonrekurzív szűrők természetesen mindig stabilak. Stabil szűrők esetén  $K(z)$ -ből  $z = e^{j\omega T}$  helyettesítéssel nyerjük vissza a  $K(j\omega)$  átviteli karakterisztikát (instabilitás esetén, mint tudjuk, az átviteli karakterisztika nem értelmezhető). A súlyfüggvény  $c_n$  ( $n = 0, 1, \dots$ ) együtthatóit a  $K(z)$  (9) összefüggéséből a (4)-gyel való összevetéssel határozhatjuk meg a számláló polinomnak a nevező polinommal való osztásával vagy Jenkins módszerével [9]. Az utóbbi, rekurziós módszer azon a felismerésen alapszik, hogy

$$\lim_{z \rightarrow \infty} K(z) = c_0.$$

Így

$$K_n(z) = z[K_{n-1}(z) - c_{n-1}], \quad K_0(z) = K(z)$$

értelmezéssel:

$$\lim_{z \rightarrow \infty} K_n(z) = c_n.$$

Ezek szerint, ha a nevező legmagasabb fokszámú tagjának együtthatója,  $b_0 = 1$ , akkor:

$$c_0 = d_0, \\ c_1 = d_1 - b_1 c_0,$$

$$c_2 = d_2 - b_2 c_0 - b_1 c_1,$$

$$c_n = d_n - b_n c_0 - b_{n-1} c_1 - \dots - b_1 c_{n-1} = d_n - \sum_{i=1}^n b_i c_{n-i}.$$

(10)

Ha  $n > M$ ,  $d_n \equiv 0$ , ha  $n > K$ ,  $b_n \equiv 0$ .

A (7) egyenlet fizikailag könnyen realizálható a minták tárolásával és a súlyozott minták összegezésével a 4. ábrán látható tömbvázlat szerint. A súlyozás a  $K(z)$  transzfer függvényből közvetlenül kiolvasható  $d_i$  és  $b_i$  együtthatókkal való szorzás útján történik. A mintasorozatok folyamatos feldolgozása érdekében a tárolást léptető tárolással, tulajdonképpen késleltetéssel oldjuk meg. Az ábra  $T$  feliratú blokkjai olyan késleltetőknek felelnek meg, amelyek egy mintavételi időközzel egyenlő, azaz  $T$  késleltetést adnak. Az egymást követő blokkok így a különbözőképpen késleltetett mintákat tárolják.

A 4. ábra szerinti realizáló struktúra rekurzív szűrőt állít elő. Látható, hogy a múltbeli kimeneti minták figyelembevételét a kimenet visszacsatolásával éri el. A visszacsatolás megoldásától függően különböző realizáló struktúrák lehetségesek [6, 14]. Az ábrából jól látható, hogy nonrekurzív szűrők esetén a visszacsatolások megszűnnek, és ún. transzverzális struktúrához jutunk. A visszacsatolás hiánya eredményezi a nonrekurzív szűrők abszolút stabilitását.

A 2. táblázat összegzi az elmondottakat, a véges és végtelen memóriájú szűrők tulajdonságait és az eddig megismert, legszokásosabb megvalósítási formát. A 4. ábra szerinti alapvető struktúra átrendezésével nyerhető különböző struktúrákkal egy következő cikkben foglalkozunk.

A véges memóriájú jelfeldolgozás azonban nemcsak nonrekurzív, a végtelen memóriájú jelfeldolgozás nemcsak rekurzív úton oldható meg.

A rekurzív szűrőkkel kapcsolatban meg kell jelezni, hogy memóriájuk, bár általában végtelen, elfajult esetben véges is lehet. Más megfogalmazásban: véges memóriájú szűrő rekurzív szűrőként is realizálható. Tekintsük például az alábbi véges memóriájú szűrő transzfer függvényét:

$$K(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + \dots + z^{-M},$$

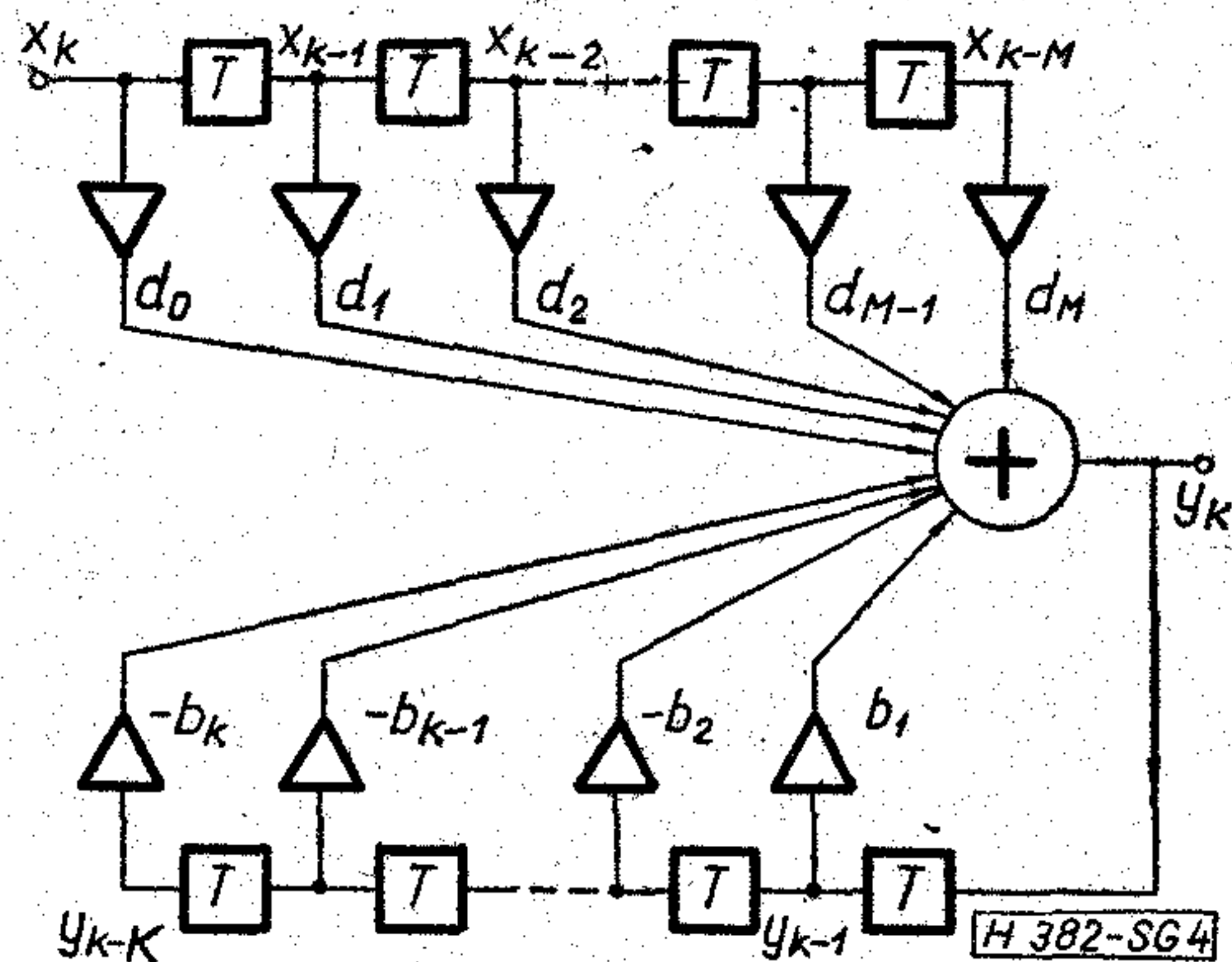
mivel  $K(z)$  véges mértani sor összege, írható:

$$K(z) = \frac{z^{-M-1} - 1}{z^{-1} - 1} = \frac{1 - z^{M+1}}{z^M(1 - z)}.$$

Az így nyert transzfer függvényt visszacsatolással realizálhatjuk.

A véges memóriájú szűrők rekurzív előállítását tetszőleges esetben is lehetséges. Jelölje  $K_l$  ( $l = 0, 1, 2, \dots, M$ ) a  $K(z)$  transzfer függvény  $\omega_l = 2\pi l / (M+1)T$  ekvidisztáns frekvenciákhoz tartozó értékét. (4)-ből a véges memóriának megfelelően:

$$K_l = \sum_{n=0}^M c_n z^{-n} \Big|_{z=e^{j\omega_l T}} = \sum_{n=0}^M c_n e^{-j \frac{2\pi l n}{M+1}}. \quad (11)$$



4. ábra. A mintavételező szűrőket leíró differenciaegyenlet közvetlen realizálása

2. táblázat

Memória	VÉGES	VÉGTELEN
Transzfer függvény	Speciális racionális törtfüggvény $b_i \equiv 0$	Racionális törtfüggvény $b_i \neq 0$
Zérus-pólus elrendezés a $z^{-1}$ síkon	Csak zérusok	Zérusok-pólusok
Alapvető megvalósítása; név:	NONREKURZÍV	REKURZÍV
Eljárás	Konvolúcióval, visszacsatolás nélkül	Visszacsatolással
Kimeneti jelet meghatározza	Bemeneti jel	Bemenet + múltbeli kimenet
Stabilitás	Stabil	$b_1$ -ktől függ
Struktúra [13, 14]	Transzverzális, kaszkád	Direkt, kaszkád, párh., létra, hullám stb.

Az átviteli karakterisztika  $K_l$  mintáit éppen a súlyfüggvény  $c_n$  együtthatóinak diszkrét Fourier-transzformáltjával állítottuk elő [11]. A transzformáció megfordításával a  $d_n$  súlyozó együtthatókkal meg egyező  $c_n$ -ek:

$$c_n = \frac{1}{M+1} \sum_{l=0}^M K_l e^{j \frac{2\pi l n}{M+1}}, \quad n=0, 1, \dots, M. \quad (12)$$

Ha most (12)-t a véges memóriájú szűrők

$$K(z) = \sum_{n=0}^M c_n z^{-n}$$

transzfer függvényébe helyettesítjük, rendezés után a véges mértani sor összegképletének felhasználásával kapjuk:

$$K(z) = \frac{1}{M+1} \sum_{l=0}^M K_l \sum_{n=0}^M [z^{-1} e^{j 2\pi l / (M+1)}]^n = \frac{1 - z^{-(M+1)}}{M+1} \sum_{l=0}^M \frac{K_l}{1 - z^{-1} e^{j 2\pi l / (M+1)}}. \quad (13)$$

Az így nyert  $K(z)$  két tényezőre bontható. Az  $1-z^{-(M+1)}$  tényező egy fésűszűrő transzfer függvénye, amelynek zérus helyei az egységkörön egyenletesen elosztva helyezkednek el. A második tényező  $M+1$  darab párhuzamosan kötött, komplex együtt-hatós, elsőfokú ( $K=1$ ) rekurzív szűrőt jelképez. A (11) ből következő  $K_1 = \bar{K}_{M+1-l}$  reláció felhasználásával az  $l$ -edik és  $M+1-l$ -edik tag másodfokú ( $K=2$ ,  $M=1$ ), valós együtt-hatójú rekurzív szűrővé vonható össze (a pár nélkül álló  $K_0$  és páratlan  $M$  esetén a  $K_{(M+1)/2}$  minták csak valóságosak lehetnek) [5]. Sajnos, e speciális másodfokú tagok igen toleranciaérzékenyek.

A végtelen memóriájú jelfeldolgozás realizálására eddig a visszacsatolást használtuk fel. E rekurzív megoldás, az elfajult esetének tekinthető nonrekurzív megoldással együtt, a kimeneti mintasorozatot folyamatosan, időeltolástól független módon állítja elő. A minták meghatározásukat követően, közbenső tárolás nélkül jutnak a kimenetre.

#### 4.2 Szakaszos jelfeldolgozás

A mintavételező szűrést — kisebb gyakorlati jelentőséggel és kizárólag diszkrét jelfeldolgozás esetén — szakaszos feldolgozással, szegmentálással is megvalósíthatjuk [5]. Ha a bemeneti mintasorozatot  $N$  számú mintát tartalmazó sorozatok (szegmensek) egymásutánjára bontjuk fel, a bemeneti mintasorozatot szegmensenként dolgozhatjuk fel. Egy bemeneti szegmensből —  $M+K$  számú kezdeti feltétel ismeretében — a kimeneti minták  $N$  elemű sorozatát határozhatjuk meg. Ebben az esetben a (7) kifejezést a kezdeti feltételek kiemelésére az alábbi alakban célszerű tekinteni:

$$y_k = \sum_{i=0}^k d_{k-i} x_i - \sum_{i=0}^{k-1} b_{k-i} y_i + \sum_{i=k-M}^{-1} d_{k-i} x_i - \sum_{i=k-K}^{-1} b_{k-i} y_i, \quad k=0, 1, \dots, N-1.$$

Mivel a felbontás második tagjában szereplő  $y_i$  ( $i=0, \dots, k-1$ ) értékek visszahelyettesítéssel kiküszöbölhetők, belátható, hogy az  $\{y_k\}$   $N$  elemű sorozat az előző sorozat utolsó  $M$  darab bemeneti és  $K$  darab kimeneti mintájának mint kezdeti feltételeknek és a jelenlegi bemeneti szegmensnek az ismeretében, véges konvolúciókkal meghatározható [5]. Bizonyítás nélkül:

$$y_k = \sum_{i=0}^k c_{k-i} x_i + \sum_{j=k-M}^k g_{k-j} \sum_{i=0}^{M-j-1} d_{j-i+1} x_{-i-1} + \sum_{j=k-K}^k g_{k-j} \sum_{i=0}^{K-j-1} b_{j-i+1} y_{-i-1}, \quad (14)$$

ahol  $c_n$  ( $n=0, 1, \dots, N-1$ ) a súlyfüggvény együtt-hatói (10) szerint,  $g_n$  ( $n=0, 1, \dots, \max(M, K)$ ) pedig az  $1/B(z)$  transzfer függvényhez tartozó súlyfüggvény együtt-hatói. A (10) alapján

$$g_0 = 1, \quad g_n = \sum_{i=1}^n b_i g_{n-i}.$$

Speciálisan, véges memóriájú esetben a (14) összefüggés jelentősen egyszerűsödik:

$$y_k = \sum_{i=k-M}^k d_{k-i} x_i = \sum_{i=0}^M d_i x_{k-i}. \quad (15)$$

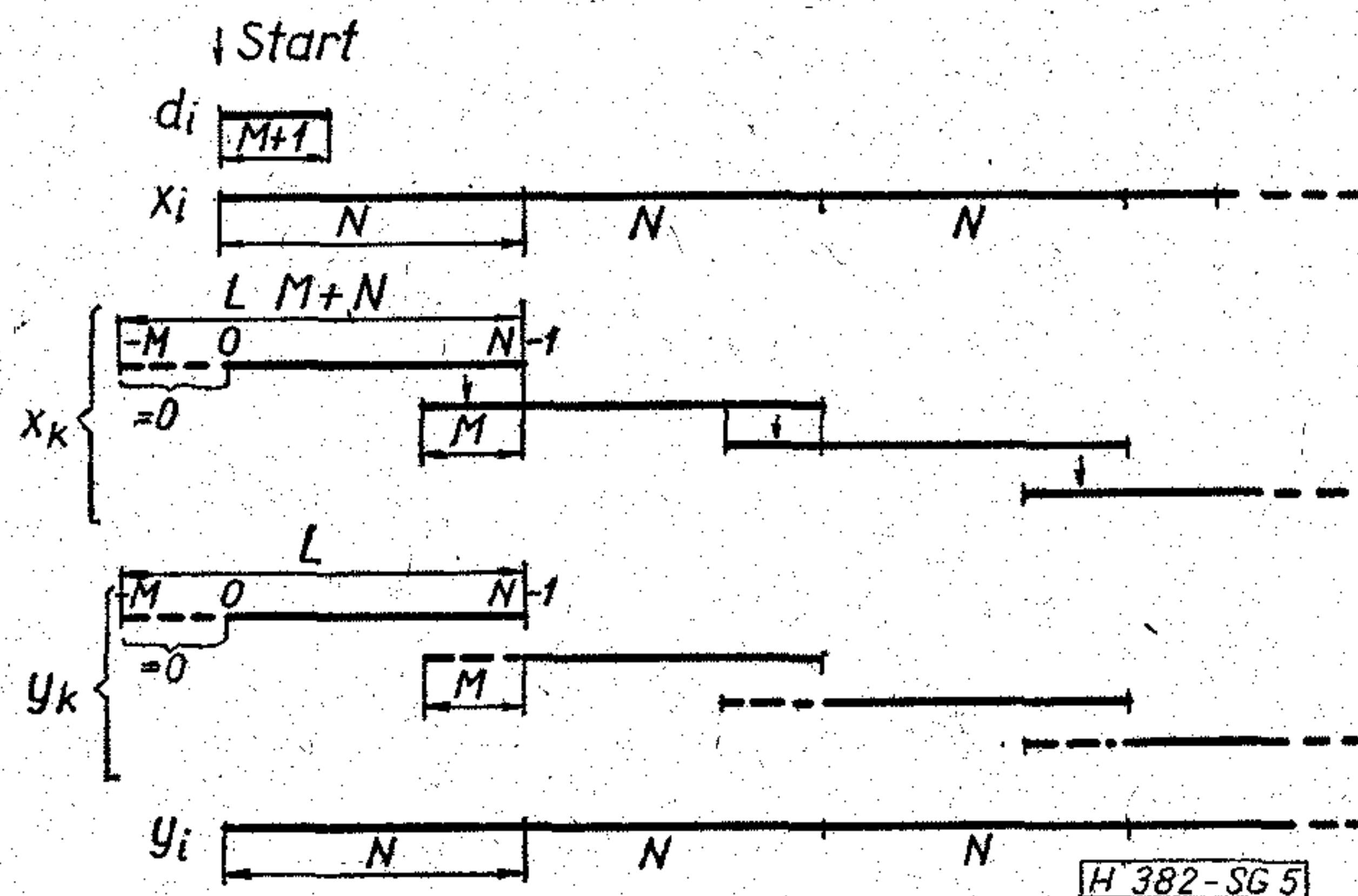
Amint a (14) és (15) összefüggésekből kitűnik, ezen átalakítás csak a végtelen memóriájú jelfeldolgozás esetén ad érdemben új eredményt: azaz végtelen memóriájú szűrés a bemeneti mintasorozat szegmentálásával, és az egyes szegmensekkel — az előző be- és kimeneti szegmens néhány utolsó elemének figyelembevételével — végzett véges konvolúciókkal is előállítható. A véges diszkrét konvolúcióval való számítás így a véges és végtelen memóriájú szűrők esetében egyaránt lehetséges. A végtelen memóriájú szűrők ilyen megvalósítási lehetősége — úgy érezzük — inkább csak elméleti jelentőségű.

A szegmentálás szerepe még hangsúlyozottabb jelleget nyer, ha a véges konvolúciókat diszkrét Fourier-transzformációval (DFT) számoljuk [2, 6]. A DFT véges  $L$  számú  $T$ -közű pontban megadott időfüggvényhez  $L$  számú, az  $l/LT$  ( $l=0, 1, \dots, L-1$ ) frekvenciákhoz tartozó spektrumaadatot, — mint a (11)-ben láthattuk — a megfelelő  $z$  függvény  $e^{j2\pi l/L}$  helyen vett helyettesítési értékeit rendeli. Mivel a DFT transzformáltak szorzása és a szorzat inverz transzformálása az időfüggvények konvolúciójának felel meg, a véges konvolúció műveletét három DFT transzformációval és egy szorzással helyettesíthetjük. Mivel a DFT transzformáció FFT

(Fast Fourier Transform) eljárással gyorsan,  $\log L$ -al arányos idő alatt végrehajtható, szemben a konvolúció  $L^2$ -tel arányos időigényével, belátható, hogy nagy  $L$  esetén a DFT eljárás előnyösebb. Bár a (14) alapján ilyen módon végtelen és véges memóriájú szűrést is végrehajthatunk, gyakorlatilag az utóbbi a jelentősebb.  $M$  fokszám és  $N$  elemű szegmensek esetén a (15) konvolúciós összefüggés  $L=M+N$  választással transzformálható:

$$Y_l = D_l \cdot X_l, \quad l=0, 1, \dots, L-1.$$

Itt  $X_l$  az éppen tekintett szegmens  $N$  eleméből és az előző szegmens utolsó  $M$  eleméből álló  $x_k$  ( $k=-M, \dots, 0, 1, \dots, N-1$ ) sorozat (11) szerinti DFT-je,  $D_l$  pedig a  $d_i = c_i$  ( $i=0, 1, \dots, M$ ) és  $d_i = 0$  ( $i=M+1, \dots, L$ ) összetételű mintasorozat transzformáltja. Az  $Y_l$  szorzat inverz transzformáltjaként nyerhető



5. ábra. Véges memóriájú szakaszos jelfeldolgozás

3. táblázat

Feldolg. módja	Folyamatos		Szakaszos	
	Rekurzív	Konvolúciós		DFT
Végtelen	Rekurzív	—	Véges konvolúció	FFT
Véges	Fésűszűrő + rekurzív	Non-rekurzív	—	FFT

$y_k$  ( $k = -M, -1, 0, 1, \dots, N-1$ ) sorozat nem-negatív indexű elemei a keresett kimenetet adják. Az 5. ábra hosszú bemeneti sorozat esetén mutatja a szegmentálás módját, a tekintetbe vett elemeket [6]. Nyilvánvaló, hogy a feldolgozás megszakításmentességéhez a bemeneten és kimeneten puffer tárolók elhelyezése szükséges. Ez is indokolja, hogy bár 12–32-nél nagyobb fokszám esetén a véges memóriájú szűrő FFT eljárással gyorsabb a nonrekurzív előállításnál, gazdaságosabbá — jelenleg — csak 200...500 fokszám felett válik [1, 7].

A 3. táblázat a véges és végtelen memóriájú jel-feldolgozás összes ismert megvalósítási módját rendszerezi. Mindkét típus elvileg három különböző módon állítható elő, ezért a véges memóriájú szűrőknek a nonrekurzívval, a végtelen memóriájú szűrőknek a rekurzívval való azonosítása — bár elvitathatatlanul a leggyakoribb megvalósítási formájuk — fogalmi zavart okozhat.

### 5. Összefoglalás

Az előzőekben a mintavételező szűrők osztályozását különböző szempontok szerint végeztük el. Az osztályozások 1. táblázathoz hasonló elrendezésű összesítése a mintavételező szűrők lehetséges típusait mutatja be (4. táblázat).

Az analóg mintavételező és a kvázidigitális szűrők főként véges memóriájú, nonrekurzív változatban kerülnek megvalósításra. A nonrekurzív szűrőt szinte mindig megcsapolt analóg, illetve digitális késleltető láncsal, — a visszacsatolástól mentes 4. ábra szerinti elrendezéssel — ún. transzverzális struktúrával

valósítják meg. Innen ered e szűrőtípusok megnevezése [10, 12].

A digitális szűrők véges és végtelen memóriájú változata egyaránt elterjedt [8]. A véges memóriájú szűrőt elsősorban nonrekurzív úton, esetleg nagy fokszám esetén FFT eljárással, a végtelen memóriájú szűrőt pedig különböző struktúrájú rekurzív szűrővel állítják elő. Hardware és software realizációk egyaránt lehetségesek.

### I R O D A L O M

- [1] Bergland, G. D.: FFT Hardware Implementations. An overview. IEEE Au-17. pp. 104–108. Jun. 1969.
- [2] Cooley, J. W.—Tukey, J. W.: An algorithm for machine calculation of complex Fourier series. Math. Computátion, Vol. 19. pp. 297–301. Apr. 1965.
- [3] Eriksson, L. E.: Tapped delay lines using BBD technique. Royal Inst. of Techn. Stockholm. Technical Report. No. 62. 1973. febr.
- [4] Forgács G.—Lőrinczy A.—Tüttő P.: Töltés-továbbítású eszközök — a félvezető technika új iránya. Híradástechnika, 24. k. 7. sz. pp. 202–206. 1973.
- [5] Gold, B.—Jordan, K. L.: A note on digital filter synthesis. Proc. IEEE, Vol. 56. pp. 1717–1718. 1968. Oct.
- [6] Gold, B.—Rader, C. M.: Digital Processing of Signals. McGraw Hill, New York 1969.
- [7] Herrman, O.: Véges memóriájú szűrők. Előadás. Summer School on Circuit Theory, Prága 1974.
- [8] Jury, E. I.: Theory and Application of the Z-transform method. John Wiley, New York, 1964.
- [9] Jenkins: A useful recursive form obtaining inverse Z-transform, Proc. IEEE Vol. 55. Apr. 1967.
- [10] Leuthold, P.: Filternetzwerke mit digitalen Schieberegistern. Philips Research Reports, Suppl. 1967. No. 5.
- [11] Pálmai L.-né: Integráltranszformációk gyors végrehajtása számítógépen. Híradástechnika. 23. évf. 5. sz. pp. 138–144. 1972. máj.
- [12] Puckette, C. M.—Butler, W. J.—Smith, D. A.: Bucket-Brigade transversal filters. IEEE Comm. Vol. 22. No. 7. pp. 926–934. 1974.
- [13] Rabiner, L. R.—Rader, C. M.: Digital signal processing. IEEE Selected reprint series, 1972.
- [14] Sallai Gy.—Géher K.: Digitális szűrők. Tanulmány a Műszeripari Kutató Intézet számára, Budapest, 1974.
- [15] Sangster, F. L. J.: The bucket-brigade delay line in shift register for analogue signals. Philips Techn. Rev. Vol. 31. No. 4. pp. 97–110. 1970.
- [16] Szabó Z.—Székely V.: Analóg léptető regiszterek és vastagréteg megvalósításuk. Híradástechnika, 25. k. 6. sz. pp. 167–175. 1974.

4. táblázat

	Analóg tárolás		Digitális tárolás		
	Folyt. idejű	Diszkrét idejű	Folyt. idejű	Diszkrét idejű	
Analóg mintavételezés	Transzverzális	Transzverzális	—	Transzverzális kvázidig.	Véges memóriára
	(elvileg lehet)	(elvileg lehet)	—	(elvileg lehet)	
Digitális mintavételezés	—	—	—	Nonrekurzív v. FFT dig. sz.	Végtelen memóriára
	—	—	—	Rekurzív dig. sz.	



# Precíziós csillapításmérés az Országos Mérésügyi Hivatalban

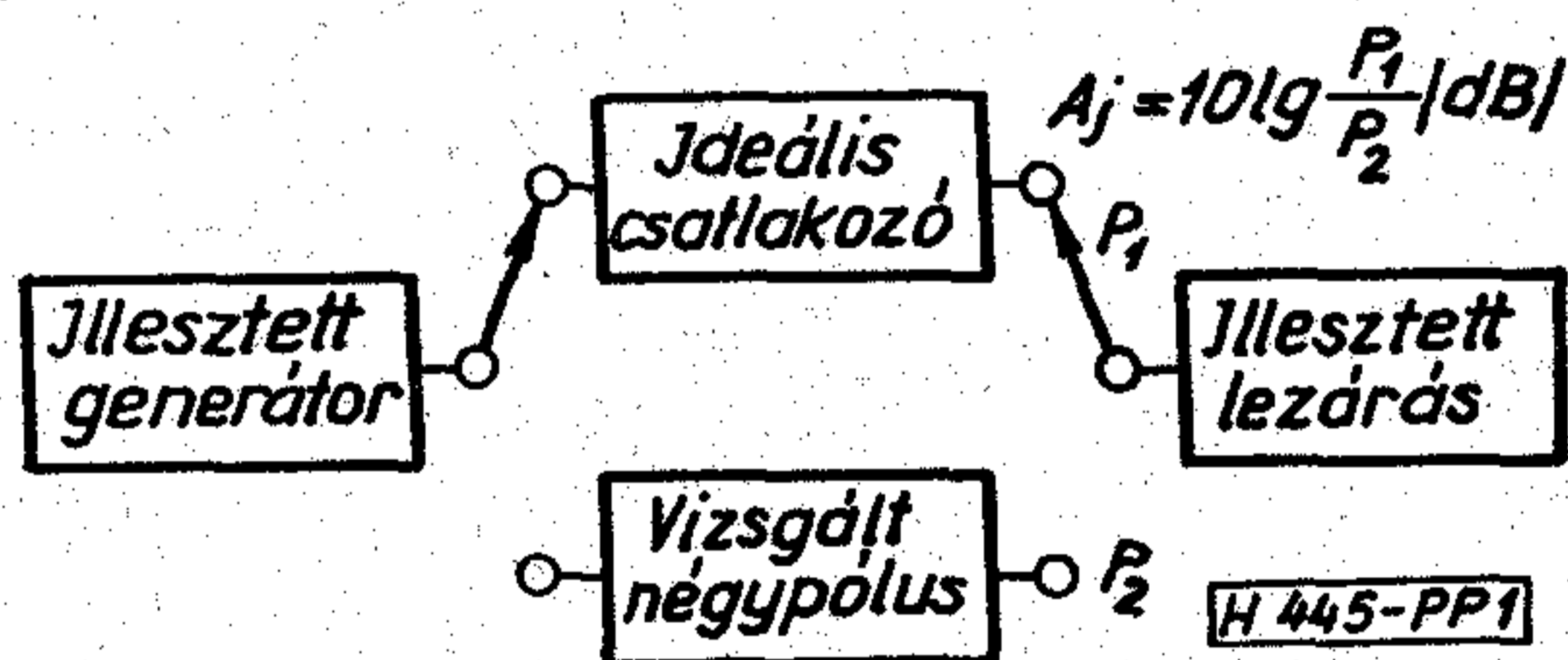
ETO 621.317.341.089.6

A híradástechnika rohamos fejlődése együttjár az elektromos alaplmenyiségek egyre nagyobb pontosságú mérésének igényével. A nagyfrekvenciás és mikrohullámú mérés technikában alapvető szerepet játszik a négy pólusok egyik jellemző mennyiségének, a csillapításnak a mérése.

## Csillapítás-fogalmak

A csillapítás általánosan véve teljesítménycsökkenést jelent az átviteli rendszer két pontja között, ami elnyelési (disszipatív) és ütközési (reflexiós) veszteségekre vezethető vissza. A csillapítás tehát teljesítményátvitellel kapcsolatos fogalom, amelyet két azonos jellegű mennyiség, két teljesítmény, két feszültség vagy két áram hányadosának logaritmusként definiálunk.

A gyakorlatban többféle csillapításfogalom terjedt el a lezárási feltételektől, a mérési frekvenciától függően, megfelelően az egyes szakterületek speciális igényeinek. Tekintettel arra, hogy a négy pólus egyértelmű, a mérőrendszerrel független jellemzésére csak a két, generátor és detektor-oldali illesztett rendszerben mért jellemző csillapítás alkalmas, az esetek többségében ennek meghatározására törekszünk. A jellemző csillapítás ( $A_j$ ), tehát egyenlő a vizsgált négy pólus beiktatása előtt ( $P_1$ ) és beiktatása után ( $P_2$ ) a lezárási jutó teljesítmények decibelben kifejezett arányával, ha kiindulási állapotként ideális csatlakozót — veszteségmentes és fázistolása 0 v.  $2\pi$  egész-számú többszöröse — tételezünk fel (1. ábra).



1. ábra. Jellemző csillapítás

A csillapításmérés a híradástechnikában fontos helyet foglal el. A mérések egy része a különböző lezárási feltételek között működő négy pólusok csillapításával kapcsolatos (erősítők, szűrők, osztók átviteli karakterisztikájának mérése tápvonal elemek, izolátorok, cirkulátorok, kapcsolók, csatlakozók stb. vizsgálata), másrészt számos egyéb jellemző mérése (reflexiós tényező, állóhullámarány, jósági tényező, iránycsatlók irányhatása, csatolása stb.) a csillapításmérésre vezethető vissza.

## Mérési módszer

A gyakorlatban igen sokféle csillapításmérési módszer ismert. Ezek a módszerek a mérés elvének, a mérési frekvenciának, a dinamikának, konstrukciós szempontoknak stb. tekintetében különböznek egymástól. A mérési módszerek egy lehetséges osztályozása az alábbi:

1. Teljesítménymérés elven alapuló csillapításmérés. A módszer a mérést a csillapítás definíciós összefüggésére vezeti vissza.
2. Helyettesítés elvén alapuló csillapításmérés. Ennél a mérendő csillapítót nagy pontosságú referencia csillapítóval hasonlítjuk össze. A referencia csillapító működési frekvenciájától függően a helyettesítés történhet:
  - egyenáramon (DC)
  - hangfrekvencián (AF),
  - 10 kHz-es szuperheterodin
  - közép frekvencián (KF),
  - mikrohullámon (közvetlen).
3. A négy pólus reflexiós paramétereinek mérésére visszavezetett csillapításmérési módszer.
4. Önkalibráló csillapításmérési módszer.
5. Egyéb mérési módszerek.

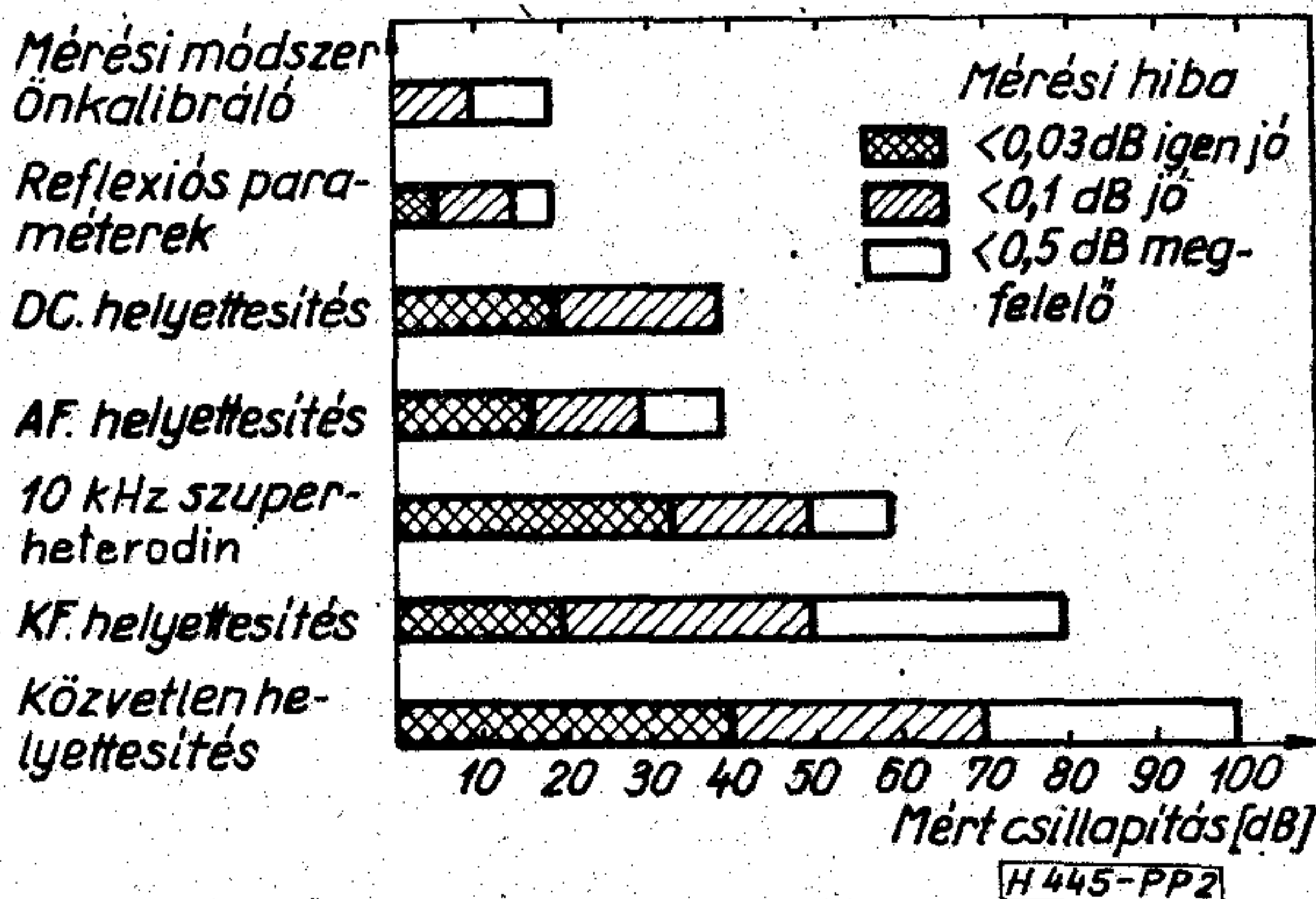
## Mérési pontosság

Érdeemes az alapvető csillapításmérési módszerek pontosságát diagramban összefoglalni (2. ábra).

A diagram tájékoztató jellegű, a mérési pontosság adott módszernél természetesen a konkrét mérési körülményektől függ.

A mérési eredmények értékelésénél négy fő hibaforrással kell számolni:

- a mérőkészülék hibája (pl. referencia csillapító hibája),



2. ábra. Alapvető csillapításmérési módszerek pontosságának összehasonlítása

- a frekvencia-transzponálási hibák (keverési, demodulálási linearitás),
- az illesztetlenségi hiba,
- a véletlen hiba.

A fenti hibák közül csupán az első jellemző szigorúan véve a mérőkészülékre, az illesztetlenségi és a véletlen hibák a vizsgált elem tulajdonságait is magukban foglalják. A linearitási hiba a mérési szint megválasztásán keresztül befolyásolható, sőt korrekcióba vehető. A rendszeres és véletlen eredetű hibakomponensek összegzése — a valószínűségszámítás törvényei szerint — alapvetően négyzetes módszerrel történik, kivéve az állandó előjelű linearitási hibát, amelyet algebrailag kell kezelni.

**Alkalmazások az Országos Mérésügyi Hivatalban**

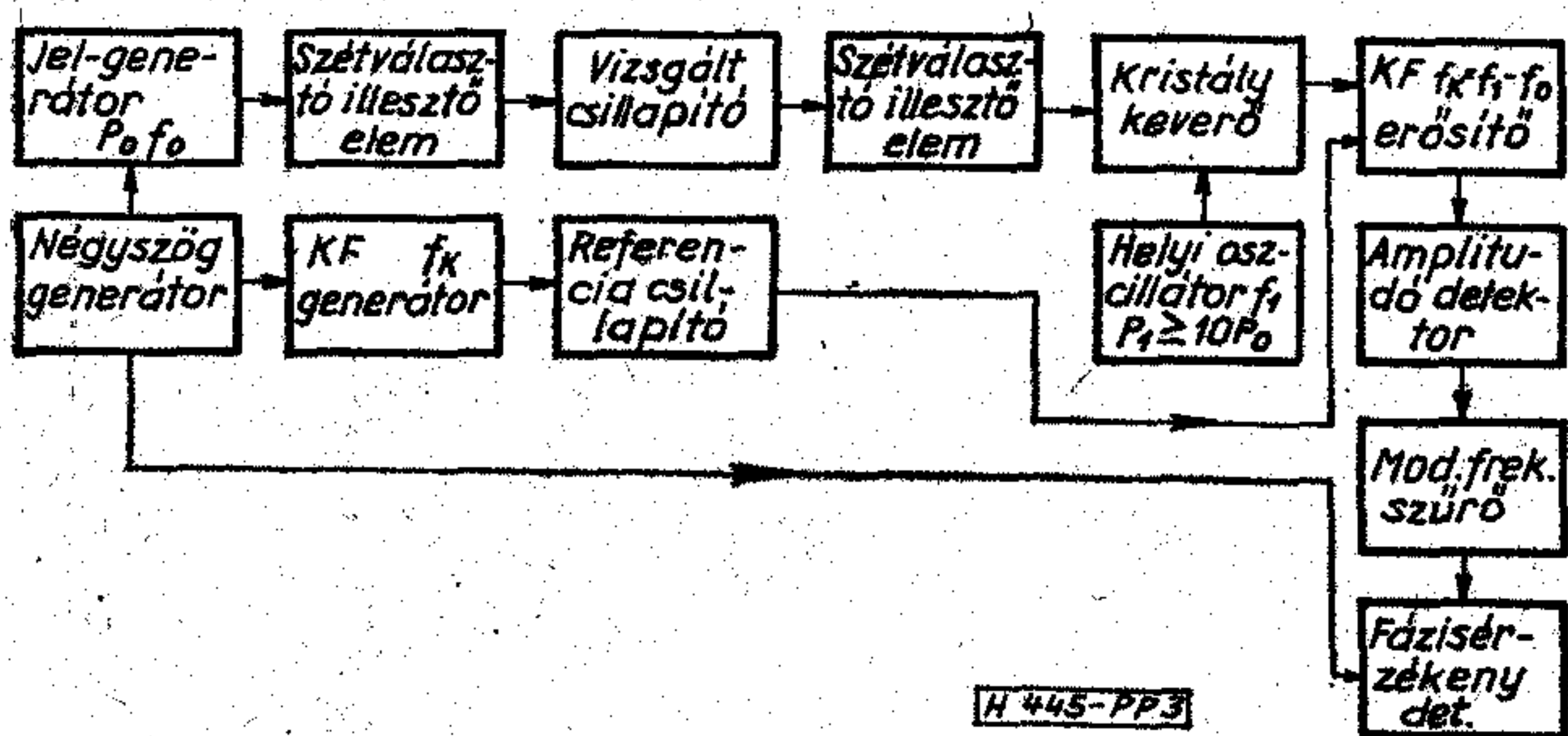
Az Országos Mérésügyi Hivatalban a csillapításmérés nem tekint vissza hosszú múltra. Kezdetben a csillapításmérés az egyenfeszültségű mérésekre korlátozódott. Ennél a méréshez csupán megfelelő stabilitású feszültségforrásra és elegendő pontosságú feszültségmérésre van szükség. Az ilyen módon végzett méréseknél a mérési pontosság a 0–60 dB csillapítástartományban a mért csillapításérték nagyságától függően jobb mint 0,1 dB.

1000 Hz-en a csillapításmérés hídmódszerrel történik. Itt a vizsgált csillapítást közvetlenül precíziós aránytranszformátorral hasonlítjuk össze. A kis — 10 dB alatti — értékek mérésénél a pontosság jobb mint 0,03 dB. Nagyobb csillapításoknál a teljesen ki nem küszöbölhető csatolások megnövelik a mérési hibát, ez 40 dB-nél mintegy 0,1 dB.

A nagyfrekvenciás és mikrohullámú méréseknél a fent ismertetett szinte valamennyi módszert alkalmazzuk. Precíziós mérésekhez azonban a helyettesítés elvén alapuló csillapításmérési módszerek a legalkalmasabbak. Ehhez részben készen vásárolt, részben saját fejlesztésű készülékek állnak rendelkezésre.

A D1–1, D1–2, D1–9 típusú szovjet gyártmányú csillapításmérők működése az ún. paralel helyettesítés elvén alapszik (3. ábra).

Ennél a módszernél az ismeretlen csillapítót középfrekvenciás (5–60 MHz) referencia csillapítóval hasonlítjuk össze. A mérőfrekvencia transzponálása a középfrekvenciára keverés útján történik. Referencia csillapítóként, nagy pontossága és számítható csillapítása miatt, szinte kizárólag határfrekvencia alatti csillapító használatos.

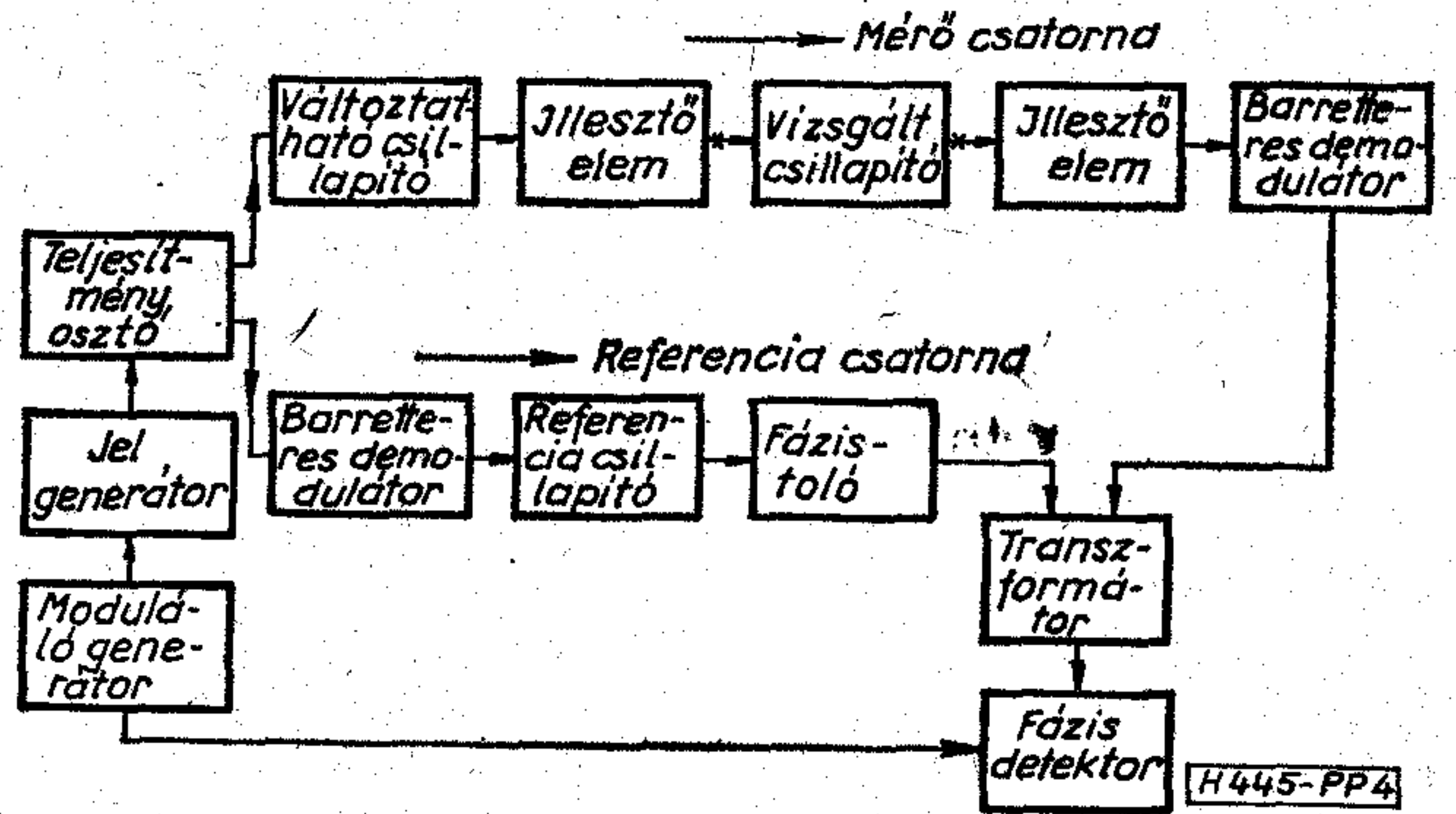


3. ábra. KF helyettesítéses csillapításmérési módszer

A berendezések dinamikája eléri a 70–80 dB-t, a pontosság mintegy 0,02–0,03 dB/10 dB, a felbontás nagyobb mint 0,01 dB. A módszer hátránya, hogy érzékeny a generátorok amplitúdó és frekvencia ingadozására. Ezen hatások kiküszöbölése csak viszonylag összetett segédkészülékek alkalmazásával oldható meg.

A jelenleg ismert csillapításmérési módszerek közül a KF helyettesítés módszere széles frekvencia és csillapítás mérés határával a leguniverzálisabb, ezért talán a legelterjedtebb módszer. Egyes kitüntetett frekvenciákon, vagy szűkebb csillapítástartományban más módszerekkel azonban nagyobb pontosság biztosítható.

OMH fejlesztés keretében készült el a hangfrekvenciás helyettesítés elvén alapuló csillapításmérő berendezés. A mérés tömbvázlatát a 4. ábra mutatja.



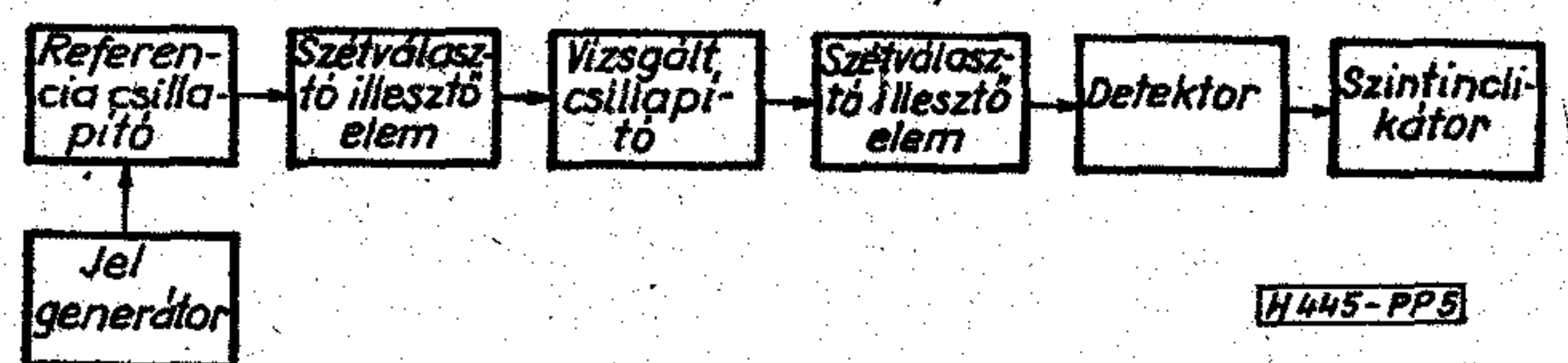
4. ábra. Kétcsatornás AF helyettesítéses csillapításmérési módszer

Ennél a módszernél a mérőfrekvencián végzett mérés a nagyfrekvenciás jel demodulálása útján hangfrekvenciás mérésre van visszavezetve, így a mérendő csillapítót hangfrekvenciás etalon csillapítóként használt induktív aránytranszformátorral lehet összehasonlítani. Azon szintek tartományában, ahol a demodulátor lineáris üzemű, ez a lehetőség kis csillapítások mérésénél áll fenn, és igen nagy mérési pontosság megvalósítása lehetséges.

A kétcsatornás megoldás enyhébb követelményeket támaszt a generátor kimeneti szintstabilitással szemben, fázisérzékeny detektor alkalmazása 0,0001 dB-es felbontást biztosít. A berendezés dinamikája 20–30 db, a mérési hiba 10 dB méréséig 0,001 dB nagyságrendben tartható.

A közvetlen helyettesítés elvén alapuló csillapításmérési módszernél a referencia és a vizsgált csillapító azonos frekvencián működik (5. ábra). A módszer legnagyobb előnye az, hogy nincs szükség frekvencia átalakító elem alkalmazására, ami a mérési dinamika jelentős kiterjesztését teszi lehetővé.

Széles frekvenciatartományra precíziós csillapítót készíteni igen nehéz, ezért az adott módszert csupán



5. ábra. Csillapításmérés a közvetlen helyettesítés elvén

diszkrét, a referencia csillapító megszabta frekvenciákon lehet alkalmazni. A mérési dinamika a referencia csillapító átfogásától és a detektor érzékenységétől függően elérheti a 100 dB-t. A pontosságot elsősorban a referencia csillapító hibája szabja meg. Referencia csillapítóként határfrekvencia alatti csillapítót, forgólemezes csillapítót, vagy resistív csillapítót alkalmazunk.

### Mérési eredmények

Az ipari megrendelők számára végzett rendszeres mérésügyi szolgáltatásokon túl a laboratórium tevékenységének lényeges részét képezi a nemzetközi csillapítás-összehasonlító mérésekben való részvétel, amelynek eredményei, az elméleti számítások mellett, szilárd támpontot adnak a kiindulási mértékek pontosságának meghatározásánál. Ilyen összehasonlításokat a közelmúltban egyrészt a KGST-országok, az LNK, NDK, Szovjetunió és a BNK mérésügyi intézeteivel végeztünk a kétoldalú együttműködés keretében [1], másrészt részt vettünk s részt veszünk több, a Nemzetközi Súly és Mértékügyi Hivatal

(BIPM) által szervezett nemzetközi csillapítás-összehasonlító mérésben [2], [3].

A szocialista országokkal végzett összehasonlító mérések eredményei minden esetben jó, a mérési bizonytalanságon belüli egyezést mutattak. Az eredmények értékét csökkenti azonban az a tény, hogy a mérések valamennyi résztvevője azonos típusú készüléket használt, ami rendszeres hiba lehetőségét rejti magában. Ezenkívül az illesztési feltételek sem voltak egyértelműen tisztázottak, ami nagyobb mérési bizonytalanság megadását tette szükségessé.

1971–72-ben az OMH részt vett a BIPM által szervezett 10 GHz-es és 30 MHz-es nemzetközi csillapítás körösszehasonlító mérésekben. A 20 dB alatti csillapítások mérését AF helyettesítéses, a 20 dB felett pedig KF helyettesítéses módszerrel végeztük. Megállapíthatjuk, hogy a mérési eredmények jó egyezést mutatnak az ismert mérésügyi intézetek által képviselt nemzetközi átlaggal (1. táblázat). Az eltérés, amely 0,001 dB nagyságrendű 3 dB mérésénél és mintegy 0,01 dB 20 dB mérésénél, elsősorban az illesztetlenségi hibára vezethető vissza. Emellett az eredményeket maguk a transzfer etalonok tulajdonságai is befolyásolják a hosszú idejű stabilitáson

1. táblázat

A 10 GHz-es nemzetközi csillapítás körösszehasonlítás eredményeinek összefoglalása

Név- ért. dB	Tulajdonos Megjelölés	Mérő intézet								
		RIND	PTB	OMH	IEN	LOIE	RRE	NRC	NSL	ETL
3	PTB PTB-1	3,410 ±0,018	3,3981 ±0,0014	3,397 ±0,0083	3,395 ±0,023	3,403	3,405 ±0,0053	3,4038 ±0,0023	3,4031 ±0,0044	3,404 ±0,0059
	OMH X 130	3,030 ±0,062	3,0129 ±0,0015	2,999 ±0,010	3,013 ±0,0061	3,0159	3,018 ±0,0036	3,0121 ±0,0021	3,009 ±0,0024	3,014 ±0,0033
	IEN X 752 A	2,568 ±0,026	2,5988 ±0,0017	2,605 ±0,0077	2,604 ±0,027	2,598	2,603 ±0,0022	2,5995 ±0,0016	2,5900 ±0,0020	2,599 ±0,0069
	RRE UK 70/1	3,593 ±0,079	3,5864 ±0,0028	3,589 ±0,0056	3,575 ±0,023	3,589	3,5847 ±0,0023	3,5871 ±0,00057	3,5853 ±0,0032	3,587 ±0,0036
20	PTB PTB-2	20,32 ±0,092	20,3285 ±0,0027	20,316 ±0,042	20,316 ±0,099	20,314	20,334 ±0,0079	20,3320 ±0,0029	20,336 ±0,0055	20,333 ±0,0088
	OMH X 130	20,01 ±0,094	20,014 ±0,0038	20,00 ±0,058	20,025 ±0,014	20,021	20,038 ±0,0065	20,0160 ±0,0039	20,009 ±0,0044	20,025 ±0,0083
	RRE UK 70/2	20,50 ±0,11	20,4831 ±0,0024	20,492 ±0,012	20,477 ±0,053	20,465	20,4895 ±0,0043	20,4812 ±0,0022	20,483 ±0,0049	20,480 ±0,0086
	NRC X 372 D NRC-3	20,571 ±0,077	20,567 ±0,0041	20,572 ±0,013	20,548 ±0,053	20,59	20,572 ±0,0064	20,5649 ±0,0029	20,567 ±0,0060	20,568 ±0,010
40	RIND FOA 3 M39790	41,01 ±0,14	40,966 ±0,012	40,873 ±0,083	40,925 ±0,10	40,99	40,956 ±0,013	—	—	—
	RIND FOA 3 M39789	40,89 ±0,14	40,865 ±0,012	40,807 ±0,083	40,835 ±0,099	40,855	40,866 ±0,012	40,8596 ±0,0052	40,856 ±0,0078	40,853 ±0,012
	OMH X 130	40,05 ±0,12	40,010 ±0,016	39,99 ±0,11	40,039 ±0,091	40,054	40,094 ±0,010	40,036 ±0,006	40,018 ±0,009	40,070 ±0,025
80	ETL ETL 10-1A	75,56 ±0,65	75,28 ±0,53	75,16 ±0,33	75,68 ±0,22	75,24	75,643 ±0,017	—	—	75,545 ±0,035
	ETL ETL 10-2A	78,89 ±0,65	78,67 ±0,53	78,55 ±0,31	78,62 ±0,23	78,60	78,645 ±0,017	78,6192 ±0,012	78,625 ±0,013	78,616 ±0,042

Megjegyzés: Több módszer esetén csak a pontosabb mérési eredményt adtuk meg. A megadott mérési bizonytalanság:  $\pm 3\sigma \pm a$ , ahol  $a$  rendszeres hiba  $\sigma$  középérték szórás.

A 30 MHz-es nemzetközi csillapítás-körösszehasonlítás eredményeinek összefoglalása

Csillapító		Mérő intézet					
Névleges érték (dB)	Típus	NSL Ausztrália	ETL Japán	NBS USA	NRC Kanada	NPL Anglia	OMH Magyarország
3	Weinschel	3,062 ± 0,002	3,064 ± 0,001	3,064 ± 0,002	3,0656 ± 0,0005	3,0648 ± 0,0005	3,067 ± 0,003
10		9,905 ± 0,003	9,910 ± 0,003	9,905 ± 0,004	9,9113 ± 0,0005	9,9104 ± 0,001	9,912 ± 0,005
10		9,700 ± 0,003	9,702 ± 0,003	9,702 ± 0,004	9,7055 ± 0,0005	9,7002 ± 0,001	9,711 ± 0,005
10	ETL-030-3π	10,056 ± 0,003	10,059 ± 0,003	10,058 ± 0,004	10,0612 ± 0,0005	10,0634 ± 0,001	10,063 ± 0,005
10	ETL-030-4π	10,049 ± 0,003	10,052 ± 0,003	10,051 ± 0,004	10,0514 ± 0,0005	10,0474 ± 0,001	10,052 ± 0,005

A mérési eredmények és a becsült rendszeres hiba dB-ben van megadva.

és a csatlakoztatási reprodukálódáson keresztül. Ebből a szempontból a 10 GHz-es méréseknél a kapcsolók között működő angol (UK) iránycsatolók bizonyultak a legmegfelelőbbnek (6. ábra).

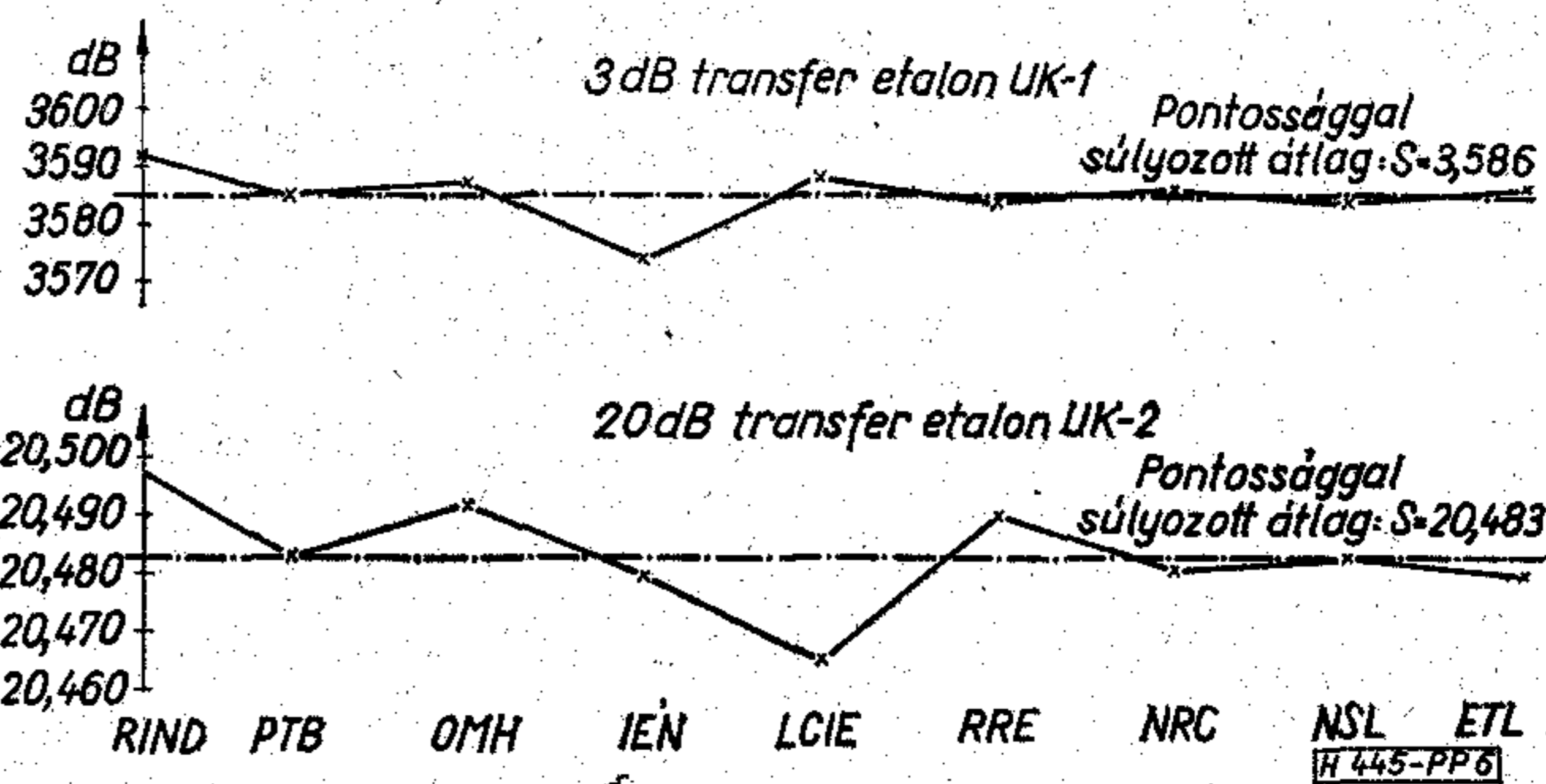
A 30 MHz-es összehasonlításnál a transzfer etalonok fix resistív csillapítók voltak. A vizsgált csillapító mindig azonos elválasztó csillapítók közt nyert elhelyezést az illesztetlenségi hiba kiküszöbölése végett. Sajnálatos módon a mérési ciklus közben az egyik elválasztó csillapító értéke enyhén megváltozott, ami valamennyi további mérésre kihatott (2. táblázat). Ezen túl az N-típusú csatlakozók reprodukálódása nem volt kielégítő. Ezeket a tapasztalatokat figyelembe véve jelenleg új körösszehasonlítás indult 30 MHz-en.

Szintén jelenleg zajlik a kis csillapítások körösszehasonlítása 10 GHz-en. Forgólemezes csillapító 1 dB alatti értékeinek mérésnél  $10^{-4}$  dB-nél jobb felbontást és néhányszor  $10^{-4}$  dB-es reprodukálódást értünk el, beleértve a szerelvények össze- és szétszerelését is. Ilyen módon a mérési hibát  $10^{-3}$  dB-nél kisebbre becsüljük, azt azonban a további eredményeknek kell megerősíteni.

**Következtetések**

A 20 dB alatti csillapítók nagy pontosságú mérése az AF helyettesítés elvén alapuló csillapításmérő birtokában megoldott. A KF helyettesítéses készülékek nagyobb dinamikájúak, de kisebb pontosságúak. Szükséges tehát a nagyobb csillapítások precíziós mérésére alkalmas módszer kidolgozása. Olyan módszert célszerű választani, amely a csillapításmérést precíziós aránytranszformátorral való összehasonlításra vezeti vissza. Ezeket a szempontokat figyelembe véve az OMH-ban folyamatban van az ún. 10 kHz-es, szuperheterodin elven működő csillapításmérő berendezés fejlesztése (7. ábra).

Itt olyan középfrekvenciás keveréses módszerről van szó, amelynél a középfrekvencia (10 kHz) a hangfrekvenciás tartományba esik. A módszer tehát átmenetet képez a referenciaként aránytranszformátort alkalmazó hangfrekvenciás helyettesítéses

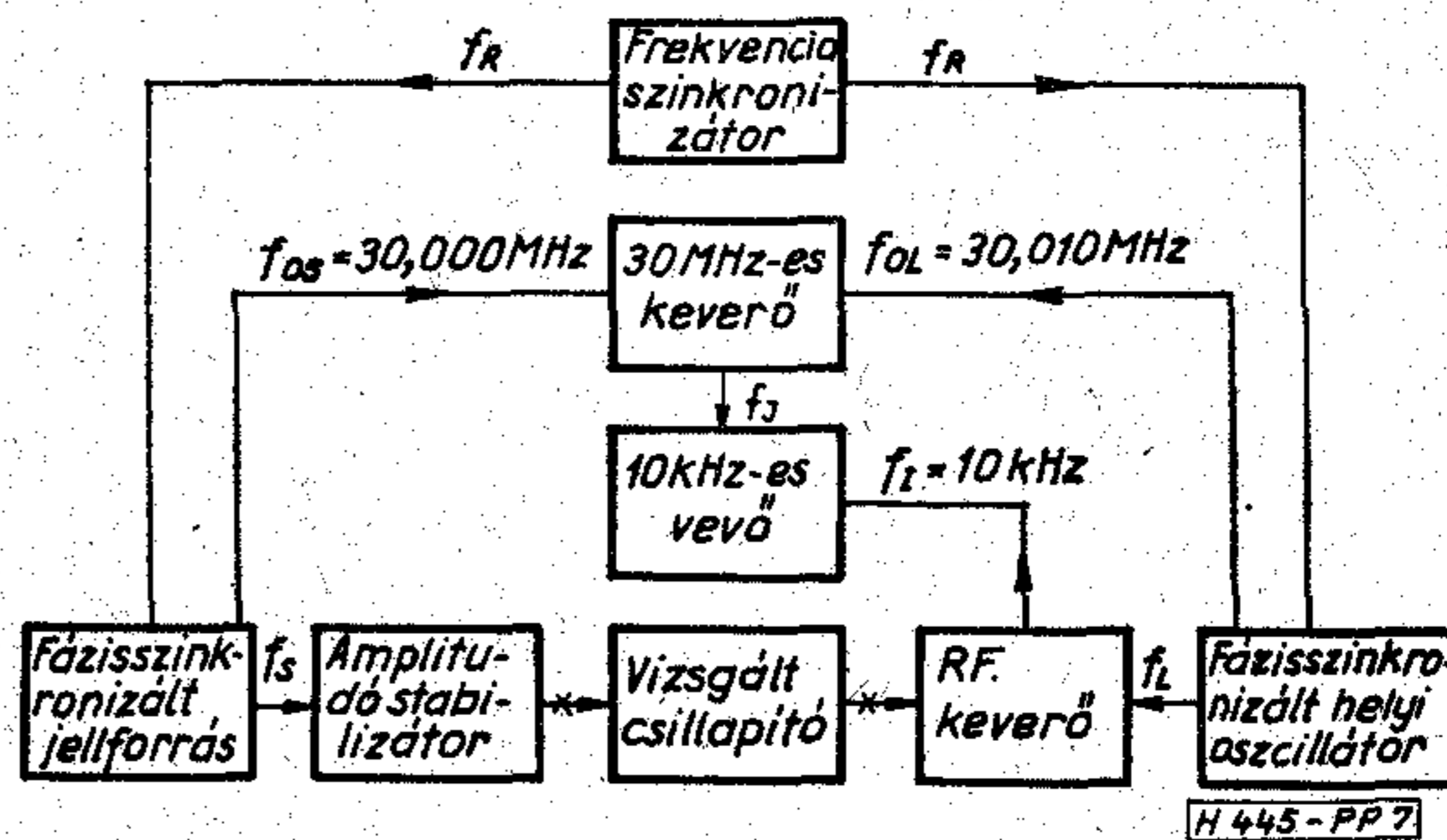


6. ábra. 10 GHz-es nemzetközi csillapítás összehasonlítás eredményei 3 és 20 dB mérésénél

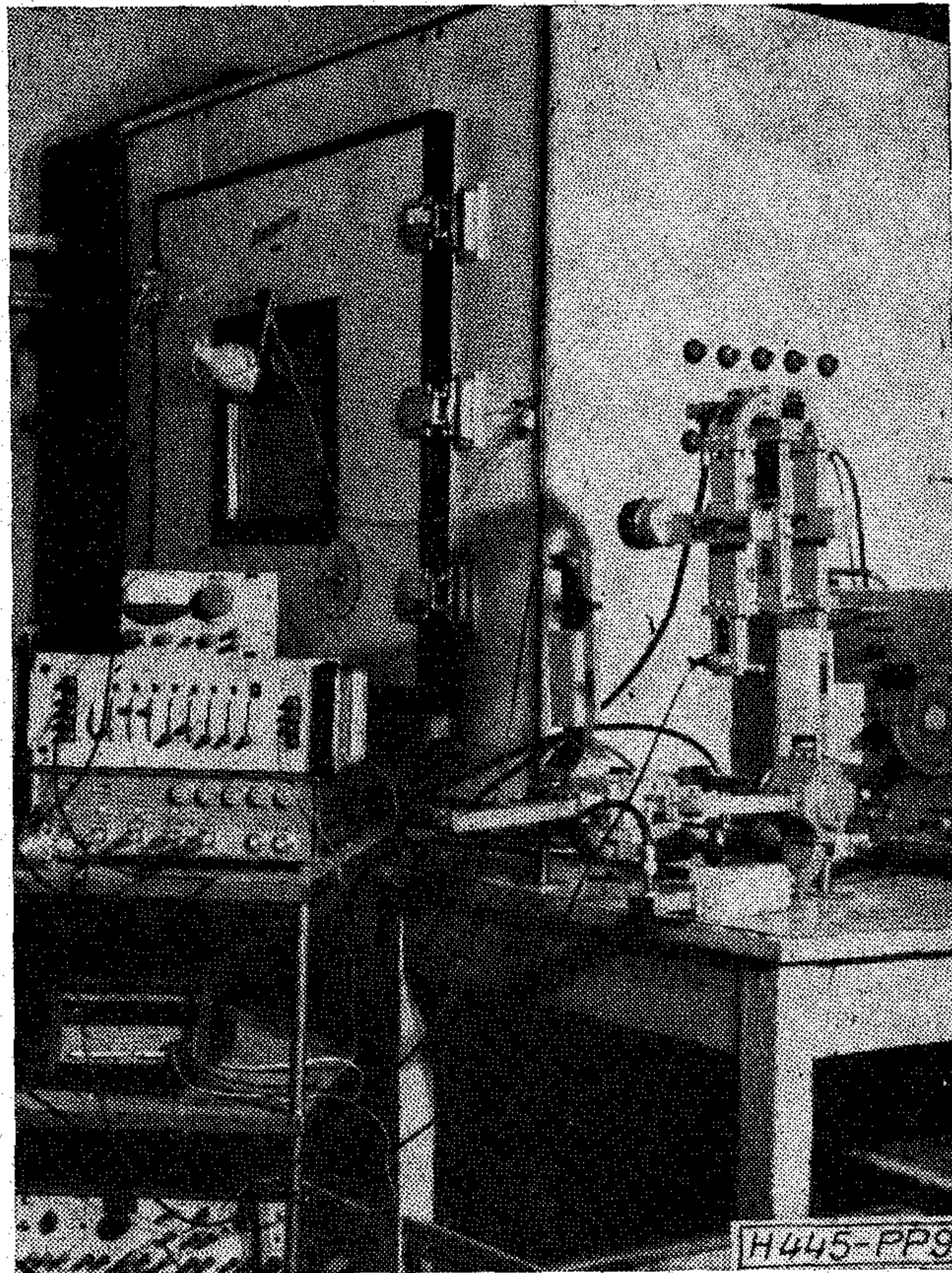
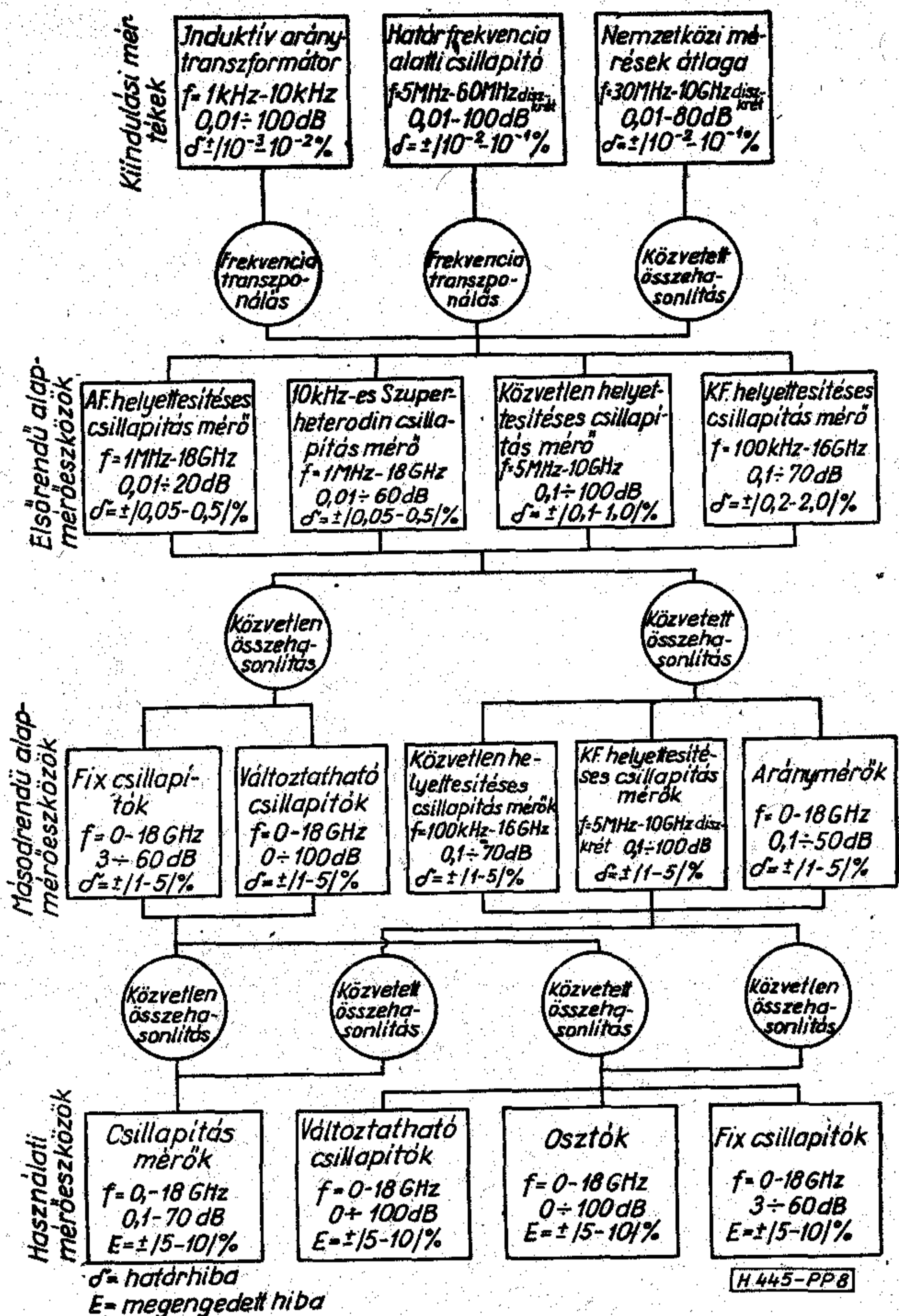
módszer és a frekvencia transzponáló elemként keverőt alkalmazó középfrekvenciás helyettesítéses módszerek között. A módszer egyesíti magában fenti két módszer előnyeit, azaz az előbbi nagy pontosságát és felbontását az utóbbi nagyobb dinamikájával.

A 10 kHz-es keverős csillapításmérő berendezés kidolgozása után a hazai csillapításmérés metrológiai egységességének biztosítására szolgáló lezármatatási rendet az alábbi módon képzeljük el (8. ábra).

Végül érdemes megemlíteni azt a további, jelenleg folyó munkát, amely a precíziós koaxiális csatlakozók beiktatási csillapítása reprodukálódásának vizsgálatával kapcsolatos. Ez igen fontos kérdés, hiszen a mérési pontosság növekedése a minden mérési összeállításban lényeges szerepet játszó csatlakozókkal



7. ábra. 10 kHz középfrekvenciájú csillapításmérési módszer



9. ábra. Mikrohullámú ferrites elemek klímavizsgálata AF helyettesítéses csillapításmérési módszerrel

8. ábra. Nagyfrekvenciás és mikrohullámú csillapításmérő eszközök leszármaztatási rendje

szemben is növekvő követelményeket támaszt és a csatlakozók paramétereire vonatkozó irodalmi adatok rendkívül korlátozott mértékben állnak rendelkezésre. A szükséges nagy mérési pontosság —  $10^{-3}$  dB-nél kisebb változások kimutatása — és a statisztikai kiértékeléshez szükséges nagyszámú mérés azonban hosszadalmas vizsgálatokat kíván.

I R O D A L O M

- [1] Dr. P. Pákay, A. M. Fjodorov: Szovmesztüje rabotü VNPR SzSzsZR v. oblasztyi elektrocseszkih izmerenyij na vüszokih csasztotah. Izmerityelnaja Tehnika 1974. No. 6. sz. 36—37
- [2] Gergely A., dr. Pákay P., Török A.: Nemzetközi csillapítás-körösszehasonlítás 10 GHz-en. Mérés és Automatika. 1974. 2. sz. 47—52 old.
- [3] Dr. P. Pákay: High Precision Measurement of Low Attenuation. INSYMET '74 International Symposium on Metrology. Pozsony 1974. pp 285—297

A sorrendben második távközlési világkiállítás 1975. 10. 2—8. között került megrendezésre Genfben a kiállítási palotában. A TELECOM—75 a felvonultatott gazdag kiállítási anyagon kívül távközlési témájú filmbemutatóval egészült ki, amelyen a zsűri kiosztotta az első TELECOM—75-ön elhatározott „Arany Antenna” díj különféle fokozatait. A kiállítással párhuzamosan folyó harmadik jelentős rendezvény a különböző szekciókban folyó szakmai szimpóziumok ahol a világcégek távközlési kutatási eredményeiről számoltak be a szakemberek, illetve megvitatottak egyes kérdéseket.

A TELECOM—75 jelentős telekommunikációs visszhangra talált a Svájci Televízióban, rádióban, illetve sajtóban. Mindezzel együtt az érdeklődés mérsékelt volt, amely azzal magyarázható, hogy a kiállítás és rendezvényei kifejezetten csak a szakemberek számára volt érdekes, továbbá a részvétel költségei eléggé magasak voltak (a szimpóziumokon való részvétel például 250 Svfrs/fő).

Más képet mutatott a TELECOM—75 a kiállítók részéről. 37 országból több mint 300 cég állította ki termékeit a második távközlési világkiállításon, amely 7 napig tartott és 37 000 m<sup>2</sup> kiállítási területet foglalt el (azokon a nagyméretű antennákon kívül, amelyek nem fértek be a kiállítási pavilonba és ezért a közelben lévő parkban helyezték el azokat). A TELECOM—75 összes rendezvényét hatékonyan segítette az UIT (Nemzetközi Távközlési Unió), amely 145 országot foglal magába és szintén Genfben székel.

A kiállított híradástechnikai eszközök nagy többségét a nagyütemben fejlődő úrtávközlés, digitális adatátvitel, számítógépes perifériák jelentették. Mindezek mellett jelen voltak a kiállításon a táviratozás és telefonia összes eszközei, új konstrukciói, a képtávírók, a polgári rendeltetésű mobil távközlési eszközök, rendkívül széles skálájú különféle rendeltetésű híradástechnikai mérőműszerek az ehhez szükséges alkatrészszázzal, továbbá a hagyományos híradástechnika minden eleme és eszköze a kor követelményeinek megfelelő kivitelezésben. Az antennák a kiállítás külön — alapos tanulmányozásra érdemes — témái voltak.

Először jelentek meg szakmai témájú világkiállításon a fejlődő országok képviselői, akik elsősorban országaik távközlési fejlesztési koncepcióit mutatták be nagy lelkesedéssel.

A kiállítás szakmai jelentőségét és súlyát reprezentálja az a tény is, hogy Svájc témában illetékes szakvezetői, Genf város vezetői a távközlési szervezetek, valamint sok ismert híradástechnikai szakember megtekintette a kiállítást, részt vettek az ünnepélyes megnyitón, valamint a díjnyertes francia film bemutatásán, ahol ünnepélyes keretek között adták át az „Arany Antenna—75” nagydíjat.

A kiállítás anyagát, az eszközök paramétereit a nagy mennyiség miatt természetesen lehetetlen részletekbe menően ismertetni. Egy helyi statisztikai kimutatás alapján a bemutatott berendezések, műszerek, alkatrészek és karbantartó szerelvények összesen 537 kategóriába sorolhatók.

A telefonia a formatervezéssel tűnt ki elsősorban. Ismert és hagyományos szolgáltatásait megtartva a választék a díszpécserközpontok témájában növekedett nagymértékben. Még a kisebb cégek is vállalkoztak ilyen eszközök gyártására, holott a világcégek e területen óriási választékot kínálnak és szinte minden igényt kielégítenek.

A kiskapacitású központok egyik jellegzetes típusa a francia ALCATEL cég által kiállított család, amely 1/10; 3/17; 6/24; 8/48 hofogadóképeségű központokból áll.

Általános tendencia volt, hogy a Crossbar-központok helyett, vagy mellett elterjedőben vannak a PCM-központok. Ugyanez a cég mutatta be a díszpécser központok egy szépen formatervezett változatát, amely belső és külső hálózatra egyaránt kapcsolható és új szolgáltatása a berendezésnek, hogy a beszélgetések titkosságát is garantálja.

A távbeszélő-készülékek mint a telefonia leghagyományosabb eszközei rendkívül nagy választékban álltak rendelkezésre. A legnagyobb érdeklődést mégis a japán telefonok váltották ki, amelyekben tulajdonképpen semmi új, sőt nagyon sok régi elem van, az összbnyomás mégis arra utal, hogy a japánok ismét valami originalist alkottak. A tárcsa helyett a nyomógomb az uraló, a legtöbb helyen megjelent az 11. és 12. nyomógomb is adatátviteli célokra.

Az ismert hagyományos távirótechnika minden eszköze látható volt a kiállításon. Az alapvető újdonságok a Bd. számok növelésében, a megbízhatóság fokozásában a modulrendszerű felépítésben, a mechanikai funkciók nagy részének elektronikus megoldásában, új tetszetős formatervezésben mutatkozott meg.

Néhány jellemző példa:

— SP—20 lapraíró távirógép: sebessége 50—70—100 Bd között változtatható. A szalaglyukasztó és olvasó, valamint a központhívó a gépen belül helyezkedik el. Minden kritikus és lényeges mechanikai funkcióit elektronikusan oldották meg. A gép könnyen kezelhető, zajmentesen működik. A kezelőréss önálló, amely számtárcsát és elektromos üzemóra-számlálót foglal magába. Az adó jeltorzítása kevesebb mint 2%.

— CT—282 automatikus telex központ család: 14, illetve 224 előfizetői kapacitással. Modulációs sebesség 1200 Bd-ig változtatható. Kapcsolatot számtárcsával vagy billentyűvel létesít. Adattárolást biztosít 0,5 megabit kapacitással mindaddig, amíg a hívott fél foglalt, továbbá visszalakitást két előfizető között, ha azok két különböző jel-ABC-vel dolgoznak. A lyukszalag alapján utólagos elszámolás lehetséges az adatközlésre lefoglalt időt illetően.

A távirótechnika-hoz kell sorolnunk a TMP-család különféle távirócsatlakozó berendezéseit is, amelyek a hangfrekvenciás sávban különféle összeköttetési variációkat képesek produkálni, egészen az adatátviteli csatornákig.

A táviró csatornaképző berendezések közül az olaszok táviró csatornaképző családja mutatja be leginkább a téma jelenlegi fejlettségi szintjét. A család tagjai: 1, 3, 24 és 96 csatornás berendezések.

Számunkra fontosabb paraméterek: modulációs sebesség 50 Bd; 100 Bd; 200 Bd., frekvencia stabilitás  $\pm 1,5$  Hz,  $\pm 2$  Hz; +3 Hz., torzítás kisebb, mint 5%.

Nagy figyelmet keltettek az angol pavilonban kiállított képtávírók, egyrészt azért, mert általában kevés cég jelentkezett ilyen eszközökkel, másrészt pedig kedvező paramétereikkel és tetszetős kivitelükkel hívták fel magukra a figyelmet.

A K—470-es automatikus képadó, teljesen automatikus működésű, változtatható képmérettel és sebességgel (60, illetve 120 ford. percnként), 2 és 4 huzalos alkatmazhatósággal, továbbá színes képtovábbítási lehetőséggel. Maximális képméret 25,4 cm  $\times$  26,5 cm; az adásidő a 120 ford/perc üzemmódban 8,3 perc.

A K—550—B/1 automatikus képfelvevő azonnal látható másolatot produkál (nincs szükség előhívásra), faximila rendszerű és együttműködik a K—470-es család minden tagjával.

A rádiók közül az ARE cég RT családja érdemel említést, mely a mobil hírközlés szempontjából is jelentős.

A család tagjai: 1, 6+1, 12+1, 24+1 csatornás rádióvonal berendezések.

Legfontosabb paramétereik: Frekvenciasáv: 400—470 MHz. Moduláció: P<sub>N</sub>M. és FM. Vevőérzékenység: 0,6 V. Frekvencia stabilitás:  $1 \cdot 10^{-5}$

Ennek a rendszernek átjátszó állomásai vannak és az állomások kiegészíthetők RF erősítővel, 20, 100, 300 W. teljesítményre.

A rádiók másik csoportja az UHF troposzketter rádióvonal berendezés.

Változatai:

- stabil végállomás;
- fedezékben felszerelt hordozható végállomás;
- gépjárműbe beépített mobil állomás.

Alapvető tulajdonság, hogy közbeeső átjátszó állomások nélkül is képes a horizontális láthatóságon túlra néhány 100 km-re többcsatornás távbeszélő, illetve táviró összeköttetésre.

Technikai jellemzői: kétfrekvenciás diversiti; Két útas diversiti kettős átvitel; négyes diversiti. Frekvenciasáv: 400—470 MHz, 790—960 MHz. Csatornaszám 1—60 csatornákig.

A távközlés egyik legdinamikusabb eszközevé nőtte ki magát a rádiótelefon. A kiállított eszközök közül alkalmazási elveik és paramétereik alapján két alaptípust különböztethetünk meg:

a) falu-rádiótelefonok (ITALTEL cég gyártmánya) alapvető rendeltetése az, hogy ilyen körzetekben, ahol az előfizetői igény alacsony, a hagyományos és drága vezetékes rendszerek helyett alkalmazzák távközlési célokra. Alapvető követelmény a csatlakoztathatóság az országos távközlési rendszerhez.

Főbb műszaki adatai: valamennyi típusú telefonközponthoz kéthuzalosan csatlakozik; frekvenciasáv 146—174 MHz (VHF) 400—470 MHz (UHF), csatornatávolság 20, 25, vagy 50 KHz. működési hőmérséklet határok  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Táplálás 110—220 V, 12, 24. Maximális előfizetői szám: 60.

A kölcsönös zavarás, illetve frekvencia ismétlődések elkerülése végett területi elvű frekvencia kiosztást alkalmaznak, amelynek részletei további tanulmányozásra érdemesek.

b) A rádiótelefonok másik csoportjának — a mobil (esetként gépjárműbe, helikopterbe, csónakba beépített) rádiótelefonok — jellegzetes képviselője a NOKIA SV 1300 típus.

Fontosabb műszaki paraméterei: szimplex, duplex üzemmód; frekvenciasáv: 68—87,5 MHz, 136—174,0 MHz. Csatornaszám: 12, csatornatávolság a felhasználó igénye szerint változtatható; üzemeltetési hőmérséklet  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ — $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig. Frekvencia stabilitás  $\pm 10 \times 10^{-6}$ . Moduláció F 3- fázismoduláció; Adóteljesítmény 3, 12, 25 W. Vevőérzékenység: 0,4 V. Hangfrekvenciás kimenőtéljesítmény 1—3 W.

A legfontosabb paraméterek a készülék felnyitása nélkül mérhető egy speciális szervizegység segítségével. A készülék állandóan vételkész, a hallgatót nem szükséges állandóan tartani, ha hívás érkezik kigyullad egy jelzőlámpa vagy (ha úgy kötötték be) megszólal a gépkocsi dudája. Hívás esetén a készüléket automatikusan váltja a hívott frekvenciára.

Az *úrtávközlés* a kiállítás leglényegesebb témaköre volt. A dolog természeténél fogva nem minden állam tud foglalkozni az úrtávközlési eszközök nagy anyagi befektetéseket igénylő és jelentős szellemi kapacitást lekötő fejlesztésével. Éppen ezért ilyen távközlési eszközöket elsősorban az USA, Kanada, Franciaország, Japán állított ki. Több világcég azonban rendkívül sok, az úrtávközlési kutatásokat elősegítő műszercsaládot, illetve a vételhez szükséges elektronikai eszközöket fejlesztett ki.

A jelenlegi világkiállításon bemutatták a távközlési műholdak egyes típusait, rendszereit, — ezen belül a műholdak fedélzetén elhelyezett berendezéseket, valamint a földi állomásokon telepített különféle távközlési eszközöket. A frekvencia védettségre vonatkozólag az ENSZ távközlési szervezetében 5 évre elfogadott (illetve 5 évenként pontosított) határozatok a mérvadóak. A világkiállítás idején ülésezett az ENSZ-palotában a témában illetékes nemzetközi szakértői bizottság.

A kiállítás anyaga alapján megállapítható, hogy 1962—70 között csupán az ionoszférában folytattak kutatásokat. A távközlési műholdak útrabocsátásával egy új korszak kezdődött. A geostacionáris pályán mozgó műholdak a gyakorlati távközlést biztosítják.

Az ott ismertett kutatási irányok alapján levonható az a következtetés, hogy 1980-ra a távközlési műholdak egy új generációját fejlesztik ki, amely az interkontinentális távközlést a felhasználó számára közelebb hozza és a jelenlegi tradicionális távközlési szolgáltatások szintjén biztosítja.

Az *adatátvitel* mint szolgáltatás a kiállított eszközök többségének alapvető jellemzője volt. Itt érvényesült a legplasztikusabban a híradástechnika és számítástechnika integrációja. Az integráció tényében kétkedők meggyőződhetek arról, hogy a két terület egységes koncepció szerinti fejlesztése hozza meg az igazán hatékony híradástechnikai eredményeket. Éppen ezért külön adatátviteli berendezésekről nehéz is beszámolni, ez inkább a távközléstechnikai eszközök új szolgáltatása a már ismertek mellett. Mégis, ha szintetizált értékelést akarunk adni az adatátvitel mint szolgáltatás az úrtávközlésben, a rádiózásban (interkontinentális adatátvitel), a távirótechnikai eszközökben, modemekben, hibajavítóknak, és műszerekben realizálódott elsősorban.

Az adatátvitel legfontosabb paraméterei: modulációs sebesség 600—2400 Bd, frekvencia stabilitás jobb mint  $\pm 1,5\text{ Hz}$ , hibaarány hibajavítás után  $10^{-9}$ .

Az adatátvitel egy originális eszközeként mutatták be a CODEX 6000 sorozat hálózati adatátviteli processzor új családját, amely egy olyan programvezérelt adatátviteli vezérlő egység, amely nagysebességű csatornák és berendezések együttműködését irányítja. Általában hálózati csomópontokon telepítik nagy sebességről kis sebességre való áttérések pontjain.

A bemutatott nagyszámú különféle rendeltetésű *műszerek* közül figyelmet érdemelnek az alábbiak:

— CSM 501 hibaszámláló, Mivel az ilyen rendeltetésű eszközökhöz nincs még CCITT ajánlás, a technikai paramétereket az adatátviteli eszközök paramétereire igazították.

A műszer második generációs. Adó-vevő egységből áll és lehetővé teszi a végpontok közötti méréseket a vonalon négy különféle sebességen. A beérkező jeleket automatikusan azonosítja és azonnal méri a hibaarányt  $10^{-2}$ — $10^{-7}$  intervallumban és mindezt 1%-nál nagyobb pontossággal. A mért érték digitális kijelzőn jelenik meg a készülék előlapján, emellett analóg kimenettel is rendelkezik.

— SPQ 383 elektronikus frekvenciaszámláló. Szinuszos vagy impulzusos frekvenciák mérésére alkalmas 10 Hz-től 1 MHz-ig. 6 vagy 7 elemes numerikus kijelzés. Mérési pontosság  $\pm 0,001\%$ .

— SDQ 363 távirójel torzításmérő berendezés, amely szinkron és aszinkron rendszerek jeltorzítás mérésére egyaránt alkalmas. A mért értékek digitális kijelzőn jelennek meg. Modulációs sebesség 50—300 Bd között változtatható;

— SGT 362 táviró jelgenerátor: mérés és ellenőrzés start-stop rendszerű berendezéseken, modulációs sebességek 50—200 Bd között változtathatók, külső generátor vezérléssel pedig 20—1000 Bd között.

Figyelemre méltó műszerekkel jelentkeznek a japánok:

ME 525 mérőműszer: 40—100 MHz és 110—170 MHz-es sávokban a műhold és föld közötti rádiórelé kapcsolatok alábbi jellemzőit méri: kérés idő, oldalfrekvencia amplitúdó; fázis viszonyok, nyereség viszonyok, linearitás, frekvencia spektrum érzékenység, fázis és amplitúdó moduláció átalakítás.

— ME V2 család zajterheléses mérést tesz lehetővé (jel/zaj + torzítás) automatikusan, az eredmény egyidejű rögzítésével.

— ME 57A hibaaránymérő berendezés rádiós adatátviteli relációban;

— Frekvencia szintetizátor (szignálgenerátor) a frekvencia 1 KHz-es leolvasási pontossággal való beállítását teszi lehetővé 100 KHz—1500 MHz-es tartományban (7 jegyű decimális skála segítségével).

— Az *összeköttetés jellemzőinek* mérésére szolgáló műszercsalád 10 KHz- 20 MHz; 30 KHz, 30 MHz közötti tartományban.

Kábelhibák behatárolására szolgáló berendezések, amelyek nagy pontossággal mérik a hibát koaxiális, illetve kéteres tábori vezetéseken.

Összességében a műszerekről elmondható, hogy azok nagy fejlődést mutatnak különös tekintettel az úrtávközlésre.

#### *Kábelek, szerelvények, karbantartó eszközök*

A TELECOM—75 bővelkedett a legkülönbözőbb rendeltetésű kábelek, vezetékek, koaxiális kábelek tekintetében is. Itt az alapvető tendencia a szigetelési szilárdság fokozása, az átvihető frekvencia spektrum tartományok bővítése, a kábelhosszakra eső ohmos ellenállás csökkentése volt, vagyis a tradicionális paraméterek további javítása. Az egyértelműen tapasztalható volt, hogy a távközlés e formájáról nemcsak hogy nem mondtak le, hanem egyes esetekben a reneszánszát élik ezen eszközök.

Jelentős volt a kínálat a különféle szerelvények tekintetében és mérsékelt a karbantartó eszközöket, illetve anyagokat illetően.

#### *Egyéb érdekességek*

1. *Letterphone*. Japán berendezés. Feladata: írásjel és beszéd egyidejű átvitele hangfrekvenciás sávban az alábbi ravasz megoldással:

— beszédátvitel: 0,3—1,8 KHz-en;

— írásjelek átvitele: 1,8—3,4 KHz-en.

A távbeszélő csatorna vételi ágában az 1,8—3,4 KHz jelet ismét előállítják, így a teljes sáv szélesség rendelkezésre áll. Minőségromlás, torzulás a vonalon nem jelentkezik.

2. *Kontinentális személyhívó* (Eurosignal)

Két változatban gyártják:

a) Nemzeti területen belüli alkalmazásra.

b) Kontinentális (Európa méretű földrészen) való felhasználásra.

Az adott országot (jelen esetben Franciaországot) 6 zónára osztották fel. Minden zóna a területének megfelelő mennyiségű két kilowattos adóval rendelkezik, amely egy bázishálózatot alkot. A hívó fél felhívja a kerületi távbeszélő központot (amelynek egyik lényeges komponense a minikomputer), amely az adó antennájára juttatja a jelet. A hívott fél zsebében (gép-

kocsijában stb) levő vevő (amely nem több 250 grammnál) reagál a hívásra. Visszajelentkezés bármely telefonfülkéből.

Főbb műszaki adatok: 5 jegyű hívószámmal rendelkezik; frekvencia 87,340 MHz, 86,365 MHz, 87,390 MHz, 87,415 MHz amplitúdó modulált; kompatibilis nemzeti, illetve kontinentális hálózatok, automatikus riasztóberendezés elégtelen térerősség esetén; manuális vizsgálati lehetőség; telep állapot, térerősség ellenőrzés, működési készség ellenőrzése.

Ha a személyhívó vevőjének tulajdonosa elhagyja az országot, de bent akar maradni a rendszerben, ezt egy interhívó-kódszám igénylésével biztosíthatja önmagának.

### 3. Videotelefon

A bemutatott típus egy olyan már kialakult távközlési, szolgáltatást realizál, amely előfizetői szinten alkalmazható.

A forgalmazók garantálják a felismerési biztonságot, az időnyereséget, 18×15 cm méretű tárgy, dokumentum pontos átvitelét, a beszélgetés lebonyolításának lehetőségét a kagyló kézben tartása nélkül, és végül a video nélküli hangtovábbítást, az előfizetők adatai iránti tudakozódást video megjelenítéssel.

### 4. TMS kábelvégek megjelölésére szolgáló berendezés

A módszer lényege, hogy egy e célra átalakított írógéppel műanyagszalagokra felíratózzák a kábelvégek azonosításához szükséges jelöléseket. Egyetlen kezelő naponta 20 000 hüvelyt tud megjelölni. Az eljárás teljesen automatikus, kiküszöböli az azonosítás hosszú időt igénylő manuális munkáját, gazdaságos és egyszerű.

### Általános következtetések

1. A kiállítás teljes anyaga alapján megfogalmazhatók a távközlés fejlesztésének általános irányelvei, amelyek az alábbiakban foglalhatók össze:

— az úrtávközlés utat tör magának és még a kevésbé fejlett vagy korlátozott anyagi lehetőségekkel rendelkező országok is bekapcsolódnak ebbe a rendszerbe (bemutatott távlati elképzelések alapján);

— az adatátvitel — mint új távközlési szolgáltatás — realizált tény, a számítástechnika ezáltal bekerült a hírrendszerbe, amely elengedhetetlen komponensévé vált és interkontinentális méreteket öltött. A hibajavítás szisztémája — mint az adatátvitel feltétele — szintén realizált tény.

— a digitális technika az adatátvitelen túl más területen is uralkodóvá vált, így a rögzítés, kijelzés, regisztrálás, műszeres ellenőrzés vagy bevizsgálás témakörökben is;

— rendkívül erőteljes és egyértelmű a híradástechnika — számítástechnika integrációjának kialakulása több témakörben (úrtávközlés, interkontinentális adatátvitel, kontinentális személy hívórendszerek, műszertek stb. nem beszélve a gyártástechnológiáról és alkatrész háttérrel). A kifejlesztett technikai eszközök a gyakorlatban igazolták, hogy a két komponens egysége kölcsönösen előnyös mindkét terület fejlődésére;

— nagymértékben megnövekedtek a minőségi mutatók, az általános megbízhatóság, a frekvencia stabilitás, a Baud-számok, a széles hőmérsékleti határok közötti üzemeltethetőség lehetőségei;

— nagy gondot fordítanak minden szinten a hatékony zavárvédelemre, ezt konstrukciós és elektronikai szempontból egyaránt biztosítják;

— a kiállított eszközök túlnyomó többségében az integrált áramkörös technológia érvényesült és a modulrendszerű felépítés annak összes ismert előnyeivel együtt.

2. Megállapítható, hogy a telekommunikációs berendezések és műszerek fejlesztése terén élenjáró ismertebb tőkés államok mellett (USA, Franciaország, NSZK, Anglia, Japán, Olaszország, Hollandia, Belgium, Svájc, Svédország, Kanada stb.) számos más tőkés állam is komoly erőfeszítéseket tesz a saját eszközfejlesztés és gyártás biztosítására, illetve a belső ellátásának, vagy a világpiacra való betörésének megoldására. Így pl. figyelemre méltó anyagokat vonultatott fel Brazília, Finnország, Indonézia, Izrael, Norvégia, Írország, Ausztria stb.

3. A párhuzamosan folyó filmbemutató arra mutat, hogy a távközlési témakörök oktatására, egyes új eszközök ilyen módszerrel történő bemutatására nagy gondot fordítanak a világcégek — azaz a korszerű oktatási módszerek a szakmán belül gyorsan terjednek.

4. Nem kevés esetben tapasztalható volt, hogy egyes távközlési eszközök éppen a katonai igények miatt produkálják azokat a magas mutatókat, amelyeket ténylegesen biztosítanak és nem egy közülük — úgy ahogy van — alkalmas a mobil hírközlés magas kritériumainak kielégítésére.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a TELECOM-75 ismét bizonyította a híradástechnika óriási fejlődését. A szakma nagy seregszemléjeként bemutatta a következő évek fejlődési irányait, támpontokat adott a helyi távközlési problémák eredményes megoldásához.

Dr. Kolozsvári Sándor — Dr. Bokor Imre

## SZEMLE

(Folytatás a 207. oldalról.)

Az IEEE elektronikai berendezésekről tartott gyűlésének fő témája a napelemek technológiája volt, az új gallium-arsenid egységektől kezdve a Shottky-cellákig. Jelenleg 2 dollárba kerül az 1 wattos elem előállítása, míg a gyártástechnológia és az automatizálás fejlesztésével ez az ár a következő 10 évben valószínűleg 10 centre csökkenthető. A kutatások szerint az új gallium-alumínium-arsenid cellák esetenként 100-szor jobb hatásokkal dolgoznak, mint a jelenleg gyártott szilíciumos eszközök. Az új eszközök hatásfoka 19% és 0,25 megawatt m<sup>2</sup> teljesítménysűrűséggel dolgozik. Az új cellák elméletileg 24% hatásfokúak. A Shottky-napelemekkel 10%-os hatásfokot értek el, de remélik, hogy ez hamarosan 15%-ra lesz növelhető. (*Electronics Weekly*, 798—799. sz. 1976. jan. [162])

1974. kezdete óta törvény szabályozza Svédországban a munkahelyek építésénél a dolgozók egészségének védelmét, sőt a dolgozók már tervezési stádiumban beleszólhatnak a munkahelyek kialakításába, a munkaegészségügyi és biztonsági igények legmesszebbmenő figyelembevételének biztosítására. A már meglévő intézmények korszerűsítésére hatalmas összegeket fordítanak az ipar és a kereskedelem minden területén. A Svéd Munkaegészségügyi és Biztonsági Kutató Alap pl. évi 9 millió dollár felett rendelkezik, kutatási, fejlesztési és információs célokra. A nagyobb vállalatok nyereségük bizonyos hányadát fordíthatják a munkahelyi körülmények javítására.

Az Ergolab kidolgozta a különböző iparágakra vonatkozóan

a korszerűsítés menetrendjét, módszereit. A cikk összefoglalja az adatgyűjtés módszereit és ismerteti a dolgozókkal való szoros együttműködést a jó munkakörülmények kialakításában. (*Vergaard, T. — Applied Ergonomics*, 6. k. 4. sz. 1975. dec. [163])

\*

Rövid ideig tartó mérési folyamatoknál fellépő mérési problémák — pl. televíziós jelek digitalizálása, vagy rövid ideig tartó effektusok tárolása — az esetek többségében tranziens felvevők alkalmazásához vezetnek, amelyek az analóg jeleket digitális jellé alakítják, majd tárolják. Ezek a digitális jelek hosszabb időszakra kiértékelhetőek. Az analóg digitál átalakítók fontos jellemzője — a gyorsaság és pontosság mellett — az, hogy a tároló kapacitása a fellépő mérési feladatokhoz mindig illeszthető legyen. A megfelelő működéshez szükséges az, hogy manuális, vagy számítógép által vezérelt csatlakozási lehetőség rendelkezésre álljon. Az elektronikus méréstechnika ezen területén a Dason-Elektronik TR típusú kettős tárolóval rendelkező, nagysebességű tranziensfelvevőt fejlesztett ki. A mindenkori mérési feladatokhoz való illeszthetőség miatt a mérőberendezést különböző egységekre osztották fel: differenciál bemeneti részre, amelynek öt fokozatú osztója van, a bemeneti impedanciája pedig 50 ohm; analóg digitál átalakítóra (8 bit, 66 ns); Timebase (időalap) csatlakozóra, amely 10 ms és 67 ns között kívülről és belülről is triggerelhető; és egy trigger-csatlakozóra, amely normális és pretrigger üzem esetén használható. (*Elektro Anzeiger*, 28. k. 21. sz. 1975. nov. 1. [164])



# Pályázati felhívás!

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület diplomaterv- és szakdolgozat-pályázatot hirdet

- a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán
- a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Gyengeáramú Karának Híradásipari, Alkatrészgyártó és Számítástechnikai Szakán, valamint
- a Zrínyi Miklós Akadémián

1976-ban végző hallgatók részére.

A pályázaton mindazon hallgató résztvehet, aki államvizsgáját legkésőbb 1976. október 31-ig jeles vagy jó eredménnyel leteszi és diplomatervét, illetve szakdolgozatát az Állami Vizsgáztató Bizottság a pályázatra alkalmasnak tartja. (A pályázaton való részvétel esetén adatlapot kell kitölteni, amely a HTE titkárságán igényelhető.)

A pályázat célja a jó tanulmányi eredményt és a legjobb diplomatervet, illetve szakdolgozatot kidolgozó végzős szakemberek megbecsülése és munkájuk külön jutalmazása.

A pályázatra az Állami Vizsgáztató Bizottság közvetítésével lehet jelentkezni.

Pályadíjak: a diplomaterv-pályázaton:

I. díj	1500,— Ft
II. díj	1200,— Ft
III. díj	1000,— Ft

a szakdolgozat-pályázaton:

I. díj	1200,— Ft
II. díj	1000,— Ft
III. díj	800,— Ft

A díjak odaítéléséről bíráló bizottság dönt, amelynek elnökét és két tagját a HTE, további két tagját az iskola jelöli ki. A díjakat az Egyesület ünnepélyes ülésén nyújtják át a nyerteseknek.

A díjnyertesek a HTE rendezvényei keretében munkájukról előadást tarthatnak és tanulmányt jelentethetnek meg az egyesület tudományos folyóiratában, a Híradástechnikában.

Dr. Házman István  
a HTE Oktatási Bizottságának  
vezetője

## Felhívás

A mikroprocesszorok és a kapcsolódó LSI áramkörök alkalmazása hazánkban is megkezdődött. Ez a folyamat már kezdeti szakaszában is jelentős befolyást gyakorol az ipar, a kutatás, az oktatás számos fontos területére. Szakembereink egyre több intézményünkben ismerik fel ennek jelentőségét, így az alapok lerakása, az alkalmazási feltételek megteremtése számos helyen — egymástól többé-kevésbé függetlenül — megkezdődött.

Ugyanakkor a szakemberek körében egyre inkább megfogalmazódik az igény egy, a mikroprocesszorok alkalmazásával kapcsolatos fórum létrehozására, ahol a terület jelenlegi és potenciális szakemberei egymással közvetlen — a főhatósági és intézményi érdekszférán kívül eső — kapcsolatba kerülhetnének. Ezt az igényt jól demonstrálta a *Híradástechnikai Tudományos Egyesület* és a *Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület* által közösen szervezett mikroprocesszor tárgykörű előadássorozatok látogatottsága és a résztvevők aktivitása is. A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Végrehajtó Bizottsága elfogadta a szakemberek által felvetett javaslatot „**Mikroprocesszorok alkalmazásával foglalkozó munkabizottság**” létrehozására, azzal a kiegészítéssel, hogy a munkabizottság a *Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos*

*Egyesület* és a *Neumann János Számítógéptudományi Társaság* bevonásával közös bizottságba egyesítse az eddig is együttműködő három egyesület érdeklődő szakembereit. A közös munkabizottság azzal a felhívással fordul az érdeklődő szakemberekhez, hogy vegyenek részt a felhasználók első klubnapján, ahol a megjelentek véleménye, ötletei alapján akarjuk mind a formákat, mind a kereteket és témákat kialakítani. Kezdetben olyan lehetőségekre gondolunk, mint hazai és külföldi előadók meghívása, hazai eredmények ismertetése, felhasználók közötti véleménycsere egy-egy jól definiált alkalmazási terület vagy processzortípus kapcsán, alkalmazási feltételek megteremtésének módszerei, mikroprocesszorokkal kapcsolatos egyetemi oktatás stb.

Az érdeklődőket kérjük, hogy nevüket, címüket és érdeklődési körüket augusztus 31-ig küldjék meg a Híradástechnikai Tudományos Egyesület titkárságára (1372 Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. III. 322.) a klubnapra meghívandó szakemberek listájának összeállítása érdekében.

*Híradástechnikai Tudományos Egyesület  
Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület  
Neumann János Számítógéptudományi Társaság  
Mikroprocesszorok alkalmazás munkabizottsága*

## Tartalmi összefoglalások

## Обобщения

ETO 621.315.212.BK-300/960/2700:621.396.4

Lajkó S.:

**A BK—300/960/2700 típusú, koaxiális kábeles gyártmányesalád rendszertechnikája**

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 7. sz.

A kis átmérőjű és normális koaxiális kábeleken üzemelő 300, 960 és 2700 csatornás gyártmányesalád rendszertechnikai felépítését és berendezéseinek főbb jellemzőit mutatja be a cikk. Végighaladva a végállomási és vonalszakaszi berendezéseken rámutat a jellegzetes szolgáltatásokra és fő minőségi mutatókra. Az új egységes átvitel-technikai konstrukció rövid ismertetése egészíti ki a közleményt.

ETO 621.372.54.037.37

Dr. Sallai Gy.:

**A mintavételező digitális szűrők osztályozása**

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 7. sz.

A cikk a mintavételező szűrők különböző szempontok szerinti osztályozását ismerteti. Rendszerezzi e szűrők lehetséges jelfeldolgozási módját és fizikai megvalósítását. Fő célja a szűrőosztály legfontosabb csoportját képező digitális szűrők területén alakult fogalmak tisztázása.

ETO 621.317.341.089.6

Dr. Pákay P.:

**Precíziós csillapításmérés az Országos Mérésügyi Hivatalban**

HÍRADÁSTECHNIKA XXVII. (1976) 7. sz.

A cikk ismerteti Magyarországon az Országos Mérésügyi Hivatalban alkalmazott precíziós csillapítás mérési módszereket. Az Országos Mérésügyi Hivatalnak a nemzetközi csillapítás-összehasonlító mérésekben való részvételéről is beszámol a szerző.

ДК 621.315.212.ВК—300/960/2700:621.396.4

Лайко, Ш.:

**Техника системы семейства изделий на коаксиальных кабелях, типа ВК—300/960/2700**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 7.

Статья представляет построение техники системы и основные показатели оборудования семейства изделий, работающих на малых и нормальных коаксиальных кабелях. Излагая установки конечных станций и промежуточных усилителей представляются характерные услуги и основные качественные показатели. Наконец дано краткое изложение по новой единой конструкции оборудования в ч. телефонной связи.

ДК 621.372.54.037.37

Д-р Шаллаи, Г.:

**Классификация дискретизационных цифровых фильтров**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 7.

Статья излагает классификацию дискретизационных фильтров по различным точкам зрения. Даны систематизация возможных методов обработки сигналов и физическое осуществление фильтров. Основной целью является выяснение понятий в области цифровых фильтров, составляющих самую важную группу этих.

ДК 621.317.341.089.6

Д-р Пакаи, П.:

**Измерение повышенной точности затухания в Всевенгерском Учреждении по измерениям**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXVII. (1976) № 7.

Статья излагает измерительные методы повышенной точности по определению затухания, примененные в Всевенгерском Учреждении по измерениям. Дан отчет об участии этого Учреждения в международных сравнительных измерениях затухания.

## Zusammenfassungen

DK 621.315.212 BK-300/960/2700:621.396.4

Lajkó, S.:

**Systemtechnik der Produktenfamilie Typ BK—300/960/2700 für Koaxialkabel**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 7.

In dem Aufsatz werden die wichtigeren Kennwerte der Einrichtungen und die systemtechnische Konstruktion der Produktenfamilie von 300, 960 und 2700 Kanälen die auf Koaxialkabeln von kleinem und normalem Durchmesser funktionieren, erörtert. Die Einrichtungen der Endstation und der Linienstrecken überblickend, wird es auf die charakteristischen Dienstleistungen und wichtigsten Qualitätsmerkmale hingewiesen. Der Aufsatz wird mit der kurzen Auseinandersetzung der neuen einheitlichen Übertragungstechnischen Konstruktion ergänzt.

DK 621.317.341.089.6

Dr. Pákay, P.:

**Hochgenaue Dämpfungsmessungen in dem Regierungsamt für Messungen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 7.

In dem Aufsatz werden jene hochgenaue Dämpfungsmethoden, die in dem Regierungsamt für Messungen in Ungarn angewendet sind, erörtert. Von der Teilnahme des obenerwähnten Amtes in den internationalen Vergleichs-Dämpfungsmessungen wird auch Rechenschaft gegeben.

DK 621.372.54.037.37

Dr. Sallai, Gy.:

**Klassifizierung von digitalen Filtern mit Abtastung**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXVII. (1976) Nr. 7.

In dem Aufsatz wird die Klassifizierung der Filtern mit Abtastung von verschiedenen Gesichtspunkten erörtert. Die mögliche Signalaufarbeitungsmethode dieser Filter und deren physikalische Ausführung wird systematisiert. Das Hauptziel des Aufsatzes ist die Klarstellung der Begriffe auf dem Gebiet der digitalen Filter, welche die wichtigste Gruppe der Filterklasse ist.