



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XXXII. évfolyam  
BUDAPEST

1981

3

# HÍRADÁSTECHNIKA

XXXII. ÉVFOLYAM 1981. 3. SZÁM

## A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

### TARTALOM

ADORJÁN PÉTER:	Koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli analízise: elosztott paraméterű modellek — leíróegyenletek — algoritmusok, programok.	81
DULLU, U. K. — DR. SHARMA, R. S.:	Egyszerű aktív sávszűrő .....	95
	Egyesületi hírek .....	94
	Könyvismertetés .....	97
	Beszámoló az 1980. évi Alkatrész Szemináriumról .....	98
	A külföldi szakfolyóiratokból .....	99
	BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK:	
MIHÁLY ANDRÁS:	Átviteltechnikai rendszerek konstrukciója .....	101
	MŰSZAKI SZEMLE	
MALCSINER FERENC:	Hírek — érdekességek .....	115
	Hírek üzemeinkből .....	116
	Tartalmi ismertető .....	120

### A SZÁM SZERZŐI:

ADORJÁN PÉTER okl. villamosmérnök, a TKI tud. munkatársa, DULLU, U. K., a kashmiri egyetem fizikai tanszékének tanára, DR. SHARMA, R. S., a kashmiri egyetem fizikai tanszékének tanára, MIHÁLY ANDRÁS okl. gépészmérnök, a TERTA ÁFO fejlesztőmérnöke.

Felelős szerkesztő: BOGLÁR GYULA  
Szerkeszti a szerkesztőbizottság  
A szerkesztőbizottság elnöke: HORVÁTH IMRE  
Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

### A szerkesztőbizottság tagjai:

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

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

### HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 114,— Ft, egész évre 228,— Ft. Egyes szám ára 19,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.





# HÍRADÁSTECHNIKA

## Koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli analízise: elosztott paraméterű modellek — leíróegyenletek — algoritmusok, programok

ADORJÁN PÉTER  
Távközlési Kutató Intézet

Elektronikus és mikrohullámú áramkörök tervezésének, gyártásának és ellenőrzésének folyamatában — (TGE-folyamat, Csurgay, 1975), [1] egyes fázisok jól algoritmizálhatók, számítógépprogramra vihetők. A mai korszerű elektronikai iparban a TGE-folyamat egyes lépései el sem képzelhetők számítógépprogramok felhasználása nélkül (pl. az LSI bonyolultságú integrált áramkörök tervezése). Az elektronika iparának valamennyi jelentős gyártó cége, kutató-fejlesztő laboratóriuma rendelkezik olyan gépi tervezési rendszerrel, amely lefedi a tervezés—gyártás—ellenőrzés folyamat egyes fázisait. E programrendszerek nagy része belső használatra készült, azonban vannak kereskedelmi forgalom révén hozzáférhető, publikált algoritmusokkal rendelkező programok is (pl. ECAP, ECAP—II, ASTAP, SCEPTRE stb.).

Hazai viszonylatban is kidolgozásra kerültek ilyen programok 1965-től kezdődően. A Távközlési Kutató Intézetben kidolgozott gépi tervezési rendszer hozzáférhető szolgáltatásszerűen a hazai vállalatok számára is.

Jelen dolgozatban a koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli (tranziens) analízisének néhány kérdésével foglalkozunk. Az itt tárgyalt problémák egy része szorosan kapcsolódik a TKI-ban kidolgozott, ANAL—18 program algoritmusához. Az ANAL—18 program nemlineáris, koncentrált paraméterű elemekből és diszperziómentes távvezeték szakaszokból felépülő hálózatokkal modellezett áramkörök tranziens- és DC-analízisére szolgál [2].

Felsorolunk néhány példát, amikor nem elegendő, hogy a vizsgált áramkört csupán koncentrált paraméterű hálózattal közelítsük, hanem elosztott paraméterű modellek alkalmazása is szükséges:

- Nagy sebességű digitális áramkörök (ns-os kapcsolási idők): a nyomtatott lapon elhelyezett IC tokokat összekötő néhány cm hosszú huzalok jól modellezhetők diszperziómentes távvezeték szakaszokkal;
- Nagy sebességű számítógépek különböző kártyákon elhelyezett áramköreinek vagy különböző egységeinek az összekötő huzalrendszere (ez esetleg több m is lehet) ugyancsak diszperziómentes távvezeték szakaszokkal modellezhető;
- A mikrohullámú technikában használt hullámvezetők esetében tipikusan diszperziós, csatolt vagy csatolatlan távvezeték szakaszokból álló modellekre van szükség. A mikrohullámú integrált áramkörökben használt microstrip tápvonalak modellezése során viszont sokszor elhanyagolják a diszperziót és diszperziómentes távvezeték szakaszokkal közelítik azok viselkedését;
- A vékonyréteg technológiákkal kapcsolatosan szükség lehet az RC-távvezeték szakaszokkal történő modellezésre;
- A vezetékes átviteltechnikában alkalmazott összekötő vezetékek, kábelek (ezek általában több km hosszúságúak) rendszerint diszperziós elosztott paraméterű modellekkel írhatók le. A nagy összeköttetési távolságok miatt az alacsonyabb átviteli frekvenciásávok ellenére is a hullámhosszhoz képest nem elhanyagolhatóan rövid vezeték hosszok következményeként az elosztott paraméterű modellek alkalmazása szükséges. Igen sokszor az RLCG-, RLC- vagy RC-távvezeték szakaszokkal közelíthetők az összekötő vezetékek;
- Az optikai üvegszálak jelátvitel területe;
- Elosztott paraméterű aktív modellek alkalmazása válik szükségessé a mikrohullámú félvezető eszközök területén.

Beérkezett: 1980. IV. 8.



E felsorolás is alátámasztja, hogy sok, gyakorlatilag fontos probléma kezeléséhez nemlineáris koncentrált paraméterű és lineáris elosztott paraméterű elemekből felépülő hálózatok vizsgálata szükséges. Az ilyen, koncentrált — elosztott paraméterű hálózatok egy széles osztályának időtartománybeli (tranzien) analízisének kérdéseivel fogunk foglalkozni ebben a dolgozatban.

Vizsgálatunk menete a modellek — modellekből összekapcsolt hálózatok leíróegyenletei — a leíróegyenletek kvalitatív vizsgálata (megoldás létezése, egyértelműsége, stabilitás) — a leíróegyenletek automatikus előállítására és numerikus megoldására algoritmusai — analízisprogramok sémát követi. Nem foglalkozunk a leíróegyenletek kvalitatív vizsgálatának (egzisztencia, unicitás) kérdéseivel. Alapvető elosztott paraméterű modellünk a  $d$  hosszúságú, reciprok, lineáris passzív, csatolatlan távvezeték szakasz lesz. Az 1. pontban röviden összefoglaljuk e távvezeték szakasz különféle, ekvivalens időtartománybeli modelljeit, majd néhány gyakorlatilag fontos távvezeték szakasz időtartománybeli kétkapú-modelljét ismertetjük. A 2. pontban összefoglaljuk a nemlineáris koncentrált paraméterű és a lineáris, elosztott paraméterű, passzív, reciprok kétkapúból felépülő hálózatok időtartománybeli leíróegyenleteit. E leíróegyenletek — szemben a koncentrált paraméterű hálózatokat leíró közönséges differenciálegyenlet-rendszerekkel — ún. retardált típusú funkcionál-differenciálegyenletek lesznek a legáltalánosabb esetekben. Speciális esetben e funkcionál-differenciálegyenlet egyszerűbb formákat ölt. A 3. pontban diszperziómentes, ill. diszperziós távvezeték szakaszokat tartalmazó nemlineáris, koncentrált paraméterű hálózatok időtartománybeli analízisének elvégzésére szolgáló programok algoritmusairól lesz szó, valamint az előbbi algoritmusok alapján realizált, a TKI-ban kidolgozott ANAL-18 programot ismertetjük.

### 1. Elosztott paraméterű elemek időtartománybeli modelljei

Először összefoglaljuk az irodalomból ismert eredményeket. Branin 1967-ben [3] diszperziómentes távvezeték szakasz vezérelt generátoros időtartománybeli modelljét adta meg. A vezérelt generátorok tartalmazzák a  $\tau = d/v$  jelkésleltetést ( $d$  = távvezeték hossza,  $v$  = terjedési sebesség). Csurgay 1971-ben [4] diszperziómentes távvezeték szakaszok időtartománybeli analízisre alkalmas,  $S$ -formalizmusú (reflexió leírás) modelljét publikálta. Garrett 1974-ben [5] Branin modelljét koncentrált paraméterű RLC-kapcsolással egészítette ki, feltételezve, hogy néhány diszperziós viselkedésű elosztott paraméterű elem modellezhető egy konstans  $\tau$  jelkésleltetéssel és emellett a koncentrált paraméterű elemekkel modellezett diszperzióval. E modell mérési eredményekből indul ki, alkalmazási köre korlátozott, néhány tipikus esetre (koaxiális kábelek, nagy sebességű digitális áramkörökben alkalmazott összekötő huzalozás, microstrip tápvonalak) adja meg a diszperzió egy közelítését. A módszer a SCEPTRE [6] jelű analízisprogramban nyert realizálást Microstrip tápvonalak (ezek a mikrohullámú integrált áramkörök alapvető passzív át-

viteli elemei) diszperziójának időtartománybeli modellezésével kiterjedt irodalom foglalkozik. Bálint 1975-ben [7] diszperziómentes, csatolt, extrém lezárási távvezeték szakaszokkal, ill. egy másik megközelítésben csatol TEM-TE módusú távvezeték szakaszokkal (extrém lezárással és kiegészítő ideális transzformátorhálózat mellett) időtartománybeli analízisprogramokban alkalmazható modelleket ismertet és a témakör átfogó kritikai elemzését adja meg 1978-ban [8]. A vékonyréteg technológiákra építve fontos kérdéssé válhat, hogy elosztott paraméterű passzív RC-modelleket is lehessen alkalmazni a tranzien analízis során. E témában óriási irodalom látott napvilágot, kritikájuként felhozhatjuk, hogy az RC-tápvonalszakaszok speciális hullámformájú gerjesztései és speciális lezárással dolgozták ki a tranzien válaszok formuláit. Nincs azonban olyan eredmény, amely általában, tetszőleges koncentrált paraméterű beágyazás és gerjesztés mellett is alkalmazható, általános időtartománybeli modellt adna RC-vonalakra. Az irodalom eddigi eredményeinek kitűnő összefoglalását adja Ghaussi és Kelly [9].

RLCG-távvezeték szakaszokra időtartománybeli analízisre alkalmas konvolúciós modellt adott 1978-ban Valtonen [10]. Valtonen a távvezetékben terjedő feszültség- és áramhullámok  $+Z$  és  $-Z$  irányban haladó (másképp beeső- és reflektált) feszültség- és áramhullámokra való felbontásának elvén redundáns (2 helyett 4 változóval leírható) távvezeték szakasz-modellt ad meg, sőt kihasználva e modell speciális voltát, a modellben fellépő módosított Bessel-függvények közelítő véges tagú hatványsorainak felhasználásával diszkrétizált modelleket („discrete circuit modell”, „companion modell”, lásd pl. Chua és Lin, (1975), [11]) származtat, amelyek a közönséges differenciálegyenletekkel leírható koncentrált paraméterű hálózatok időtartománybeli analízisében alkalmazott diszkrét modellek alkalmazásán alapuló, időlépésenként megismétlődő egyenáramú analízisre redukálják a problémát. E speciális modell kritikája: nem általános érvényű, csak RLCG-távvezetékek esetén alkalmazható és egy általános rendeltetésű analízis eljárás igényeivel ellentétben, kihasználja a modell speciális tulajdonságait.

Összefoglalásképp elmondhatjuk, hogy az irodalom mindeddig lényegében olyan modelleket ismertetett, amelyek e modellek speciális tulajdonságaira építő analízis módszerek esetében alkalmazhatók. (Branin, Garrett, Valtonen, Ghaussi és Kelly). Ezekhez képest hatalmas előrelépést jelentett Csurgay (1971), [4] munkája, amelyben mind diszperziómentes, mind diszperziós elosztott paraméterű (akár passzív akár aktív, akár reciprok, akár nonreciprok)  $n$ -kapuk esetére alkalmazható konvolúciós modelleket javasolt, de a diszperziós elosztott paraméterű modellekké leírható  $n$ -kapuk konkrét esetekre vonatkozó időtartománybeli modelljeivel nem foglalkozott. Bálint e munkára építve adott olyan modelleket inhomogén keresztmetszeti kitöltésű tápvonalszakaszokra, melyek a Csurgay által adott elvek alapján általános rendeltetésű időtartománybeli analízisprogramokba beépíthetők.

Jelen fejezetben olyan konkrét diszperziós elosztott paraméterű kétkapú-modelleket ismertetünk



majd, amelyek gyakorlatilag is fontosak és emellett eleget tesznek a Csurgay által [4] adott az időtartománybeli analízisben való alkalmazhatóság követelményeinek. Ezt megelőzően azonban összefoglaljuk azt, hogy a lineáris, passzív, reciproknak kétkapukra milyen ekvivalens időtartománybeli modellek adhatók.

### 1.1. Lineáris, passzív, reciproknak elosztott paraméterű kétkapuk időtartománybeli analízisre alkalmas ekvivalens modelljei

Elosztott paraméterű modellekkel leírható fizikai eszközök modelljeiként egy széles alkalmazási körre érvényes, passzív, reciproknak, lineáris elosztott paraméterű kétkapuk modelleket tekintünk, amely a  $d$  hosszúságú távvezeték szakaszok elemi, egységnyi hosszúságú szakaszára vonatkozó,  $Z(p)$  hosszági impedanciával és  $Y(p)$  söntölő admittanciával [azaz,  $Z_0(p) = \sqrt{Z(p)/Y(p)}$  hullámimpedanciával és  $\gamma(p) = \sqrt{Z(p)Y(p)}$  komplex terjedési tényezővel] rendelkező helyettesítőképével írhatók le.

E távvezeték szakaszokat parciális differenciálegyenlet-rendszerek (az ún. távíróegyenletek) írják le, melyek a távvezetékek állapotváltozóinak hely- és időfüggését jellemzik. A cél azonban az, hogy a helykoordinátáktól való függést a leíróegyenletekből kiköszöböljük, ellenkező esetben ugyanis parciális differenciálegyenlet-rendszerek numerikus megoldásával vizsgálhatnánk a hálózat viselkedését, ami viszont irracionálisan nagy gépidőkre vezethetne és emellett sokszor valóban érdektelen a helytől való függés kiszámítása.

Csurgay [4] megmutatta, hogy ha a távvezetékek állapotváltozóit (ezek nem szükségszerűen a távvezeték terjedő áram és feszültség) úgy választjuk meg, hogy a távíróegyenletek a  $\frac{\partial}{\partial t}$  idő szerinti parciális differenciálás polinom operátorát tartalmazzák, akkor Friedman [12] matematikai munkájára építve, egyszerű elégséges feltételek mellett kimondható, hogy e parciális differenciálegyenletek megoldása létezik és egyértelmű. Ezért javasolta a  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ben polinomra vezető állapotváltozó-választást az elosztott paraméterű elemekre. Ezeket a parciális differenciálegyenleteket a  $t$  időre alkalmazott Laplace-transzformációval megoldhatjuk a „ $p$ ” komplex frekvenciatartományban, majd a  $Z=0$  és  $Z=d$  helykoordináták mellett fellépő állapotváltozók kapcsolatát keresve, az

$$e_2(p) = \mathbf{A}(p)e_1(p),$$

általános  $n$ -kapu leírásra juthatunk. Ennek az összefüggésnek az időtartományban az

$$e_2(t) = \mathbf{A}(t) * e_1(t), \quad (1)$$

konvolúciós összefüggés felel meg, ahol

$$e_1(t) = \mathcal{L}^{-1}e_1(p),$$

$$e_2(t) = \mathcal{L}^{-1}e_2(p)$$

és

$$\mathbf{A}(t) = \mathcal{L}^{-1}\mathbf{A}(p).$$

Csurgay megmutatta azt is, hogy a  $\mathcal{L}^{-1}$  inverz Laplace-transzformációt disztribúció értelemben kell elvégezni (lásd pl. Zemanian, (1968), [13]) és  $e_1(t)$ ,  $e_2(t)$  valamint  $\mathbf{A}(t)$  alulról korlátos szupportú disztribúciókat (lásd pl. Csurgay (1971), [4]) jelentenek (az alulról korlátosság ténye a kauzális  $n$ -kapuk követelményével van összhangban).

E munkára és az irodalom ismert eredményeire építve három alapvető leírasmód kínálkozik az időtartománybeli analízisre alkalmas távvezeték szakaszmodellek előállítására:

#### a) $\mathbf{Y}(t)$ v. $\mathbf{Z}(t)$ kapuimmittancia-formalizmus

Pl. Ghaussi és Kelly könyvében [9] található, hogy

$$\mathbf{Y}(p) = \begin{bmatrix} Y_0(p) \operatorname{cth}(d\gamma(p)) & -Y_0(p) \frac{1}{\operatorname{sh}(d\gamma(p))} \\ -Y_0(p) \frac{1}{\operatorname{sh}(d\gamma(p))} & Y_0(p) \operatorname{cth}(d\gamma(p)) \end{bmatrix}, \quad (2a)$$

és

$$\mathbf{Z}(p) = \begin{bmatrix} Z_0(p) \operatorname{cth}(d\gamma(p)) & Z_0(p) \frac{1}{\operatorname{sh}(d\gamma(p))} \\ Z_0(p) \frac{1}{\operatorname{sh}(d\gamma(p))} & Z_0(p) \operatorname{cth}(d\gamma(p)) \end{bmatrix}, \quad (2b)$$

kapuimmittancia-mátrixokkal jellemezhető az elosztott paraméterű kétkapuk, azaz a (2) képleteknek megfelelő időtartománybeli konvolúciós modell magfüggvénye (disztribúció értelemben) az

$$\mathbf{Y}(t) = \mathcal{L}^{-1}\mathbf{Y}(p) \quad \text{és} \quad \mathbf{Z}(t) = \mathcal{L}^{-1}\mathbf{Z}(p),$$

előállítását igényli, ahol  $Z_0(p)$ -vel, ill.  $Y_0(p)$ -vel a komplex frekvenciatartománybeli hullámimpedanciát, ill. admittanciát jelöltük.

Mivel Csurgay [4] munkája alapján tudjuk, hogy a távvezeték leíró parciális differenciálegyenlet-rendszer megoldásának létezése és egyértelmősége csak a  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ben (azaz a „ $p$ ” komplex frekvenciában) polinomoperátort eredményező állapotváltozó-választás mellett biztosítható (és ezek az állapotváltozók általában nem a távvezeték terjedő feszültségek és áramok), ezért a (2) képleteket olyan modellek esetén, ahol a távvezeték terjedő feszültségek és áramok nem eredményeznek  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ban polinomoperátort, csak úgy alkalmazhatjuk, ha előzőleg kimutatjuk, hogy a  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ben polinomtípusú leírást adó állapotváltozókból  $u(z, t)$ -t és  $i(z, t)$ -t kiszámítva a (2) leírás valóban előáll. (A szerző sejtése ezzel kapcsolatban: lineáris, passzív, elosztott paraméterű hálózatoknál ez mindig teljesül).

#### b) Valtonen-féle modell (1978), [10]

Valtonen felbontotta a távvezeték terjedő feszültség- és áramhullámokat a  $+Z$ -irányú beeső és a  $-Z$ -irányú reflektált komponensekre és ezek figyelembevételével a következő, redundáns, a távvezeték szakaszt 2 változó helyett 4 változóval leíró modellt javasolta:



Legyen

$$\begin{aligned}\mathcal{L}^{-1}Y_0(p) &\triangleq Y_0(t), \\ \mathcal{L}^{-1}Z_0(p) &\triangleq Z_0(t), \\ \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)} &\triangleq g(t),\end{aligned}\quad (3)$$

ezzel az Y-típusú leírásban

$$\begin{aligned}i_1(p) &= Y_0(p)u_1(p) - 2i_b(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ i_2(p) &= Y_0(p)u_2(p) - 2i_a(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ i_a(p) &= Y_0(p)u_1(p) - i_b(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ i_b(p) &= Y_0(p)u_2(p) - i_a(p)e^{-d\gamma(p)},\end{aligned}\quad (4)$$

ahol

$$i_a(p)/u_a(p) = Y_0(p),$$

míg a Z-típusú leírásban

$$\begin{aligned}u_1(p) &= Z_0(p)i_1(p) + 2u_b(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ u_2(p) &= Z_0(p)i_2(p) + 2u_a(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ u_a(p) &= Z_0(p)i_1(p) + u_b(p)e^{-d\gamma(p)}, \\ u_b(p) &= Z_0(p)i_2(p) + u_a(p)e^{-d\gamma(p)},\end{aligned}\quad (5)$$

adják a modellt. Itt ha

$$u(z, p) \triangleq u_h(z, p) + u_r(z, p), \quad (6a)$$

$$i(z, p) \triangleq i_h(z, p) + i_r(z, p) = \frac{u_h(z, p)}{Z_0(p)} - \frac{u_r(z, p)}{Z_0(p)}, \quad (6b)$$

akkor

$$\begin{aligned}u_a(p) &= u_h(0, p), \\ u_b(p) &= u_r(d, p), \\ i_a(p) &= i_h(0, p), \\ \tilde{i}_b(p) &= -i_r(d, p),\end{aligned}\quad (7)$$

(itt  $i_a$  és  $i_b$  áramokat a kétkapú-elembe befolyó irányban tekintettük).

E modell az időtartományban olyan konvolúciókra vezet, ahol a (3) szerinti inverz Laplace-transzformáltak előállítását a feladat.

### c) Reflexiós formalizmusú modell (S-leírás)

Ekkor a

$$b(p) = \mathbf{S}(p)a(p), \quad (8)$$

leírásnak megfelelő modell időtartománybeli konvolúciós

$$b(t) = \mathbf{S}(t) * a(t) \quad (9)$$

összefüggésének előállítása a feladat, ahol  $a(p)$  a beeső-,  $b(p)$  a reflektált hullámokat jelentik a távvezeték szakaszra [ $Z_0(p)$  hullámimpedanciára normalizálva], míg  $\mathbf{S}(p)$  az elosztott paraméterű kétkapú reflexiós (scattering) mátrixa.

A fenti modellek a távvezeték szakasz ekvivalens időtartománybeli konvolúciós leírásait eredményezik. Összehasonlításuk végett előrebocsátjuk, hogy a frekvenciafüggő  $Z_0(p)$ -re való normalizálás miatt az S-leírás diszperzív elemeknél rendkívül bonyolult  $p$  tartománybeli függvények inverz Laplace-transzformációjára vezet (ami általában zárt alakban és egyszerű módon el sem végezhető). Diszperziómentes esetben viszont a konstans  $Z_0$  miatt kifejezetten

ez a leírásmód előnyös (Csurgay, (1971), [4], ill. (1973), [19]). Diszperziómentes elemek esetén az  $\mathbf{Y}(t)$  vagy  $\mathbf{Z}(t)$  kapuimmittancia leírások viszonylag bonyolult konvolúciómagokra vezetnek, de előállításuk és alkalmazásuk lényegesen könnyebb, mint az S-formalizmusú leírásban.

Megjegyezzük, hogy a tiszta reaktáns (veszteségmentes) elosztott paraméterű modellek esetében a korlátos gerjesztés—korlátos felelet értelmű stabilitás nem feltétlenül teljesül (gondoljunk pl. az egysegugrásfeszültséggel gerjesztett, a végén rövidzárt ideális, veszteségmentes távvezeték szakaszra, ahol a válaszként adódó bemeneti áram lépcsős-függvény szerint tart az idő előrehaladtával a végtelenhez). E modelleket reprezentáló magfüggvények fenti tulajdonsága numerikus pontatlanságokra, instabilitásokra is vezethet. Ezeket természetesen kiküszöbölhetik a beágyazó nemlineáris koncentrált paraméterű hálózat veszteségei által okozott csillapítások, de az ilyen koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok stabilitáskérdései manapság még nem tisztázottak, így feladatonkénti külön vizsgálatot igényelnek. Erre való tekintettel veszteséges elosztott paraméterű modellek alkalmazását javasoljuk a tranziens analízis programokba való beépítésre.

Utalnunk kell arra, is, hogy bizonyos elosztott paraméterű modellek  $\mathbf{Y}(t)$  v.  $\mathbf{Z}(t)$  leírása nem a fizikai teret leíró Maxwell-egyenletek megoldásaiként kapott vonalintegrállal értelmezett feszültségek és áramok kapcsolatát írják le, hanem pl. a csőtápvonalak módusfeszültségének és áramainak összefüggéseire vezetnek. Az ilyen modelleknek a koncentrált paraméterű (vonalintegrállal jellemezhető) hálózat részhez való csatlakozása kielégítően modellezhető az átmenetet megvalósító és általában rövid csőtápvonal szakaszok miatt koncentrált paraméterű kapcsolásokkal (lásd: Csurgay, (1971), [4]).

### 1.2. Néhány elosztott paraméterű időtartománybeli modell

#### 1.2.1. Diszperziómentes távvezeték szakaszok

##### a) Reflexiós modell (Csurgay, (1971) [4])

A modellegyenlet:

$$b(t) = \mathbf{S}(t) * a(t), \quad (10)$$

ahol

$$\begin{aligned}b(t) &= [b_1(t), b_2(t)]^T, \\ a(t) &= [a_1(t), a_2(t)]^T,\end{aligned}$$

a reflektált és beeső hullámok  $z_0$ -ra normálva,

$$\mathbf{S}(t) = \begin{bmatrix} 0 & e^{-\alpha} \delta(t-\tau) \\ e^{-\alpha} \delta(t-\tau) & 0 \end{bmatrix}, \quad (11)$$

$\delta(t-\tau)$  a  $t-\tau$  időpillanathoz rendelt Dirac- $\delta$  disztribúció,  $\tau$  a távvezeték késleltetési ideje,  $\alpha$  a veszteségi tényező (a hossz helyett a  $t$  időre normalizálva),  $tr$  = transzponált. (11) alapján

$$b_1(t) = e^{-\alpha} a_2(t-\tau), \quad (12a)$$

$$b_2(t) = e^{-\alpha} a_1(t-\tau), \quad (12b)$$

adódik.



b) Kapuimmittancia modell

Noha az időtartománybeli analízis céljára egyértelműen az S-leírás javasolható, mivel minden egyéb leírásmód bonyolultabb és nagyobb tárigényt jelent a számítógépes realizáció szempontjából, a teljesség kedvéért megadjuk a kapuimmittancia modellt is. Ennek használhatósága elsősorban elméleti vizsgálatok esetén látszik előnyösnek.

Mivel a kapuadmittancia-leírásban

$$Y_{11}(p) = Y_{22}(p) = Y_0 \operatorname{cth} [\tau(p + \alpha)], \quad (13a)$$

$$Y_{12}(p) = Y_{21}(p) = -Y_0 \frac{1}{\operatorname{sh} [\tau(p + \alpha)]}, \quad (13b)$$

ill. a kapuimpedancia-leírásban

$$Z_{11}(p) = Z_{22}(p) = Z_0 \operatorname{cth} [\tau(p + \alpha)], \quad (13c)$$

$$Z_{12}(p) = Z_{21}(p) = Z_0 \frac{1}{\operatorname{sh} [\tau(p + \alpha)]}, \quad (13d)$$

a keresett modell

$$\begin{aligned} y_{11}(t) &= y_{22}(t) = \mathcal{L}^{-1} Y_{11}(p) = \\ &= Y_0 [\delta(t) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-2n\tau} \delta(t - 2n\tau)], \end{aligned} \quad (14a)$$

és

$$\begin{aligned} y_{12}(t) &= y_{21}(t) = \mathcal{L}^{-1} Y_{12}(p) = \\ &= -2 Y_0 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\alpha(2n-1)\tau} \delta[t - (2n-1)\tau], \end{aligned} \quad (14b)$$

(hasonlóan adódik a  $Z(t)$  modell is). Itt  $\delta$  a Dirac- $\delta$  disztribúció.

c) Valtonen-féle modell

Ugyancsak a teljesség kedvéért megadjuk a beeső- és reflektált feszültség- és áramhullámokra felbontás elvén alapuló Valtonen-féle távvezetékmodellt. Itt

$$\mathcal{L}^{-1} Y_0(p) = \mathcal{L}^{-1} Y_0 = Y_0 \delta(t), \quad (15a)$$

és

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1} e^{-d\gamma(p)} = \mathcal{L}^{-1} e^{-\tau(p+\alpha)} = e^{-\alpha\tau} \delta(t - \tau). \quad (15b)$$

d) Branin-féle vezéreltgenerátoros modell (Branin, (1967), [3])

Y-leírásban a modellegyenletek az

$$i_1(t) = Y_0 u_1(t) - Y_0 e^{-\alpha\tau} u_2(t - \tau) - e^{-\alpha\tau} i_2(t - \tau), \quad (16a)$$

$$i_2(t) = Y_0 u_2(t) - Y_0 e^{-\alpha\tau} u_1(t - \tau) - e^{-\alpha\tau} i_1(t - \tau), \quad (16b)$$

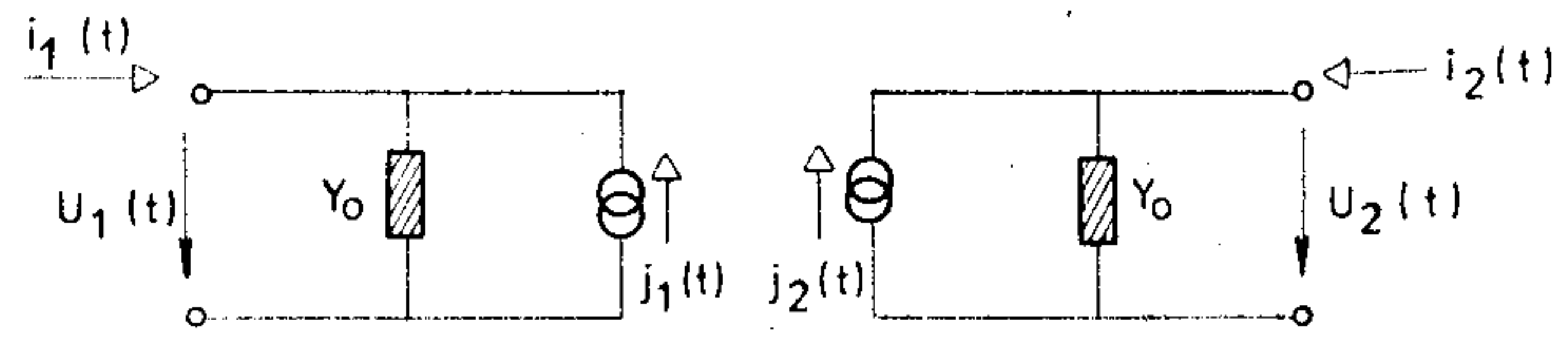
alakot öltik, amelyet az 1. ábra szemléltet.

1.2.2. Néhány diszperziós távvezeték szakasszal modellezhető eszköz időtartománybeli konvolúciós leírása

1.2.2/a Kis veszteségű dielektrikummal kitöltött, homogén, egyszeresen összefüggő keresztmetszetű ideális fémfalal határolt csőtápvonal szakasz TM és TE módusai

A módusokat reprezentáló távvezeték szakasz elemi szakaszának helyettesítőképét lásd pl.: Csurgay, Markó, (1965), [15] (2. ábra)

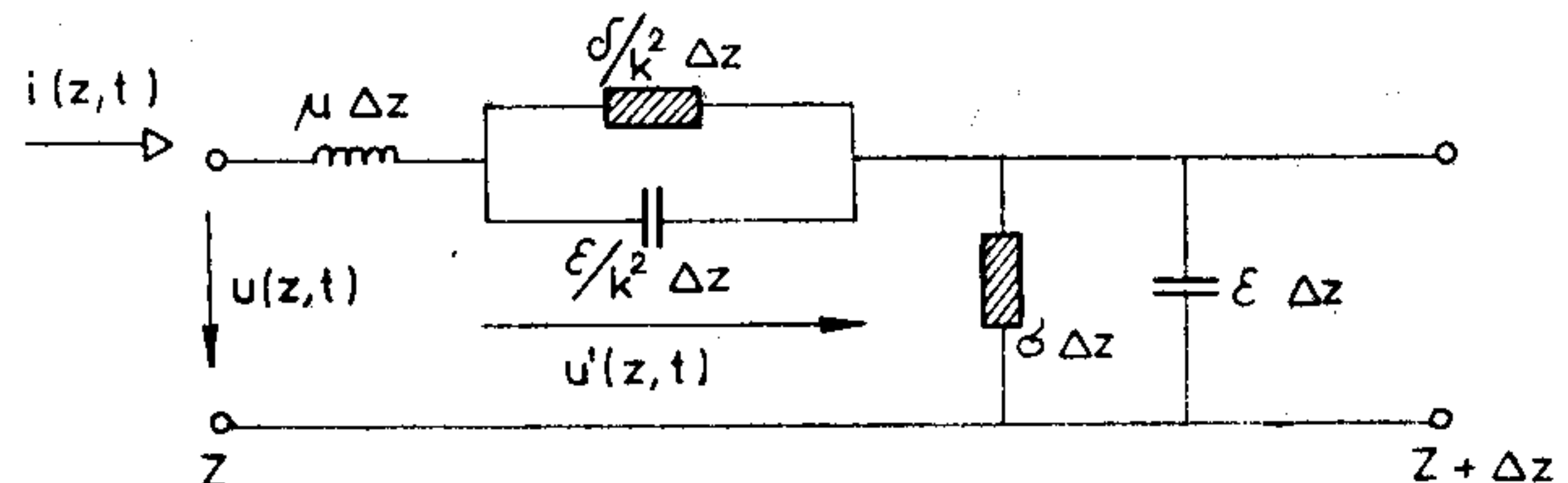
Az  $u(z, t)$  és  $i(z, t)$ -re vonatkozó táviróegyenletek



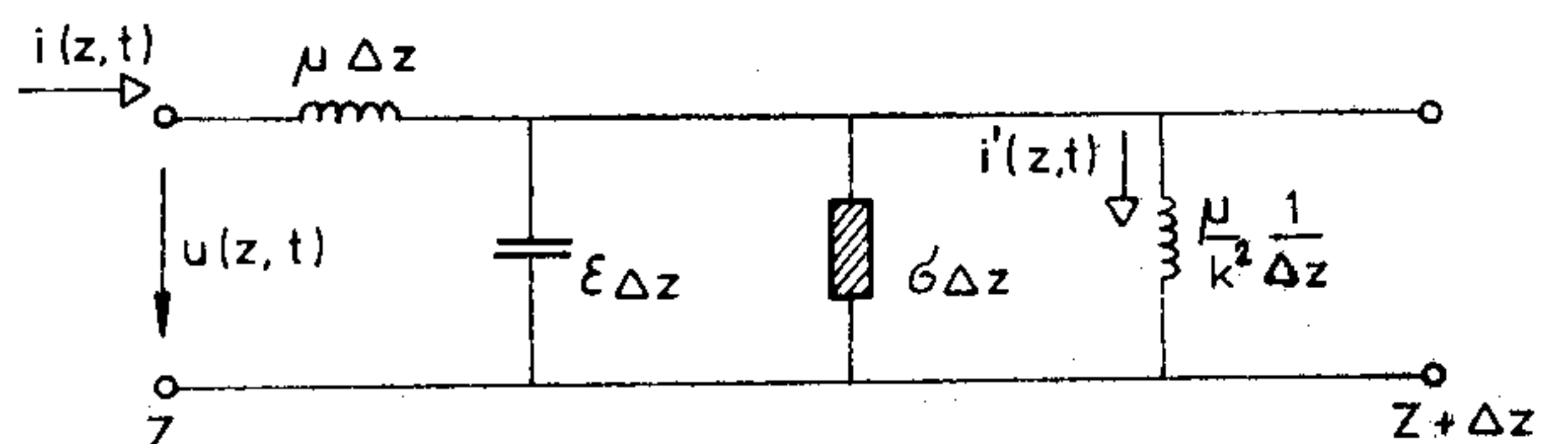
$$\begin{aligned} j_1(t) &= Y_0 e^{-\alpha\tau} [u_2(t - \tau) + e^{-\alpha\tau} i_2(t - \tau)] \\ j_2(t) &= Y_0 e^{-\alpha\tau} [u_1(t - \tau) + e^{-\alpha\tau} i_1(t - \tau)] \end{aligned}$$

H740-1

1. ábra



a, Veszteséges TM-módus



b, Veszteséges TE-módus

H740-2

2. ábra.  $\mu$  a kitöltő közeg permeabilitása,  $\epsilon$  a dielektromos állandója,  $k$  az adott módushoz tartozó sajátérték,  $\delta$  a dielektrikum hosszegységre eső vezetőképessége

nem adnak  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ben polinom típusú operátort, azonban (lásd: Csurgay, (1971), [4]) TM-módusnál  $u(z, t)$  és  $u'(z, t)$ , TE-módusnál  $i(z, t)$  és  $i'(z, t)$  állapotváltozók választása  $\frac{\partial}{\partial t}$ -ben polinom operátorra vezet. Mivel TM-módusra  $i(z, p)$  és  $u'(z, p)$  összefüggése:

$$i(z, p) = \frac{\sigma + p\epsilon}{k^2} u'(z, p), \quad (17)$$

és az  $u(z, p)$ ,  $u'(z, p)$   $p$ -ben polinom típusú állapotegyenletre vezető állapotváltozókra nyert megoldások

$$\begin{pmatrix} u(d, p) \\ u'(d, p) \end{pmatrix} = \exp\{-d\mathbf{P}(p)\} \begin{pmatrix} u(0, p) \\ u'(0, p) \end{pmatrix}, \quad (18)$$

alakúak, ahol

$$\begin{aligned} \exp\{-d\mathbf{P}(p)\} &= \exp\left\{-d \begin{bmatrix} 0 & p^2 \frac{\epsilon\mu}{k^2} + p \frac{\mu\sigma}{k^2} + 1 \\ k^2 & 0 \end{bmatrix}\right\} = \\ &= \begin{bmatrix} \operatorname{ch}(d\gamma(p)) & \frac{\frac{\epsilon\mu}{k^2} p^2 + p \frac{\mu\sigma}{k^2} + 1}{\gamma(p)} \operatorname{sh}(d\gamma(p)) \\ \frac{k^2 \operatorname{sh}(d\gamma(p))}{\gamma(p)} & \operatorname{ch}(d\gamma(p)) \end{bmatrix}, \end{aligned} \quad (19a)$$



és

$$\gamma(p) = \sqrt{\varepsilon\mu} \sqrt{p^2 + p \frac{\sigma}{\varepsilon} + \frac{k^2}{\varepsilon\mu}} = \frac{1}{v} \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}, \quad (19b)$$

továbbá

$$\alpha \triangleq \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad \omega_c^2 \triangleq \frac{k^2}{\varepsilon\mu}, \quad \Omega_c^2 \triangleq \omega_c^2 - \frac{\alpha^2}{4}, \quad (19c)$$

a (17)–(19) összefüggésekből egyszerűen levezethető az  $i(0, p)$ ,  $i(d, p)$  valamint  $u(0, p)$ ,  $u(d, p)$  összefüggését megadó  $\mathbf{Y}(p)$  kapuadmittancia mátrix a TM-módusra, illetve  $\mathbf{Z}(p)$  kapuimpedanciamátrix a TE-módusra:

Itt bevezettük a

$$\tau \triangleq d\sqrt{\varepsilon\mu} = \frac{d}{v}, \quad Y_0 \triangleq \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}}, \quad Z_0 \triangleq \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}, \quad (20)$$

jelöléseket,  $v$  a hullámterjedés sebességét jelenti a tápvonalon.

A (20) formulákra alkalmazott inverz Laplace-transzformációval adódik az  $\mathbf{Y}(t)$ , ill.  $\mathbf{Z}(t)$  leírás. Itt csak a TM-módusra vonatkozó  $\mathbf{Y}(t)$  leírást ismertetjük:

$$Y_{11}(t) = Y_{22}(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_{11}(p) = e^{-\frac{\alpha}{2}t} Y_{11}^{VM}(t) \Big|_{\substack{\omega_c \rightarrow \Omega_c \\ \text{helyettesítéssel}}} + e^{-\frac{\alpha}{2}t} \left\{ 1(t) Y_0 \frac{\alpha}{2} J_0(\Omega_c t) + Y_0 \alpha \sum_{n=1}^{N(t)} 1(t-2n\tau) J_0(\Omega_c \sqrt{t^2 - (2n\tau)^2}) \right\}, \quad (21a)$$

$$Y_{12}(t) = Y_{21}(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_{12}(p) = e^{-\frac{\alpha}{2}t} Y_{12}^{VM}(t) \Big|_{\substack{\omega_c \rightarrow \Omega_c \\ \text{helyettesítéssel}}} + e^{-\frac{\alpha}{2}t} Y_0 \alpha \sum_{n=1}^{M(t)+1} 1[t - (2n-1)\tau] J_0[\Omega_c \sqrt{t^2 - (2n-1)^2\tau^2}], \quad (21b)$$

ahol  $Y_{11}^{VM}(t)$  és  $Y_{12}^{VM}(t)$  a veszteségmentes TM-módus-hoz tartozó időtartománybeli modelleket jelentik,  $1(t)$  az egységugrásfüggvény,  $J_0(\cdot)$  a nulla indexű Bessel-függvény.  $Y_{11}^{VM}(t)$  és  $Y_{12}^{VM}(t)$  az alábbi:

$$Y_{11}^{VM}(t) = Y_0 \delta(t) + 2Y_0 \sum_{n=1}^{\infty} \delta(t-2n\tau) - 1(t) Y_0 \omega_c J_1(\omega_c t) - Y_0 \omega_c^2 t \sum_{n=1}^{N(t)} 1(t-2n\tau) [J_0(\omega_c \sqrt{t^2 - (2n\tau)^2}) + J_2(\omega_c \sqrt{t^2 - (2n\tau)^2})], \quad (22a)$$

$$Y_{12}^{VM}(t) = -2Y_0 \sum_{n=1}^{\infty} \delta[t - (2n-1)\tau] + Y_0 \omega_c^2 t \sum_{n=1}^{M(t)+1} 1[t - (2n-1)\tau] \times \{y_0(\omega_c \sqrt{t^2 - (2n-1)^2\tau^2}) + y_2(\omega_c \sqrt{t^2 - (2n-1)^2\tau^2})\}. \quad (22b)$$

Itt  $\delta$  a Dirac-delta disztribúció,  $J_0(\cdot)$  és  $J_2(\cdot)$  a megfelelő indexű Bessel-függvények. (21) és (22) formulákban az  $N(t)$  és  $M(t)$  indexhatárok jelentése:

$2(n-1)\tau \leq t < 2n\tau$  ( $n=1, 2, \dots$ ) esetén  $N(t)=n-1$ ,

míg

$(2n-1)\tau \leq t < (2n+1)\tau$  esetén  $M(t)=n$  ( $n=1, 2, \dots$ ).

Lényegesen egyszerűbb összefüggésekre vezet a Valtonen-féle modell. A TM-módus  $Y_0(p)$  hullám-admittanciája, ill. a TE-módus  $Z_0(p)$  hullámimpedanciája:

$$Y_0(p) = Y_0 \frac{p + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}}, \quad (23a)$$

$$Z_0(p) = Z_0 \frac{p + \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}}. \quad (23b)$$

Ezek alapján

$$Y_0(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_0(p) = Y_0 \delta(t) - 1(t) Y_0 \Omega_c e^{-\frac{\alpha}{2}t} J_1(\Omega_c t) + 1(t) Y_0 \frac{\alpha}{2} e^{-\frac{\alpha}{2}t} J_0(\Omega_c t), \quad (24a)$$

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)} = e^{-\frac{\alpha}{2}t} \delta(t-\tau) - 1(t-\tau) e^{-\frac{\alpha}{2}t} \frac{\Omega_c^2 \tau}{2} \times \{J_0(\Omega_c \sqrt{t^2 - \tau^2}) + J_2(\Omega_c \sqrt{t^2 - \tau^2})\}, \quad (24b)$$

$Z_0(t)$  úgy adódik, hogy a (24a) képletben a  $J_0$ -t tartalmazó tag előjelét negatívra változtatjuk, és  $Y_0$  helyett a  $Z_0$  konstans használjuk.

### 1.2.2/b RLCG távvezeték szakaszok időtartománybeli modellje

A terjedési tényező és a hullámadmittancia:

$$\gamma(p) = \sqrt{(R+pL)(G+pC)} = \frac{1}{V} \sqrt{(p+a)^2 - b^2}, \quad (25a)$$

$$Y_0(p) = \sqrt{\frac{G+pC}{R+pL}} = \frac{Y_0(p+a-b)}{\sqrt{(p+a)^2 - b^2}}, \quad (25b)$$

ahol bevezettük az

$$a \triangleq \frac{R}{2L} + \frac{G}{2C}, \quad b \triangleq \frac{R}{2L} - \frac{G}{2C}, \quad V \triangleq \frac{1}{\sqrt{LC}},$$

$$Y_0 \triangleq \sqrt{\frac{C}{L}}, \quad \tau \triangleq \frac{d}{V},$$

jelöléseket. (25) és (2a) alapján a távvezeték szakasz kapuadmittancia-mátrixa:

$$Y_{11}(p) = Y_{22}(p) = \frac{Y_0 \tau (p+a-b)}{\tau \sqrt{(p+a)^2 - b^2}} \operatorname{cth} [\tau \sqrt{(p+a)^2 - b^2}], \quad (26a)$$

$$Y_{12}(p) = Y_{21}(p) = -\frac{Y_0 \tau (p+a-b)}{\tau \sqrt{(p+a)^2 - b^2}} \frac{1}{\operatorname{sh} [\tau \sqrt{(p+a)^2 - b^2}]}. \quad (26b)$$

Ebből az  $\mathbf{Y}(t)$  időtartománybeli modell:



$$\begin{aligned}
Y_{11}(t) = Y_{22}(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_{11}(p) = Y_0\delta(t) + \\
+ 2Y_0 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-2n\tau} \delta(t-2n\tau) + \\
+ Y_0 e^{-at} b^2 t \sum_{n=1}^{N(t)} 1(t-2n\tau) \{I_0(b\sqrt{t^2-(2n\tau)^2}) - \\
- I_2(b\sqrt{t^2-(2n\tau)^2})\} + 1(t) Y_0 b e^{-at} I_1(bt) - \\
- 2Y_0 b e^{-at} \sum_{n=1}^{N(t)} 1(t-2n\tau) I_0(b\sqrt{t^2-(2n\tau)^2}) - \\
- Y_0 b 1(t) e^{-at} I_0(bt), \quad (27a)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Y_{12}(t) = Y_{21}(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_{12}(p) = \\
= -2Y_0 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-a(2n-1)\tau} \delta[t-(2n-1)\tau] - \\
- Y_0 e^{-at} b^2 t \sum_{n=1}^{M(t)+1} 1[t-(2n-1)\tau] \times \\
\times \{I_0(b\sqrt{t^2-(2n-1)^2\tau^2}) - I_2(b\sqrt{t^2-(2n-1)^2\tau^2})\} - \\
- 2Y_0 b e^{-at} \sum_{n=1}^{M(t)+1} 1(t-(2n-1)\tau) I_0 \times \\
\times (b\sqrt{t^2-(2n-1)^2\tau^2}), \quad (27b)
\end{aligned}$$

ahol  $I_0$ ,  $I_1$  és  $I_2$  a megfelelő indexű módosított Bessel-függvények.

A Valtonen-féle modell formulái (részletesebben lásd: [10]):

$$Y_0(t) = \mathcal{L}^{-1}Y_0(p) = Y_0\delta(t) + Y_0 b 1(t) e^{-at} [I_1(bt) - I_0(bt)], \quad (28a)$$

$$\begin{aligned}
g(t) = \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)} = e^{-a\tau} \delta(t-\tau) + \\
+ 1(t-\tau) e^{-at} \frac{b^2\tau}{2} [I_0(b\sqrt{t^2-\tau^2}) - I_2(b\sqrt{t^2-\tau^2})]. \quad (28b)
\end{aligned}$$

Az eredeti Valtonen-féle formulákat itt annyi változtatással közöltük, hogy alkalmaztuk az

$$I_1(z)/z = \frac{1}{2} (I_0(z) - I_2(z))$$

összefüggést, így számítógépprogramban alkalmazható formulát kaptunk.

### 1.2.2/c RC-távvezetékszszakok időtartománybeli modellje

A  $Z(p) = R$  és  $Y(p) = pC$  immittanciákkal jellemzett RC-távvezetékszszak jellemzői:

$$\gamma(p) = \sqrt{pRC}, \quad (29a)$$

$$Z_0(p) = \sqrt{\frac{R}{pC}}. \quad (29b)$$

Vezessük be a  $\tau \triangleq d^2RC$  mennyiséget. Ezzel a távvezetékszszak  $\mathbf{Z}(p)$  impedanciámátrixa:

$$Z_{11}(p) = Z_{22}(p) = \frac{Rd}{\sqrt{p\tau}} \operatorname{cth}(\sqrt{p\tau}), \quad (30a)$$

$$Z_{12}(p) = Z_{21}(p) = \frac{Rd}{\sqrt{p\tau}} \frac{1}{\operatorname{sh}(\sqrt{p\tau})}. \quad (30b)$$

A  $\mathbf{Z}(t)$  kapuimpedancia leírás:

$$\begin{aligned}
Z_{11}(t) = Z_{22}(t) = \mathcal{L}^{-1}Z_{11}(p) = \frac{Rd}{\tau} \vartheta_3\left(\vartheta = 1, j\pi \frac{t}{\tau}\right) = \\
= \frac{Rd}{\tau} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-n^2\pi^2 \frac{t}{\tau}}\right] = \\
= \frac{Rd}{\tau} \sqrt{\frac{\tau}{\pi t}} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{n^2\tau}{t}}\right] \quad t > 0, \quad (31a)
\end{aligned}$$

és

$$\begin{aligned}
Z_{12}(t) = Z_{21}(t) = \mathcal{L}^{-1}Z_{12}(p) = \frac{Rd}{\tau} \vartheta_3\left(\vartheta = \frac{1}{2}, j\pi \frac{t}{\tau}\right) = \\
= \frac{Rd}{\tau} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n e^{-n^2\pi^2 \frac{t}{\tau}}\right] = \\
= 2 \frac{Rd}{\tau} \sqrt{\frac{\tau}{\pi t}} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{(2n-1)^2\tau}{4t}} \quad t > 0, \quad (31b)
\end{aligned}$$

ahol  $\vartheta_3\left(\vartheta, j\pi \frac{t}{\tau}\right)$  az ún. teta-függvény (a definíciót és tulajdonságokat tárgyalja Magnus és Oberhettinger könyve [16]). A teta-függvényeket két különböző végtelen sorral is fel lehet írni. E sorokat azonban bizonyos  $t$  tartományokban jól lehet közelíteni véges számú tag összegével.  $Z_{11}(t)$  fontos tulajdonsága, hogy kis  $t$  értékekre

$$Z_{11}(t) \cong \frac{Rd}{\tau} \sqrt{\frac{\tau}{\pi t}}, \quad \text{míg} \quad \lim_{t \rightarrow 0} Z_{12}(t) = 0.$$

A távvezetékszszak Valtonen-féle modellje:

$$Z_0(t) = \mathcal{L}^{-1}Z_0(p) = \frac{Rd}{\sqrt{\tau}} \frac{1}{\sqrt{\pi t}}, \quad (32a)$$

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\tau}{\pi t^3}} e^{-\frac{\tau}{4t}}. \quad (32b)$$

$g(t)$ -ről kimutatható, hogy  $\lim_{t \rightarrow 0} g(t) = 0$ . Látható, hogy

$Z_{11}(t)$  kis  $t$ -kre, valamint  $Z_0(t) \sim \frac{1}{\sqrt{t}}$ . Ez a konvolúció-

ban való alkalmazás szempontjából azt jelenti, hogy improprius integrált kell kiszámítani. Ez azonban nem okoz nehézséget, mivel a konvolúcióban szereplő áram időfüggvényét a numerikus eljárás alacsony fokszámú polinommal (sokszor pl. elsőfokúval) közelíti, és az így kapott

$$\int_0^t Z(t-x) i(x) dx \sim \int_0^t \frac{1}{\sqrt{t-x}} i(x) dx,$$

integrál eredménye kézikönyvekben megtalálható.

Végezetül megjegyezzük, hogy az 1.2.2/a–1.2.2/c pontokban közölt modellképletek bizonyítása [17]-ben megtalálható.

A közölt modellekkel kapcsolatban még egy észrevételt teszünk. Az  $\mathbf{Y}(t)$  vagy  $\mathbf{Z}(t)$  kapuimmittancia-modellekben felismerhetjük (az RC-vonal kivételével), hogy a Dirac- $\delta$  disztribúciókat tartalmazó tagok éppen a diszperziómentes távvezetékszszakot jelentik. Tehát az  $\mathbf{Y}$ -leírásban párhuzamosan, a  $\mathbf{Z}$ -leírásban sorosan kiemelhető egy diszperziómentes távvezeték-



szakasz. A megmaradó kétkaput integrállal reprezentálható konvolúció jellemzi, ez „felelős” a diszperzióért.

## 2. Koncentrált—elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli leíróegyenletei

A diszperziómentes távvezetékszakaszokat tartalmazó lineáris, idővariáns hálózatokat leíró állapotegyenletet Csurgay [4] publikálta 1971-ben. Ugyancsak 1971-ben nemlineáris koncentrált paraméterű hálózatba beágyazott diszperziómentes távvezetékszakaszok esetére Ho [18] közölt időtartománybeli leíróegyenletet. 1973-ban Csurgay [19] diszperziómentes távvezetékszakaszokat és nemlineáris, koncentrált paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok állapotegyenletét ismertette.

Diszperziós elosztott paraméterű és lineáris, koncentrált paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok állapotegyenletét Csurgay [4] adta meg 1971-ben. Az ismertetett elv alapján minden nehézség nélkül felírhatók az állapotegyenletek nemlineáris koncentrált paraméterű beágyazó hálózatok esetére is.

A felsorolt leíróegyenletek közös vonása: az elosztott paraméterű elemek időtartománybeli konvolúciós leírása révén sikerült kiköszöbölni a helyfüggést az egyenletekből, azaz nem parciális differenciálegyenlet-rendszerekkel modellezik a koncentrált-elosztott paraméterű hálózatot. Ennek ára azonban az, hogy a koncentrált paraméterű hálózatokra jellemző közönséges differenciálegyenletek helyett bonyolultabb differenciálegyenletek adódnak, amelyekben megjelennek az elosztott paraméterű elemek konvolúciós összefüggései. Legáltalánosabb esetben az

$$f(\dot{x}(t), x(t), A(t) * x(t), t) = 0, \quad (33a)$$

ahol  $*$  = konvolúció jele alakú ún. retardált típusú funkcionál-differenciálegyenlet írja le a hálózatot az időtartományban, ahol  $x$  az állapot változók (koncentrált- és elosztott paraméterű elemek állapotváltozói) vektora,  $A(t)$  a konvolúciók magja. Retardált funkcionál-differenciálegyenletnek nevezi a matematika az olyan differenciálegyenleteket (lásd pl.: Hale, [20]), ahol a változók  $\dot{x}(t)$  deriváltja az  $x(t)$  „jelen” mellett függ azok  $x(s)$  „múltjától” ( $s < t$ ) is.

(A közönséges differenciálegyenleteknél  $\dot{x}(t)$  csak az  $x(t)$  „jelentől” függött). A múlttól való függés az itt tárgyalt hálózatostályok esetében mindig konvolúción keresztül jelenik meg. Diszperziómentes elosztott paraméterű elemek esetén a konvolúció magja a  $t - \tau$  időpillanathoz tartozó  $\delta(t - \tau)$  Dirac-delta disztribúció, és így a  $\delta(t - \tau) * x(t)$  konvolúció eredménye az  $x(t - \tau)$  (konstans  $\tau$  idővel történő késleltetés) lesz. Az 1. pontban tárgyalt diszperziós modellek kapcsán viszont láttuk, hogy ezeknél mindig megjelenik (és ez éppen a diszperzió kifejeződése) egy integrállal reprezentálható

$$\int_0^t A(s)x(t-s)ds$$

alakú konvolúció is, ami az  $x$  állapotváltozó  $[0, t]$  időintervallum feletti „múltját” használja fel.

A Ho által adott egyenletek [18] vagy az e pontban ismertetésre kerülő (47) egyenletek a (33) alakú, legáltalánosabb egyenlettípusba tartoznak. Ugyanakkor adott topológiai feltételek vagy az elosztott paraméterű elemek állapotváltozóinak alkalmas megválasztása mellett ez az általános retardált differenciálegyenlet lényegesen egyszerűbb alakot is ölthet (ezek általában már nem is igazi retardált differenciálegyenletek, hanem közönséges differenciálegyenletek konvolúciós típusú korlátozó egyenletekkel vagy akár közönséges differenciálegyenletek is lehetnek). E speciális alakokra ebben a pontban részletesen kitérünk.

A teljesség kedvéért összefoglaljuk majd, a diszperziómentes elosztott paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok állapotegyenleteit Csurgay [4], [19] és Csurgay, Kovács, Recski [21] nyomán, továbbá foglalkozunk a diszperziós elosztott paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok leíróegyenleteivel is. Ez utóbbi esetben ismét összefoglaljuk a Csurgay által publikált egyenleteket [4], majd ezeknek egy általánosabb topológiai feltétel mellett érvényes — az ún. függő állapotváltozók esetére vonatkozó — kiterjesztését is megmutatjuk.

### 2.1. Diszperziómentes távvezetékszakaszokat is tartalmazó nemlineáris koncentrált paraméterű hálózatok állapotegyenletei

Az alábbiakban két esetet különböztetünk meg: az ún. független és a függő állapotváltozók esetén érvényes egyenleteket. Koncentrált paraméterű hálózatokban független állapotváltozókról beszélünk akkor, ha ezek kezdeti feltételei függetlenül előírhatók, egyébként a függő állapotváltozók esete áll fenn (lásd pl. Roska [22]). Vezérelt generátort nem tartalmazó hálózatokban pl. a feszültségtípusú (kapacitásból és feszültséggenerátorokból álló) hurkok vagy az áramtípusú (induktivitásokból és áramgenerátorokból álló) vágatok eredményezik a függő állapotváltozókat. Csurgay, Recski és Kovács [21] dolgozatukban megmutatták, hogy ha a diszperziómentes távvezetékeket a reflexiós formalizmusban írjuk le, azaz állapotváltozóiknak azok két végén jelentkező beeső hullámait tekintjük, akkor a  $t_0$  kezdeti időpillanatban a koncentrált paraméterű elemek független állapotváltozói és az említett távvezetékváltozók lineárisan független rendszert képeznek. Ez azt jelenti, hogy a távvezetékszakaszok állapotváltozói nem befolyásolják a koncentrált paraméterű elemek körében kiválasztott független állapotváltozókat, vagyis a független ill. függő állapotváltozók esetére felírt állapotegyenletek megkülönböztetése kizárólag a koncentrált paraméterű elemek állapotváltozói felhasználásával történik. Úgy is fogalmazhatjuk, hogy Csurgay, Recski és Kovács dolgozata alapján ezeknek a hálózatoknak az állapotegyenletei tisztázottak mind a független, mind a függő állapotváltozók esetére.

#### 2.1.1. Állapotegyenlet a független állapotváltozók esetén

Csurgay [4], [19] a következőképp származtatta az állapotegyenleteket. A reaktanciákat, nemlineáris eszközöket és a távvezetékszakaszokat emeljük ki



a lineáris memóriamentes elemeket (ellenállások, független- és vezérelt generátorok) tartalmazó hálózatrészből.

A lineáris memóriamentes hálózat hibrid-kapuleírása:

$$\begin{aligned} y(t) &= \mathbf{H}_{xx}x(t) + \mathbf{H}_{xa}a(t) + \mathbf{B}_xu(t), \\ b(t) &= \mathbf{H}_{ax}x(t) + \mathbf{H}_{aa}a(t) + \mathbf{B}_au(t). \end{aligned} \quad (33b)$$

Itt  $x(t)$ -vel a koncentrált paraméterű elemekhez tartozó állapotváltozókat,  $a(t)$ -vel pedig a lineáris, memóriamentes hálózatban a távvezetékek csatlakozásainál nyitott, a távvezetékek  $Z_{0i}$  hullámellenállásaira normalizált, kapukon beeső hullámokat jelöltük,  $u(t)$  pedig a gerjesztések vektora.  $y$  és  $b$  az  $x$ , ill. a kapuváltozókhoz tartozó konjugált kapuváltozók.

A kiemelt eszközök egyenletei:

$$-y = \mathbf{C}(x)\dot{x} + F(x), \quad (34a)$$

$$\beta(t) = \mathbf{A}\alpha(t - \tau), \quad (34b)$$

ahol  $\mathbf{C}(x)$  a kiemelt koncentrált paraméterű elemek reaktanciamátrixa,  $F(x)$  a nemlineáris feszültség-áram-karakterisztikákat jelenti, míg  $\alpha$  a távvezetékek beeső-,  $\beta$  pedig a reflektált hullámait jelenti az időtartományban. Az  $a(t)$  vektorban az

$$a = \underbrace{[a_{11}, a_{21}]}_{1. \text{ távvez.}} \underbrace{[a_{12}, a_{22}]}_{2. \text{ távvez.}} \dots \underbrace{[a_{1m}, a_{2m}]}_{m. \text{ távvez.}}^T,$$

( $tr$  = transzponált) sorrendezést alkalmazva  $\mathbf{A}$

$$\begin{bmatrix} 0 & e^{-\gamma_i \tau} \\ e^{-\gamma_i \tau} & 0 \end{bmatrix},$$

alakú blokkokat tartalmazó blokkdiagonálmátrix. (Itt  $\tau_i$  az egyes távvezetékek késleltetési időit,  $\gamma_i$  pedig azok veszteségi tényezőit jelenti).

Figyelembe véve, hogy  $a_i(t) = \beta_i(t)$  és  $b_i(t) = \alpha_i(t)$  a távvezetékszakaszok és a lineáris, memóriamentes hálózatrész csatlakozásainál, adódik az alábbi állapotegyenlet:

$$x(t) = -\mathbf{C}^{-1}(x)[\mathbf{H}_{xx}x(t) + F(x) + \mathbf{H}_{xa}\mathbf{A}\alpha(t - \tau) + \mathbf{B}_xu(t)], \quad (35a)$$

$$\alpha(t) = \mathbf{H}_{ax}x(t) + \mathbf{H}_{aa}\mathbf{A}\alpha(t - \tau) + \mathbf{B}_au(t). \quad (35b)$$

### 2.1.2. Állapotegyenlet a függő állapotváltozók esetén

A koncentrált paraméterű elemek állapotváltozói között most az alábbi lineáris összefüggés áll fenn:

$$x_2 = \mathbf{L}_1x_1 + \mathbf{L}_u u(t),$$

ahol  $x_1$  a függetlenül választható,  $x_2$  pedig a kifejezett állapotváltozók vektora,  $u(t)$  pedig a gerjesztések vektora. Ha a vezérelt generátorok nem okoznak függőségeket az állapotváltozók között, akkor tisztán topológiai feltételek (feszültségkapu-hurok, áramkapu-vágat) okozzák ezen függéseket és így  $\mathbf{L}_1$ ,  $\mathbf{L}_u$  együtthatómátrixok 0 és  $\pm 1$  elemekből épülnek fel.

A memóriamentes lineáris hálózat hibridkapuleírása most az alábbi ( $y$  particionálása  $x$ -nek felel meg):

$$y_1 + \mathbf{P}y_2 = \mathbf{R}_{xx}x_1 + \mathbf{R}_{xa}a + \mathbf{B}_xu(t), \quad (36a)$$

$$b = \mathbf{R}_{ax}x_1 + \mathbf{R}_{aa}a + \mathbf{B}_au(t), \quad (36b)$$

legyen

$$\mathbf{C}(x) = \begin{bmatrix} \mathbf{C}_1(x_1) & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{C}_2(x_2) \end{bmatrix}$$

és

$$F(x) = [F_1(x_1), F_2(x_2)]^T,$$

alakú, a távvezetékszakaszok leírása pedig a (34b) szerinti. Ekkor az állapotegyenlet:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -\mathbf{P}_e^{-1}(x_1)[F_1(x_1) + \mathbf{R}_{xx}x_1 + \mathbf{R}_{xa}\mathbf{A}\alpha(t - \tau) + \mathbf{B}_xu(t) + \\ &+ \mathbf{P}F_2(x_2)|_{x_2=\mathbf{L}_1x_1+\mathbf{L}_u u} + \mathbf{P}\mathbf{C}_2(x_2)|_{x_2=\mathbf{L}_1x_1+\mathbf{L}_u u} \cdot \mathbf{L}_u \dot{u}(t)], \end{aligned} \quad (37a)$$

$$\alpha(t) = \mathbf{R}_{ax}x_1 + \mathbf{R}_{aa}\mathbf{A}\alpha(t - \tau) + \mathbf{B}_au(t), \quad (37b)$$

ahol  $\mathbf{A}$  ugyanaz, mint 2.1.1.-ben, és

$$\mathbf{P}_e(x_1) = \mathbf{C}_1(x_1) + \mathbf{P}\mathbf{C}_2(x_2)|_{x_2=\mathbf{L}_1x_1+\mathbf{L}_u u} \cdot \mathbf{L}_1.$$

A (35), ill. (37) állapotegyenletek közös tulajdonsága, hogy azok általános alakja:

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t), \alpha(t - \tau)), \quad (38a)$$

$$\alpha(t) = L(x(t), u(t), \alpha(t - \tau)), \quad (38b)$$

az

$$x_0 = x(t_0), \quad (38c)$$

$$\alpha(t) = \varphi(t), \quad t \in [t_0 - \tau, t_0], \quad (38d)$$

általánosított kezdeti feltételekkel. Itt (38b)-ben  $L$  az  $x(t)$ ,  $u(t)$  és  $\alpha(t - \tau)$  változók lineáris kombinációját jelöli.

Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a (38d)-ben szereplő  $\varphi(t)$  kezdeti feltételként adott függvénynek is ki kell elégítenie a (38b) korlátozó feltételt, azaz,  $\varphi(t)$  választása ennyiben nem lehet önkényes. Energia-mentes vagy DC-analízissel meghatározott kezdeti feltételek esetén e követelmény automatikusan teljesül.

Azt is meg kell állapítanunk, hogy a diszperziómentes távvezetékszakaszokat tartalmazó hálózatok (38) szerinti állapotegyenlete lényegében egy közös differenciálegyenlet (38a), melyet  $u(t)$  és az  $\alpha(t - \tau)$  „múlt” ismeretében meg lehet oldani. Az  $x(t)$  megoldást kiszámítva, ezt (38b)-be kell behelyettesíteni és  $\alpha(t)$ -t tárolni kell  $(t - \tau)$ -ig visszamenőleg.

### 2.2. Diszperziós elosztott paraméterű kétkapukat is tartalmazó nemlineáris, koncentrált paraméterű hálózatok időtartománybeli leíróegyenletei

Ismét különválasztjuk a független- és függő állapotváltozók esetét. Mivel a diszperziós távvezetékszakaszok leírására az 1. pontban elmondottak alapján a kapuimmittancialeírást vagy a Valtonen-féle, lényegében a kapuimmittancia leírással rokon modellt választjuk, így most mind a koncentrált-, mind az elosztott paraméterű elemek állapotváltozói vagy feszültségek vagy áramok. Ezért a függő- vagy független állapotváltozók esetének megkülönböztetéséhez most a távvezetékvégződések feszültség- vagy áram állapotváltozóit is fel kell használni. A független állapotváltozók kiválasztásához a hálózat gráfjában a következő fát vesszük fel:



### Fa élei

- $\forall$  feszültséggenerátor;
- lehetséges max. sok kapacitás;
- lehetséges max. sok távvezeték vég feszültségkapu ( $\mathbf{Y}(t)$ -leírásban);
- maradék induktivitás, távvezeték végződés ( $\mathbf{Z}(t)$ ) és ellenállás.

### Kötőélek

- $\forall$  áramgenerátor;
- lehetséges max. sok induktivitás;
- lehetséges max. sok távvezeték vég áramkapu ( $\mathbf{Z}(t)$ -leírásban);
- maradék kapacitás, távvezeték végződés ( $\mathbf{Y}(t)$ ) és ellenállás.

Az adott felsorolás a fa- és kötőélek megállapításához egyben prioritásszabályt is jelent.

#### 2.2.1. Független állapotváltozók esete

A hálózat nem tartalmaz kapacitás—feszültséggenerátor—távvezeték (feszültségtípusú) hurkot és induktivitás—áramgenerátor—távvezeték (áramtípusú) vágatot. Feltesszük, hogy a vezérelt generátorok nem okoznak ellentmondásokat, ill. a vezérlési paraméter értékétől függő állapotváltozós szám-változásokat.  $x$ -szel jelöljük a koncentrált paraméterű,  $\vartheta$ -vel pedig a feszültségekből, ill. áramokból álló, a távvezetékhez tartozó állapotváltozókat.  $x$ -hez  $y$ ,  $\vartheta$ -hoz  $\eta$  vektor jelentse a konjugált kapuváltozókat (a lineáris memóriamentes hálózat szempontjából, melynek az  $x$  és  $\vartheta$  változókkal rendelkező kapukat nyitottuk).

A lineáris, memóriamentes hálózat hibridkapuleírása:

$$-y = \mathbf{H}_{11}x + \mathbf{H}_{12}\vartheta + \mathbf{B}_1u, \quad (39a)$$

$$-\eta = \mathbf{H}_{21}x + \mathbf{H}_{22}\vartheta + \mathbf{B}_2u, \quad (39b)$$

( $u$  a gerjesztések vektora).

Az eszköze egyenletek most az

$$y = \mathbf{C}(x)\dot{x} + \mathbf{F}(x) \quad (40a)$$

és

$$\eta(t) = \mathbf{A}(t) * \vartheta(t), \quad (40b)$$

alakot öltik.

(39) és (40) összevetésével a Csurgay [4] által adott állapotegyenlet:

$$\dot{x}(t) = -\mathbf{C}^{-1}(x)[\mathbf{H}_{11}x(t) + \mathbf{F}(x) + \mathbf{H}_{12}\vartheta(t) + \mathbf{B}_1u(t)], \quad (41a)$$

$$-\mathbf{A}(t) * \vartheta(t) = \mathbf{H}_{21}x(t) + \mathbf{H}_{22}\vartheta(t) + \mathbf{B}_2u(t), \quad (41b)$$

kezdeti feltétel:  $t \leq t_0$ -ra a hálózat energiamentes.

A (41) állapotegyenlet most egy közös differenciálegyenletből, valamint egy konvolúciós egyenletből tevődik össze, tehát egyszerűbb alakú, mint az általános retardált funkcionál differenciálegyenlet.

A Valtonen-féle modelleket alkalmazva a (40b) eszköze egyenlet helyett (mely az elosztott paraméterű elemeket írja le), a következő, redundáns (nem állapotegyenlet) leíróegyenletet kapjuk:

$$\dot{x}(t) = -\mathbf{C}^{-1}(x)[\mathbf{H}_{11}x + \mathbf{F}(x) + \mathbf{H}_{12}\vartheta + \mathbf{B}_1u(t)], \quad (42a)$$

$$-\mathbf{H}_0(t) * \vartheta(t) - 2\mathbf{G}(t) * \mathbf{T}z(t) = \mathbf{H}_{21}x + \mathbf{H}_{22}\vartheta + \mathbf{B}_2u(t), \quad (42b)$$

$$z(t) = \mathbf{H}_0(t) * \vartheta(t) + \mathbf{G}(t) * \mathbf{T}z(t), \quad (42c)$$

Itt a  $\mathbf{H}_0$ ,  $\mathbf{G}$ ,  $\mathbf{T}$  és  $z$  jelentése a következő:

Az  $Y$ -típusú Valtonen-féle modellben

$$i(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} Y_0(t) & 0 \\ 0 & Y_0(t) \end{bmatrix}}_{\mathbf{Y}_0(t)} * u(t) + 2 \underbrace{\begin{bmatrix} -g(t) & 0 \\ 0 & -g(t) \end{bmatrix}}_{\mathbf{G}(t)} * \mathbf{T}j(t),$$

$$j(t) = \mathbf{Y}_0(t) * u(t) + \mathbf{G}(t) * \mathbf{T}j(t),$$

írható, ahol

$$u = (u_1, u_2)^{tr}, \quad i(t) = (i_1, i_2)^{tr},$$

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)}, \quad j(t) = (j_a, j_b)^{tr}, \quad (43a)$$

$\mathbf{T}$  pedig a

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

alakú permutáló mátrix. A  $Z$ -típusú Valtonen-féle modellben

$$u(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} Z_0(t) & 0 \\ 0 & Z_0(t) \end{bmatrix}}_{\mathbf{Z}_0(t)} * i(t) + 2 \underbrace{\begin{bmatrix} g(t) & 0 \\ 0 & g(t) \end{bmatrix}}_{\mathbf{G}(t)} * \mathbf{T}e(t),$$

$$e(t) = \mathbf{Z}_0(t) * i(t) + \mathbf{G}(t) * \mathbf{T}e(t),$$

írható, ahol

$$u(t) = (u_1, u_2)^{tr}, \quad i(t) = (i_1, i_2)^{tr}, \quad (43b)$$

és  $g(t) = \mathcal{L}^{-1}e^{-d\gamma(p)}$ ,  $\mathbf{T}$  pedig az előbbi permutálómátrix,  $e(t) = (e_a, e_b)^{tr}$ .  $\vartheta(t)$ -be foglaltuk össze az  $Y$ -leírás  $u_i$ -kapufeszültségeit, ill. a  $Z$ -leírás  $i_j$  kapuáramait, míg  $z(t)$ -ben az  $i_a, i_b$ , ill.  $u_a, u_b$  változókat helyeztük el, méghozzá úgy, hogy  $i_1$ -gyel azonos indexű helyen  $i_a, i_b$ -vel azonos helyen pedig  $i_b$  szerepelt stb.  $\mathbf{H}_0(t)$  a  $Z_0(t)$ , ill.  $Y_0(t)$  mennyiségekből álló diagonálmátrix,  $\mathbf{G}(t)$  pedig a  $\pm g(t)$  mennyiségekből álló diagonálmátrix ((-) előjel az  $Y$ -leírású modelleknél).

A (42) leíróegyenlet ismét a (41) állapotegyenlettel rokon, közös differenciálegyenletből és konvolúciós egyenletből áll.

#### 2.2.2. Függő állapotváltozók esete

A már ismertett fa-konstrukció prioritásszabályainak figyelembevételével particionáljuk a koncentrált paraméterű  $x$  állapotváltozókat a független  $x_1$ , és a kifejezett  $x_2$  állapotváltozókra, hasonlóan az elosztott paraméterű elemek  $\vartheta$  állapotváltozóit  $\vartheta_1$  független, és  $\vartheta_2$  függő változókra.

Az állapotváltozók közti topológiai összefüggések:

$$x_2 = \mathbf{L}_{xx}x_1 + \mathbf{L}_{xu}u, \quad (44a)$$

$$\vartheta_2 = \mathbf{L}_{\vartheta x}x_1 + \mathbf{L}_{\vartheta\vartheta}\vartheta_1 + \mathbf{L}_{\vartheta u}u, \quad (44b)$$

(ahol  $\mathbf{L}_{x\vartheta} = \mathbf{0}$  a fa konstrukciója miatt).

Az eszköze egyenletek legyenek az alábbiak:

$$y_1 = \mathbf{C}_1(x_1)\dot{x}_1 + \mathbf{F}_1(x_1), \quad (45a)$$

$$y_2 = \mathbf{C}_2(x_2)\dot{x}_2 + \mathbf{F}_2(x_2), \quad (45b)$$

$$\begin{pmatrix} \eta_1(t) \\ \eta_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{11}(t) & \mathbf{A}_{12}(t) \\ \mathbf{A}_{21}(t) & \mathbf{A}_{22}(t) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \vartheta_1(t) \\ \vartheta_2(t) \end{pmatrix}, \quad (45c)$$

$$\begin{pmatrix} \eta_1(t) \\ \eta_2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_{11}(t) & \mathbf{A}_{12}(t) \\ \mathbf{A}_{21}(t) & \mathbf{A}_{22}(t) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \vartheta_1(t) \\ \vartheta_2(t) \end{pmatrix}, \quad (45d)$$



ahol

$$y_1, y_2, \eta_1, \eta_2 \quad \text{az} \quad x_1, x_2, \vartheta_1, \vartheta_2,$$

kapuváltozóhoz tartozó konjugált kapuváltozók.

A lineáris rezisztív hálózat — melyből a nemlineáris eszközöket és a távvezetéseket kiemeltük — hibridkapu-leírása:

$$-y_1 - P_{11}y_2 - P_{12}\eta_2 = R_{11}x_1 + R_{12}\vartheta_1 + B_1u, \quad (46a)$$

$$-\eta_1 - P_{21}y_2 - P_{22}\eta_2 = R_{21}x_1 + R_{22}\vartheta_1 + B_2u. \quad (46b)$$

Belátható, hogy  $P_{21} = 0$ .

(44), (45) és (46) figyelembevételével az állapotegyenlet:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 = & -[C_{11}(x_1) + P_{11}C_2(x_2)|_{x_2=L_{xx}x_1+L_{xu}u} \cdot L_{xx}]^{-1} \times \\ & \times \{P_{12}A_{21}(t) * \vartheta_1(t) + P_{12}A_{22}(t) * [L_{tx}x_1(t) + L_{tt}\vartheta_1(t) + \\ & + L_{tu}u(t)] + R_{11}x_1 + R_{12}\vartheta_1 + F_1(x_1) + \\ & + P_{11}F_2(x_2)|_{x_2=L_{xx}x_1+L_{xu}u} + B_1u(t) + \\ & + P_{11}C_2(x_2)|_{x_2=L_{xx}x_1+L_{xu}u} \cdot L_{xu} \dot{u}(t)\}, \quad (47a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -A_{11}(t) * \vartheta_1(t) - A_{12}(t) * [L_{tx}x_1(t) + L_{tt}\vartheta_1(t) + \\ + L_{tu}u(t)] - P_{22}A_{21}(t) * x_1(t) - P_{22}A_{22}(t) * [L_{tx}x_1(t) + \\ + L_{tt}\vartheta_1(t) + L_{tu}u(t)] = R_{21}x_1(t) + R_{22}\vartheta_1(t) + B_2u(t). \quad (47b) \end{aligned}$$

A 2.2.1.-ben követett módon vezethető le a kicsit bonyolultabb leíróegyenlet is, melyben a Valtonen-féle modellt alkalmazzuk.

Erre a leíróegyenletre, ill. a (47) állapotegyenletre a következő jellemző tulajdonság érvényes.

A leíróegyenlet általános alakja

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) = & f_1(x_1(t), \vartheta_1(t), u(t), \dot{u}(t), Q_1(t) * x_1(t), \\ & Q_2(t) * \vartheta_1(t), Q_3(t) * u(t)), \quad (48a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L(x_1(t), \vartheta_1(t), u(t), Q_4(t) * x_1(t), \\ Q_5(t) * \vartheta_1(t), Q_6(t) * u(t)) = 0, \quad (48b) \end{aligned}$$

ahol  $L$  a felsorolt mennyiségek lineáris kombinációját jelenti.

A (48) egyenlet érdekes tulajdonsága, hogy a koncentrált paraméterű elemek  $x_1(t)$  állapotváltozói és az  $u(t)$  gerjesztés is megjelenik a konvolúcióban, nemcsak az elosztott paraméterű elemek  $\vartheta_1(t)$  változói. A (48) egyenlet egy retardált típusú funkcionáldifferenciálegyenlet, melyben a retardálás a konvolúción keresztül érvényesül az  $x_1$  állapotváltozókra.

### 3. Koncentrált — elosztott paraméterű hálózatok tranziens analízisére szolgáló program algoritmus — realizált programok

#### 3.1. Az algoritmus ismertetése

Az alábbiakban röviden vázoljuk a diszperziómentes, illetve a diszperziós távvezetékszakaszokat tartalmazó, nemlineáris, koncentrált paraméterű hálózatok tranziens analízisére szolgáló program algoritmusát.

A tranziens analízisprogram főbb lépései az alábbiak:

- Adatbevitel, ellenőrzés;
- A kezdeti és határfeltétel típusú ellentmondá-

sok felderítésére szolgáló topológiai vizsgálatok;

- Állapotegyenlet automatikus előállítása;
- Kezdeti feltételek meghatározása DC-analízissel (opcionális: energiamentes kezdeti feltétel esetén elmarad);
- Állapotegyenlet numerikus megoldása;
- Outputok kiszámítása az állapotváltozók időfüggvényeiből.

A felsorolt lépések közül itt csak az állapotegyenlet automatikus előállítására koncentrálnunk, ez ugyanis az egyik legalapvetőbb algoritmikus kérdés. A másik igen fontos lépéssel, a numerikus megoldással itt nem foglalkozunk, csupán az irodalomra utalunk.

Az állapotegyenletben vannak az állapottól függő, valamint azoktól független mennyiségek. Az állapottól függő tagokat minden egyes időlépésben újra kell értékelni. Az állapottól független mennyiségek előállítását csak egyszer kell elvégezni. Ezek a mennyiségek a nemlineáris elemek, távvezetékszakaszok és a reaktanciák kiemelése után visszamaradó lineáris, memóriamentes (rezisztív) hálózat hibrid  $n$ -kapu mátrixa ( $\mathbf{H}$  és  $\mathbf{B}$ , ill. a függő állapotváltozók esetén  $\mathbf{R}$  és  $\mathbf{B}$ ). Diszperziós esetben a távvezetékszakaszok állapotváltozói a kapuimmittancialeírás miatt feszültségek vagy áramok, azaz  $u$  és  $i$  változókhöz tartozó hibrid  $n$ -kapu mátrixok automatikus előállítása a feladat. Kicsit bonyolultabb a helyzet diszperziómentes távvezetékszakaszok esetén. Ekkor olyan  $\mathbf{H}$  és  $\mathbf{B}$ , ill.  $\mathbf{R}$  és  $\mathbf{B}$  hibridkapu-mátrixokat kell előállítani, ahol a koncentrált paraméterű kiemelt elemek csatlakoztatásánál feszültség — vagy áramkapuk szereplnek, viszont a távvezetékek leírása azok reflexiós mátrixával történik, így ezeknél a csatlakozó kapuknál a távvezetékek  $Z_{oi}$  hullámellenállásaira normalizált beeső hullámok (a lineáris memóriamentes hálózat szempontjából) jelentik a primer kapuváltozókat. Ennek érdekében első lépésben minden helyen (a távvezeték végződéseknél is) feszültség- vagy áramkapukat nyitunk, majd az így kapott  $\mathbf{H}$  és  $\mathbf{B}$  hibridmátrixokról lineáris transzformációval áttérünk a végső,  $\mathbf{H}$  és  $\mathbf{B}$  hibridmátrixokra (ugyanígy  $\mathbf{R}$  és  $\mathbf{B}$  esetén is).

A távvezetékvégeknél átmenetileg nyitott feszültség- v. áramkapukkal kapcsolatosan a következő megjegyzést kell tennünk. Mivel e kapuk végső változói az  $a_i$  beeső és  $b_i$  reflektált hullámok, teljesen érdektelen, hogy e kapuknak a  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{B}$  leírásban átmenetileg feszültség- vagy áramkapukat nyitunk-e. Ezért a távvezetékvégeket egy-egy ellenállással helyettesítjük a hálózat gráfjának felvételekor. A gráfnak egy olyan fáját konstruáljuk meg, ahol minden feszültséggenerátor a fában van, lehető max. sok kapacitás ugyancsak a fában, ezzel szimultán minden áramgenerátor a kötőélek közé kerül és lehetséges max. sok induktivitás is. A maradék ellenállásokat az ilyen kombinatorikai algoritmus vagy a fába, vagy a kötőélek közé helyezi el. Ezzel a fába került — ellenállással helyettesített — távvezetékvégeket feszültségkapuval, a kötőélek közt szereplőket pedig áramkapukkal vesszük figyelembe.

Végül ismertetjük azokat a transzformációs formulákat, melyekkel az átmeneti feszültség-, ill. áram-



kapukról ( $\check{H}$ ,  $\check{B}$ -leírás) áttérünk a távvezetéknekél az  $a$ ,  $b$  változókra ( $H$ ,  $B$ -leírás).

Az alkalmazott transzformáció:

$$a = \frac{1}{2} Z_0^{-\frac{1}{2}} u + \frac{1}{2} Z_0^{\frac{1}{2}} i, \quad (49a)$$

$$b = \frac{1}{2} Z_0^{-\frac{1}{2}} u - \frac{1}{2} Z_0^{\frac{1}{2}} i. \quad (49b)$$

Az összefüggéseket az egyszerűség kedvéért csak a független állapotváltozók esetére írjuk fel, azonban minden további nélkül átvihetők a függő állapotváltozók esetére is:

$$y = \left\{ \check{H}_{xx} - \check{H}_{xa} Z_0^{\frac{1}{2}} \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right)^{-1} \check{H}_{ax} \right\} x + \left\{ \check{H}_{xa} Z_0^{\frac{1}{2}} \left[ 1_{aa} - \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right)^{-1} \times \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} - Z_0^{-\frac{1}{2}} \right) \right] \right\} a + \left\{ \check{B}_x - \check{H}_{xa} Z_0^{\frac{1}{2}} \times \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right)^{-1} \check{B}_a \right\} u(t), \quad (50a)$$

$$b = - \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right) \check{H}_{ax} x - \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right) \times \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} - Z_0^{-\frac{1}{2}} \right) a - \left( \check{H}_{aa} Z_0^{\frac{1}{2}} + Z_0^{-\frac{1}{2}} \right)^{-1} \check{B}_a u(t). \quad (50b)$$

(Itt  $1_{aa}$  az  $(axa)$ -méretű egységmátrix,  $a = a$  távvezeték végződés száma).

Foglalkoznunk kell még az eszközeqyenletek figyelembevételével, melynek eredményeképp az állapotegyenlet előáll.

Itt utalunk egy fontos technikára, mellyel a „kényelmetlen” áramkapuk átalakíthatók feszültségkapukká. A kiemelt eszköz és a lineáris memóriamentes hálózat közé 1:1-es ideális transzformátort iktatunk be, mely két kaszkádba kapcsolt girátorral helyettesíthető. A girátorok csatlakozásánál fellépő feszültséget vezetjük be az eredeti áramváltozó helyett. Az elvet a 3. ábra szemlélteti.

A távvezeték szakaszok áramkapuhoz való csatlakozása esetén az elmondottak szerint a lineáris, memóriamentes hálózat  $i_{\text{kapu}} - u$  kapu jellemzőit és a távvezeték végződés  $u_t - i_t$  jellemzőit, melyek kapcsolata  $i_{\text{kapu}} = -i_t$ ,  $u_{\text{kapu}} = u_t$ , most két kaszkádba kapcsolt,  $G$  konstansú girátor választja el (4. ábra). A girátorok közti  $u_k$  kapufeszültség lesz az új kapuváltozó, melyre  $u_k = \frac{1}{G} i_{\text{kapu}}$ . Amikor áttérünk a távvezeték kapuknál az  $a$ ,  $b$  változókra, akkor különbséget kell tennünk aszerint, hogy a távvezeték eredetileg áram- vagy feszültségkapuhoz csatlakozott-e.

Feszültségkapuhoz való csatlakozás esetén nem kell beiktatni a girátorokat, így a távvezeték  $\alpha$ ,  $\beta$ , ill. a rezisztív hálózatban nyitott kapu  $a$ ,  $b$  beeső- és reflektált hullámainak kapcsolata:

$$\begin{aligned} a &= \beta, \\ b &= \alpha. \end{aligned} \quad (51)$$

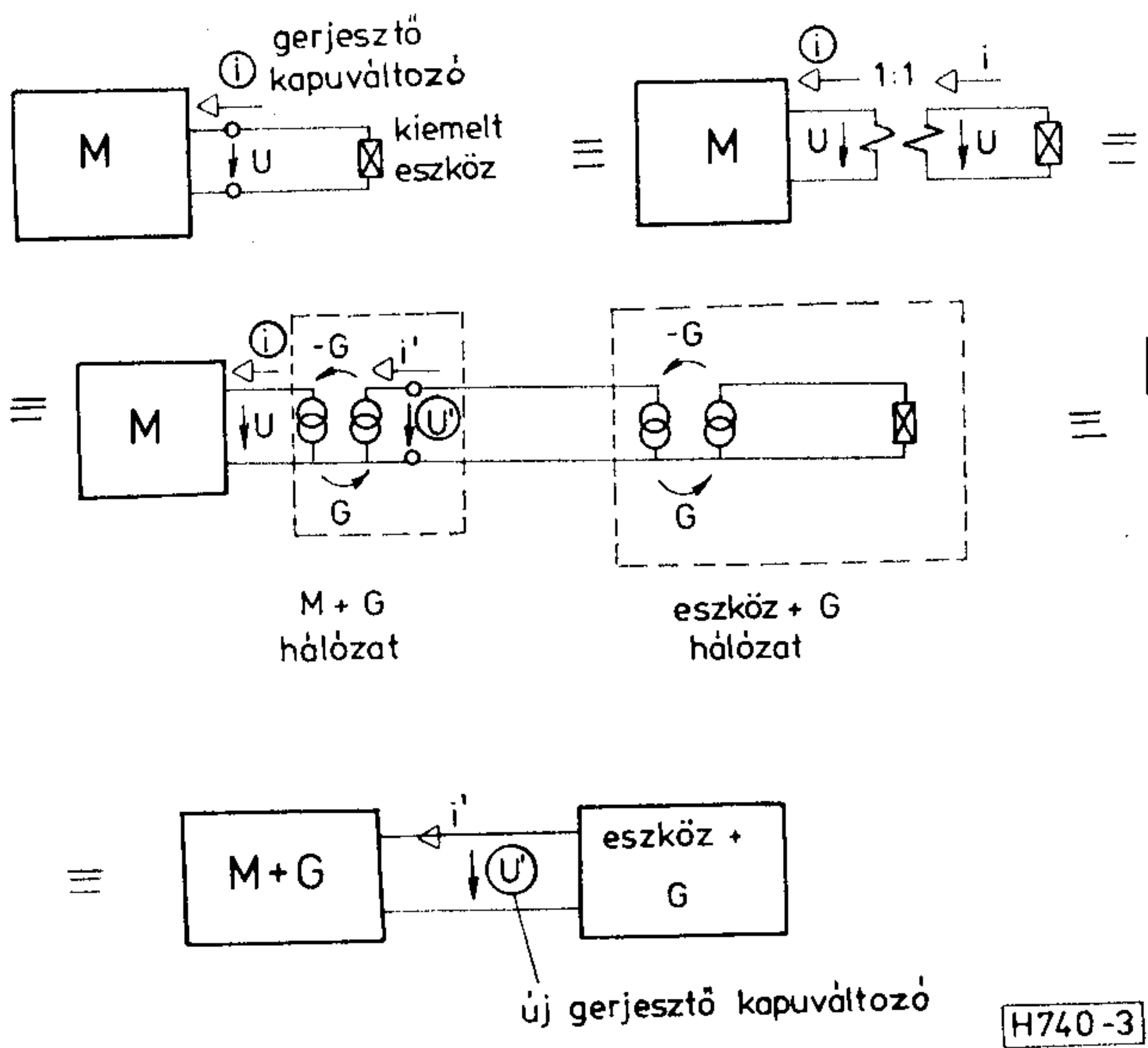
Áramkapu esetén a girátorok közbeiktatásával áttérünk feszültségkapura ( $u_k$ ). Itt az  $a$ ,  $b$ , ill. a távvezeték vég  $\alpha$ ,  $\beta$  változóinak kapcsolata bonyolultabb (lásd a 4. ábrát).

$$\left. \begin{aligned} Y_{11}(p) = Y_{22}(p) &= Y_0 \tau \frac{p + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}}{\tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}} \operatorname{cth} \left[ \tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2} \right], \\ Y_{12}(p) = Y_{21}(p) &= -Y_0 \tau \frac{p + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}}{\tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}} \frac{1}{\operatorname{sh} \left[ \tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2} \right]}. \end{aligned} \right\} \text{TM-módus}$$

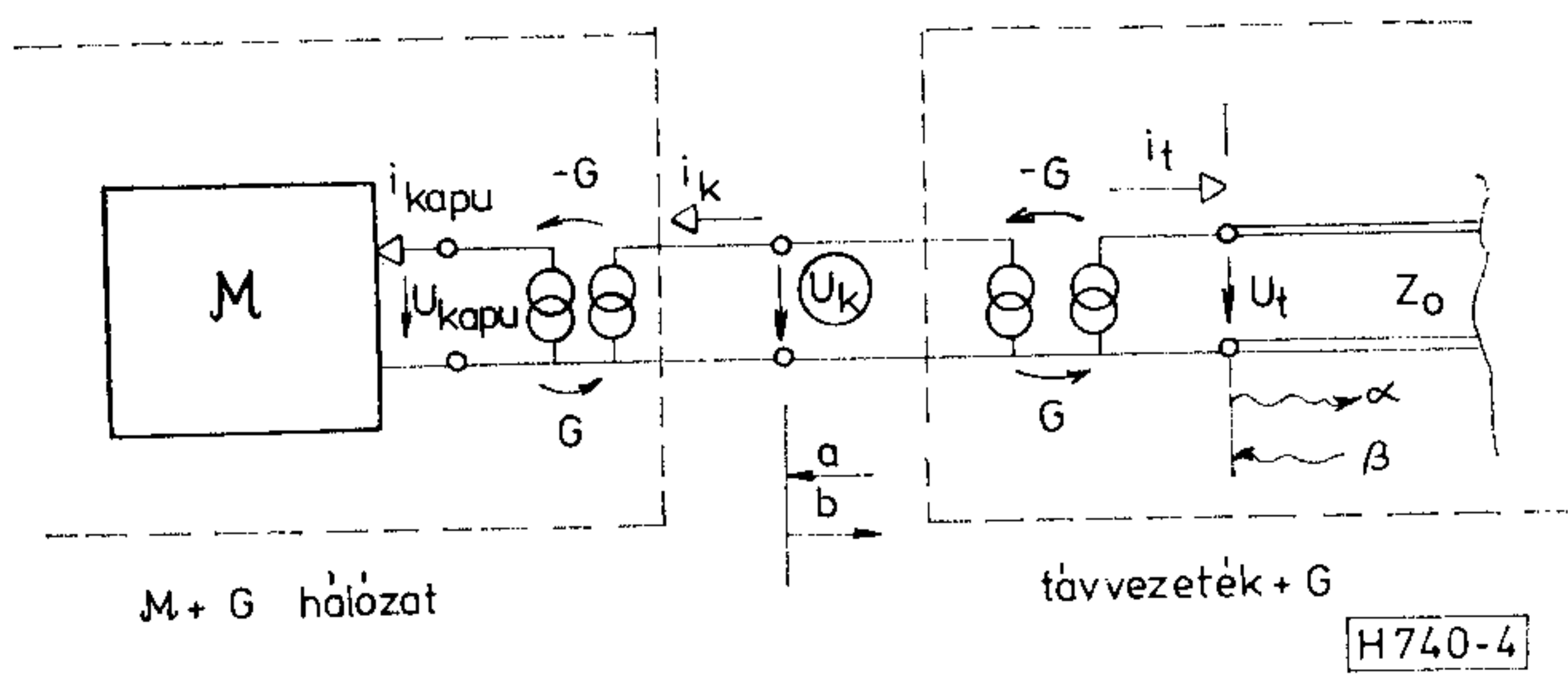
$$\left. \begin{aligned} Z_{11}(p) = Z_{22}(p) &= Z_0 \tau \frac{p + \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2}}{\tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}} \operatorname{cth} \left[ \tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2} \right], \\ Z_{12}(p) = Z_{21}(p) &= Z_0 \tau \frac{p + \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2}}{\tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2}} \frac{1}{\operatorname{sh} \left[ \tau \sqrt{\left(p + \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \Omega_c^2} \right]}. \end{aligned} \right\} \text{TE-módus}$$

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \mathbf{T} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -\frac{1}{GZ_0} + GZ_0 & \frac{1}{GZ_0} + GZ_0 \\ -\left(\frac{1}{GZ_0} + GZ_0\right) & -\left(-\frac{1}{GZ_0} + GZ_0\right) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}, \quad (52)$$





3. ábra



4. ábra

alakú lesz.  $G = \frac{1}{Z_0}$  választással

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}, \quad (53)$$

adódik. Algoritmikus szempontból az azt jelenti, hogy a távvezeték egyenleteket összevetve a lineáris, rezisztív hálózat leírásával, (51) és (53) relációkat kell figyelembevenni.

Végezetül röviden foglalkoznunk kell a diszperziós távvezeték szakaszokat tartalmazó hálózatok esetével. Ekkor a változók feszültségek, ill. áramok így a  $\bar{H}$ ,  $\bar{B}$ , ill.  $\bar{R}$ ,  $\bar{G}$  hibridmátrixokon nem kell további transzformációt végezni. Az áramkapukat azonban itt is átalakítjuk a 3. ábrán bemutatott elv alapján feszültségkapukká. A  $Z(t)$  leírású diszperziós távvezeték szakasz két végéhez egy-egy girátort téve, olyan feszültségváltozós leírás adódik, melyben

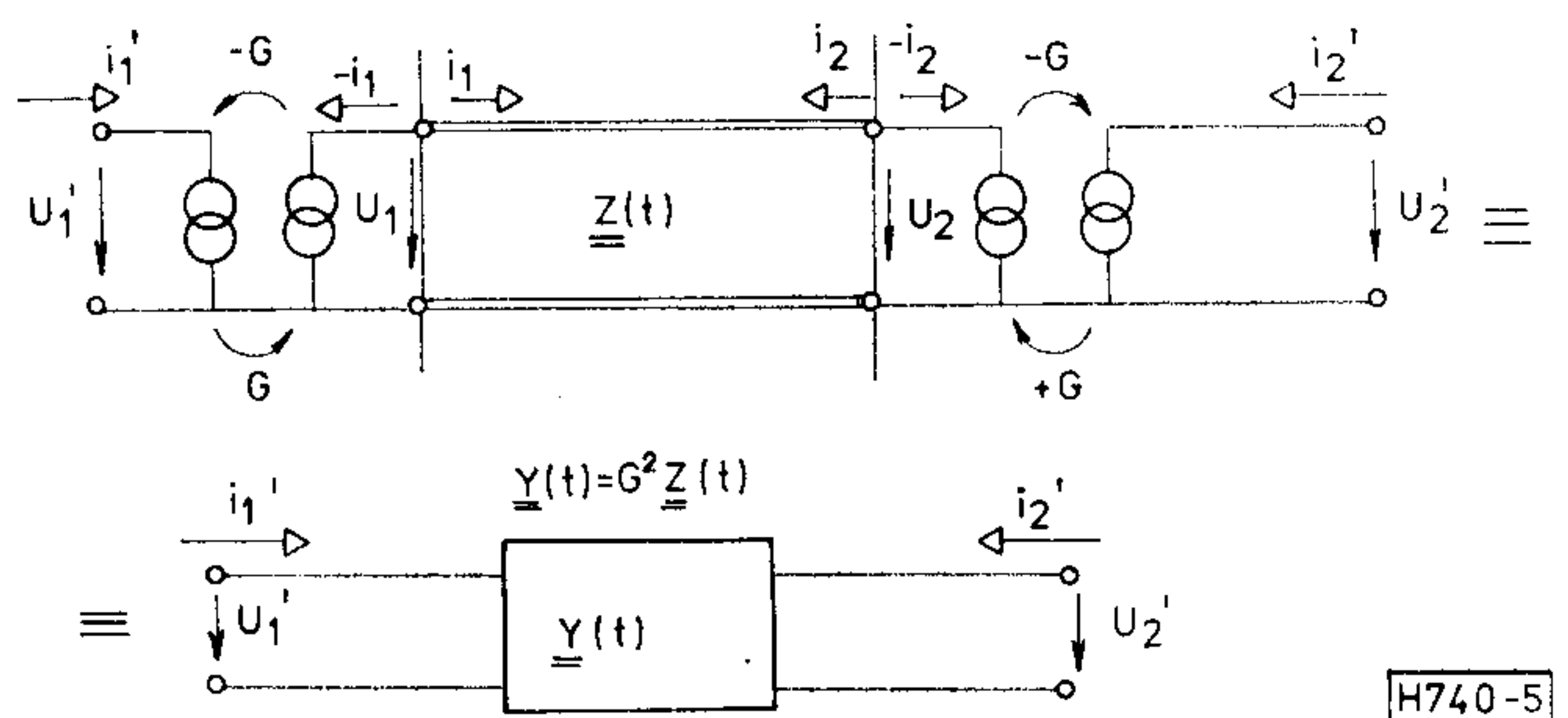
$$Y(t) = G^2 Z(t), \quad (54)$$

(lásd: 5. ábra).

A numerikus eljárásokról szólva annyit állapíthatunk meg, hogy eltekintve a diszperziómentes elemeket tartalmazó hálózatok esetétől, mindig valamilyen implicit integráló eljárás (a differenciálegyenlet megoldására) és egy numerikus integrálszámoló eljárás (a konvolúciós integrál kiértékelésére) ötvözetete jelenti az alkalmazott numerikus módszert. Re-

tardált differenciálegyenletek numerikus megoldására találhatunk ismertetőt a Schmitt által kiadott cikkgyűjteményben [23].

A 2. pontban ismertettük a diszperziómentes távvezeték szakaszokat tartalmazó hálózatok állapot egyenleteit, melyek lényegében közönséges differenciálegyenletek megoldására vezetnek, melyekhez már ismert az  $\alpha(t-\tau)$  távvezeték-változó. Numerikus szempontból  $\alpha(t-\tau)$ -t a tárolt, diszkrét  $t_i$  múltbeli időpillanatokból lineáris interpolációval célszerű meghatározni, míg a differenciálegyenletet implicit integráló eljárással oldjuk meg. A TKI-ban kidolgozott, numerikus implicit integráló programcsomagot ismerteti Kovács Zs. és Kovács Zs.-né [24].



5. ábra

### 3.2. Kidolgozott programok

Hazai viszonylatban koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli analizésére a TKI-ban kerültek kidolgozásra programok.

Ilyen programok az ANAL-19 [25] és az ANAL-18 [2] jelűek, melyek diszperziómentes távvezeték szakaszokat kezelnek, a 2. pontban ismertetett állapot egyenlet és a 3. pontban leírt algoritmus realizálásaképp. Az ANAL-18 program továbbfejlesztett változata az ANAL-19-nek, építőelemkészletében bővebb. Az ANAL-19 csak bipoláris tranzisztorokat és diódákat enged meg nemlineáris elemként, míg az ANAL-18 programba MOS-modellt is beépítettünk, ezenkívül a felhasználó által FORTRAN-IV nyelven megírt szubrutinok formájában 1-, 2- és 3-kapu modellek is beépíthetők a programba.

Az említett ANAL-18 és ANAL-19 programokat a svéd LM Ericsson cég is megvásárolta és alkalmazza.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Csurgay Árpádnak, dr. Roska Tamásnak és Uzsoky Miklósnak, akik segítségével lehetővé tette e dolgozat elkészülését.

### I R O D A L O M

- [1] Csurgay Á.: Számítógépek az elektronika alkatrészeinek és áramköreinek kutatásában, TKI Évkönyv, 1975., II. kötet, 47-78.
- [2] Adorján P., Orosz J.: Az ANAL-18 program felhasználói dokumentációja: Bipoláris és MOS diszkrét tranzisztorokat tartalmazó áramkörök tranziens analízise, TKI-I-78-942-5, Bp. 1978.



- [3] *Branin, F. H. Jr.*: Transient Analysis of Lossless Transmission Lines, Proc. IEEE, Vol. 55, Nov. 1967, p. 2012.
- [4] *Csurgay Á.*: A lineáris elosztott paraméterű hálózatok elméletének néhány problémája, Doktori értekezés, MTA, Bp. 1971.
- [5] *Garrett, S. J.*: Transmission Line Models for Transient Analysis, ACM—IEEE Conf. of the 11th Design Automation Workshop, June, 1974, Proc., pp. 209—215.
- [6] *Bowers, H. C., Sedore, S. R.*: SCEPTRE: A Computer Programme for Circuit and System Analysis, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1968.
- [7] *Bálint L.*: Inhomogén keresztmetszeti dielektromos kitöltésű többvezetős tápvonalak hálózati modellezése, Kandidátusi értekezés, MTA, Bp. 1975.
- [8] *Bálint L.*: On the Circuit Modelling of Single and Multi-conductor Microstrip Lines, Proc. of the VI-th Colloquium on Microwave Communication, MICROCOLL, Bp. 1978.
- [9] *Ghaussi, M.—Kelly, J.*: Introduction to Distributed-Parameter Networks with Application to Integrated Circuits, Holt, Reinhart and Winston Inc., N. Y., 1968.
- [10] *Valtonen, M.*: Computer-Aided Analysis of Mixed Lumped and Distributed Circuits in Time Domain, Proc. of the Conf. IEEE—CAS, New York, 1978, pp. 762—766.
- [11] *Chua, L. O.—Lin, P. M.*: Computer-Aided Analysis of Electronic Circuits: Algorithms and Computational Techniques, Prentice-Hall, Inc., N. J. 1975.
- [12] *Friedman, A.*: Generalized Functions and Partial Differential Equations, Prentice-Hall Inc., N. J., 1963.
- [13] *Zemanian, A. H.*: Generalized Integral Transformations, Interscience Publ., N. Y., 1968.
- [14] *Chua, L. O.—Lam, Y.—Stroscoe, K.*: Qualitative Properties of Resistive Networks Containing Multiterminal Nonlinear Elements, Electronics Research Laboratory, University of California, Berkeley, Memo. ERL—M575, 1975.
- [15] *Csurgay Á.—Markó Sz.*: Mikrohullámú passzív hálózatok, Tankönyvkiadó, Bp. 1965.
- [16] *Magnus, W.—Oberhettinger, F.*: Formeln und Sätze für die Speziellen Funktionen der Mathematischen Physik, Springer-Verlag, Berlin, 1943.
- [17] *Adorján P.*: Lineáris elosztott paraméterű és nemlineáris koncentrált paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok időtartománybeli és egyenáramú analízise. Kandidátusi értekezés, Bp. 1980.
- [18] *Ho, C. W.*: Time-Domain Sensitivity Computation for Networks Containing Transmission Lines, IEEE Trans. on CT, CT—18/1, 1971.
- [19] *Csurgay Á.*: Transient Analysis of Lumped-Distributed Networks: The State-Space approach, Annual of the Research Institute for Telecommunication, 1973., Bp., pp. 161—167.
- [20] *Hale, J.*: Functional Differential Equations, Berlin, Springer Verlag, 1971.
- [21] *Csurgay Á.—Recski A.—Kovács Zs.*: On the Transient Analysis of Lumped-Distributed Nonlinear Networks, Az V. MICROCOLL Konferencián elhangzott előadás anyaga, Bp. 1974.
- [22] *Roska T.*: Koncentrált paraméterű hálózatok néhány problémájáról, Kandidátusi értekezés, MTA, Bp. 1973.
- [23] *Cryer, C. W.*: Numerical Methods for Functional Differential Equations; K. Schmitt (editor): Delay and Functional Differential Equations and Their Applications című könyvében; pp. 17—103., Acad. Press, Inc. 1972.
- [24] *Kovács Zs.—Kovács Zs.-né*: Stiff differenciálegyenletrendszer és differenciálalgebrai egyenletrendszer megoldása, TKI—I—72—341—1, 1972. TKI Tanulmány.
- [25] *Adorján P.—Nagygyörgy I.-né—Kovács Zs.*: Koncentrált és elosztott paraméterű áramkörök tranziens analízise; Az ANAL—19 jelű programcsomag felhasználói dokumentációja, TKI—I—77—942—3, TKI Tanulmány, 1977.

## EGYESÜLETI HÍREK

*A Híradástechnikai Tudományos Egyesület és a Közlekedéstudományi Egyesület Távközlési Szakosztályai keretében Dr. Borsos Károly 1981. február 4-én nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott „A távközlés fejlesztésének gazdasági indokai és megalapozása” címmel.*

Az előadó a magyarországi távbeszélő szolgálatnak az igényektől, valamint az európai színvonalától való egyre fokozódó elmaradását azzal magyarázza, hogy nálunk nincsenek tisztázva a távbeszélő gazdasági és társadalmi hasznosságának megítélésére vonatkozó módszerek, és nem tudjuk felmérni a szolgáltatás hiányosságából származó károkat.

Az előadó szovjet és amerikai gazdasági tanulmányokra támaszkodva kísérletet tett a gazdaságilag megalapozott tervezés lehetőségének bemutatására, javasolva a módszernek hivatalból való tanulmányozását.

A tervezés alapjaként javasolta a „mértékadó telítettség” fogalmának elfogadását. Az előadó ebben különválasztja a népgazdaság hatékony fejlesztésének előfeltételeként kielégítendő közületi igényeket és az elért népgazdasági szint következményeként fellépő lakossági igényeket. A közületi beszélőhelysűrűséget az egyes termelési ágazatok jelenlegi és várható bruttó termelési értéke alapján méretezhetőnek minősítette az előadó.

A közületi és lakástelefonok között jellegükön kívül a létesítési költségekben is lényeges különbség van, ha a közösen használt áramkörti részek beruházási költségeit a kezdeményezett helyi és helyközi forgalmak alapján megosztjuk. Ilyen alapon válnak gazdaságossá a másodlagos kihasználást eredményező lakástelefonok.

Ezen új tervezési szempontok után az előadó ismertette a gazdasági méretezés alapjául elfogadható Huntley-féle törvényt, melynek értelmében a távközlési hálózat eszközértéke és a bruttó bevételek között megközelítően 3:1 aránynak kell lennie.

A bruttó bevétel, illetve a potenciális bevétel számítására L. L. Bowler eljárását ismerteti főbb vonásaiban. A szerző tanulmánya az USA egyes tagországainak gazdaságára vonatkozó input-output analízis alapján megadja a legfontosabb termelési ágakra nézve a szerinte általánosan használható táv-

közlési együttthatókat. Ezek az együttthatók megadják, hogy megfelelő távközlési hálózat esetén egy megtermelt pénzegységre hány ‰ távközlési költség juthat. Ezen az alapon számítható a bevétel lehetséges értéke.

Ezt követően az előadó igazolta, hogy a hálózat, illetve a szolgáltatás jelenlegi helyzetét és a tarifákban levő társadalmi juttatást kifejező korrekciók alkalmazásával a két tervezési tétel a magyar hálózatra érvényesnek tekinthető. E számítások szerint a bruttó bevétel 9—9,2 milliárd Ft lehetett volna 1978 évben, ha a hálózat eszközértéke 17 milliárd Ft helyett 27—30 milliárd Ft lett volna. Az évezredfordulóra a potenciális bevétel a jelenlegi árszinten 21—22 milliárd Ft-ra becsülhető. Ehhez a bevételhez egy olyan hálózat tartozik, mely az igényeket kielégíti mind mennyiségi, mind minőségi szempontokból, továbbá amelynek eszközértéke megközelíti a 65 milliárd Ft-ot. Ettől az értéktől való lényeges eltérés esetén az évi költségek (az elavult részek kiváltása, fejlesztés, üzemeltetés, az eszközértékkel arányos nyereség elvonás, társadalmi juttatás stb.) olyan mértékben megnövekedhetnek, hogy felemésztenek a távközlés népgazdasági és társadalmi hasznát vagy annak jelentős részét.

A távközlés népgazdasági hasznosságának becslésére az előadó a Szovjetunióban kidolgozott azon tanulmányt vette alapul, melynek alapján a Szovjetunió a távközlési hálózata elmaradottságának megszüntetése érdekében több mint egy évtizede évi 8%-os fejlesztés mellett döntött. A tanulmányban közölt értékeket az előadó a hazai viszonyokra becslés alapján átértékelte és szerinte a távközlés részvétele a bruttó termelési érték létrehozásában 2% helyett 1%-nak vehető jelenleg, távlatilag pedig akkor, amikor az országos automatizált hálózat kiépül 1,6%-ra tehető, ami a 2000. évben mintegy 45—50 milliárd Ft lehet. A társadalmi hasznosság vonalán kiemelte, hogy a kapcsolattartás lehetősége különösen az 1 millió ingázó és az otthonától távol tanuló 400 ezer tanuló esetében csökkentené a veszélyeztetést.



# Egyszerű aktív sávszűrő

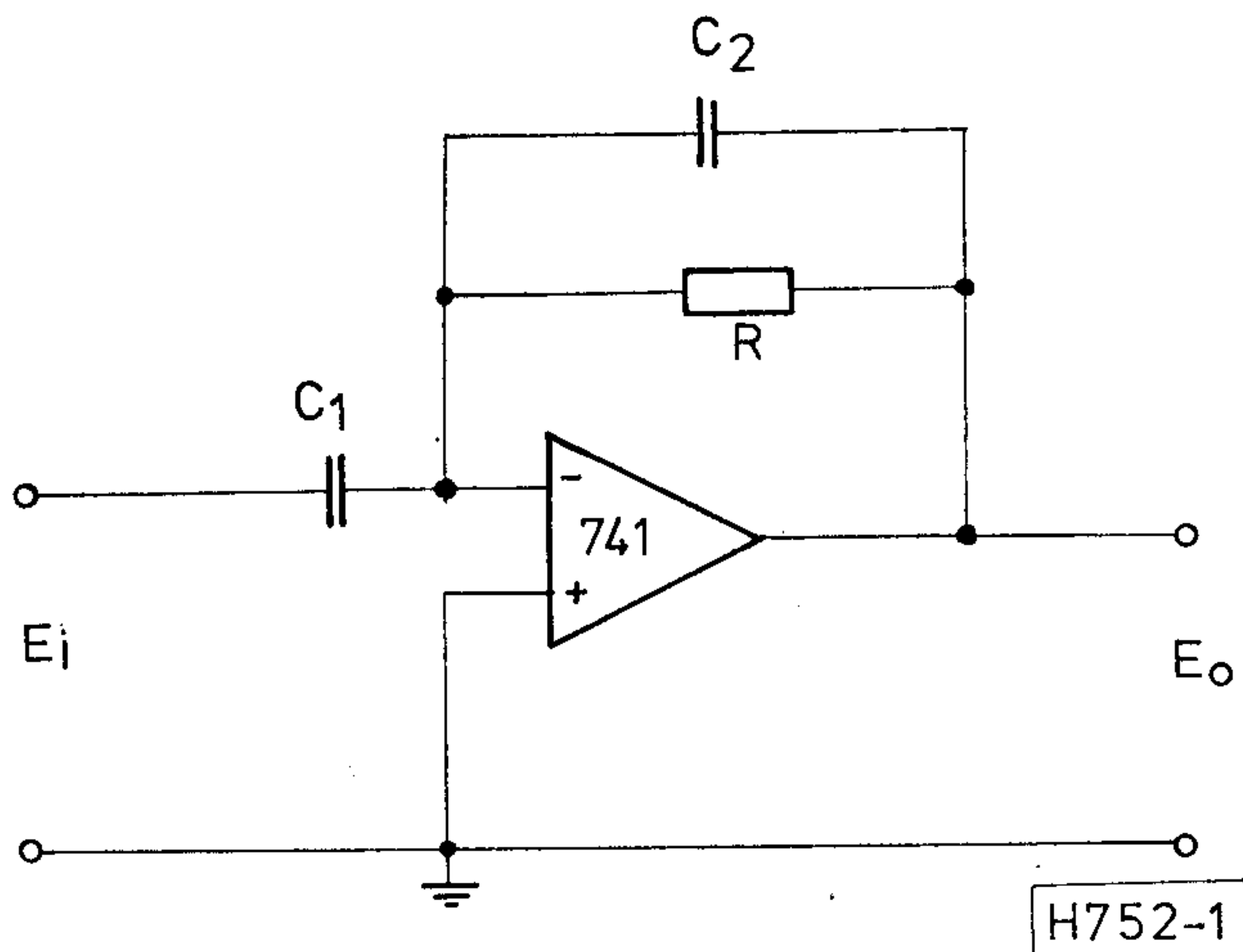
DULLU, U. K.—  
DR. SHARMA, R. S.  
University of Kashmir  
Department of Physics

## Bevezetés

A műveleti erősítő egypólusú helyettesítő képe alapján a nyitott hurkú frekvenciamenet a következő egyenlettel írható le:

$$A(s) = \frac{A_0 \omega_0}{s + \omega_0}, \quad (1)$$

ahol  $A_0$  a nyitott hurkú egyenáramú erősítés és  $\omega_0$  a nyitott hurkú 3 dB-es sávzélesség rad/s-ban. Ezt a helyettesítő képet használjuk fel gazdaságos, stabil és nagy frekvenciatartományban alkalmazható aktív szűrők szintéziséhez [1...5].



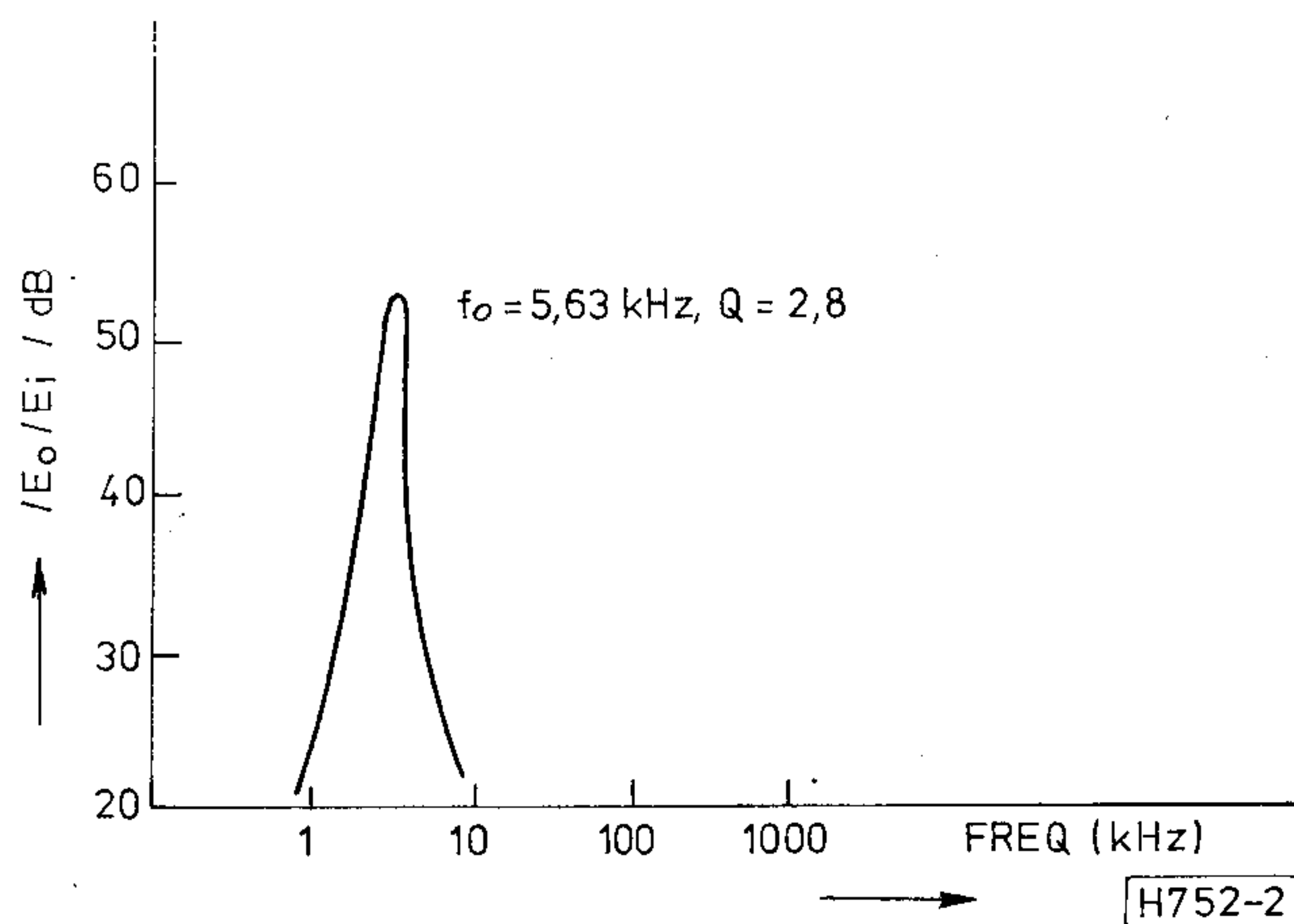
1. ábra. Aktív szűrő

A cikk egy gazdaságos aktív sávszűrőt ismertet, amely az aktív elemén kívül csak két kondenzátort és egy ellenállást tartalmaz, és amelynek érzékenysége az aktív és passzív elemek megváltozására egyaránt igen csekély.

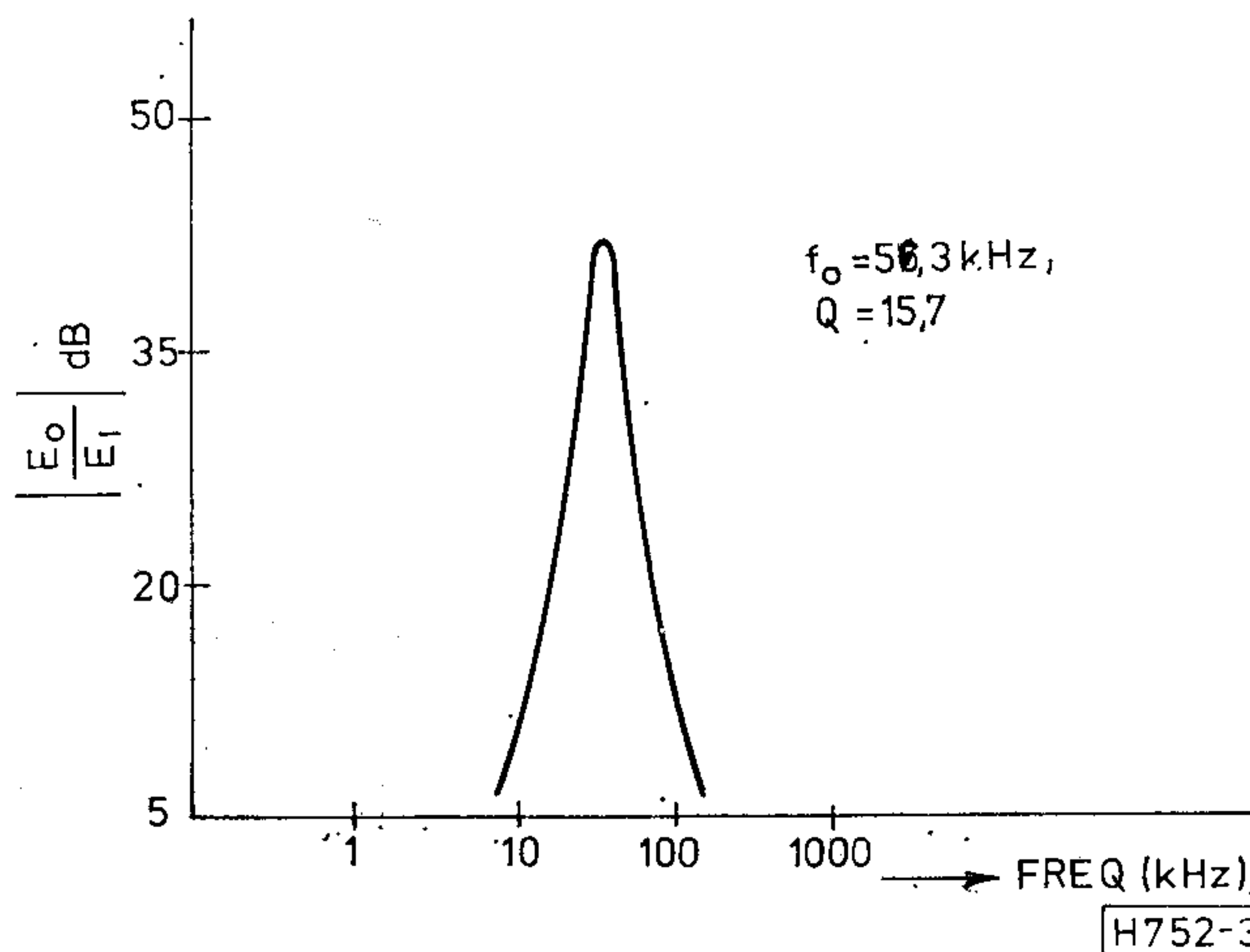
## A szűrő elmélete

Az 1. ábrán látható áramkör átviteli függvénye a következő:

Fordította: May Péter  
Beérkezett: 1980. VII. 22.



2. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében



3. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

$$\frac{E_o}{E_i} = \frac{Z_f(s)}{Z_i(s)} \frac{1}{1 + \frac{1}{A} \left[ 1 + \frac{Z_f(s)}{Z_i(s)} \right]}, \quad (2)$$

ahol

$$Z_f(s) = \frac{R}{1 + sRC_2}$$

és

$$Z_i(s) = \frac{1}{sC_1}$$

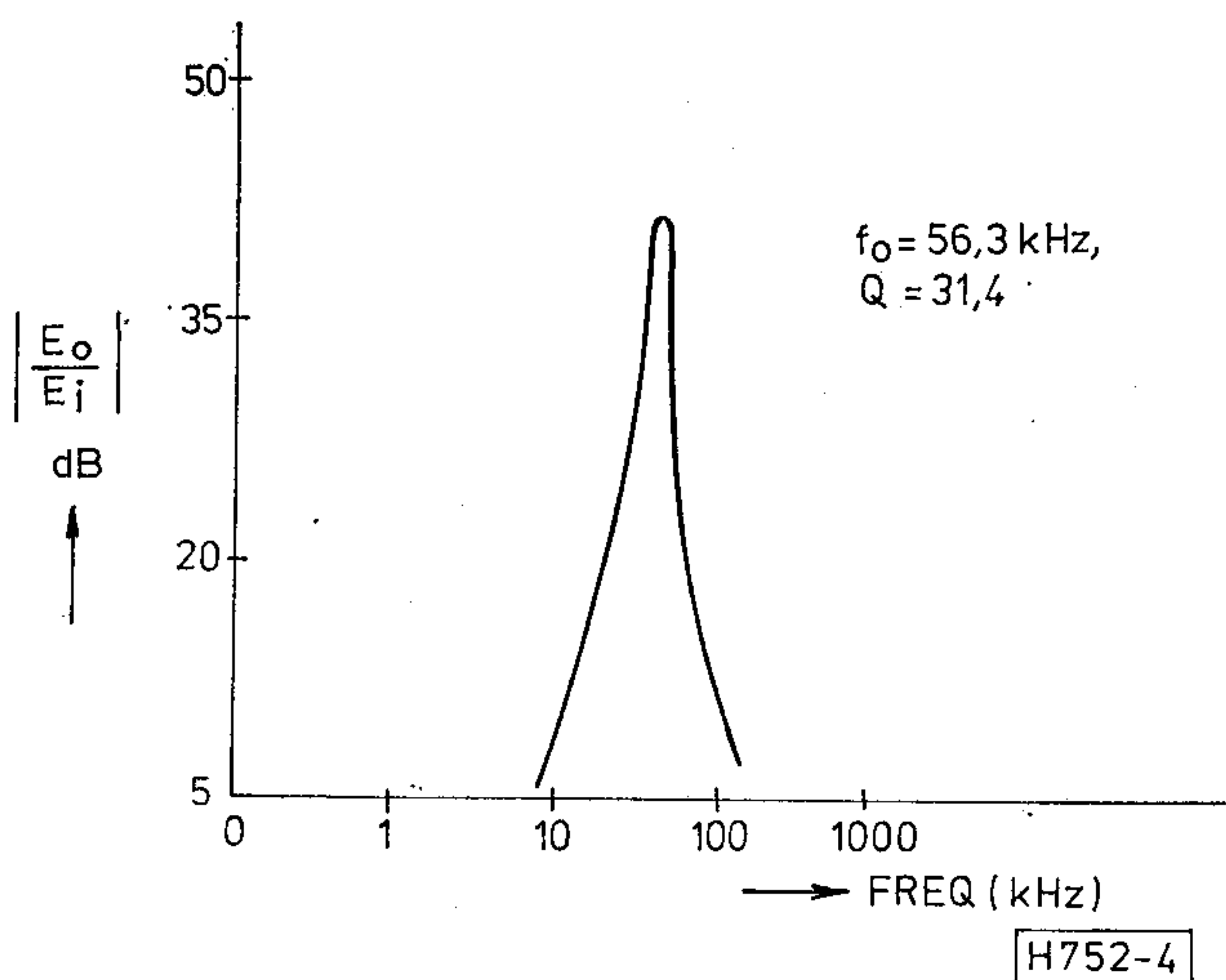


1. táblázat

R ohm	C <sub>1</sub> F	C <sub>2</sub> F	f <sub>0</sub> kHz	Q	Átvitel (ábra)
10 <sup>5</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-10</sup>	5,63	2,8	2
10 <sup>3</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-10</sup>	56,3	15,7	3
10 <sup>3</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-11</sup>	56,3	31,4	4
10 <sup>4</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-13</sup>	178,1	11,0	5
10 <sup>5</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-13</sup>	563,6	3,1	6

2. táblázat

ω <sub>c</sub> -érzékenység	Q-érzékenység
$S_{A_0}^{\omega_c} = -\frac{A_0}{2(A_0+1)}$	$S_{A_0}^Q = \frac{A_0}{2(A_0+1)} \frac{A_0\omega_0 RC_2}{\omega_0 R[C_2 A_0(C_1+C_2)]+1}$
$S_{\omega_0}^{\omega_c} = \frac{1}{2}$	$S_{\omega_0}^Q = \frac{1}{2} \frac{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_R^{\omega_c} = -\frac{1}{2}$	$S_R^Q = \frac{1}{2} \frac{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_{C_1}^{\omega_c} = -\frac{C_1}{2(C_1+C_2)}$	$S_{C_1}^Q = \frac{C_1}{2(C_1+C_2)} \frac{\omega_0 C_1 R}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$
$S_{C_2}^{\omega_c} = -\frac{C_2}{2(C_1+C_2)}$	$S_{C_2}^Q = \frac{C_2}{2(C_1+C_2)} \frac{C_2\omega_0 R(A_0+1)}{\omega_0 R[C_2 A_0 + (C_1+C_2)]+1}$



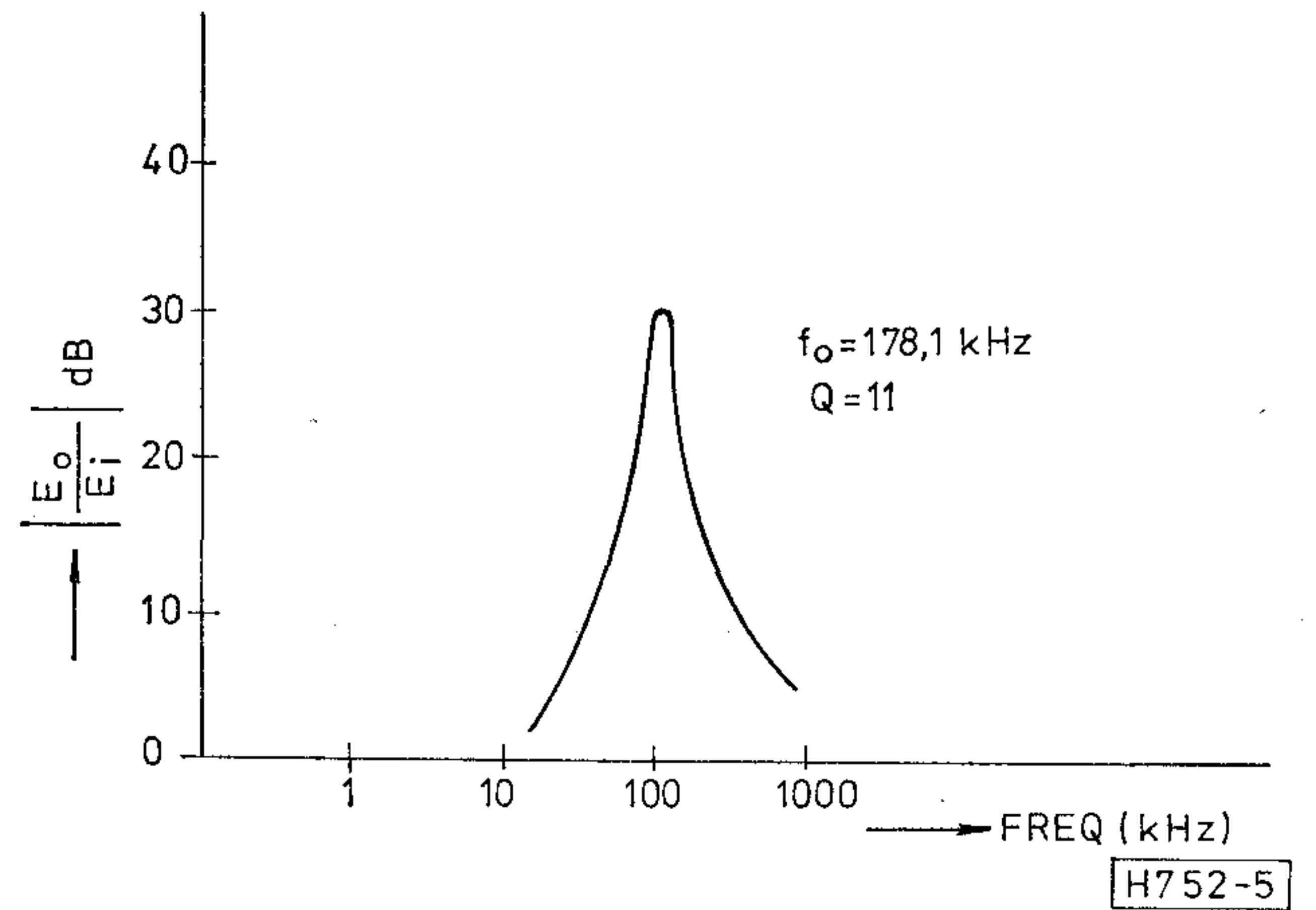
4. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

Így

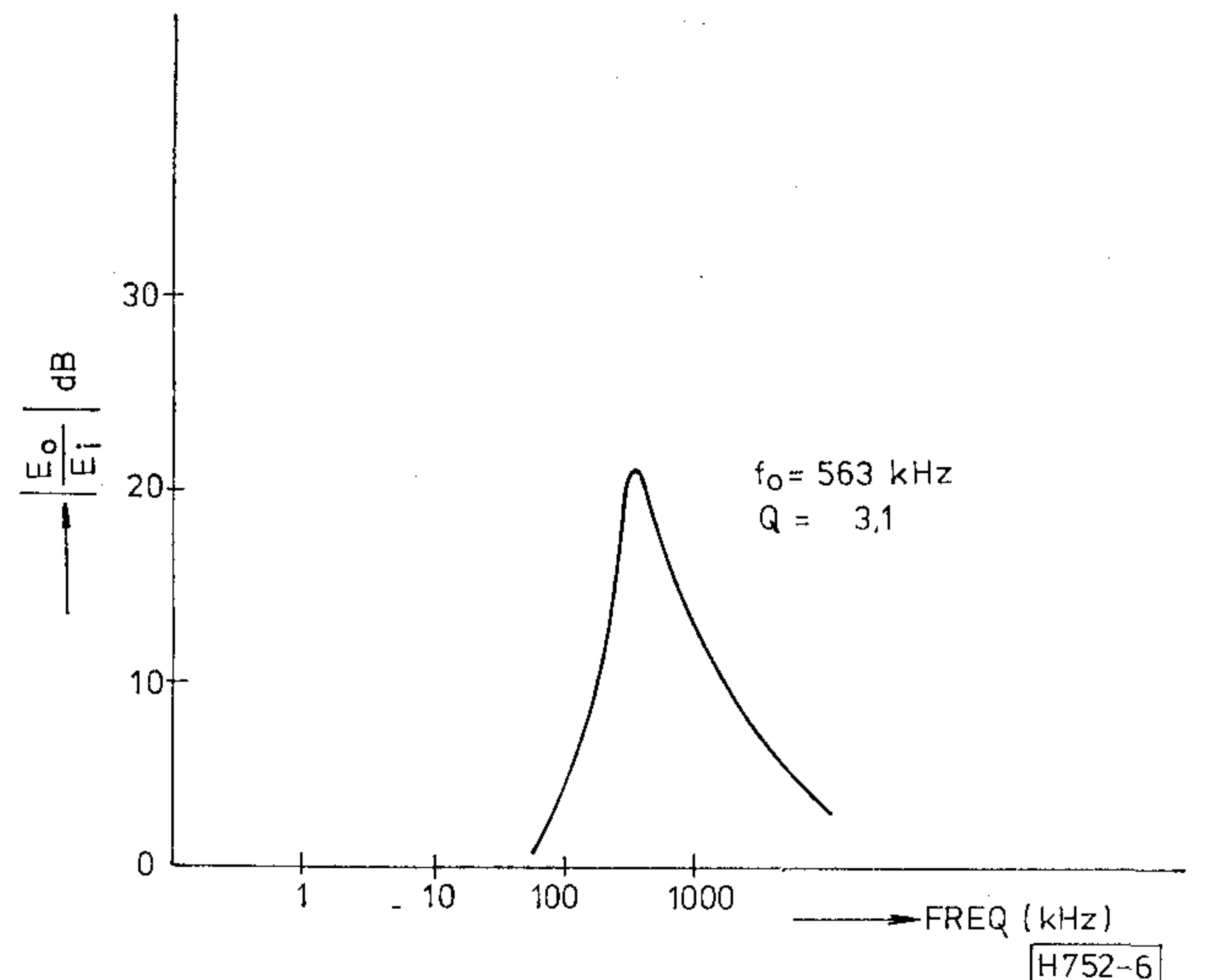
$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{-sRC_1 A}{A(1+sRC_2) + [1+sR(C_1+C_2)]} \quad (3)$$

Helyettesítsük be (3)-ba az erősítő A erősítésének az egypólusú helyettesítő kép alapján kapott (1) kifejezését:

$$\frac{E_0}{E_i} = \frac{\frac{sA_0\omega_0 RC_1}{R(C_1+C_2)}}{s^2 + s \left[ \frac{A_0\omega_0 RC_2}{R(C_1+C_2)} + \frac{1}{R(C_1+C_2)} \right] + \frac{(A_0+1)\omega_0}{R(C_1+C_2)}} \quad (4)$$



5. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében



6. ábra. Az áramkör átvitele a frekvencia függvényében

A (4) egyenletből látható, hogy az áramkör sáváteresztő jellegű; az ω<sub>c</sub> sávközép-frekvenciát, a Q jósági tényezőt és a H<sub>0</sub> sávközépi erősítést a következő kifejezések adják:

$$\omega_c = \left[ \frac{(A_0+1)\omega_0}{R(C_1+C_2)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$Q = \frac{[(A_0+1)\omega_0 R(C_1+C_2)]^{1/2}}{\omega_0 RC_1 + \omega_0 RC_2(A_0+1) + 1} \quad (6)$$

$$H_0 = \frac{A_0\omega_0 RC_1}{\omega_0 RC_1 + \omega_0 RC_2(A_0+1) + 1} \quad (7)$$

Tételezzük fel, hogy a műveleti erősítő jellemzői a következők: A<sub>0</sub> = 2 · 10<sup>5</sup>, ω<sub>0</sub> = 20π rad/s.

Különböző R, C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> értékek behelyettesítése esetén a sávszűrő paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

Az eredményekből látható, hogy C<sub>1</sub> állításával ω<sub>c</sub> könnyen beállítható úgy, hogy Q megváltozása elhanyagolható legyen. Ugyanígy C<sub>2</sub> állításával Q állítható be ω<sub>c</sub> jelentősebb megváltozása nélkül.



Az  $N$  változó  $X$  paraméterre vonatkozó érzékenységet a következő kifejezés adja:

$$S_X^N = \frac{X}{N} \frac{dN}{dX} \quad (8)$$

Az általunk tárgyalt áramkör  $\omega_c$  és  $Q$  változójának a különböző paraméterekre vonatkozó érzékenységét a 2. táblázat tartalmazza.

Az áramkör  $\omega_c$  és  $Q$  érzékenysége gyakorlatilag független az áramköri elemek értékének megváltozásától.

- [1] Gramme, J. G.—Tobey, G. E.—Muelsman, L. P.: Operational amplifier design and application. MacGraw Hill, 1971. p. 301.
- [2] Muelsman, L. P.: Active Filters — Lumped, Distributed, Integrated, Digital and Parametric. MacGraw Hill, 1970.
- [3] Ryder, J. D.: Electronic fundamentals and applications integrated and discrete systems. Prentice Hall of India
- [4] Meulsman, L. P.: Theory and Design of Active R. C. Circuits. Tata—MacGraw Hill
- [5] Fawzy, M.—Soliman, A. M.: A bandpass filter using the operational amplifier pole. IEEE. J. Solid State Circuits, Vol. Sc. 12. pp. 429—430. Aug. 1977.

## A MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA ÉVSZÁZADA (könyvismertetés)

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület kiadásában megjelent reprezentatív kiállítás, 265 szövegoldalból és 96 nem számozott képaldból álló könyv, mely 24 szerző és 15 lektor munkájával jött létre, kb. az 1867. évi kiegyezéstől 1978-ig tekinti át a magyar híradástechnika történetét. A kiegyezés előtt Bécs volt a magyar távközlési hálózat középpontja, így a magyar híradástechnika kezdeti időpontjának helyesen tekinthetjük a kiegyezés évét, amikor is a magyar kormány egyik első tevékenysége volt a táviróhálózat átvétele, sőt még ugyanabban az évben helyzetük üzembe Budapest—Wien között és nem sokkal később Budapest és Temesvár között az első Hughes rendszerű betűnyomó távirókészülékeket. Már 1868-ban Magyarországra települt Weyrich Ágost és 1872-ben Weimer Vilmos, ez a két osztrák műszerész kezdte meg hazánkban a távirókészülékek javítását, majd gyártását. Szerény műhelyük volt a hazai híradástechnikai ipar kezdete.

A könyvben tárgyalt utolsó esemény a magyar híradástechnikai ipar 1978. márciusi bemutatkozása bécsi Hotel Intercontinental Vienna helyiségében.

A mű 21 fejezetre tagolódik. Az I. fejezet a kezdeti időszak általános ipari fejlődését mutatja be 1900-ig, ami a keletkező híradástechnikai ipar bázisául is szolgál. A II-től VII. fejezetek még szakterületre bontás nélkül tárgyalják a Magyar Posta kezében összpontosuló hírhálózat kiépülését és a híradástechnikai iparnak a kezdeti kisipari műhelyekből gyáriparra fejlődését 1950-ig. A VIII-tól XV-ig már egy-egy külön fejezet foglalkozik a telefonkészülékek, a vezetékes átviteltechnika, a híradástechnikai kábelek, a távirószolgálat és berendezések, a vezeték nélküli átviteltechnika, a vezetékes és vezeték nélküli hálózat, a rádió, televízió, műsorszórás és az ezekkel kapcsolatos ipari háttér, az ún. komerciális (helyesen közönséghasználatú) berendezések és ezek szervizének fejlődésével. A XVI-tól XIX. fejezetek tárgya a rádióamatőr-mozgalom, az elektroakusztikai ipar, az elektronikai alkatrészek gyártása és a híradástechnikai műszerek. Az egyes fejezeteken belül a tárgyalás nagyjából az időrendet követi és — ahol áttekinthetőség szempontjából célszerű — gyártó bázisok szerint bontott. A XX. fejezet az oktatásának, a XXI. fejezet az ipari kiállításokon és vásárokon való részvételünknek van szánva.

Az erősen szerteágazó anyag ilyen tagolása megkönnyíti a tájékozódást; természetesen nem volt elkerülhető egyik-másik eseménynek több fejezetben való említése.

A mű főszerkesztője, Dr. Vajda Endre, éveken át volt a Postamúzeum vezetője, így számos történelmi értékű irodalmi forrás és műszaki tárgy állott rendelkezésére, ezek közül néhánynak fényképe a képek között található.

A szerzők és lektorok közül néhányan már az első világháborút követően követő években dolgoztak a híradástechnika területén, és személyesen ismerték a híradástechnika hőskorának (XIX. század vége, XX. század eleje) úttörőit. Így a könyv át tudott menteni számos, dokumentumokban hiányosan rögzített eseményt, melyek már ma, vagy néhány éven belül veszendőbe mentek volna. Ma már sokak szá-

mára történelem a felszabadulás utáni újjáépítés és a fejlett külföldhöz való felsorakozás korszaka. Ennek az időszaknak erőfeszítéseit a VI. és VII. fejezetek a pionírmunkában annak idején részt vett szerzők elmondásában szemléletesen mutatják.

A könyv bemutatja számos jelenleg működő híradástechnikai vállalatunk keletkezését. A nagyvállalatok egy részének (EIVRT, TRT, BHG) keletkezése a múlt századra nyúlik vissza, mások (pl. Orion, BRG) századunk első felében jöttek létre, végül sok vállalatot (pl. HTV, BEAG, FMV, Videoton) és a két ipari kutatóintézetet (TKI és HIKI) már a szocialista gazdasági rendszer hívott életre, részben meglévő bázisok összevonásával.

A XX. fejezet mintegy 20 oldalon foglalkozik az egyetemi és közép-fokú oktatással, valamint szakmunkásképzéssel, és a Magyar Posta, a MTESZ, a HTE, a GTE által szervezett tanfolyamokkal. Kellő részletességgel kerül ismertetésre a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola és a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola, ez utóbbiba 1971 szeptemberétől a felsőfokú híradástechnikai technikumok, mint annak tagozatai, beolvadtak. Az egyéb oktatási formák között szerepel magyar szakembereknek exportunkkal kapcsolatos külföldi oktató tevékenysége, továbbá a különféle vállalatokon belüli — gyakran nem intézményes — továbbképzés.

A könyv szerteágazó anyagában való eligazodást nagyon megkönnyítette volna egy időrendi táblázat, mely csak a fontosabb eseményeket tartalmazná, valamint egy részletes betűrendes tárgy- és névmutató. Előnyös lett volna a képanyagot szorosabban kapcsolni a szöveghez; az ábrák nincsenek számozva és a szöveg nem hivatkozik rájuk, az ábrák nem mindig találhatóak a vonatkozó szövegrész közelében. Általában a képanyag minősége kifogásolható több helyen.

Sajnálatos módon az események sorából hiányzik az 1938—1944. időszakra való utalás, és e tény a történelmi hitelesség rovására megy.

Kíváncsú lett volna az egyes fejezetek végén a forrásmunkák és azok hozzáférhetőségi helyének felsorolása.

Az egyes fejezetek cikk-ként is felfoghatók és így a mű olvasmányos cikkek gyűjteménye is lehetne. Valószínű, hogy ennek tudható be az egyes fejezetek egymáshoz viszonyított heterogén volta, illetve a terjedelemben mutatkozó egyenlőtlenség.

Hiányolható a bevezető szöveg hiánya és ezért az előbbieken is felhozottak magyarizációját nyerhetek volna.

A szép kiállítás, nagy gondval készült könyvnek minden híradástechnikával kapcsolatos intézményünk, gyárunk, üzemeltető vállalatunk, oktatási intézményünk könyvtárában meg kell találnia helyét, hogy a ma dolgozó szakemberek a híradástechnikai szakma hazai történetébe betekintést nyerhessenek.

Köszönettel tartozunk szerzőknek, szerkesztőknek, lektoroknak és nem utolsósorban a főszerkesztőnek, hogy a magyar híradástechnika történelmi múltját átmentették a jelen- és utókornak.

Köszönet a MTESZ Nyomdának a nagyon szép és gondos munkáért.

(—y—s)



# Beszámoló az 1980. évi Alkatrész Szemináriumról (Győr, 1980. október 7—8.)

Az Alkatrész- és Alapanyag Szakosztály Vezetősége értékelve az utóbbi évek Alkatrész-konferenciáit, úgy határozott, hogy 1980-ban Szemináriumot rendez Győrött „Innováció az elektronikai alkatrészeknél” címmel. A korábbi gyakorlathoz kapcsolódóan továbbra is fő célkitűzésként tekintette a hazai elektronikai alkatrészgyártó ipar elért műszaki-fejlesztési eredményeinek széles körű ismertetését és továbbfejlesztési feladatainak megvitatását a felhasználó gyárak szakembereivel, a szemináriumon elhangzó előadások kapcsán.

Dr. Almásy György megnyitója után a bevezető előadást tartotta Demeter Béla: „Felhasználási szempontok az elektronikai alkatrész- és berendezésgyártó ipar kapcsolatában” címmel.

Plenáris előadásokként az alábbiak hangzottak el:

- Krén Emil: Mikroelektronikai OKKFT.
- Göblös János: Termékszerkezet-korszerűsítés és technológiai innováció a REMIX-ben.
- Kiss Ernő: Az EMO alkatrész-kereskedelmi tapasztalatai, lehetőségei és tervei.

A reprezentáns berendezést gyártók alkatrész politikájáról beszámoltak: Mikics László (BHG); Földesi István (HT); Kovács László (ORION); Szakály Iлона (TERTA).

Három szekcióban 30 részletesebb szakmai előadás hangzott el. Mind a plenáris ülésen, mind a szekciókban megtartott értékes előadásokat élénk vita követte. A szemináriumon elhangzott véleményeket értékelve a szeminárium egyhangúlag az alábbi határozatokat hozta.

## HATÁROZAT

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Alkatrész- és Alapanyag Szakosztálya Győrött rendezett 1980. évi szemináriumán több mint 260 szakember vett részt. A plenáris előadások az alábbi témakörökben hangzottak el:

- A felhasználó ipar vállalatának tapasztalatai az elektronikai alkatrészek felhasználási és alkalmazási kérdései területére vonatkozóan, valamint az alkatrész ellátással kapcsolatos problémák és az alkatrész-kereskedelmi tapasztalatok, lehetőségek.
- A termékszerkezet-korszerűsítés és technológiai innováció a REMIX-ben.
- A harminc részletes szakmai előadást az alábbi témakörökben tartották:
  - A félvezető eszközök és integrált áramkörök, valamint az ezekkel kapcsolatos mérés-technikai fejlesztések eredményei;
  - Egységesítési törekvések, alkatrész választék készítés, import-kiváltási törekvések;
  - Bondolási problémák, nyomtatott huzalozású technológiák fejlődése;

- Vékony- és vastagréteg technológiák fejlesztési eredményei;
- Hibrid integrált áramkörök, RC alkatrészek és folyadékkristályos kijelzők fejlesztési eredményei.

Az elhangzott előadások értékelése és az ezt követő vita alapján a szeminárium az ismertetett problémák megoldására a következőket javasolja:

- Mint azt éveken keresztül a konferenciák határozataiban szorgalmazta, most is nyomatékosan fontosnak ítéli meg az Elektronikai Központi Fejlesztési Program elfogadását és a megvalósításhoz a határozott intézkedések mielőbbi megtételét. Ezzel kapcsolatosan a kiadványban is megjelent MTESZ véleményt örömmel vette tudomásul az abban megfogalmazott konkrét határozattal.
- Szükségesnek tartja, hogy minden elektronikai ipari berendezést és alkatrészt gyártó vállalat szoros, célratoró együttműködést folytasson egymással és kölcsönösen támogató magatartást tanúsítson azoknak a közös ipari céloknak eléréséhez, amelyek vállalatonként differenciált módon, de végső fokon az egész elektronikai ipar hatékonyságának növelését szolgálják.
- A viták során a műszaki szakértők véleménye szerint a termékek gazdaságosságát olyan „közgazdasági” tényezők befolyásolják, amelyek a szemináriumon nem voltak kellően értelmezhetők. Ezért a szeminárium szükségesnek tartja, hogy a HTE Ipargazdasági Bizottság a műszaki véleményekből kiindulva vizsgálja meg a jelenlegi közgazdasági helyzetben tapasztalható árproblémákat és tegyen javaslatot azok megszüntetésére, vagyis a gazdaságosság javítására.
- A különböző elektronikai alkatrészek minőségének megítélésében a vélemények további egyeztetése szükséges. Ezért a szeminárium javasolja az egyeztetéseknek alkatrészcsoporthoz való elvégzését a szakosztály klubdelutánjai keretében.
- Megállapítja, hogy mind a plenáris, mind a részletes szakmai előadások tárgyilagosan foglalkoznak az elektronikai alkatrészek területén elért újabb eredmények ismertetésével, valamint a felhasználók és gyártók kapcsolatát fejlesztő kérdésekkel.

A szemináriumon a szakma képviselőinek széles körű, személyes eszmecserekre nyílt lehetőségük, mind az alkatrészgyártás területén elért eredményekről, mind a felhasználói tapasztalatokról, igényekről és az alkalmazástechnikai problémákról.

A szeminárium a továbbiakban is szükségesnek tartja évenként megrendezni az elektronikai alkatrészek területén a hagyományos társadalmi fórumot. Ezzel látja ugyanis biztosítottnak azt a lehetőséget, hogy a szakma képviselői az alkatrészgyártó ipar fejlődésével kapcsolatosan — a hivatali kötöttségektől bizonyos mértékben függetlenül — kapjanak információt és fejtsék ki véleményüket.

## AKTA IMEKO 1979.

Az Akadémiai Kiadó 3 kötetben, 2127 oldal terjedelemben adta ki az 1979. május 21—27-ig Moszkvában tartott 8. IMEKO Kongresszus előadásainak gyűjteményét

„Measurement for Progress in Science and Technology” (Mérés a tudomány és technika fejlesztése érdekében) címmel. (Szerk. Gy. Striker—J. Solt—T. Kemény)

A könyv a következő fejezetekre tagolódik:

Elmélet és a mérés főbb problémái: Általános témák — dinamikus és probabilitás-technikai mérések — hiba definíciók — jelfeldolgozás.

Nemvillamos mennyiségek mérése: A fizikai állapot mérésének új módszerei és eszközei — folyamatmérések — környezeti mérések

Villamos mennyiségek mérése: Rádiótechnikai és mágneses

mennyiségek — nedvesség és állapotjellemzők mérése — összetétel mérés

Környezeti, biológiai és orvosi mérések: Műszerek és rendszerek tervezése, gyártása és ellenőrzése: mikroprocesszoros műszerek és rendszerek kialakítása, gyártás és ellenőrzés

Az automatizált gyártás mérés-ellenőrzése és a kutatás műszerei: mérés az acélgyártásban, energiatermelésben és távközlésben, mérés az olaj- és vegyiparban, élelmiszeriparban és mezőgazdaságban, diagnosztikai mérőrendszerek és a kutatás műszerei

A mérés metrológiai biztosítása: villamos mennyiségek és mechanikai mennyiségek területén.

A könyvet Magyarországon az Akadémiai Kiadó, szocialista országokban a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, tőkés országokban a North-Holland Publishing Co., Amsterdam hozza forgalomba. Hazai ára 1650. Ft.



## A külföldi szakfolyóiratokból

Összeállította: BALOGH PÁL\*

A jövő nagymértékben integrált áramkörei valószínűleg nem szilícium, hanem gallium-arszenidből fognak állni, mivel annak sokkal rövidebbek a kapcsolási idejei, anélkül, hogy a miniatürizálás előnyeit fel kéne adni. A gallium-arszenid technika azonos elektród méretekkel, egyszerűbb előállítási folyamattal a sebességet 2–6-szorosára képes növelni. Gallium-arszenid áramkörökkel már elérték Gbites kapcsolási sebességet, amely messze túlhaladja a szilícium áramkörök teljesítőképességét. Integrált gallium-arszenid áramkörök előállításához csak 6 folyamat szükséges. Ez a maszk eljárások számának 30–50%-os csökkentését jelenti a szilícium gyártási technikával szemben. Ugyanakkor természetesen a gallium-arszenid technikának vannak hátrányai is, pl. az, hogy a gyártási eljárás még nem kiértékelt, és a szakemberek nem ismerik úgy a folyamatparaméterek metallurgiai összefüggéseit. Ezenkívül hiányzik az anyagnak megfelelő oxid a maszkoláshoz, a szigeteléshez és a passzíváláshoz. Az integrált gallium-arszenid áramkörökhöz jelenleg 3 logikai kapukombináció alkalmazható: a DFET-nek (depletion mode field effect transistor) van a legrövidebb kapcsolási ideje, ugyanakkor a legtöbb teljesítményt veszi fel; az SDFTL (Schottky diode field effect transistor logic) a teljesítményfelvétele kisebb, ugyanakkor lassabb, mint a DFET; a logikai kapuval ellátott térvezérlésű tranzisztorok alkalmazásának van a legkisebb teljesítményfelvétele, de a kapcsolási ideje mindkettőnél kissé hosszabb. Ez utóbbi típusnál a gyártási tapasztalatok még nem kielégítőek, és a zajérzékenysége ezeknek az eszközöknek nagyobb, mint a DFET-ekének. (*Blick durch die Weltwirtschaft, 1979. okt. [742]*)

\*

A svéd távközlési konszern, az L. M. Ericsson egyre inkább az elektronikusan vezérelt távbeszélő rendszerek termelésére és fejlesztésére koncentrál, amely jelenleg svédországi termelésének több mint felét teszi ki. Mint a legutóbbi üzleti jelentésből kitűnik, az „AXE” típusú távbeszélő rendszer sikert aratott. Ez a rendszer az elmúlt két évben a nem szocialista piacon a legjobban keresett rendszer volt. A külföldi gyártó cégek konkurenciája azonban egyre erősödik. Így például egyedül Nyugat-Európában nyolc további elektronikusan vezérelt távbeszélő rendszert kínálnak a gyártó cégek. Ennek a rendkívül kemény konkurenciának ellenére az L. M. Ericsonnak 1978-ban sikerült forgalmát 15,2%-kal 9,02 milliárd svéd koronára növelni. E forgalomnak kerekén a fele esett a távbeszélő központokra. A nyugat-európai országokból érkező rendelések 24%-kal növekedtek, más, nem szocialista országból érkező rendelések 44%-kal, így a konszernnek 1978 végére a rendelési állománya 10,6 milliárd svéd korona volt, 24%-kal több, mint egy évvel ezelőtt. 1979 első félévében a rendelések értéke 4,4 milliárd svéd korona volt, a forgalom ugyanabban az időben 8,7%-kal emelkedett, és 4,46 milliárd svéd koronát tett ki. (*DDR Aussenwirtschaft, 1980. jan. [746]*)

\*

Az újonnan megalakult Dakstate kereskedelmi vállalat közvetítésével az Egyesült Királyságban megkezdtek a buborékmemóriával működő Findex „System 100” számítógép forgalomba hozatalát. A hozzáértő felhasználók céljaira készült 10 kg-os számítógépben az integrált hordozható számítógép iránti igény emelkedő trendjének megtestesítőjét látják. A berendezés „Z80” jelű processzoron alapul, legalább 48 kByte RAM memóriával és a hordozható egységhez tartozik egy hatsoros 40 karakteres plazmamegjelenítő, egy 200 vagy 400 kByte tárolóképességű mini-floppy lemezegység, 72 kulcsos billentyűzet és 21 vagy 132 oszlopos termikus sornyomató. Szállítanak a berendezéshez telepes tartalék tápegységet és a memóriába táplálható BASIC interpretációt. Jelenleg korlátozott software-készlettel használható a berendezés Fortran és Cobol programokkal is. A floppy tárolós szabványkészülék ára az Egyesült Királyságban 3400 font sterling. (*Computer Weekly, 1980. jan. 17. [747]*)

\*Válogatás a Kohó- és Gépipari Tud. Informatikai és Ipargazdasági Közp. információs anyagából.

A Nippon Electric Co. (NEC, Takanawa, Tokió, Japán) két új típusú félvezető-lézer fejlesztett ki. Az egyik jellemző tulajdonsága az igen nagy kimenőszint, míg a másik rendkívül tiszta fénnel sugároz. Az új, nagy teljesítményű lézer kimenőszintje impulzus-üzemben 1,8 W, míg folyamatos üzemben is biztosítja a 80 mW-os teljesítményt. Ez mintegy nyolcszorosra a hagyományos félvezető-lézerek kimenőszintjének. Ezt a lézerdiódát nagy távolságú fényvezető kábelekhez fejlesztették ki, de a felhasználhatónak tartják optikai sugárzó berendezésekben is. További felhasználási területei: lézernyomatók, lézeres rajzgépek stb. A dióda rendkívüli teljesítmény-intenzitású, a fényenergia sűrűsége eléri a 10 MW/cm<sup>2</sup>-et. A másik dióda kiváló monokromatikus fényt bocsát ki. Az emittáló felület kicsi, így biztosítható, hogy igen alacsony legyen a torzítása és a szórása. Ez a dióda szélessávú berendezésekben és nagy pontosságú optikai mérőrendszerekhez használható. (*Telecommunications, 1979. nov. [102]*)

\*

A hőérzékeny tv-kamerák felvevő csőve a hőérzékeny vidikoncső. Ez a vidikoncső, mivel külső kényszerhűtése nincs, kis méretű kamera elkészítését biztosítja. Hőérzékenysége igen nagy, a felbontóképessége 0,1 K. Mivel ilyen kis hőkülönbséget is képes kimutatni, a vidikoncsővel épületek, gyárak, bankok stb. ellenőrzésére és felügyeletére használható központi biztonságtechnikai berendezések, rendszerek készíthetők. A vidikoncsőves kamera felhasználható áramlások, sugárzások mérésére is. A hőérzékeny vidikoncső minőségét a hőelektromos érzékeny-réteg határozza meg. Ez a Valvonál Triglicinsulfát (+NH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COO-) tisztán, ill. különböző anyagokkal dotálva. A réteget érő infravörös sugárzás hatására a dipólusok beállnak és kialakul egy a hőszugárzásnak megfelelő töltéelosztás. Ezt tapogatja le a belső elektronsugár. A hagyományos vidikoncsővel szemben a kép letapogatása után a „hőképet” itt törölni kell. (*Valvo Berichte, 1979. nov. [749]*)

\*

A kis átviteli sebességű, TTL-komptabilis fényvezető adatátviteli csatornán egyenfeszültségű jelektől kezdve 200 kbit/s sebességig lehet átvinni jeleket. Az NRZ eljárású digitális jelek átvitelénél semmilyen kódolási megszigorítás nincs. Az 1 km hosszúságú kábelszakaszok sávszélessége 100 kHz. A kábelszakasz két adó-vevőben végződik és mind lapos, mind hengeres kivitelben szállítják. A szakaszok összekapcsolása szabványos 3M PC csatlakozóval történik. Az összeépített adó-vevők 9,5 mm vastagságúak, így biztosítják, hogy ugyanúgy kezelhetők legyenek, mint a nyomtatott áramkörök kártyái. A kábel kilométerenkénti átlagos csillapítása elég magas, 25 dB, míg a csatlakozók páronként 2 dB-nél kisebb csillapításúak. Minden adó-vevő párban az infravörös tartományban sugárzó GaAs alapanyagú LED-et és a PIN fotodiódát alkalmazzák. Az adó-vevők üzemeltetéséhez, azaz a vonal gerjesztéséhez mindössze egyetlen +5 V-os tápfeszültség kell. (*Telecommunications 1979. dec. [750]*)

\*

Darabszámát illetően 1979-ben a világon eladott 1 448 500 hajlékony mágneslemez tárolóval szemben 1982-re várhatóan 3 952 300 egység kel el, és ez a piac, amely 1978-ban 477,4 millió dollárt képviselt, 1982-re 1773,3 millió dollárt képvisel. Ez évi 39%-os növekedést jelent. Bár a 8 hüvelykes (kb. 20,3 cm-es), egyoldalas lemezek eladásai az utóbbi két évben növekedtek (1978-ban 533 700, míg 1979-ben 723 600 egységet adtak el), termelésük 1981-től csökkenni fog. Ugyanakkor a kétoldalas, kétszeres kapacitású 8 hüvelykes típusok, amelyek terjedését költségük és konstrukciós problémák gátolták idáig, előtérbe kerülnek. Eladásuk, amely 1978-ban csupán 70 900 egység volt, 1982-ben már várhatóan meghaladja az 1 milliót, értékben pedig az iparág eladásainak felét képviseli majd. A leglátványosabb fejlődést azonban az 5 hüvelykes (12,7 cm-es) diszkettek mutatják: egy- és kétoldalas változataik összesen kétmillió feletti példányban kelnek el 1982-ben. 1978-ban 127 900 egységet képviselt ez a piac, úgyhogy évi 282%-os nö-



vekedést tételez fel az előrejelzés. Jelenleg még az egyoldalúak vannak túlsúlyban, azonban itt is ugrásszerű növekedés várható — mint a nagyobb átmérőjű típusok esetén is — és 1982-ben a kétoldalas 5 hüvelykes diszkettek eladása egységszámában csaknem eléri az egyoldalúakét. (*Inter électronique, 1980. feb. 25. [751]*)

\*

Miközben az USA-beli vállalatok támogatják az elnök exportkorlátozási rendelkezéseit a Szovjetunió megrendeléseire vonatkozólag, egyúttal félnek attól, hogy ez az eljárás a további évek esetleg megnyitható exportlehetőségeit eleve kizárja USA cégek részére. A közelmúltban megtagadták például több mint 1 milliárd dollár értékű különféle korszerű technológiájú berendezés szállítására az exportengedélyek megadását, amelyek szállítóit az USA érvényes törvényei szerint nem nevezhették meg a sajtó számára. Egyelőre megtagadják minden korszerű technológiájú gyártmány kiviteli engedélyét, mindaddig, míg több hónapos eljárás után, a kormány nem fogja pontosan meghatározni a Szovjetunióba nem exportálható gyártmányok végleges listáját. A legsúlyosabb csapást a jelenlegi tilalom a miniszámítógépeket gyártó cégekre méri, amelyeknek hosszabb ideje jó kereskedelmi kapcsolatok van a Szovjetunióval. A tilalom érvényességi ideje alatt a Szovjetunió még nagyobb mértékben nyugat-európai és japán cégeket fog megkeresni rendeléseivel, ami az USA cégektől való tartós visszahúzódáshoz vezethet. A közelmúltban éppen az exportpolitika felett tartott viták következményeként két magasrangú USA kereskedelmi tisztviselő vált meg hivatalától. (*Electronics Weekly, 1980. feb. 6. [752]*)

\*

A néhány évvel ezelőtt gyártott integrált áramkörök gyártási technológiája már nem alkalmas a mai követelményeknek megfelelő igen nagy integráltságú eszközök (VLSI) előállítására. A méreteket és az elemsűrűséget jól szemlélteti egy egyszerű IC és egy 64 kbites RAM összehasonlítása, amely utóbbi 120 000 tranzisztort tartalmaz, az IC 194 darabot. Egy kb.  $4 \times 4$  mm méretű morzsán korábban elhelyezett néhány száz tranzisztor helyett ma már több tízezer van, a vezető vonalvastagság  $12,5 \mu\text{m}$ -ról  $4 \mu\text{m}$  alá csökkent. A korszerű száraz maratáshoz gáz plazma-maratást, ion-forgácsolást és az optikai litográfia méret-határait megközelítő más „hidegmegmunkálási” eljárásokat alkalmaznak. A maszkokat, ellenálló védőbevonatokat számítógéppel tervezik és modellezik. A plazma-maratásra használt gázokat és a marható anyagokat táblázat foglalja össze. Itt éppúgy, mint az ion-forgácsolásnál, a részecskék felgyorsítására, illetve a gáz szükséges parciális nyomása elérésére rádiófrekvenciás energiát használnak. Hőkezelés helyett impulzus üzemben lézersugár hőhatását alkalmazva kitűnő minőségű átkristályosítást lehet elérni mikron nagyságrendű mélységben. (*Microelectronics Journal, 1980. jan.—feb. [753]*)

\*

A japán Sony cég nagy-britanniai leányvállalatától a brit posta 150 kísérleti készüléket rendelt a Prestel írott szöveg televíziós átviteli rendszerének kipróbálásához.

A készülékeket Bridgendben (Wales) fogják előállítani.

A Prestel rendszert a British Petroleum, Cable and Wireless, IBM, Hertz és ICI cégek próbálják ki Svájcban, Svédországban, Hollandiában, az NSZK-ban, Ausztráliában és az USA-ban. A cégeknek lehetőségük nyílik a 12 hónapos információs szolgálatra, előfizessenek.

A rendszeren keresztül az előfizetők kereken 60 000 „oldalnyi” gazdasági, börze és turisztikai információt hívhatnak le telefonvonallal bekötött terminál segítségével.

Az adatokat 160 cég szolgáltatja, ezek közé tartozik a Financial Times és az Economist kiadók, több börze és gazdasági információs társasága is. Az információkat a londoni központi számítógépbe táplálják és folyamatosan frissítik. (*Nachrichten für Aussenkandel, 1980. márc. 6. [754]*)

\*

1980-ban a GTE Telenet hálózatának bővítésével elektronikus hírtovábbítási és dokumentumtovábbítási szolgáltatást indítanak az USA-ban. A számítógépes elektronikus postai szolgáltatás keretében „elektronikus postaláda”-ként működik majd, amelynek segítségével a felhasználó vállalatok híreket tudnak összeállítani, küldeni és fogadni, ill. a hálózat adattárában „lerakni” későbbi felhasználásra, vagy visszakeresés-

re. A szolgáltatást úgy tervezték, hogy sokféle adatvégállomással és szöfeldolgozó egységgel működhessen együtt. A felhasználók „elektronikus levélsekre nyelveikből” elvihetik a számukra küldött üzeneteket, vagy azok automatikusan, közvetlenül adatvégállomásaikra érkeznek. (*Canadian Electronics Engineering 1980. feb. [755]*)

\*

Még ebben az évben meg akarja kezdeni az IBM a 4000 áramkörös Josephson-számítógép számára tervezett logikai chippek vizsgálatát.

A Josephson logikai chippek működési sebessége jelenleg 35—40 ps között van (a leggyorsabb bipoláris szilícium áramköröké ns körüli). A Josephson-áramkörök kis teljesítménydisszipációja (mikrowatt nagyságrendű, a szilícium áramköröké viszont milliwatt nagyságrendű) lehetővé teszi az igen sűrű szerelést. Az IBM  $14 \text{ cm}^2$  területű számítógépet helyeztétbe az iparjogvédelmi bíróságnál. A chippeket négyes és nyolcas csoportokban forrasztják a  $30 \times 15$  mm-es kártyákra, amelyeket azután dugaszolással csatlakoztatnak. Egy-egy lap 32 bedugaszolt ilyen elemet tartalmaz, a lapokat (22 ilyen van) pedig egymásnak háttal szerelik. A számítógép másodpercenként 70 millió utasításra képes, míg az IBM jelenlegi legnagyobb számítógépének számíttókapacitása 3 millió utasítás/s. A B. Josephson Nobel-díjas fizikusról elnevezett Josephson-kapcsolás két elektród közé elhelyezett vékony fémréteg; ezt a „szendvicset” az abszolút 0 fok közelébe hűtik le, ahol vezetőképesége mágneses mezővel vezérelhető. (*Electron, 1980. márc. 11. [756]*)

\*

A Sinclair Research Ltd. (Cambridge) cég bejelentette új egyéni használatú számítógépének forgalomba hozatalát, amelynek ára 100 font sterling. A Z $\times$ 80 típusjelű készülék használható bármilyen típusú tv-készülékkel együtt, programjait pedig hagyományos kazettás magnetofon segítségével lehet tárolni. Az otthoni, iskolai és munkahasználatra alkalmas hordozható készülék méretei  $17,8 \text{ cm} \times 22,9 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ , tömege kb. 350 g. A készüléket BASIC nyelven lehet programozni; ez rendkívül jó eszköz a számítógépes munka tökéletes elsajátításához, megfelelő gyakorlat esetén pedig komoly számítástechnikai eszköz. A berendezés szintaktikai program-ellenőrzést nyújt, megfelelő kijelzéssel. Üzleti-ipari használatra a készüléket bármilyen periférikus készülékkel össze lehet kapcsolni. A konstrukció tartalmaz egyetlen darab különleges szuper „ROM” egységet, amely magában foglalja a Basic fordítót, a karakter-készletet, az operációs rendszert és monitort. A meglepően alacsony árat ezzel a rendszerrel és export-tömeggyártás megszervezésével érték el. (*Electronics Weekly, 1980. feb. 6. [757]*)

\*

Az IBM egyik vezető szakembere szerint az integrált áramkörök alkatrészsűrűsége ma már kétévenként kétszereződik, míg korábban évenként. Várhatóan tovább csökken ez a fejlődési ütem, főként a nagyobb bonyolultságú áramkörök tervezésének nehézségei miatt. Három tényezőnek tulajdonít ebben szerepet: fizikai, technológiai és emberi tényezőknek, valamint a bonyolultságnak; ez utóbbi lesz a legerősebb fékezőerő a 80-as évek közepétől. Ekkor a mintázatok vonalvastagsága  $2 \mu\text{m}$  lesz, és pl. 250 000 chipenkénti elemszámú, 128 kbites dinamikus RAM tárolókat fognak gyártani. Az emberi tényezőket már nehezebb számszerűen kifejezni, de akkor kerülnek majd igazán előtérbe, amikor általánosan elterjed a technikai nehézségeket megoldó,  $\mu\text{m}$  alatti vonalfinomságot lehetővé tevő közvetlen elektronsugaras mintázatkészítés. Az elemszám növelésének fizikai (hullámhossz által meghatározott) határa  $0,01\text{—}0,02 \mu\text{m}$  között van, ami azt jelenti, hogy elméletileg még ezerszeres elemszámnövelésre lehet számítani. Ahhoz azonban, hogy ezt a célkitűzést megközelítsék, olyan problémákkal kell megbirkózni, mint pl. az anyagállandók és a gyártási eljárások fejlesztése. Segítségül jöhetnek viszont új anyagok, alacsonyabb működési hőmérséklet, jobb hűtés stb. A technológiai korlátok az elméleti alsó határt  $0,1 \dots 0,2 \mu\text{m}$ -re módosítják, ami a jelenlegi technikával 100-szoros potenciális elemszámnövekedést jelent.

Tényleges eredménynek azonban a nem redundáns elemek számának növekedése tekinthető. Az IBM pl. redundanciát alkalmaz tárolóchipjeinek kialakításában, így a 64 k RAM kapacitása valójában 72 k. (*Electron Weekly, 1980. márc. 25. [768]*)



Főszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

BHG

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

ORION

Jakubik Béla  
Baracs Sándor  
Csernoch János  
Froemel Károly  
Sass Károly  
Szabó Károly

TERTA

Bánsági Pál  
Baján Tibor  
Benedek Elek  
Egerszegi Béla  
Hutter Mihály

BHG ORION TERTA

# MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXVII. évfolyam

1981

3. szám

## Átviteltechnikai rendszerek konstrukciója

MIHÁLY ANDRÁS  
TERTA

### BEVEZETÉS

Napjainkban már elképzelhetetlen a korszerű hírhálózat kis-, közép- és sokcsatornás átviteltechnikai rendszerek nélkül. Az utóbbi évtizedekben óriási mértékben megnövekedett továbbítandó információ-mennyiség és -féleség szükségessé teszi a meglévő hírhálózat modernizálását és bővítését.

A Telefongyár az átviteltechnika területén korszerű gyártmányokkal kívánja a fenti igényeket kielégíteni, különös súlyt helyezve a nagy rugalmasságot nyújtó és könnyen bővíthető gyártmánycsaládok kialakítására.

Jelen cikkünkben a Telefongyárban kifejlesztett átviteltechnikai rendszerek, nevezetesen az analóg és digitális rendszerű berendezéseinek a konstrukciós felépítését tárgyaljuk. A szűkre szabott terjedelem azonban nem teszi lehetővé az elmélyült, részletes szerkezeti bemutatást, ezért elsősorban az egyes berendezések főbb konstrukciós jellemzőit kívánjuk bemutatni.

Természetesen az ilyen nagy területet felölelő anyag rendszerezése közben az összeállító kompromisszumra kényszerül, ha nem akar túlságosan a részletekben elmélyülni. A jobb áttekinthetőség érdekében ezen lehetőséggel élve reméljük, hogy min-

1. táblázat

Átviteltechnikai rendszerek

Alapáramkör	ANALÓG			DIGITÁLIS			Alkalmazási terület
	Típusjel	Csatorna-szám	Erősítő sz. átl. hossza (km)	Típusjel	Csatorna-szám	Ismétlő sz. átl. hossza (km)	
Légvezeték	BO-3	3	50-250	—	—	—	Közép- és hosszútávú rendszer
	BO-12	12					
Szimmetrikus kábel	BK-12	12	13	BD-30	30	2,5	Hosszútávú rendszer, kisebb igényű gerincvonalra
	BK-60	60	8-13				
KOAXIÁLIS	Kis átmérőjű kábel	BK-300	300	8	—	—	Nagy gerincvonalai rendszerek
		BK-960	960	4			
		BK-2700	2700	2			
	Normál átmérőjű kábel	BK-960	960	9			
		BK-2700	2700	4,5			
Kombinált kábel	BK-300/G	300	8	—	—	Kiegészítve a technológiai hírközlő rendszerhez tartozó berendezésekkel	



den bizonyonyal szerencsésebb összeállítást adunk gyártmányainkról, mint a téma túlzott széttagoltságával.

Az előzőkben említett átviteltechnikai rendszerek főbb jellemzőiről és ezek alkalmazási területeiről az 1. táblázatban nyújtunk áttekintést.

Még mielőtt rátérnénk e rendszerek fontosabb elemeinek — berendezéseinek — konstrukciós ismertetésére, előbb a következő fejezetben rövid összefoglaló képet adunk ezen rendszerek általános szerkezeti felépítéséről.

## ÁTVITELTECHNIKAI RENDSZEREK SZERKEZETE

### Analog rendszer szerkezete

Egy általános vonalterv felépítését az 1. ábra szemlélteti. A V végállomásokon valamely szabályos alapszoportszintig bontják le a teljes átvitt csatornyalábot és a továbbmenő részeit ezeken a szinteken átkapcsolják (tranzitálják). Az F felügyeletes középállomás vagy csak erősíti mindkét irányban az átvitelt, vagy kiegészítve L leágazó berendezéssel a vonali spektrum egy részét lebontja. Az E erősítő állomások távtáplálását és távfelügyeletét a V és F felügyeletes vég-, ill. középállomásokról biztosítják. A vonalszakaszokat vonalvégződő berendezések zárják le.

A két végállomás közötti szakasz a gerincvonal, a gerincvonalból leágaztatott ág a szárnyvonal és a szárnyvonalból leágazó rész a helyi vonali összeköttetést biztosítja. Az egyes vonalak között a jól illesztett csatlakoztathatóságot a szabványos frekvenciasáv-, szint- és impedanciaparaméterek biztosítják.

Az egyes állomások egymáshoz való csatlakoztatására légvezetékek, illetve a különböző típusú kábelek szolgálnak.

### Digitális rendszer szerkezete

A digitális vonaltervi összeköttetés felépítésében hasonló az analog vonali összeköttetéshez. A 2. ábra a BD-30 rendszer digitális vonali szakaszának fel-

építését mutatja be a V végállomástól az F felügyeletes középállomásig. A rendszer 30 PCM telefoncsatorna jelének hangfrekvenciás kábeleken való átvitelét teszi lehetővé. A V végállomás, illetve az F felügyeletes középállomás és a kábel közötti illesztést az állomásokon elhelyezett vonalvégződő berendezések végzik. A vonali jelet a kábelbe egymástól megfelelő távolságra elhelyezett távtáplált I ismétlőállomások újra „előállítják”. Ezt a feladatot az ismétlőállomások regenerátorai végzik. A vonalszakasz önálló táp- és riasztó áramkörrel rendelkezik. Ezek az áramkörök lehetővé teszik bármelyik hibás regenerátor helyének meghatározását.

A két átviteltechnikai rendszer rövid bemutatása után rátérünk ezen rendszerek konstrukciós ismertetésére, amelyet az alábbi felosztás szerint tárgyalunk:

- légvezetékek és kábelek szerkezeti felépítése,
- felügyeletes vég- és középállomások berendezéseinek szerkezeti felépítése,
- felügyeletlen erősítő-, ill. ismétlőállomások berendezéseinek szerkezeti felépítése.

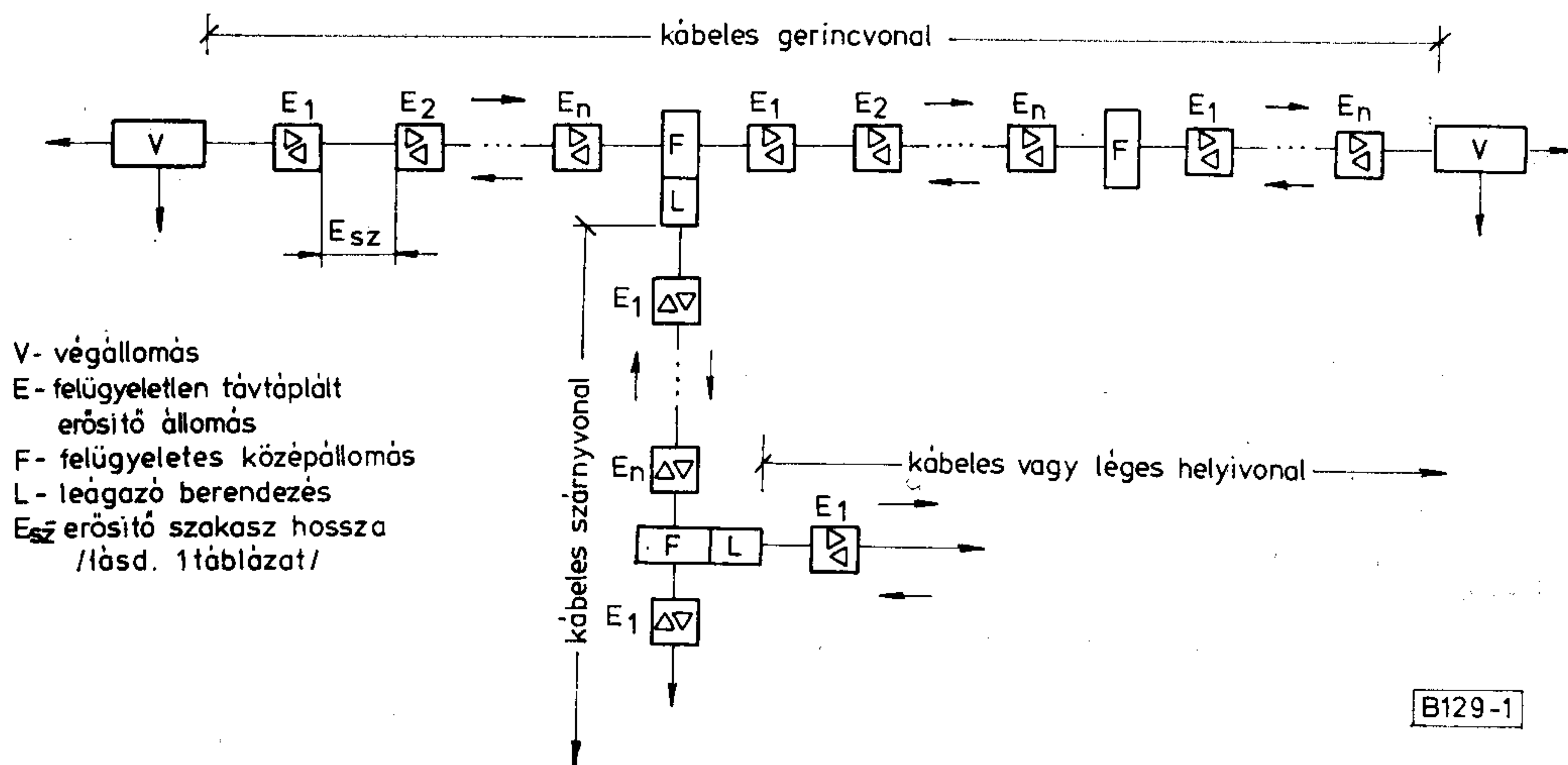
## LÉGVEZETÉKEK ÉS KÁBELEK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

### Légvezetékek

Az átviteltechnikai hálózatok helyi és helyközi vonalain még ma is alkalmazzák a légvezetéseket. A helyi vonalakon a nagyobb csatornasűrűség mellett, továbbá az automatizálás kiépítésekor meg kell indítani a helyi kábelhálózatok építését, mivel az időjárás befolyásának kitett légvezetékek az automatizálással járó műszaki követelményeket csak korlátozott mértékben elégítik ki.

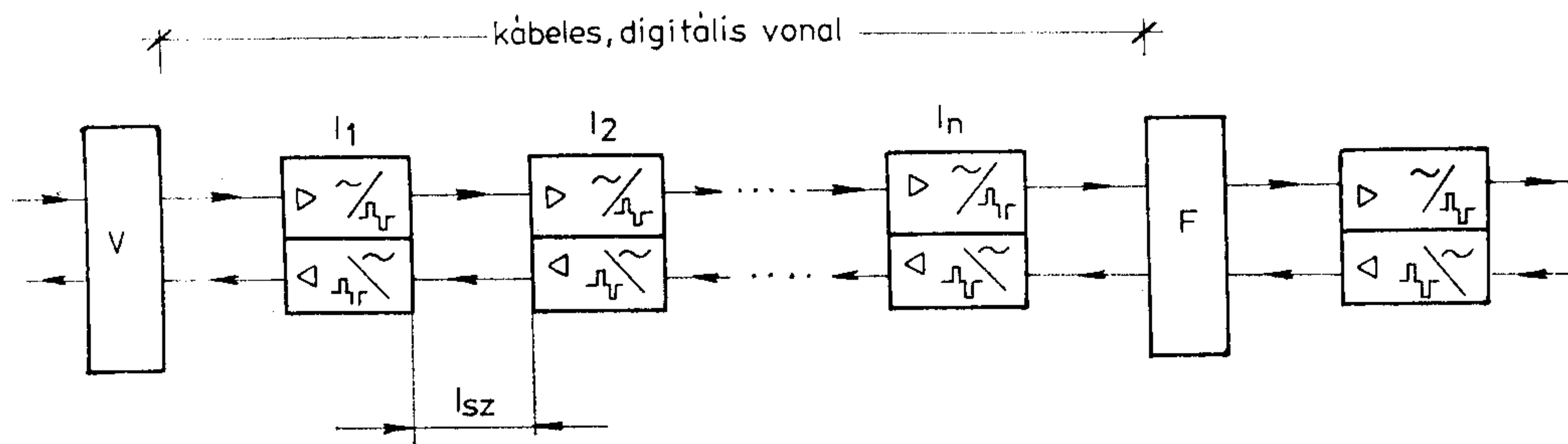
A légvezetékes irányok általában 50 m-es oszlopokkal épülnek, és az oszlopok anyaga fa vagy előfeszített vasbeton. A szigetelők porcelánból vagy üvegből készülnek. A szigetelőket tartó keresztartók anyaga legtöbb esetben vas, de szokásosak a fátartók is.

A vezeték anyaga bronz, keményréz, alumínium



1. ábra. Analog vonali összeköttetés felépítése





V - végállomás  
 F - felügyeletes középállomás  
 I - felügyeletnélküli távtáplált ismétlő állomás  
 lsz - ismétlő szakasz hossza  
 /lásd. 1 táblázat /

B129-2

2. ábra. Digitális vonali összeköttetés felépítése

vagy alumíniumötvözet, vivő áramú rendszereknél használatosak a rézzel bevont acélhuzalok (rézacél).

A használatosabb vezetékek átmérősora:

- bronz  $\varnothing 1,5$  mm
- réz  $\varnothing 2$
- al. v. al. ötv.  $\varnothing 2,3$ ;  $\varnothing 2,8$ ;  $\varnothing 3$ ;  $\varnothing 4$
- rézacél  $\varnothing 3$

#### Kábelek:

A kábelek két nagy csoportra oszthatók:

- helyi kábelek,
- távkábelek.

A helyi kábelek kivitel alapján föld alatti behúzó, páncélbevonatú, továbbá föld feletti fali és légkábelek lehetnek. A vezetők anyaga réz vagy gazdasági megfontolás alapján alumínium. A vezetők méretere világviszonylatban nem egységes. Általában réz esetén  $\varnothing 0,32$ – $\varnothing 0,9$  mm-ig, alumínium esetén  $\varnothing 0,51$ – $1,15$  mm-ig méretben használatosak.

A szigetelés korábban papírszalag- vagy papírmasszázártegg volt. A papírszigetelést egyre fokozódó mértékben váltja fel a föld alatti kábeleknél a habosított polietilén szigetelés.

A sodrási elemek a helyi kábelekben általában két szigetelt vezetéből sodort érpárak, vagy négy, együttesen sodort érből álló csillagnégyesek.

A kábelek felépítése kisebb kábeleknél koszorús, a nagy érpárszámú kábeleknél általában pásmás szerkezetű.

A kábelköpeny papírszigetelés esetén ólomötvözet, korróziós veszélynek való kitettség esetén alumínium, illetve alumíniumötvözet.

A kábelek keresztmetszeti választéka rendkívül nagy. A maximális érpárszámot az alapépítményekben használt beton- vagy műanyag csövek belső átmérője határozza meg. A kábel külső átmérője a behúzhatóság érdekében a cső belső átmérőjének legfeljebb 70%-át teheti ki.

A kábelkeresztmetszetek valamely célszerűen megválasztott alapszám sokszorosaként épülnek fel, pl.  $26 \times 4$ ,  $52 \times 4$  stb.

#### Távkábelek

Korszerű helyközi hálózatban a szárnyvonalak és a másodrendű gerincvonalak építéséhez szimmetrikus, a belföldi és nemzetközi gerincvonalak építéséhez koaxiális kábeleket használnak. Jelenleg a szimmetrikus kábelek sokféleségéből általánosan csak a kettős páros (DM) sodrású kábelek használatosak.

Szigetelésük papírkordel, stiroflex vagy polietilén. Ma még széles körben alkalmazott méretere:  $4 \times 4/1,2$ ;  $7 \times 4/1,2$ ;  $12 \times 4/1,2$ . A vezetők 0,9 mm-es rézhuzalok, vagy ezzel egyenértékű 1,145 mm-es alumínium huzalok, és ezek mellett még használatos az 1,2 mm-es alumínium huzal is.

A 3. ábra a BK—12 és 60 csatornás átviteli rendszereknél használatos szimmetrikus kábelt mutatja be.

A koaxiális kábelek méretei is fokozatosan normalizálódtak, és ma általánosan használt az 1,2/4,4 mm méretű kiskoaxiális, valamint a 2,6/9,5 mm-es normál koaxiális kábel. A koaxiális párok szigetelése készülhet ballon, bambusz vagy tárcsás kivitelben.

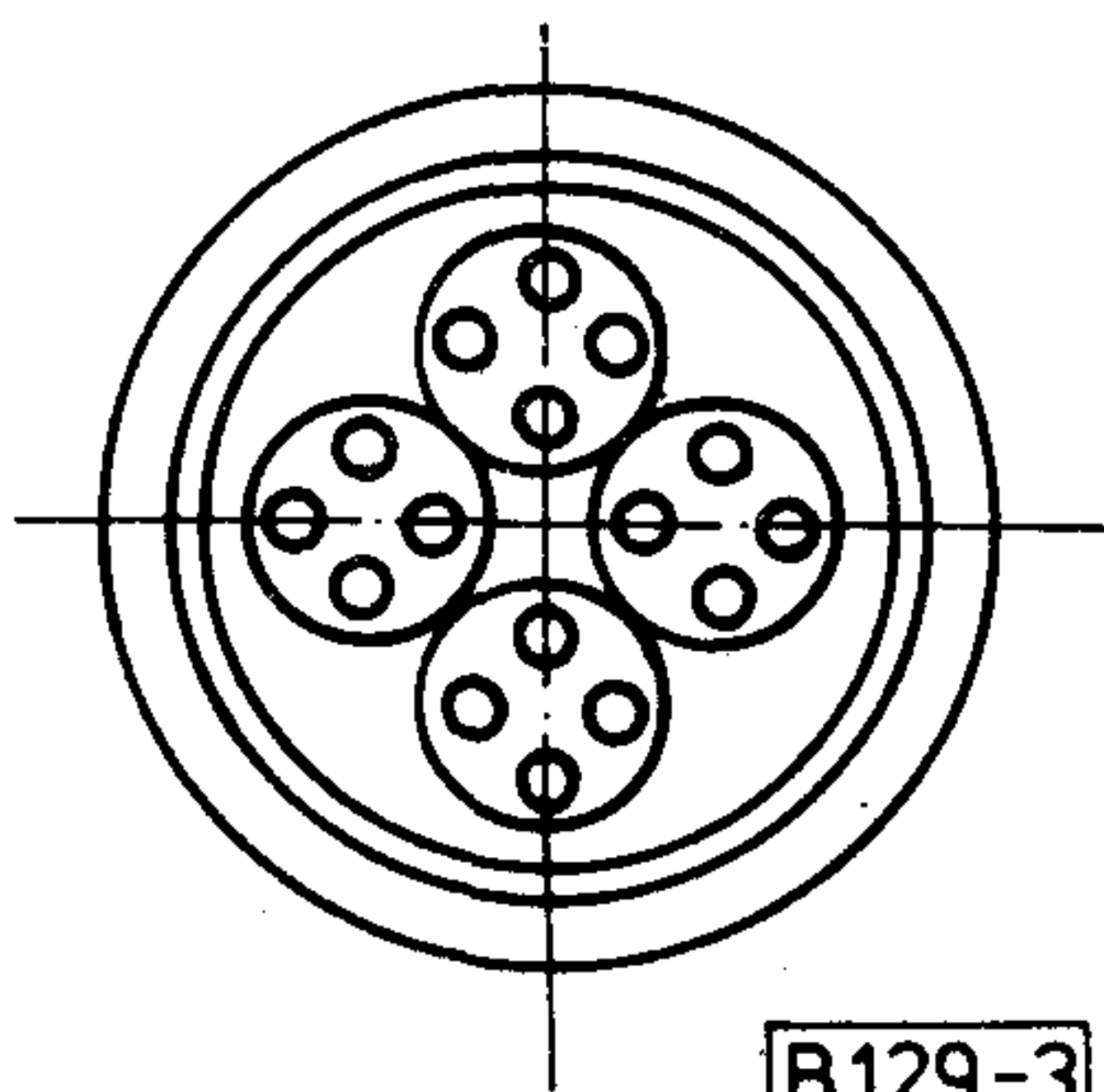
A koaxiális kábelek általában acélszalaggal árnyékolat, külső szigeteléssel ellátott koaxiális párokból, valamint magányos pársodrású és csillagsodrású műanyag szigetelésű jelző-, mérő- és távvezérlő elemekből épülnek fel.

A 4. és 5. ábra a — Magyar Kábel Művek által gyártott — kiskoaxiális (BK—300; 960; 2700), illetve normálkoaxiális (BK—960, 2700) kábelek keresztmetszetét szemlélteti.

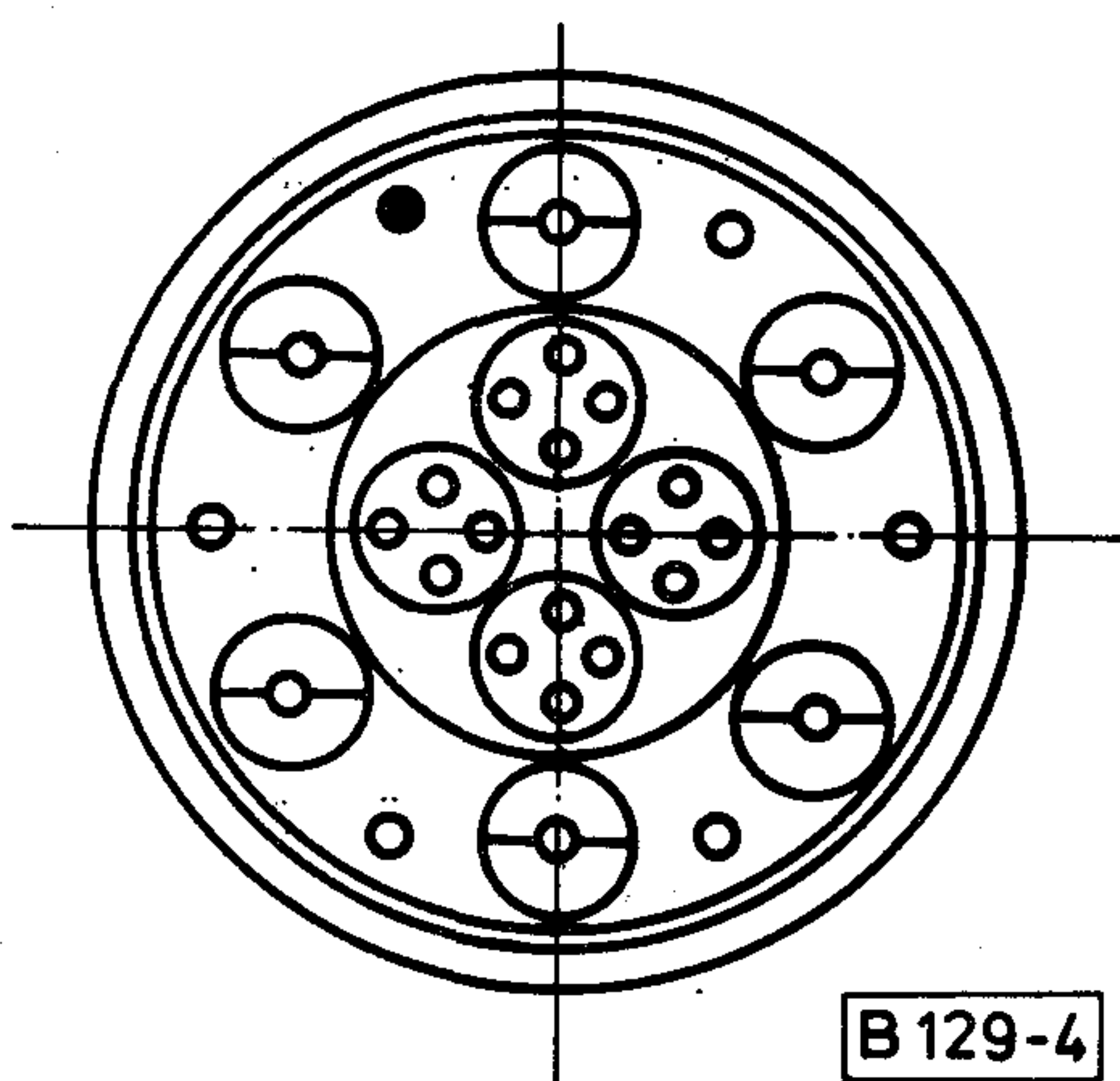
A kombinált koaxiális kábel az előző típusoktól annyiban különbözik, hogy a kábelben a koaxiális kábel mint mag szerepel és felette egy vagy két koszorúban foglalnak helyet a DM-négyesek. A 6. ábra a BK—300/G technológiai hírközlő rendszer gerincvonalai kábelét mutatja be.

Az előzőekben ismertetett kábelekkel felépített hálózatok megbízhatósága kábelvédelmi berendezésekkel — pl. túlnyomásos védelem, mely a következő fejezetben kerül ismertetésre — és a helyi hálózatokban a beázásra nem érzékeny töltött kábelek használatával fokozható. Ez utóbbi olyan konstrukciós megoldás, amelynek a kábelsodratban a szigetelt

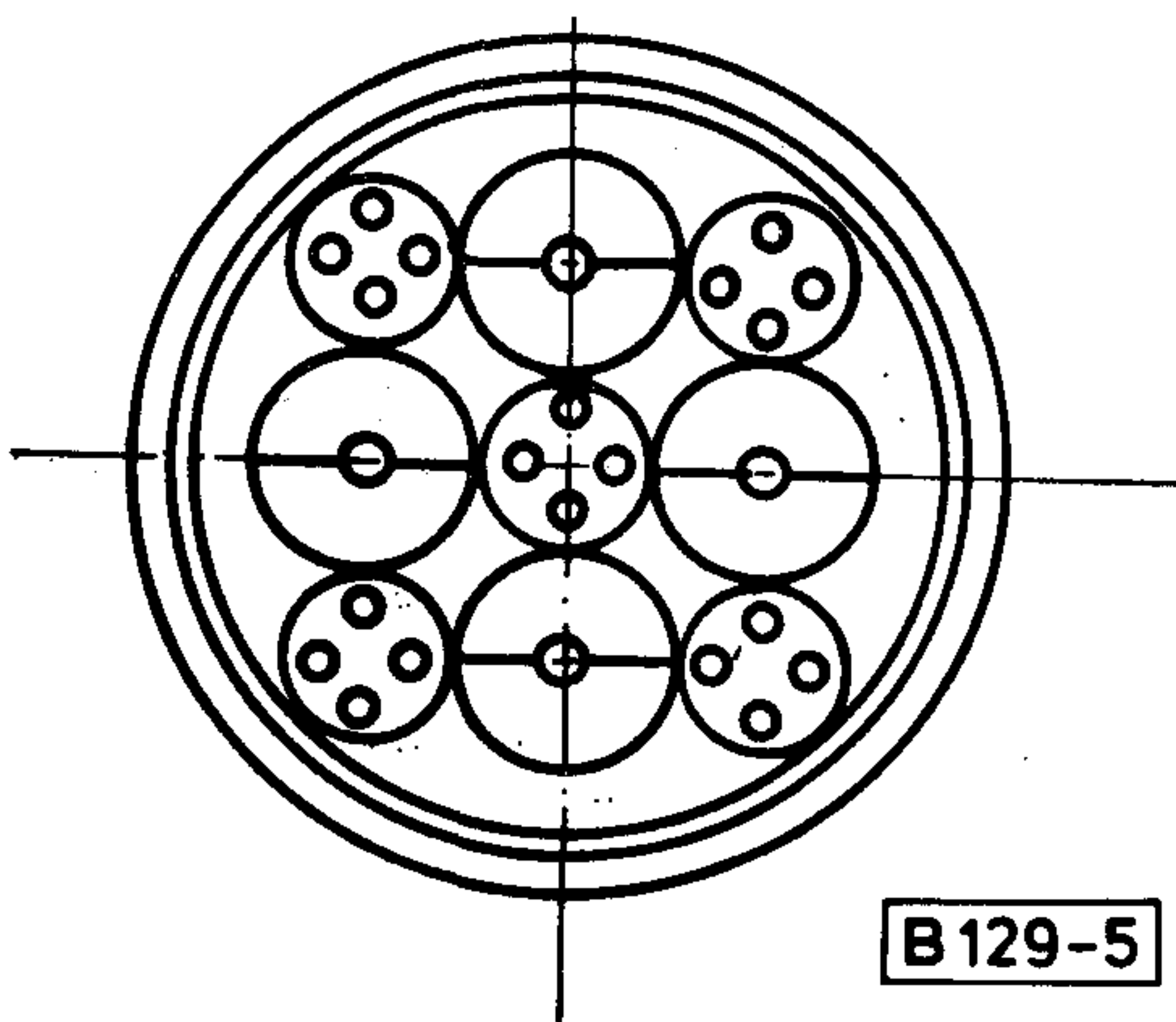




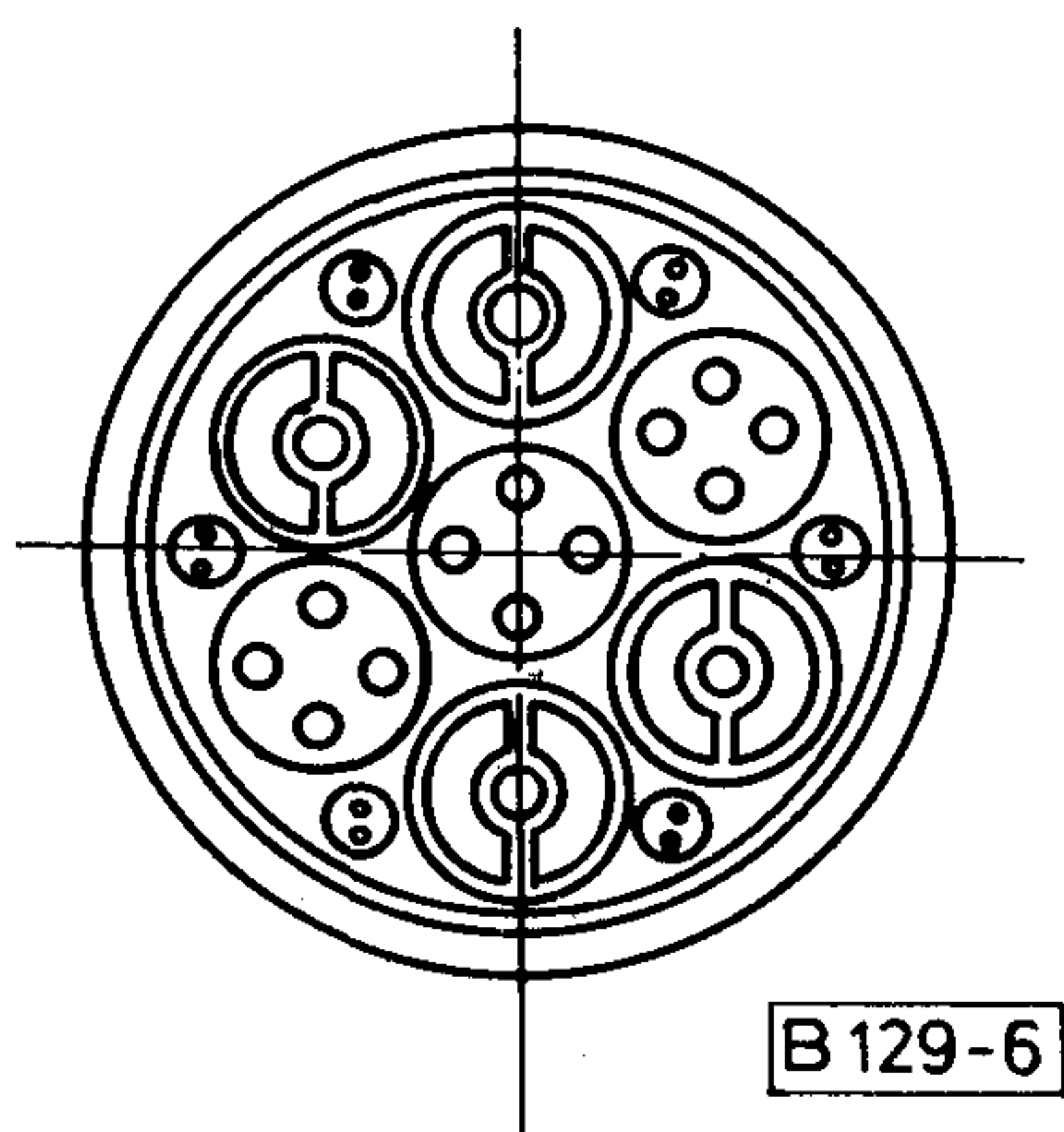
3. ábra.  $4 \times 4/1,2$  szimmetrikus kábel metszete



4. ábra.  $6 \times 1,2/4,4 + 4 \times 4/0,6 + 5 \times 0,6 + 1 \times 0,9$  kiskoaxiális kábel



5. ábra.  $4 \times 2,6/9,5 + 5 \times 4/0,9$  normálkoaxiális kábel



6. ábra.  $4 \times 1,2/4,4 + 3 \times 4/1,2 + 6 \times 2/0,9$  kombinált koaxiális kábel

vezetők közötti teret vazelin tölti ki. Az ilyen kábelben köpenysérülés esetén a nedvesség nem tud behatolni. Ezek a kábelek az üzemzavarok számát kb. 1/10-ére csökkentik az alépitményekben behúzott ólomköpenyű kábelekkel szemben.

Általában mind a helyi, mind pedig a szárnyvonal kábelek megbízhatóságát lényegesen fokozni lehet a korszerű építési és szerelési technológiák alkalmazásával és a nyomvonalak gondos megválasztásával.

A helyközi hálózatok megbízhatóságát a városokat elkerülő nyomvonalvezetés fokozhatja, mivel a belterületeken a kábelhibák száma lényegesen nagyobb szokott lenni, mint a városok közötti szakaszon. Ebben az esetben az ellátandó várost a gerincvonalból leágazó szakasz köti össze. Az ilyen nyomvonalvezetés a stratégiai követelményeket is kielégíti.

### Kábelek túlnyomásvédelme

A belső légtéres távkábelek köpenyén keletkező lyukakon, repedéseken át a kábel belső terébe víz hatolhat, amitől az áramkörök részben vagy egészben üzemképtelenné válhatnak. A víz, a nedvesség behatolása elleni védekezésnek eredményes módja a túlnyomás létrehozása a kábel belső terében száraz levegő vagy más közömbös gáz betáplálásával.

A betáplált levegő relatív páratartalmának  $20^\circ\text{C}$ -on 5%-nál kisebbnek kell lennie, nehogy a nedvességtartalom a kábelek szigetelési ellenállását csökkentse. A kábelek feltöltéséhez szükséges levegő-, ill. gázmennyiséget túlnyomásos kábelvédelmi berendezés vagy feltöltött acélpalack szolgáltatja.

A kábelekben a túlnyomás értéke max. 50 000–60 000 Pa lehet.

A túlnyomás alá helyezett kábelszakaszra megengedhető szivárgás mértéke pedig:

távkábelekre	0,5–2 g/h·km;
helyi kábelekre	2–20 g/h·km.

A túlnyomásos védelem megvalósítására a 7. ábrán bemutatott rendszereket használjuk.

Az egyes rendszerek használatát elsősorban az dönti el, hogy a vonalszakasz mentén telepített felügyelet nélküli erősítő-, illetve ismétlőállomások milyen távolságra vannak egymástól (lásd az 1. táblázat).

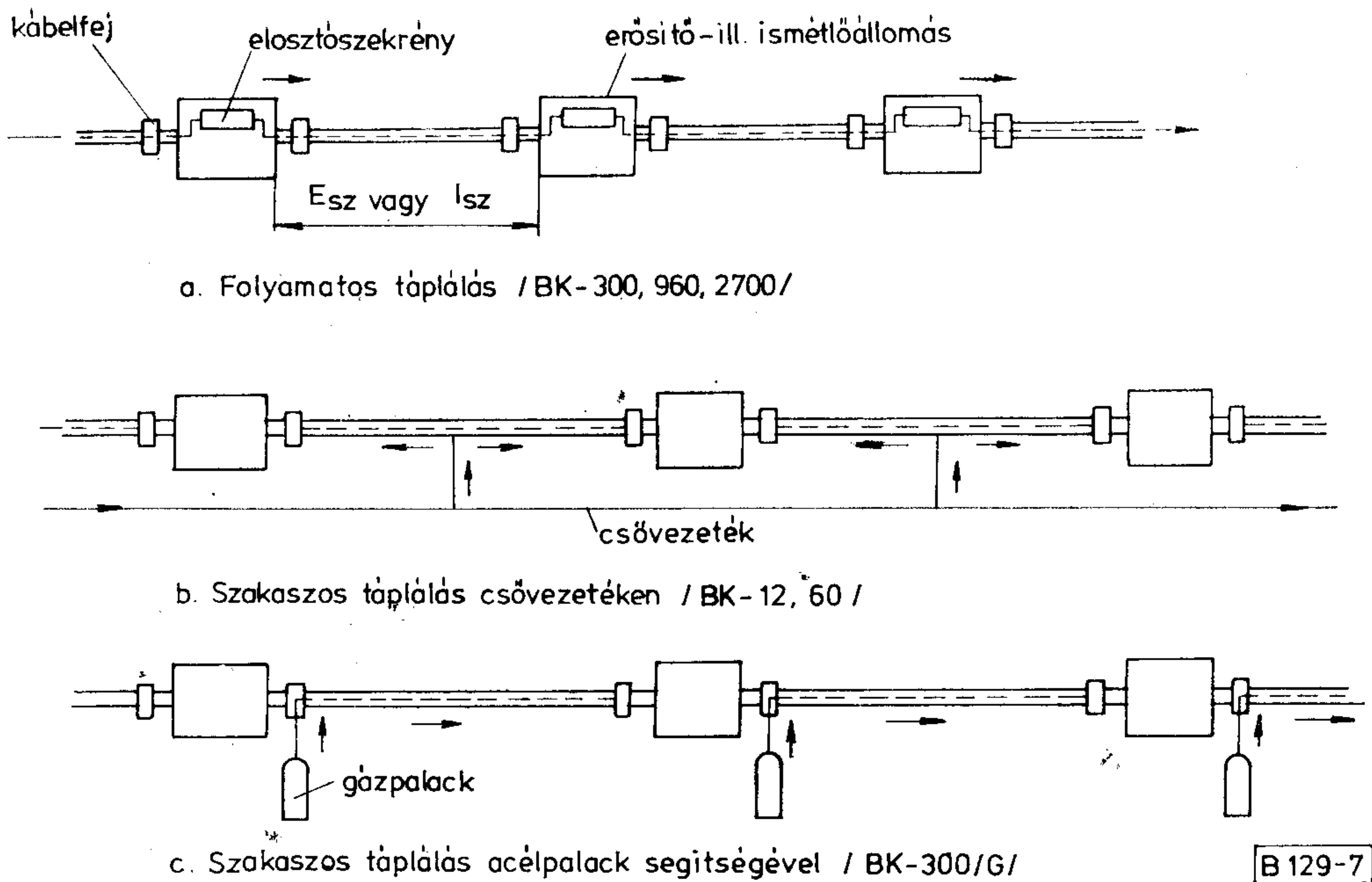
A 7/a ábrán látható szelepszerviz kialakítását a 8. ábra szemlélteti. Ez a szelepszerviz a gáznyomás tranzitálására szolgál, de lehetővé teszi annak nyomásmérését, illetve ellenőrzését.

A felügyeletlen vagy távfelügyelt erősítő-, ill. ismétlőállomások úgy vannak kialakítva, hogy riasztást váltanak ki a felügyeletes állomáson, ha a kábel köpenyén lyuk, repedés keletkezik, vagy a gáz relatív páratartalma 5%-ot nagymértékben meghaladja.

### FELÜGYELETES VÉG- ÉS KÖZÉPÁLLOMÁSOK BERENDEZÉSEINEK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

Az átviteltechnikai rendszerek felügyeletes berendezései áramköri jellegüknél fogva aktív és passzív





7. ábra. Túlnyomásos kábelvédelmi rendszerek vázlata

áramkörökből épülnek fel. A részáramkörök megfelelő összekapcsolásával alakul ki a berendezések elvi felépítése. Ebből a természetes felismerésből kettős következtetés vonható le. Az egyik, hogy a különböző berendezéstípusoknál — légvezetékes, kábeles — az áramkörök elvi tipizálása alapvető szempont. A másik konstrukciós jellegű, ugyanis arra kell törekedni, hogy különféle önálló működést végző tipizált áramkörök ugyancsak önállóan felépített tipizált mechanikus egységként jelenjenek meg. E szempontok figyelembevételével különböző egységtípusokat lehet kialakítani, amelyek egymástól esetleg csak elektromos alkatrészekben térnek el (pl.: tekercs, kondenzátor stb.).

Az így kialakított elektromosan és mechanikusan tipizált egységek gyártása is igen gazdaságos. További cél, hogy a berendezésekben — keretekben — felhasznált alkatrészeket, szerelvényeket a minimális féleségre kell csökkenteni, hogy néhány alkatrész nagy mennyiségben legyen előállítva, nem pedig kis mennyiségben sokféle. A célszerűen bevezetett tipizált gyártás a vizsgálatok leegyszerűsítésére is vezethet, mivel a célműszerezés és a tömegmérés szélesebb körben nyerhet alkalmazást.

A félvezető elemek — tranzisztorok, IC-k — és a nyomtatott áramköri lapok bevezetése, továbbá más elektromos alkatrészek miniatürizálása sürgetőleg hatott a konstruktőrökre, hogy miképpen lehet a legmesszebbmenőkig kihasználni a fejlődés eddigi eredményeit.

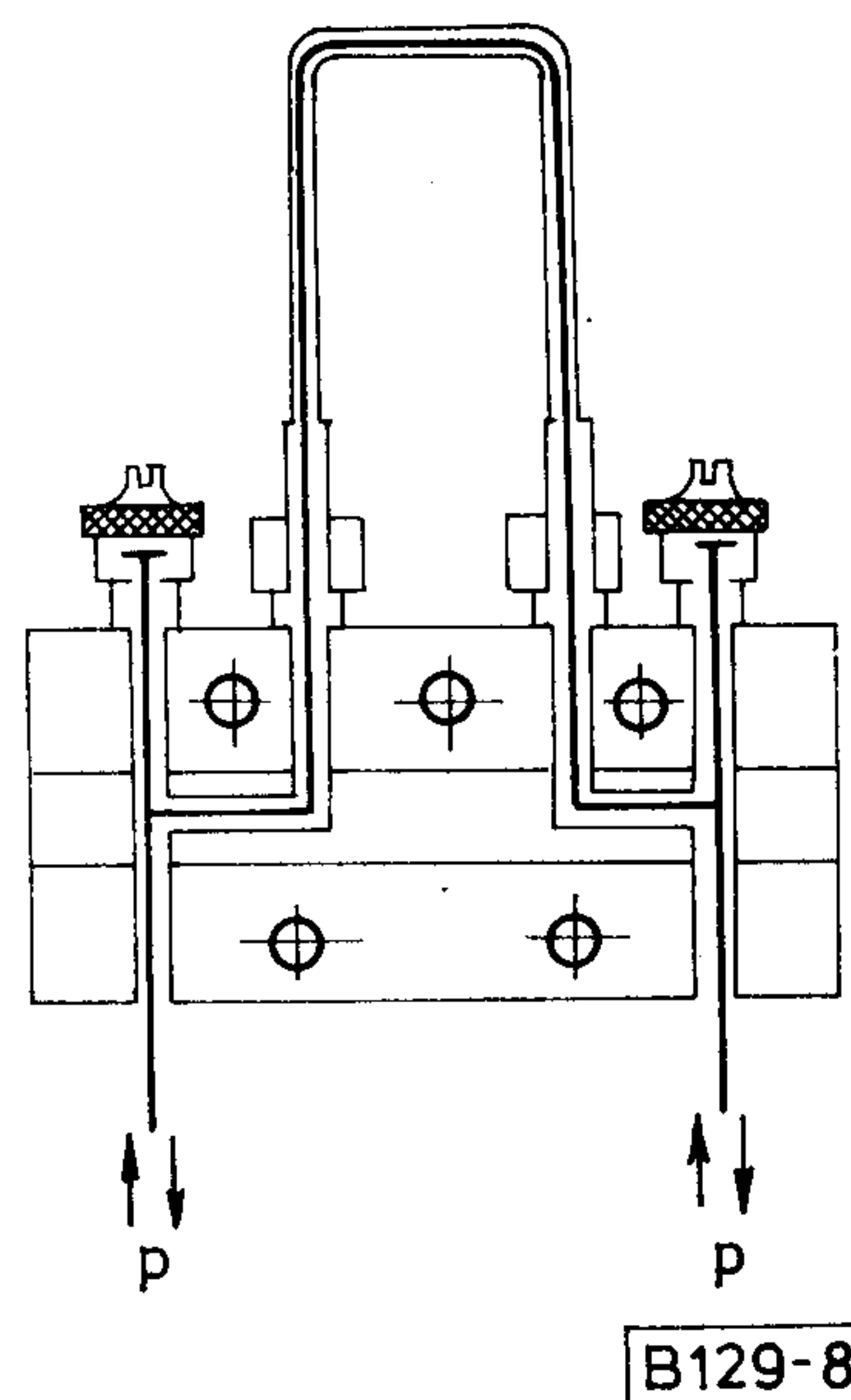
Az átviteltechnikai felügyeletes berendezések lapkártyás — nyomtatott áramköri —, konstrukciós rendszereit a következőkben mutatjuk be, amelyek méretüket tekintve megfelelnek a CCITT- és KGST-ajánlásoknak.

Ezek a berendezések előlről kezelhető, egymásnak háttal állítható szekrényekben vagy keretekben helyezkednek el, melyeket sorokba rendeznek. A sorokat kábelcsatornák vagy kábeltrák kötik össze.

A keretsorok végén állnak a sorzáró szekrények, melyek a keretsorok riasztóberendezéseit és kiegészítő szerelvényeit (pl. biztosítók stb.) tartalmazzák.

#### Elődugaszolt, fiókos szekrény felépítése (9. ábra)

A szekrény 2600 mm magas, 600 mm széles és 225 mm mélységű. Oldalfalait profillemezek alkotják, melyeket előlről ajtók is fedhetnek. A szekrény négy sarkát U-profilú, függőleges tartók képezik. Ezek között helyezkednek el kereszttartóként az egységsorok választó lemezprofiljai az egységek csúszósíneivel. Az elülső lemezprofilokon van a keretáramkör 5 db csatlakozó aljzata. A hüvelyszáv kivételével a szekrény egész első oldalát — mint már említettük — két pár



8. ábra. Az elosztó szerelvény vázlata



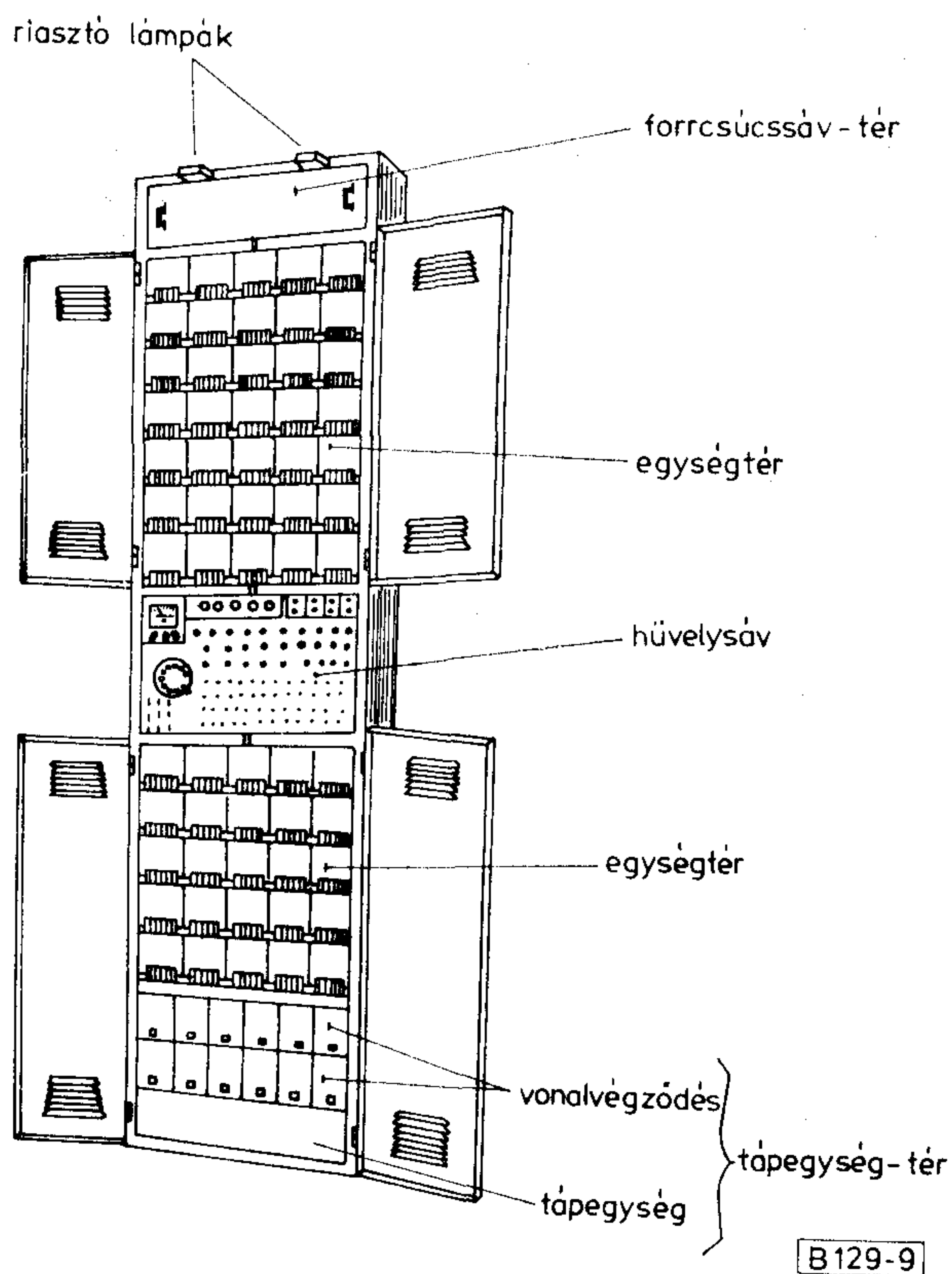
kétszárnyú ajtó fedi, amely zárral és szellőző nyílásokkal van ellátva. A szekrénynek van olyan változata is, ahol ajtókat nem alkalmaztunk. A szekrény oldalai és hátrésze borító lemezekkel van fedve.

Az előldugaszolt rendszer nagy előnye, hogy az összes csatlakozópont a kezelési oldalról — előlről — könnyen hozzáférhető, és így az esetleges hiba gyorsan lokalizálható.

A felügyeletes állomásokon alkalmazott szekrényeket rendszerint a 9. ábra szerint ültetik be. A forrcsúcssávtér a be- és kimenő vezetékek számára árnyékolva, vagy árnyékolatlan forrcsúcsdomböket, esetleg vonaltranszformátorokat tartalmaz. A keretriasztó lámpák a forrcsúcssávtér felett vannak elhelyezve.

A felső és alsó egységtérben az egységek sorokban foglalnak helyet és rövidzáró dugaszokkal 16 pontos hüvelyek útján csatlakoznak a szekrénykábelezéshez. A fiókok több méretben készülnek és kevés számú tipizált alkatrészekből épülnek fel. A fiókok a fiókalapból és az egységből, illetve egységekből állnak. A fiókalapok az egységek különböző variációjú rögzítésére, valamint azok kivezetéseinek és a kábelformának a befogadására alkalmasak. A fiókalap elejére riasztólámpák és — mint már az előzőkben említettük — egy vagy két 16 pontos csatlakozóaljzat szerelhető.

Az egységek hidegfolytatott alumínium alaplapján tartórugók rögzítik a nyomtatott áramköri lapokat, amelyek általában egy vagy két forrcsúcssávval nyúlnak a fiókalap terébe. Védelmüket burák biztosítják. A fentiekben ismertetett szekrényes konstrukciót kb. 15–18 éve fejlesztették ki a Telefongyár konstruktőrei, mely ún. H típusú berendezésként vált ismertté.



9. ábra. Elöldugaszolt, fiókos szekrény

### Hátuldugaszolt E1 konstrukciójú keret (10. ábra)

Az E1 konstrukciós rendszerben felépült berendezések szerelt kereteit bekábelezve, bemérve, de egységek nélküli állapotban szállítják az üzemelés helyére. E keretek gyártását 8–10 éve kezdtük el az olasz TELETTRA cég licence alapján. A keretek konstrukciója úgy van kialakítva, hogy az egységek dugaszolhatóan helyezhetők el a betétekben. A keret, amely maximálisan 27, egy modul (90 mm) nagyságú betét befogadására alkalmas, vázlatosan a 10. ábrán látható és az alábbi szerelvényekből épül fel:

- az alsó és felső keretöntvényekből, amelyek ötvözött alumíniumból présöntéssel készülnek,
- az acéllemezéből készült hajlított oldallapokból, továbbá a hátsó takarólemezektől,
- a betéttartó öntvényekből, amelyek egy vagy két modul (90 mm, ill. 180 mm) magasságúak, a betétek mechanikai csatlakoztatására szolgálnak, s a keret oldallapjaihoz vannak szerelve,
- forrcsúcssávokból a betétek csatlakoztatására, amelyek ugyancsak a keret oldallapjaira vannak szerelve.

A keretkábelezéshez a betéteket a megfelelő keret és betét forrcsúcsok vízszintes átkötésével lehet csatlakoztatni.

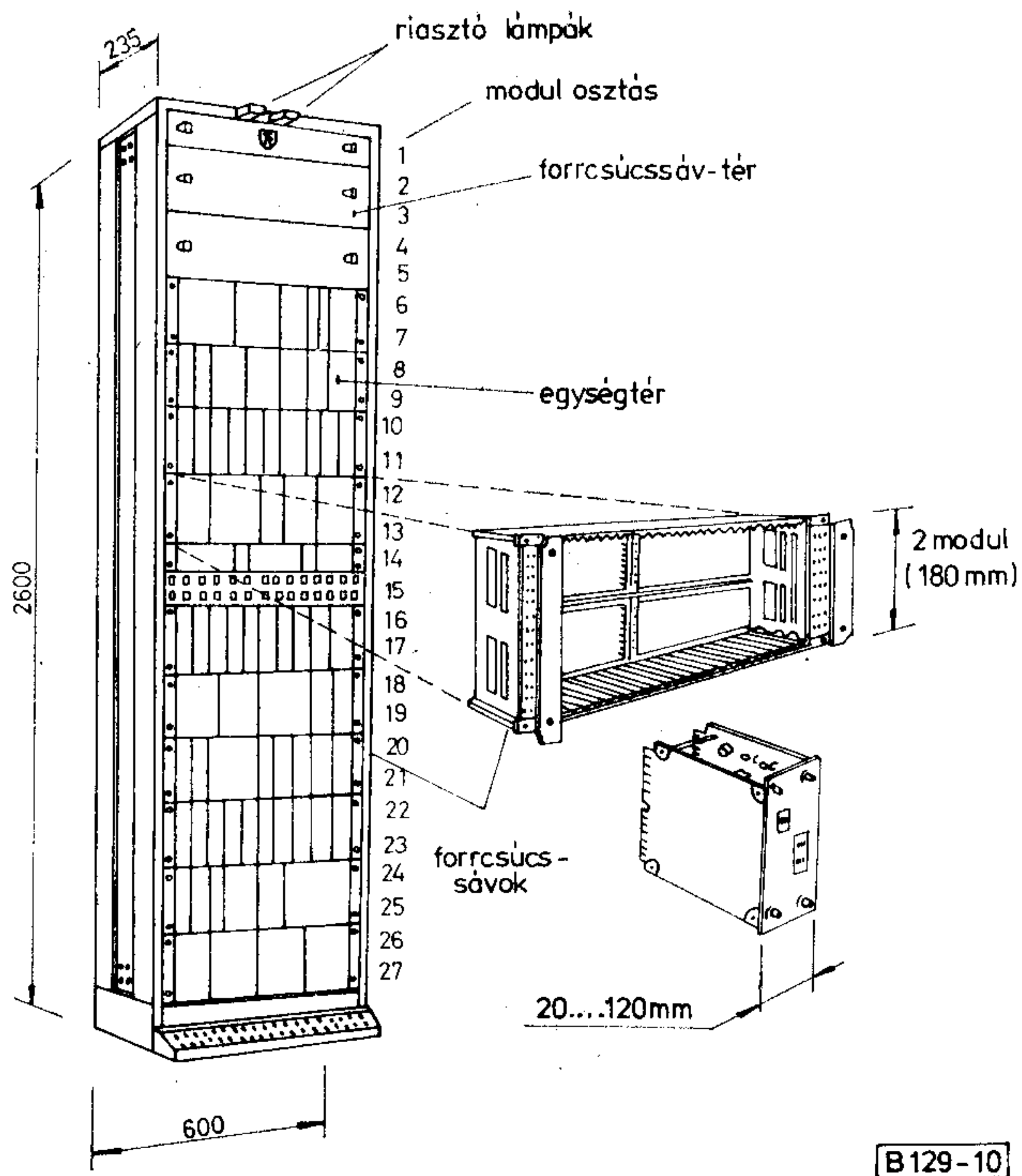
- A felső forrcsúcssávtérből, amely a következő szerelvényeket tartalmazza:

túlfeszültség-levezető tartók,  
forrcsúcssávok az állomás kábelezéscsatlakoztatására,  
keretfőbiztosító aljzatok,  
szorító szerelvény a távfeszültség bekötéséhez,  
földelőtárcsa és földelő sínek;

- Keretriasztó lámpák szerelvényeiből;
- Szellőzőrácsból a keret középmagasságában szerelve, a keretben disszipálódó hő elvezetésére;
- Perforált lábrácsból, amely a keret legalsó síkjában van elhelyezve és a friss levegő bevezetésére szolgál.

A betétek önálló szerelvényt alkotnak, amelyek funkcionálisan függetlenek és önmagukban bemérhető, egy vagy több áramkört tartalmazhatnak. Az E1 rendszerben a betétek magassága 90 vagy 180 mm osztásnak felel meg. Fém alkatelemeik présöntéssel készülnek. A betétek alsó és felső vezető lapjai — belső oldalukon teljes szélességükben — vezetősínszerűen vannak kiképezve. A hornyok 10 mm osztástávolságú egységek és közük árnyékoló lap betolását teszik lehetővé. A betét oldallapok homlokrészére 2–2 db forrcsúcssáv vagy hüvelyszáv szerelhető, egyrészt a mérések és átkötések céljaira, másrészt a keretkábelezés bekötésére. E pontok első megközelítésére levehető takarósávok szolgálnak. Az egységek áramköri lapjai 16 pontos csatlakozó aljzatokba dugaszolódnak. A betétek egymás fölé helyezve mechanikailag összeerősíthetők, ami a több soros betét, mint funkcionális egység, bemérését teszi lehetővé.





10. ábra. E1 konstrukciójú keret

A rendszer betéteihez — mint már említettük — 90 és 180 mm függőleges osztásnak megfelelő egységek készülnek.

Az egységek szélessége 10 mm-enként 20-tól 120 mm-ig terjedhet. Az egységek egy vagy két nyomtatott áramköri lapot tartalmaznak. Előlapjuk alumíniumötvözetből présöntéssel készül és kettő vagy négy rögzítő gomb elfordításával reteszeltető a betétben. Az előlapok különböző szerelvényeket tartalmazhatnak, mint pl.:

- mérőpont dugaszaljakat,
- megszakító pont dugaszaljakat,
- lámpákat,
- kapcsolókat,
- nyomógombokat,
- biztosítókat.

Az egységek nyomtatott áramköri lapjai kétoldalasan foliózottak és lyukgalvanizált kivitelben készülnek. A nyák-lapok csatlakozói aranyozott bevonatúak.

### Hátuldugaszolt E2 konstrukciós rendszer

Az épületekben elhelyezett, felügyeletes vég- és középállomási berendezések — a speciális rendeltetésű keretek kivételével, pl. rendező keret stb. — az 5–6 éve kifejlesztett E2 típusjelű keret — betét — egység konstrukciójában készülnek. E rendszer fő jellemzője, hogy a kereteket darabokban szállítják és a helyszínen szerelik össze.

Az új konstrukció kialakításánál a felhasználó oldaláról nézve az alábbi fő szempontokat vették figyelembe a tervezők:

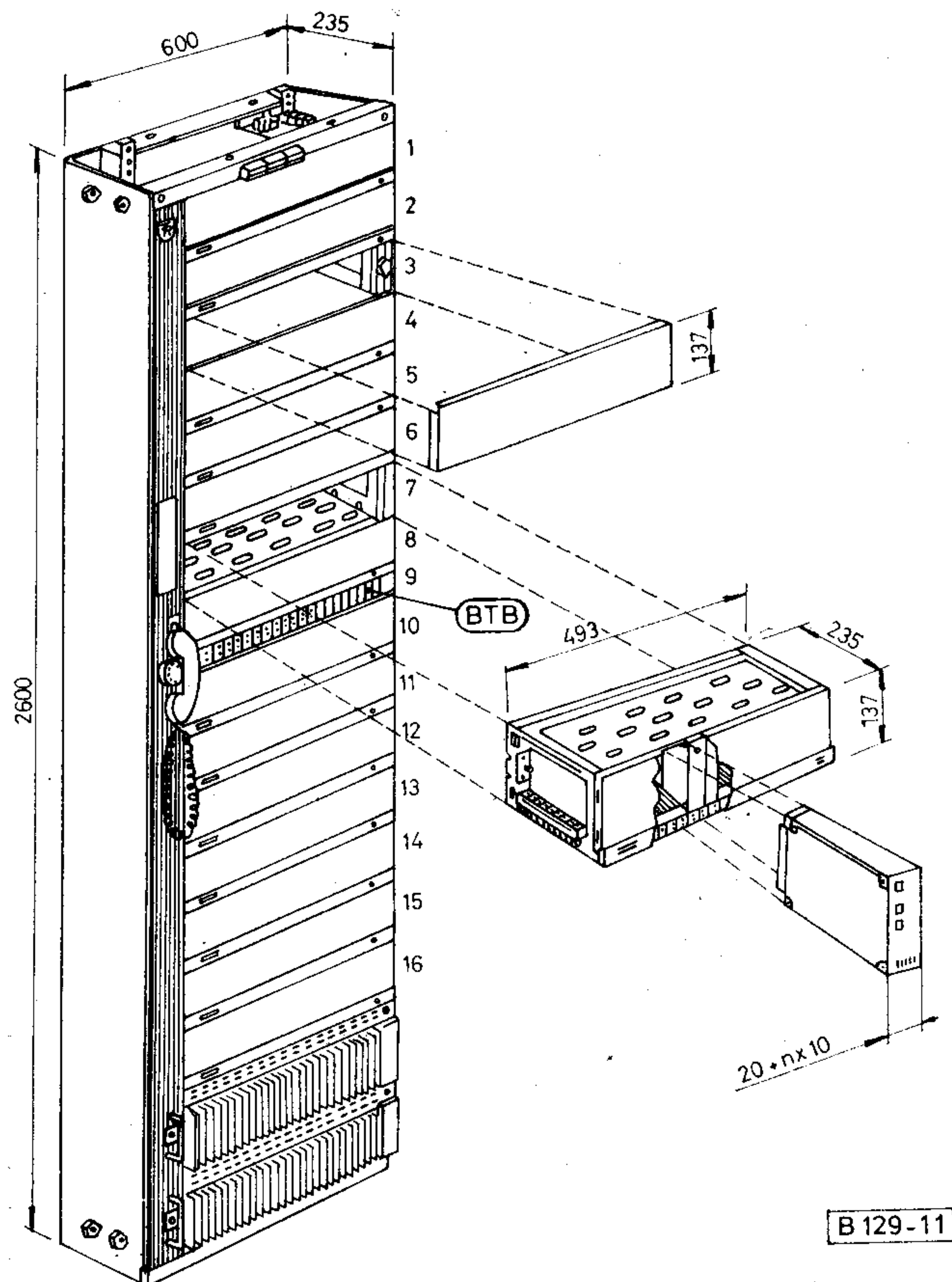
- a konstrukció tegye lehetővé a különböző kerettípusok egyszerű kialakítását, az egyes állomásokon — kis-, közép- és nagyállomás — a gazdaságos helykihasználást;

- az időközben felmerülő igényváltozást, pl. a bővítést egyszerű módon lehessen megvalósítani;
- a berendezés a felhasználás helyén könnyen felállítható legyen.

A fentiek messzemenő figyelembevételével született meg az új konstrukciós rendszer (E2), melynek fő méretei és sematikus vázlatja a 11. ábrán látható. A konstrukciós rendszer lényegében három fő részből áll:

- a helyszínen rögzíthető keretvázból,
- az ezekbe rögzíthető betétekből és az
- áramköri elemeket tartalmazó, a betétekbe dugaszolható egységekből.

A normál keret külméretei — mint ahogy az a 11. ábrán látható — 2600×600×235 mm. Speciális kivitelben — pl.: asztalra állítható, falra akasztható törpekeretek — ettől eltérő magassági méretű keretek is készülhetnek. A keret középső részén a 40 mm széles biztosító és tápelosztó betét (BTB) van. A keret bal oldalán elhelyezkedő, az állomási kábelek részére kialakított csatornát a homlokzaton csuklópánttal nyitható takaró- vagy fedőlemez borítja, ezen helyezkedik el a kézi beszélő. A normál kiépítésű keretben maximum 16 normálsort foglalhatnak el a betétek. A függőleges normális végleges ke-



11. ábra. E2 konstrukciójú keret



retosztás általában 138 mm. Azok a sorok, amelyeket nem foglalnak el a betétek, takarólemezekkel vannak ellátva. A betétek hátsó és mellső oldalát porvédő burák fedik. Az utóbbiak a betétekről könnyen levehetőek.

A keret alján van hely — a rendszer energiaigényétől vagy tartalékolási igényétől függően — egy vagy két tápegység részére, felettük a hozzájuk tartozó szellőző ráccsal. A tápegység mellett a bal keretoldalon a főbiztosító szerelvény található.

Ezekután kerülnek ismertetésre az előzőekben felsorolt egyes főrészek.

A keretváz egy bal és jobb — ötvözött alumíniumból extrudált — keretoldalból áll. Mindkét keretoldal a betétek rögzítésére szolgáló menetes síneket, vezetőcsapokat és a földsínt, valamint a postai kábelek rögzítésére szolgáló kábeltartókat, illetve a keretkábelezés csatlakozó szerelvényeit tartalmazza.

A jobb oldali keretkábelezés biztosítja a betétek táp- és riasztó áramköri csatlakozásait.

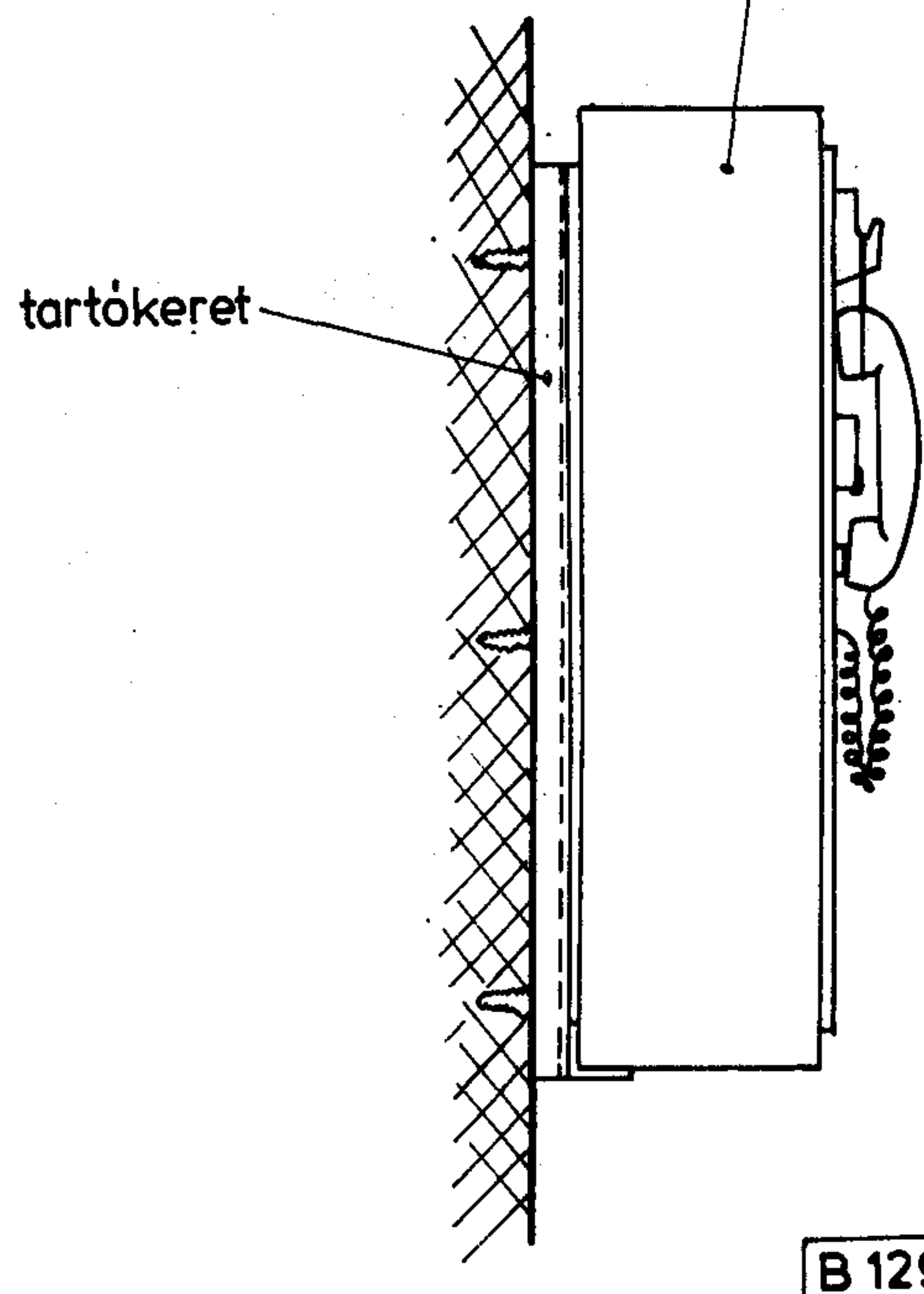
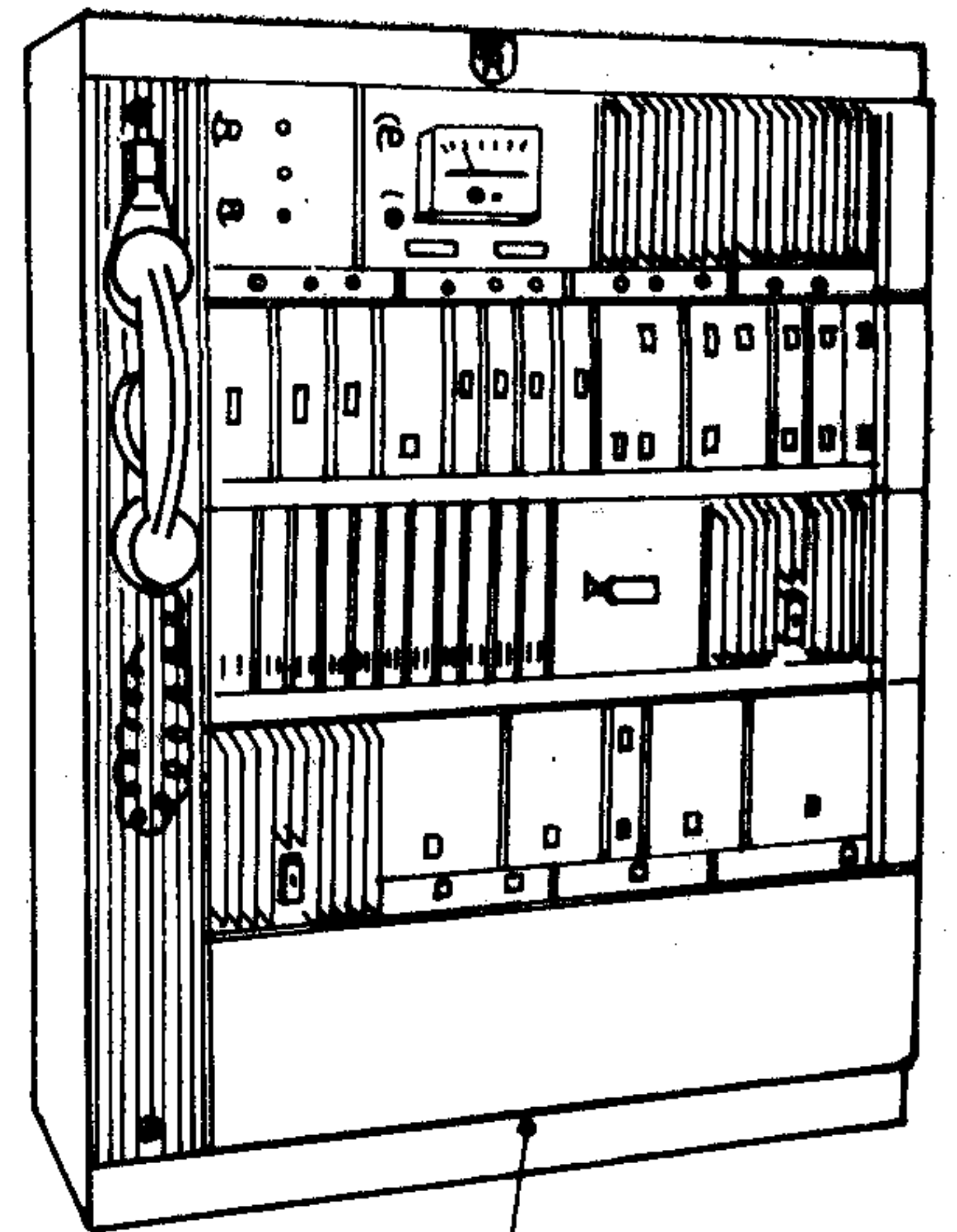
A keretvázban helyezhetők el a bekábelezett betétek. A betétváz alsó és felső vezető-, ill. választólapjai azonosak az E1 konstrukciós rendszerben leírtakkal. Oldallapjai lemezből, a keretbe rögzíthetően vannak kialakítva. Bal oldalán vannak szerelve azok a koaxiális és szimmetrikus hüvelyek (csatlakozó aljzatok) — ha szükséges, több sorban is —, amelyek a bal keretoldalba húzott dugaszos állomási kábeleket fogadják. Jobb oldalán azok a dugaszok vannak bekötve, amelyek a jobb keretoldal keretkábelezésének hüvelyszerelvényeibe (csatlakozó aljzataiba) dugaszolhatók. Az áramköri egységek szimmetrikus (24 vagy 48 pontos), illetve koaxiális (24+5 pontos) hüvelyek útján csatlakoznak a betét kábelezéséhez. Az egységek sora alatt húzódik a lebillenthető takaróléccel védett mérősáv, amely nyomógombokat, jelzőlámpákat, biztosítókat, szimmetrikus és koaxiális hüvelyeket tartalmazhat. A betét önálló kábelezését hátul takarólemez védi. A takaróléc felett az egységek előlapjait lepattintható lemez-bura takarja le.

Az egységek egy vagy több nyomtatott áramköri lapon szerelt aktív vagy passzív áramköröket tartalmaznak.

Magassági méretük 120 mm osztásnak felel meg. Az egységek előlapjainak szélessége pedig  $20 + n \times 10$  mm osztással készül.

Azt, hogy a keretsávban milyen betét helyezhető el, elsősorban a keret-jobboldali kábelezés szabja meg. A konstrukció rugalmasságát pedig az biztosítja legjobban, ha a betételhelyezésre minél kevesebb megkötést adunk. Ez viszont egyértelműen a keretkábelezés egységességét kívánja. Gondos mérlegelés eredményeként az egyes gyártmánycsaládokban kis számú tipizált keret-jobboldalt, azaz keretkábelezést alakítottunk ki.

Olyan berendezéseknél, ahol csak csekély mennyiségű áramkör kerül felhasználásra és az állomás bővítésére sem lehet számítani, gazdaságtalan lenne teljes magasságú keretet felhasználni a vele járó nagyobb teljesítményű tápáramellátó, valamint táp-elosztó részekkel. Erre az esetre lett kifejlesztve az ún. törpe keret, amelynek vázlatos képét a 12. ábra tartalmazza. A benne elhelyezhető betétek konst-



12. ábra. Törpe keret vázlata és falra való felerősítése

rukciója megfelel a normál keretek betéteinek. A törpe keretek méreteiknél és súlyuknál fogva asztalra is helyezhetők, vagy erre a célra szolgáló tartókeret felhasználásával falra is szerelhetők (12. ábra).

### FELÜGYELETLEN ERŐSÍTŐ-, ILL. ISMÉTLŐÁLLOMÁSOK BERENDEZÉSEINEK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

A félvezetők bevezetése, illetve alkalmazása forradalmi változást idézett elő az analóg és a digitális átviteli rendszerek erősítőinek, ill. regenerátorainak szerkezeti megoldásában. Az új technológiák és kisebb alkatrészméretetek alkalmazásával olyan vonali berendezéseket hoztak létre, amelyek nem függenek valamely helyi energiaforrástól, mert a tápáramot



távtáplálás útján kapják. Az ilyen berendezésekkel felszerelt állomást — gazdaságos módon — helyi kezelőszemélyzetnek nem kell felügyelnie. Ezek a felügyeletlen állomások a nagy távolságú kábeles távközlési vezeték mentén helyezkednek el. Fő feladatuk a távközlő kábel illesztett lezárása, csillapításának a kompenzálása és lineáris torzításának a kiegyenlítése; továbbá a kábelesillapítás hőmérséklettől függő, időbeli változásának az önműködő kiszabályozása, illetve a digitális vonal jeleinek az újraelőállítás, regenerálása.

Mivel üzemeltetésük gyakorlatilag a föld bármely klímaövezetében lehetséges, ezért működésük feltételeit zárt térben a külső klímaviszonyoktól függetlenül kell biztosítani. Az éghajlati viszonyoktól függően az üzemeltetés külső hőmérséklet-tartománya  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +50\text{ }^{\circ}\text{C}$  között lehet. Ezenkívül természetesen még sok más hatás is érheti a berendezéseket, mint például a pára, ipari gázok és különböző egyéb hatások.

Ha figyelembe vesszük, hogy ezek az erősítő, illetve ismétlő berendezések a vonalszakasz legnagyobb számban alkalmazott és leginkább igénybevett elemei, akkor belátható, hogy a megbízhatósági és a gazdaságossági kérdések hatványozottabban jelentkeznek, ezért a konstrukciós kialakításra itt különös gondot kell fordítani.

A fenti szempontok alapján kézenfekvő volt a konténertechnika alkalmazása. Sikeresült megvalósítani azt, hogy a kezelőszemélyzet nélküli állomások felügyeletlen berendezéseit kábelaknában felszerelt vagy közvetlenül földbe ásott konténerekbe helyezték el. Ez az elhelyezés védelmet nyújt a fentebb ismertetett behatásokkal szemben. A környezeti hőmérséklet-ingadozás hatása is lecsökkenthető és a nedvesség elleni védelem is megoldható. S végül nem elhanyagolható szempont, hogy a gyárilag előkábellezett és ellenőrzött konténerek csak kisebb szerelési munkát igényelnek a helyszínen.

A Telefongyárban kifejlesztett konténerek, illetve konténeres berendezések több méretben és formában készülnek, amelyek optimális megoldást tesznek lehetővé minden alkalmazáshoz, mind a szimmetrikus, mind a koaxiális kábeles kis-, közép- és sokcsatornás átviteltechnikai összeköttetésekben. A különböző konténerekről, illetve a konténerekbe helyezett berendezésekről, típusjeleikről, lehetséges csatornkapacitásukról, valamint az erősítő és ismétlő szakaszok átlagos hosszairól a 2. táblázatban nyújtunk összefoglaló áttekintést.

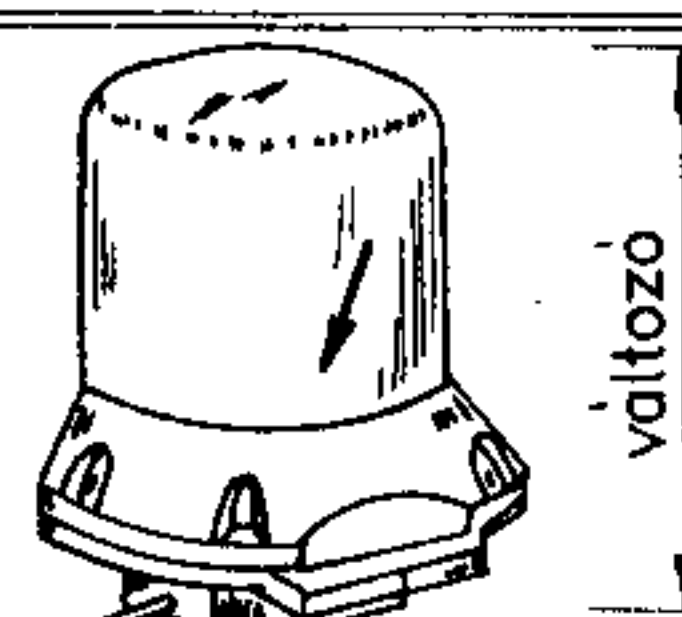
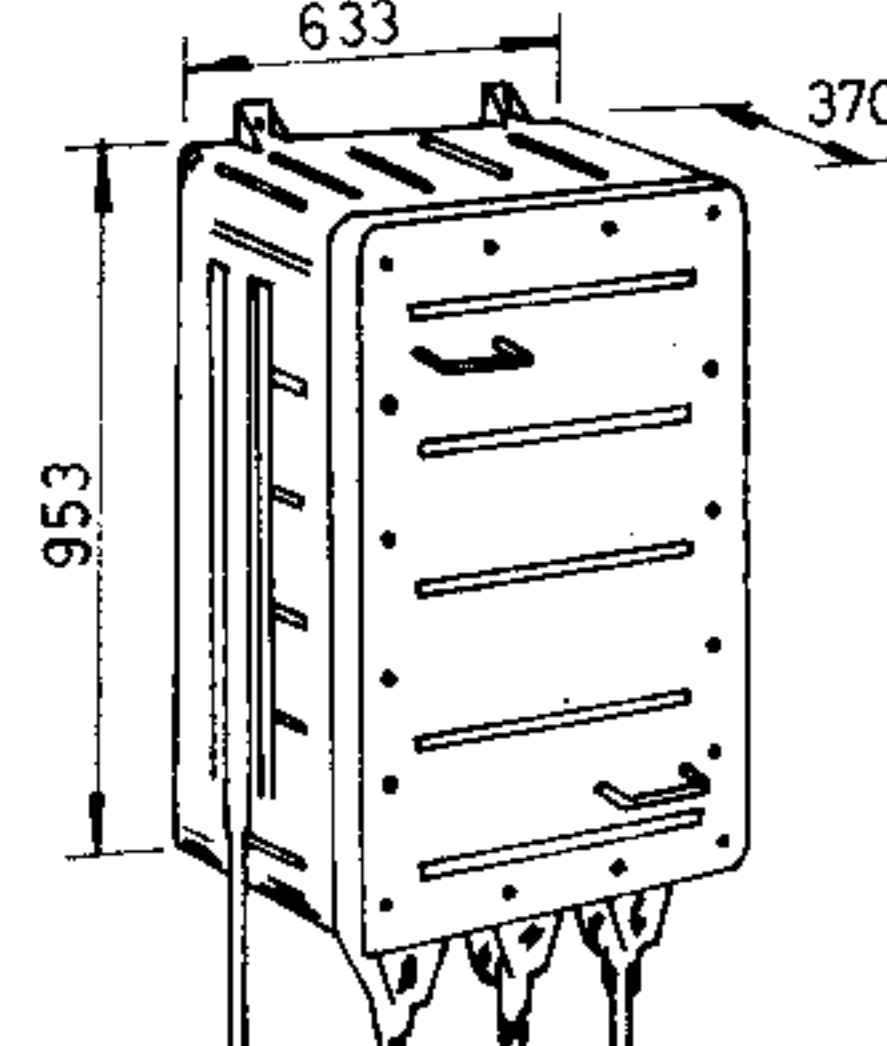
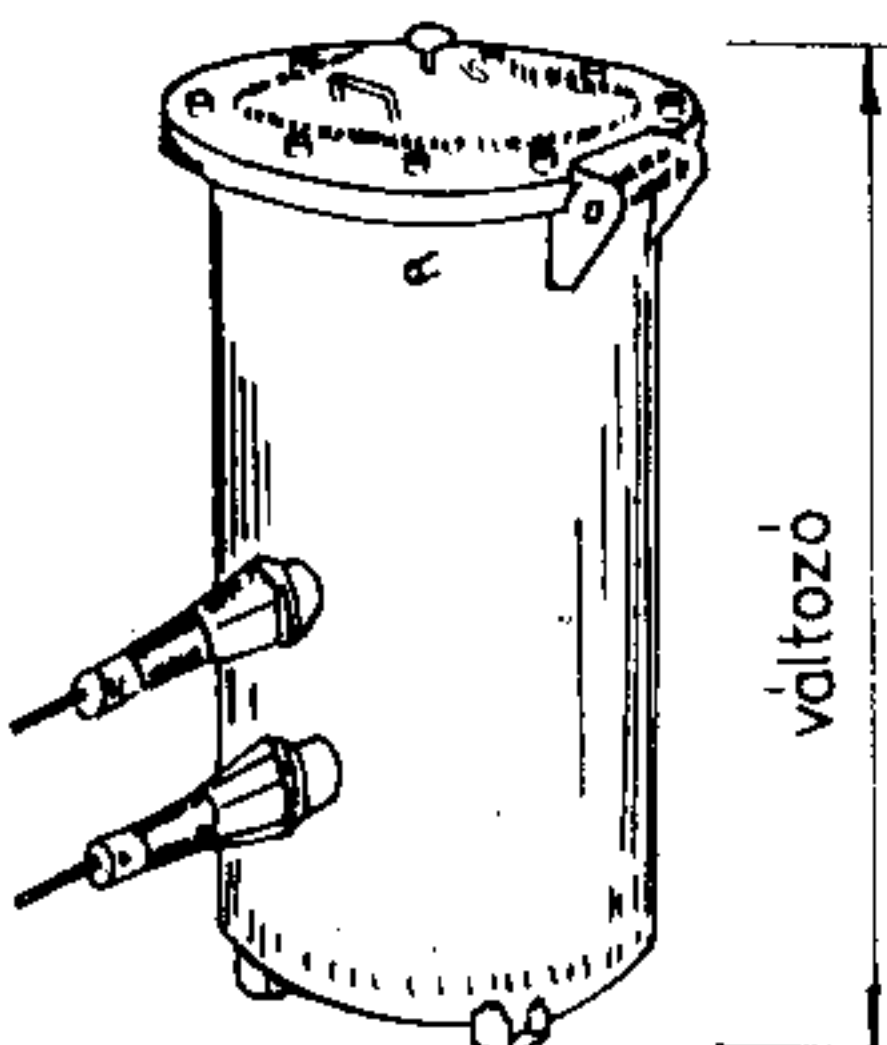
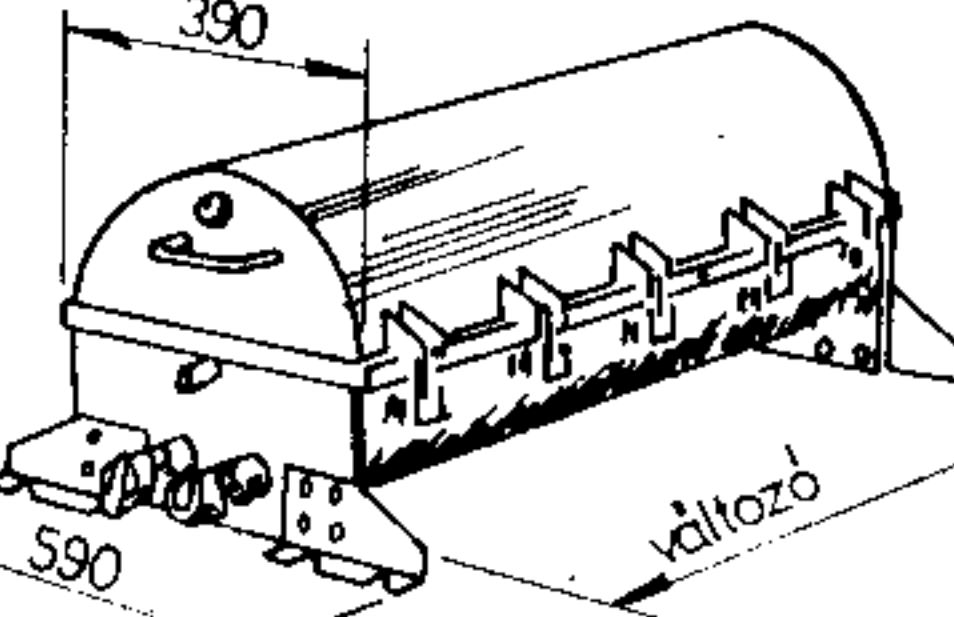
Mint a 2. táblázatból megállapítható, eddig négy konténertípust fejlesztettünk ki. A következőkben ezen konténertípusok alapvető konstrukciós megoldásait ismertetjük.

### Hengeres, műanyagból készült kis méretű konténerek

E gyártmánytípus gyártása 8–10 éve kezdődött el. A gyártás bevezetése az olasz TELETTA cég licence alapján történt. A konténer a kapacitástól függően két méretben készül, és konstrukciója úgy van kialakítva, hogy kedvezőtlen körülmények között is vízmentességet és mechanikai védelmet biztosít a

KONTÉNERES GYÁRTMÁNYTÍPUSOK

2. táblázat

Kivétel	Típusjel	Csatorna szám	Erősítő ill. ismétlő szak. hossza/km/	Alapáramkör
	NBD-30	30	2,5	Szimmetrikus kábel
	NBK-12	12	13	
	NBK-60/3	60	8	
	NBK-60/2	60	13	Kisátmérőjű
	NBK-300	300	8	
	NBK-960	960	4	Normálátmérőjű
	NBK-2700	2700	2	
	NBK-960	960	9	Kombinált
	NBK-2700	2700	4,5	
	NBK-300G	300	8	
	NKT-12	12	15-20	Szimmetrikus kábel
	NKD-30	30	2,5	

PCM ismétlőállomások — 30 csatornás kis- és nagy állomások — regenerátor egységei számára.

A 13. ábrán látható konténer mechanikailag két független részből áll:

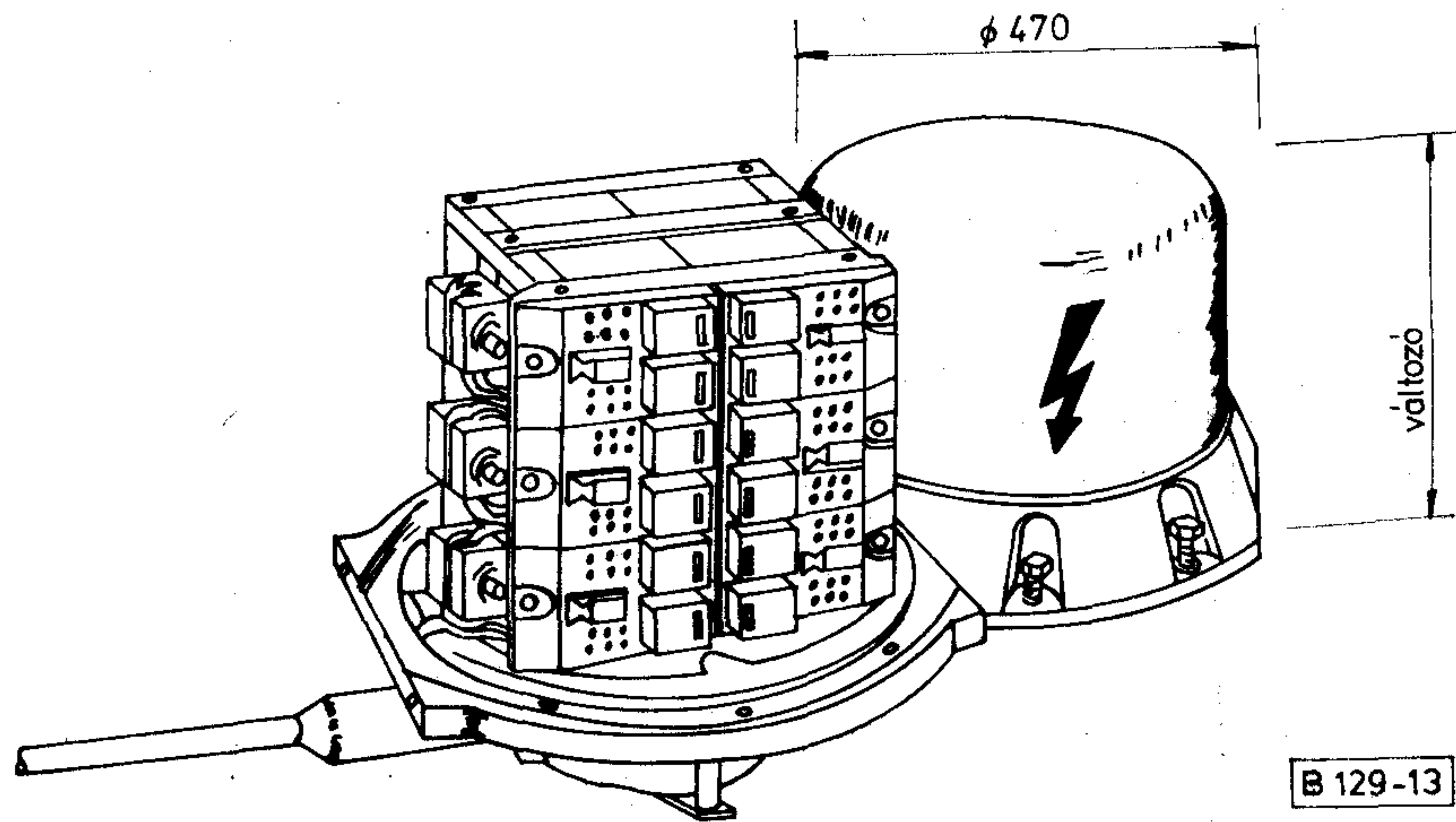
- I. kábelcsonkkal, túlnyomásos szeleppel, földszorítóval ellátott tartószerkezetből és
- II. a konténer belső szerelvényeit, egységeit légmentesen lezáró henger alakú műanyag burából.

A konténer legfontosabb szerelvénye a tárcsa alakú alapöntvény, mely ötvözött alumíniumból készül. Ennek belső oldalához van erősítve az egységek tartókerete, külső oldalához pedig a földszorító, gáznyomás szelep, valamint a kábelcsonk. Az alapöntvény alsó részén kialakított csatlakozó tér szolgál a kábelcsonk és a konténer belső kábelezése közötti víz- és légmentes csatlakozás megvalósítására.

Az alapöntvényen helyezkedik el a speciális vezetősínekkel ellátott tartókeret, mely a dugaszolható regenerátor és távfelügyeleti egységek befogadására szolgál. A tartókeretre vannak felszerelve a csatlakozó aljzatok, a túlfeszültség-levezető — villámvédő — tartók és a berendezés belső kábelezése (lásd 13. ábrát).

A kábelcsonk 2 db PVC burkolattal védett ólomköpenyű szimmetrikus (hangfrekvenciás) kábel. A két kábelcsonk szállítás közben az alapöntvényhez erősített kábeldobra van felhajtva és rögzítve.





13. ábra. Hengeres, műanyagból készült konstrukció (PCM)

A berendezés egységei — a fokozott mechanikai és klímavédelem érdekében — páramentes lezárást biztosító műanyag burával készülnek. A bura az előlapon elhelyezett gumigyűrű közbeiktatásával csavaros kötással illeszkedik az előlaphoz. Az egységek előlapja tartalmazza az aranyozott csatlakozó érintkezőket, a banándugós csatlakozású mérőpontokat, valamint egy kihúzó fogantyút.

Az állomás teljes védelmét a hengeres alakú műanyag bura biztosítja, melynek magassági mérete változó az előzőekben ismertetett okok miatt. Anyaga üvegszál erősítésű műgyanta, amely a kis súly ellenére is nagy mechanikai szilárdsággal rendelkezik. A bura az alapötvényhez csavarokkal erősíthető. A légmentes tömitést az alapötvény és a bura közé helyezett O-gyűrűs tömitőgumi biztosítja. A konstrukció olyan, hogy túlterheléstől (túlhúzás-tól) védi a tömitőgumit.

Az ismétlő állomás kétféle módon telepíthető, amit a 14. ábra szemléltet.

Aknába telepítéskor a konténert a falra két tartó segítségével lehet felszerelni, amelyet az akna falába kell erősíteni. A tartók és a konténer helyzetét az aknában a 14a ábra mutatja be.

Légkábeles összeköttetés esetén azonban telepíthető tartóoszlopra is. Ebben az esetben viszont védőernyőt kell elhelyezni föléje (lásd a 14b ábrát).

Az ismétlőállomás a kábelcsomok segítségével csatlakoztatható a távkábelre.

#### Síklappal határolt konténerek (15. ábra)

E gyártmánycsalád 8—10 éve lett kifejlesztve 12- és 60-csatornás erősítők számára. A konténerek a bennük elhelyezett erősítővel együtt szimmetrikus érszerkezetű távközlési kábelek nyomvonalán helyezhetők el. E gyártmánycsalád szerkezeti struktúrája a következő.

A konténerek 3 mm vastagságú, korrózióálló acéllemezről készülnek hegesztett kivitelben. A túlnyomás miatt szükséges merevség biztosítása végett oldallapjaik megfelelő számú és méretű bordázással vannak ellátva. Az akna falára felakasztható konténer belső része előlről érhető el. A nyílás légtömör

lezárását a zárófedél és a közbeiktatott tömitőgumik biztosítják. A konténer peremrészén egy körbefutó horony található, amelyben a gumitömítés helyezkedik el. A zárófedél nyomóele is el van látva tömitőgumival a hatékonyabb tömitettség eléréséhez. Lezáráskor a zárófedél vezetését helyezőcsapok biztosítják. Rögzítése fejescsavaros szerkezettel történik a konténer oldalaihoz hegesztett menetes tuskók segítségével. A fedél úgy van kialakítva, hogy záráskor a tömitési rendszert a túlterheléstől védi. Az oldalfelületeken helyezkedik el a konténernek a kábeltől különállóan való nyomás alá helyezésére szolgáló szelepszervó. A fenéklemez rögzítőlábakkal van ellátva. A belső térben van elhelyezve az erősítők és vonaltranszformátor egységek befogására és rögzítésére szolgáló tartókeret. Négy érnégyes ezen egységei számára van elegendő hely a konténerben.

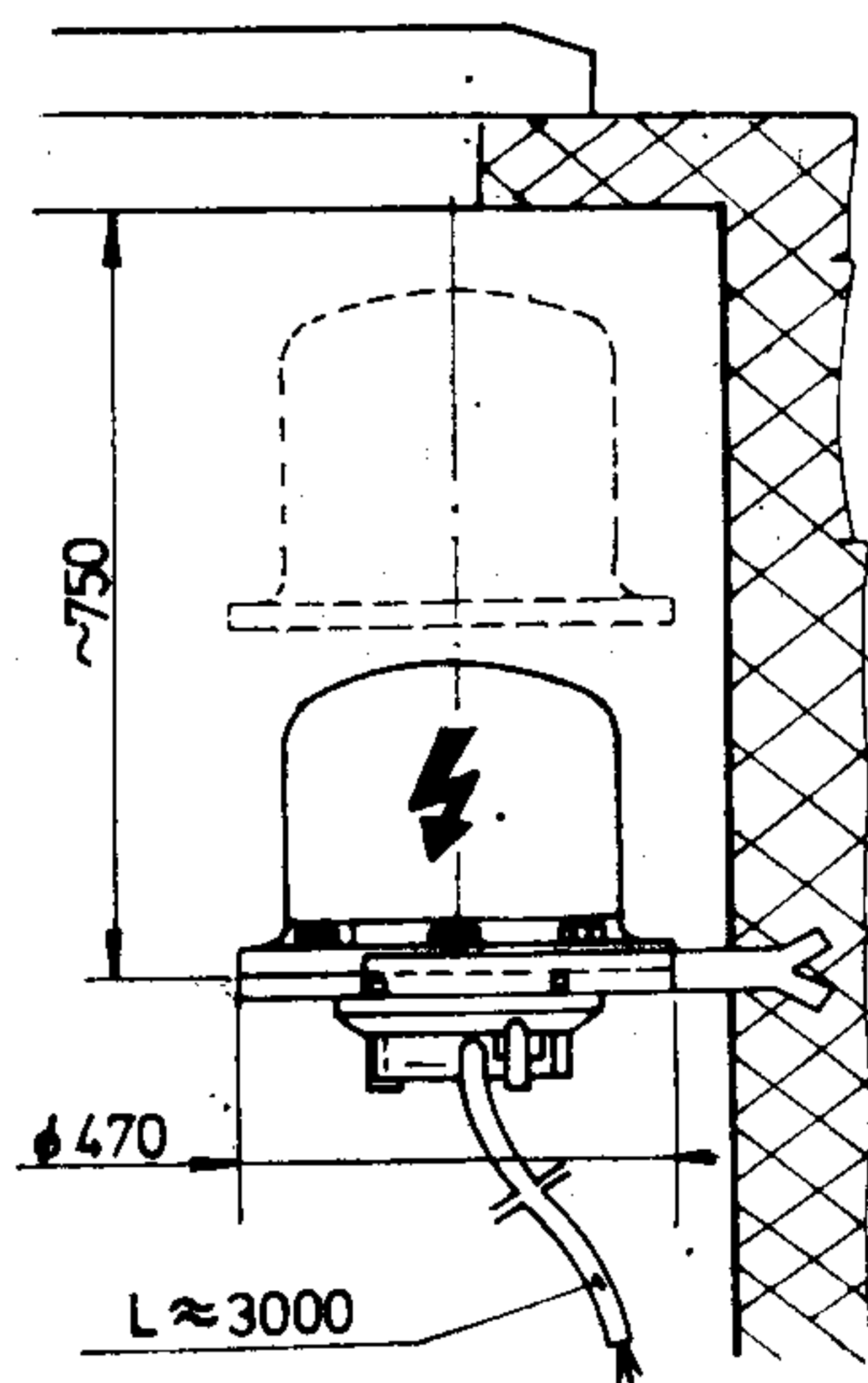
Az erősítők elektromos csatlakoztatása egymáshoz és az állomáskábelezéshez az erősítők homloklapján levő forrcsúcsok átkötésével lehetséges. A távkábel csatlakoztatására a kábelcsomokban végződő kábelfejek szolgálnak, amelyek a konténer külső, hosszanti oldalára vannak szerelve. A kábelfejek kiöntő masszával hermetizáltak és az áthallási csillapítás romlása nélkül szimmetrikusan rendezik a kábel érnégyeseit. A konténer rövidebbik oldalára szerelhetők fel a segédkábelfejek, amelyeken keresztül csatlakoztathatók a külső riasztó készülékek (pl.: az akna vízbe-törés jelzője), a szolgálati áramkörök, a nyomás ellenőrzésére szolgáló mérőpontok és az erősítő szintszabályozásának vezérléséhez a talajhőmérsékletet érzékelő termisztor (TC).

#### Álló helyzetű, hengeres alakú konténerek (16. ábra)

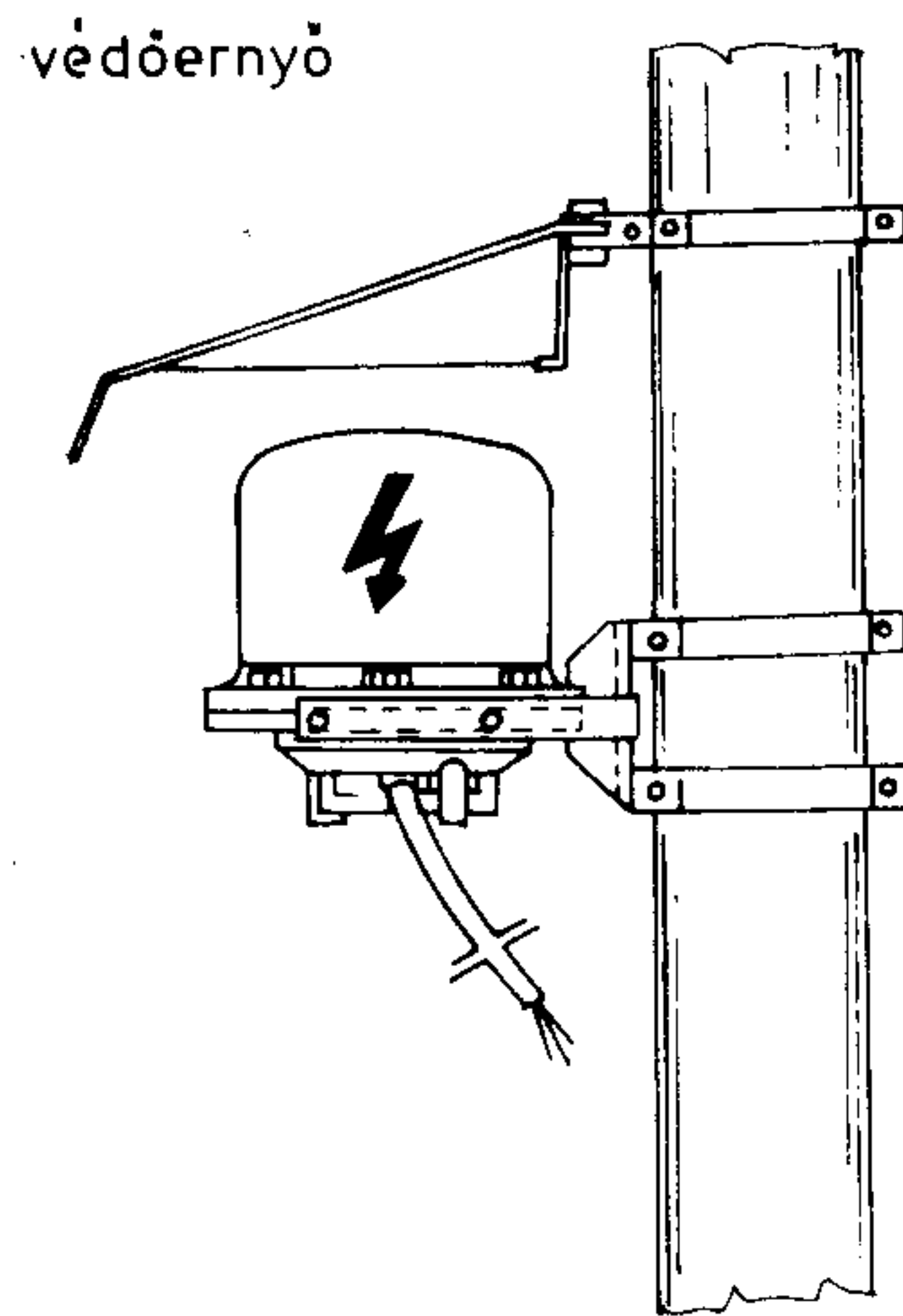
Ez a gyártmánycsalád 4—6 éve lett kifejlesztve a svéd LM Ericsson cég licence alapján 60-, 300-, 960- és 2700-csatornás erősítők számára, amelyek nemcsak koaxiális, hanem szimmetrikus érszerkezetű távkábeleknél is használhatók.

A konténerek 4 mm-es, A 34 anyagminőségjelű, hegeszthető szerkezeti acélból készülnek álló, hengeres kivitelben. Keresztmetszetük közel állandó,





a., aknába telepítve



b., oszlopra telepítve

B 129-14

14. ábra. Az ismétlőállomások telepítési lehetőségei

magassági méretük a bennük elhelyezett, max. 6 db erősítő hosszmeretétől függően változó. A belső rész felülről egy peremes nyíláson át érhető el. A hermetikus lezárást csuklópánttal ellátott, nyitható fedél és a közbeiktatott O-gyűrűs tömítógumi biztosítja. A tömítési nyomás elérése céljából a konténer megfelelő számú, korrózióálló anyagból készült fedélrögzítő szerkezettel van ellátva. Ezek egyenletes osztással a zárófedél és a nyílásperem kerülete mentén helyezkednek el. A rögzítőelemek — csavar és anya — elveszíthetetlen megoldással vannak felerősítve a zárófedélre és a konténer peremére. A hengeres palástok helyezkednek el a kábelfejek csatlakoztatására és rögzítésére szolgáló karimás csőcsonkok. Ezek száma típusonként változó. A fenéklemez tartó-, illetve rögzítő lábakkal van ellátva. A korrózió elleni védelem érdekében a felületek tűzhorganyzásúak, ezenkívül a külső részek többszörös kátrány-epoxi gyanta bevonattal vannak ellátva.

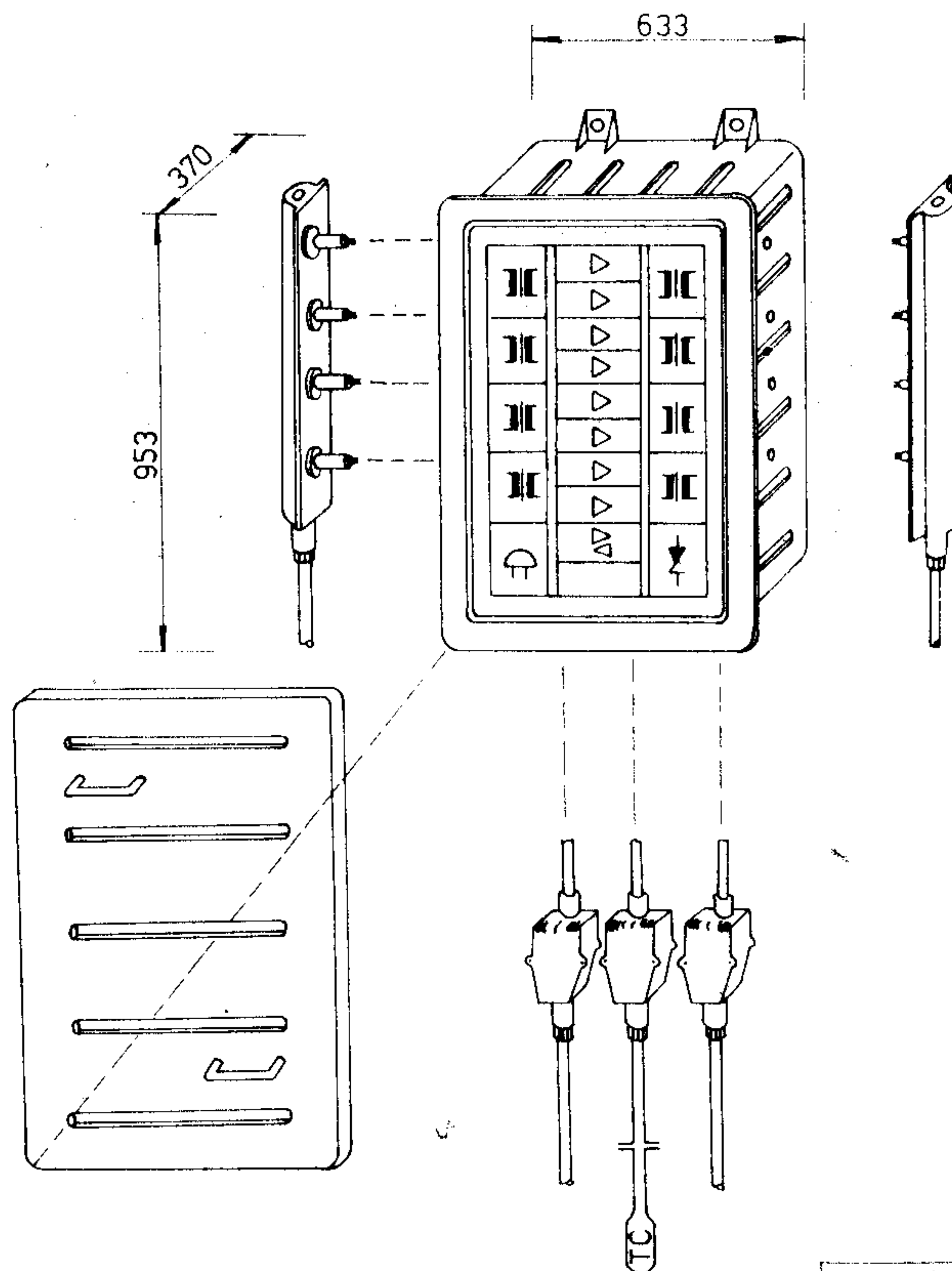
A konténer kábeltől független nyomás alá helyezésére a zárófedélen szelepszervó áll rendelkezésre. A konténer közvetlenül földbe telepíthető. A földmunka nélküli hozzáférés céljából a tartály a talaj felszínétől számítva 100–150 mm-re kiállhat és ebből kifolyólag kiegészítő hőszigeteléssel van ellátva a hőmérsékleti behatásokkal szemben. A zárófedél a külső téri hőszugárzás minél hatékonyabb visszaverése céljából fehér színű festékkel van bevonva.

A konténer belsejében helyezkedik el az erősítőket tartó vázszerkezet egy kezelőasztallal együtt. A kezelőasztalon csatlakoztatható a hordozható távbeszélő készülék, a szolgálati áramkörhöz tartozó dugaszaljzaton keresztül. Minden erősítő különálló egységet alkot.

Ezek a hengeres vagy szögletes formájú vonalerősítők a tartóvázra vannak felerősítve. Elektromos csatlakoztatásuk a kezelőasztalhoz megfelelő pontszámú csatlakozó dugóval történik. A teljes tartóváz a kezelőasztallal és az erősítőkkal együtt kiemelhető

a konténerből. Ekkor a kezelőasztal mintegy 300 mm-re van a perem felett és ezen helyzetben rögzíthető. Ez a helyzet üzembehelyezéskor és hibakereséskor a hozzáférhetőséget hivatott biztosítani (lásd 16. ábrát).

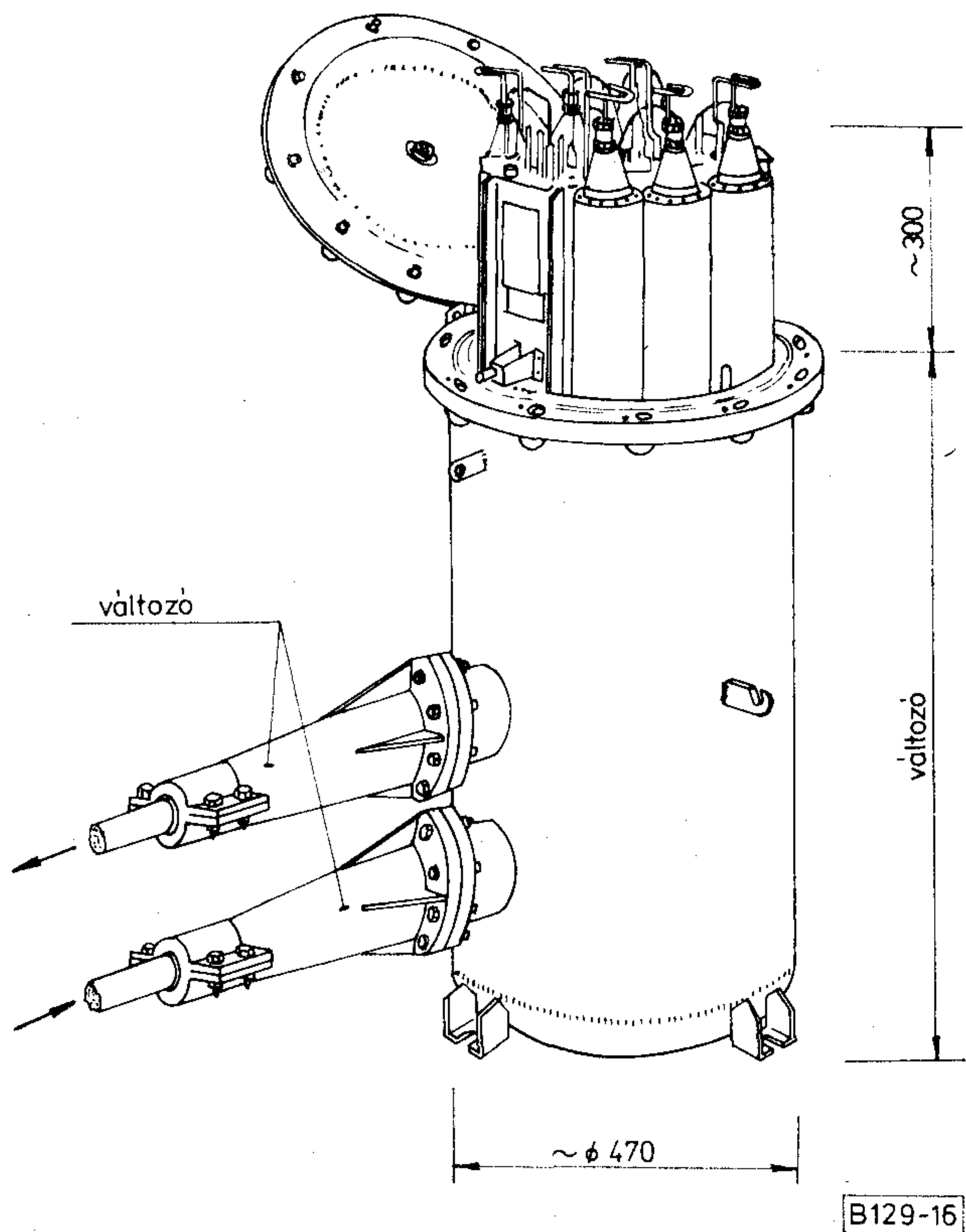
Az erősítők csatlakoztatása a vonali kábelhez a kezelőasztalon keresztül történik a kábelfejek segít-



B 129-15

15. ábra. Síklapokkal határolt konstrukció





16. ábra. Álló helyzetű, hengeres alakú konstrukció

ségével. Minden egyes kábelfejben a törzskábel érpárok flexibilis vezetékeken át csatlakozó dugókra vannak kötve. Ezeket a kezelőasztal megfelelő csatlakozó aljzataiba lehet dugaszolni. Így üzembehelyezéskor, amikor a kábelfejeket a konténerekhez rögzítjük, nincs szükség forrasztásra. Amellett, hogy ez lényegesen egyszerűsíti az üzembehelyezést, csökkenti a szükséges szerelési időt is.

A kábelfejek epoxi gyantás töltet révén gázzáróak. Ez lehetővé teszi a nyomás alá helyezett részek szakaszolását a fővonalú kábelben. Egyes tartályok rendelkeznek még a gáznyomás tranzitálására szolgáló belső szerelvényvel is. Ez a szerkezet két részből és egy szelepes elosztóból áll, amely a konténer belsejében, közvetlenül a perem alatt van rögzítve. A rézcsövek tömített hollanderes kötéssel a

kábelfejekhez csatlakoztathatók. Az elosztón levő szelepek egyben lehetővé teszik a nyomás mérését, illetve ellenőrzését is.

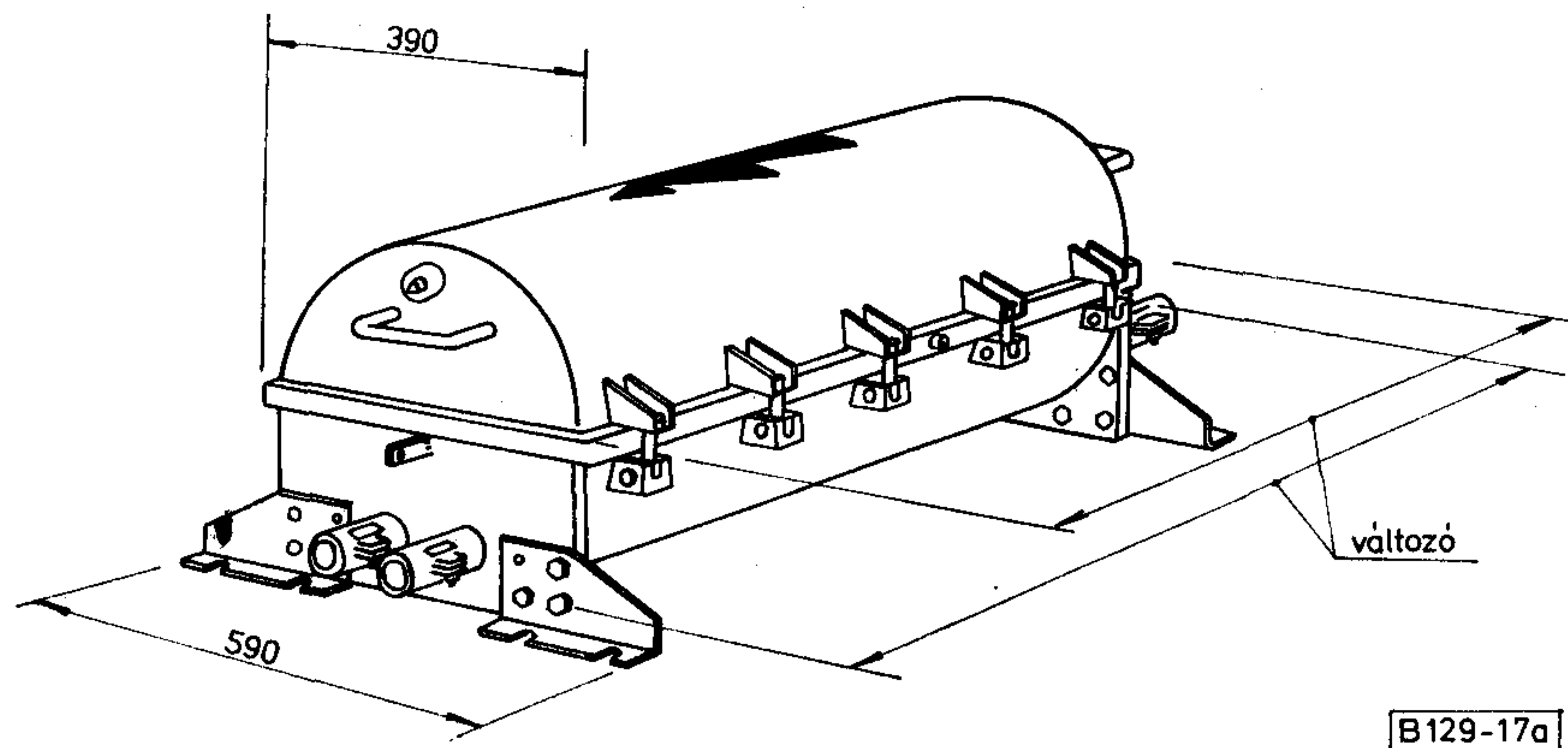
A konténerfedél felnyitásának a felügyeletes állomásra való távjelzése a távkábel egyik segédérpárján történik. A zárófedél felnyitásakor egy kapcsoló rövidre zárja ezt a riasztó érpárt, ami a felügyeletes állomáson riasztást vált ki. Hasonló módon jelezhető a távkábel mentén telepített, túlnyomást biztosító berendezések riasztásai is a tartalék érpárok felhasználásával.

### Fekvő helyzetű, hengeres alakú konténerek

A jelenleg kifejlesztett konténercsalád nemcsak analóg (NKT-12), hanem digitális (NKD-30) jelátvitelre is alkalmas kis csatornaszámú átviteltechnikai berendezéseket foglalhat magába.

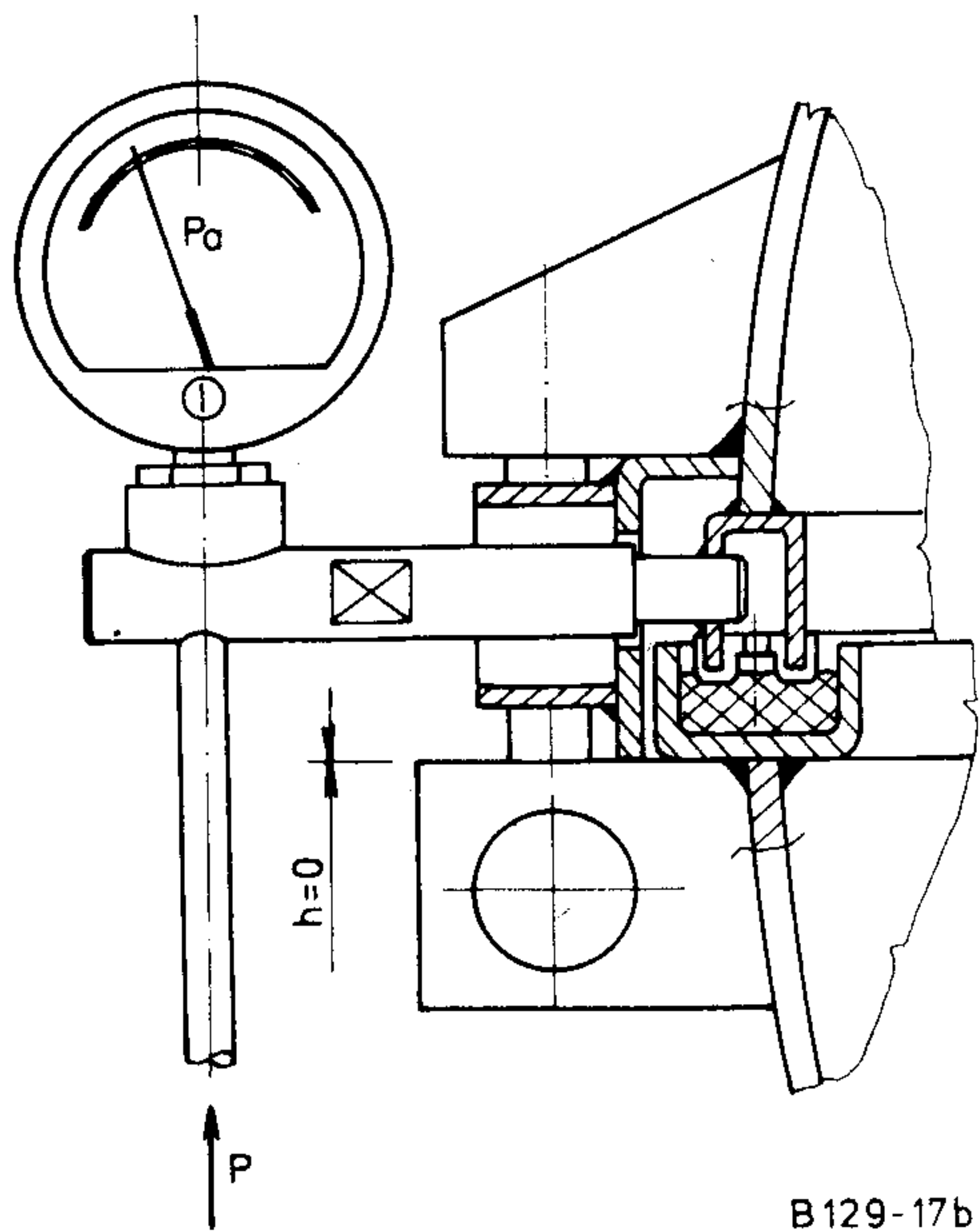
Perspektivikus cél volt a tervezés folyamán az egyszerűség és az a követelmény, hogy a konténerek változatlan keresztmetszet mellett különböző hosszúságú, vagyis befogadó kapacitású, de azonos megoldásokat tartalmazó formában legyenek kialakíthatók, amely követelményt a gazdaságos és rugalmas bővíthetőség és nem utolsósorban a gazdaságos gyárthatóság tett szükségessé. A fejlesztés folyamán még egy lényeges szempontot is figyelembe vettünk, nevezetesen azt, hogy az erősítők s ezzel a teljes konténer is azonos hőmérsékleti ingadozásoknak legyen kitéve. Ezt a feltételt a távkábel és a konténer azonos mélységű telepítésével lényegében kielégítettük. A berendezés a kábel nyomvonalába helyezhető, amit a messzemenő megbízhatóság és a kedvező külső méretek tesznek lehetővé. A távkábeleknél szokásos telepítési mélységnél — ami kb. 1000 mm — a teljesen földbeásott konténer felett kb. 600 mm-es földréteg helyezkedik el, ami megfelelő védelmet nyújt a külső hőbehatások ellen.

A 17a ábrán látható konténer hengeres keresztmetszetű, az alkotók mentén osztott típus; amely 4 mm vastagságú, A34 anyagminőségű acéllemez felhasználásával hegesztett kivitelben készül. A hegesztési műveletek befolyeztével a külső és belső felületek tűzhorgany bevonattal vannak ellátva. A bevonat vastagsága átlagosan 0,15 mm. A bemártás által előidézett maradó alakváltozás elhanyagolható



17. a. ábra. Fekvő helyzetű, hengeres alakú konstrukció





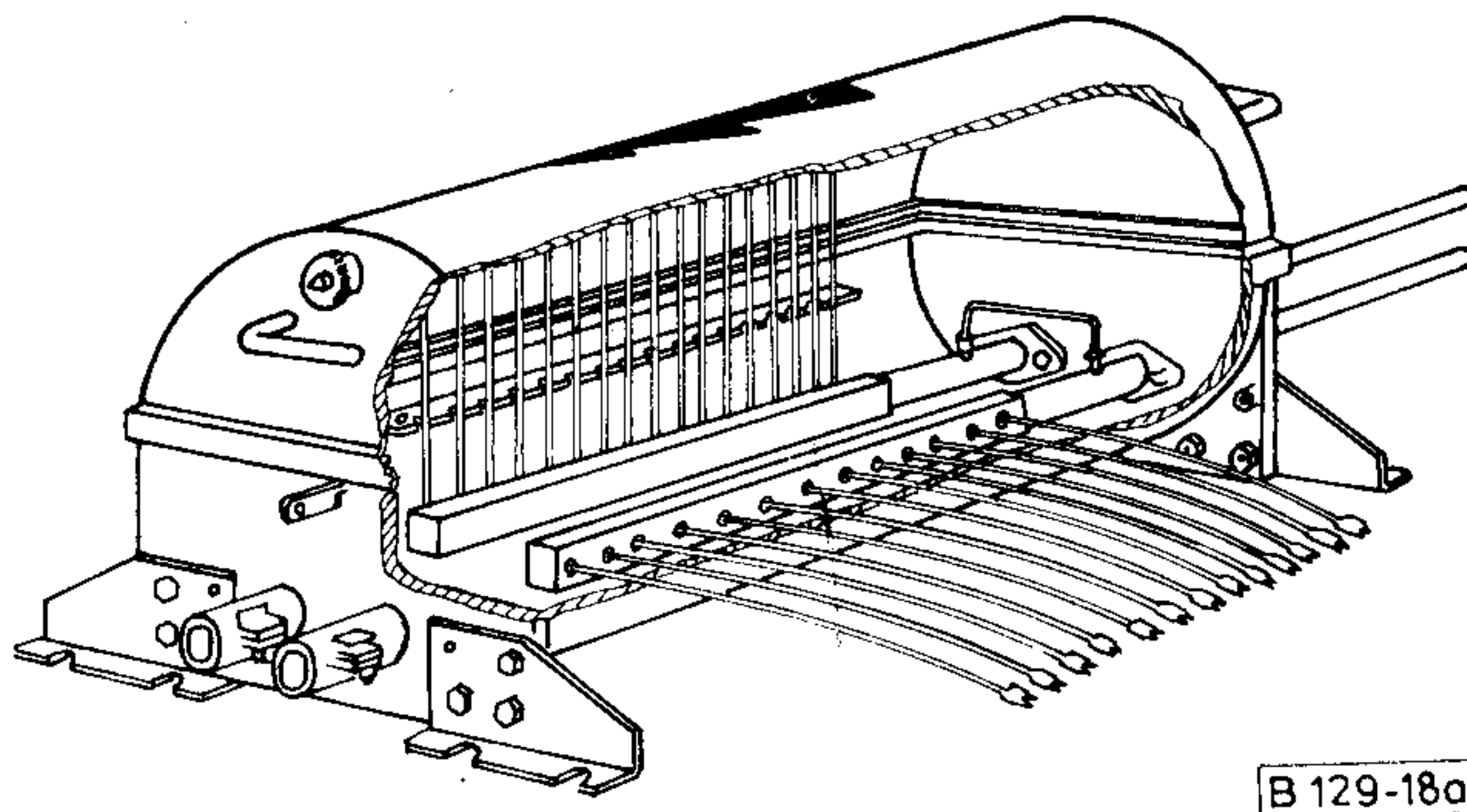
17. b. ábra. A tömítési rendszer hatékonyságának ellenőrzése

mértékű. A felvitt réteg vastagsága és lepattogzás elleni stabilitása gyakorlatilag kielégítő. A környezeti hatásoknak fokozottabban kitett külső felületek ezenkívül több rétegű kátrány-epoxi védőbevonatot kapnak. Az így kikészített konténerfelületnek az esetleges bevonatfolytonossági hibák következtében beálló lokális vastagságcsökkenése kb. 0,1 mm/év. 20 éves környezeti hatásnak való kitettség után a megtámadott mélység így mintegy 2 mm lesz. Ennek ellenére a konténer szilárdságilag még mindig ellenáll az 50 000 Pa nagyságú túlnyomásnak. Ezek alapján látható, hogy a felületvédelem a legkedvezőtlenebb klimatikus feltételeknél is biztosít a kon-

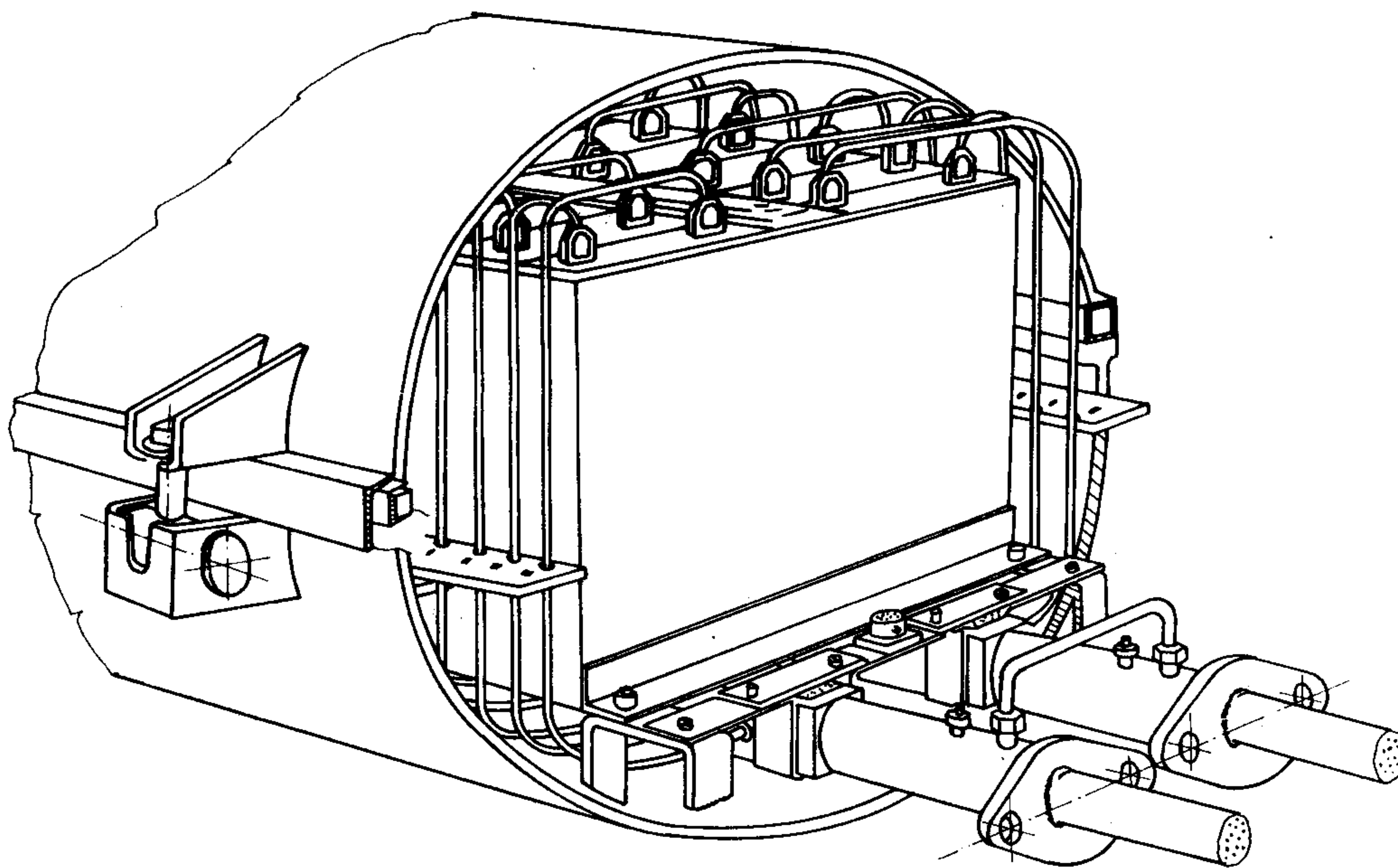
ténernek olyan élettartamot, amely közelítőleg meg-  
egyezik a vonali kábelek élettartamával.

Az általános kiviteli jellemzők ismertetése után a továbbiakban rátérünk a konténer szerkezeti felépítésének a bemutatására.

A felső rész homloklapjai fogantyúkkal vannak ellátva. Itt helyezkedik el a konténer különállóan való nyomás alá helyezésére szolgáló külső szelep szerelvény. A két félrész közötti osztósíkban az alsó részen egy körbefutó horony található, amelyben a gumitömítés helyezkedik el. A felső rész kettős nyomóélel van ellátva, amely záraskor az alsó rész peremének hornyában levő gumitömítésre fejt ki nyomást. A nyomóélek szintén el vannak látva gumitömítéssel. Mindkét tömítógumi anyaga úgy van megválasztva, hogy  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti üzemi hőmérsékleten a tömítés még funkcióképes; keménységük 40–45 SH°. A tömítési rendszer mechanikai védelmét a felső részre hegesztett keret látja el, amely egyúttal a zárófedél vezetését is biztosítja. Ezt a keretet használtuk fel arra is, hogy a tömítés számára állandó jellegű nyomási hézagot

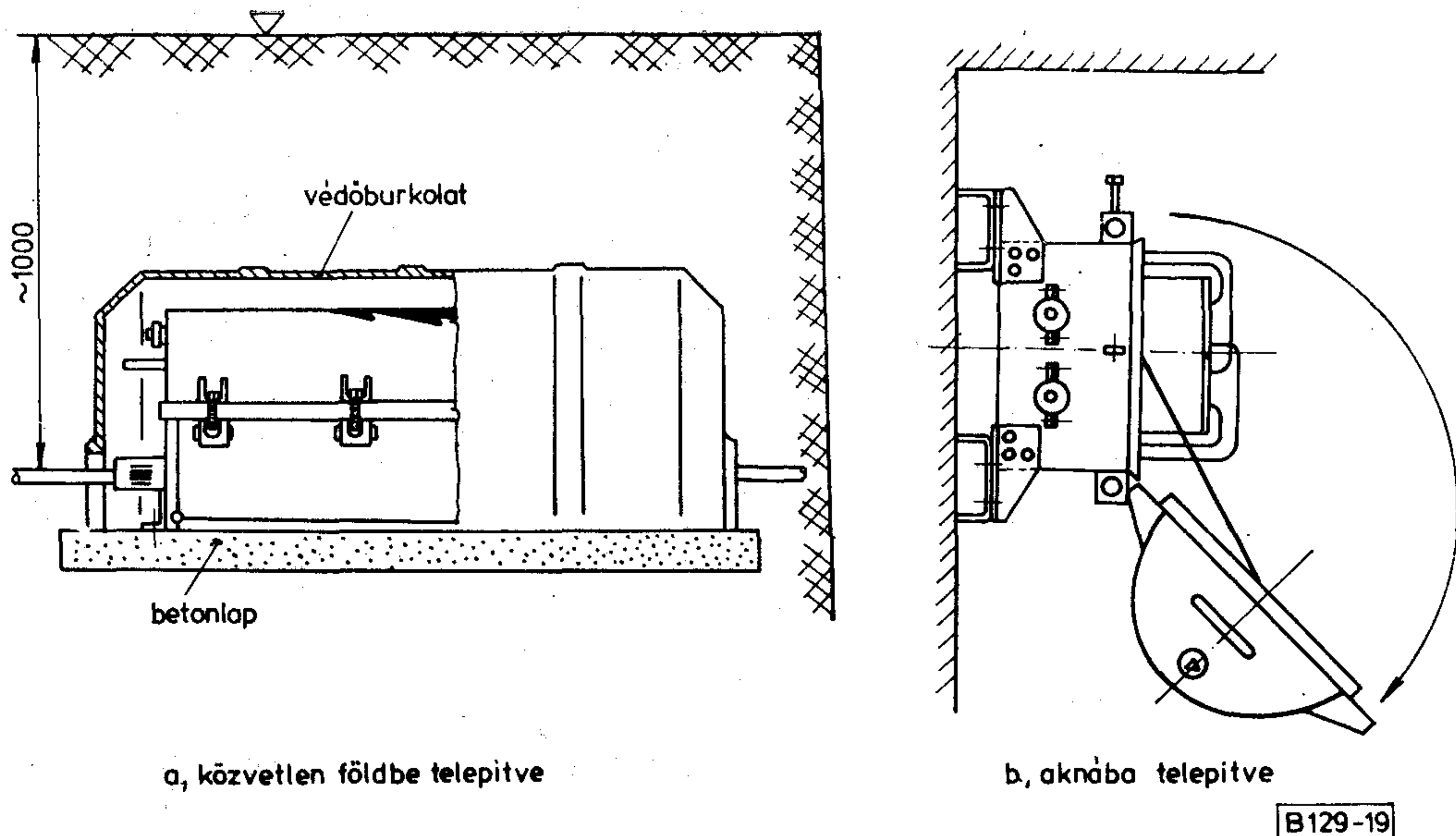


18. a. ábra. Kábelfejek elhelyezkedése a konténerben



18. b. ábra. Kiequippált konténer belső nézeti képe.





19. ábra. Az erősítőállomás telepítési lehetőségei

(h) szolgáltatson. A nyomási hézagot úgy választottuk meg, hogy a tömitőgumik összenyomódása — alakváltozása — ne lépje túl a 25—30%-ot. A rögzítő-szerkezet „csuklóanyás” kivitelű, mind a hengeres anya, mind a háromlapfejű csavar korrózióálló acélból készül. A szerkezet gyors nyitást és zárást tesz lehetővé.

A fenti elrendezés megbízható, hermetikus lezárást biztosít. Lezárt állapotban a két nyomóél közötti tér nyomás alá helyezhető a tömités hatékonyságának ellenőrzése végett, amit a 17b ábrán mutatunk be. A nyomás alá helyezett tér kis térfogata miatt ez a vizsgálat rendkívül gyorsan elvégezhető, pl. lábpumpa segítségével.

A konténer belsejébe különböző helyekre tartószegek vannak hegesztve. Ezekhez rögzíthető a vonalerősítőket, illetve PCM regenerátorokat tartó vázszerkezet, a fedélnyitást riasztó szerelvény és a kábelrendező lécek, valamint a speciális kábelfejek. A konténerbe elhelyezett elektronikus egységek, melyek előlapjai csatlakozó aljzatokkal vannak ellátva, ezen kábelfejek segítségével csatlakoztathatók a főkábelhez. A kábelfejeket a konténer belső terébe helyeztük el, amint az a 18a ábrán látható. Így a fokozott korrózióvédelemről jelen esetben nem kellett gondoskodni. Legnagyobb előnye a kialakításnak az, hogy a farokkábel érpárjainak megfelelő kifejtése után a hozzájuk forrasztott kéterű, árnyékoló vezeték segítségével, melyek speciális csatlakozó dugaszokban végződnek és közvetlenül csatlakoztathatók az erősítő be- és kimeneti aljzataiba; egy rendezett, optimális belső kábelezést nyertünk. Ez a szerkezeti kialakítás, amit a 18b ábra szemléltet, egyben biztosította a konténerkeresztmetszet maximális kihasználtságát is.

Ha a főkábel túlnyomás alá van helyezve, a két kábelfej egy csőszerelvény segítségével összeköthető és így biztosítva van a folyamatos gázellátás. A farokkábel és ezen keresztül a főkábel azonos potenciálon van a kábelfejtokozattal.

A kábelfejek tömitéséhez kétféle lezáró megoldást alkalmaztunk. Közülük az egyik a belső, a másik pedig a külső légmentes lezárást biztosítja. Az előbbi helyen említett lezárásos tömitésnek az a feladata, hogy megakadályozza a gázszivárgást a távkábelből, illetve a hozzacsatlakozó farokkábelből a konténer belső tere vagy a külső szabadter felé. Az utóbbi tömitő lezárásnak az a feladata, hogy megakadályozza a kábelaknában levő víz vagy — talajba telepítéskor — a talajnedvesség beszivárgását a konténerbe. A belső tömitést úgy alakítottuk ki, hogy a hosszúkás csőszerű tokozat megfelelő részeit műgyantával töltöttük meg. A külső tömitést lapos tömitőgumival biztosítottuk.

A konténeres berendezés kétféle módon telepíthető. Földbe telepítéskor a konténer egy előre gyártott, megfelelő méretű betonlaphoz rögzíthető, hogy a talajvíz a földből ne tudja kiemelni. A konténer osztósíkja ebben az esetben vízszintes. A konténer műanyag védőburkolattal látható el, ami védi a felületi rongálódásoktól (lásd 19a ábrát).

Aknába a konténer tartó szegletek segítségével helyezhető a kábeltartóra úgy, hogy az osztósík ebben az esetben függőlegesen áll. Ezek a tartószegek úgy szerelhetők a konténer alsó részére, hogy a helyi adottságoktól függően üzemeltetési és karbantartási szempontokból mindig jól hozzáférhetően helyezkedjen el. A speciális szorítóelemek kiengedése után a konténer felső része lenyitható és ha szükséges, le is vehető. Ezzel szabadon hozzáférhetünk a konténer belsejéhez, amit a 19b ábrán láthatunk.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A fentiekben a tervezés időrendi sorrendjében áttekintettük átviteltechnikai berendezéseink konstrukciós felépítését. A bemutatott konstrukciós megoldások az utóbbi évek irányzatait igazolják, melyeknek



a különböző követelményszintek emelkedése mellett a minél egyszerűbb kialakításra, valamint az optimális megbízhatóságra való törekvés a fő jellemzőjük. Átviteltechnikai gyártmányaink színvonala megfelel a professzionális berendezésekkel szemben támasztott azon magas követelményeknek, amelyeket a piaci igények az ilyen termékek használati értékével szemben támasztanak. Hazai és külföldi vonalszakaszokon már üzemelő berendezéseink megbízhatóságát a szakemberek többször méltatták.

Végezetül jóleső érzéssel mondhatjuk, hogy termékeink több nemzetközi kiállításon is elismerést nyertek.

#### I R O D A L O M

- [1] Dr. Izsák M. (szerk.): Távközléstechnikai Kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1979.  
 [2] Mihály A.: Kisméretű konténeres felügyelet nélküli, távtáplált erősítőállomások számára. CONST-RONIC '80; HTE-kiadvány, Bp. 1980.

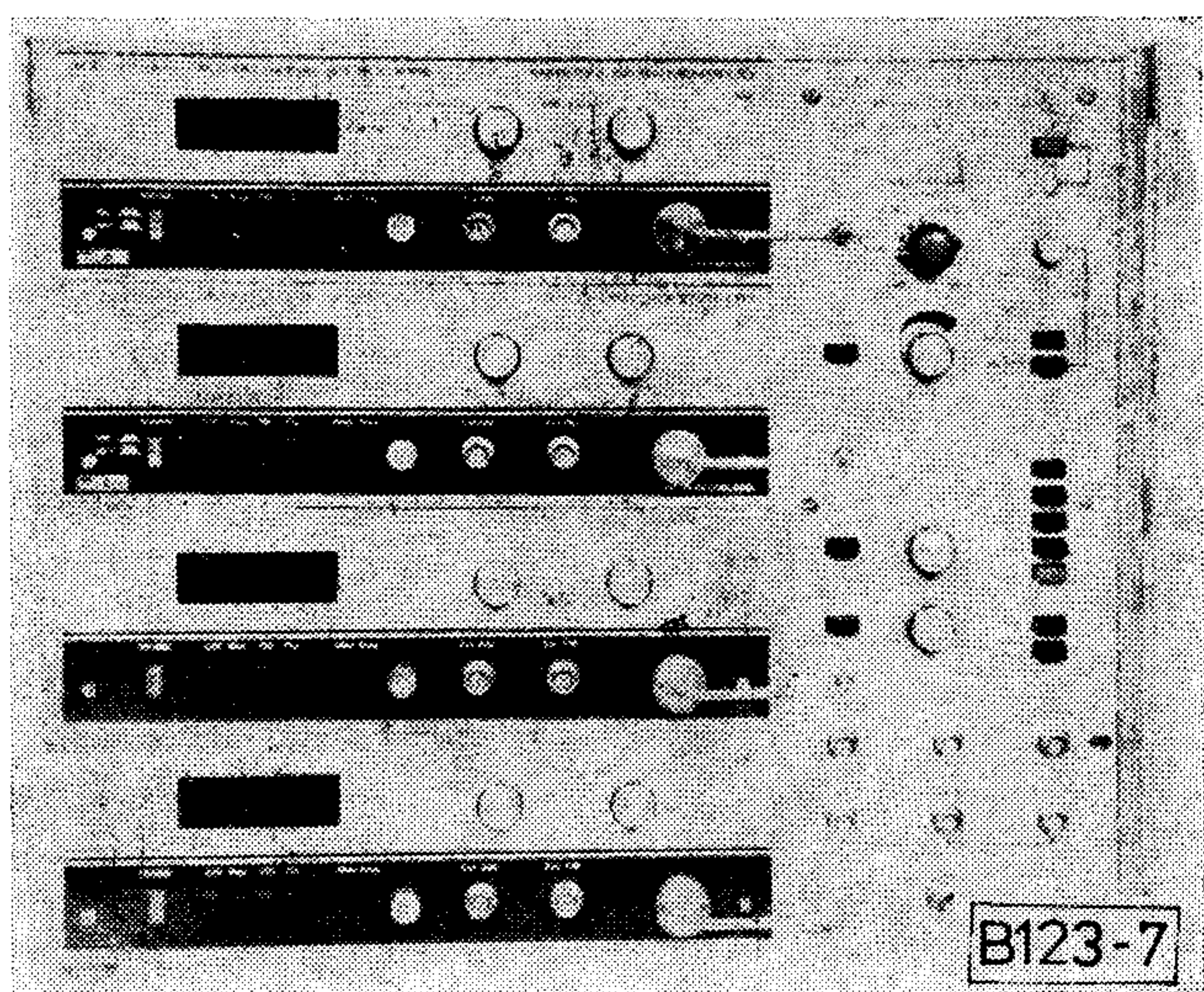
# MŰSZAKI SZEMLE

## HÍREK — ÉRDEKESSEGEK

Rovatvezető:  
Tölgyesi László

MALCSINER FERENC  
BHG

### Mikrohullámú generátor 18 GHz-ig



A régebbi típusú mikrohullámú oszcillátorok mechanikus hangolású üregrezonátorokból álltak.

A Marconi cég egy újrendszerű sweep generátort hozott a piacra, melynek hangolása elektronikus úton történik. A YIG rendszerű oszcillátorok a tápfeszültség függvényében változtatják frekvenciájukat. A megoldástól függően elérhető, hogy 1 V feszültségváltozás akár 1 GHz frekvenciaváltozást eredményezzen.

Az új Marconi generátor kétféle kivitelben készül. Az egyik megoldásban a frekvenciatartomány 1-től 12,4 GHz-ig, a másik kivitelnél 2-től 18 GHz-ig terjed a berendezés frekvenciatartománya.

Mindkét műszer négy önálló oszcillátort tartalmaz, melyek közös fémházban, egymás felett nyertek elhelyezést. A négy oszcillátor azonban közös modulátorral, közös kimenő fokozattal és közös tápegységgel rendelkezik, mely a berendezés jobb oldalán van elhelyezve.

Az alkalmazott részegységek típuszámai:

Típus	Frekv. tartomány	Részegységek típuszámai				
		1-2 GHz	2-4 GHz	4-8 GHz	8-12 GHz	12-18 GHz
6149/1	1-12,4 GHz	6155	6156	6157	6158	—
6149/2	2-18,0 GHz	—	6156	6157	6158	6159

Minden oszcillátor egyéni frekvencia displayvel rendelkezik, mely 0,5%-os leolvasási pontosságot tesz lehetővé. A frekvenciabeállítás manuálisan történik egy 10 fordulatú potencióméter segítségével.

#### Moduláció:

AM esetén: belső 1 kHz-es, vagy külső 50 Hz—20 kHz közötti frekvenciával, akár szinuszos, akár négyszög jellel.

FM esetén: csak külső generátorról, maximálisan 10 V moduláló jellel, mely  $\pm 20$  MHz frekvenciatartományt eredményez. A jel tetszőleges alakú lehet.

A Sweep időállandója vagy automatikus belső, vagy kézi állítású külső módon állítható. Első esetben 100 s—0,1 s per sweep utóbbi esetben 100 s—0,01 s értékhatárok között.

Frekvenciapontosság: 0,5%

Kimenő teljesítmény: min. 5 mwatt, 50 ohmos aszimmetrikus kábelon.

IRODALOM: Marconi Instrumentacion 1979/4  
Marconi sweep generátor 18 GHz-re



# HÍREK ÜZEMEINKBŐL

## Elkészült a tízezredik QA-vonal a BHG-ban

Néhány percre leállt a munka 1980. október 14-én délután a 28-as üzemben. Itt gyűltek össze az elektronikus gyártási ág dolgozói, illetve azok képviselői, gazdasági vezetők, tömegszervezetek vezetői, hogy megünnepeljék a tízezredik QA vonal elkészítését.

Először Szegfű Péter az elektronikus gyártási ág vezetője köszöntötte a résztvevőket. Emlékeztetett arra, hogy egy évvel ezelőtt vették birtokba a 28-as üzemet, azzal a feladattal, hogy hamarosan megkezdjék a QA 96/MRK alközpont sorozatgyártását. Az elmúlt egy év alatt kialakult egy jól együttműködő kollektíva, amelynek kezdetben sok szakmai akadályt kellett legyőzni, míg ez év januárjától végre megkezdődhetett a QA alközpont sorozatgyártása.

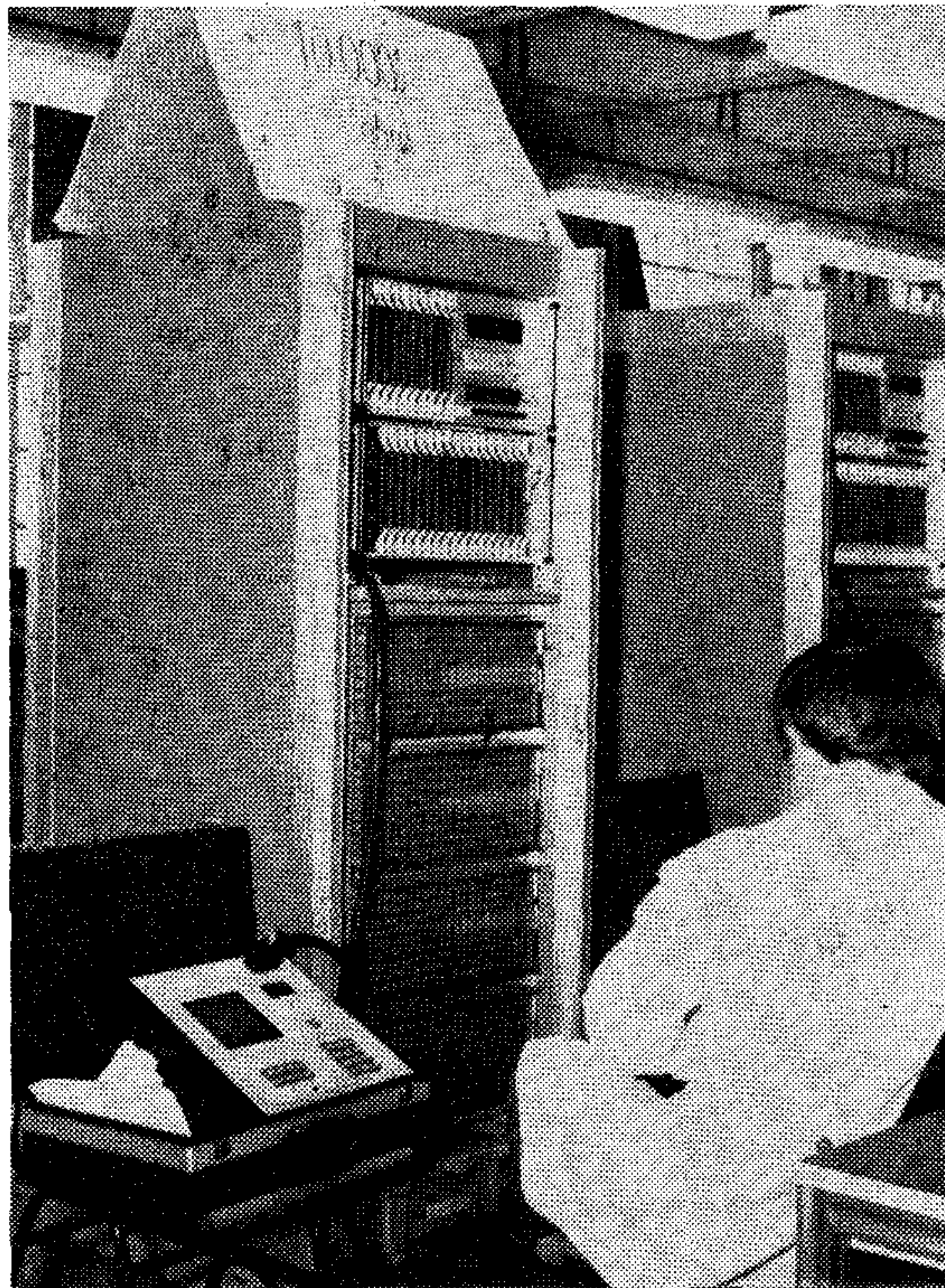
Ezt követően Szép Géza az 1-es számú gyár igazgatója szólt az ünnepség résztvevőihöz. Jelentős állomásnak nevezte a tízezredik QA vonal elkészülését, amely azt mutatja, hogy a gyártási ág dolgozói megfelelően éltek azzal a bizalommal, melyet a gyár gazdasági vezetői előlegeztek számukra. Visszaemlékezett 1976-ra és 1977-re, a Brnói és a Budapesti Nemzetközi Vásárra, amikor nagydíjat kapott ez a kvázielektronikus alközpont. A nemzetközi és a hazai siker után döntött úgy a vállalat vezetősége, hogy a tervezettnél korábban kezdik meg az elektronikus alközpont gyártását.

Nem volt problémamentes a nullszéria elkészítése és sok gond övezte a gyártás beindítását is, de — mint Szép Géza mondta — ma már ott tartunk, hogy megismertük és megtanultuk a QA-gyártást. Most az a legfontosabb, hogy a elkövetkezendő években minden szempontból megfeleljünk a követelményeknek.

A tízezredik QA vonal elkészítéséért természetesen nemcsak az elektronikus gyártási ág dolgozóit illeti köszönet. Az alkatrészgyártástól kezdve nagyon sokan vettek részt ebben a munkában, ami sajnos nem volt zökkenőmentes. Ahhoz, hogy a QA alközpontot gyártsunk — mondta a gyár igazgatója — egy nagyon fontos feladatot kellett megoldanunk: a nyáklapgyártás hibáinak kiküszöbölését. Ez rendkívül sok gondot okozott mindenkinek.

Sajnos sem szakmai, sem vezetői, sem dolgozói szinten nem volt a gyár kellőképpen felkészülve a nyáklapgyártásra, de mára megteremtettük a jó gyártás feltételeit. Jelentős javulás állt be az év második felében: úgy tűnik minőségileg is úrrá leszünk a helyzeten. Jelentős eredménynek számít az is, hogy mára megdupláztuk a nyáklapok gyártását.

Szép Géza igazgató tájékoztatásul azt is elmondta, hogy a VI. ötéves tervben 41, esetleg 47 szá-



1. ábra. Íme az ünnepelt: a QA 96/MRK alközpont



2. ábra. Szép Géza, az 1-es számú gyár igazgatója és Szegfű Péter, az elektronikus gyártási ág vezetője az ünnepségen

zalékot tesz majd ki az elektronikus telefonközpontok gyártása. Ebben a tervidőszakban megjelennek az elektronikus főközponti rendszerek is.

A kitűzött célok megvalósítása érdekében azonban sok feladatot kell még megoldani. Elsősorban stabilizálni kell az elért jó helyzetet, vigyázni arra, hogy ne legyen visszaesés. Javítani kell az igény szerinti gyár-



tást, rövidíteni kell a gyártási időt és tovább kell javítani a szakmai felkészültséget.

Az egyes üzemek feladatairól szólva Szép Géza elmondta, hogy a 26-os nyáklapszerelő üzem már túljutott a nehézségeken. A hullámforrasztás minősége ugrásszerűen javult. Az itt dolgozók megtanultak a Royonic alkatrészbeültető gépen dolgozni, azonban tovább kell javítani ennek programozását. Egyes eszközök, például a Weresch-féle automatikus alkatrészláb-előkészítő kétműszakos kihasználása is kevés, ezért szorgalmazni kell újabb eszközök beszerzését.

Az üzemben további vizsgáló automaták beállítására van szükség. A feladatok közé tartozik még a teljesítménybéres elszámolás bevezetése.

A végszerelőüzemmel kapcsolatban Szép Géza kihangsúlyozta, hogy az üzem felkészülése a gyártásra példamutató volt. Rendkívül körültekintően végezték a dolgozók felvételét és betanítását. Példamutató volt a Fejlesztési Intézettel való kapcsolat kialakítása. Az Intézet sok segítséget adott az üzemnek, hogy dolgozni tudjon és tevékenyen részt vett a típusközpontok kidolgozásában is.

Az üzemnek a saját feladatai megoldása mellett volt ereje ahhoz, is hogy segítsen a külső szerelés munkájában.

A feladatok közül most a legfontosabb a program teljesítése. Év végéig a tervezett 14 800 vonalat mindenképpen le kell gyártaniuk.

Az ünnepség jutalmak átadásával ért véget. Szegfű Péter az elektronikus gyártási ág vezetője a QA gyártásban kiváló eredményt elért dolgozóknak nyújtott át jutalmakat.

## ÜZEMBE HELYEZTÉK

### a Győr-Sopron megyei hálózatot

A BHG és talán a Magyar Posta eddigi történetében is az egyik legnagyobb távbeszélő-hálózatot helyezték üzembe október 17-én Győr-Sopron megyében.

A külső szerelés dolgozói Győrben egy 11 ezer vonalas ARF központot és egy 1600 ívpontos ARM központot szereltek fel. A megye további tizenegy helysége pedig ARF és ARK rendszerű központot kapott. Így Győrszentiván, Ménfőcsanak, Pannohalma, Gönyű, Abda, Öttevény, Dunaszeg, Kisbajcs, Nyúl, Ikrény és Lébénymiklós automata központjaikkal bekapcsolódtak az országos távhívóhálózatba.

Győrrel egyidejűleg helyezték üzembe a mosonmagyaróvári gócközpontot, ahol egy kétezer vonalas ARF és egy 400 ívpontos ARM központot szereltek fel. A mosonmagyaróvári központhoz is tartozik két ARK központ — Hegyeshalom és Rajka — ezek szintén csatlakoznak az országos távhívóhálózathoz. Ezzel együtt most összesen 15 helység telefonközpontját helyezték üzembe egyidejűleg a külső szerelés dolgozói.

A nagy kiterjedésű távbeszélő-hálózat szerelése közel három évi munkát igényelt. A munkálatok már 1978 januárjában elkezdődtek és harmincegy hónap után az 1980 július 31-én fejeződtek be. Ek-

kor történt meg a központok felajánlása. Ezt követően folytak az átvételi vizsgálatok. Miután egyenként ellenőrizték a központok működését, szeptember második felében elvégezték az egész távbeszélő-hálózat együttműködési vizsgálatát. Ezzel a feladattal szeptember 30-án készültek el.

A kedvező vizsgálati eredmények után döntött úgy a Magyar Posta, hogy október 17-én üzembe helyezi a hálózatot.

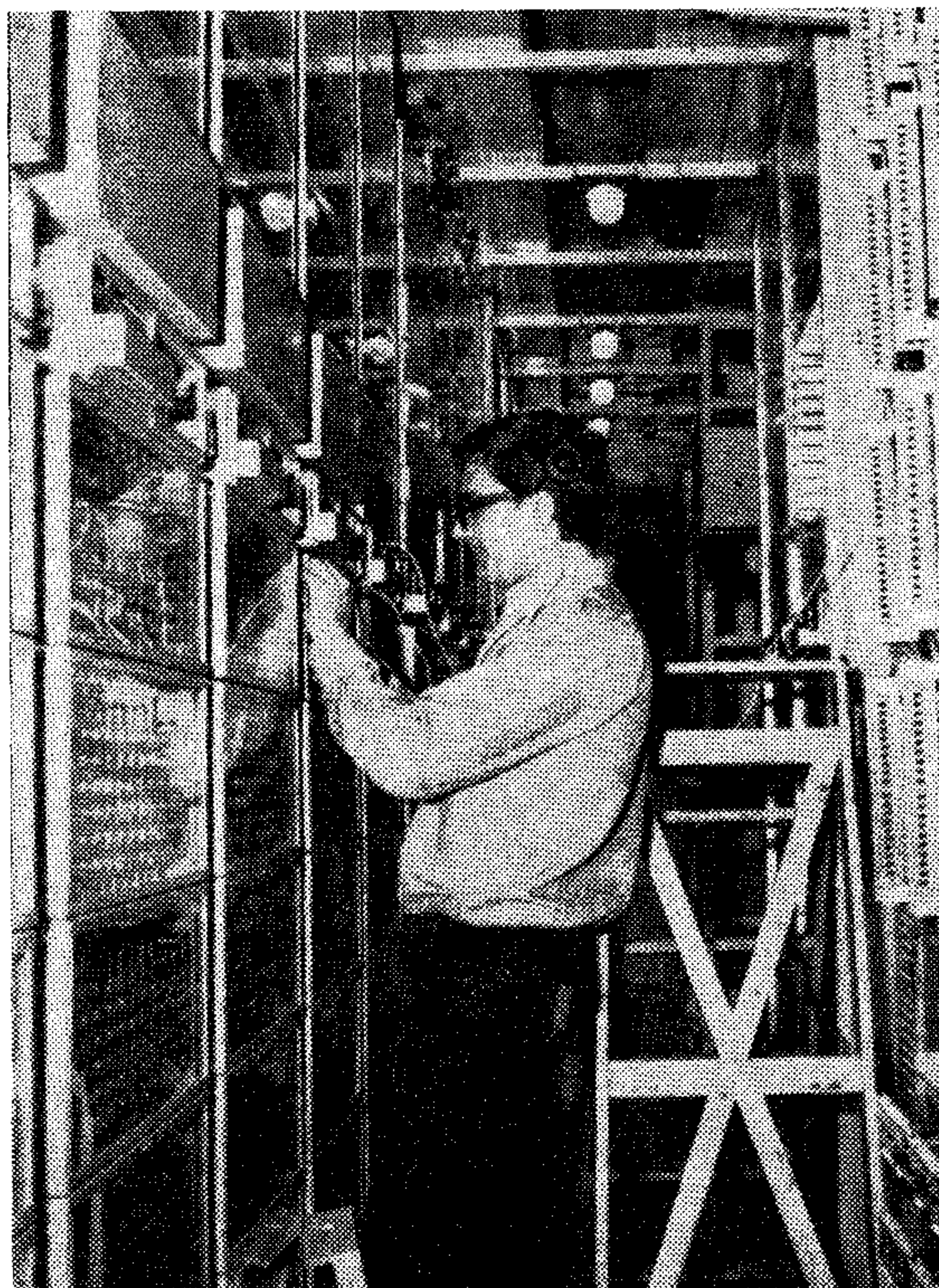
### Újabb Mobil távbeszélő-központot adott át a BHG

#### A Csalogány utcai két új Mobil távbeszélő-központ

1980 év decemberében adták át Budapesten, a kőbányai lakótelepen az első két Mobil távbeszélő-



1. ábra. A Csalogány utcai két Mobil távbeszélő-központot 1980 augusztus 20-án adták át rendeltetésének



2. ábra. Óvári Tibor, a posta dolgozója vonalbevizsgálást és ellenőrzést végez



lő-központot. Azóta Pesterzsébet, Pestlőrinc, Csepel új lakótelepén és több vidéki városban — Ózdon, Ajkán, Kiskunhalason, Baján — is üzembe helyezték e „mobilizálható”, hosszabb-rövidebb időre fölállított telefonközpontokat. Ez év végéig az Állami Tervbizottság határozata alapján összesen 20 ilyen létesítményt adnak majd át rendeltetésének.

## Egy új termékről a BHG-ban

### *Az ATSZK várható utódja a Kvant*

Mostanában egyre gyakrabban hallani a BHG-ban a Kvantról. A vállalat a VI. ötéves tervben 125 ezer vonalat kíván előállítani ebből a termékből. Annak ellenére, hogy fejlesztőink régóta foglalkoznak ezzel a feladattal, bizonyára még kevesen ismerik közelebbről ezt a terméket és a hozzá kapcsolódó termelési feladatokat. Ezért kerestük fel Szilágyi Sándort, a BHG Fejlesztési Intézet Kvant osztályának vezetőjét.

#### *— Hogy jött létre ez a berendezés?*

— 1971-ben indult egy közös szovjet—magyar fejlesztés, azzal a céllal, hogy egy egységes kvázi-elektronikus kis- és közepes kapacitású központot hozzunk létre, tárolt programvezérléssel. Ez a munka 1975-ig együtt folyt és sikeres volt. Ennek eredménye nálunk a QA alközponti család, a Szovjetunióban pedig a Kvant.

#### *— Mennyiben tér el a kettő egymástól?*

— A rendszer sok hasonlóságot mutat. Nem lehetett teljesen egységesíteni, mert a két ország alkatrészgyártása nem biztosítja ugyanazt az alkatrész-bázist, ezért a konstrukció eltérő lett.

#### *— De a jövőben mi is gyártani fogjuk. Milyen elképzelések szerint?*

— A mi gyárunk gyártmányainak hagyományos vevője a Szovjetunió. A tervek szerint a távolabbi jövőben az ATSZK-t ki fogja szorítani egy korszerűbb rendszer. Ezt a Szovjetunió évek óta szorgalmazza. Ezért született olyan döntés, hogy a Kvant azon gyártási dokumentációját, amit mi is tudunk gyártani, átvevessük és gyártjuk a Szovjetunióknak.

Ilyen módon a Kvant-gyártás a gyár szempontjából két vonatkozásban jelentős. Egyrészt termékváltást az egyik legnagyobb piaci partnerünk, a Szovjetunió felé. Másrészt továbbra is hosszú távon biztosítja termékeink piaci értékesítését, és a gyár dolgozóinak foglalkoztatását.

#### *— Hogyan oszlik meg a berendezés előállítása a két ország között?*

— Mivel mi nem tudunk minden egységet gyártani, ezért a kapcsolómezőt és a központi vezérlőt a szovjet ipar állítja elő. Minden egyéb a mi feladatunk.

#### *— Vannak-e elképzelések arra, hogy önállóan állítsuk elő a Kvantot?*

— Természetesen ez a helyzet nem marad így örökre. A gyárnak érdeke, hogy a Kvant önálló termék legyen. Elsősorban azért, mert egy korszerű termékről van szó, és számunkra fontos, hogy a tőkés piacon is jól eladható legyen. Ezért tovább kell fejleszteni. A jelenlegi elképzelés, illetve feladat csak a kezdet. A következő lépcsőben vezérlőt és kapcsolómezőt is fogunk készíteni, de ez további fejlesztési munkát igényel. Olyan kapcsolómezőt és vezérlőt kell kifejlesztenünk, amelyek alkalmasak nálunk a gyártásra.

#### *— Működik már ilyen berendezés a szovjet hálózatban?*

— Természetesen egy működő rendszerről van szó. Az első ilyen berendezés az olimpia ideje alatt működött és nagyon jól vizsgázott.

#### *— Ki a szovjet partner?*

— A rigai VEF-gyár a partnerünk. Ők fogják sorozatban gyártani a Kvant berendezéseit.

Megemlítem, hogy a kooperáció kétoldalú. Egyrészt a Szovjetunió rengeteg alkatrészt, egységet — félvezetőket, reed jelfogókat és kondenzátorokat — szállít a központhoz. Másrészt a magyar fél is szállít úgynevezett másodlagos tápegységeket. Így a hatodik ötéves terv előirányzata szerint több mint egymillió vonalnyi Kvant központ fog működni magyar tápegységekkel.

A kooperációban egyébként a BHG-n kívül részt vesz az ORION és a BRG is. Ők a központokhoz display állomásokat és kazettás mágnesszalagos adatgyűjtőket szállítanak.

#### *— A szerelés kinek a feladata lesz?*

— Az elképzelések szerint egy tervező-szerelő vállalat van alakulóban a Szovjetunióban. Ez fogja méretezni a központokat, megrendelni a különböző részegységeket, majd üzembe helyezi és felszereli a berendezéseket.

#### *— Mikor és mivel indul a Kvant-gyártás?*

— A tervek alapján 1981-ben az indulás a másodlagos tápegységekkel kezdődne: 2100 darabot kell legyártani. Majd 1982-től már magát a központot gyártanánk.

#### *— Milyen új feladatokat jelent ez a dolgozóknak?*

— Tulajdonképpen a Kvant előállítása nyák- és kártyarekeszgyártást jelent. Egyébként minden ma ismert elektronikus berendezés gyártása — legyen az számítógép, vagy telefonközpont — ebből áll. Ezenkívül kapacitást fog lekötni a vázszerkezet, az állványsor- és a keresztsorcsatornázás gyártása. A vázak hasonlóan alumíniumból épülnek, mint a QA-nál, de eltérőek a KONTASET-rendszerrel.

#### *— Vannak még tisztázandó kérdések a szovjet partnerrel?*



— Az egész kooperációt egy egyezmény fogja szabályozni, amely aláírás előtt van, és öt évre előre fogja meghatározni a Kvant-előállítás ütemét.

A honosítás már tisztázódott, azonban néhány külkereskedelmi kérdés vár még megoldásra. Ezek közül a legfontosabb, hogy a szovjet alkatrészek szállítása biztosított legyen.

Jelenleg nagyon várjuk a mintaközpontot a Szovjetunióból. Eddig ugyanis csak dokumentációt kaptunk. A mintától azt várjuk, hogy jól meg tudjuk ismerni ennek a korszerű rendszernek a működését, a programozását és kipróbálhassuk rajta a honosított egységek prototípusait.

### Lázár György miniszterelnök a Telefongyárban

Lázár György, a minisztertanács elnöke 1980. október 3-án meglátogatta a Telefongyárat. Látogatása során megtekintette a közelmúltban átadott nyomtatott huzalozású áramköri lapokat tervező-gyártó-szerelő és ellenőrző üzemegységet is.

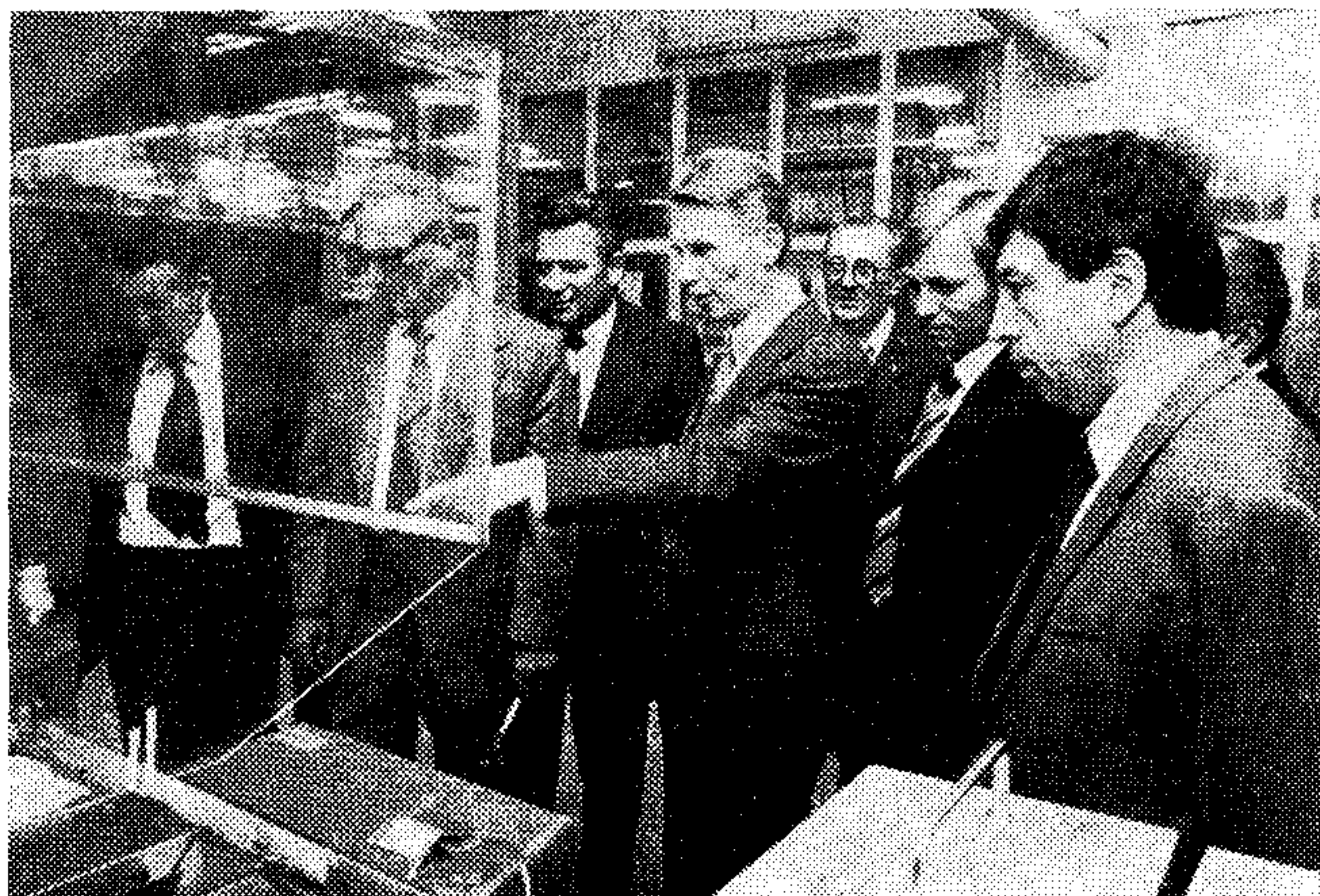
Lázár György látogatása végén elismerően nyilatkozott a megtekintett gyáregységekről, különösen az új nyáklap üzem jelentőségét emelte ki.

A gyárlátogatás után tartott aktívaértekezleten felvetődött a magyar híradástechnikai ipar alkatrész-háttér gondja is. A miniszterelnök egyetértése mellett kifejtette, hogy a nem megfelelően megoldott szabványosítás az egyik késleltető ok.

Kérdésként hangzott el, hogy a híradástechnikai ipar számíthat-e a jövőben kormányhitelekre? Lázár György válasza egyértelműen igenlő volt.

Végezetül azzal kapcsolatban hangzott el kérdés, hogy a jövőben szerepel-e a tervek között az, hogy összevonnak iparvállalatokat? A következő ötéves tervben szerepelnek ilyen centralizálási törekvések, válaszolta Lázár György, de hangsúlyozta, hogy nem abban az egyszerű formában, hogy vállalatokat vonnak össze, s ezek a tervek sincsenek határidőhöz kötve.

*Lázár György miniszterelnök Rózsavölgyi József vezérigazgató társaságában megtekinti a nyáklapüzemet*



*Lázár György miniszterelnök a telefongyári látogatáson*

### A Magyar Posta köszönőlevele a Telefongyárhoz

A Telefongyár a Budapesti PCM rendszerű átkérő hálózat létesítésén dolgozik. A beruházás kábeles és mikrohullámú berendezésekkel valósul meg. A kábeles hálózat TERTA gyártmányú berendezésekkel épül. A mikrohullámú hálózathoz a Magyar Posta a francia SAT cégtől vásárolta a berendezéseket, de az üzembehelyezés a Telefongyár dolgozóira várt, amelyet a külső szerelés szakemberei végeztek el 1980 július—augusztus—szeptember hónapokban.

Ezt az üzembe helyezési tevékenységet értékelte a POSTABER vezetősége október végén kelt levelében, melyben az alábbiakat állapítja meg:

„A feszített ütemű beruházás egyik fontos munkafázisa volt az import berendezések szerelése és üzembe helyezése, mely tevékenységet magas szakmai színvonalon oldották meg a Telefongyár dolgozói.”

### Kihelyezett közgazdasági bizottsági ülés

Október hó végén a vasasszakszervezet közgazdasági bizottsága a Telefongyárban tartotta kihelyezett koordináló értekezletét. Az ülésen jelen voltak a híradástechnikai iparág érintett vállalatainak szak szervezeti közgazdasági bizottsági vezetői is.

### Folyik az új műszaki dokumentációs rendszer kidolgozása a Telefongyárban

A Telefongyárban az új vállalati műszaki dokumentációs rendszer kidolgozásának munkái ez év januárjában kezdődtek a KGSZSZI segítségével.

Az új, korszerű műszaki dokumentációs rendszer létrehozása előtt a meglévő állapot sokoldalú elemzésére volt szükség. A jövő igényeit kielégítő új rendszer feladatai tíz szabványban lesznek kidolgozva. Jelenleg a negyedik csoport, nevezetesen a termelési dokumentáció és alapadatkészlet szabványai készülnek, illetve készültek el.



## TARTALOM

## СОДЕСЖАНИЕ

## INHALT

## CONTENTS

ETO: 621.372.21/22.011.7

Adorján P.:

**Koncentrált-elosztott paraméterű hálózatok időtartománybeli analízise: elosztott paraméterű modellek — leíróegyenletek — algoritmusok, programok**

HÍRADÁSTECHNIKA 1981. 3. sz.

A szerző a cikk 1. pontjában röviden összefoglalja a távvezeték szakasz különféle, ekvivalens időtartománybeli modelljeit, a 2. pontban ismerteti a nemlineáris koncentrált paraméterű és a lineáris, elosztott paraméterű, passzív, reciprok kétkapukból felépülő hálózatok időtartománybeli leíróegyenleteit. E leíróegyenletek — szemben a koncentrált paraméterű hálózatokat leíró közöséges differenciálegyenletrendszerekkel — legáltalánosabb esetekben ún. retardált típusú funkcionál differenciálegyenletek lesznek. A dolgozat 3. pontja a diszperziómentes, és diszperziós távvezeték szakaszokat tartalmazó nemlineáris, koncentrált paraméterű hálózatok időtartománybeli analízisének elvégzésére szolgáló programok algoritmusát mutatja be. A 4. pont a TKI-ben (Távközlési Kutató Intézet, Budapest) kidolgozott, a fenti algoritmusok alapján készült ANAL—18 nevű programrendszert ismerteti.

ETO 621.372.543:621.372.57

Dullu, U. K.—Dr. Sharma, R. S.:

**Egyszerű aktív sávszűrő**

HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 3. sz.

Az aktív szűrőket gyakran úgy tervezik, hogy az aktív elemet ideálisnak tételezik fel. Ennek az a következménye, hogy a valóságos áramkör működése el fog térni a tervezettől. A gyakorlatban a stabil működés érdekében a műveleti erősítőt egy domináns pólussal veszik figyelembe. A műveleti erősítő pólusának felhasználásával gazdaságos sávszűrő valósítható meg. A szűrő áramkörnek az összes paraméterre vonatkozó érzékenysége kicsi és igen előnyösen alkalmazható közepes frekvenciákon.

ETO: 621.391.1

Mihály A.:

**Átviteltechnikai rendszerek konstrukciójának ismertetése**

HÍRADÁSTECHNIKA 1981. 3. sz.

A cikk összefoglaló áttekintést nyújt a — Telefongyárban kifejlesztett — átviteltechnikai rendszerek professzionális felügyelet és felügyelet nélküli állomásainak, ill. berendezéseinek konstrukciós felépítéséről. A cikk kitér az átviteltechnikai rendszereknél alkalmazott alapáramkörök — a légvezetékek és kábelek — szerkezeti ismertetésére is.

ДК 621.372.21/22.011.7

Адорьян П.:

**Анализ во временном диапазоне сетей с концентрированными — разделенными параметрами: модель — уравнения записи — алгоритмы — программы с разделенными параметрами**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 № 3.

Автор в пункте 1. данной статьи обобщает модели в различных эквивалентных временных диапазонах участков линии связи. В пункте 2. излагает уравнения записи внутри временного диапазона сетей с параметром нелинейной концентрации, а также с разделенными линейными параметрами и пассивным удвоенным клапаном. Уравнения записи — сопоставляя их с системами обычных дифференциальных уравнений записи сетей с концентрированным параметром — в более усредненных случаях переходят в функциональные дифференциальные уравнения т. н. ретардированного типа. Пункт 3. данной статьи демонстрирует алгоритмы программы служащие для проведения анализа внутри временного диапазона сетей, с нелинейными, концентрированными параметрами и содержащими участки линий с дисперсией и без дисперсии. Пункт 4. излагает систему программирования под наименованием „ANAL—18“ разработанную ТКИ (Исследовательским Институтом Связи г. БУДАПЕШТ) на основе описанных выше алгоритмов.

ДК 621.372.543:621.372.57

Дуллу У. К.—д-р Шарма Р. Ш.

**Упрощенный активный полосовой фильтр**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 г. № 3

Обычно, активные фильтры проектируют с предположением того, что активный элемент является идеальным. Требованием этого служит то, что работа фактической схемы будет отличаться от проектированной. В практике с целью безупречной работы усилителя процессов учитываются одним подходящим полюсником. С использованием полюсника усилителя процессов может быть осуществлен экономичный полосовой фильтр. Чувствительность в отношении всех параметров схемы фильтра низкая, преимущественно применяемый на промежуточных частотах.

ДК 621.391.1

Михаль А.:

**Ознакомление с конструкцией системы техники уплотнения**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 № 3.

Статья дает обобщенное обозрение — разработанного на телефонном заводе — конструкционного построения аппаратуры т. е. профессиональной обслуживаемой и необслуживаемой аппаратуры системы техники уплотнения. Статья также распространяется и знакомит с конструкцией применяемых основных цепей в системе техники уплотнения — кабельных и воздушно — проводной линии.



DK 621.372.21/22.011.7

Adorján P.:

**Zeitbereich-Analyse der Netze mit  
konzentrierten-verteiltern Parametern:  
Modelle mit verteilten  
Parametern-Deskriptivgleichungen-Algorithmien,  
Programme**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1981. Nr. 3.

Der Verfasser fasst kurz im 1. Punkt des Artikels die Modelle von äquivalenten Zeitbereichen der verschiedenen Fernleitungsstrecken zusammen, im Punkt 2 erklärt er die Zeitbereich-Deskriptivgleichungen der aus passiven Reziprok-Zweitoren von nichtlinearen konzentrierten Parametern und linearen, verteilten Parametern aufgebauten Netzen. Diese Deskriptivgleichungen werden gegenüber der die Netze von konzentrierten Parametern beschreibenden gewöhnlichen Differentialgleichungssystemen — in den allgemeinsten Fällen zu sogenannten Funktional-Differentialgleichungen von verzögertem Typ. Der 3. Punkt der Arbeit zeigt den Algorithmus jener Programme die zur Verrichtung der Zeitbereich-Analyse der die dispersionsfreien und Dispersions-Fernleitungsstrecke beinhaltenden nichtlinearen Netze von konzentrierten Parametern dienen. Der Punkt 4. macht das im Forschungsinstitut für Fernvermittlung, Budapest, ausgearbeitete, auf Grund der obigen Algorithmen verfertigte Programmsystem ANAL—18 bekannt.

DKU621.372.543:621.372.57

Dullu, U. K.—Dr. Sharma, R. S.:

**Einfacher aktiver Bandfilter**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. Nr. 3.

Die aktiven Filter werden so projektiert, dass sie die aktiven Elemente ideal annehmen. Deren Konsequenz ist, dass die Funktion des effektiven Stromkreises von der Projektiertung abweichend wird. In der Praxis werden im Interesse der stabilen Funktion die Operationsverstärker mit einem dominanten Pol in Betracht genommen. Mit der Anwendung des Pols des Operationsverstärkers ist ein wirtschaftlicher Filter realisierbar. Die auf die gesamte Parameter sich beziehende Empfindlichkeit des Filterstromkreises ist klein und ist an den mittelmässigen Frequenzen sehr vorteilhaft verwendbar.

DK: 621.391.1

Mihály A.:

**Beschreibung der Bauweise der Übertragungstechnischen Systemen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1981. Nr. 3.

Der Artikel gibt einen zusammenfassenden Durchblick über den — in der Fabrik Telefongyár entwickelten — Konstruktionsaufbau der professionellen überwachten- und überwachtenlosen Übertragungstechnischen Systemen, bzw. Einrichtungen. Der Artikel weicht auch auf die Konstruktions-Bekanntmachung der bei der Übertragungstechnischen Systemen verwendeten Grundstromkreise- der Luftleitungen und Kabel.

UDC 621.372.21/22.011.7

Adorján, P.:

**Lumped parameter—distributed parameter  
network analysis: distributed parameter models  
—descriptive equations—algorithms, programs**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1981. No. 3.

In Point 1 the author shortly reviews the different equivalent time domain models of the transmission lines, in Point 2 he introduces the time domain descriptive equations of networks consisting of non-linear lumped parameter and linear distributed parameter, passive reciprocal two ports. On the contrary of the ordinary differential equations describing lumped parameter networks, these descriptive equations turn to the so called retarded functional differential equations in most general case. Point 3 introduces the algorithms of programs to analyse in time domain the non-linear lumped parameter networks comprising transmission line sections with and without dispersion. Point 4 reviews the program system ANAL—18 developed on the base of the foregoing in TKI (Research Institute for Telecommunication, Budapest).

UDC 621.372.543:621.372.57

Dullu, U. K.—Dr. Sharma, R. S.:

**A simple bandpass filter**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. No. 3.

Frequently active filters are designed by treating the active element as ideal. As a consequence, the actual circuit's performance may depart from what is expected. In practice, operational amplifiers are designed with a dominant pole to assure stable operation. Thus an economical bandpass filter can be realized using the operational amplifier pole. The filter circuit has low sensitivity to all circuit parameters and is useful for operation at medium frequencies.

UDC: 621.391.1

Mihály A.:

**Constructions of transmission systems**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1981. No. 3.

The paper gives a summarizing survey of the construction design of the professional attended and unattended stations or equipment, respectively, of transmission systems developed in Telefongyár. The article also touches upon the introduction of the structure of the basic circuits (open wires and cables) used in the transmission systems.



# MOBIL TÁVBESZÉLŐKÖZPONT

A távbeszélő-állomások iránti igény, a távbeszélőn való elérhetőség szükségessége, például új tömeges lakásépítkezések körzetében, lakótelepek, városnyedek, iparcentrumok kialakításánál, gyakran már előbb lép fel, mint a végleges üzemű távbeszélő-központot befogadó épület felépítése megtörténhet. Ezeknél a beruházásoknál első ütemben a közműcsatlakozásokat — közöttük a távbeszélő-központ kábelhálózatát is — építik ki. Az épületek megvalósítására csak később, a kommunális épületekre pedig csak utoljára kerül sor. Az építőipari és szakvállalatok munkájának megszervezéséhez fontos eszköz a távbeszélő, de ugyanígy nő fontossága az egyes kész lakótömbök átadása után is.

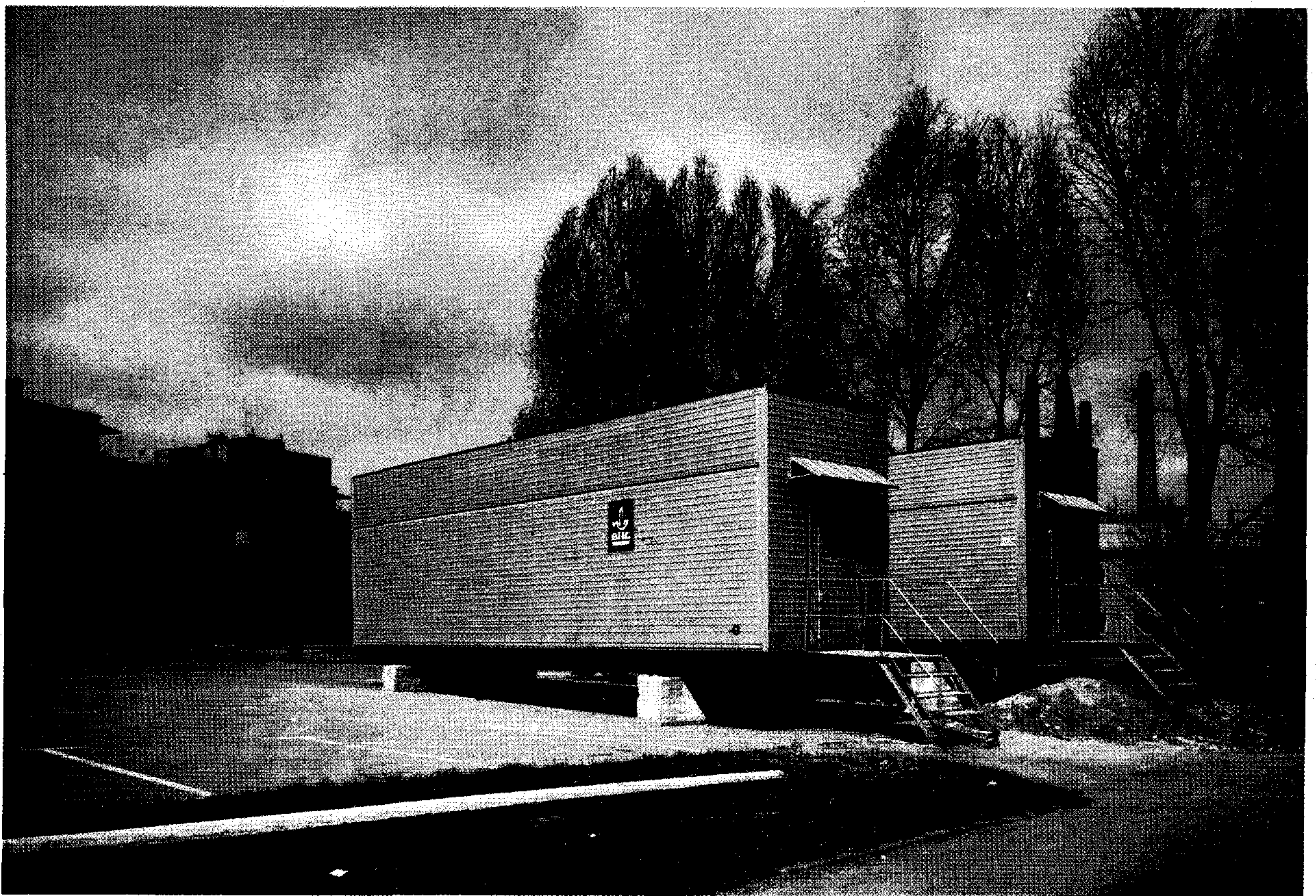
A konténerházba épített távbeszélő-központ rendkívül rövid idő alatt kapcsolható be és helyezhető üzembe.

Az alábbiakban egy ezer vonalkapacitású ARF 120 típusú, felügyelet nélküli távbeszélő-központot befogadó konténerházat ismertetünk:

Az ARF 120 típusú ezervonalas távbeszélő-központ konténerházának külső mérete  $270 \times 1140 \times 392$  cm, önsúlya a központ berendezése nélkül kb. nyolc tonna.

A ház légkondicionált, kivitele olyan, hogy a beszerelt központház szállítóeszközre rakva továbbszállítható, a telepítés helyén a kábelek csatlakoztatása után a központ máris működőképes.

A légkondicionáló egység a kb.  $120 \text{ m}^3$ -es helyiségben a levegő hőmérsékletét  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$  és  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$  között, a relatív légnedvességet 50—65% között tartja. A  $10 \mu$ -nál nagyobb átmérőjű porrészecskéket min. 95%-os határfokkal kiszűri.



**BHG Híradástechnikai Vállalat**

**1509 Budapest Pf.: 2.**

**Telefon: 453-300**

**Exportálja BUDAVOX H—1392**

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

