



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam  
B U D A P E S T

1983

6

# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam 1983. 6. szám

# BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXIX. évfolyam

1983. 6. szám

## TARTALOM

KAPOR JÓZSEF:	Elliptikusan polarizált antenna jellemzése a komplex hatásos hosszal .....	241
<b>BALOGH PÁL</b>	.....	246
PFLIEGEL PÉTER:	Híradástechnikai hálózati transzformátorok melegedésvizsgálata .....	247
<b>MÓZES TIBOR:</b>	Folytonosan ekvivalens RLC-hálózatok generálása számítógéppel .....	255
DR. GÉHER KÁROLY:	Számítógépprogramok katalógusa, 1981 .....	261
BHG—ORION—TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK		
BALOGH DEZSŐ:	IT jelű DC/DC kapcsolóüzemű tápegység család .....	265
NAGYSZEGHI FERENC:	Szociotechnikai tervezés számítógépes rendszereknél .....	273
MŰSZAKI SZEMLE		
LŐRINCZ ENDRE:	A digitális távközléstechnika fejlődési irányai .....	277
	Tartalmi összefoglalások .....	288, B/III

## A SZÁM SZERZŐI:

KAPOR JÓZSEF okl. vill. mérnök, a Mechanikai Laboratórium labormérnöke, PFLIEGEL PÉTER okl. vill. mérnök, a BME HEI tanársegédje, **MÓZES TIBOR** okl. vill. mérnök, DR. GÉHER KÁROLY BME—HEI egy. tanár, BALOGH DEZSŐ okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet osztályvezetője, NAGYSZEGHI FERENC okl. vill. mérnök, okl. gazdasági mérnök, a Telefongyár fejlesztőmérnöke, LŐRINCZ ENDRE okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet fejlesztőmérnöke.

Felelős szerkesztő: DR. TÓFALVI GYULA  
Szerkeszti a szerkesztő bizottság  
A szerkesztő bizottság elnöke: HORVÁTH IMRE  
Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

### HÍRADÁSTECHNIKA

Dr. Flesch István  
Forintos György  
Hermann Ákos  
May Péter  
Mérey Imréné  
Nagy György Gábor

### BHG

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

### ORION

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

### TERTA

Bánsági Pál  
Baján Tibor  
Benedek Elek  
Halmi Gábor  
Hutter Mihály



## Elliptikusan polarizált antenna jellemzése a komplex hatásos hosszal

KAPOR JÓZSEF  
Mechanikai Laboratórium

Az antenna olyan szerkezet, mely a tápvonalon vezetett elektromágneses teljesítményt jó hatásokkal képes elsugározni, illetőleg a környező térből elektromágneses hullámokat képes felfogni, vezetett hullámokká alakítani. Az antenna passzív, reciprok négy-pólusnak is felfogható, melyet egyik oldalról a csatlakozó tápvonal, a másiktól pedig a szabad tér specifikus impedanciája zár le. A modern antennatechnikában egyre gyakoribb, hogy sajátos követelmények kielégítéséhez az antennát erősítővel, kapacitásdiódákkal, ferrites eszközökkel stb. építik egybe, így létrehozva az antennák aktív és nem reciprok osztályát, melyekre a reciprocitás elve nem használható fel közvetlenül. Esetünkben feltételezzük, hogy az antenna nem tartalmaz aktív, ill. nem reciprok elemet, továbbá a vevőantennára beeső síkhullám monokromatikus hullámforrásból ered és a monokromatikus tulajdonságát a terjedés során is megtartja.

Az antenna mint négy-pólus transzferparaméterekkel (hatásos hossz, hatásos felület...), bemeneti (bemeneti impedancia) és kimeneti (sugárzási) paraméterekkel jellemezhető.

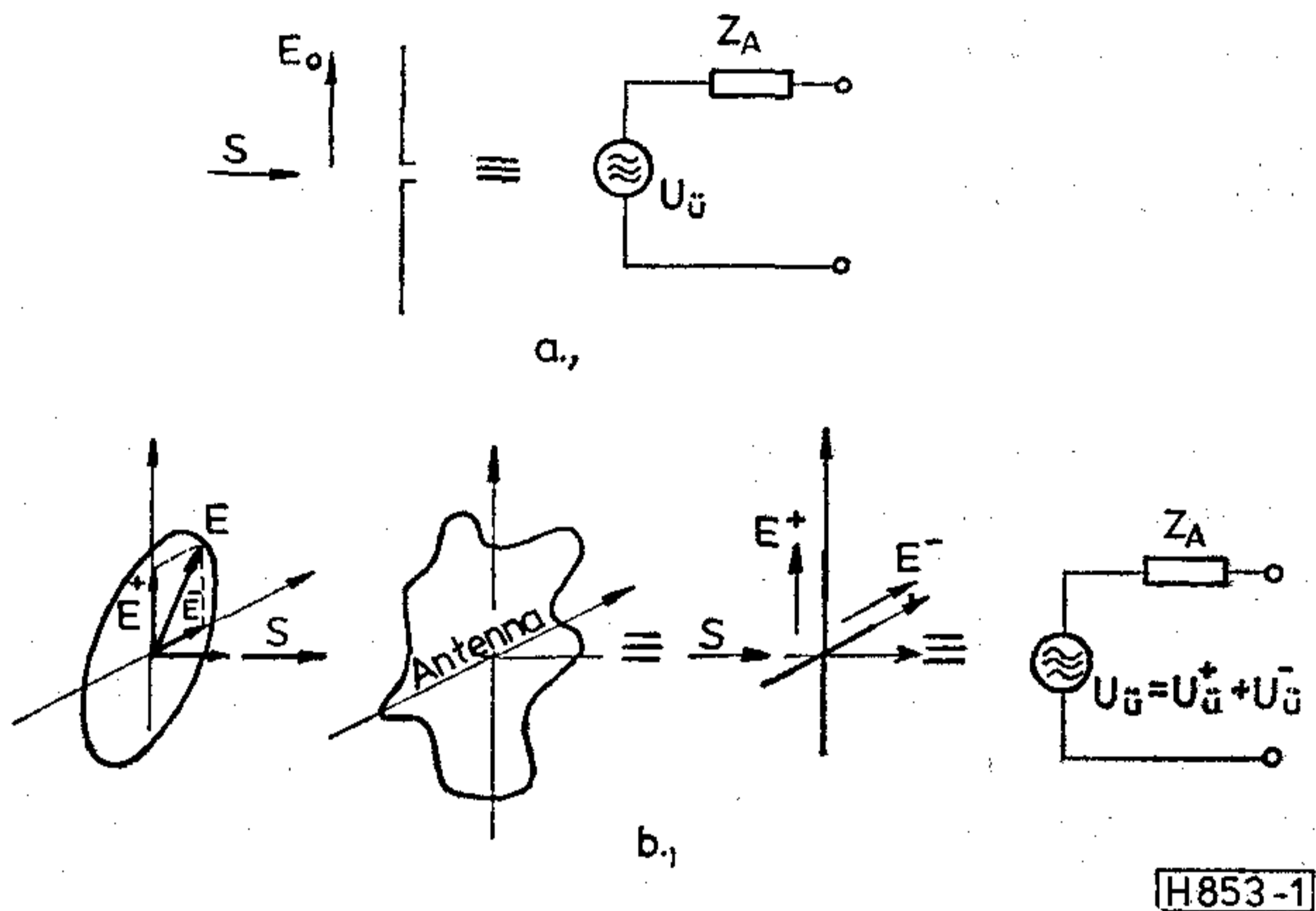
Ezek közül a komplex hatásos hosszal és a hatásos felülettel foglalkozunk részletesen, melyek segítségével az antenna valamennyi fontosabb jellemzőjét meghatározhatjuk.

### Elliptikusan polarizált antenna komplex hatásos hossza

A vevőantenna a tápvonal felől aktív kétpólusnak tekinthető (1. ábra), amelynél a generátor  $U_{\bar{u}}$  üresjárású feszültsége a hatásos hossz, a generátorból kivehető  $P_{\max}$  maximális teljesítmény a hatásos felület segítségével adható meg. Ez a szemléletes helyettesítőképp, amely a matematikai összefüggések felírását kényelmesebbé, jobban áttekinthetővé teszi, mindaddig használható, ameddig az antenna környezetében (közelterében) lejátszódó fizikai folyamatok a beeső térerősség amplitúdófüggvényétől függetlennek tekinthetők.

Lineáris egyenes vevőantenna  $h_{\text{eff}}$  effektív vagy hatásos hossza az 1. ábrán vázolt helyettesítőképp alapján:

$$h_{\text{eff}} = \frac{U_{\bar{u}}}{E_0}, \quad (1)$$



1. ábra.

ahol  $U_{\bar{u}}$  = a vevőantenna kapcsain mérhető üresjárású feszültség,

$E_0$  = a beeső síkhullám villamos térerősség vektorának az antennával párhuzamos komponense.

Az antenna hatásos hossza a reciprocitási tétel felhasználásával [1] az adónak kapcsolt antenna áramelosztásából számítva:

$$h_{\text{eff}} = \frac{1}{I_0} \int_0^l I(z) dz, \quad (2)$$

ahol  $I_0$  = az áram amplitúdója,

$I(z)$  = az áramelosztás a „z” tengely mentén elhelyezett antennán,

$l$  = az antenna geometriai hossza.

Egyenes antennáknál a gerjesztés hatására, az antennától „r” távolságban a térerősség ezzel a  $h_{\text{eff}}$  hatásos hosszal lesz arányos [2]:

$$E_t = \frac{z_0}{2\lambda r} I h_{\text{eff}} \sin \vartheta \cdot e^{j(\omega t - \beta r)}. \quad (3)$$

A  $h_{\text{eff}}$  skalár mennyiség és  $z_0 = 120 \pi$  Ohm.

Egy általános antenna tetszőleges irányból érkező elliptikusan polarizált hullámmal szemben mutatott vételképessége a lineáris egyenes antennák analógiájára szintén jellemezhető a hatásos hosszal. Az általános antennán tetszőleges típusú elliptikusan polarizált antennát értünk és ennek megfelelően a hatásos



hossz komplex lesz. Ebben az esetben kevésbé szemléletes ez a fogalom, mint a lineáris egyenes antennánál, de éppúgy egyértelmű kapcsolatot ad a beeső hullám térerősségvektora és a vevőantenna kapcsain megjelenő üresjárású feszültség között. Az általános vevőantennára felírható összefüggés az (1)-gyel analóg:

$$U_{\bar{u}} = E_{i0} h_v, \quad (4)$$

ahol  $U_{\bar{u}}$  = az antenna kapcsain megjelenő üresjárású feszültség,

$E_{i0}$  = a beeső térerősség amplitúdóvektora,

$h_v$  = a vevőantenna komplex hatásos hossza.

A komplex hatásos hossz a reciprocitási tétel alapján az adási jellemzőkből a (3) összefüggéssel analóg módon a következőképpen értelmezhető:

$$\bar{E}_i(\vartheta, \varphi, r, t) = \frac{Z_0}{2\lambda r} \bar{I} h_A(\vartheta, \varphi) e^{j(\omega t - \beta r)} = \bar{E}_0 \frac{e^{j(\omega t - \beta r)}}{r}. \quad (5)$$

Ugyanazon antennát adásra, ill. vételre használva a komplex hatásos hosszak a reciprocitási elvnek megfelelően természetesen azonosak. Ezt igazolja az a gyakorlati tény is, hogy akármilyen antennáról legyen szó, az adás, ill. vétel funkciójának a felcserélésével az antenna polarizációja változatlan marad. Az antenna polarizációja pedig (egy arányossági tényezőtől eltekintve) ekvivalens az antenna komplex hatásos hosszával, mint ahogy ezt a későbbiekben igazoljuk.

A komplex hatásos hossz, akárcsak a polarizáció az antennán kialakuló árameloszlással van szoros kapcsolatban. Az árameloszlás adóantennánál a bemenetre kapcsolt gerjesztés, vevőantennánál a környező elektromágneses tér hatására jön létre az antenna típusának, geometriai felépítésének megfelelően. Azonban csak lineáris egyenes antennák esetében van olyan egyszerű szemléletes kapcsolat az antenna geometriája és a hatásos hossz között, mint ahogy azt a (2) összefüggés mutatja. Általánosságban a  $\bar{h}$  komplex hatásos hossz a  $(\vartheta; \varphi)$  polárkoordináták valamilyen függvénye:

$$\hat{h}_{\vartheta} = |\hat{h}_{\vartheta}| e^{j\delta_{\vartheta}},$$

$$\hat{h}_{\varphi} = |\hat{h}_{\varphi}| e^{j\delta_{\varphi}}$$

$$\bar{h}(\vartheta; \varphi) = h_{\vartheta}(\vartheta, \varphi) \bar{e}_{\vartheta} + h_{\varphi}(\vartheta, \varphi) \bar{e}_{\varphi}. \quad (6)$$

A  $\delta_{\vartheta}, \delta_{\varphi}$  = tetszőleges fázisok;

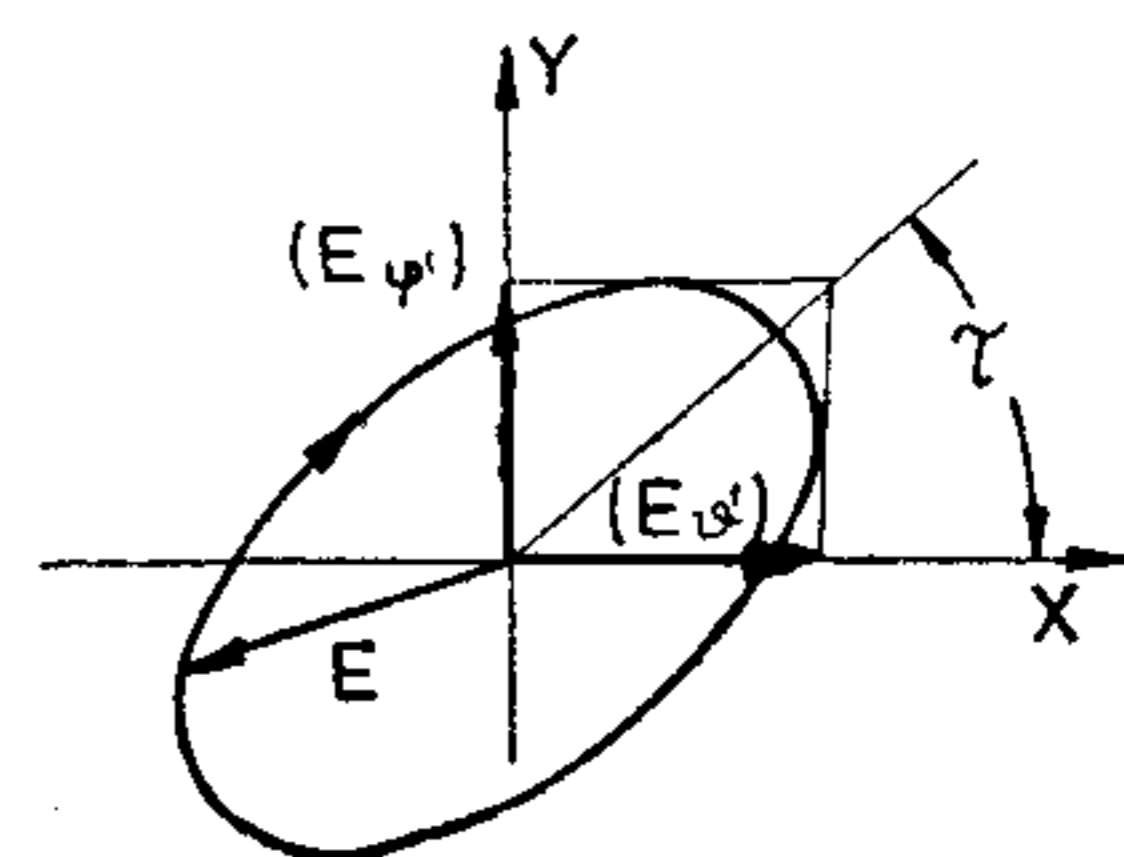
$\bar{e}_{\vartheta}, \bar{e}_{\varphi}$  = a polarizáció síkjában (a hullám terjedési vektorára merőleges síkban) ortogonális egységvektorok.

### A hatásos hossz és a polarizáció kapcsolata

Az (5) összefüggés bal és jobb oldalának összevetéséből triviális, hogy

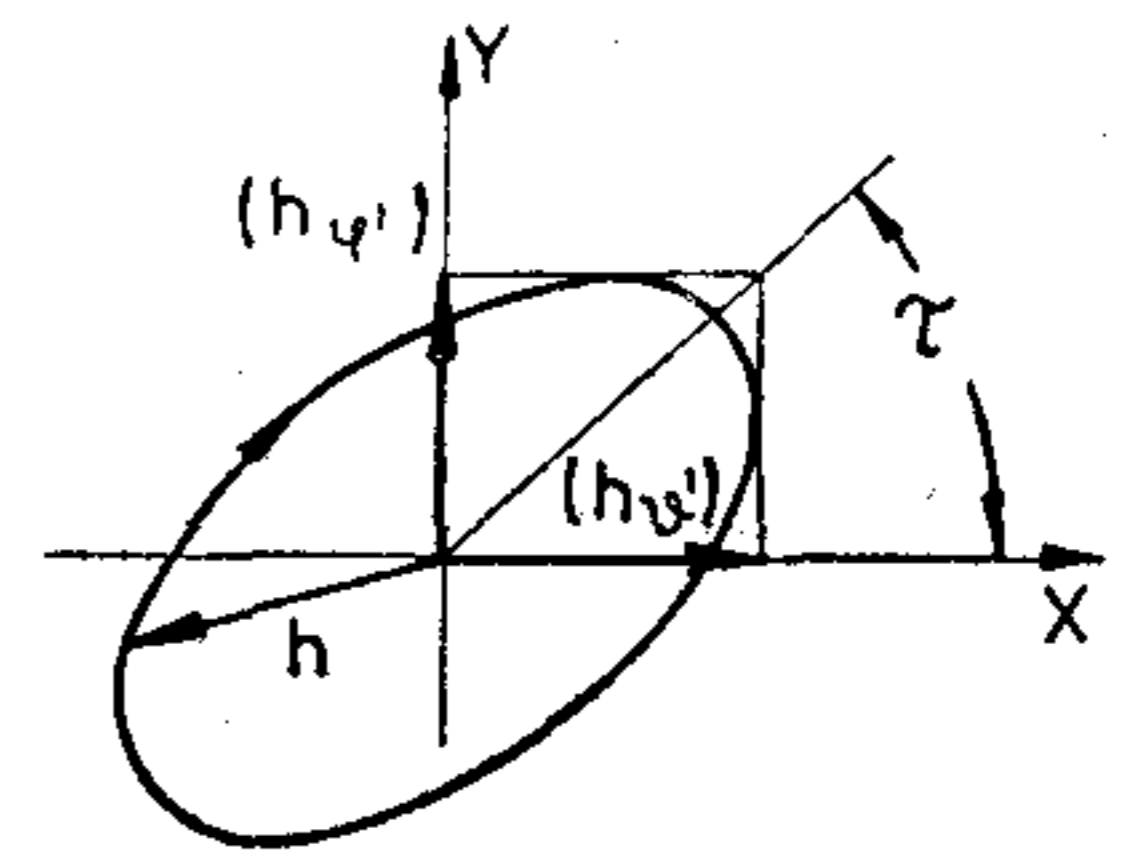
$$\bar{E}_0(\vartheta, \varphi) = c \bar{h}(\vartheta, \varphi), \quad (7)$$

ahol a „c” konstans mennyiség. Tehát az általános antenna által keltett, valamely  $(\vartheta, \varphi)$  koordinátákkal



H853-2

2. ábra.



H853-3

3. ábra.

jellemzett irányba haladó elliptikusan polarizált síkhullámot vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az  $\bar{E}_0$  amplitúdóvektor csak egy állandóban különbözik a hullámforrás komplex hatásos hosszától. Ez azt is jelenti, hogy az antenna által létrehozott tér, ill. síkhullám polarizációs tulajdonságainak a komplex hatásos hossza is hordozója, ha úgy tetszik meghatározója. Ennek megfelelően a síkhullám polarizációs tulajdonságait megadó polarizációs ellipszis (2. ábra) mellett, azzal analóg módon bevezethetjük a hullámforrás komplex hatásos hosszának a jellemzésére az ún. hatásos ellipszist (3. ábra). A hatásos ellipszist a következőképpen állíthatjuk elő. Az antenna komplex hatásos hosszát felhasználva, írjuk fel egy tetszőlegesen választott  $(\vartheta', \varphi')$  koordinátákkal rögzített irányban, a terjedésre merőleges síkban azt  $\bar{E}_{ot}$  amplitúdóvektort. A (7) összefüggés alapján:

$$\hat{\bar{E}}_{ot}(\vartheta', \varphi') = c \{ |\hat{h}_{\vartheta'}| e^{j\delta_{\vartheta'}} \bar{e}_x + |\hat{h}_{\varphi'}| e^{j\delta_{\varphi'}} \bar{e}_y \}$$

$$\hat{E}_{\vartheta'} = c |\hat{h}_{\vartheta'}| e^{j\delta_{\vartheta'}} = |\hat{E}_{\vartheta'}| e^{j\delta_{\vartheta'}} \quad (8)$$

$$\hat{E}_{\varphi'} = c |\hat{h}_{\varphi'}| e^{j\delta_{\varphi'}} = |\hat{E}_{\varphi'}| e^{j\delta_{\varphi'}},$$

ahol  $\bar{e}_x; \bar{e}_y$  ortogonális egységvektorok a terjedés irányára  $(\vartheta', \varphi')$  merőleges síkban.

Az antenna síkjában ( $z=0$ ) a komponens egyenletek az időfüggést figyelembevéve, valamint a „c” állandót elhagyva:

$$h_x = |\hat{h}_{\vartheta'}| \cos(\omega t + \delta_{\vartheta'}),$$

$$h_y = |\hat{h}_{\varphi'}| \cos(\omega t + \delta_{\varphi'}). \quad (9)$$

A 9. összefüggésből az időt kiküszöbölve a jól ismert polarizációs ellipszishez hasonló egyenlethez jutunk:

$$\frac{h_x}{|\hat{h}_{\vartheta'}|^2} + \frac{h_y}{|\hat{h}_{\varphi'}|^2} - 2 \frac{h_x h_y}{|\hat{h}_{\vartheta'}| |\hat{h}_{\varphi'}|} \cos \delta = \sin^2 \delta$$

$$\delta = \delta_{\vartheta'} - \delta_{\varphi'}. \quad (10)$$



Az ellipszis nagytengelyének az  $\bar{e}_x$  egységvektorral bezárt szöge:

$$\tau = \frac{1}{2} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{2|\hat{h}_\vartheta| |\hat{h}_\varphi| \cos \delta}{|\hat{h}_\vartheta|^2 - |\hat{h}_\varphi|^2} \quad (11)$$

Összehasonlításképpen az  $\bar{E}_{to}$  vektor által leírt polarizációs ellipszis egyenlete [3]:

$$\frac{E_x^2}{|\hat{E}_\vartheta|^2} + \frac{E_y^2}{|\hat{E}_\varphi|^2} - 2 \frac{E_x E_y}{|\hat{E}_\vartheta| |\hat{E}_\varphi|} \cos \delta = \sin^2 \delta. \quad (12)$$

A  $\tau$  orientációs szög:

$$\tau = \frac{1}{2} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{2|\hat{E}_\vartheta| |\hat{E}_\varphi| \cos \delta}{|\hat{E}_\vartheta|^2 - |\hat{E}_\varphi|^2}. \quad (13)$$

Ezzel igazoltuk, hogy az antenna polarizációja az antenna hatásos hosszával is jellemezhető, ill. használata azzal ekvivalens.

### A komplex hatásos hossz fizikai értelmezése

Az elliptikusan polarizált antennát két ortogonális helyzetű eltérő hosszúságú egyenes antennával helyettesítve, a komplex hatásos hossz fizikai tartalmát is szemléletesebbé tehetjük. A dipól antennákat úgy képzeljük el, hogy azok geometriai hossza az idő harmonikus függvénye szerint  $|h_\vartheta|$  és „0”, ill.  $|h_\varphi|$  és „0” értékek között változnak. Általánosságban a két antenna hosszváltozása nincs szinkronban; az egyik  $\delta$  fáziskülönbséggel előbb (ill. később) éri el a maximális hosszát, mint ahogy a másik. A modell alapján vevőantenna esetében az antenna kapcsain megjelenő  $U_u$  üresjárású feszültséget a két ortogonálisan elképzelt antennáról külön-külön levehető feszültségek összegeként vizsgálhatjuk.

$$\begin{aligned} U_u &= U^- + U^+ \\ U^- &= \hat{E}_{i0\vartheta} \hat{h}_\vartheta \\ U^+ &= \hat{E}_{i0\varphi} \hat{h}_\varphi. \end{aligned} \quad (14)$$

Az elérhető maximális vételi feszültséget akkor kapjuk, ha a beeső hullám polarizációs ellipszise, valamint a vevőantennához rendelhető hatásos ellipszis hasonlóak, ugyanakkor a nagy- és kistengelyek azonos irányításúak és az ellipsziseket leíró vektorok ellentétes irányban forognak. A vevőantenna kapcsairól nem vehető le teljesítmény, ha az egymáshoz hasonló hatásos, valamint a beeső síkhullám polarizációs ellipszise nagytengelyei egymásra merőlegesek és az ellipszisek forgásiránya megegyezik.

### Az antennajellemzők és a komplex hatásos hossz kapcsolata

Kimutattuk, hogy az antenna komplex hatásos hossza a tér tetszőleges irányában egyértelműen meghatározza az antenna polarizációs tulajdonságait. Most azt is igazoljuk, hogy a komplex hatásos hossz, mint az antennát helyettesítő passzív és recipro

négypólus transzferparamétere az antenna valamennyi fontosabb jellemzőjének a leírására alkalmas. Vegyük sorba az antenna legfontosabb jellemzőit, melyek alapdefinícióit és alapösszefüggéseit ismertnek tekintünk [4], [5]:

—  $D(\vartheta, \varphi)$  irányhatás.

Az antenna irányhatása valamely  $(\vartheta, \varphi)$  irányban:

$$\begin{aligned} D(\vartheta, \varphi) &= \frac{S(\vartheta, \varphi)}{S_a} = \frac{S(\vartheta, \varphi)}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} S(\vartheta, \varphi) d\Omega} = \\ &= \frac{\bar{E}_{to} \bar{E}_{to}^*}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} \bar{E}_{to} \bar{E}_{to}^* d\Omega}, \end{aligned} \quad (15)$$

ahol

$$S(\vartheta, \varphi) = \frac{\bar{E}_{to}(\vartheta, \varphi) \bar{E}_{to}^*(\vartheta, \varphi)}{240\pi} \quad (16)$$

a gerjesztett antenna által létrehozott Poynting vektor értéke valamely  $(\vartheta, \varphi)$  irányban.

$S_a$ : az antenna által egy „ $r$ ” sugarú gömbön létrehozott Poynting vektor átlagértéke:

$$d\Omega = \sin \vartheta d\vartheta d\varphi.$$

Az  $\bar{E}_{to}(\vartheta, \varphi) = c \cdot h(\vartheta, \varphi)$  helyettesítést elvégezve, a (15) definíció újabb alakja:

$$D = \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\frac{1}{4\pi} \oint_{4\pi} \bar{h} \bar{h}^* d\Omega}. \quad (17)$$

A (17) összefüggésben nem használtunk adásra vagy vételre vonatkozó indexeket, mert — mint ahogy már korábban rámutattunk — ugyanazon antennát adásra, ill. vételre használva a komplex hatásos hossz azonos.

— A  $g(\vartheta, \varphi)$  teljesítmény — és az  $f(\vartheta, \varphi)$  feszültség iránykarakterisztika.

A (17) jobboldalát szorozzuk be

$$\frac{\bar{h}_{\max} \cdot \bar{h}_{\max}^*}{\bar{h}_{\max} \cdot \bar{h}_{\max}^*} = 1\text{-gyel,}$$

ahol  $\bar{h}_{\max}$  az antenna maximális sugárzási, ill. vételi irányához tartozó komplex hatásos hosszát jelöli. Az így kapott összefüggést átcsoportosítva írhatjuk, hogy

$$D(\vartheta, \varphi) = D_{\max} \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*}. \quad (18)$$

A (18)-at az ismert

$$D(\vartheta, \varphi) = D_{\max} g(\vartheta, \varphi) \quad (19)$$

összefüggéssel összehasonlítva, a teljesítmény-iránykarakterisztika:

$$g(\vartheta, \varphi) = \frac{\bar{h} \cdot \bar{h}^*}{\bar{h}_{\max} \bar{h}_{\max}^*} = \frac{|\bar{h}|^2}{|\bar{h}_{\max}|^2}. \quad (20)$$



Ennek megfelelően a feszültség-iránykarakterisztika kifejezése:

$$f(\vartheta, \varphi) = \sqrt{g(\vartheta, \varphi)} = \frac{|\bar{h}|}{|\bar{h}_{\max}|} \quad (21)$$

—  $R_s$  sugárzási ellenállás.

A tápvonalhoz illesztett vevőantenna sarkairól levehető  $P_{\max}$  maximális teljesítmény:

$$P_{\max} = \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{8R_s} \quad (22)$$

Ugyanakkor a  $P_{\max}$  teljesítmény és az antenna  $A_h$  hatásos felületének a kapcsolatából:

$$P_{\max} = A_h \cdot S = \frac{\lambda^2}{4\pi} D \cdot S \quad (23)$$

A (22) és (23) összefüggések egyenlőségéből:

$$R_s = \frac{\pi}{2\lambda^2} \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{S \cdot D} \quad (24)$$

A (24)-be a (4), (16) és (17) kifejezéseket beírva, a sugárzási ellenállásra kapott eredmény:

$$R_s = \frac{30\pi}{\lambda^2} \iint_{4\pi} \bar{h} \bar{h}^* d\Omega \quad (25)$$

Ha a kettős integrált a „ $D$ ” irányhatás (17) összefüggéséből fejezzük ki, akkor a (25) újabb alakja:

$$R_s = 30 \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right)^2 \frac{|\bar{h}|^2}{D} \quad (26)$$

Veszteségmentes antenna esetében ez megegyezik az antenna kapcsain mérhető bemeneti impedancia valós részével.

### $T_A$ ZAJHŐMÉRSÉKLET

A szabadban elhelyezett vevőantenna természeténél fogva a hasznos információt kisugárzó hullámforráson kívül a különböző zajforrások zavaró terét is veszi. A zajforrások hatása az antenna  $T_A$  zajhőmérsékletével vehető figyelembe:

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \iint_{4\pi} D(\vartheta, \varphi) T(\vartheta, \varphi) d\Omega \quad (27)$$

ahol  $T(\vartheta, \varphi)$  az antenna környezetének zajhőmérséklet-eloszlása.

A  $T_A$  definíciója a komplex hatásos hossz felhasználásával:

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \frac{D_{\max}}{|\bar{h}_{\max}|^2} \iint_{4\pi} \bar{h} \bar{h}^* \cdot T d\Omega \quad (28)$$

### Az elliptikusan polarizált antenna hatásos felülete

Az előzőekben az antenna komplex hatásos hosszát használtuk fel a legfontosabb antennaparaméterek meghatározására, de ugyanúgy választhattuk volna

az antenna másik transzferparaméterét, a hatásos felületet ugyanerre a célra. Az elektromágneses tér és a vevőantenna kölcsönhatásának vizsgálatánál mindkét fiktív mennyiség bevezetése egyszerűbbé, szemléletesebbé teszi a bonyolult matematikai összefüggéseket. Esetünkben azért választottuk kiemelt jellemzőnek a hatásos hosszat, mert a tapasztalat szerint alkalmazása egyszerűbb és a lineáris antennákra való értelmezése szemléletesebb is a hatásos felületnél.

Az alábbiakban az elliptikusan polarizált antenna hatásos felületét határozzuk meg, figyelembe véve az antennának a lezáráshoz és a beeső hullám polarizációjához való illesztettségét.

A vevőantenna  $A_h$  hatásos felületének a definíciója:

$$A_h = \frac{P_{\max}}{S_0} = \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{8R_s S_0} \quad (29)$$

ahol  $P_{\max}$  az illesztett lezárt vevőantennából kivethető maximális teljesítmény;

$S_0$  az antennára főirányból beeső teljesítménysűrűség.

A hatásos felület és a nyereség közötti jól ismert összefüggés szerint a hatásos felület:

$$A_h = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_{\max} = \frac{\lambda^2}{4\pi} D_{\max} \cdot \eta_R \quad (30)$$

ahol  $G_{\max}$ ;  $D_{\max}$ : az antenna főirányra vonatkozó nyeresége és irányhatása;

$\eta$ : az Ohmos (diszzipatív) veszteséget kifejező tényező.

Veszteségmentes antennánál:

$$G = D \quad \text{és} \quad A_h = A_{h\max}$$

A (30) összefüggés arra az optimális esetre vonatkozik, amikor az antenna illesztett a lezáráshoz, továbbá a beeső síkhullám — melynek polarizációja illeszkedik a vevőantenna komplex hatásos hosszához — a fő vételi irányból érkezik a vételi ponthoz. A valóságban az optimális vételi feltételek általában nem biztosítottak és a hatásos felület a  $(\vartheta, \varphi)$  koordináták mellett az antennának a lezáráshoz, valamint a beeső hullám polarizációjához való illesztettségének a függvénye. Ezt figyelembe véve a hatásos felületre vonatkozó (30) összefüggést a következő felírásmóddal általánosíthatjuk [6], [7]:

$$A_h(\vartheta, \varphi) = \frac{\lambda^2}{4\pi} D(\vartheta, \varphi) \eta_R \eta_T \eta_p \quad (31)$$

Az  $\eta_T$  tényező

Ha  $Z_A = R_A + jX_A$  az antenna és  $Z_L = R_L + jX_L$  az antennát terhelő impedancia, akkor az antenna és a lezárás közötti illesztettség mértékét megadó  $\eta_T$  tényező:

$$\eta_T = \frac{4R_A R_L}{(R_A + R_L)^2 + (X_A + X_L)^2} \quad (32)$$



A  $\Gamma$  reflexiós tényezőt bevezetve:

$$\eta_r = 1 - |\Gamma|^2,$$

ahol

$$\Gamma = \frac{Z_A - Z_L^*}{Z_A + Z_L}.$$

Az  $\eta_r$  tényező szélső értékeit illesztés ( $Z_A = Z_L^*$ ,  $\eta_r = 1$ ), valamint az antenna kapcsainak rövidre zárása, ill. szakadása esetén veszi fel ( $Z_L = 0$  vagy  $Z_L = \infty$ ;  $\eta_r = 0$ ).

Az  $\eta_p$  tényező

Az  $\eta_p$  tényező a beeső hullám polarizációjának a vevőantenna komplex hatásos hosszához (ill. polarizációjához) való illeszkedés mértékére jellemző. A hatásos felület veszteségmentes antennát és illesztett lezárást feltételezve:

$$A_h(\vartheta, \varphi) = \frac{U_{\bar{u}} U_{\bar{u}}^*}{8R_s S(\vartheta, \varphi)}. \quad (33)$$

A (33) összefüggés a (4), (16) és (26) felhasználásával az egyszerűsítések elvégzése után a következő alakú:

$$A_h(\vartheta, \varphi) = \frac{\lambda^2}{4\pi} D \frac{|\bar{E}_{io} \bar{h}_v|^2}{|\bar{E}_{io}|^2 |\bar{h}_v|^2}. \quad (34)$$

Innen a polarizáció illesztést megadó  $\eta_p$  tényező:

$$\eta_p = \frac{|\bar{E}_{io} \bar{h}_v|^2}{|\bar{E}_{io}|^2 |\bar{h}_v|^2}. \quad (35)$$

Ha az  $\bar{E}_{io} = c\bar{h}_A$  helyettesítést elvégezzük, akkor az  $\eta_p$  tényező az adó- ( $h_A$ ) és a vevőantenna ( $h_V$ ) komplex hatásos hosszaival felírva:

$$\eta_p = \frac{|\bar{h}_A \cdot \bar{h}_V|^2}{|\bar{h}_A|^2 |\bar{h}_V|^2}. \quad (36)$$

A (36) összefüggésből jól látható, hogy két teljesen egyforma elliptikusan polarizált antenna egyikét adó-, másikat vevőantennaként használva, az összeköttetési rendszerben a polarizációillesztés nem lesz optimális. Maximális polarizációillesztést akkor érhetünk el, ha az adó- és a vevőantennák komplex hatásos hosszai komplex konjugált kapcsolatban van-

nak egymással. Ilyenkor az adó- és vevőantennákhoz rendelhető hatásos ellipszisek egymás tükörképei, ill. található olyan arányossági tényező, melynek segítségével egymás tükörképeivé tehetők. Ezt szemlélteti a 4. ábra, ahol a hatásos ellipsziseket közös koordinátarendszerbe rajzolva látható, hogy az ellipszisek tengelyei egymásnak komplex konjugáltjai és az ellipsziseket leíró  $\bar{h}_A$  és  $\bar{h}_V$  síkvektorok forgásiránya megegyezik.

A valóságban a monokromatikus forrásból eredő polarizált hullám sohasem ideális, zajtól izolált környezetben terjed. Az időben véletlenszerűen változó, statikusan független polarizálatlan zajtér, mely többnyire a hullámok diszperziójából és a környezet termikus zajából ered, hozzáadódva a hasznos információt hordozó polarizált térhez, részben polarizált [8] eredő teret eredményez. A terjedés során időtől függő valószínűségi változóvá váló polarizáció figyelembevételéhez a hatásos felület (31) összefüggése további kiegészítésre, általánosításra szorul [9]. Ugyanakkor a hatásos felület a (31) kifejezéssel megadott formában, a tett kiinduló feltevések mellett általános érvényűnek tekinthető.

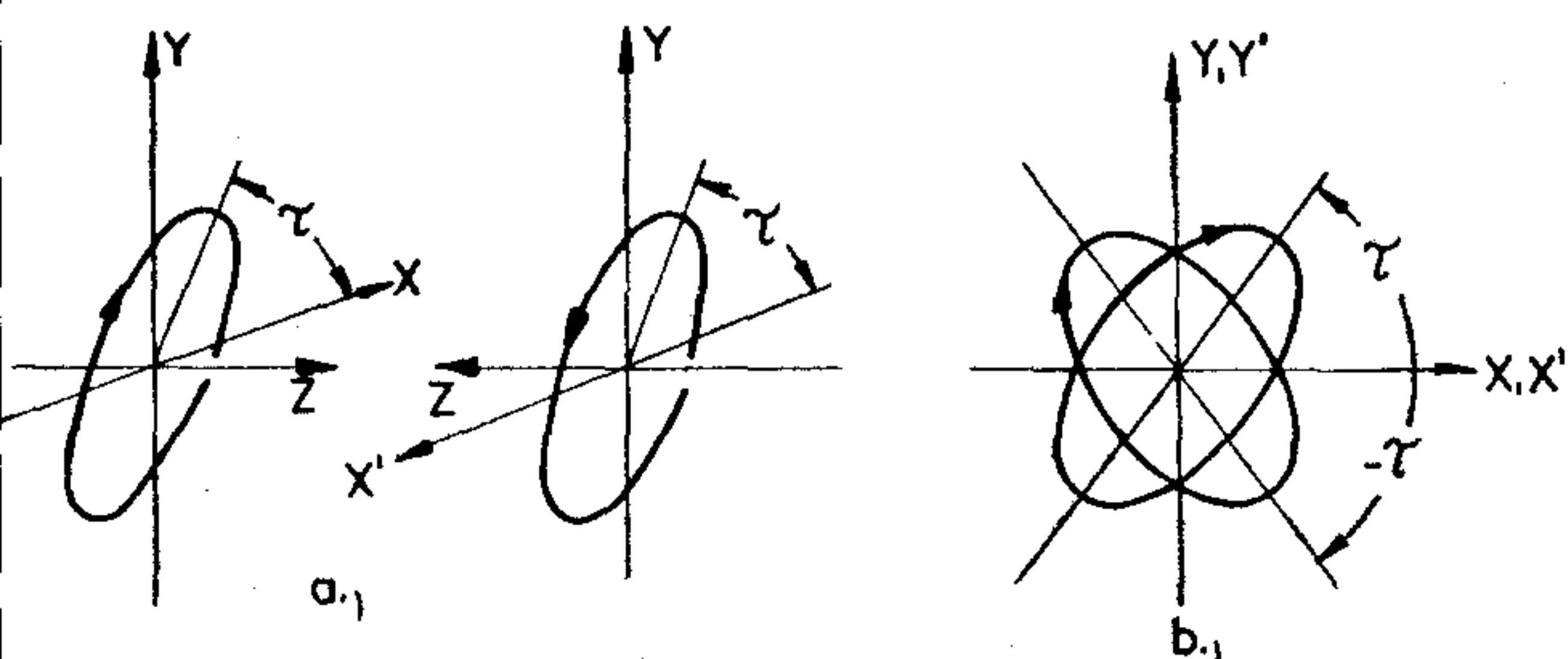
## Következtetések

Ebben a cikkben az elliptikusan polarizált tér és az általános vevőantenna kölcsönhatását vizsgáltuk a vevőantenna 1. ábrán látható áramköri modellje alapján. A polarizációs ellipszissel analóg módon bevezettük a hatásos ellipszist, melynek segítségével fizikai értelmet adtunk a komplex hatásos hosszaknak. Általánosítottuk az antenna polarizációjával szoros kapcsolatban álló komplex hatásos hossz használatát az elliptikusan polarizált antennák jellemzőinek meghatározásában. A végzett analízis alapján a következő tényszerű megállapításokat tehetjük:

- a hatásos hossz teljes értékű jellemzőnek tekinthető;
- a hatásos hosszal (a tett feltevések mellett) egységesen tárgyalhatók az antennák;
- a hatásos hosszal felírt antennajellemzők visszaadják a megszokott hagyományos definíciók alapján számított, ill. már ismert esetek eredményeit és egyéb bonyolult esetekben is jól használhatók;
- az általános antennák hatásos felületükkel való jellemzésénél is célszerű a hatásos hossz alkalmazása.

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezem ki köszönetem Szekeres Béla egyetemi adjunktusnak, volt tudományos témavezetőmnek, aki az adott témakörrel foglalkozó munkáinak kéziratát a rendelkezésemre bocsátotta. Továbbá köszönettel tartozom Ferencz Csabának, a műszaki tudományok doktorának, akivel való szakmai beszélgetések és konzultációk a cikk megírásában segítettek.



H853-4

4. ábra.



- [1] *Dr. Simonyi Károly*: Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó, Bp. 1967.  
 [2] *Dr. Istvánffy Edvin*: Távonalak, antennák és hullámterjedés. Tankönyvkiadó, Bp. 1979.  
 [3] *Born and Wolf*: Principles of Optics, Pergamon, Press, 1975.  
 [4] *Dr. Almásy György*: Mikrohullámú kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1973.

- [5] *J. D. Kraus*: Antennas. Mc Graw-Hill, 1950.  
 [6] *Chen To Tai*: On the Definition of the Effective Aperture of Antennas, IRE Trans on. Ant. and Prop. p. 22 March, 1961.  
 [7] *Kapor József*: Diplomamunka 1975 BME.  
 [8] *H. C. KO.*: On the Reception of Quasi-Monochromatic, Partially Polarized Radio Waves, Proc. IRE p. 1950. sept. 1962.  
 [9] *R. C. Hansen*: Microwave Scanning Antennas I. Academic Press 1964.

## Balogh Pál



Április 19-én, 73 éves korában elhunyt Balogh Pál.

Gépészmérnöki diplomával a postánál kezdett dolgozni. Közvetlenül a felszabadulás után a Szegedi Postaműszaki Igazgatóság helyettes vezetője, majd 1947-től vezetője. A II. világháborúban a szegedi körzet hírközlő berendezései elpusztultak, ezeket a Balogh Pál vezette gárda építette újjá, ezért a munkáért ismételten elnyerték az élüzem címet.

Balogh Pált 1951-ben Budapestre helyezték az Országos Tervhivatalhoz főelőadónak. Azt a bizottságot vezette, amelynek feladata volt kidolgozni a híradástechnikai ipar korszerűsítésére és az egyes üzemekben a gyártmányfejlesztések létrehozására vonatkozó javaslatokat. E határozat és az abban foglaltak teljesítésének előmozdítására létrehozták a Tárcaközi Híradástechnikai Tanácsot, amelynek titkárává Balogh Pált nevezték ki. E beosztásában a hírközlés és hírközlési ipar területén dolgozó szak-

emberek nagy elismerését vívta ki, mert áldozatos munkával segített előmozdítani a műszaki fejlesztést, és létrehozni a híradástechnikai ipart speciális anyagokkal — így nagyfrekvenciás kerámiákkal, mágneses anyagokkal stb. — ellátó kutató, fejlesztő és gyártó bázisokat.

Az 1955—1956. években Balogh Pál annak a szakértői bizottságnak a titkára, amelyet dr. Winter Ernő akadémikus vezet. Ez a bizottság dolgozta ki a híradástechnikai iparág fejlesztésének II. ötéves tervét. E munkáját ismerték el 1956-ban Munka Érdeméremmel.

Balogh Pál 1957-től a KGST-GÁB 9. Híradástechnikai szekciója magyar tagozatának, majd 1967-től a KGST Rádiótechnikai és Elektronikai Ipari Állandó Bizottsága magyar kormánybizottságának, továbbá a KGM és az érintett szovjet minisztériumok közötti közvetlen együttműködés bizottságainak titkára. Balogh Pál e beosztásában jelentős szerepet töltött be a hazai híradástechnika nemzetközi kap-

csolatainak kiépítésében és sikeres vitelében. 1967-ben a Gépipar Kiváló Dolgozója lett, 1970-ben ment nyugdíjba.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesületnek megalakulása óta egyik legjelentősebb egyénisége volt. Hosszú időn át volt a végrehajtó bizottság és elnökség tagja, számos egyesületi konferencia és tanácskozás szervezésében vett részt. Közreműködött az 1970-es években nyugdíjasként az egyesületi ügyvitel újjászervezésében. 1974-ben Puskás Tivadar emlékéremmel tüntették ki.

Folyóiratunknak Balogh Pál egyik megalapítója és a szerkesztő bizottságnak kezdetétől tagja volt. Ő volt a Híradástechnika második főszerkesztője 1957 és 1966 között. Balogh Pál szervezte meg a szerkesztőséget abban a formában, ahogy az a legutóbbi évekig működött. Az addig negyedévenként rendszertelenül megjelenő szaklap a keze alatt rendszeresen megjelenő folyóirattá vált. Megteremtette a rendszeres megjelenés alapját képező szerkesztőségi ügyviteli rendet, maga köré írástudó szakemberekből gárdát szervezett, és kiépítette a lap külső kapcsolatainak csatornáit. A folyóirat szerkesztésében szinte haláláig közreműködött mint tudományos szerkesztő és a szemle rovat készítője. Még ez év elején is közöltünk olyan szemléket, melyeket ő állított össze.

Balogh Pál minden emberi tulajdonságában a legkiválóbbak közé tartozott. Tanította, segítette munkatársait, a folyóirat ifjú botladozó szerzőit. Kiváló szervezőképességével, műszaki tudásával, tárgyalóképességével, a legbonyolultabb kérdésekben való gyors úttalalásának képességével mintaképül szolgált.

Éppen ezért nehéz elhinni, hogy Balogh Pál már nincs közöttünk.



# Híradástechnikai hálózati transzformátorok melegedésvizsgálata

PFLIEGEL  
PÉTER

BME  
HÍRADÁSTECHNIKAI  
ELEKTRONIKA  
INTÉZET

## Bevezetés

A transzformátorméretezés optimalizálásának sarkalatos pontja a melegedési viszonyok pontos ismerete. Az optimális tervezést legtöbbször éppen az hiúsítja meg, hogy a transzformátor hőátadási képességét — az erre vonatkozó pontos adatok hiányában — biztonsági okokból alábecsülik. A transzformátorok hőátadásának mechanizmusát ezért a korábbi méretezési eljárásban [2, 3] alkalmazott termikus modellnél részletesebb modell alapján tárgyaltuk, és a modell helyességét mérési sorozattal igazoltuk. A mérés eredményei alapján módosítottuk a méretezési eljárásnak [2] és a tervező programnak [3] a magméret kiválasztásával kapcsolatos részét. A módosítás hatását az eredeti és a módosított tervező programmal [1] is futtatott mintapélda eredményeinek összehasonlítása szemlélteti.

## A termikus modell

A transzformátor melegedésén ( $\Delta T$ ) a transzformátor és a környezet hőmérsékletének különbségét értjük:

$$\Delta T = T_{tr} - T_k \quad (1)$$

A transzformátor melegedését a benne keletkező veszteségi teljesítmény ( $P_d$ ) okozza:

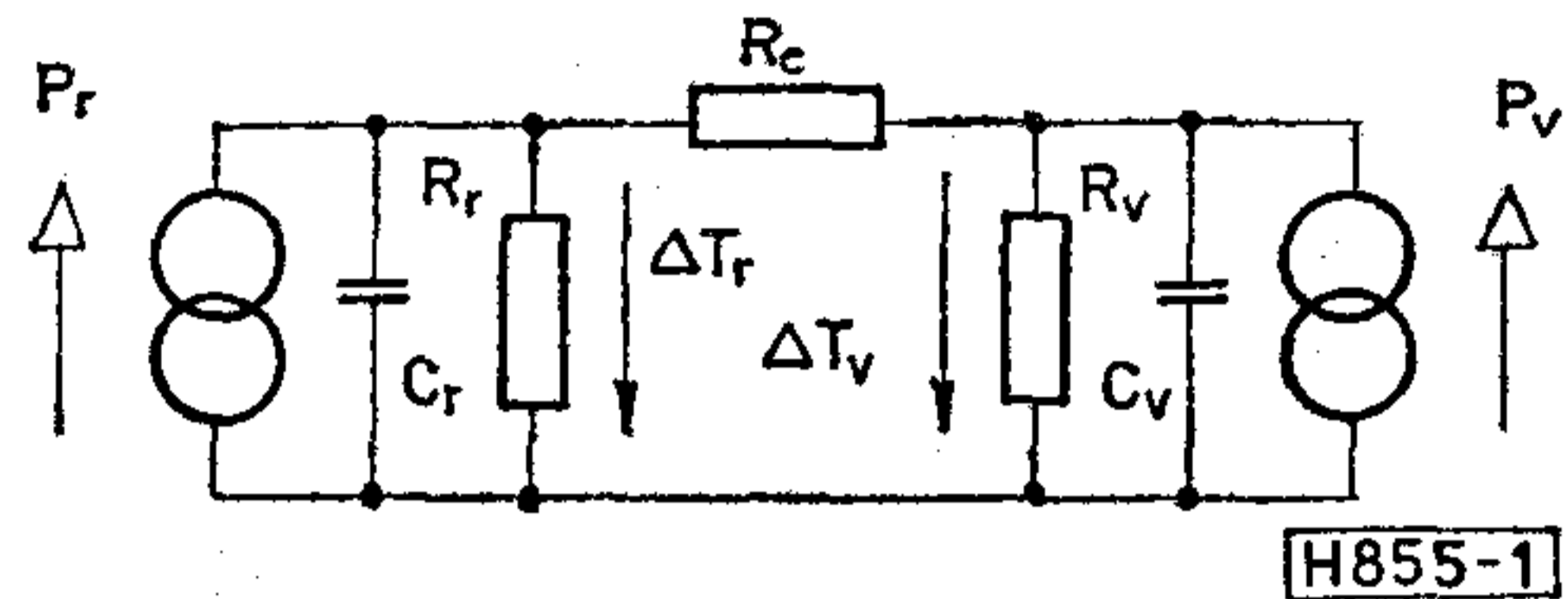
$$P_d = P_r + P_v, \quad (2)$$

ahol  $P_r$  a rézveszteségi teljesítmény,  $P_v$  pedig a vasveszteségi (hiszterézis és örvényáramú) teljesítmény.

A transzformátor hőátadási képességét a veszteségi teljesítmény és a hozzá tartozó melegedés hányadosával, a hőátadási tényezővel ( $k_T$ ) jellemzik [4, 5]:

$$k_T = P_d / \Delta T. \quad (3)$$

Az eddigiek szerint a transzformátort egyetlen, mindenütt azonos hőmérsékletű testnek tekintettük. A tapasztalat azonban azt mutatja, hogy ez az esetek többségében nem igaz. A csévetest termikus szigetelése miatt a tekercselés és a mag melegedése egymástól eltérő, mivel a kétfajta veszteségi teljesítmény bizonyos fokig elkülönítve fejti ki hatását, azaz a rézveszteség főleg a tekercseket, a vasveszteség pedig főleg a magot melegíti. A tekercselés és a mag ugyan-



1. ábra. A transzformátor kétidőállandós termikus modellje

akkor külön-külön azonos hőmérsékletűnek vehető, mivel fémek lévén jó hővezetők.

A fenti elgondolások alapján — a hőtan és a vilamosságtan alapfogalmai közötti analógiát felhasználva [6] — a transzformátort az 1. ábrán látható termikus helyettesítő képpel modelleztük. Az ábrán  $P_r$  és  $P_v$  a réz- és a vasveszteségi teljesítmény (hőáram),  $\Delta T_r$  és  $\Delta T_v$  a tekercselés és a mag melegedése,  $R_r$ ,  $R_v$  és  $C_r$ ,  $C_v$  a tekercselés és a mag környezethez képesti hőellenállása és hőkapacitása,  $R_c$  a csévetest hőellenállása a tekercselés és a mag között. A modellalkotás során elhanyagoltuk a csévetest hőkapacitását és a környezethez képesti hőellenállását, mivel a csévetest tömege és szabad felülete a tekercselés és a mag tömegéhez és szabad felületéhez képest kicsi.

A tervező a tekercselés maximális hőmérsékletét írja elő, mivel a transzformátor meghibásodása szempontjából ez a kritikus. A tekercselés állandósult (maximális) melegedése ( $\Delta T_{rM}$ ) az 1. ábra alapján:

$$\Delta T_{rM} = \lim_{t \rightarrow \infty} \Delta T_r(t) = P_r [R_r \times (R_c + R_v)] + P_v [R_v \times (R_c + R_r)] \frac{R_r}{R_c + R_r}. \quad (4)$$

Vezessük be a tekercselésre vonatkozó hőátadási tényező ( $k_T$ ) és a hőellenállás-arány ( $r$ ) fogalmát:

$$k_T = \frac{1}{R_r \times (R_c + R_v)}, \quad r = \frac{R_v + R_c}{R_v}. \quad (5)$$

E fogalmakkal a (4) összefüggés:

$$\Delta T_{rM} = \frac{P_r}{k_T} + \frac{P_v}{rk_T}. \quad (6)$$

Célunk a helyettesítő kép hőellenállásainak meghatározása, mivel — (5) és (6) szerint — ezek szabják meg a tekercselés állandósult melegedését.



A hőellenállások elméleti úton történő meghatározása igen nehéz, közvetlen mérésük nem lehetséges. Meghatározásukat ezért ismert hőárammal gerjesztett hálózat melegedsmérésére vezetjük vissza.

### Számítási eljárás

A számítási eljárás egyszerűsítése érdekében a transzformátor tekercsein egyenáramot vezetünk át. Ekkor vasvesztés nem keletkezik ( $P_v=0$ ), így az 1. ábra jobb oldali áramgenerátora elhagyható.

Milyen a rézvesztési teljesítmény időfüggése? A számítás szempontjából az állandó rézvesztés lenne a legkedvezőbb. Ez azonban nem teljesül sem állandó feszültségű, sem állandó áramú meghajtáskor, mivel a melegedő tekercs a huzalanyag fajlagos ellenállásának hőfokfüggése miatt változtatja ellenállását:

$$R(t) = R_0[1 + \alpha \Delta T_r(t)], \quad (7)$$

ahol  $R_0$  a tekercs ellenállása a környezeti hőmérsékleten,  $\alpha$  a huzalanyag fajlagos ellenállásának hőfoktényezője,  $\Delta T_r(t)$  a tekercs melegedésének időfüggvénye.

A tekercs állandó feszültségű ( $U_0$ ) meghajtása egyszerűen megoldható. Ez esetben a rézvesztés:

$$P_r(t) = \frac{U_0^2}{R_0[1 + \alpha \Delta T_r(t)]} = \frac{P_0}{1 + \alpha \Delta T_r(t)}. \quad (8)$$

A (8) függvény azonban a számítás szempontjából kedvezőtlen, mert  $P_r(t)$  Laplace-transzformáltja, amelyre a későbbiekben szükség van, nem állítható elő zárt alakban. A tekercs állandó áramú táplálása esetén viszont

$$P_r(t) = I_0^2 R_0 [1 + \alpha \Delta T_r(t)] = P_0 [1 + \alpha \Delta T_r(t)]. \quad (9)$$

Ezzel az említett számítási nehézség elesik, ugyanakkor a feladat mérés technikailag sem lett bonyolult [7].

Tételezzük fel továbbá, hogy egyidejűleg mérjük a tekercselés és a mag melegedését. Írjuk fel a melegedések időfüggvényeit a helyettesítő kép alapján a Kirchhoff-törvények felhasználásával:

$$\Delta T_r(t) = \frac{1}{C_r} \int_0^t \left[ P_r(t) - \frac{\Delta T_r(t)}{R_r} - \frac{\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)}{R_c} \right] dt \quad (10)$$

$$\Delta T_v(t) = \frac{1}{C_v} \int_0^t \left[ \frac{\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)}{R_c} - \frac{\Delta T_v(t)}{R_v} \right] dt. \quad (11)$$

A (10), (11) egyenletek csak akkor teljesülnének maradéktalanul, ha a felvett termikus modell tökéletesen fedné a valóságot, és a melegedés-idő függvényeket abszolút pontosan mérnénk. E két feltétel egyike sem teljesül. A véletlenszerű mérési hibák hatása azonban csökkenthető, ha a  $\Delta T_r(t)$  és  $\Delta T_v(t)$  melegedés-idő függvényeket több időpontban mérjük.

Írjuk fel a (10), (11) egyenleteket  $t=t_i$  időpontokra ( $i=1, 2, \dots, n$ ), és képezzük az egyenletek nullára rendezett alakjainak négyzetösszegét. Ezt a négyzet-

összeget a helyettesítő kép elemértékeinek függvényében minimalizálva meghatározható a termikus modell elemeinek olyan értékegyüttese, amellyel a modell a legkisebb hibával közelíti a mért melegedéseket [8].

Az elmondottak alapján legyen a minimalizálandó hibafüggvény:

$$H(R_r, R_v, R_c, C_r, C_v) = \sum_{i=1}^n \left\{ \int_0^{t_i} \left[ \frac{\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)}{R_c} - \frac{\Delta T_v(t)}{R_v} \right] dt - \Delta T_v(t_i) C_v \right\}^2 + \sum_{i=1}^n \left\{ \int_0^{t_i} \left[ P_0 [1 + \alpha \Delta T_r(t)] - \frac{\Delta T_r(t)}{R_r} - \frac{\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)}{R_c} \right] dt - \Delta T_r(t_i) C_r \right\}^2. \quad (12)$$

A hibafüggvény minimumában  $\text{grad } H = 0$ , azaz

$$\frac{\partial H}{\partial \frac{1}{R_r}} = \frac{\partial H}{\partial \frac{1}{R_v}} = \frac{\partial H}{\partial \frac{1}{R_c}} = \frac{\partial H}{\partial C_r} = \frac{\partial H}{\partial C_v} = 0. \quad (13)$$

A gradiens (13) szerinti összetevőit előállítva és zérussal egyenlővé téve, egy ötismeretlenes, inhomogén, lineáris algebrai egyenletrendszert kapunk:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & 0 & a_{13} & a_{14} & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & 0 & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & 0 & a_{43} & a_{44} & 0 \\ 0 & a_{52} & a_{53} & 0 & a_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/R_r \\ 1/R_v \\ 1/R_c \\ C_r \\ C_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ 0 \\ b_3 \\ b_4 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (14)$$

ahol

$$a_{11} = \sum_{i=1}^n \left[ \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt \right]^2, \quad a_{22} = \sum_{i=1}^n \left[ \int_0^{t_i} \Delta T_v(t) dt \right]^2,$$

$$a_{33} = 2 \sum_{i=1}^n \left\{ \int_0^{t_i} [\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)] dt \right\}^2,$$

$$a_{44} = \sum_{i=1}^n [\Delta T_r(t_i)]^2, \quad a_{55} = \sum_{i=1}^n [\Delta T_v(t_i)]^2$$

$$a_{13} = a_{31} = \left[ \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt - \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_v(t) dt \right] \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt,$$

$$a_{23} = a_{32} = \left[ \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_v(t) dt - \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt \right] \sum_{i=1}^n \int_0^{t_i} \Delta T_v(t) dt,$$

$$a_{14} = a_{41} = \sum_{i=1}^n \Delta T_r(t_i) \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt,$$



$$a_{25} = a_{52} = \sum_{i=1}^n \Delta T_v(t_i) \int_0^{t_i} \Delta T_v(t) dt,$$

$$a_{34} = a_{43} = \sum_{i=1}^n \Delta T_r(t_i) \int_0^{t_i} [\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)] dt,$$

$$a_{35} = a_{53} = \sum_{i=1}^n \Delta T_v(t_i) \int_0^{t_i} [\Delta T_v(t) - \Delta T_r(t)] dt,$$

$$b_1 = P_0 \sum_{i=1}^n \left[ t_i + \alpha \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt \right] \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt,$$

$$b_3 = P_0 \sum_{i=1}^n \left[ t_i + \alpha \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt \right] \int_0^{t_i} [\Delta T_r(t) - \Delta T_v(t)] dt,$$

$$b_4 = P_0 \sum_{i=1}^n \left[ t_i + \alpha \int_0^{t_i} \Delta T_r(t) dt \right] \Delta T_r(t_i).$$

Az egyenletrendszert Gauss—Jordan-féle részleges főelem-kiválasztással [9] megoldva kaptuk a helyettesítő kép elemértékeit.

Kétségtelen, hogy az így kapott elemértékekkel közelítjük meg legjobban a mért  $\Delta T_r(t)$  és  $\Delta T_v(t)$  melegedés-idő függvényeket. Ellenőriznünk kell azonban, hogy ez a közelítés mennyire jó, azaz — a mérési hibáktól eltekintve — mennyire közelíti az alkalmazott termikus modell a valóságot.

A közelítő elméleti melegedés-idő függvények meghatározására írjuk fel először ezek Laplace-transzformáltjait:

$$\Delta T_r\{p\} = P_r\{p\} Z_{11}(p), \quad (15)$$

$$\Delta T_v\{p\} = P_r\{p\} Z_{21}(p), \quad (16)$$

ahol  $P_r\{p\}$  a  $P_r(t)$  Laplace-transzformáltja,  $Z_{11}(p)$  és  $Z_{21}(p)$  a helyettesítő kép elemei által alkotott négy-pólus bemeneti és transzfer impedanciája:

$$P_r\{p\} = P_0 \left[ \frac{1}{p} + \alpha \Delta T_r\{p\} \right], \quad (17)$$

$$Z_{11}(p) = \frac{p+d}{C_r(p^2+pg+h)}, \quad Z_{21}(p) = \frac{e}{C_r(p^2+pg+h)}, \quad (18)$$

ahol

$$d = \frac{1}{(R_v \times R_c) C_v}, \quad e = \frac{1}{R_c C_v},$$

$$g = \frac{(1 + R_r/R_v) C_r + 2C_v}{R_c C_r C_v}, \quad h = \frac{R_r + R_v + R_c}{R_r R_v R_c C_r C_v}.$$

$P_r\{p\}$  és  $Z_{11}(p)$  (17), (18) szerinti alakját a (15) egyenletbe helyettesítve, és ebből a melegedést kifejezve:

$$\Delta T_r\{p\} = \frac{P_0}{p C_r} \frac{p+d}{p^2+pg'+h'}, \quad (19)$$

ahol

$$g' = g - \frac{\alpha P_0}{C_r} \quad \text{és} \quad h' = h - \frac{d \alpha P_0}{C_r}.$$

A (16) egyenletből az előzőkhöz hasonlóan kapjuk:

$$\Delta T_v\{p\} = \frac{P_0}{p C_r} \frac{e}{p^2+pg'+h'}. \quad (20)$$

A (19) és (20) kifejezések inverz Laplace-transzformáltjai a melegedés-idő függvények:

$$\Delta T_r(t) = \text{inv } \mathcal{L}[\Delta T_r\{p\}] = \frac{dP_0}{h' C_r} \left[ 1 + \frac{(d-\alpha_1)\alpha_2}{d(\alpha_1-\alpha_2)} e^{-\alpha_1 t} + \frac{(d-\alpha_2)\alpha_1}{d(\alpha_2-\alpha_1)} e^{-\alpha_2 t} \right], \quad (21)$$

és

$$\Delta T_v(t) = \text{inv } \mathcal{L}[\Delta T_v\{p\}] = \frac{eP_0}{h' C_r} \left[ 1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1-\alpha_2} e^{-\alpha_1 t} + \frac{\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1} e^{-\alpha_2 t} \right], \quad (22)$$

ahol  $\alpha_1 \alpha_2 = h'$  és  $\alpha_1 + \alpha_2 = g'$ .

A (21) és (22) függvényeket rárajzoltuk a mérés felvett melegedésgörbékre, azokkal megegyező léptékben. A számított és a mért görbék sok esetben vonalvastagságon belül fedték egymást, de a többi esetben sem volt az eltérés nagyobb 2%-nál.

Az itt ismertetett számítási módszert követve programot írtunk az EMG 666 számítógépre. A program először bekéri a mérési időpontok számát ( $n$ ), a szomszédos mérési pontok közötti időközt ( $t_{i+1} - t_i$ ) és a kezdeti rézvesztési teljesítményt ( $P_0$ ). Ezután a program sorra lekérdezi a mért melegedéspárokat ( $\Delta T_r(t_i)$ ,  $\Delta T_v(t_i)$ , ( $i=1, 2, \dots, n$ )). Az utolsó adatpár beadása után kiszámítja a helyettesítő kép elemértékeit, majd bekéri az ellenőrzés céljából készítendő rajz vízszintes léptékét (s/mm). A függőleges lépték állandó, mivel a transzformátorokat közel azonos hőmérsékletre melegítettük. A vízszintes lépték beadása után a számítógép által vezérelt rajzoló elkészíti a helyettesítő kép elemértékeiből és a rézvesztési teljesítményből kiszámított melegedésgörbét a mért görbékkel azonos léptékben, ha a rajzoló érzékenységén időközben nem változtattunk.

Hasznosnak tartjuk röviden utalni azokra a próbálkozásokra is, amelyek a fentiekben közölt számítási módszert megelőzték, néhány ponton azzal hasonlóságot mutatnak, de nem jártak kellő sikerrel.

Kezdetben a helyettesítő kép elemértékeinek meghatározására a melegedés-idő függvények (21) és (22) szerinti alakjából indultunk ki. Egyszerűsítő jelölésekkel e függvények:

$$\Delta T_r(t) = \Delta T_{rM} [1 + a_r e^{-\alpha_1 t} + (1 - a_r) e^{-\alpha_2 t}], \quad (23)$$

$$\Delta T_v(t) = \Delta T_{vM} [1 + a_v e^{-\alpha_1 t} + (1 - a_v) e^{-\alpha_2 t}]. \quad (24)$$

A továbbiakban a fenti függvények ismeretlen paramétereit ( $\Delta T_{rM}$ ,  $\Delta T_{vM}$ ,  $a_r$ ,  $a_v$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) állapítottuk meg kétféle módszerrel.

1. Az irodalom mért görbék exponenciális függvényekkel való közelítésére direkt módszert is megad [10]. Ennek alkalmazása azonban csak akkor járt eredménnyel, ha a mért görbék elég nagy pontossággal közelítették a (23) és (24) exponenciális függvényeket. Ellenkező esetben a számítás egyes lépéseit nem lehetett végrehajtani a standard függvények ( $\ln x$ ,  $\sqrt{x}$ ) meg nem engedett argumentuma miatt.



2. A (10)–(13) összefüggések kapcsán leírtakhoz hasonlóan megpróbálkoztunk hibafüggvény felírásával és minimalizálásával. A hibafüggvény:

$$\begin{aligned}
 H(\Delta T_{rM}, \Delta T_{vM}, a_r, a_v, \alpha_1, \alpha_2) = & \\
 = \sum_{i=1}^n \{ \Delta T_{rM} [1 + a_r e^{-\alpha_1 t} + (1 - a_r) e^{-\alpha_2 t}] - \Delta T_r(t_i) \}^2 + & \\
 + \sum_{i=1}^n \{ \Delta T_{vM} [1 + a_v e^{-\alpha_1 t} + (1 - a_v) e^{-\alpha_2 t}] - \Delta T_v(t_i) \}^2, & \\
 (25) &
 \end{aligned}$$

ahol  $\Delta T_r(t_i)$  és  $\Delta T_v(t_i)$  a  $t_i$  időpontokban mért melegedések.

Grad  $H$  összetevőit előállítva és zérussal egyenlővé téve azonban itt egy nemlineáris egyenletrendszerrel kerestük a hibafüggvény minimumát. A hibafüggvény azonban a minimumhely közelében igen lassú változása, emiatt a konvergencia is lassú, és a kapott eredményt az is befolyásolja, hogy a minimumhely keresését milyen pontból kezdtük.

Feltéve, hogy a (23) és (24) függvények ismeretlen paramétereit mégis sikerül meghatározni, a (18)–(22) összefüggések visszafelé történő alkalmazásával minden további nehézség nélkül meghatározhatók a  $Z_{11}(p)$  impedancia (18) szerinti alakjának együtthatói. A helyettesítő kép elemértékei ezután a hálózatelmélet szintézis módszerével  $-Z_{11}(p)$ -nek adott struktúrában való realizálásával — határozhatók meg.

### Mérési módszer

A hőátadási viszonyok részletesebb vizsgálatát az indokolta, hogy a transzformátorok melegedésére való méretezésénél azt tapasztaltuk, hogy az irodalomból vett [4] hőátadási tényezővel számolva, az elkészült transzformátorok mindig a vártnál kevésbé melegedtek. Az említett irodalomban a mérési körülményei nincsenek egyértelműen rögzítve. Úgy döntöttünk, hogy a saját méréseinket az üzemi feltételekhez közelebb, de azoknál egyértelműen kedvezőtlenebb körülmények között végezzük. Ennek érdekében:

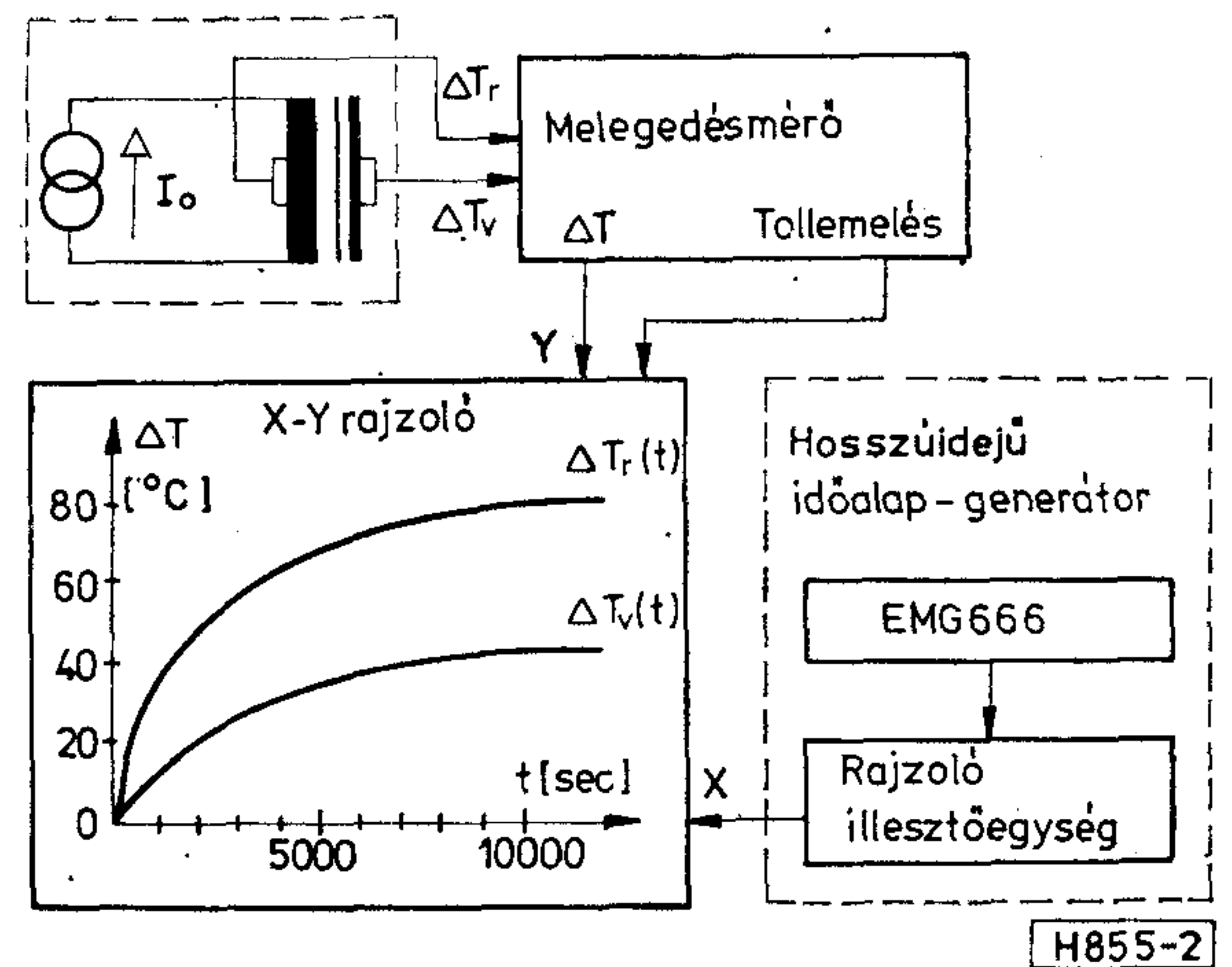
- a tekercseket egyárammal gerjesztettük, így a transzformátort teljes egészében rézvesztés melegíti,

- korlátoztuk a szabad levegőáramlást azzal, hogy a transzformátort egy  $300 \times 280 \times 170$  mm belméretű Kontaset dobozba helyeztük, amelynek fedő- és fenéklemezén, a hátlaphoz közeli részén két sorban 20–20 db  $18 \times 3$  mm-es szellőzőnyílást készítettünk,

- a transzformátort rossz hővezetőre (10 mm vastag,  $30 \times 150$  mm felületű fa lapkára) állítottuk a doboz előlapjához közel.

A mérések céljára tizenhét mintatranszformátort készítettünk az M és a TM sorozat összes méretében, a legkisebb (20/5) méret kivételével, ami hálózati transzformátor készítésére nem alkalmas.

A transzformátorok tekercselése két azonos menetszámú és huzalátmérőjű tekercsből áll, amelyek a tekercselési keresztmetszetet egészében kitöltik. A te-



2. ábra. Mérési összeállítás transzformátorok melegedésmérésére

kercek menetszáma és huzalátmérője a transzformátor 220 V-os hálózati feszültséghez tartozó primer tekercs szokásos értékeinek megfelelő.

A mérési összeállítás a 2. ábrán látható. A melegítő áram ( $I_0$ ) értékét úgy választottuk meg, hogy az irodalomból [4] átvett hőátadási tényezőt feltételezve a tekercselés állandósult melegedése mintegy  $80^\circ\text{C}$  legyen. Ez a kiértékelhetőség szempontjából elegendően nagy érték, és a transzformátor épségét még nem veszélyezteti. Így (3) és (9) alapján:

$$I_0 \cong \sqrt{\frac{k_T \Delta T_{rM}}{R_0 (1 + \alpha \Delta T_{rM})}},$$

ahol  $k_T$  az irodalomból átvett hőátadási tényező,  $\Delta T_{rM} = 80^\circ\text{C}$ ,  $\alpha = 0,004/^\circ\text{C}$ , a réz fajlagos ellenállásának hőfoktényezője.

A transzformátorokba két-két darab hőérzékelő elemet helyeztünk el, egyet a tekercselés közepén, egyet pedig a magon. A hőérzékelők melegedéssel arányos jelét egy melegedésmérő műszer [11] fogadja, amely egyrészt a mért melegedéssel arányos jelet ad az X–Y rajzoló függőleges bemenetére, másrészt mérőpontváltáskor gondoskodik a tollemelésről, így a tekercselés és a mag melegedésgörbéje egyidejűleg vehető fel. Tekintettel a hosszú mérési időkre, a rajzoló saját időalapja nem elegendő. Ezt a funkciót az EMG 666 számítógép és a rajzoló illesztő egység X csatornája tölti be egy időalapot szimuláló program segítségével.

### Mérési eredmények

A mintatranszformátorok tekercseinek adatait az 1. táblázat foglalja össze. Minden azonos névleges méretű M–TM magpárhoz azonos csévetest tartozik, így a tizenhét transzformátorhoz csak kilenc tekercs készült. A táblázatban megadtuk a tekercsek menetszámát ( $n$ ), huzalátmérőjét ( $d$ ),  $25^\circ\text{C}$ -on mért és számított egyenáramú ellenállását ( $R_0$ ), a melegítő áramot ( $I_0$ ), a kezdeti rézvesztései teljesítményt ( $P_0$ ) és a mérési idejét ( $t_m$ ).

A melegedésmérések számítógépes kiértékelésével kapott helyettesítő kép elemértékeit a 2. táblázatban



1. táblázat

## A mintatranszformátorok tekereseinek adatai

Méret	n	d mm	R <sub>0</sub> Ω		I <sub>0</sub> mA	P <sub>0</sub> W	t <sub>m</sub> s
			szám.	mért			
30/10	4800	0,1	575	566	60	2,04	6 000
42/15	7900	0,1	1472	1415	50	3,54	6 000
55/20	4200	0,18	314	306	125	4,78	12 000
65/26	2700	0,28	103,2	102,1	250	6,38	12 000
74/32	2100	0,35	58,5	55,7	380	8,09	15 000
85/32	1450	0,5	21,2	21,7	650	9,30	15 000
85/45	1100	0,5	18,3	17,9	750	10,10	30 000
102/35	1500	0,6	17,4	17,0	900	13,80	30 000
102/53	800	0,8	6,2	5,9	1500	13,30	30 000

foglaltuk össze. A hőkapacitások ( $C_r$ ,  $C_v$ ) mellett — egybevetés céljából — feltüntettük a tekercselés és a mag tömeg-fajhő szorzataival adott hőkapacitásokat is ( $C_r(m)$ ,  $C_v(m)$ ).

A 2. táblázatban adott hőellenállásokból az (5) összefüggésekkel kiszámítható a tekercselésre vonatkoztatott hőátadási tényező ( $k_T$ ) és a hőellenállás-

arány ( $r$ ). Ezeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az összehasonlítás kedvéért ugyanitt tüntettük fel az irodalomból átvett adatokat.

A mérések reprodukálhatóságának ellenőrzésére a TM 55/20 és a TM 65/26 méretű transzformátorokat négy-négy alkalommal mértük, ezen belül két-két esetben állandó teljesítményű ( $\sim 1,3 P_0$ ) gerjesztéssel is. Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza. Tekintettel arra, hogy a mérést és a kiértékelést szubjektív tényezők is befolyásolták (nagy számú, mintegy 80 melegedésérték leolvasása, az állandó teljesítmény kézi szabályozással való biztosítása), az eredmények reprodukálhatósága megfelelőnek mondható. Megjegyezzük még, hogy a fenti nyolc mérést mindig más mérőpáros (egyetemi hallgatók) végezte és értékelte ki.

Ugyancsak ellenőriztük azt, hogy mennyire függenek az eredmények a leolvasott  $\Delta T_r(t_i) - \Delta T_v(t_i)$  melegedéspárok számától. Ezt az 5. táblázat mutatja az állandó árammal táplált TM 65/26 méretű transzformátor esetében. A melegedésgörbéket a transzformátor egyidőállandós modelljéből számítható idő-állandó mintegy ötszöröséig, tehát a gyakorlatilag állandósultnak tekinthető melegedésig vettük fel. A táblázatból kitűnik, hogy az eredmények gyakorlatilag függetlenek attól, hogy a melegedéseket a görbék teljes hosszában olvastuk-e le ( $40 \times 2$  pontban) avagy csupán azok első negyedéről ( $10 \times 2$  pontban), azaz elegendő a transzformátorokat csupán az idő-állandóval összemérhető ideig melegíteni. Ez a felismerés lehetőséget mutat nagyobb teljesítménnyel végzett, gyorsított melegedésvizsgálatokra és ezzel a mérési idők lerövidítésére.

2. táblázat

## A helyettesítő kép elemértékei

	Méret	C <sub>r</sub> J/°C		C <sub>v</sub> J/°C		R <sub>r</sub> °C/W	R <sub>v</sub> °C/W	R <sub>c</sub> °C/W
		C <sub>r</sub> (m)	C <sub>r</sub> (ΔT)	C <sub>v</sub> (m)	C <sub>v</sub> (ΔT)			
M	30/10	9,3	8,2	21	22	171	16,2	14,4
TM			9,8	21	33	199	14,1	15,1
M	42/15	23,2	23,3	61	63	75,2	11,2	13,8
TM			24,4	77	64	48,1	15,6	15,7
M	55/20	47,1	49,6	188	110	66,9	5,3	7,9
TM			47,6	186	188	24,3	8,7	9,1
M	65/26	85,4	80,0	298	302	24,1	5,4	6,0
TM			84,6	305	265	17,1	9,1	8,8
M	74/32	119	119	457	437	25,8	4,63	4,52
TM			119	433	408	16,2	5,6	6,5
M	85/32	160	161	581	579	23,5	3,92	4,29
TM			139	597	545	16,4	5,25	5,03
M	85/45	135	137	785	819	26,6	3,11	4,37
TM			124	773	775	14,3	7,75	5,87
M	102/35	289	317	910	912	11,8	3,36	2,96
TM			263	890	909	10,2	3,67	3,44
M	102/53	318	269	1290	1293	14,4	2,14	2,89
TM			287	1450	1463	11,7	3,52	3,35



**A hőátadási tényező  
és a hőellenállás-arány értékei**

	Méret	$k_T$ mW/°C			$r$ mérés
		mérés	irodalom		
			[4]	[12]	
M	30/10	39	30	—	1,89
TM		39			2,07
M	42/15	53	60	45	2,23
TM		53			2,01
M	55/20	91	80	71	2,49
TM		97			2,05
M	65/26	129	100	100	2,11
TM		114			1,97
M	74/32	148	130	128	1,98
TM		144			2,16
M	85/32	164	150	152	2,09
TM		158			1,96
M	85/45	171	170	169	2,41
TM		164			2,24
M	102/35	243	200	208	1,88
TM		239			1,94
M	102/53	268	220	232	2,35
TM		231			1,95

**Az eredmények értékelése**

A 3. táblázatban szereplő mért és az irodalomból átvett hőátadási tényezőket ( $k_T$ ) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a pesszimális hűlési körülmények ellenére a mért értékek általában kedvezőbbek az eddig ismerteknél, az eltérés azonban nem jelentős. Mivel az azonos méretű M- és TM-magok mért hőátadási tényezői között sincs nagy eltérés, a továbbiakban azok átlagolt értékét tekintjük mérvadónak mindkét magtípusra.

A hőellenállás-arány ( $r$ ) a mért transzformátoroknál kettő körül mozog, Lörcher [12] ennél valamivel nagyobb értéket (2,5) ad meg, míg Feldtkeller [4] az egész transzformátort azonos hőmérsékletűnek tekintette ( $r=1$ ). Mi a továbbiakban — magtípustól és mérettől függetlenül —  $r=2$  értéket tételezünk fel. Kivételt képeznek a tekercselt toroid (TT) magok, amelyeknél  $r \approx 1$ . A toroid mag környezethez képesti hőellenállása ( $R_v$ ) ugyanis sokkal nagyobb, mint a mag és a tekercselés közötti hőellenállás ( $R_c$ ). Ennek oka egyrészt az, hogy a magot a tekercselés teljesen körülveszi, így a mag nem képes hőt leadni közvetlenül a környezetnek, másrészt csévetest hiányában a mag és a tekercselés közötti hőellenállás is jóval kisebb, mint a csévetesttel ellátott magtípusoké.

A (6) összefüggéssel adott tekercsmelegedésnek az indukció függvényében minimuma van, mivel a vasvesztés az indukció négyzetével egyenesen, a rézvesztés pedig fordítottan arányos [2]:

$$\Delta T_{rM} = \frac{P_r}{k_T} + \frac{P_v}{rk_T} = \frac{2A_{tr}}{k_T \omega^2 B_1^2} \left( \sum_{i=1}^N U_i I_i \right)^2 + \frac{\gamma V_m V_1 B_1^2}{rk_T} \quad (26)$$

Szélsőérték-kereséssel megállapítható, hogy a melegedés akkor a legkisebb, ha  $P_v = rP_r$ . Ez az arány a jelenlegi izotrop, de még inkább a kis veszteségű anizotrop lágy mágneses anyagokkal csak a telítési indukciót megközelítve érhető el. A nagy üzemi indukció azonban egyéb szempontokból kedvezőtlen. A vasvesztés a telítési indukciót megközelítve a négyzetes aránynál gyorsabban növekszik, értéke nehezen tartható kézben. Másrészt a telítési indukció közelében a mag permeabilitása és mágneses vezetése rohamosan csökken, emiatt a transzformátor üresjárású primer árama és szórt mágneses tere jelentősen megnő. A nagy térerősség miatt ugyancsak nagy a magon belüli erőhatás, ami erős transzformátorzajt idéz elő [13]. A gyakorlatban ezért az izotrop anyagokban 1–1,2 T, az anizotrop anyagokban 1,5–1,7 T indukció-amplitúdót engednek meg. Ekkora indukciónál a transzformátorok vasvesztése általában jóval alatta marad a rézvesztésnek, annak mindössze tizede-harmada.

A 2. táblázatból látható, hogy a magok hőellenállása ( $R_v$ ) jelentősen kisebb a tekercselés hőellenállásánál ( $R_r$ ). Az előbbieket szerint viszont éppen a

4. táblázat

**Mérési sorozat  
a reprodukálhatóság ellenőrzésére**

Méret	Gerjesztés	$C_r$ J/°C	$C_v$ J/°C	$R_r$ °C/W	$R_v$ °C/W	$R_c$ °C/W
TM 55/20	Állandó áram	47,6 45,1	188 212	24,3 26,3	8,7 8,1	9,1 8,6
	Állandó teljesítmény	47,8 48,0	185 185	28,7 28,1	8,4 8,6	8,6 9,0
TM 65/26	Állandó áram	84,6 75,5	265 279	17,1 19,5	9,1 8,2	8,8 8,1
	Állandó teljesítmény	97,3 92,6	257 247	18,0 18,1	9,0 8,3	8,5 8,7

5. táblázat

**Kiértékelési sorozat  
a szükséges mérési idő megállapítására**

A leolvasott pontok száma	$C_r$ J/°C	$C_v$ J/°C	$R_r$ °C/W	$R_v$ °C/W	$R_c$ °C/W
40 × 2	75,5	279	19,5	8,2	8,1
30 × 2	76,1	275	19,0	8,4	8,2
20 × 2	76,5	271	18,6	8,6	8,4
10 × 2	76,1	274	19,1	8,3	8,2
5 × 2	76,6	237	15,3	9,5	9,5



**Hagyományos és jó hővezető csévetesttel felépített transzformátor termikus jellemzői**

Csévetest	$R_r$ °C/W	$R_v$ °C/W	$R_c$ °C/W	$k_T$ mW/°C	$r$
Hagyományos	17,1	9,1	8,8	114	1,97
Alumínium	18,3	6,4	4,3	150	1,67

mag vesztesége a kisebb, a mag kedvezően kicsi hőellenállása tehát nincs kihasználva. Kézenfekvő a tekercselés és a mag közötti hőellenállás ( $R_c$ ) csökkentésével a rézvesztéségi hőáram nagyobb részét vezetni át a mag kis hőellenállásán. Az  $R_c$  hőellenállás csökkentésére az M-magokat szorosan lemezeljük. A várt hatás kétségkívül jelentkezett (vö. az azonos méretű M- és TM-magok  $R_c$  hőellenállásait a 2. táblázatban), ezzel együtt azonban nőtt a tekercselés hőellenállása ( $R_r$ ), mivel a csévetest belső nyílásában a szoros lemezelés miatt megszűnt a levegőáramlás.

A csévetest hőellenállásának csökkentésére hatásosabb módszer is kínálkozik. Legyen a csévetest anyaga jó hővezető, de egyben villamos szigetelő is. Ilyen anyagokat a híradástechnikai ipar elterjedten használ — hasonló okokból — pl. monolit integrált áramkörök tokozására. Mivel az ilyen anyagokból készült egyedi csévetest a szerszám elkészítése miatt igen drága lenne, a kísérleti csévetestet alumíniumból készítettük el, kihasználva azt, hogy a csévetest által alkotott rövidzár menet a tekercsek egyenáramú gerjesztése miatt nem okoz zavart.

A kísérleti csévetestet a TM 65/26 méretű magon próbáltuk ki. A fontosabb eredményeket a 6. táblázatban hasonlítottuk össze a hagyományos csévetesttel felépített TM 65/26-os transzformátor adataival. Látható, hogy a csévetest hőellenállásának jelentős csökkenése folytán a hőátadási tényező ( $k_T$ ) olyan mértékben javult, hogy meghaladja még a méretség következő tagjához (74/32) tartozó értéket is.

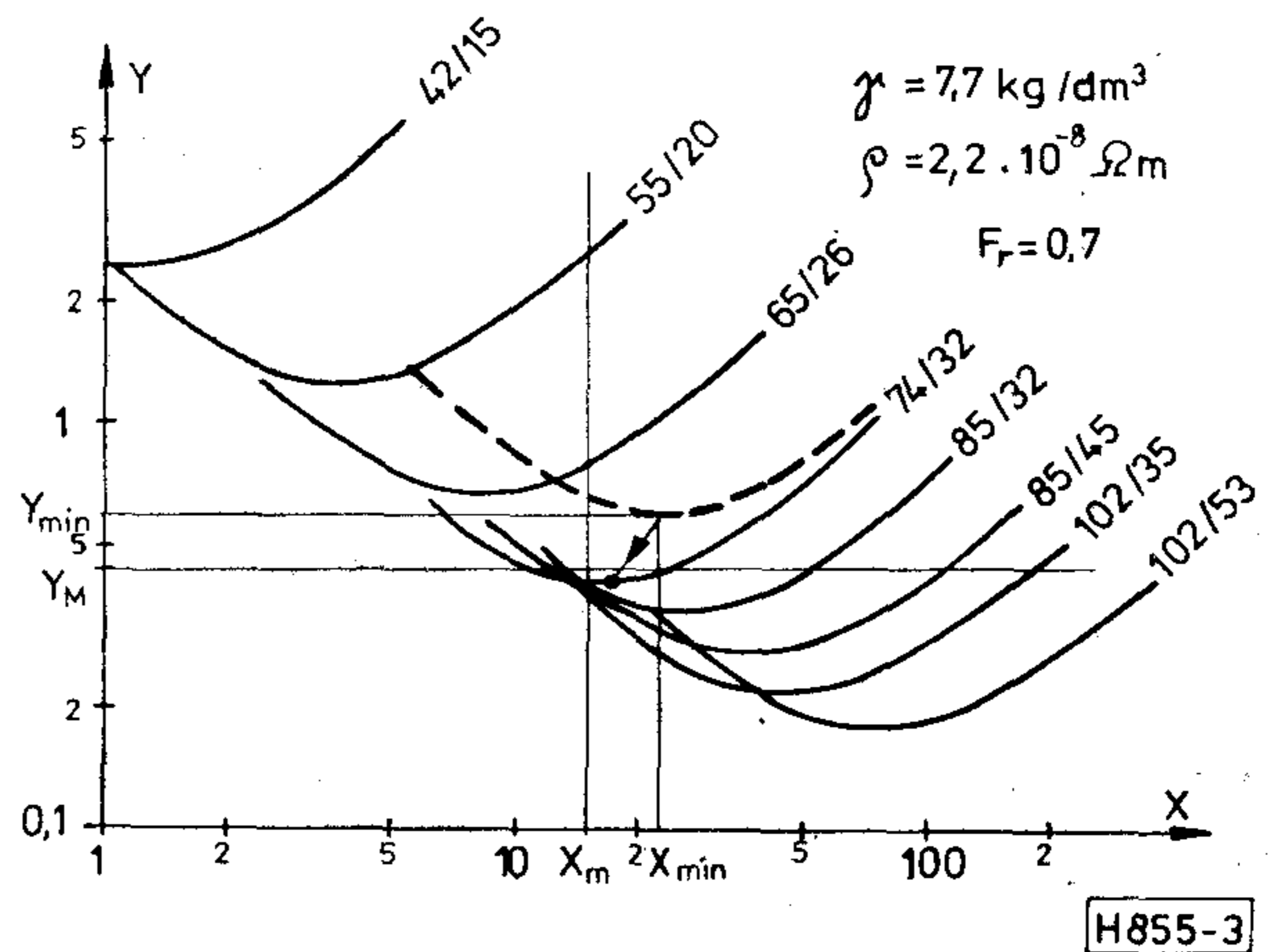
### A méretezési eljárás módosítása

A (26) egyenlet — az eredeti méretezési eljárással [2, 3] azonos módon — magméret-választási diagramok szerkesztésére alkalmas alakra hozható:

$$\frac{2\Delta T_{rM}}{\sqrt{V_1} \sum_{i=1}^N U_i I_i} = \frac{8A_{tr}}{k_T \omega^2} \frac{\sum_{i=1}^N U_i I_i}{2\sqrt{V_1} B_1^2} + \frac{\gamma V_m}{rk_T} \frac{2\sqrt{V_1} B_1^2}{\sum_{i=1}^N U_i I_i}, \quad (27)$$

illetve egyszerűsíthető jelölésekkel:

$$Y = AX + \frac{C}{X}, \quad (28)$$



3. ábra. M- és TM-magok méretválasztási diagramjai előírt melegedés alapján

ahol  $A$  és  $C$  mérettől és anyagtól függő állandókat (és a hálózati frekvenciát), az  $X$  változó pedig a specifikációs adatokat tartalmazza:

$$A = \frac{8A_{tr}}{k_T \omega^2}, \quad C = \frac{\gamma V_m}{rk_T}, \quad X = \frac{\sum_{i=1}^N U_i I_i}{2\sqrt{V_1} B_1^2}. \quad (29)$$

A (28) függvény magméretekkel paramétrezhető görbesereget alkot, amelyet példaképpen az M- és a TM-magokra adtunk meg a 3. ábrán.

A specifikációs adatok megszabják  $X$  minimális és  $Y$  maximális értékét. Ezeket a korlátokat az ábrán  $X_m$ ,  $Y_M$ -mel jelöltük. A specifikációt kielégítő magok görbéi az egyenesek által kijelölt jobb alsó ténnyedben találhatóak. Ezek közül célszerűen a legkisebb magmérethez tartozót választjuk.

Szélőérték-számítással könnyen belátható, hogy a görbék minimumhelyének koordinátái:

$$X_{\min} = \sqrt{C/A}, \quad Y_{\min} = 2\sqrt{AC}. \quad (30)$$

A korábbi méretezési eljárás [2, 3] egyidőállandós termikus modellre épített ( $r=1$ ). Mérési eredményeink alapján  $r=2$  hőellenállás-arányt véve a korábbi méretválasztási görbék minimumhelyei balra lefelé tolnának, az eredeti  $X$  és  $Y$  koordináták  $\sqrt{r}$ -ed részére. Ennek köszönhetően a specifikációt a korábbiak szerint nem teljesítő mag (l. a szaggatott görbét)  $r=2$  hőellenállás-arány esetén a specifikációt teljesíti. Ennek illusztrálására tekintsünk egy gyakorlati példát.

### Mintapélda

Műszaki előírások:

Szekunder tekercsek száma: egy, terhelése: ohmos.  
Szekunder feszültség: 24 V, áram: 2 A.  
Maximális üzemi hőmérséklet: 70 °C  
Maximális környezeti hőmérséklet: 40 °C  
Maximális indukció: 1,7 T  
Vasvesztéségi szám 1 T-nál: 0,6 W/kg  
Alkalmazható magtípus: TM-mag



**Egy- és kétidőállandós  
termikus modell alapján méretező  
programok futtatási eredményei**

Program:	Korábbi [3]	új [1]
Magméret	85/32	74/32
Melegedés	28,3 °C	28,9 °C
Veszteség	4,3 W	5,0 W
Réztömeg	190 g	160 g

A korábbi, egyidőállandós termikus modell szerint méretező program [3] és a kétidőállandós termikus modell alapján méretező új program [1] összehasonlítás szempontjából lényeges futtatási eredményei a 7. táblázatban találhatók. Látható, hogy az új programmal kapott transzformátor eggyel kisebb magmérettel és kevesebb rézmennyiséggel — tehát olcsóbban — realizálható. Hasonló javulás volt jellemző a legtöbb futtatási kísérletre.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok dr. Granát Jánosnak, aki értékes ötletekkel járult hozzá a számítási és mérési módszer kidolgozásához. Köszönöm úgyszintén dr. Barát Zoltánnak és dr. Takács Ferencnek a kézirat átnézését és az ezzel kapcsolatos észrevételeiket, valamint Czapek Zsoltnak a mintatranszformátorok elkészítésében és a mérési eredmények feldolgozásában nyújtott segítséget.

- [1] *Pfliegel P.*: Híradástechnikai hálózati transzformátorok anyag-, energia- és technológiai optimumra való méretezése. Egyetemi doktori értekezés, BME—HEI, 1982.
- [2] *Granát J.—Takács F.*: Vas- és ferritmagos transzformátorok tervezése. Híradástechnika, XXII. évf. 7. sz. 201—205. o.
- [3] *Granát J.—Pfliegel P.*: Hálózati transzformátorok méretezése EMG 666 asztali kalkulátoron. Híradástechnika, XXX. évf. 5. sz. 135—141. o.
- [4] *Feldtkeller, R.*: Theorie der Spulen und Überträger. S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1958.
- [5] *Ermolin, N. P.—Vaganov, A. P.*: Raszcset malomoscnyh transzformatorov. Goszenergoizdat, Moszkva, 1957.
- [6] *Almássy Gy.*: Elektronikus készülékek szerkesztése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979, 51—128. o.
- [7] *Granát J.*: Szóbeli közlés.
- [8] *Erdélyi I.—Granát J.*: Szóbeli közlés.
- [9] *Ormai L.*: Lineáris egyenletrendszer megoldása. EMG 666 programozási mintapéldák, 35—38. o. BME Folyamatszabályozási Tanszék, 1974.
- [10] *Bronstein, I. N.—Szemengyajev, K. A.*: Matematikai zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- [11] *Helmich T.*: Programozható hőmérséklet- és melegedésmérő műszer tervezése és építése. Diplomaterv, BME—HEI, 1981.
- [12] *Lörcher O.*: Stromversorgung, Kapital 2.5., s. 351—355. in Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung. Hrsg. K. Steinbuch, Springer Verlag, Berlin, 1962.
- [13] *Gobbi I.—Facsády T.*: Az elektronika korszerű transzformátorai I—IV., Finommechanika—Mikrotechnika, XII. évf., 3. sz., 89—95. o., 4. sz., 101—106. o., 5. sz., 151—154. o., 6. sz., 215—220. o.



# Folytonosan ekvivalens RLC-hálózatok generálása számítógéppel

MÓZES TIBOR

E cikk megírására két okból került sor. Egyrészt a híradástechnikában fontos szerepet játszanak az ekvivalens hálózatok, mivel egy kitűzött feladat sokféle módon oldható meg és a sokféle megoldás között a realizálandó kapcsolást több szempont alapján választjuk ki. A döntési szempontok lehetnek technológiai, elemszám szerinti, költség, érzékenység stb. jellegűek. E dolgozatban érzékenység-négyzetösszeg minimalizálása az optimalizálási szempont változatlan transzfer függvény biztosítása mellett. E témával magyar nyelven csak két helyen találkoztunk [2, 3], ahol Schoeffler módszerének [1] rövid összefoglalása található.

A másik ok, amiért e cikk megírásra került az, hogy a számítógépes áramkörtervezés egyre szélesebb körben terjed el, de folytonosan ekvivalens hálózatok gépi generálásával hazánkban eddig nem foglalkoztak. E cikkben ismertetésre kerül a MINTOL program, amely a BME Híradástechnikai Elektronika Intézetben készült és minden érdeklődő számára hozzáférhető.

## A Schoeffler-módszer

A Schoeffler-módszer egy valamely ismert szintézis-eljárással előállított passzív RLC-hálózathoz az átviteli függvényre nézve ekvivalens hálózatok egy halmazát állítja elő. Az eljárás a hálózat csomóponti admittancia mátrixát transzformálja, a  $Z_T$  transzfer impedancia értékének változatlanul hagyása mellett.

A hálózat  $i$ -edik és  $j$ -edik csomópontját tekintve be, ill. kimeneti pontnak (a kétkapu közös pontja a földpont), a transzfer impedancia

$$Z_T = Y_{ij}^{-1} \quad (1)$$

vagyis az admittancia mátrix inverzének  $ij$ -edik eleme. Az

$$Y'' = AYA' \quad (2)$$

transzformáció invariáns a transzfer impedanciára nézve, ha

$$Y_{ij}''^{-1} = Y_{ij}^{-1} \quad (3)$$

A (2) transzformációs összefüggés figyelembevételével könnyen belátható, hogy a (3) azonosság fennáll, ha az  $A$  mátrix  $i$ -edik és  $j$ -edik sora  $i$ -edik, illetve  $j$ -edik egységvektor.  $A$ -t mindig felírhatjuk

$$A = E + Bv \quad (4)$$

alakban, és így  $v$  minden értékéhez egy  $A(v)$  mátrix tartozik. Mivel  $A$  a fenti megadási mód mellett a  $v$  paraméter folytonos függvénye, az  $Y''(v)$  mátrix elemei és így a hozzá tartozó hálózat elemei is  $v$  folytonos függvényei. Ily módon tehát olyan hálózatokat generálhatunk, melyek elemeinek értéke folytonosan megy át egymásba a  $v$  paraméter folytonos változtatása esetén, átviteli függvényük pedig a kijelölt csomópontpárra nézve változatlan marad. Az így kapott hálózatösszesség elemeit folytonosan ekvivalens hálózatoknak nevezzük.

A (4) kifejezéssel definiált  $B$  mátrix tetszőlegesen választható azzal a kikötéssel, hogy  $i$ ,  $j$ -edik sorai nullvektorok, továbbá az  $A = E + Bv$  mátrix nem lehet szinguláris.

Alkalmazzunk egy, az előbbiekhöz hasonló módszert, mely kissé más jellegű eredményre vezet. Legyen a  $[0, v]$   $\Delta v_1$  hosszú szakaszokra felosztott intervallumon

$$Y''(0) = Y_0, \quad A_0 = E + B\Delta v_1$$

mellett

$$Y_k''(n\Delta v_k) = A_0 Y_k''((n-1)\Delta v_k) A_0'$$

Finomítsuk a felosztást minden határon túl és tételezzük fel, hogy adott osztáspontokhoz rendelt hálózatoknak az osztásszámmal indexelt sorozata véges létező határértékhez tart. Az adott osztáspont-hoz tartozó transzformált admittanciamátrix értékének tekintsük ezt a mátrixhatárértéket. Így a pontonkénti határértékre való áttérés után a csomóponti admittanciamátrixok megszámlálhatóan végtelen sokaságát kapjuk. Az intervallum azon continuum számosságú pontjaihoz — melyek egyik finomításnak sem osztáspontjai — rendeljük hozzá a transzformált mátrixok  $v$  paraméter szerint e pontban vett határértékét. Bizonyítás nélkül fogadjuk el, hogy  $Y(v)$   $v$ -nek folytonos függvénye.

Bizonyítható, hogy

$$\begin{aligned} \lim_{\Delta v \rightarrow 0} [Y(v + \Delta v) - Y(v)] / \Delta v &= \\ &= B'Y + YB + \lim_{\Delta v \rightarrow 0} B'YB\Delta v \end{aligned} \quad (5)$$

\*A szerző 1981. dec. 16-án hosszú betegség után elhunyt. E cikket dr. Solymosi János (BME-HEI) állította össze, tisztelettel adózva ezzel — a többi oktató nevében is — a volt tanítványoknak.



azaz

$$d\mathbf{Y}/dv = \mathbf{B}'\mathbf{Y} + \mathbf{Y}\mathbf{B} \quad (6)$$

RLC-hálózat esetén az  $\mathbf{Y}$  mátrix mindig felbontható a hálózat konduktanciáiból, kapacitásaiból, indukanciáiból álló részhálózatok csomóponti admittanciamátrixaira:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Y}_G + \mathbf{Y}_C + \mathbf{Y}_I$$

Könnyen belátható, hogy ekkor

$$d\mathbf{Y}_G/dv = \mathbf{B}'\mathbf{Y}_G + \mathbf{Y}_G\mathbf{B} \quad (7)$$

$$d\mathbf{Y}_C/dv = \mathbf{B}'\mathbf{Y}_C + \mathbf{Y}_C\mathbf{B}$$

$$d\mathbf{Y}_I/dv = \mathbf{B}'\mathbf{Y}_I + \mathbf{Y}_I\mathbf{B}$$

Mivel  $\mathbf{Y}$  elemei a hálózat admittanciáinak lineáris kombinációi, (7)-ből a hálózatelemek  $v$  paraméter szerinti deriváltjai is meghatározhatók:

$$dg/dv = \mathbf{M}g \quad dc/dv = \mathbf{M}c \quad d\gamma/dv = \mathbf{M}\gamma \quad (8)$$

ahol

$$\mathbf{g}' = [g_1, \dots, g_N], \quad \mathbf{c}' = [c_1, \dots, c_N], \quad \boldsymbol{\gamma}' = [\gamma_1, \dots, \gamma_N]$$

$\mathbf{M}$  pedig (7)-ből a hálózatelemek szerinti átcsoportosítással megkapható.

Legyen  $Q_i$  a hálózat  $F$  átviteli függvényének az  $x_i$  elem szerinti félig relatív érzékenysége:

$$Q_i = \partial \ln F / \partial x_i = (1/F) \partial F / \partial x_i.$$

Az átviteli függvény értéke a transzformáció során nem változhat, azaz

$$dF/dv = \sum_i (\partial F / \partial x_i) (dx_i/dv) = [\partial F / \partial \mathbf{x}]' \cdot d\mathbf{x}/dv = 0.$$

Alkalmas helyettesítésekkel

$$dF/dv = F\mathbf{Q}'_+ \mathbf{M}_+ \mathbf{x} = 0,$$

ahol

$$\mathbf{M}_+ = \begin{bmatrix} \mathbf{M} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{M} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{M} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} G \\ C \\ \Gamma \end{bmatrix} \quad \mathbf{q}_+ = \begin{bmatrix} q_G \\ q_C \\ q_\Gamma \end{bmatrix}$$

Az előzők alapján

$$\begin{aligned} \partial / \partial \mathbf{x} (d \ln F / dv) &= \partial / \partial \mathbf{x} (\mathbf{q}'_+ \mathbf{M}_+ \mathbf{x}) = \\ &= \partial \mathbf{q}'_+ / \partial \mathbf{x} \mathbf{M}_+ \mathbf{x} + [\mathbf{q}'_+ \mathbf{M}_+]' = \mathbf{0}. \end{aligned}$$

Feltételezzük, hogy

$$\begin{aligned} \partial^2 F / \partial x_i \partial x_j &= \partial^2 F / \partial x_j \partial x_i, \text{ vagyis} \\ (\partial \mathbf{q} / \partial \mathbf{x})' &= \partial \mathbf{q} / \partial \mathbf{x} \end{aligned}$$

(8)-ből látható, hogy  $d\mathbf{x}/dv = \mathbf{M}_+ \mathbf{x}$ , így

$$(\partial \mathbf{q}_+ / \partial \mathbf{x}) \mathbf{M}_+ \mathbf{x} = d\mathbf{q}_+ / dv = -\mathbf{M}'_+ \mathbf{q}_+.$$

Ez felbontható a

$$\begin{aligned} dq_G/dv &= -\mathbf{M}'_G \mathbf{q}_G & dq_C/dv &= -\mathbf{M}'_C \mathbf{q}_C \\ dq_\Gamma/dv &= -\mathbf{M}'_\Gamma \mathbf{q}_\Gamma \end{aligned} \quad (9)$$

egyenletekre.

A (8) elsőrendű differenciálegyenlet-rendszer megoldásával hálózatoknak egy paraméterezett, kontinuumnyi sokaságát kapjuk. Mivel ezek az átviteli

függvény szempontjából teljesen ekvivalensek, valamilyen optimum szerint válogathatunk is. Tekintsük feladatunknak olyan hálózat kiválasztását, melyre az  $F$  átviteli függvénynek az elemekre számított relatív érzékenység négyzetösszege  $\Phi = \sum |S'_i|^2$  (adott  $\omega_0$  frekvencián) minimális, ahol

$$S'_i = \frac{\partial \ln F}{\partial \ln x_i}.$$

A megfelelő részletszámítások alapján [2]

$$d\Phi/dv = -\mathbf{q}' (\mathbf{D}_x^2 \mathbf{M}_+^t + \mathbf{M}_+ \mathbf{D}_x^2) \mathbf{q} + 2\mathbf{x}' \mathbf{D}_Q \mathbf{D}_Q^* \mathbf{M}_+ \mathbf{x} \quad (10)$$

ahol

$$\mathbf{D}_x = \text{diag} [g_1, \dots, g_N, c_1, \dots, c_N, \gamma_1, \dots, \gamma_N]$$

és

$$\mathbf{D}_Q = \text{diag} [Q_{g1}, \dots, Q_{gN}, Q_{c1}, \dots, Q_{cN}, Q_{\gamma1}, \dots, Q_{\gamma N}].$$

A (4) összefüggés felírásánál feltételeztük, hogy az  $\mathbf{A}$  transzformációs mátrix a  $\mathbf{B}v$  összefüggés szerint folytonos függvénye  $v$ -nek. Általános esetben  $\mathbf{B}$  a  $v$  paraméter tetszőleges, korlátos függvénye azzal a megszorítással, hogy az  $\mathbf{A} = \mathbf{E} + \mathbf{B}(v)$  transzformációs vektor nem lehet szinguláris [1]. Numerikus megoldásnál a hálózatelemekre vonatkozó (8) differenciálegyenletekkel parallel integráljuk a (9) és (10) egyenleteket.  $\mathbf{B}(v)$ -t úgy választjuk, hogy  $|d\Phi/dv|$  maximális legyen. A  $\Delta v$  integrációs lépés előjelét  $d\Phi/dv$  adja meg. Ha  $d\Phi/dv = 0$ , szélsőérték helyen vagyunk és a számítást további vizsgálat alapján folytatandónak, illetve befejezettnek tekintjük.

## A MINTOL program

Az elkészült program a (6) differenciálegyenletek helyett az (5) differenciaegyenletek numerikus integrálását végzi, ily módon a számítás pontossága jelentősen javul (1. ábra).

Ez gyakorlatilag a (8) transzformáció  $\mathbf{M}$  mátrixának egy másodrendű taggal való kiegészítését jelenti:

$$\mathbf{g} = (\mathbf{M} + \mathbf{D}\Delta v)\mathbf{g}\Delta v.$$

A  $\mathbf{D}$  mátrix számítása (5) alapján könnyen algoritmizálható.

A tapasztalat azt mutatta, hogy numerikus szempontból a  $\mathbf{q}$  érzékenységvektort célszerűbb (9) helyett közvetlen módon számítani.  $\mathbf{q}$  lineáris, passzív RLC hálózatoknál a különböző csomópontpárok — mint kétkapuk — közötti transzfer impedanciákból egyszerűen számítható, így csupán egyetlen mátrixinvertálásra van szükség a toleranciák meghatározásához [4]. Eltérő esetben a számításigényesebb, de jóval pontosabb formalisztikus eljárások jöhetnek szóba.

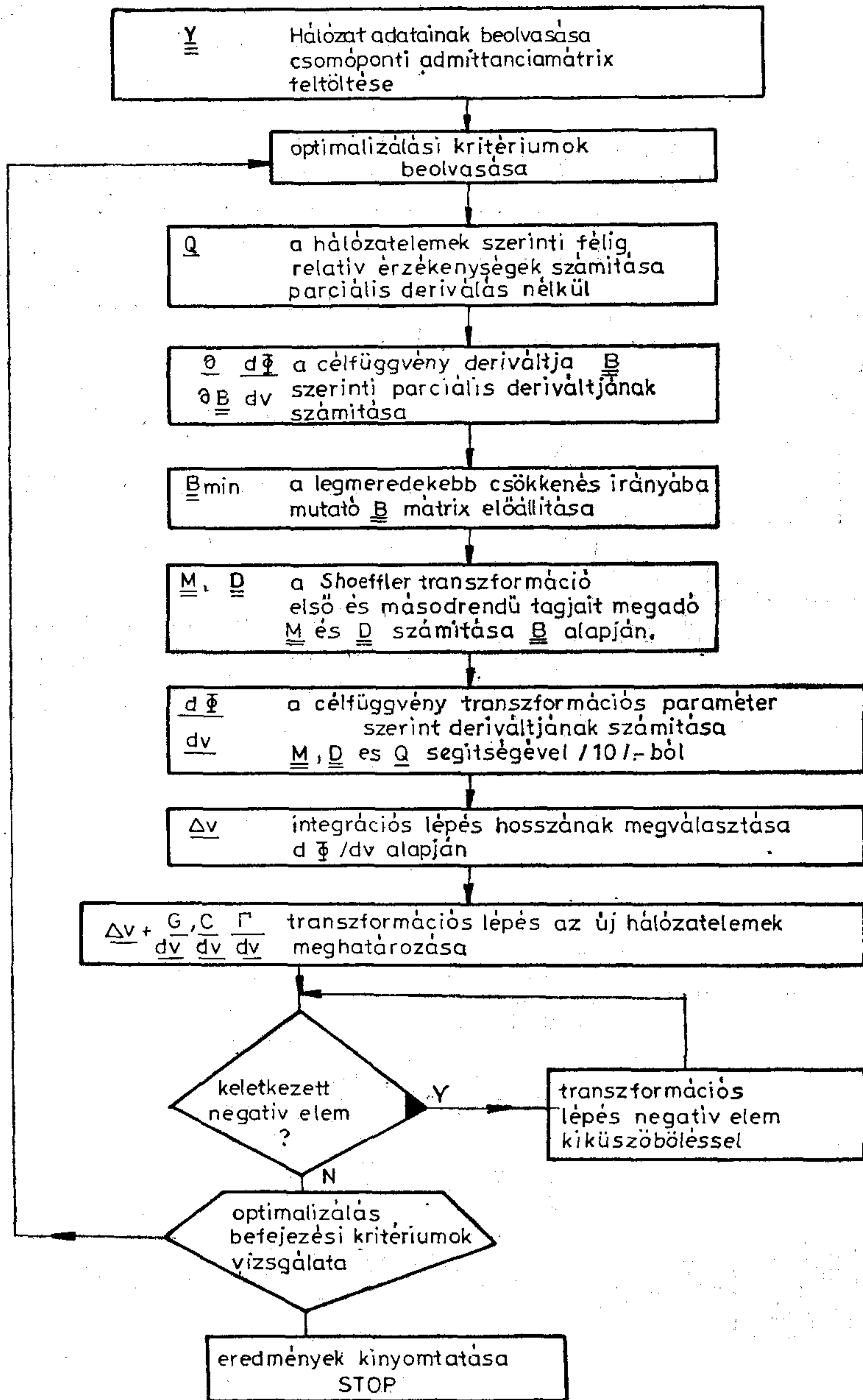
A transzformációt meghatározó  $\mathbf{B}$  mátrixot úgy választjuk, hogy  $|d\Phi/dv|$  maximális legyen.

Szemléletesség kedvéért a  $\mathbf{B}$  mátrixot tekintsük az  $N^2$  dimenziós tér egy vektoraként, vagyis értelmezzük a

$$\mathbf{b}' = [B_{11}, B_{12}, \dots, B_{21}, B_{22}, \dots, B_{NN}]$$

vektort.  $\mathbf{B}$  elemei szerint csoportosítva





H845-1

1. ábra. A MINTOL program blokkvázlata

$$-\frac{d\Phi}{dv} = \sum_{ij} k_{ij} b_{ij} \quad (11)$$

alakú. Mivel a  $\mathbf{B}$  mátrix elemei nyilvánvalóan korlátosak ( $\sum_{ij} b_{ij}^2 \leq K$ ), akkor érjük el a legmeredekebb csökkenést, ha  $b_{ij}$ -t  $k_{ij}$ -vel arányosnak választjuk. Így  $\mathbf{b}$  a gradiensvektorral ellentétes irányba mutat. Azt a megkötésünket, hogy  $\mathbf{B}$   $i$ -edik és  $j$ -edik sora  $\mathbf{0}$  vektor legyen úgy érvényesítjük, hogy a feltöltött  $\mathbf{B}$  mátrix ezen sorait töröljük. Ezután a  $\mathbf{B}$  mátrixot normalizáljuk, azaz minden elemét osztjuk  $\sum_{ij} b_{ij}^2$ -el.

Ez gyakorlati szempontból indokolt, a differenciálegyenletek lineáris volta miatt elvi változást nem jelent.

### Negatív elemek kiküszöbölése

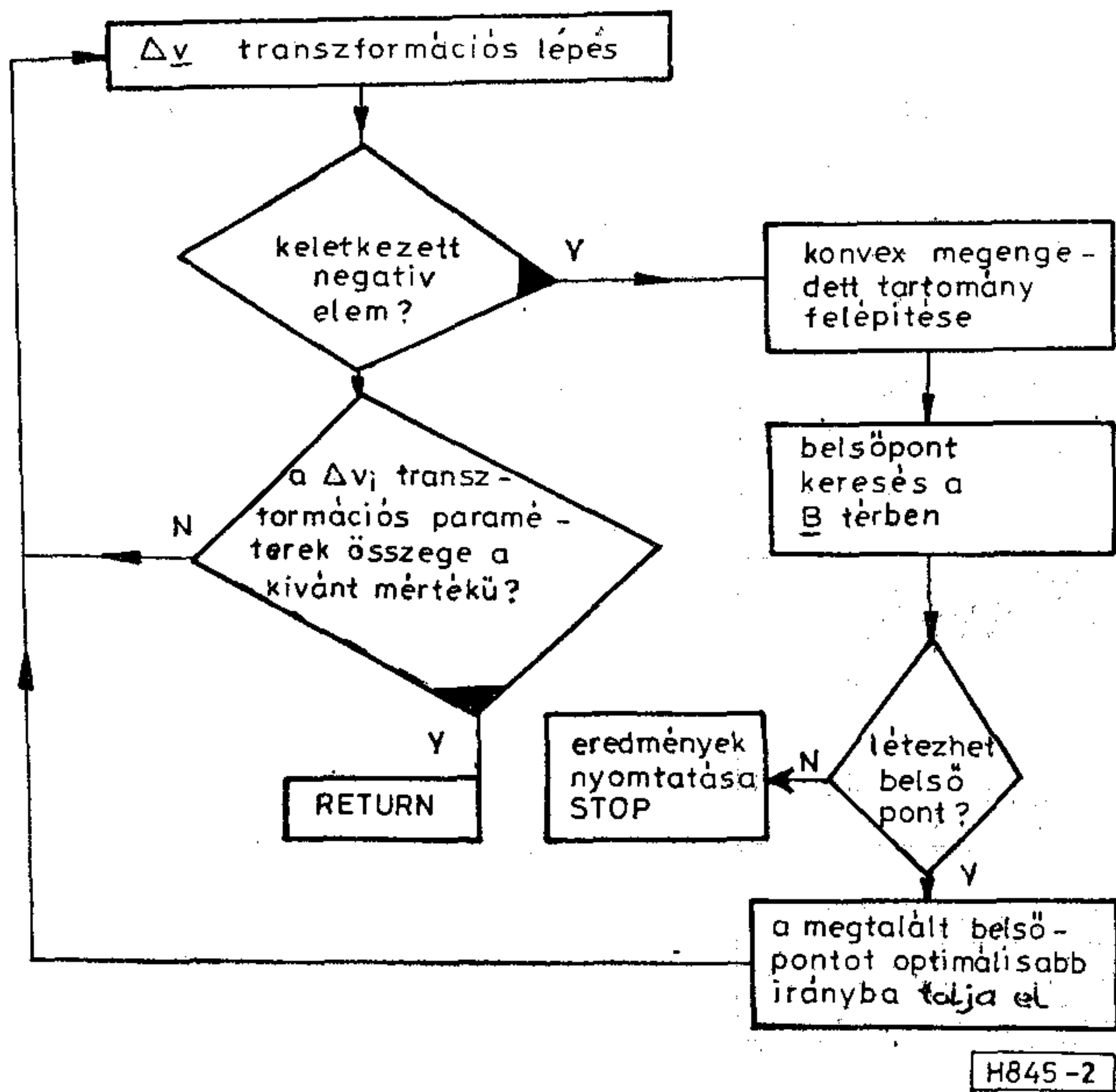
Ha a transzformációs lépés során negatív elemek keletkeztek, a program e transzformáció eredményét elveti és olyan  $\mathbf{b}^*$  transzformációs vektort keres, mely a  $\Phi$  célfüggvényre vonatkozó legmeredekebb csökkenés irányával hegyesszöget zár be és az előző lépésben negatívvá vált  $x_i$ ,  $i=1, \dots, n$  elemek értéke a transzformáció során nem csökken.

Ez a  $G_0(\mathbf{b}) \geq 0$ ,

$$G_i(\mathbf{b}) = \frac{dx_i}{dv} \geq 0 \quad i=1, \dots, n \quad (12)$$

feltételi egyenletek teljesítésével biztosítható, ahol  $G_0(\mathbf{b})$   $\mathbf{b}$ -nek a legmeredekebb csökkenés irányával,





2. ábra. Transzformációs lépés negatív elemek esetén

$\mathbf{b}_0$ -val vett skalárszorzata és  $G_i(\mathbf{b})$  a hálózat elemeknek és  $\mathbf{b}$  elemeinek lineáris kombinációja.  $G_i(\mathbf{b})$  (12)-ből egyszerűen meghatározható és felírható  $G_i(\mathbf{b}) = \mathbf{b}\mathbf{b}_i$  alakban.

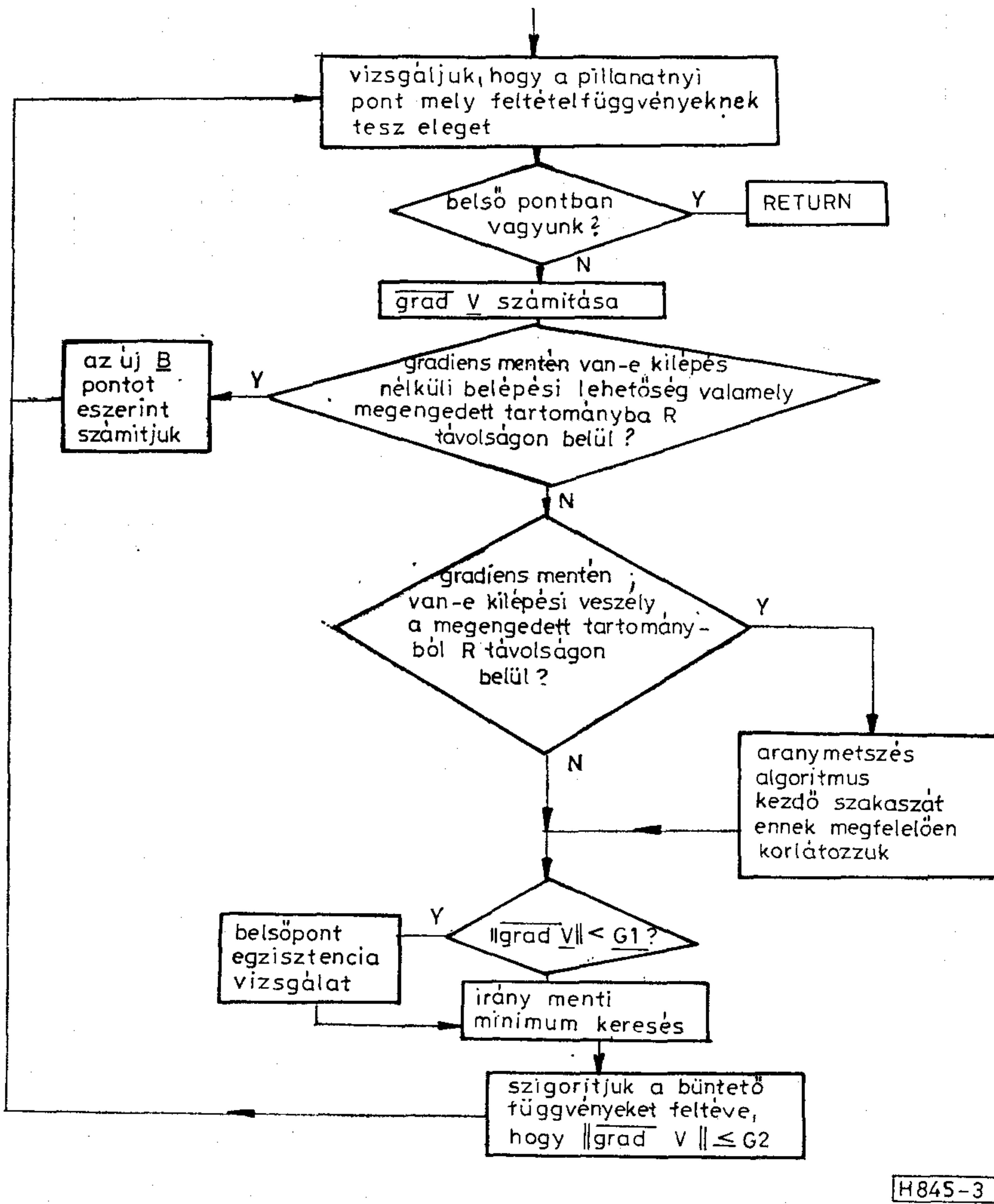
Mivel  $G_i(\mathbf{b})=0$  az origóra illeszkedő,  $\mathbf{b}_i$  normálvektorú sík egyenlete, a (12) feltételi függvények általános esetben egy origó csúcspontú végtelen gúlát jelölnek ki a  $\mathbf{b}$  térben.  $\mathbf{b}^*$  előállítását két lépésben történik (2. ábra). Az első lépés eredménye egy, a feltételi tartomány belsejébe eső  $\mathbf{b}^b$  pont. Keressük  $\mathbf{b}_k$ -t, a

$$V(\mathbf{b}, r_k) = - \sum_i r_k \ln G_i(\mathbf{b}) + \sum_j \frac{\min[0, G_j(\mathbf{b})]^2}{2r_k}$$

függvény feltétel nélküli minimumhelyét. Ekkor

$$\mathbf{b}^b = \lim_{k \rightarrow \infty} \mathbf{b}_k \quad \lim_{k \rightarrow \infty} r_k = 0$$

$V(\mathbf{b}, r)$  logaritmikus tagja azokat a feltételeket érvényesíti, melyekre  $\mathbf{b}$  belső pont, a négyzetes tag pedig azokat, melyekre  $\mathbf{b}$  külső pontnak számít. Ennek eldöntése egyszerű skalárszorzással elvégezhető.



3. ábra. Belsőpontkeresés



A numerikus megoldás során, felhasználva, hogy

$$\nabla V(\mathbf{b}, r_k) = \sum_i -\frac{r_k}{G_i(\mathbf{b})} \nabla G_i(\mathbf{b}) + \sum_j \frac{\min[0, G_j(\mathbf{b}) \nabla G_j(\mathbf{b})]}{r_k}$$

vizsgáljuk, hogy van-e olyan megengedett hosszúságú gradiens menti elmozdulás, amely feltételi tartományból való kilépés nélkül egy feltételi tartományba való belépést eredményez. Ha van, akkor ilyen alkalmas elmozdulással állítjuk elő az új  $\mathbf{b}$  vektort. Ismét felépítjük a feltételi tartományt és ismételjük az előző eljárást, ahányszor lehetséges. Ezután az aranymetszés algoritmust használva gradiens menti minimumot keresünk a feltételi tartományon belül. A minimalizálás mindaddig változatlan büntetőfüggvények mellett történik, amíg a gradiens normája adott  $G_1$  korlát alá nem csökken. A büntetőfüggvényeket az  $r$  paraméter csökkentésével szigorítjuk.

Adott számú iránymenti keresés után a program megvizsgálja, hogy létezik-e egyáltalán belsőpont, vagyis a duálfüggvény értéke nem nagyobb-e 0-nál, pontosabban, mivel csak minimumpont közelében vagyunk,  $\varepsilon$ -nál. A program mindaddig nem szigorítja a büntetőfüggvény rendszert, amíg egy olyan minimumpontot nem talál, ahol a gradiens abszolútértékének megfelelően kicsiny volta a vizsgálat elvégzését lehetővé teszi. Ha a megengedett tartomány üres halmaz, vagy térbeli szöge túl kicsi, a program futása befejeződik. Mivel a konvex programozási feladat lokális minimuma egyben globális minimum, az eljárás egy alkalmas  $\mathbf{b}^b$  belsőpontot eredményez (3. ábra).

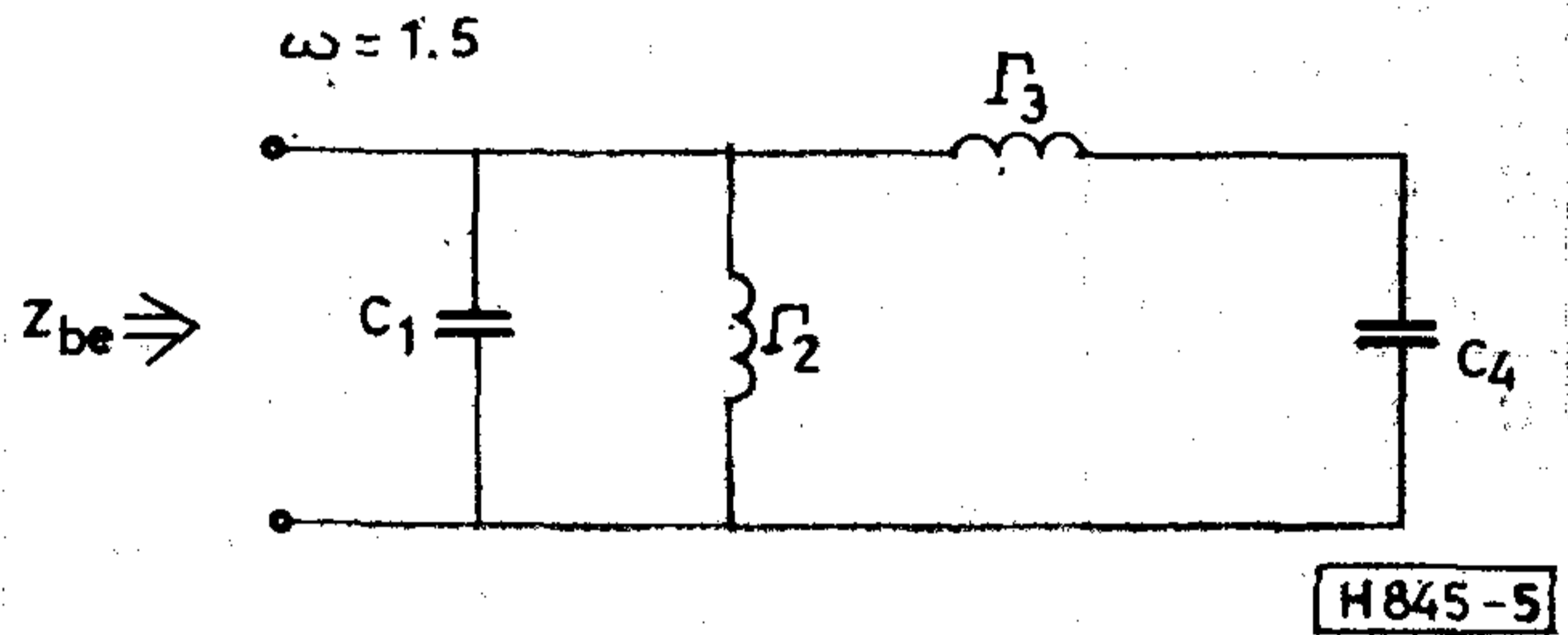
A második lépésben a  $\mathbf{b}^b$  pontból kiindulva olyan célfüggvény minimalizálását végezzük, mely az összes feltételi fal normálvektorainak és a legmerede-

kebb csökkenés irányába mutató  $\mathbf{b}_0$  transzformációs vektor összegének a  $\mathbf{b}$  vektorral való skalárszorzata. Ezzel elérhetjük azt, hogy az új  $\mathbf{b}^*$  vektor a megengedett tartomány súlyvonalába essen, illetve ettől adott mértékben térjen el a legmeredekebb csökkenés irányába (4. ábra).

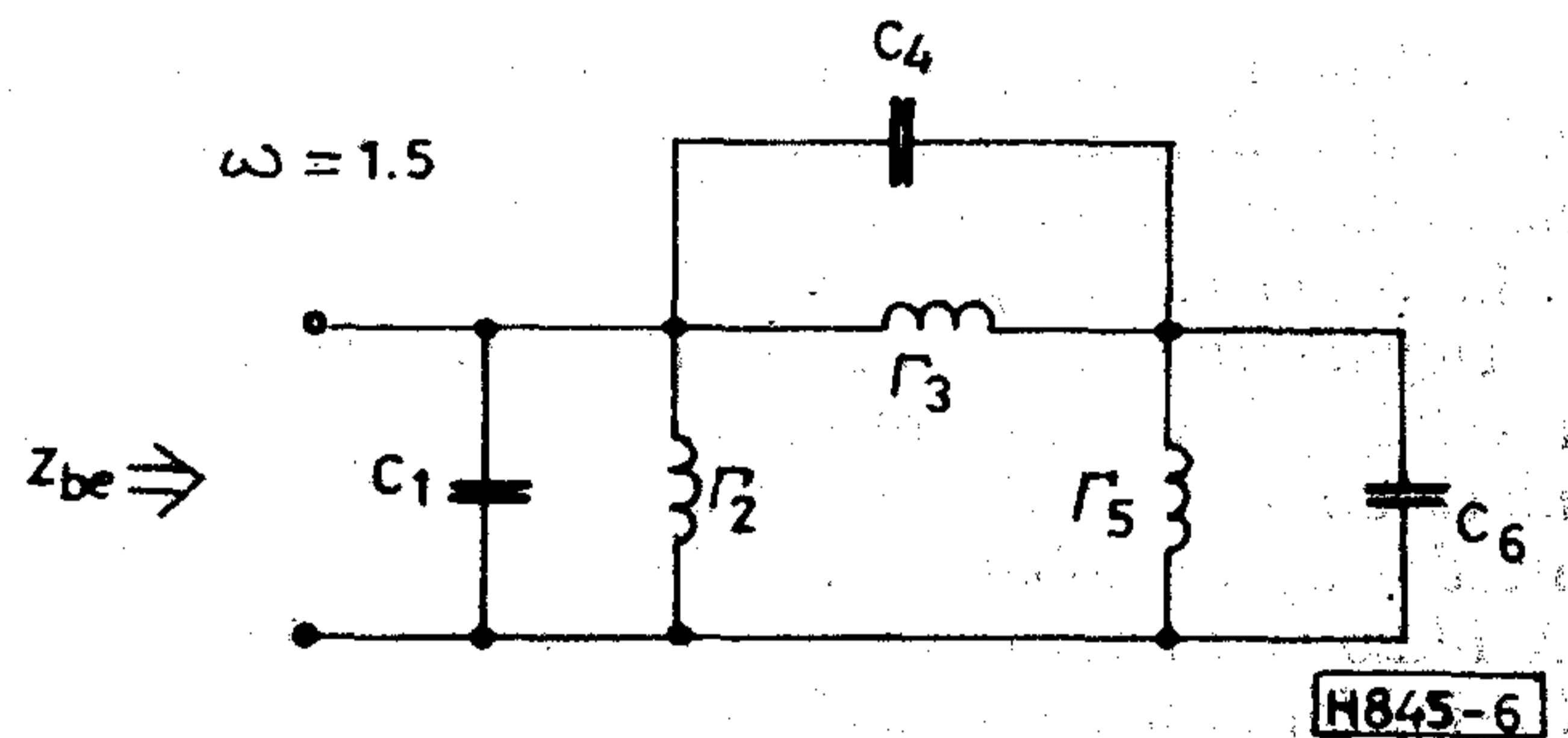
Az új transzformációs mátrix mellett vizsgálni kell, hogy mekkora a transzformációs paraméter azon maximális értéke, mellyel transzformálva még egy hálózatelem sem válik negatívvá. Erre a vizsgálatra azért van szükség, mert a konvex megengedett tartomány felállításánál a transzformációs formula lineáris tagját vettük csak figyelembe, a transzformáció végrehajtásakor azonban a másodrendű tagot is használnunk kell. Ha a  $\Delta v$  transzformációs paraméter értéke a megengedettnél nagyobb, akkor a program a transzformációt megengedett nagyságú résztranszformációk sorozatára vezeti vissza.

### Mintapélda

Mintapéldaként a Schoeffler által kidolgozott feladatot választottuk (5. ábra), melynek paraméterei az 1. táblázatban láthatók.



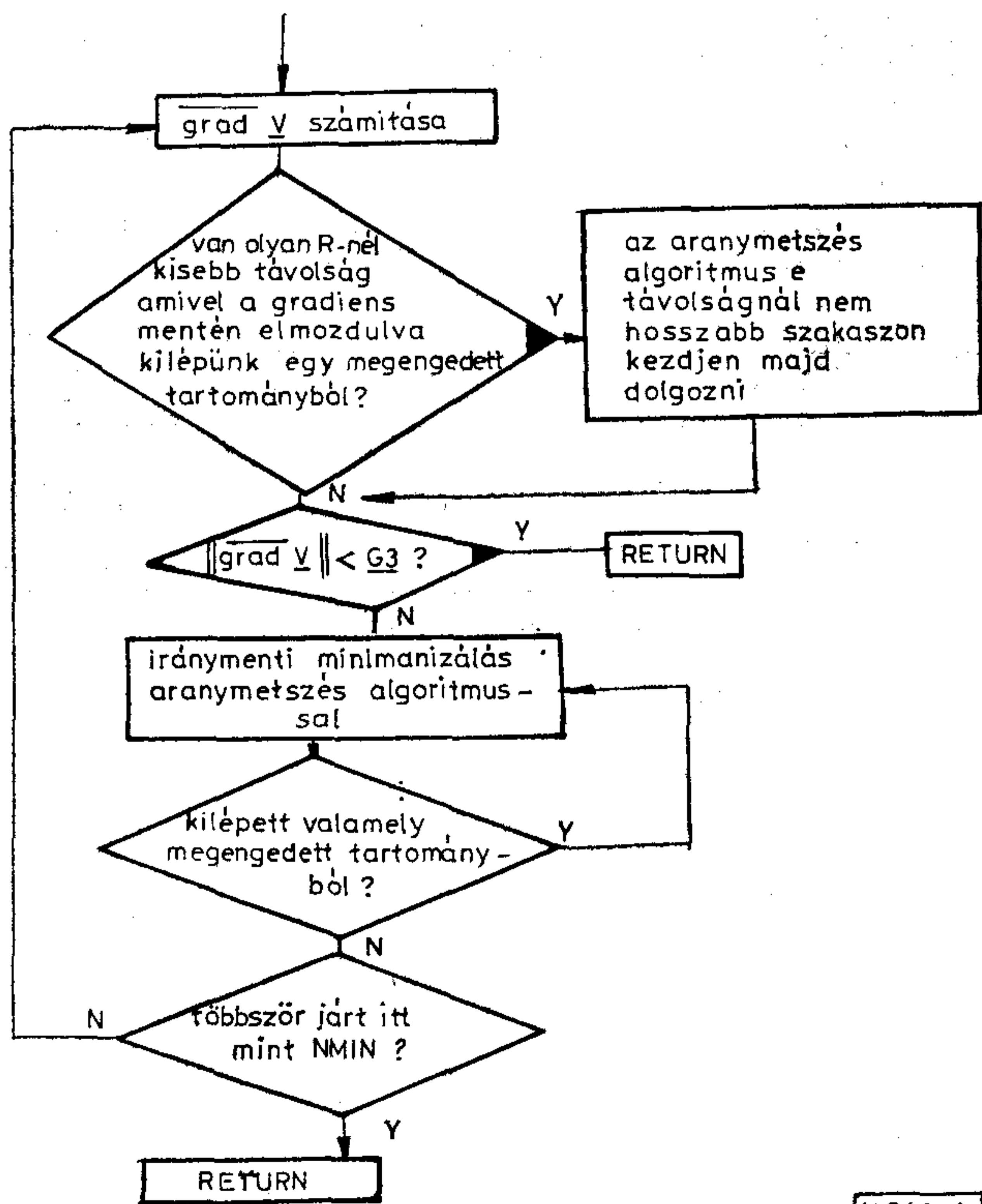
5. ábra



6. ábra

1. táblázat

Elemérték $x_i$	$s_i^r$	$ s_i^r ^2$
$C_1 = 1,2$	-1,8	3,24
$\Gamma_2 = 1,5$	1,0	1,0
$\Gamma_3 = 0,02$	3,0	9,0
$C_4 = 0,008\ 333$	-3,2	10,24
	$\Sigma S_i^r = -1,0$	$\Sigma  S_i^r ^2 = 23,48$
	$\omega = 1,5$	$Z_{be} = -j$



4. ábra. Belsőponteltolás



2. táblázat

Elemérték $x_i$	$s_i^r$	$ s_i^r ^2$
$C_1 = 0,52$	-0,797 929 1	0,636 69
$\Gamma_2 = 0,11$	0,075 018 2	0,005 63
$\Gamma_3 = 7,06$	1,160 725 6	1,347 28
$C_4 = 2,77$	-1,024 677 4	1,049 96
$\Gamma_5 = 1,73$	2,622 857 5	6,879 38
$C_6 = 0,89$	-3,035 994 8	9,217 26
	$\Sigma S_i^r = -1,000 0000$	$\Sigma  S_i^r ^2 = 19,136 2$
	$\omega = 1,5$	$Z_{be} = -1,022 987j$

3. táblázat

Elemérték $x_i$	$s_i^r$	$ s_i^r ^2$
$C_1 = 1,172$	-1,759 125 6	3,094 52
$\Gamma_2 = 1,448 016 2$	0,965 962 4	0,933 08
$\Gamma_3 = 0,196 116 8$	1,928 394 4	3,718 70
$C_4 = 0,0512 7$	-1,134 297 6	1,286 63
$\Gamma_5 = 0,070 816 5$	1,106 314 6	1,223 93
$C_6 = 0,05995$	-2,107 248 2	4,440 49
	$\Sigma S_i^r = -1,000 000 0$	$\Sigma  S_i^r ^2 = 14,697 35$
	$\omega = 1,5$	$Z_{be} = -1,000 640 5j$

A Schoeffler által optimalizált hálózat (6. ábra) [8] adatait a 2. táblázat tartalmazza. Erre a megoldásra az irodalomban közölt  $\Sigma |S_i^r|^2 = 5,52$  hibás eredmény, a helyes érték  $\Sigma |S_i^r|^2 = 19,1362$ .

Ugyanerre a mintapéldára B. M. G. CHEETHAM a célfüggvényt 14,69-re minimalizálta 20 sec gépidő alatt 30 transzformációs lépéssel (3. táblázat) [5]. Eredményei valóban jól közelítik az elvi alsó határt. A 14,26 elvi határt 100%-nak véve a megoldás csak 3%-kal lépi túl ezt az értéket.

A MINTOL program ugyanerre a példára már két transzformációs lépés után ennél jobb eredményt

4. táblázat

Elemérték $x_i$	$s_i^r$	$ s_i^r ^2$
$C_1 = 1,092 590 3$	-1,638 886 1	2,685 94
$\Gamma_2 = 1,303 724 6$	0,869 150 3	0,755 42
$\Gamma_3 = 0,863 242 9$	1,822 443 7	3,321 30
$C_4 = 0,297 399 4$	-1,412 679 8	1,995 67
$\Gamma_5 = 0,254 034 9$	1,308 416 4	1,711 95
$C_6 = 0,168 133 0$	-1,948 444 5	3,796 44
	$\Sigma S_i^r = -1,000 000 0$	$\Sigma  S_i^r ^2 = 14,266 72$
	$\omega = 1,5$	$Z_{be} = -0,999 999 59j$

adott. A lehetséges alsó határt kevesebb mint 2%-kal közelíti meg 14,51 célfüggvény értékkel, míg a 7-ik transzformációs lépés után az elvi határt kevesebb mint 0,5 ezrelékkal haladja csak túl 14,26672 célfüggvény értékkel. Az átviteli függvény hibája  $10^{-6}$ -nál kisebb (4. táblázat).

A program által szolgáltatott félig relatív érzékenységek alapján gyakorlatilag is igazolható, hogy a transzformációnak egy invariánsa a relatív toleranciák összege. A használt operációs rendszer miatt a program double precision műveleteket nem használ.

## IRODALOM

- [1] J. D. Schoeffler: The synthesis of minimum sensitivity networks. IEEE Trans. on Circuit Theory, vol. CT-11. pp. 271-276, June 1964.
- [2] Géher K.: Lineáris hálózatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [3] D. A. Calahan: Modern hálózatszintézis. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1969.
- [4] Mózes Tibor: Folytonosan ekvivalens hálózatok generálása. Diplomaterv, 1980.
- [5] B. M. G. Cheetham: A new theory of continuously equivalent networks. IEEE Trans. on Circuits and Systems, January 1974.
- [6] A. Fiacco—G. McCormick: Nonlinear Programming. Sequential unconstrained minimization techniques. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1968.
- [7] Kovács Zsolt: Optimalizálási eljárások. Híradástechnika XXI. évf. 11. sz.
- [8] K. Géher: Theory of Network Tolerances. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.



# Számítógépprogramok katalógusa, 1981

DR. GÉHER KÁROLY  
BME Híradástechnikai  
Elektronika Intézet

Az alábbi összeállítás az elektronikára vonatkozó, 1981-ben elkészült számítógépprogramok katalógusát tartalmazza. A programok adatait az intézmények illetékes vezetői küldték be a BME Híradástechnikai Elektronika Intézet felkérésére.

A kialakult szokásoknak megfelelően az elektronikus eszközökre, elektronikus áramkörökre, híradástechnikai berendezésekre és híradástechnikai rendszerekre vonatkozó programokat állítottunk össze. A programkatalógus a programokat a beérkezés sorrendjében közli.

Név	Tartalom	Programozási nyelv	Programozó	Tulajdonos intézmény Szakértő	Ismertetés elkészülésének dátuma
TRANZ-TRAN POST- PROCESSZOR	Áramkör-szimuláció eredményeinek archiválása és rajzgépi megjelenítése	FORTRAN	Dr. Székely Vladimir Kerecsenné Dr. Rencz Márta BME Elektronikus Eszközök Tanszék	KFKI Mikro- elektronikai Kutatóintézete Dr. Jávor András	Mérés és Automatika, 1981. 12. szám 465—468. old.
LOBSTER PRE- PROCESSZOR	Automatikus paraméter-identifikáció a LOBSTER logikai szimulációs program részére	FORTRAN	Dr. Székely Vladimir Kerecsenné Dr. Rencz Márta Pekári Miklós Urbán Zoltán BME Elektronikus Eszközök Tanszék	KFKI Mikro- elektronikai Kutatóintézete Dr. Jávor András	Mérés és Automatika, 1981. 12. szám 465—468. old.
MICAD—I	A programrendszer nagyteljesítményű mikroelettronikai (LSI/VLSI) eszközök számítógéppel segített tervezésére (CAD) szolgál és biztosítja a tervezés valamennyi fázisát. A LOBSTER elnevezésű alrendszer biztosítja a digitális logikai szimulációs vizsgálatok elvégzését. A DOLPHIN alrendszer a maszk lay-out tervezést, interaktív cellaszerkesztést, tervezési szabályellenőrzést, fragmentált maszkkészítéshez kombinált pattern generátor és step and repeat kamera vezérlést tesz lehetővé. Technológiai modellezés céljára a STEP program szolgál	FORTRAN IV	KFKI—MKI Számítógépes Tervező Osztály és BME Elektronikus Eszközök Tanszéke	MTA—KFKI	Felhasználói kézikönyvek

A cikk 1982. márc. 30-án érkezett be a szerkesztőségbe, de anyagtorlódás miatt csak most tudtuk közölni.



Név	Tartalom	Programozási nyelv	Programozó	Tulajdonos intézmény Szakértő	Ismertetés elkészülésének dátuma
C-FFT fokal	A program 1024 ekvidisztáns pontban ismert komplex függvény gyors Fourier transzformációját végzi. Gyors aritmetikai egységgel felszerelt 16k memóriás TPA-i vagy PDP-8 típusú gépen futtatható. A transzformáció időtartama 4 sec	SLANG	Pócsik István Mészáros György MTA KFKI SZFKI	MTA—KFKI Szilárdtestfizi- kai Kutató Intézete Pócsik István Mészáros György	Preprint KFKI 1978—79; besze- rezhető a KFKI könyvtárától vagy a szerzőktől
GRAF	Irányított gráf összes útjának bejárása, a hurokban végződők kijelzése, az út „hosszának” (az élekhez rendelt értékekből történő) kiszámítása	CDC 3300 SIMULA	Császár Gyula Szádeczky-Kardos Tamás BHG FI	BHG FI Császár Gyula Szádeczky- Kardos Tamás	—
NÉGYFOK	Négyfokozatú kapcsolómező veszteségi valószínűségének kiszámítása arra az esetre, amikor az első és negyedik keresztmetszetben Erlang-eloszlás, a közbeesőkben pedig Bernoulli-eloszlás van. Az egyes keresztmetszetek terhelése egymástól függetlenül adható meg	CDC 3300 SIMULA	Szentirmai Ferencné BHG FI	BHG FI Ágostházi Margit	Felhasználói leírás 1982.
FROB	Szimulációs program a megismételt telefonhívások hatásának vizsgálatára, egyfokozatú veszteséges rendszerhez, két irányba elágazó forgalom folyamat esetén, folyamatonként hibaktól függően 3—3 kitartásfüggvény-nyel és szünetidő eloszlással	CDC 3300 SIMULA	Szentirmai Ferencné BHG FI	BHG FI Konkoly Lászlóné	Felhasználói leírás 1982.
IT2F	Állapot-egyenletrendszer iteratív megoldásán alapuló számítási eljárás a megismételt hívások hatásának vizsgálatára, egyfokozatú veszteséges rendszerhez, két irányba elágazó forgalomfolyamat esetén. Folyamatonként 2—2 kitartásértéket és 1—1 ismétlési intenzitást tartalmaz	CDC 3300 SIMULA	Konkoly Lászlóné BHG FI	BHG FI Konkoly Lászlóné	—
SICTI	A program R, C, L elemekből álló hálózat elemeire megkeresi az in-circuit méréskor a földre (vagy a guard pont-ra) kötendő csomópontokat	R12 FORTRAN	Dr. Herendi Miklós MIKI	MIKI Dr. Herendi Miklós	Kutatási jelentés 1981. december
BAHAMA	Távközlő hálózatok nyomvonalai struktúráinak életképességi és gazdaságossági vizsgálata, többutas áramkörirányításra való optimális méretezés alapján	BASIC (VT—20)	Dely Zoltán Kolláth Gábor PKI	POTI Perlaki György Dr. Sallai Gyula Dely Zoltán	Átviteli hálózatok számítógépes terve- zése. Tanulmány a POTI számára, 1981.
MALIN	Távbeszélő fővonalai igények területi eloszlásának számítása előfizetői kategóriánként az ellátottsági jellemzők ismeretében	BASIC (PDP—8)	Dr. Sallai Gyula PKI	PKI Dr. Sallai Gyula Oprics György	Forgalomeloszlás gépi számítása. PKI tanulmány



Név	Tartalom	Programozási nyelv	Programozó	Tulajdonos intézmény Szakértő	Ismertetés elkészülésének dátuma
TRAVER	Távbeszélő központok kezdeményezett és végződő forgalmának számítása a fajlagos kezdeményezett forgalmak, az előfizetői eloszlások és a maximális forgalmi aszimmetria ismeretében	BASIC (PDP—8)	Dr. Sallai Gyula PKI	PKI Dr. Sallai Gyula Oprics György	Forgalomeloszlás gépi számítása. PKI tanulmány
TRAMAT	Központok közötti forgalom eloszlásának számítása a kezdeményezett és végződő forgalmak, és az érdekeltségi jellemzők alapján Kruithof-módszerrel	BASIC (PDP—8)	Ecsedi Gáborné Dr. Sallai Gyula PKI	PKI Dr. Sallai Gyula	Forgalomeloszlás gépi számítása. PKI tanulmány
BLOMIX	Két különböző típusú, pl. analóg és digitális központrendszer feltételezése mellett a teljes tápterületet optimálisan felosztja megadott számú központ között, meghatározza optimális helyüket, figyelembe véve a meglévő központokat, az át nem rendezhető tápterületrészeket, az átviteli eszközöket és előírásokat, a távoli előfizetői egységek alkalmazhatóságát	BASIC PDP—8	Dr. Sallai Gyula PKI	PKI Dr. Sallai Gyula	—
REMAN	Elektronikus berendezések és rendszerek megbízhatósági paramétereivel kapcsolatos számításokra (analízis, becslés, redundancia, tartalékolás, vizsgálati terv) alkalmas interaktív programrendszer	FORTRAN IV PLUS	Dr. Farkas György Dr. Földvári Rudolf BME—HEI	MMG Automa- tika Művek Tóth Ferenc (MMG—AM) Dr. Farkas György (BME—HEI)	Dokumentáció 1981. Használati utasítás 1981.
REGRA	A programcsomag nagyméretű, megbízhatósági gráfjakkal adott rendszerek, hálózatok megbízhatósági jellemzőinek meghatározására alkalmas részegységeik paramétereire alapján.	PL—1	Marton Zoltán	BME—HEI Jereb László	Diplomaterv, 1981.
MASAS	A programcsomag folytonos és diszkrét idejű Markov-lánccok jellemzőinek analitikus és szimulációs meghatározására alkalmas	PL—1	Takácsné Maros Dóra	BME—HEI Jereb László	Diplomaterv, 1981.
ESTON	A programcsomag helyközi és nagyvárosi távközlő hálózatok nyomvonalának távlati tervezésére alkalmas	PL—1, Assembler	Dr. Földvári Rudolf Jereb László Morvay Géza Dr. Osváth László Dr. Pongor György Tóth István BME—HEI	PKI Dr. Sallai Gyula PKI Jereb László BME—HEI	Felhasználói leírás, 1981.
Kristálysűrűket tervező programrendszer	A programok egyedi rezonátorok létrakapcsolásával, X-tagok lánc- vagy párhuzamos kapcsolásával, valamint kétkapu rezonátorok párhuzamos kapcsolásával felépített szűrőket terveznek	FORTRAN IV.	Horváth Lászlóné dr. Elek Kálmán BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Kristálysűrűk tervezése, tanulmány. 1981.



Név	Tartalom	Programozási nyelv	Programozó	Tulajdonos intézmény Szakértő	Ismertetés elkészülésének dátuma
CTD-FAP	Mintavételes rekurzív CTD szűrőből és analóg elő- vagy utószűrőből álló rendszer frekvencia-tartománybeli analízise. Figyelembe vehető a töltésveszteség, továbbá a mintavételezés és tartás miatti torzulás	FORTRAN— IV.	Dr. Trón Tibor BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Használati utasítás a CTD—FAP CTD szűrő analízis programhoz, 1981. június
FIR	Lineáris fázisú, nonrekurzív (véges impulzusválaszú), diszkrét idejű (digitális, transzverzális) szűrők tervezése	FORTRAN— IV.	Dr. Gaál József Semegi József BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Lineáris fázisú FIR szűrőt tervező program használati utasítás, 1981. június
IIR	Minimálfázisú, rekurzív mintavételező szűrők kaszkád szintézise	FORTRAN— IV.	Dr. Gaál József Semegi József BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Rekurzív mintavételező (IIR) szűrőt tervező program használati utasítása, 1981. november
SCAN	Kapacitásokból, műveleti erősítőkből és kapcsolókból álló, úgynevezett kapcsolt kapacitású hálózatok frekvencia-tartománybeli analízise	FORTRAN— IV.	Dr. Gefferth László Kalvach Gábor BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Használati utasítás az SCAN SC analízis programhoz, 1981. június
SC szűrő tervezése optimalizálással, optimalizálás simplex módszerrel	Kapcsolt kapacitású szűrők kaszkád szintézise	FORTRAN— IV.	Dr. Halász Edit Dr. Fülöp Tamás Molnár Tamás Tóth László BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Martin—Sedra féle SC szűrő számítógépes tervezése. Használati utasítás 1981.
SC szűrő tervezése optimalizálással Fleischer—Laker féle alaptagokból	Kapcsolt kapacitású szűrők kaszkád szintézise	FORTRAN— IV.	Dr. Halász Edit Molnár Tamás Tóth László BME—HEI	OMFB Dr. Budinszky József	Fleischer—Laker féle SC szűrő számítógépes tervezése. Használati utasítás, 1981.
REDENO	Véges impulzusválaszú, transzverzális struktúrájú aluláteresztő és kvadrátúra szűrők (Hilbert transzformátor) tervezése és frekvencia-tartománybeli analízise interaktív üzemmódban	TPA i FOR- TRAN—IV.	Dr. Gaál József Macskássy Péter Dr. Prónay Gábor Dr. Solymosi János Dr. Trón Tibor BME—HEI	REMIX Papp Károly Dr. Udvarhelyi Gábor	Használati utasítás a REDENO referens nonrekurzív szűrő tervező programhoz, 1981. október
NOFIDA	Véges memóriájú, transzverzális struktúrájú, tetszőlegesen megadható amplitúdó-karakterisztikájú és lineáris fázismenetű mintavételező szűrő tervezése és frekvencia-tartománybeli analízise interaktív üzemmódban	TPA i FOR- TRAN—IV.	Dr. Gaál József Macskássy Péter Dr. Prónay Gábor Dr. Solymosi János Dr. Trón Tibor	REMIX Papp Károly Dr. Udvarhelyi Gábor	Használati utasítás a NOFIDA nonrekurzív szűrő tervező és analízáló programrendszerhez, 1981. október
GHU	LC szűrők hangolási specifikációjának meghatározása TOLOPT adatokból kiindulva, a specifikáció szerinti érzékenység felhasználásával	ICL 4—70 FORTRAN	Dr. Gefferth László BME—HEI	TELEFON- GYÁR Radvány Jenő Szente László	Használati utasítás a GHU hangolási specifikációt számítógépes programhoz



# IT jelű DC/DC kapcsolóüzemű tápegységcsalád

BALOGH DEZSŐ  
BHG

## BEVEZETÉS

A BHG Híradástechnikai Vállalat kutatói és fejlesztői által kidolgozott — napjainkban gyártásban levő — tárolt programvezérlésű elektronikus alközpontokkal (EP) kapcsolatban már több ismertető és publikáció is napvilágot látott. Az eddigiek során megjelent írások azonban nem tértek ki részletesen a központok egyik lényeges egységcsoportjára, a szekunder feszültségátalakítókra, melyek a központok elektronikus áramköreinek közvetlen tápfeszültség-ellátó berendezései. Ezek az egységek nem tartoznak ugyan a telefonos szolgáltatásokat megvalósító áramköri egységek közé, de a rendszer kifogástalan működésének alapvető meghatározói.

A tranzisztor felfedezése (Bell Laboratórium, J. Bardeen, W. Bratain, W. Shockley) döntő fordulatot jelentett az elektronikai alkatrész és berendezés gyártó iparban. Az elektronikus technika kibővülésével növekedtek az áramellátással szemben támasztott követelmények is. A legkisebb méretek, a legkisebb veszteségek, valamint az összetett szabályozási karakterisztikák új készülékeket és alkatrészkonceptiókat követelnek. Példa erre a kapcsolóüzemű tápegységek széles körű felhasználása. Az áramellátási technikának a jövőbeni továbbfejlődése lényegében a teljesítményfélvezető-technika fejlődésétől függ. Tekintve, hogy e technika állandó fejlődésben van, számolni lehet az áramellátó területén jelentkező újabb eredményekkel.

Az elektronikus tárolt programvezérlésű telefonközpontok fejlesztése kapcsán kapcsolóüzemű feszültségátalakítók fejlesztése is folyt a BHG-ban. A munka egyik eredményeként jött létre az IT jelű DC/DC feszültségátalakító család, amely az eddigi igényeknek megfelelően 11 tagot számlál.

A továbbiakban ezen egységek fejlesztési célkitűzései és azokat megvalósító áramkörök általános ismertetésére kerül sor.

## ÁLTALÁNOS CÉLKITŰZÉSEK

A fejlesztési feladatok kitűzésekor számos gondolat fogalmazódott meg, figyelembe véve a nemzetközi és postai előírásokat, az alkalmazási és felhasználói igényeket is. Ezek közül a fontosabbak a következők voltak:

## Konstrukcióban:

- azonos felépítés,
- dugaszolható kivitel,
- mechanikusan kódolt csatlakozás,
- moduláris felépítés,
- biztosíték, kapcsoló, vizuális jelzések és mérési pontok az előlapon, és
- a központ konstrukciós igényeinek megfelelő méretek.

## Elvi, elektromos jellemzők:

- kapcsolóüzemű forward elrendezés,
- egy vagy két egymástól független kimenet, melyek egymástól és a bemenettől is galvanikusan szétválasztottak,
- maximális terhelhetősége 60 W,
- a kimenetek terhelhetőségi aránya  $N_{U1}/N_{U2}=10$ ,
- a szabályozás pontossága jobb mint 1%,
- működési tartomány ( $U_{Tn} \pm \Delta U$ ) a központok igényeinek megfelelően ( $U_{Tn}$  = névleges bemenő feszültség),
- csatlakozó védelem bedugaszolásakor,
- bemeneti túlfeszültség-védelem,
- bemeneti indulóáramkorlát,
- bemeneti alacsonyfeszültség-védelem,
- működés közben emberi fül számára hallható hang nem keletkezik,
- bármely kimeneti feszültség megszűnése esetén a másik kimeneti feszültség is megszűnik,
- vizuális és elektromos alarmjelzések,
- távkapcsolhatóság,
- soros automatikus bekapcsolás,
- automatikus kimeneti zárlatvédelem,
- kimeneti feszültségvédelem,
- külső pontról távszabályozható,
- beállítható túláramvédelem  $U_1$ -en,
- megszakítás nélküli terhelőáram-mérés  $U_1$ -en,
- előlapról mérhető  $U_1$ ,  $U_2$  értéke a kimeneti csatlakozón, és
- a főbb egységek önállóan beállíthatók és vizsgálhatók.

## Környezetre gyakorolt hatása:

- megfelel a KPMSZ P 263.8—76 szabvány előírásainak (rádiófrekvenciás zavar).

Megengedett környezeti hőmérséklet:  $-5$  °C-tól  $+60$  °C-ig.

Egyebekben a KGST POTÁB előírásai a mérvadóak.



## AZ IT CSALÁD TAGJAI

A felmerült igények alapján a következő típusok kerültek kidolgozásra:

IT5	IT12/12
IT5/5	IT15
IT5/28,5	IT24
IT6/12	IT24/12
IT9	IT24/28,5
IT12	

Az IT betűjel utáni számok az  $U_1$ , ill.  $U_2$  kimeneti feszültség értékét jelölik.

## AZ IT CSALÁD TAGJAINAK KONSTRUKCIÓS JELLEMZŐI

Az IT család tagjai 4E magasságú kártyarekeszbe illeszthető, perforált vaslemezről és alugrafikai előlapból álló rack rendszerű zárt fémdobozba épített egységek.

Befoglaló méreteik:  $235 \times 150 \times 67$  mm

Tömegük: 28 N

Egy 19"-os kártyarekeszben 6 db egység helyezhető el. Hátlapján 2 db 8 pontos keses csatlakozóval csatlakozik a kártyarekeszhez. Előlapján szerelt fül teszi lehetővé kihúzását.

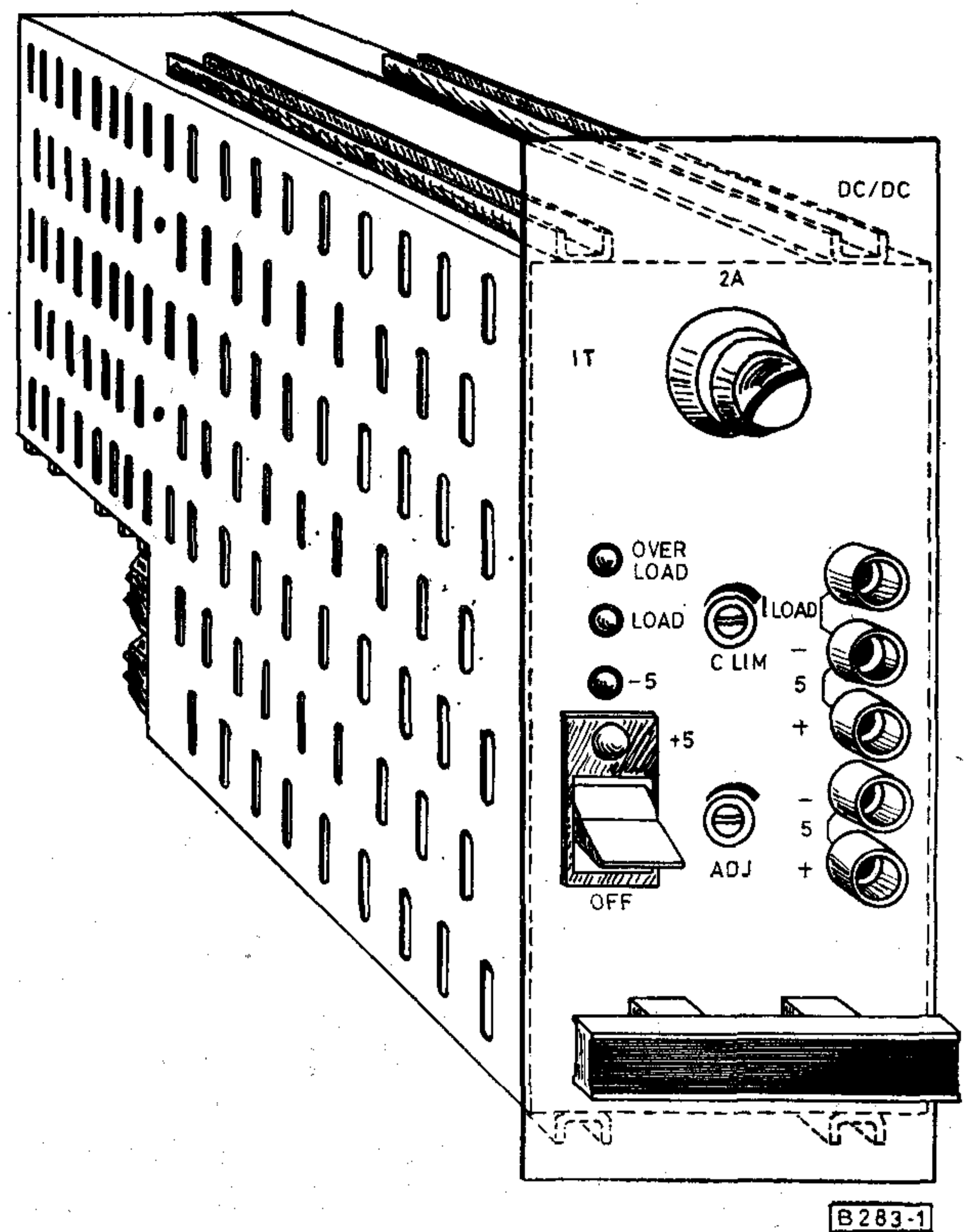
A vaslemezről hajlított hátlap és a vaslemezről és alugrafikai lemezből álló előlap hordozza a nyák lemezeket és egyéb alkatrészeket. A hátlapra csavarokkal van rögzítve a két 8 pontos csatlakozó, egy mikrokapcsoló és az  $U_1$  feszültségkimenet egyenirányító diódáinak és a végfokozat teljesítménykapcsoló tranzistorjának hűtőbordája. A palást csavarokkal rögzíthető az előlaphoz.

Egy teljes kiépítésű egység 5 db kétoldalasan furatfémezett nyák lemezt tartalmaz (OP, CS, JN2, OV, LS).

Az egyes funkcionális egységek külön dugaszolható nyák lemezen helyezkednek el.

A csatlakoztatás mechanikus kódeleme a 2 db 8 pontos dugaszra szerelt négy csap. Ez biztosítja, hogy minden típus csak a saját helyére dugaszolható. Az üzem közbeni gyors csere alkalmával megakadályozza, hogy nem megfelelő kimenettel rendelkező egység legyen bedugaszolva. Az előlapon szerelt elemek a következők:

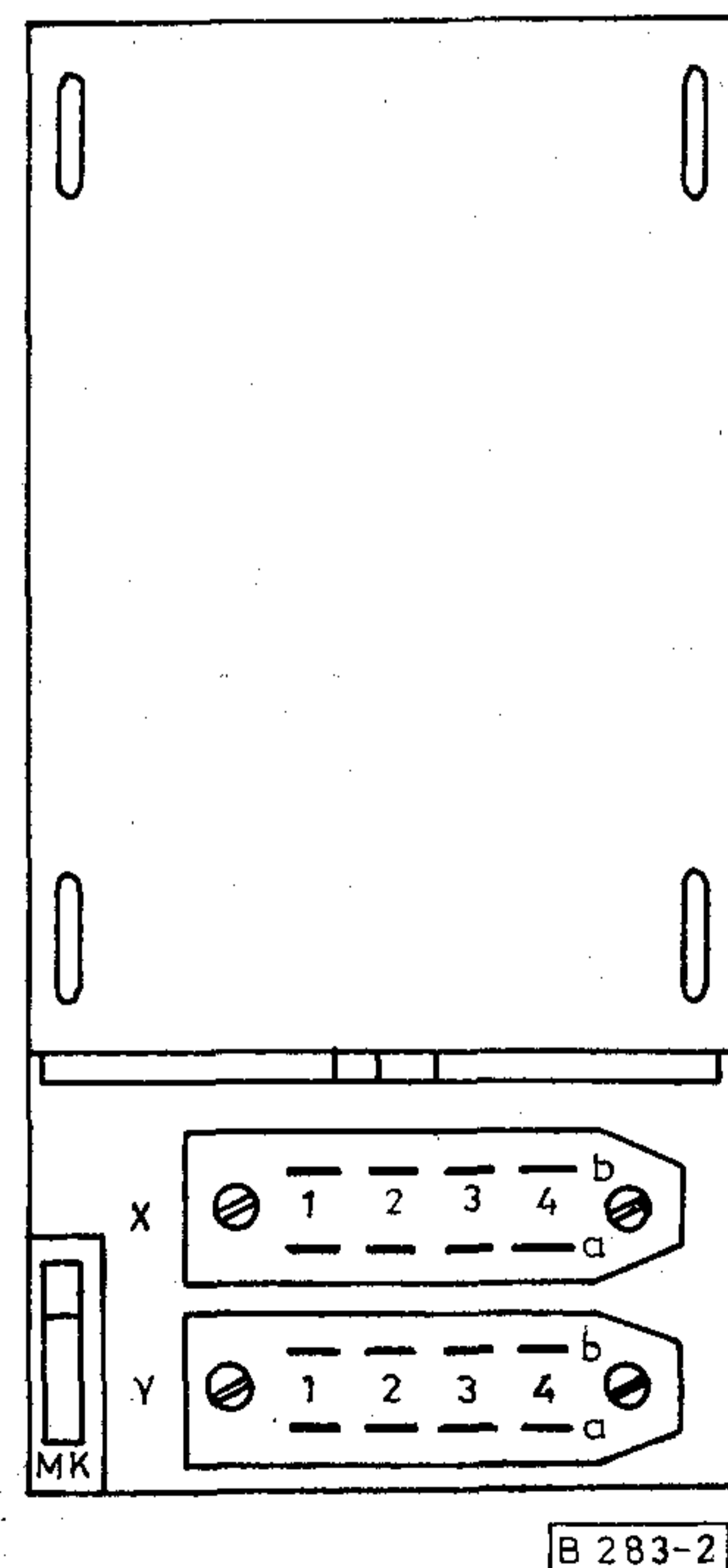
- a bemeneti túláramvédelem olvadó biztosítóka,
- az energiaátvitel ki-, bekapcsolója,
- a csatlakozón levő  $U_1$ ,  $U_2$  feszültségek mérésére szolgáló banánhüvelyek,
- a megszakítás nélküli ( $U_1$ ) terhelőáram mérésére szolgáló banánhüvelyek,
- a túlterhelést, az  $U_1$ ,  $U_2$  kimeneti feszültségek jelenlétét és az  $U_1$  kimeneten terhelést jelző LED-ek és
- az  $U_1$  kimeneti feszültség áramkorlát-beállítása, valamint a névleges  $U_1$  kimeneti feszültség  $\pm 10\%$ -os változtatására szolgáló potenciométerek.



1. ábra. IT tápegység sematikus képe

Az egység sematikus képe az 1. ábrán látható.

Az egység hátulnézeti sematikus rajza a 2. ábrán látható.



2. ábra. IT tápegység sematikus hátulnézeti képe



Az X, Y csatlakozók pontjai az alábbiak szerint vannak bekötve:

Xa1	48 V	
Xb1	-48 V	bemeneti feszültség pontok
Xa2	-U <sub>2</sub>	
Xb2	+U <sub>2</sub>	U <sub>2</sub> kimeneti feszültség pontok
Xa3,4	+U <sub>1</sub>	
Xb3,4	-U <sub>1</sub>	U <sub>1</sub> kimeneti feszültség pontok
Ya1	- szab.	
Ya2	+ szab.	U <sub>1</sub> külső szabályozó pontok
Yb1	AL	
Yb2	AL	U <sub>1</sub> +U <sub>2</sub> elektromos alarmjelzések pontjai
Ya3	LB	bejövő indítás indítójel csatlakozási pontjai (48 V földpont)
Yb3	LK	kimenő indítás indítójel csatlakozási pontjai (48 V földpont)
Ya4		házföldelési pont
Yb4	TAL	terhelés alarmjelzés pontja (48 V földpont)

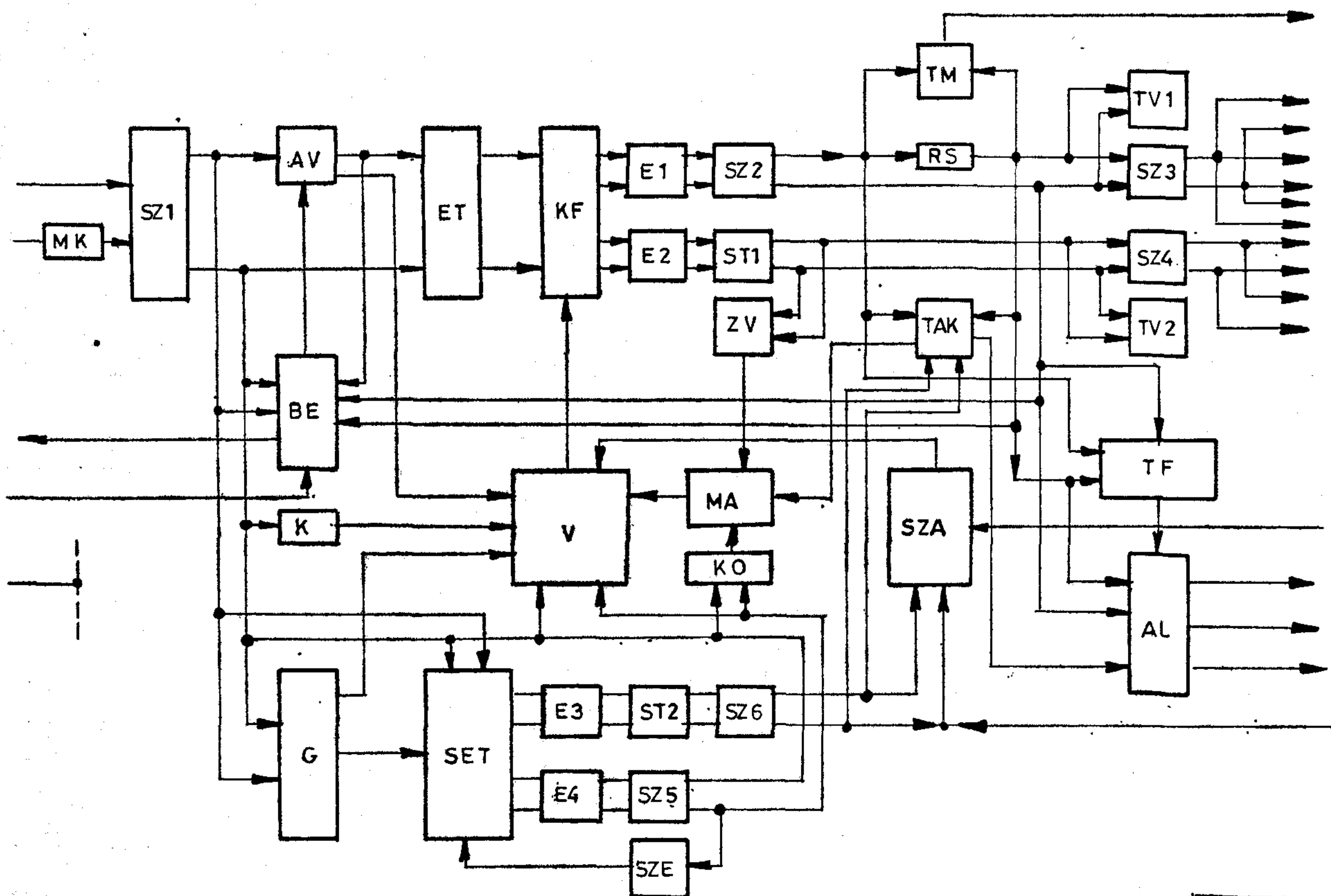
A 2. ábrán jelölt MK a bemeneti feszültség mikrokapcsolója, amely bedugaszoláskor automatikusan kapcsol.

### ELVI, ELEKTROMOS JELLEMZŐK

Az elvi struktúrát és a működés funkcionális rész-áramköreit a 3. ábrán látható blokkdiagram tartalmazza.

A 3. ábra jelöléseinek értelmezése:

MK	bemeneti mikrokapcsoló
SZ1	bemeneti szűrő
SET	segéd feszültség teljesítmény végfok
E3	egyenirányító áramkör
E4	egyenirányító áramkör
ST2	analóg stabilizátor
SZ5	szűrőáramkör
SZ6	szűrőáramkör
SZE	visszacsatolás
ET	energiatároló
AV	áramkorlátozó
BE	bekapcsoló egység
KF	teljesítmény végfok
V	vezérlőáramkör
K	kapcsoló
SZ	feszültség szabályozó áramkör
E1	egyenirányító áramkör
E2	egyenirányító áramkör
SZ2	szűrő
ST1	stabilizátor
RS	söntellenállás
TM	terhelésmérő
TV1	U <sub>1</sub> túlfeszültségvédő áramkör
TAK	terhelő áramot korlátozó áramkör
MA	memória áramkör
ZV	zárlatvédő áramkör
KO	újraindító áramkör
TV2	U <sub>2</sub> túlfeszültségvédő áramkör
SZ3	U <sub>1</sub> kimeneti szűrő
SZ4	U <sub>2</sub> kimeneti szűrő
TF	terhelés-figyelő áramkör
AL	alarmáramkör



3. ábra. IT tápegység blokkvázlata



A részáramkörök szerepét, feladatát, valamint a célkitűzések megvalósítását a tömbvázlat alapján tekintjük át.

### BEMENETI MIKROKAPCSOLÓ (MK)

Az egység helyére való bedugaszolásakor a csatlakozók érintkezésének első pillanatában a mikrokapcsoló nyitott, a bemeneti primer feszültség ezáltal nem jut be a belső áramkörökbe. Nincs áramfelvétel, így szikrázások sem keletkezhetnek a csatlakozó pontokon. Továbbdugaszolásakor — amikor az érintkezés már megfelelő — automatikusan zár a mikrokapcsoló és ekkor kapnak feszültséget a belső áramkörök. Kihúzáskor a folyamat ellentétes irányú. Ilyen módon a mikrokapcsoló biztosítja a csatlakozó védelmét a feszültség alatt levő rendszerekben az IT egységek ki- és bedugaszolásakor.

### BEMENETI SZŰRŐ (SZ1)

A nagyfrekvenciás szűrő megakadályozza, hogy a működés során keletkező belső zavarjelek kijussanak a primer táprendszerre és ott rádiófrekvenciás zavarokat okozzanak.

### SEGÉDFESZÜLTSG ÁRAMKÖREI

A belső vezérlő, figyelő és szabályozó áramkörök számára szükséges tápfeszültséget egy kis teljesítményű, két kimenetű, DC/DC szabályozott feszültségátalakító biztosítja. Segédfeszültségek:  $-5$  V DC a bemeneti primer feszültséghez képest, valamint  $+12$  V DC a kimeneti  $U_1$ -hez képest, amelyik galvanikusan izolált a bemeneti primer feszültségtől. A segédfeszültség áramkör részáramkörei: G, SET, E3, E4, ST2, SZ5, SZ6, SZE.

A kapcsolójel alaposzcillátora (G), relaxációs oszcillátor, amely két kimenettel rendelkezik:

- segédfeszültség teljesítményfokozatának vezérlésére (SET) és
- a vezérlőáramkör működtetésére.

A G áramkör frekvenciája 30 kHz.

A SET bemeneti áramkörei a G tüimpulzusaiból a SET kapcsoló tranzisztorai számára szükséges négyszögimpulzusokat állítják elő.

A SET kimenetén levő egyenirányító (E4) és a vele sorbakapcsolt SZ5 szűrő (egyben puffer) áramkör állítja elő a  $-5$  V segédfeszültséget. Az SZ5 kimenetéről visszacsatolás van (SZE) a SET kapcsolótranzisztorainak bemenetére, ami által a  $-5$  V stabilitása megfelelően biztosított.

Működés közben a  $-5$  V segédfeszültség terhelése változik 30 és 100 mA között. A megfelelően méretezett SET második segédfeszültség kimenete elegendő teljesítményt biztosít az E3 egyenirányító, ST2 analóg stabilizátor és SZ6 szűrő és puffer számára, hogy a 12 V segédfeszültség a működés minden helyzetében stabil maradjon. A segédfeszültség áramkör az egység működését biztosító bemeneti feszültséghez képest

jelentős tartalékkal rendelkezik, ami azt jelenti, hogy  $U_{be} = U_{be\ névl.} \cdot 0,8$  esetén is megfelelőek a segédfeszültségek értékei. Az ST2 analóg stabilizátor vesztesége a bemeneti feszültség növekedésével nő ugyan, de ez nem jelentős a kis terhelés miatt.

### ENERGIATÁROLÓ (ET)

Az energiatároló egy nagy kapacitású kondenzátor. Szerepe kettős. Egyrészt a kimeneten levő puffer kondenzátorokkal együtt biztosítja, hogy a bemenet megszakítása után még 50 W terhelés esetén is legalább 10 ms-ig nem csökken az  $U_1$  kimenő feszültség értéke, másrészt zajcsökkentő hatása van a primer tápfeszültség felé.

### ÁRAMKORLÁTOZÓ (AV)

A primer feszültség bekapcsolásakor az induló áram az IT jelenléte ellenére alacsony marad, mert az AV korlátozza az induló áramot és tiltja a vezérlőjelet. Az AV inaktív állapotában nincs energiaátvitel a kimenetekre. Bekapcsolás után az aktív állapotot a bekapcsoló egység (BE) hozza létre. Az AV aktiváláskor fémesen rövidre záródik a korlátozó ellenállás, megszűnik a vezérlőjel tiltása és softstarttal indul az energia átvitel.

### BEKAPCSOLÓ EGYSÉG (BE)

A BE figyelni az ET feszültséget és csak egy meghatározott érték elérése után aktiválja AV-t. AV feszültségének csökkenése esetén 1,8–2,4 V-tal a bekapcsolási érték alatt BE AV-t újra inaktív állapotba hozza. Ezzel valósul meg az alacsonyfeszültség-védelem, amely primer oldali puffer üzem esetén az alkalmazott akkumulátorokat védi a mélykisütéstől.

Az AV aktiválásának csak egyik feltétele ET feszültségének meghatározott szintű jelenléte, további feltétel még a külső indítójel megléte. BE figyelni az  $U_1$  kimenő feszültséget és ennek megjelenése esetén kimenő indító jelet generál, amivel más azonos egység indítható. Az indítójelet a primer feszültség pozitív pontja.

A BE áramkör ki- illetve bemeneti indítópontjain keresztül valósítható meg az IT egységek sorrendi, illetve lánckapcsolása.

### TELJESÍTMÉNYVÉGFOK (KF)

A teljesítményvégfok kapcsolótranzisztorokból és a kollektorkörökben levő transzformátorból áll, ismert forward kapcsolási elrendezésnek megfelelően. Két kimenetén az  $U_1$ , illetve  $U_2$  feszültségek előállításához szükséges feszültségimpulzusok jelennek meg. A KF működtetését végző kapcsolójelek nagy merekségűek és biztosítják a végfokozat lezárását is. A KF-en  $-5$  °C + 60 °C hőmérséklet-tartományban 60 W hasznos teljesítménynek megfelelő energia vihető át. A kapcsolótranzisztorok gyors működése biztosítja a kis veszteségű energia átvitelt. A kimenetnek



megfelelő szélesség-modulált kapcsolójelet a vezérlő áramkör állítja elő G oszcillátor 30 kHz-es túimpulzusaiból.

### VEZÉRLŐÁRAMKÖR (V)

A vezérlőáramkör a 30 kHz-es kapcsolójelet állítja elő a KF számára G túimpulzusaiból. Alapvetően egy monostabil multivibrátor, melynek időzítő körén keresztül SZA szabályozó áramkör  $U_1$  kimenő feszültség stabilitásának megfelelően az impulzus szélességet változtatja 0–45% kitöltés között. A vezérlőjel tiltható: AV, SZA, MA áramkörökből, valamint a K kapcsolóval. MA felőli bemenete optocsatolóval galvanikusan leválasztott. MA, K, AV felőli vezérlőjel tiltás után indítás softstarttal történik.

(–5V) segéd feszültség megszűnése esetén, valamint (+12 V) segéd feszültség +8 V-ra való csökkenésekor is megszűnik a vezérlőjel. Ez a belső védelem.

### KAPCSOLÓ (K)

Az előlapon szerelt kapcsoló szerepe: az energia átvitel tiltása, illetve engedélyezése a vezérlőjel tiltása, illetve engedélyezése által. Nem szakítja meg a bemenő primer feszültséget, ezáltal vizsgálat és szervizelés esetén a belső áramkörök működése ellenőrizhető.

### FESZÜLTSEGSZABÁLYOZÓ ÁRAMKÖR (SZA)

$U_1$  kimenő feszültség értékét figyeli és stabilitásnak megfelelően szabályozza V áramkörben a vezérlőjel szélességét. Az előlapról elérhető potenciométerrel  $U_1$  értéke a névleges érték  $\pm 10\%$  között állítható. SZA bemenete külső pontról szabályoz. A tápvezetkezés vesztesége kiküszöbölhető, ha a szabályozás a terhelés kapcsairól történik. A kimeneti tápvezeték rendszeren eső feszültség azonban nem lehet több mint  $U_1$  25%-a, mert ekkor a kimenet túlfeszültségvédelmi áramköre működésbe lép.

### EGYENIRÁNYÍTÓ (EL)

Gyorskapcsoló teljesítmény diódákat tartalmaz. KF kimeneti jeleiből  $U_1$  előállításához szükséges DC jelet állítja elő a további áramkörök számára.

### EGYENIRÁNYÍTÓ (E2)

Gyorskapcsoló diódákat tartalmaz. KF kimeneti jeleiből  $U_2$  előállításához szükséges DC jelet állítja elő a további áramkörök számára.

### SZŰRŐ (SZ2)

E1 kimenetén megjelenő feszültség szűrését és puffereklését végzi. Kimenetén nagyfrekvencián szűretlen  $U_1$  jelenik meg.

### STABILIZÁTOR (ST1)

Analóg integrált stabilizátor, szűréssel és puffer kondenzátorokkal. Kimenetén  $U_2$  nagyfrekvencián szűretlen feszültség jelenik meg. A beépített potenciométerrel  $U_2$  értéke változtatható. A stabilizátor IC túláram és túlmelegedés elleni védelemmel rendelkezik. Túláram esetén áramgenerátorként viselkedik, ami a felhasználási területek nem mindegyikén felel meg. Ha ugyanis a túlterhelés valamely olyan elem meghibásodása miatt következett be, amely a további áramhatására tűzveszélyessé válik (pl. tantál kondenzátor), akkor ez potenciális veszély az egész rendszer számára. Ezért az IT-kben a zárlat és túláramvédelemre más módszert kellett kidolgozni.

### SÖNTELENÁLLÁS (RS)

RS ellenállás értéke körülbelül 10 mohm.  $U_1$  terhelő árama RS-n átfolyva, a megszakítás nélküli terhelésmérés, a túláramvédelem és a terhelésszélzés áramkörei számára feszültségesztést hoz létre RS-n.

### TERHELÉSMÉRŐ (TM)

Az RS-en eső feszültségből a terhelőáram értékével arányos feszültséget állít elő. 10 mV megfelel 1A terhelésnek. Ez az előlapról mérhető 20 kohm/V-os műszerrel.

### $U_1$ TÚLFESZÜLTSEGVÉDŐ ÁRAMKÖR (TV1)

$U_1$  kimenő feszültség meghatározott érték fölé növekedése esetén egy tirisztor begyújtása révén rövidre záródik a kimenet. Ha a túlfeszültség belső szabályozási hiba következtében jelentkezett, az így létrehozott túláram működteti a túláramvédő áramkört és az energiaátvitel megszűnik. Ezáltal védi a táplált áramkört is. Ha a magasabb feszültség külső eredetű, a vezérlés automatikusan leáll, a tirisztor védelmi szerepét az előbbivel azonos módon látja el.

### TERHELŐ ÁRAMOT KORLÁTOZÓ ÁRAMKÖR (TAK)

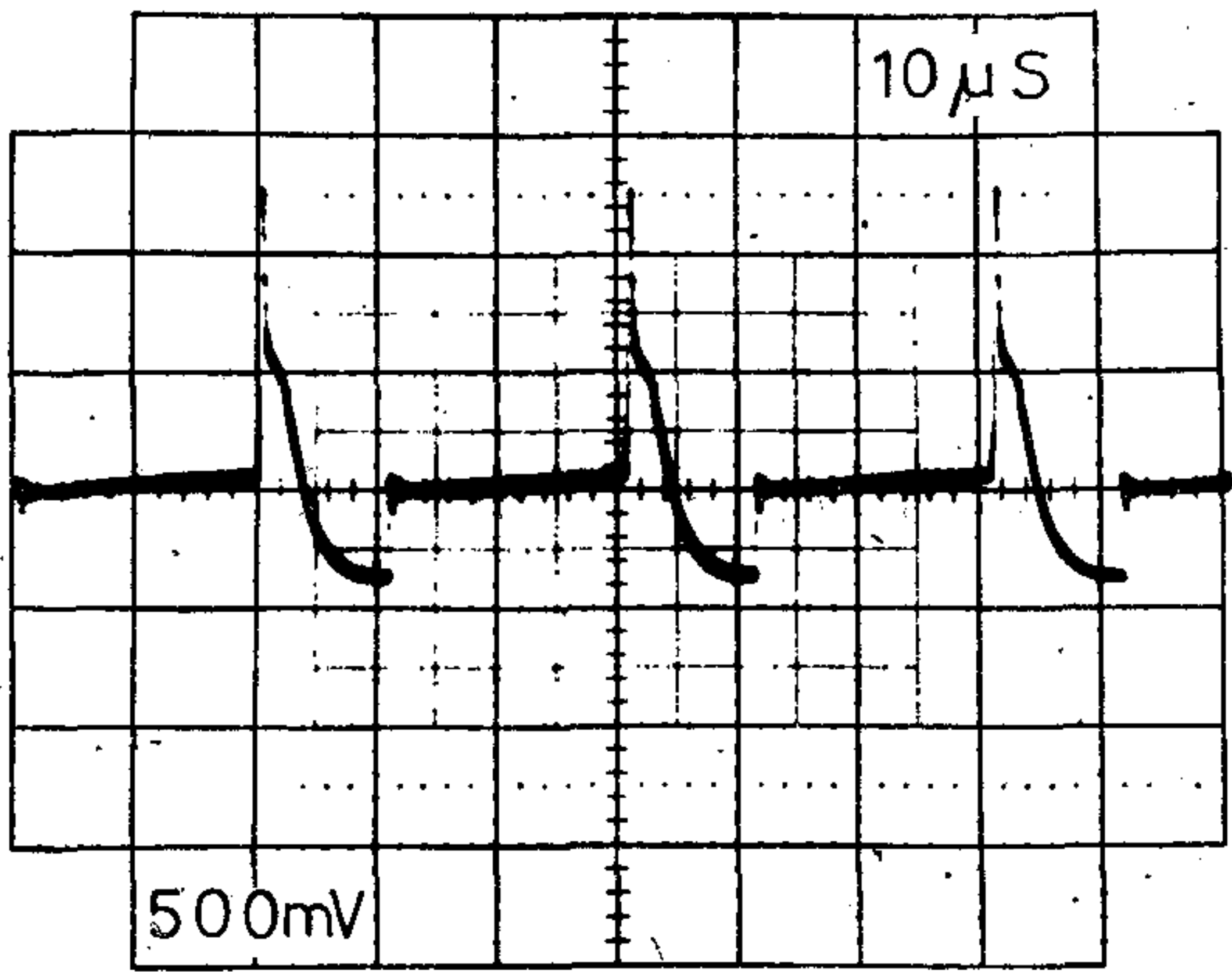
A TAK feladata az RS-n átfolyó áram figyelése és a memória áramkör (MA) felé való jelzés a vezérlés tiltására, ha a terhelő áram az előre beállított értékénél magasabb. Az előlapról potenciométerrel az  $U_1$  kimenet megengedett maximális terhelőáram értéke 5–100 W közötti kimenő teljesítménynek megfelelő értékre állítható.

60 W-nál magasabb érték beállításának dinamikus, rövid idejű terhelése esetén van értelme. Túláram esetén az energiaátvitel teljesen megszűnik.

### MEMÓRIA ÁRAMKÖR (MA)

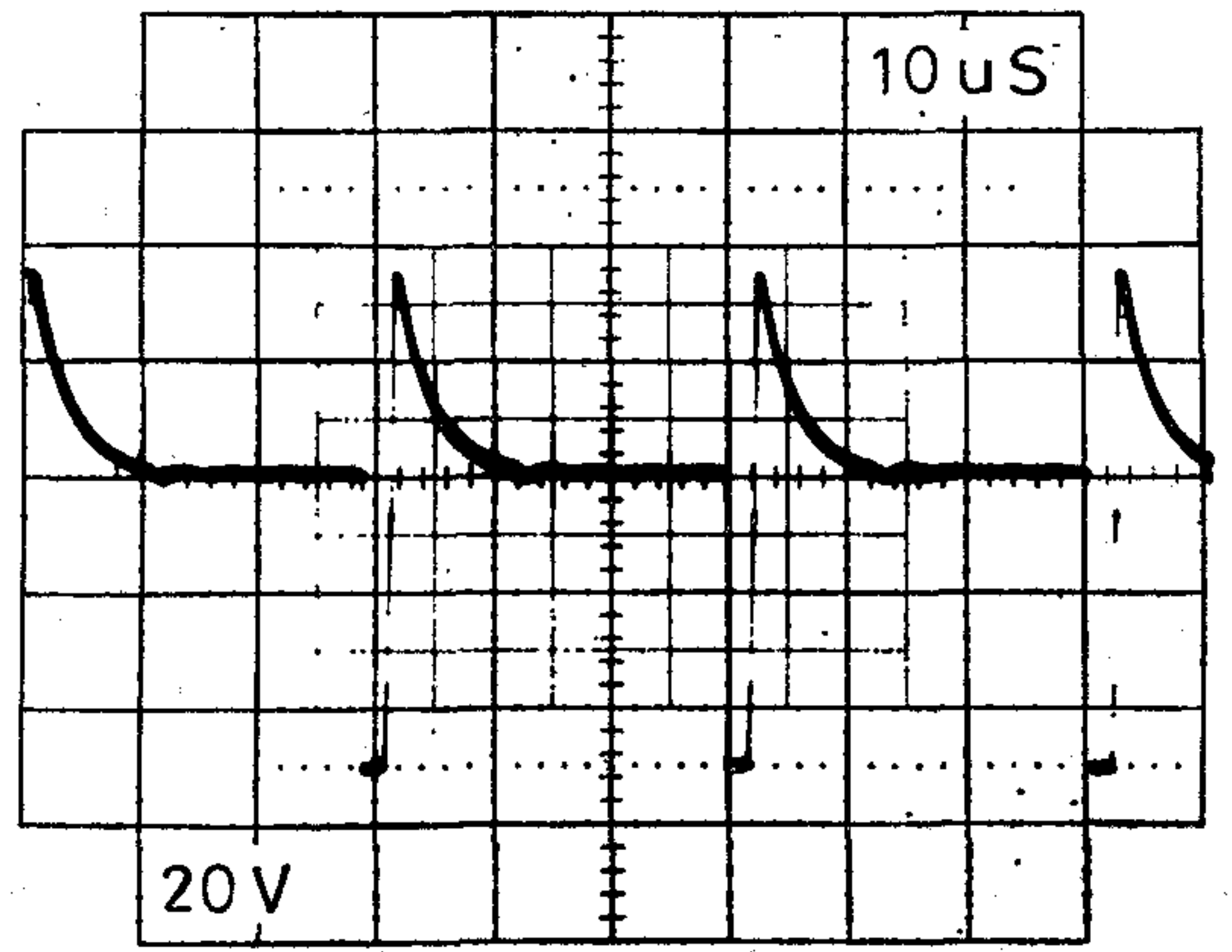
A TAK, valamint a ZV zárlatvédő ( $U_2$ ) áramkör hatására MA tiltja a V-n keresztül a vezérlőjelet. MA bemenetei optocsatolóval galvanikusan szét vannak





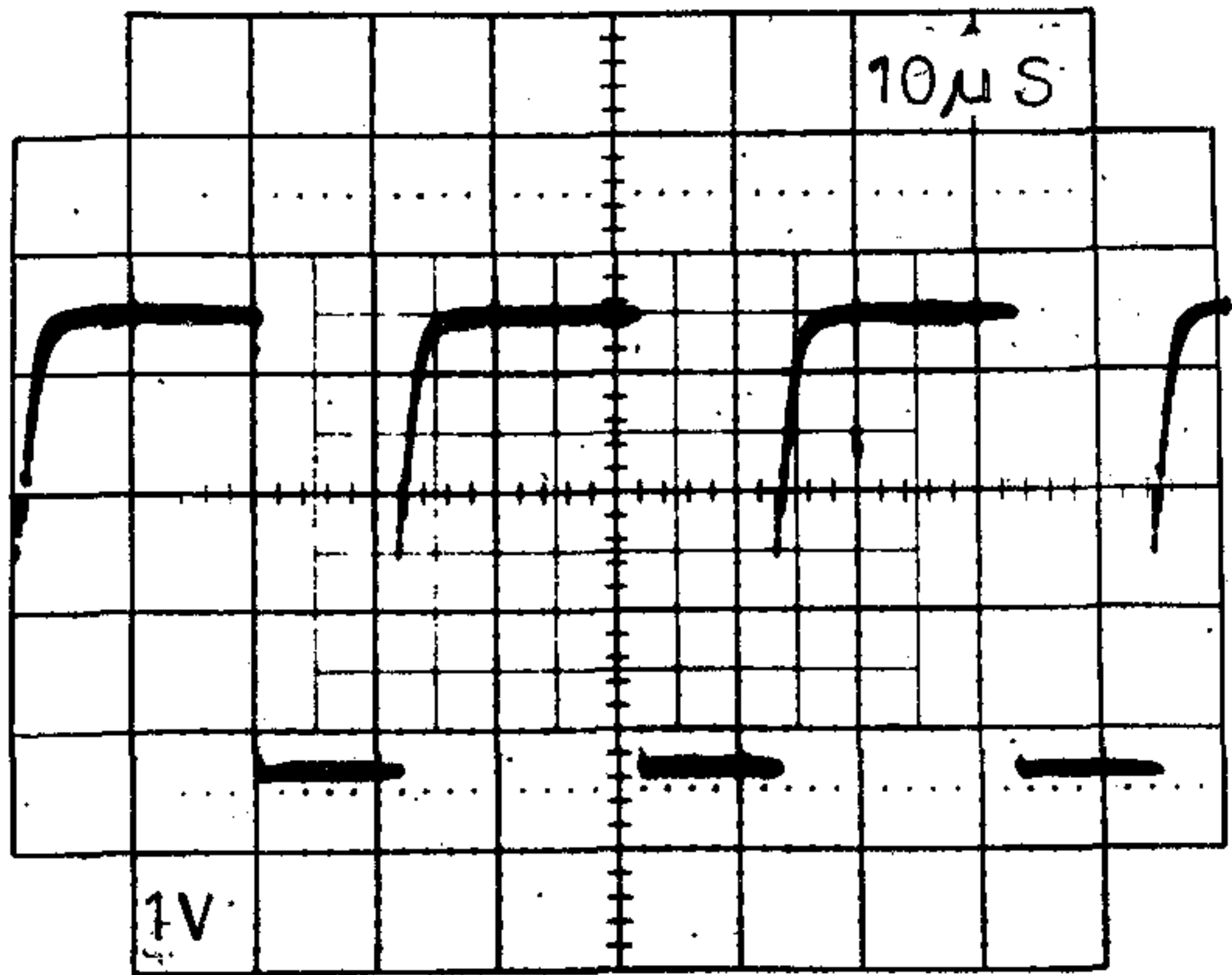
B 283-4

4. ábra. G relaxációs oszcillátor túimpulzusai



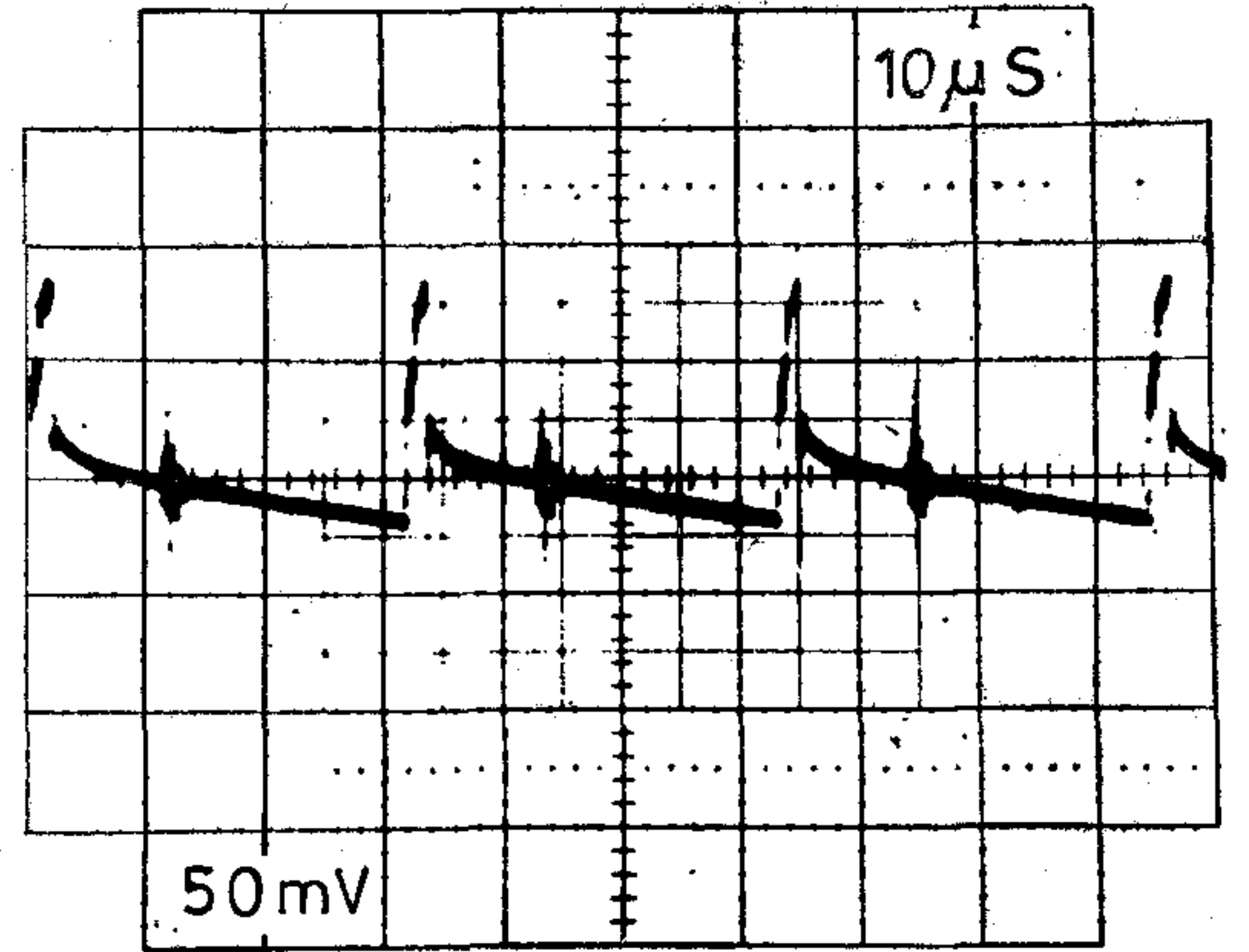
B 283-7

7. ábra. SET ák. kapcsoló tranzisztorainak kollektoroldali jelei



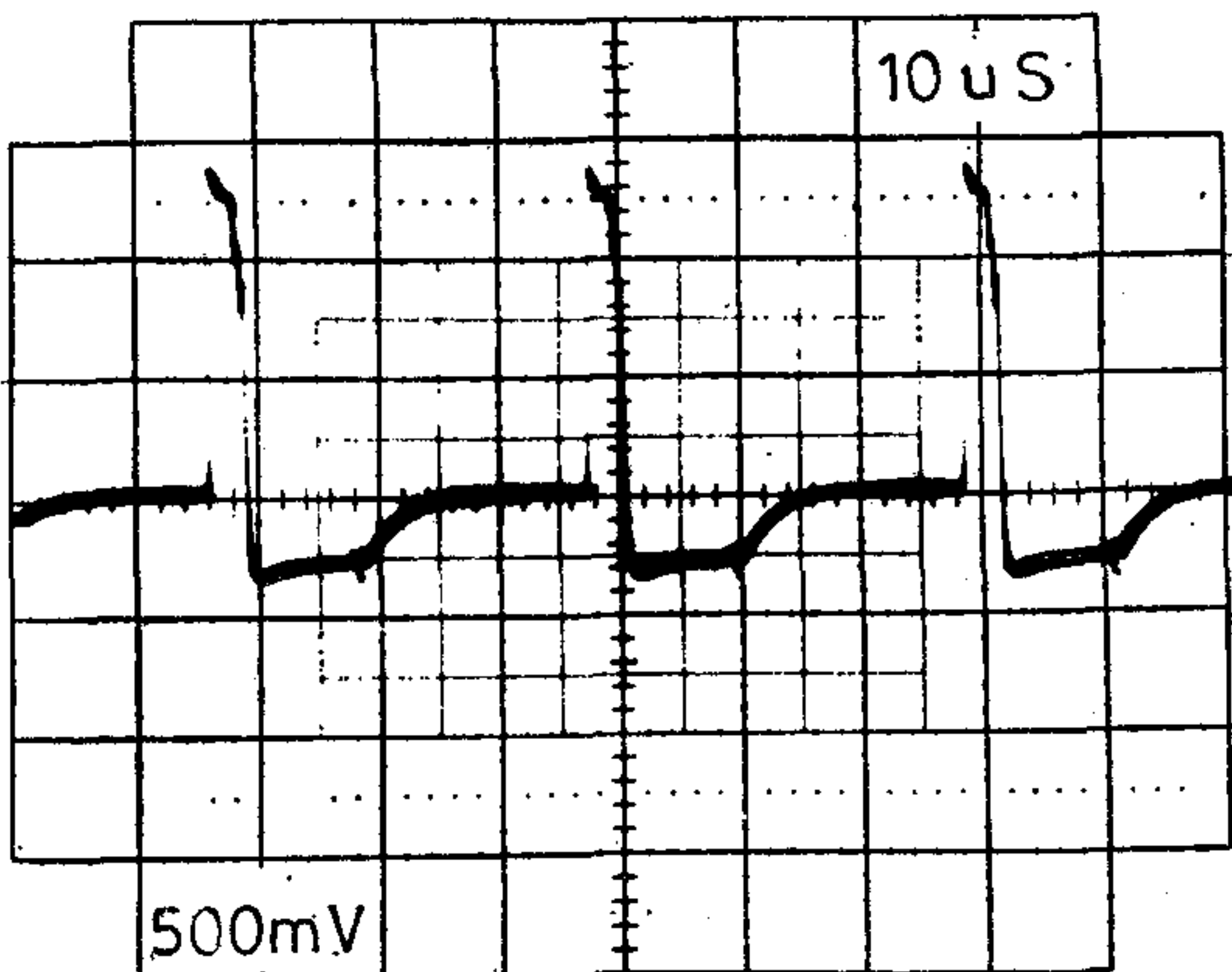
B 283-5

5. ábra. V vezérlőáramkör szélességmodulált belső jelalakja



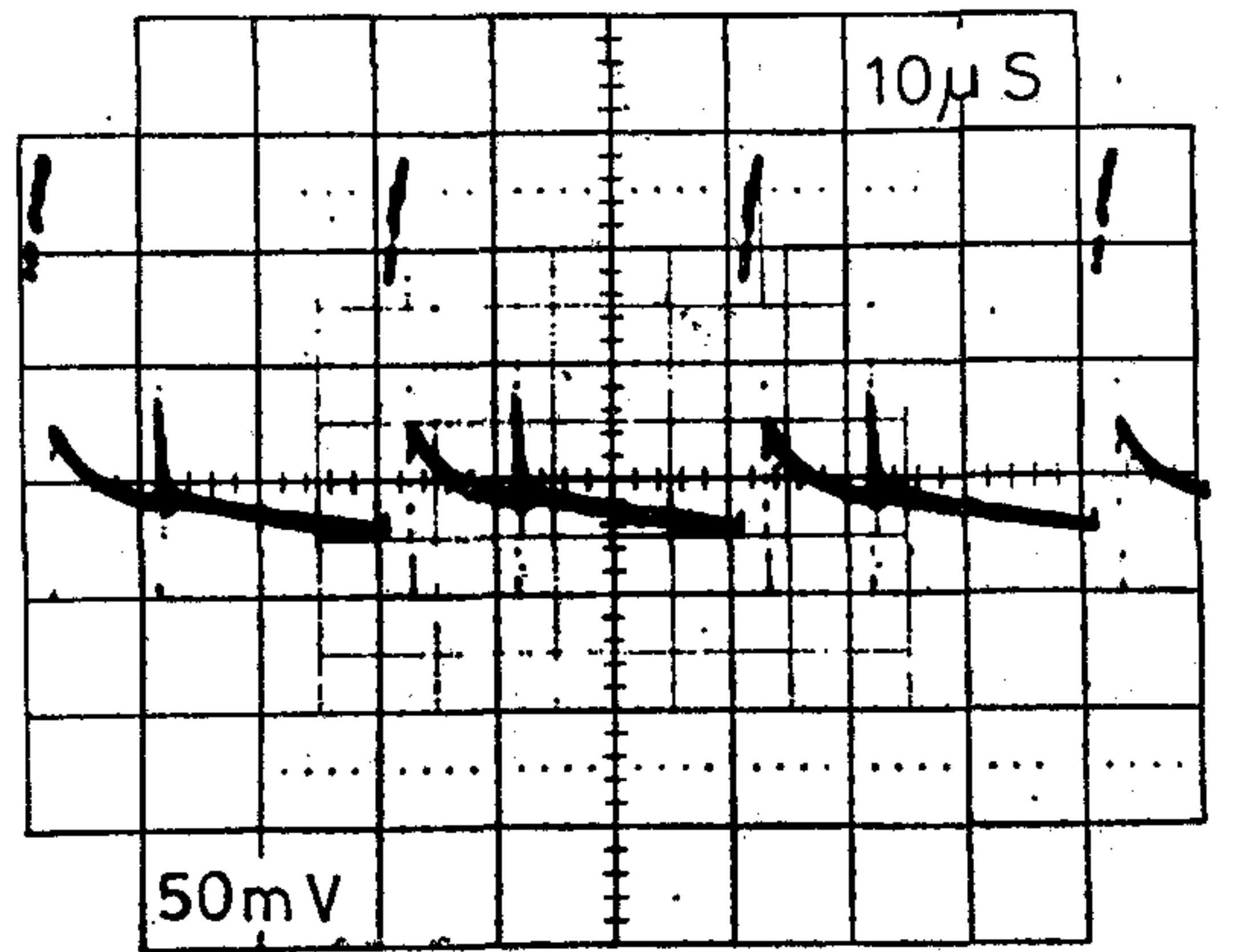
B 283-8

8. ábra. ST2 ák. bemenetén levő jelalak



B 283-6

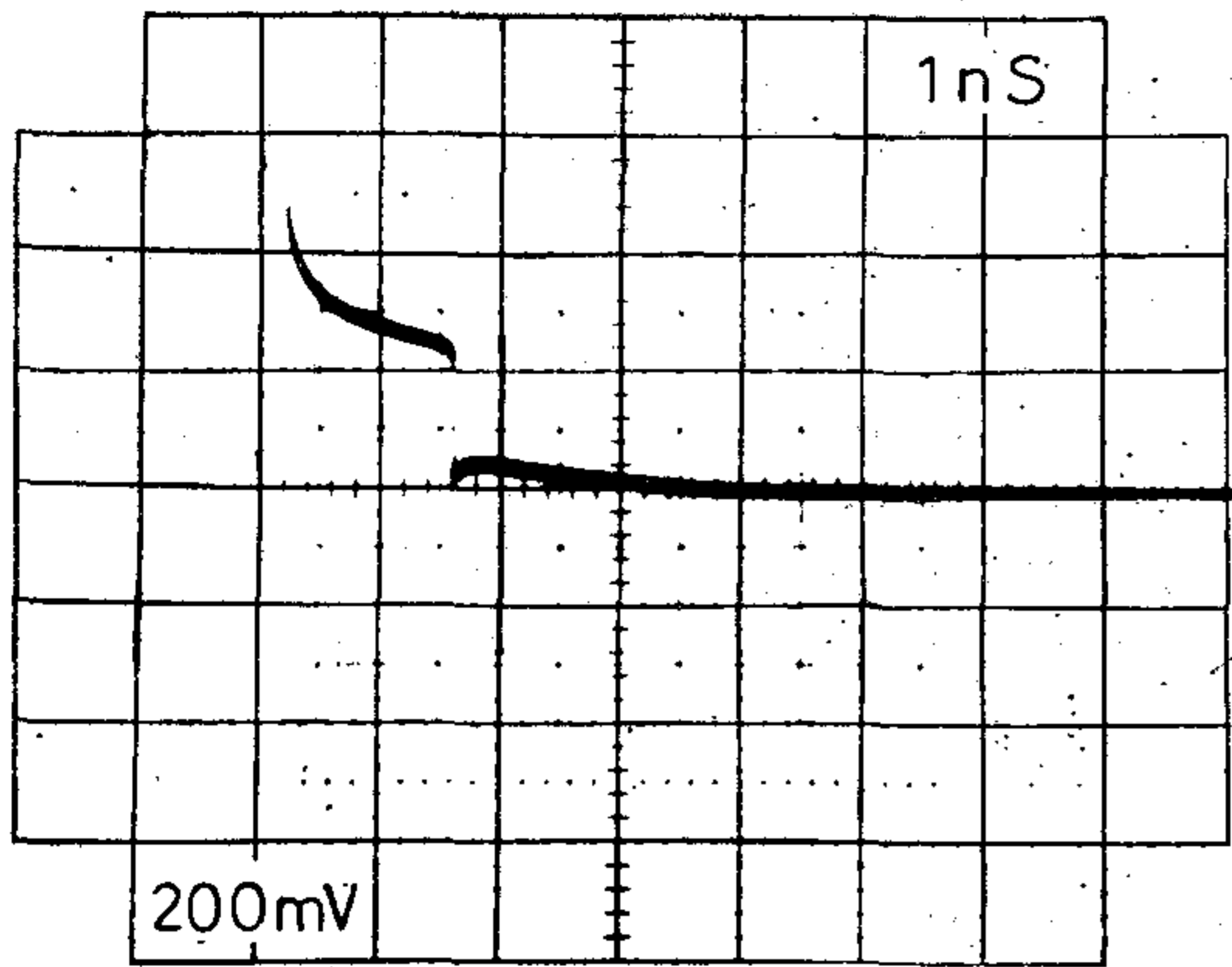
6. ábra. SET ák. belső kapcsolójele



B 283-9

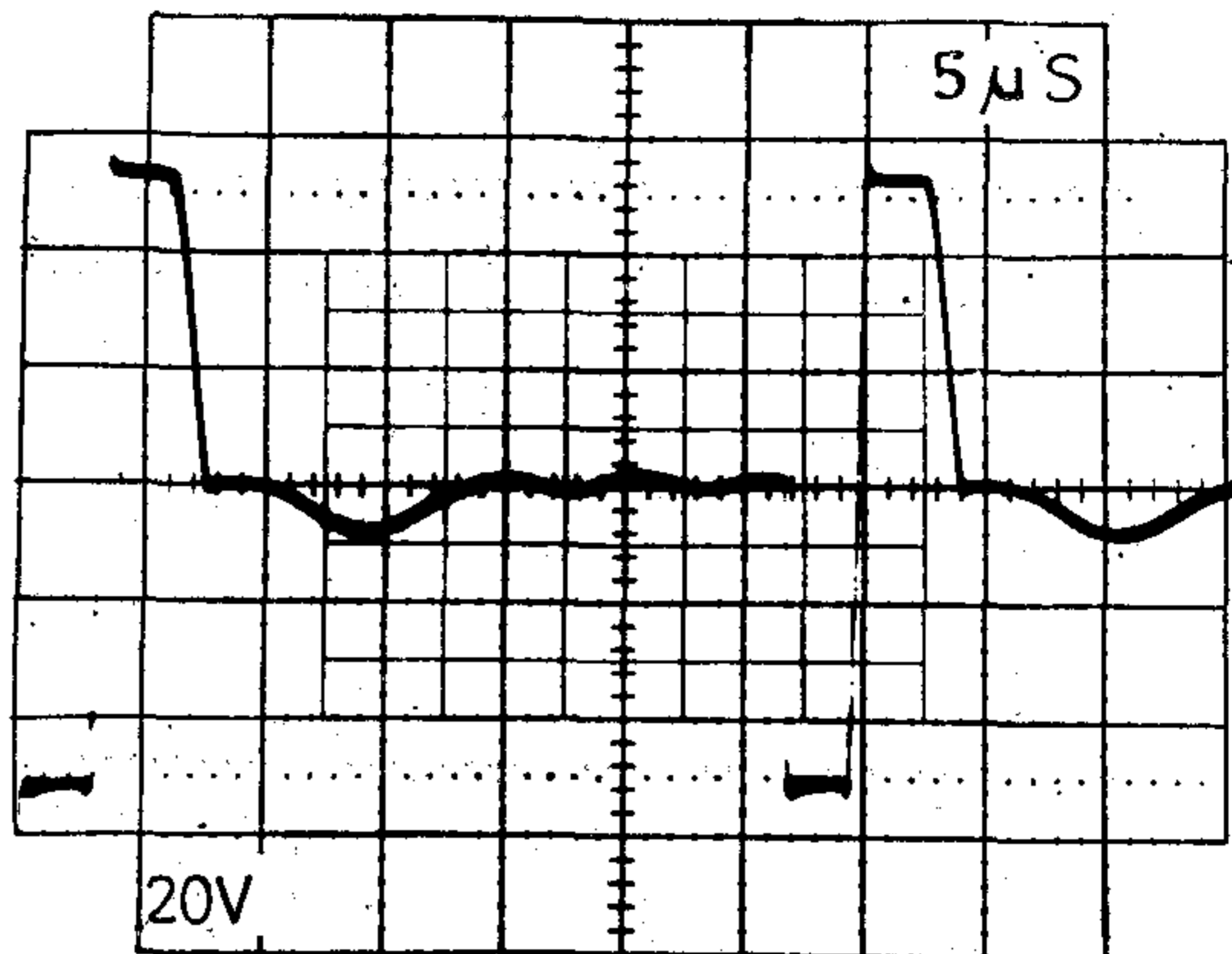
9. ábra. Sz5 ák. bemenetén levő jel





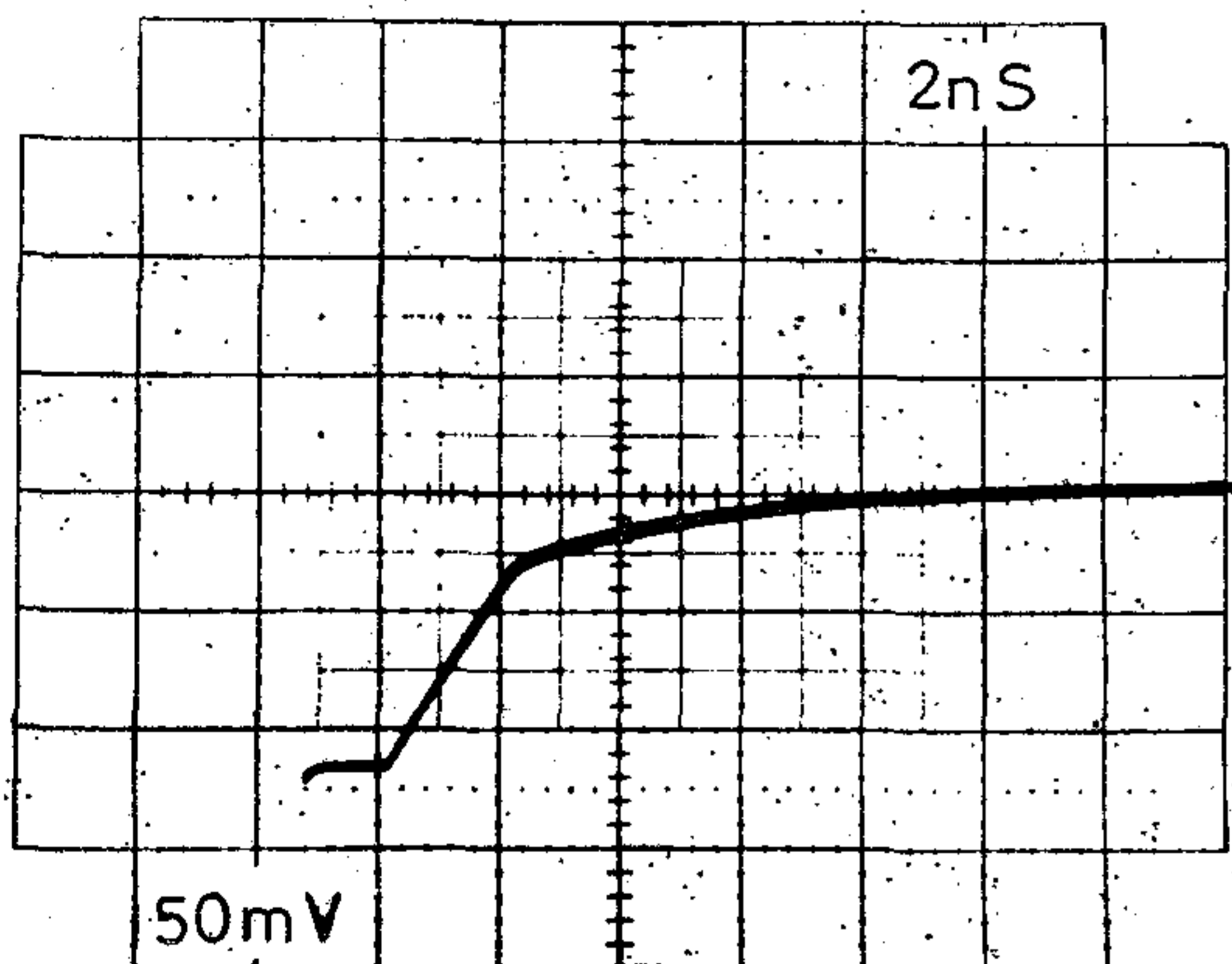
B 283-10

10. ábra. MA ák. zárlatvédelem kioldó jele



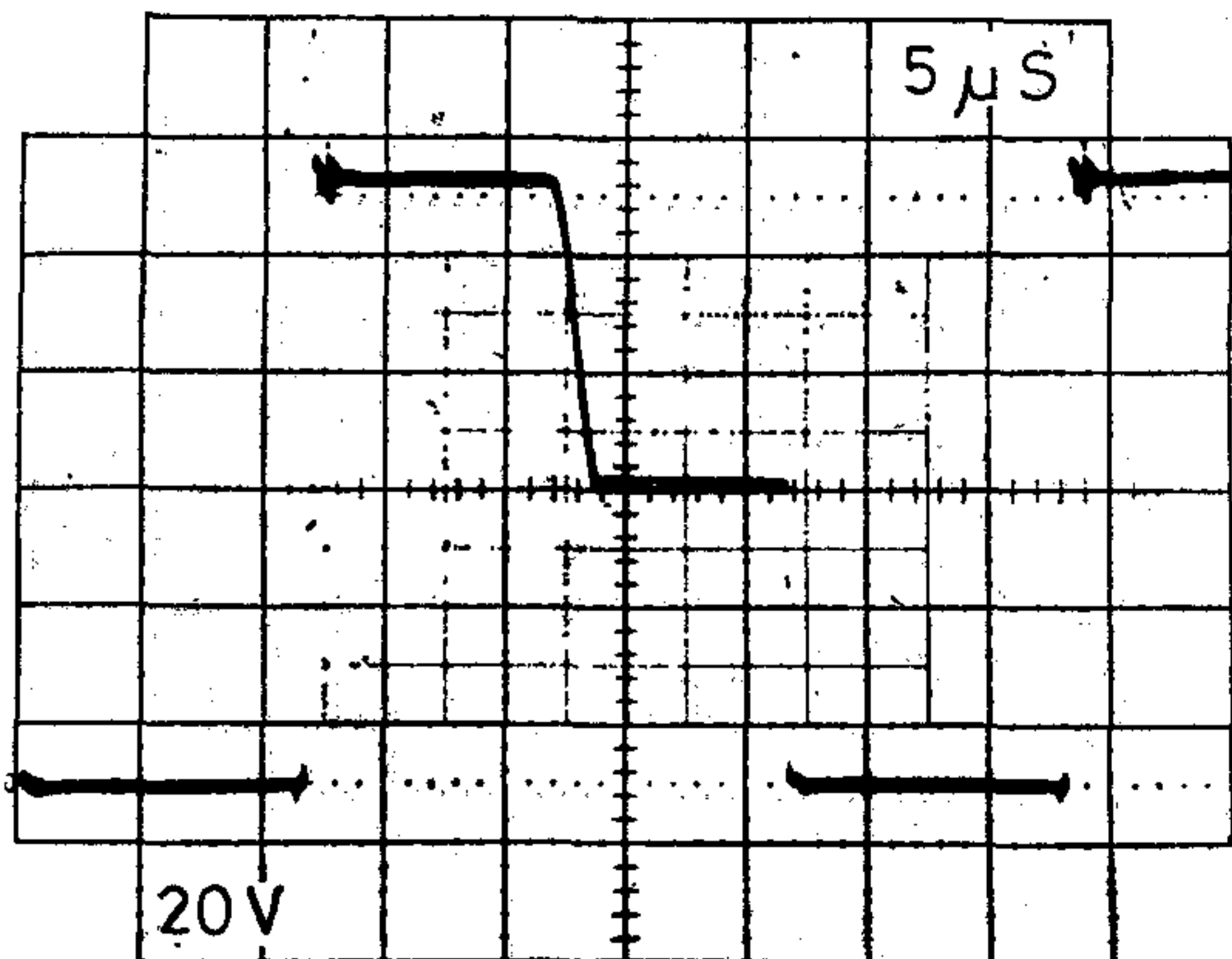
B 283-13

13. ábra. KF ák. kapcsoló tranzisztorainak kollektoroldali jelei ( $U_1$ -en terhelés: 10 mA)



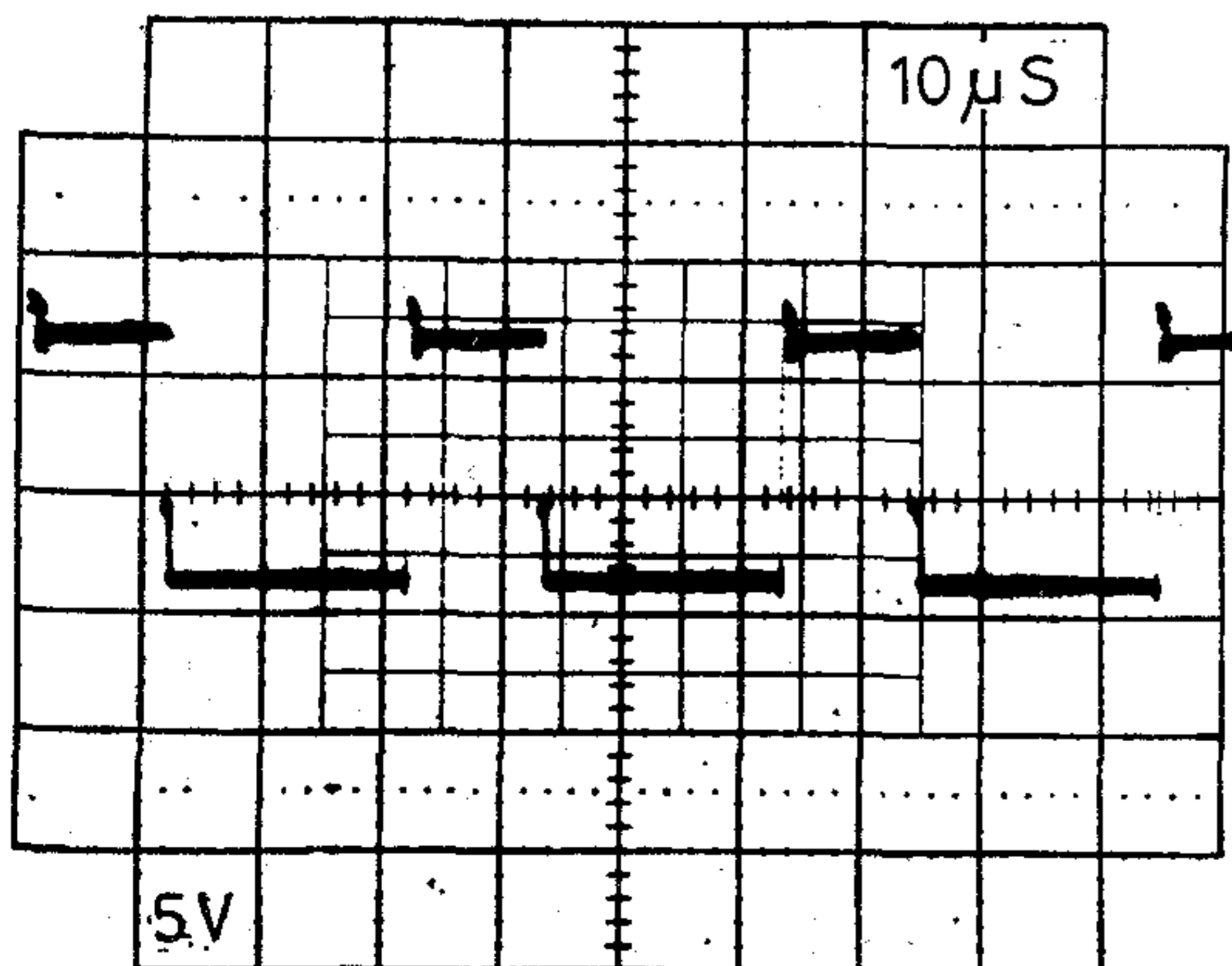
B 283-11

11. ábra. MA ák. tiltást felszabadító jele



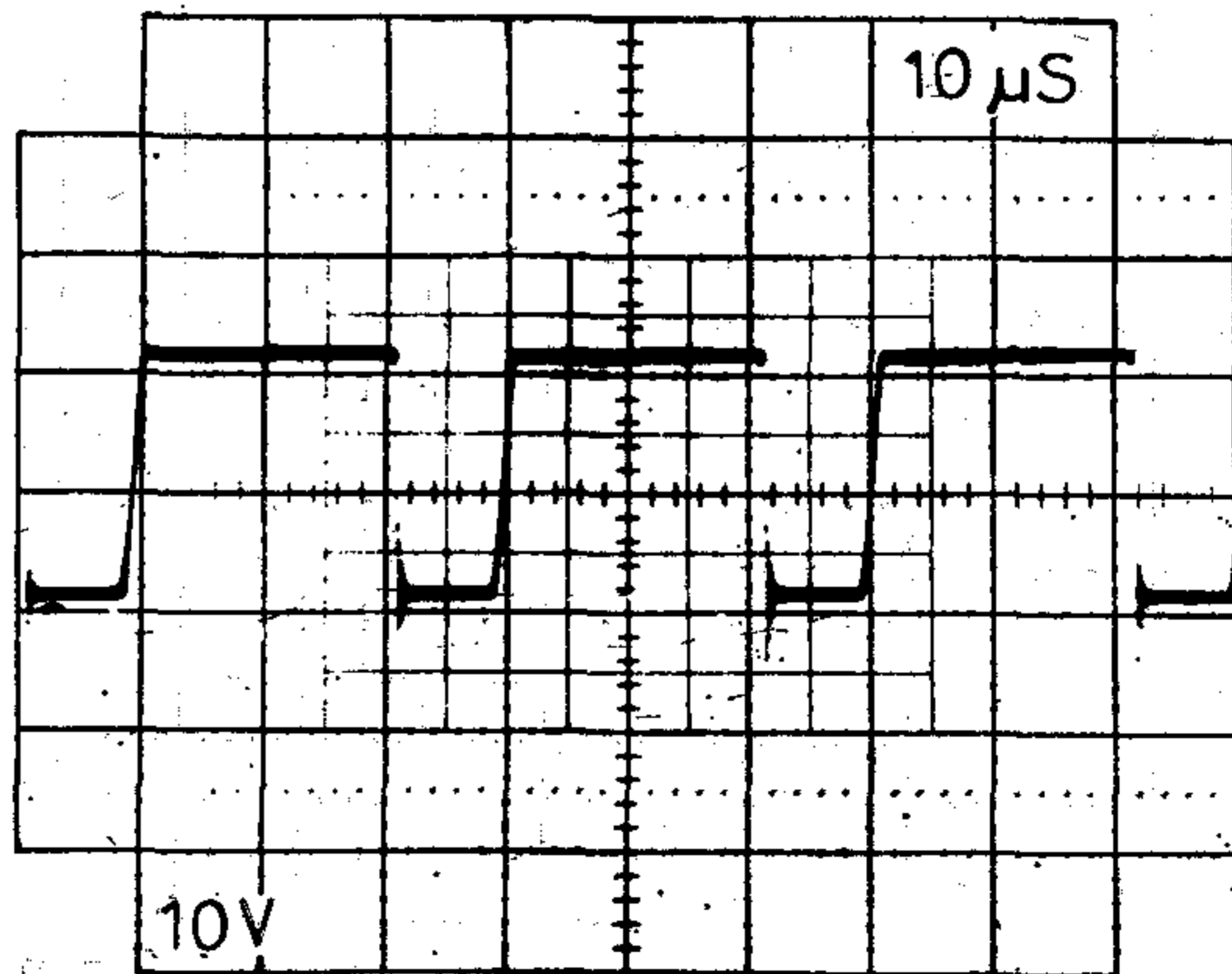
B 283-14

14. ábra. KF ák. kapcsoló tranzisztorainak kollektorpontjain levő jelalak. ( $U_1$  terhelése: 50 W)



B 283-12

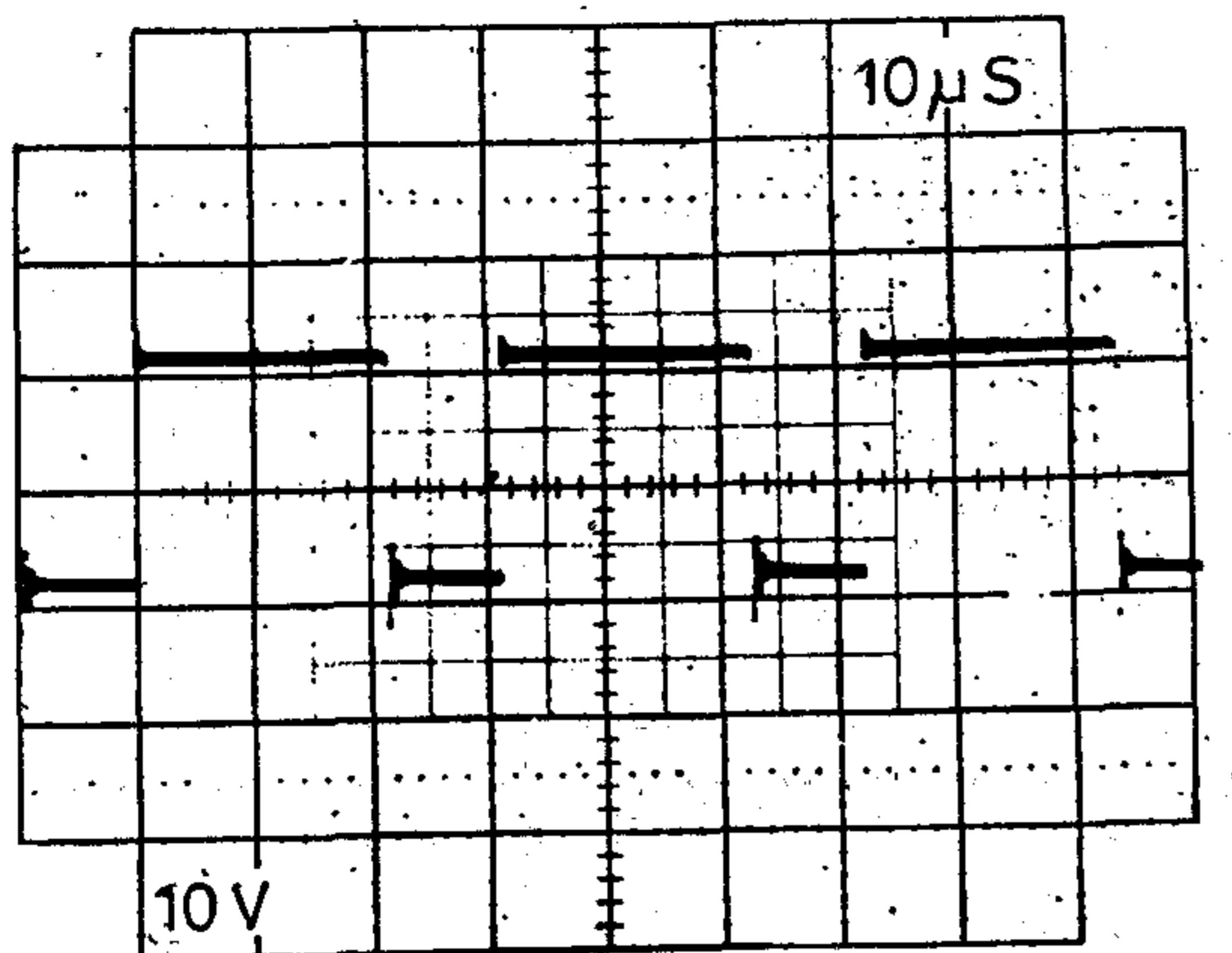
12. ábra. KF ák. bemenetén levő jel



B 283-15

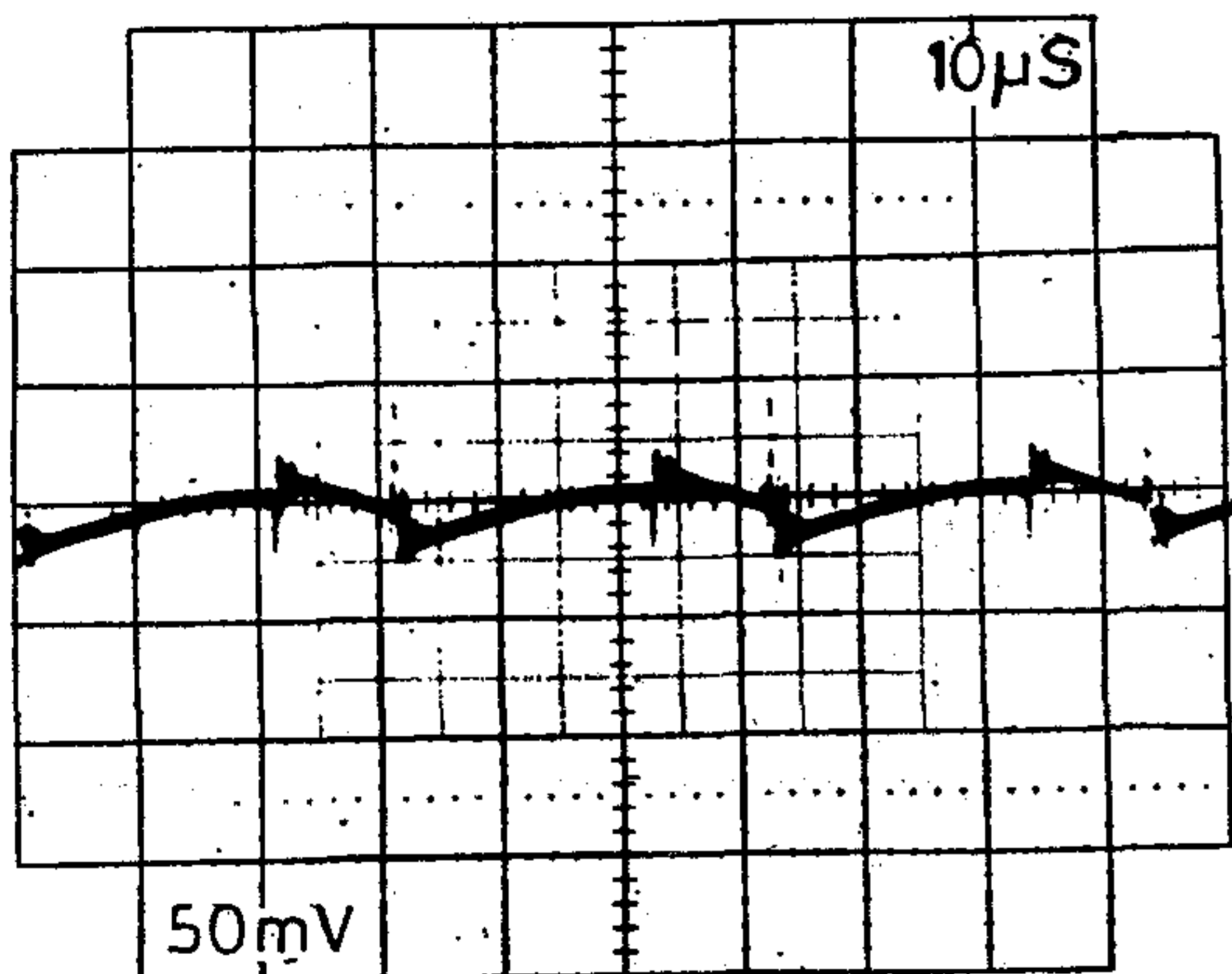
15. ábra E1 ák. soros diódáján levő jelalak





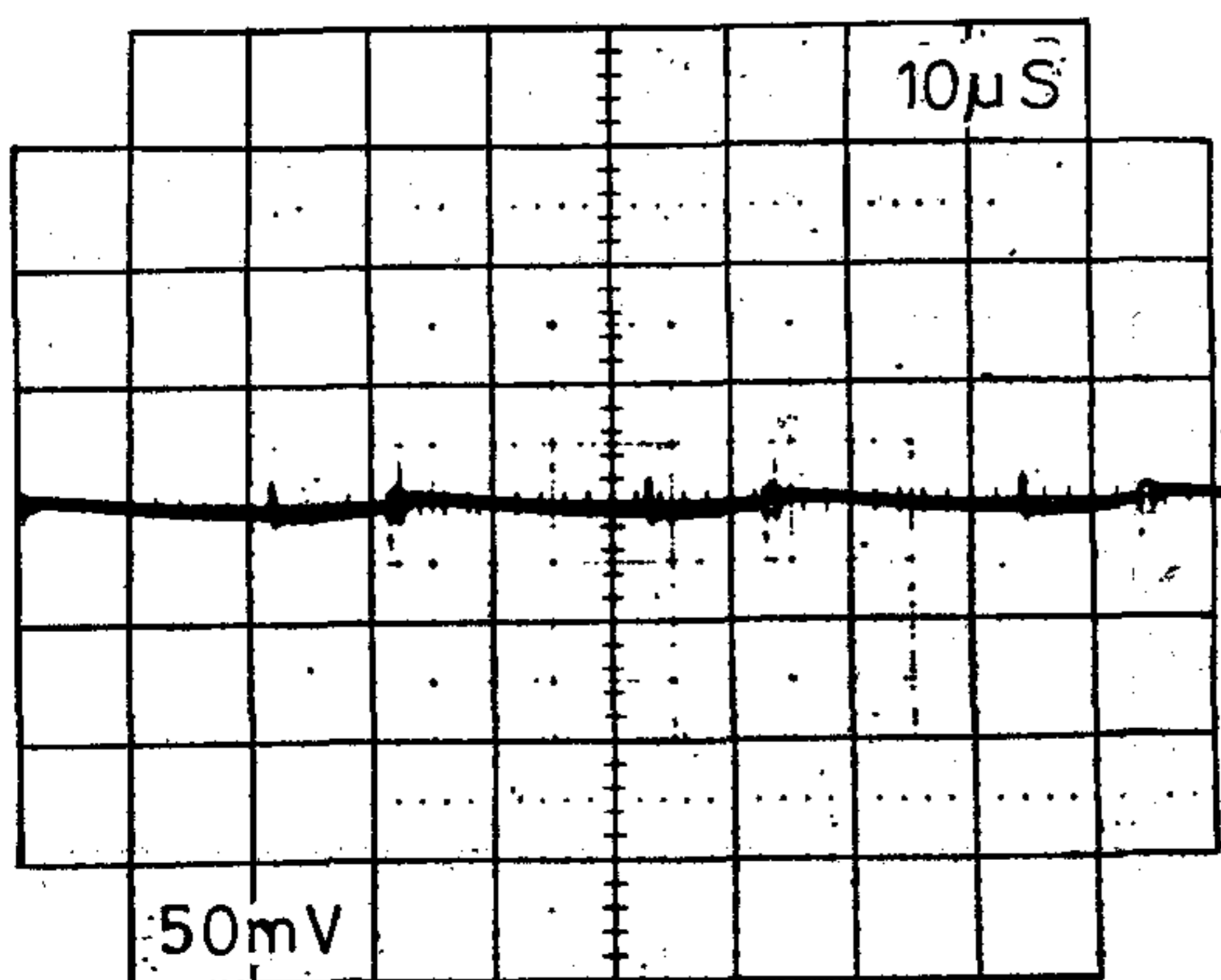
B 2 83-16

16. ábra E1 ák. párhuzamos diódáján levő jelalak



B 2 83-17

17. ábra  $U_1$  kimenet hullámossága  $I_t = 0,8 I_{t \max}$  terhelő áram esetén



B 2 83-18

18. ábra  $U_1$  kimenet hullámossága  $I_t = 0,4 I_{t \max}$  terhelő áram esetén

választva a ZV és TAK áramköröktől. ZW és TAK jelzése MA-ban tárolódik, az előlapon vizuális jelzés jelenik meg. Az automatikus újraindítás KO relaxációs oszcillátor túimpulzusainak hatására történik 6 másodpercenként, amikor törlődnek MA-ban ZV, illetve TAK jelzései. Újraindítás softstarttal történik, amennyiben a túlterhelés továbbra is fennáll, akkor a tiltás újra bekövetkezik. Mivel MA a TAK és ZV jeleire egyaránt tilt, ezért bármely kimenet zárata esetén mindkét kimeneten megszűnik a feszültség.

### ZÁRLATVÉDŐ ÁRAMKÖR (ZV)

ZV az  $U_2$  ST1 kimenetén levő értékét méri, amennyiben ez meghatározott érték alá csökken — túláram esetén ST1 áramgenerátorként viselkedik — jelzést küld MA-nak a vezérlés tiltására.

### ÚJRAINDÍTÓ ÁRAMKÖR (KO)

6 másodpercenként túimpulzusokat generáló relaxációs oszcillátor. Impulzusai MA-ban a vezérlőjel tiltását tároló elemet állítják alaphelyzetbe, ami a tiltás megszüntetését jelenti.

### $U_2$ TÚLFESZÜLTSGVÉDŐ ÁRAMKÖR (TV2)

Zenerdiódás védelem. Biztosítja, hogy  $U_2$  értéke megengedett érték fölé ne nőhessen.

### $U_1$ KIMENETI SZŰRŐ (SZ3)

$U_1$  kimenet nagyfrekvenciás szűrője.

### $U_2$ KIMENETI SZŰRŐ (SZ4)

$U_2$  kimenet nagyfrekvenciás szűrője.

### TERHELÉS FIGYELŐ ÁRAMKÖR (TF)

$U_1$  kimenet terhelő áramát figyeli. Amikor a terhelés a 2–3 W-ot eléri, az előlapon vizuális, az AL áramkör felé elektromos jelzés generálását indítja. Segítségével távoli ponton is figyelhető a terhelés jelenléte, illetve leszakadása.

### ALARM ÁRAMKÖR (AL)

Feladata a vizuális és elektromos alarmjelzések előállítás.

- Alarmjelzések: —  $U_1$  feszültség megszűnt  
—  $U_2$  feszültség megszűnt  
—  $U_1$  terhelés megszűnt  
— túlterhelés

A működés szempontjából lényeges néhány jelalak a 4.–18. ábrákon látható.



# Szociotechnikai tervezés számítógépes rendszereknél

NAGYSZÉGH I  
FERENC  
TERTA

## BEVEZETÉS

A számítógépes irányítási rendszerek és az információtechnológia mai követelményeit, valamint eredményeit tekintve különösen előtérbe kerül a rendszert alkalmazó ember; adottságaival, képességeivel, tudásával és korlátaival együtt.

A számítógépes ipari irányítási rendszerek bevezetésének tervezésekor különösen jelentős a szociotechnikai tervezés, mivel valamely „...berendezés műszaki rendeltetésének végső soron csak úgy tud megfelelni, ha az azt kezelő, hasznosító ember adottságainak, fiziológiai és pszichológiai sajátosságainak megfelel...”

Az [1] irodalom előszavában dr. Parány György által leírtak különösen érvényesek a számítógépekre, a számítógépes operációs rendszerekre, de legfőképpen a számítógépes hálózatokra. Ezekben az esetekben a nagy mennyiségű új tudás elsajátításának, hatékony alkalmazásának és az alkalmazkodóképességnek különösen nagy a jelentősége.

A számítógépes irányítási rendszerek alkalmazhatóságát elemezve az emberi tényező fontossága miatt mindenekelőtt néhány olyan hardver és szoftver fejlesztési követelményre kell kitérni, amelyet a jelenlegi eszközök még nem minden esetben elégítenek ki, és amelyek tervezésére mind nagyobb figyelmet kell fordítani.

## 1. A HARDVERREL SZEMBENI FŐBB KÖVETELMÉNYEK

Nem szorulnak különösebb magyarázatra azok a követelmények, amelyeket valamennyi számítógépes tervező munkahelynél ki kell elégíteni ahhoz, hogy ergonómiailag elfogadható és a megterheléseket (információ terhelést is) csökkentő terminálok, programcsomagok készüljenek.

A terminálokkal szemben támasztott fontosabb követelmények:

### 1. a képernyő legyen:

- reflexiómentes
- kis utánvilágítási idejű
- beállítható fényerejű
- a szemet kevésbé fárasztó színű
- érzékelhető különbség legyen a karakterek között

### 2. a terminál elhelyezése:

- az asztallaphoz viszonyítva tetszőleges szögbe állítható legyen
- az asztallap feletti magasság állítható legyen

### 3. a terminál kezeléséhez a következők szükségesek:

- képernyővel megfelelően hosszú kábellel összekötött, elmozdítható tasztatura
- állítható szögben megdönthető tasztatura
- reflexiómentes tasztatura
- beállítható billentyűnyomás

## 2. A SZOFTVERREL SZEMBENI FŐBB KÖVETELMÉNYEK

A következők fényceruzás, speciális tasztaturájú, több világossági fokozatú, több színű megjelenítésre alkalmas grafikus terminálokra különösen érvényesek.

### 2.1 Beviteli technika

A felhasználó számára a legegyszerűbb beviteli forma a teljes mértékben szabad, kötöttségek nélküli forma [2]. Ez azonban természetes nyelvű szövegek automatikus feldolgozását feltételezi. Egyes esetekben például lehetetlen, hogy a bevittet ne írjuk elő. Nevek beadása esetén például meg kell adni, hogy magyar, japán, vagy angol formátumú a megadás, mert különben a program képtelen felismerni a családnevet. Emiatt a teljes mértékben kötetlen formátumú bevitel nem választható.

A legelőnyösebb az, ha egy ember—gép közötti kommunikáció valamely, a probléma megoldására alkalmas és külön erre a célra létrehozott „szaknyelven” történik, amely sok — a problémára jellemző — rövidítéssel operál.

### 2.2 Információ-átalakítás — képernyő tartalom

A beviteli párbeszéd tervezésekor állandó veszélyt jelent, hogy a képernyőt teljes egészében kitöltik. Ez az áttekinthetőséget nagymértékben lerontja.



Ezt a következő főbb szabályok betartásával lehet elkerülni:

- a) A képernyőn csak egy gondolat jelenjen meg; a felhasználónak lehetőleg csak egy kérdésre kelljen válaszolnia.
- b) A szöveges információk megjelenítése 30–40 karakter/sor méretű legyen, mert az emberi szem kb. ekkora méretű sort képes mozgás nélkül érzékelni.
- c) Abban az esetben, ha a „logikai képernyőtartalom” nagyobb, mint a képernyő fizikai mérete, lehetővé kell tenni, hogy a felhasználó egy egyszerű parancsban megadhassa, hány sorral kívánja a képernyő tartalmát előre vagy hátra mozgatni.
- d) A képernyős ábrázolás kifejezőerejét azáltal lehet még tovább növelni, hogy lehetővé tesszük azt, hogy a felhasználó különféle ábrázolási formákból (pl. grafikonok, táblázatok, folyamatábrák) választhasson.

### 2.3 A programok időbeli lefutása

A programok futtatásakor az emberi operátor a következő módon reagál az ember—gép — de a program által determinált— kapcsolatban [2]:

1. A felhasználó válaszra vár, és nyugtalanná válik, ha ez a válasz egy bizonyos idő elteltével nem érkezik meg.
2. Az az idő, ameddig az ember várni tud anélkül, hogy irritáció lépne fel, attól is függ, hogy a bevitelnek egy kisebb vagy egy nagyobb részét tudta befejezni.

A kutatók abból a megfontolásból indulnak ki, hogy az emberek szellemi aktivitásukat „köteget” (batch) formában szervezik. Ha egy ilyen munkaadagot befejeztek, sokkal hajlamosabbak arra, hogy kisebb vagy nagyobb szünetet tartsanak, mint a munkaadag végzése közben. A válaszra várás által kiváltott feszültség attól is függ, hogy az operátor a munkaadag elején vagy végén várakozik-e. Az eddigieket figyelembe véve, a megfelelő párbeszédés programot úgy kell kialakítani, hogy a várakozási idők lehetőleg akkor következzenek be, amikor azok pszichológiailag elfogadhatók. Az üzenetek, amelyeket szabadon lehet elhelyezni, akkor jelenjenek meg, amikor azok a gondolkodási folyamatot nem zavarják.

A pszichológiai terhelés szempontjából is optimális kommunikáció kialakítása egyre inkább előtérbe kerül. Tervezése ma annál is inkább szükséges, mivel a válaszidők jelenleg jobban függnak az időosztásos rendszer aktuális terhelésétől, mint a programfejlesztők szándékától.

## 3. A GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁS

Az ember információátviteli kapacitásának felméréséhez abból kell kiindulni, hogy az ember a géppel folytatott párbeszéd során csak az ún. rövid idejű

emlékezetére támaszkodhat, ami viszonylag kis kapacitású (3).

Az ember—gép párbeszéd fejlesztésekor ezért arra nem lehet alapozni, hogy az ember által „feldolgozandó” jelek számát növeljük. A hatékonyságot sokkal inkább azáltal lehet fokozni, hogy az információ TARTALMÁT növeljük; például olyan jelekkel operálunk, amelyeknek nagy a jelentéstartalma. Ehhez az ember—gép kapcsolat kommunikációs vizsgálata és a fejlesztési célok kijelölése szükséges. A következők összefoglalóan tartalmazzák azokat az adatokat, amelyekből egyértelműen kitűnik a grafikus ábrázolás jelentősége [2].

### 3.1 Az ember „adatesatornái”

Az ember öt érzékszervvel rendelkezik, amelyek mindegyike adatesatornaként értelmezhető: ízlelés, szaglás, tapintás, hallás és látás. Az agy csak ezeket a lehetőségeket használhatja arra, hogy a környezettel kapcsolatot tartson [4], [5].

Az ízlelés, szaglás, tapintás sok gyakorlati példa alapján túl lassú ahhoz, hogy szóba jöhessen megfelelő adatesatornaként.

A hallás és a látás legfontosabb paraméterei a következők.

**HALLÁS:** Frekvenciatartománya 30—20 000 Hz. A beszélgetés 4 kHz-es csatornán kb. 150—300 szó/perc sebességgel történik. A teljes tartomány felhasználásával max. 1000—1500 szó/perc lenne elérhető. Az ember fejlődése bebizonyította, hogy a hallás ezzel az alacsony átviteli sebességgel nem a legjobb kommunikációs eszköz.

**LÁTÁS:** A környezeti ingerek 60%-a a szem keresztül kerül az agyba. Ez a legfejlettebb érzékszervünk. A képet érzékelő regehártyán 150 millió fényérzékelő idegvégződés van. A szem 160 színárnyalatot tud megkülönböztetni. Egy fényérzékelő idegvégződés 2—3 bit információkapacitással rendelkezik úgy, hogy képes másodpercenként kb. 7 sötét—világos átmenetet is felismerni.

Ebből a vizuális csatorna kapacitása — ha 2 millió fényérzékelő idegvégződéssel számolunk — körülbelül 30—40 Mbit/sec.

Ennek azonban csak egy tört részét használjuk ki, mivel kb. 500—1200 szó/perc az átlagos olvasási sebesség. 5 karakteres szavakkal számolva a maximális kapacitás 50 millió szó/perc teljesítményt tenne lehetővé.

Az agyi féltekék kutatásaiból ismertek az agy funkciói (képek felismerése, nyelvi funkciók, matematikai számítások, tanult zeneelmélet stb.). Az agyi funkciók működésének viszonylag alacsony hatékonyságát az okozza, hogy míg pl. a bal agyféltekén található a matematikai számítás funkciói, addig a funkcióhoz tartozó jelkészlet (betűk, számok stb.) a másik, a jobb agyféltekén található. Ebből nyilvánvaló, hogy az agyféltekék megfelelő munkamegosztása döntő tényező az átviteli kapacitás növelése szempontjából.

A grafikus ábrázolás jelentősége abból adódik, hogy mind a hozzátartozó funkciók, mind azok jelkészlete azonos agyféltekén található.



### 3.2 Grafikus adatábrázolás

A grafikus adatábrázolás mind a tudományos, mind az ipari felhasználási területeken egyre nagyobb jelentőségre tesz szert.

A hagyományos táblázatos ábrázolás előnye, hogy az adatok abszolút értéke kikereshető (műszaki, gazdasági stb. paraméterek konkrét értéke).

A grafikus ábrázolásnál különösen a trendek, a tendenciák vizsgálata kerül előtérbe. A paraméterek konkrét értékei némileg veszítenek jelentőségükből, ha valamely beavatkozás hatásának tendenciája kerül a vizsgálódás középpontjába.

Előnyeinel fogva a grafikus adatábrázolás az ipari irányítási rendszerekben és a vezetői irányítási rendszerekben is mind szélesebb körben kerül felhasználásra a hagyományos, táblázatos formák egyidejű — kiegészítő jellegű — alkalmazásával.

## 4. SZÁMÍTÓGÉPES RENDSZEREK SZOCIOTECHNIKAI TERVEZÉSE

### 4.1 Az ember—gép kapcsolat tervezése

Az optimális ember—gép kapcsolat kialakításának egyik lehetséges módja az alkalmasság-, illetve a bevételebecslés. A következő felsorolás irodalmi forrásokból és a Telefongyár Ergonómiai Laboratóriumában végzett munkából kiindulva tartalmazza azokat a leglényegesebbnek tartott személyiségtulajdonságokat, amelyek az alkalmasságvizsgálatnál szerepet játszhatnak:

#### M o z g á s o s s á g

— Munkatervezés, körültekintés

#### T u d á s é s é r t e l m i k é p e s s é g e k

Gépismeret — programnyelvek ismerete — önismeret  
Tudás gyarapításának képessége, tanulási készség  
Szókincs (magyar, idegennyelvű, programnyelvi)  
Koncentrált (főleg elmélyült) figyelem  
Intelligencia (személyiségjegyek fontosabbak)  
Figyelemstabilitás (zavarhatatlanság, kitartás)  
Találékonyosság, ötletgazdagság  
Fogalmazás, kifejezőkészség (programnyelven is)

#### Á l t a l á n o s s z e m é l y i s é g j e g y e k

Magabiztosság — szakértelem — felelősség  
Rendszeretet  
Foglalkozási érdeklődés iránya  
Segítőkézség  
Kooperációs készség, alkalmasság csoportmunkára  
Fegyelmezettség  
Terhelhetőség, munkabírás  
Monotónia tolerancia, stressztűrő képesség  
Felelősségtudat  
Alkalmazkodóképesség

A felsorolt tulajdonságok vizsgálatán alapuló személyvizsgálati módszereknek alkalmasnak kell lenniük a következő területek tesztelésére:

- személyiségvizsgálat
- teljesítményjellemzők
- pszichológiai jellemzők (adottságok; képességek; motiváció; alkalmasság)
- teljesítőképeség

Az előzőekre támaszkodva olyan teljesítménytesztek, kérdőívek, pontozóskálák kidolgozása fontos, de ma még nem megoldott feladat, amelyek a személyvizsgálat eredményeire támaszkodva, lehetővé teszik a számítógépet üzemeltetők alkalmasságának és bevételebecslését.

### 4.2 Információterhelés és tesztelése

A számítógépet üzemeltetők információterhelésének, valamint munkakörülményeik érzékeltetéséhez és alkalmassági vizsgálatukhoz a következőkből kell kiindulni.

A teljes rendszer dokumentációja mintegy 20—25 ezer oldalnyira becsülhető. Külföldi berendezés esetén ennek a fele idegen nyelvű. A számítógépet üzemeltetők (operátorok, szervezők, programozók, felhasználók) helyzetét, napi munkáját, eredményességét az határozza meg, milyen gyorsan képesek egy „véletlenül” fellépő hiba okát felismerni, és azt korrigálni. A „véletlen” hibának ugyan megvan az oka, de mivel több tízezer alkatrészből, több mint 20 ezer oldal dokumentációról, valamint több hardver—szoftver—periféria—felhasználó kapcsolatról van szó egyidőben, csaknem reménytelen a hiba okának közvetlen meghatározása. A hibaelhárítás jobbára nem oldható meg másképp, mint a próba szerencse módszerével történő tanulással, ahol először meg kell találni a helyes választ olyan próbálkozások közben, amelyek vagy sikeresek vagy sikertelenek lehetnek. Ennek a tanulási típusnak a tanulmányozására a különféle labirintusok különösen alkalmasak.

Vizsgálati módszerként a [6] irodalomban ismertett PETERSON-féle gondolati labirintust érdemes választani, mivel ez számítógépes formában is megoldható. Ebben a kísérletben a kísérleti személynek (továbbiakban k. sz.) egy 6 lépésben bejárható labirintust kell pusztán az emlékezetével megtanulnia. A tanulás akkor ér véget, amikor a k. sz. háromszor megteszi az utat hiba nélkül. Az elágazásoknál két számjegy közül kell választania. A végső cél tehát egy, a következőhöz hasonló számjegysor megtalálása és memorizálása: 3—6—4—12—1—2. (A programban a helyes számsorrendet természetesen kísérletről kísérletre meg lehet változtatni. A helyes megoldás megtalálásának és a tanulás befejezésének idejét a program szükség esetén méri.)

A végrehajtott néhány előkísérletből megállapítható volt, hogy a helyes megoldás megtalálásának ideje 10—15 perc között van a k. sz. logikus gondolkodási képességétől függően, míg a tanulás befejezése (azaz a labirintus háromszori hibátlan bejárásának ideje) legalább 20—25 perc körül van. Figyelmetlenség, fáradtság és a feladat újszerűsége az előkísérletek alapján a labirintus megtanulásának idejét megsokszorozhatja, ezért alkalmazhatóságának tesztelésére még további kísérletek szükségesek.



Összefoglalva megállapítható, hogy a számítógépes irányítási rendszerek alkalmazásának terjedésével egyidőben fokozott figyelmet kell fordítani a hardver és szoftver eszközök ergonómiaiailag megfelelő tervezésére.

Előnyei miatt különös jelentősége van a grafikus ábrázolásnak. Emiatt alkalmazhatóságának további elemzése még szükséges.

A számítógépes irányítási rendszerek által meghatározott körülmények között dolgozó operátorok (szervezők, programozók stb.) alkalmasságának vizsgálatára — a téma jelentőségénél fogva — további energiát kell fordítani. A cikkben bemutatott PETERSON-féle gondolati labirintus használhatóságának további vizsgálata elősegítheti olyan módszerek feltárását, amelyek hozzájárulhatnak optimális ember—gép kapcsolatok kialakításához.

- [1] *Woodson—Conover*: Ember—gép—üzem. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [2] *Brüehl, G.—Meder, W.*: Benutzungsseitige Anforderungen an Information-Retrieval Systeme. Beuth Verlag GmbH: Berlin—Köln, 1977.
- [3] *Miller, G. A.*: The Magical Number Seven, plus or minus two. Some Limits on our Capacity for Processing Information. The Psychological Review 63/1956. 2., p. 81.
- [4] *Mertens, P.—Griese, J.*: Industrielle Datenverarbeitung Band II., Informations- und Planungssysteme. Wiesbaden, 1979.
- [5] *Dorner, W. G.*: Grafische Präsentation numerischer Daten, Elektronik, 25/26. 18. Dec. 1981. p. 77—83.
- [6] *Fraisse, P.*: A kísérleti pszichológia gyakorlati kézikönyve. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.
- [7] *Nagyszeghi F.*: A vállalati számítógépes irányítási rendszerhez illeszkedő integrált gyártó rendszer termelésbe állításának szervezése. Gazdaságmérnöki diplomaterv. BME, Budapest, 1982.



## A digitális távközléstechnika fejlődési irányai\*

LŐRINC ENDRE  
BHG

Az elmúlt 20 év alatt a távközléstechnika eljutott a térosztásos, analóg, tárolt programvezérlésű kapcsoló berendezésektől a decentralizált vezérlésű, széttagolt, időosztásos, digitális kapcsoló rendszerekig. Az utóbbi 10 évben kialakult az *integrált kapcsolás-és átviteltechnika* koncepciója, amely már a jövő *integrált szolgáltatású digitális hálózatának* képét vetíti elénk. A jelenlegi fejlődési ütem mellett 20–30 év szükséges ahhoz, hogy a digitális technika meghatározó jellegű legyen a világ teljes távközlő-hálózatában.

A CCITT XVIII. tanulmányi csoportja 1968 óta foglalkozik a jövő digitális hálózatának jellemzőire vonatkozó ajánlások kidolgozásával, különös tekintettel a szolgáltatások integrációjára. A közzétett G.700, G.800 és G.900 sorozatú ajánlások kiterjednek az európai és amerikai típusú PCM multiplex rendszerek digitális hierarchiájának kapcsoló és átviteli berendezéseire, szimmetrikus és koaxiális kábeles, valamint optikai szálvezetős vonali átvitelére, továbbá rendszerkarbantartási filozófiájára és hálózat-szinkronizálási szabványaira. A szolgáltatások integrációja terén a CCITT a postaigazgatóságok és a berendezésgyártók bevonásával folyamatosan definiálja a csatornakarakterisztikákat, az illesztőfunkciókat és protokollokat, a szolgáltatásokhoz rendelt információ típusokat, valamint a hozzáférési eljárásokat és fizikai illesztőáramköröket.

Az analóg technikáról a digitálisra való áttérés ütemét az egyes országokban olyan műszaki tényezők határozzák meg, mint a technológia fejlődése és az alkalmazott átviteli terv, olyan gazdasági tényezők, mint a digitális/analóg berendezések áráránya és a kapcsoló/átviteli berendezések integrációjának mértéke, valamint olyan tervezési tényezők, mint a választott evolúciós vagy revolúciós áttérési stratégia.

Az *evolúciós áttérési stratégia* fokozatosan kívánja kialakítani az adott ország digitális hálózatát, szemben a *revolúciós stratégiával*, amely átfedő digitális hálózatot kíván létrehozni a meglévő analóg hálózat mellett. Az *evolúciós áttérési stratégia* a műszaki-gazdasági szempontból zökkenőmentes áttéréshez a  $\frac{2}{4}$  huzalos tranzitálási pontokon ajánlja kezdeni a digitális központok alkalmazását, amelyet a digi-

tális átvitel megvalósításának célszerű követnie a magasabb hálózati síkokban. Ezután kerülhet sor a magasabb síkokban levő központok digitális berendezésekkel történő helyettesítésére, amelyet az alacsonyabb síkok digitális átvitelének megvalósítása követhet. Az áttérés utolsó fázisaként a helyi központokat célszerű digitális berendezésekkel helyettesíteni. E stratégiát követve a digitális berendezések előnyeinek érvényesítése céljából minden fázisban módosítani kell az adott ország átviteli tervét.

A *revolúciós áttérési stratégia* szerint először be kell fagyasztani a meglévő analóg berendezések mindenemű bővítését, majd új digitális tranzitközpontokat és átviteli utakat kell létrehozni, amelyeket a hálózat-hierarchia legmagasabb szintjein illeszteni kell a meglévő analóg hálózathoz. Ezután digitális helyi központokat kell üzembe helyezni, amelyeket digitális átviteli utakkal kell csatlakoztatni a digitális tranzitközpontokhoz. Végül a digitális „szigetek” számának növelésével teljesen ki kell szorítani az analóg technikát az adott ország hálózatából.

A két stratégia közül az evolúciós áttérés valósítható meg kevesebb költséggel, viszont a revolúciós áttérés végeredménye egy kompromisszumoktól mentes digitális hálózat lesz. A két stratégia közötti választást olyan — országonként más és más — tényezők befolyásolják, mint a jelenlegi hálózatkonfiguráció, átviteli terv és telefonsűrűség, az előfizetők számának és a trónkhálózat forgalmának tervezett növekedési üteme, a helyi és tranzitközpontok sűrűsége és egymás közötti átlagos távolsága, az új szolgáltatások bevezetésére irányuló politika stb.

A *szolgáltatások integrációja* kérdésében számos ellentétes nézet áll szemben egymással. Az integrált szolgáltatású, általános célú hálózat *mellett* szól a kapcsoló és átviteli berendezések integrációja révén felkínált gazdasági előny, a tervezésben és az új szolgáltatások bevezetésében mutatkozó flexibilitás, az optikai szálvezetők által felkínált nagy sávzélesség, a modulációk-demodulációk számának csökkenése révén az átvitel minőségének növekedése stb. A különböző szolgáltatások integrációja *ellen* olyan érvek hozhatók fel, hogy bonyolultabbá válnak a berendezések, az új szolgáltatások kihasználatlansága esetén megdrágul a többi szolgáltatás, a hálózat hibája esetén minden szolgáltatásban egyidejűleg jelentkeznek a zavarok, továbbá igen sok műszaki és jogi problémát okoz a különböző szervek

\* F. J. Schramel: Trends in digital switching and ISDN. — Telecommunication Journal, 1982/VII. ss. alapján.



(postaigazgatóságok, magánfelhasználók) szolgáltatásainak összevonása.

Jelenleg úgy tűnik, hogy a szolgáltatások integrációja csupán az 1980-as évek végétől az ezredfordulóig terjedő időszakban tudja bebizonyítani egyértelműen előnyeit az *information society* távközlési igényeinek optimális kielégítésével. Mindenesetre a szolgáltatások integrációját a meglévő telefon, telex, valamint vonal- és csomagkapcsoló adathálózatnál már el lehet kezdeni.

A maga 400 millió előfizetőjével a *telefonszolgáltatás* meghatározó jellegű a világ távközlésében, és — különösen az alacsony telefonsűrűségű országokban — erőteljes fejlődést mutat. A főleg közületek által használt *telexnek* már jóval kisebb a részaránya a távközlőhálózaton belül, és erőteljes növekedése ellenére a jövőben más szövegtovábbítási módok (teletex, faximile) vissza fogják szorítani. Az *adatátviteli szolgáltatások* helyzete sok szempontból különbözik a telefon és a telex helyzetétől, mivel a legtöbb országban már számos zártcélú hálózat jött létre, míg a közforgalmú adathálózat még várat magára. Ez — a technológia által leggyorsabb fejlődésre sarkallt — távközlési mód igen széles körű elterjedés előtt áll mind zártcélú, mind közforgalmú formában.

Az új távközlési szolgáltatások bevezetését nagyban befolyásolja a technológia fejlődése, amely megszabja, hogy az új szolgáltatásoknak mikor lesz elfogadható árak a potenciális előfizetők számára. Legjobb példája ennek a széles sávú átvitelt igénylő *képtelefon* (videophone, picturephone) szolgáltatás, amelyet a sikeres kísérletek után a magas ár gátol a széles körű elterjedésben. Mivel viszonylag egyszerű kiegészítő berendezésekkel a jelenlegi távközlőhálózat alkalmassá tehető erre a szolgáltatásra, a képtelefonnak mindenképpen helye van az integrált hálózatban, jóllehet nem a közeljövőben. Az átviteli paraméterek hosszas vizsgálata után a *faximile* is megérett a széles körű elterjedésre. A szöveg és ábra továbbítására egyaránt alkalmas szolgáltatás iránt főleg olyan országokban nagy az érdeklődés, amelyekben az írott nyelv nem betűkre, hanem szimbólumokra épül. Az „elektronikus posta” digitális változata alkalmas az integrált hálózatba illesztésre, és tömeges elterjedésére a közeljövőben lehet számítani. A *videotex* szolgáltatásnak mind a műsorszóró, mind az interaktív változata a bevezetés kezdeti stádiumában van az európai országokban, és elterjedésére a közeljövőben számítani lehet. Bár a közelmúltban sikerült szabványosítani a felhasználandó karakterkészletet, a különböző rendszereket nem lehet összekapcsolni egymással, amíg számos más vonatkozásban az érintett felek nem hajlandók kompromisszumos megoldásra.

Mindenesetre az új távközlési szolgáltatások életképességét a társadalmi igények fogják eldönteni, és ebből a szempontból másodlagos, hogy a digitális hálózat műszakilag hogyan képes befogadni ezeket a szolgáltatásokat.

A CCITT XVIII. tanulmányi csoportjának 1981. januári ülése kategóriákba sorolta a szolgáltatásokat és a hozzájuk rendelt információ típusokat. Ezek a következők lehetnek (a teljesség igénye nélkül):

Információtípus	Szolgáltatástípus
v	Hagyományos (analóg) telefonszolgáltatás dekadikus vagy többfrekvenciás jelzésrendszerrel
f	Digitális telefonszolgáltatás európai vagy amerikai szabványú PCM kódolással
d	Kis sebességű adatátvitel
t	Nagyon alacsony bitrátájú távmérés
w	Műsorátvitel (n·64 kbit/s, kis n mellett)
u	Videoszolgáltatás (n·64 kbit/s, nagy n mellett)
s	Alapterminál jelzésrendszer

Csatorna-jelölés	Csatornakapacitás	Információtípus
$\alpha$	300—3400 Hz	v
$\delta$	2—8 kbit/s	s
b	64 kbit/s	f, d
b	8, 16, 32 és 64 kbit/s	d
$\Delta$	8 vagy 16 kbit/s	s, t, d
n·b	n·64 kbit/s (kis n)	w
c	n·64 kbit/s (nagy n)	u

A vonal- és csomagkapcsoló adathálózatban eltérő követelmények vannak a kapcsolási és átviteli *út-vonalvezérléssel* szemben, mivel vonalkapcsolás esetén a kapcsolást felépítő és lebontó jelzések külön csatornán haladnak előfizetőtől előfizetőig, csomagkapcsolás esetén viszont a vezérlőjelek beékelődnek az információs csatornába. A *jelsterjedési időkövetelmények* is különbözőek a vonal- és csomagkapcsoló hálózatban, ezen túlmenően azonban szolgáltatás típusonként is más-más követelmények adódnak (G.103, G.104 és X.92 ajánlás).

A *hívásvezérlő protokollok* a hagyományos funkcióik (a hívás felépítése és lebontása, a hívó számának és kategóriájának meghatározása, a hívott címzése, a forgalom irányítása és hívásszámlálás) mellett olyan új funkciókat is tartalmaznak, mint rövidített hívószám, hívásvárakoztatás, konferencia stb. Külön kategóriát képeznek az *információkezelő eljárások*, amelyek a zárt célú és nyilvános adatbázisokhoz, hang- és képjeltárolókhoz való hozzáférést szabályozzák.

A távközlőhálózat világméretű digitalizálásának nehézségei felvetik azt a kérdést, vajon nem lenne-e célszerűbb közbeeső fokozatként egy *integrált szolgáltatású analóg hálózatot* létrehozni. A legnagyobb probléma a helyi hálózatban jelentkezik, mivel itt kell megoldani mind az analóg, mind a digitális csatornák átkapcsolását. Az ún. *1+1 rendszer* az analóg áramköröket ellátja egy kiegészítő analóg-digitál átalakítóval, és így két analóg áramkör összekapcsolása a hagyományos formában történik, az analóg áramkörnek digitálissal való összekapcsolásakor pedig az analóg-digitál átalakítón keresztül halad az információ. Ez a rendszer áthallásmentes átkapcsolást igényel a 64 kbit/s sebességű csatorna számára, amit csak a térosztásos, analóg, tárolt programvezérlésű



A szolgáltatás leírása				A csatorna definíciója		
típus	példa	információtípus	információ-sebesség (kbit/s)	típus	kapacitás (kbit/s)	kapcsolási mód
Normál telefon	—	f + s	analóg 64 + 16	$\alpha$ $b + \Delta$	analóg 64 + 16	vonali
Kibővített szolgáltatású telefon	Rövidített hívószám, távkonferencia stb.	v + s f + s	analóg 64 + 16	$\alpha + \delta$ $b + \Delta$	analóg 64 + 16	vonali
Hangüzenet-tárolás, továbbítás	Hangüzenet	f + s	64 + 16	$b + \Delta$	64 + 16	vonali
Adatüzenet-tárolás, továbbítás	Adattárolás	$\delta$	64	$\Delta$	16	vonali vagy csomag
Táv mérés	Mérőeszköz-leolvasás, riasztás	t	0,1	$\Delta$	16	csomag
Kis sebességű adat	Videotex	$\delta$	2	$\Delta$	16	csomag
Digitális szolgáltatások (X. 1. ajánlás)	Számítógépre alapozott teletext	d + s	48 + 16	$b + \Delta$ $b + \Delta$	64 + 16 64 + 16	csomag
Digitális szolgáltatások 8 × 64 kbit/s	Lassú letapogatású kép	d + s	64 + 16	$b + \Delta$ $b + \Delta$	64 - 16 64 + 16	csomag

központok képesek biztosítani. Ezek a központok képesek továbbá illeszteni az analóg és digitális előfizetői vonalakat a vonali- és csomagkapcsoló adathálózat felé menő PCM trónkökhöz.

Ezért a szolgáltatások integrációját csak olyan analóg hálózatban lehet megkezdeni, amelyben már egy minimális számú tárolt programvezérlésű központ üzemel, és ezek között PCM átvitel valósult meg, illetve áll tervezés alatt.

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy a jövő integrált szolgáltatású digitális hálózatának „miért-mit-hogyan” kérdései még messzemenően nemteljesértékű válaszokat kaptak eddig a távközlési szakemberek és postaigazgatóságok részéről, viszont a problémák megismerésével és a fejlődés nyomon kíséréssel minden távközlési szakembernek kötelessége felkészülni az új digitális távközléstechnika jövőbeli alkalmazására.



# HÍREK ÜZEMEINKBŐL

## SZOVJET MEGRENDELÉSRE

A Telefongyár általános fejlesztési főosztályának kísérleti üzeme az úgynevezett egyedi igények kielégítését segíti. Az 1982-es évben 312, többségében kiemelt fejlesztési feladatot kellett megoldaniuk.

Így készítették el az NBK—900 csatornás, szovjet megrendelésre készített mintaszakaszt, amely egy hosszabb szállítási időszak, kereskedelmi kapcsolat alapját képezi.

## SZOLGÁLTATÁSOK KÜLFÖLDRE

A Telefongyár egyre nagyobb figyelmet fordít a külpiazi munkára. Így azoknak a tőkés országoknak a köre is bővült, ahová ajánlatokat adnak. Korábban ez csak egy-két országot jelentett, míg 1983-ban már tíz ilyen országgal áll kapcsolatban a gyár.

Ezek a tőkés kapcsolatok nem mindig áruszállítást jelentenek, mert új tevékenységként belépett a szolgáltatások exportja is. Például Kuvaitba is két olyan rendeltetést teljesítenek, amelyből gyakorlatilag hiányzik az áruszállítás.

A gyár a közelmúltban a TESCO-n keresztül szerződést kötött a Siemens céggel, hogy közösen vesznek részt Nigériában egy hírközlő lánc szerelésében. Ez a munka másfél évig fog tartani és mintegy tíz telefongyári dolgozó utazik Afrikába.

A Szovjetunióban végzendő szerviztevékenység is kétszeresére nőtt 1983-ra. Ugyanez jellemzi a cseh-szlovák piacot is. Két tőkés országban pedig garancia-mérnököt küldött ki a gyár, akik tartósan a helyszínen tartózkodnak.

Szolgáltatás a vevők szakembereinek a betanítása is. 1982-ben a vállalat dolgozói 171 külföldi szakembert oktattak 26 héten keresztül.

## ÚJ TÍPUSÚ BO—3—E2

A Telefongyárban az Átviteltechnikai Fejlesztési Főosztály évek óta kötelezettséget vállal a szoros határidejű programok patronálásában. Ennek megfelelően a berendezések gyártásánál és bemérésénél adódó problémák elvi megoldásában segítik a gyártást.

Az elmúlt év végén a berendezések gyártásába is besegítettek. Elvállalták a 20 LVK—3M/T típusú univerzális táviróbetéttel kombinált háromcsatornás légvezetékes végállomási berendezés egységbeállítását és az egységek, betétek és berendezések bemérését. Mindez azért jelentős, mert az új típusú BO—3—E2 sorozatgyártására most kerül sor először a Telefongyárban. A munka jelentőségét emeli, hogy ezek a berendezések tőkés exportra készülnek.

## A SZOVJETUNIO MAGYARORSZÁGI NAGYKÖVETE A TELEFONGYÁRBAN

Február 14-én meglátogatta a Telefongyárat Bazovszkij Vladimir Nyikolajevics, a Szovjetunió magyarországi nagykövete, kíséretében volt Muszatov Valerij Leonidivics nagykövetségi tanácsos, Gabitov Bajkal Mavletovics, a szovjet nagykövetség pártbizottságának titkára, Jegodovszkij Leonid Szergejevics nagykövetségi tanácsos, Vladimir Mihail és Markov Dimitrij nagykövetségi titkárok. A vendégeket elkísérte Szkokán Ferenc, az MSZMP XIV. kerületi Bizottságának első titkára és dr. Holl József, a XIV. kerületi tanács végrehajtó bizottságának elnöke.

A vendégeket először Zugló életéről, majd a Telefongyár munkájáról, szovjet kapcsolatairól tájékoztatták. Ezt követően megtekintették a nyáklap számítógépes tervezését, majd magát a nyáklapgyártó üzemet. Innen a nyáklapszerelő és beültető üzembe mentek, ahol a Verseny E—2 szocialista brigád tagjaival beszélgettek el.

## RÉSZVÉTEL

### A SZOVJET INFORMÁCIÓS RENDSZERBEN

A szovjet „Országos Automatizált Tudományos-Műszaki Információs rendszer” létrehozásában a Telefongyár is részt vesz ötéves műszaki-tudományos együttműködés keretében. A rendszer a PD—200 és az AT—50 hálózatokon üzemel. A távadatfeldolgozó rendszer a TAP—34 intelligens terminált alkalmazza előfizetői berendezésként (a TAF vezérlő, a TMX—2410 multiplexor a vonalcsatlakozó, a TETA—1250 csoportos vonalcsatlakozó és a TTX—300 táviró vonalcsatlakozó).

A Telefongyár a hálózaton való működési algoritmust biztosító adaptereket, vonalcsatlakozókat, az intelligens terminálok felhasználói programjainak egy részét kifejleszti, és elkészíti a TAF rendszer működését is biztosító software és tesztprogram komponenseket.

A február 8-án kötött szerződés értelmében a Telefongyár tizenkilenc TAP—34-es berendezést szállít az információs rendszert létrehozó, moszkvai VNTIC össz-szövetségi információs intézetnek.

## ANYAG- ÉS ENERGIATAKARÉKOSSÁGI TERV

A Telefongyár 1983-ra 5 millió 218 ezer forintos költségcsökkentő megtakarítást tervez. Ebből az energiamegtakarítás 950 ezer forint. A segéd- és normatív anyagok normáinak felülvizsgálatával, a dokumentáció módosításával mintegy 220 ezer forintos



anyagköltség megtakarításra számítanak. A produktív anyagoknál 977 ezer forintos tétel szerepel a megtakarítások között, ami természetesen számtalan helyről adódik össze. Jelentős, 300 ezer forintos megtakarítást kell elérni a speciális nagyjavításoknál. A rezsianyagok terén 344 ezer forint a tervezett érték. Egyéb anyagtakarékosággal 2 millió 487 ezer forintot számítanak a szakemberek (elfekvő anyagok értékesítése, hulladékanyag felhasználása stb.).

## A FALUKÖZPONTTÓL AZ ATSZK-IG

A BHG-nak legnagyobb mennyiségben gyártott terméke jelenleg az ATSZK alközpontok, tájékoztat a BHG fődiszpécseré, Mérei Lajos. A két évtizeddel ezelőtt a Faluközpont néven a Szovjetunió részére gyártott berendezésről akkor még senki sem hitte, hogy ilyen karriert fog befutni a BHG termékszerkezetében. A hetvenes években évről-évre növekedett a kiszállított vonalszám és 1979-ben elérte a 82 000-ret. Ezután egy rövid visszaesés következett — 1980-ban 68 000 —, de csak azért, hogy a fejlődés újabb lendületet vegyen és minden addiginál gyorsabban növekedjen a vonalszám. Az elmúlt évben már szinte elértük a 100 000-res határt, 99 000-es vonal kiszállításával. Ebben az évben 130 000 vonal elkészítését tűzte ki célul a vállalat, tehát majd kétszeresére növelte 1980-hoz képest a tervet.

— Az V. ötéves terv időszakában 1976-tól 1980-ig összesen 350 400 ATSZK vonalat gyártottunk a Szovjetunió részére. Ez a teljes vonalszámnak, 1 millió 366 ezernek, 25,6 százaléka.

— A VI. ötéves terv összvonal száma is sokkal többet követel a vállalattól — 1 896 000 vonalat — és ezen belül jelentősen emelkedik az ATSZK vonalak aránya, 640 000 vonal (33,8%).

A VII. ötéves terv adatai konkrétan még nem ismertek, de azt már tudjuk, hogy Szovjetunióban még az eddiginél is több vonalat várnak tőlünk.

A Szovjetunió telefonhálózat fejlesztési programjában a hazai vállalatok mellett és rajtuk kívül, más szocialista országok is bedolgoznak. A hálózatfejlesztés, az egyes kis települések, mezőgazdasági és ipari üzemek igénye meghaladja az előbb felsorolt összes kapacitást. Tehát nem kell félnünk, ez a piac még hosszú évekig biztosít számunkra munkát.

— A hajdani Faluközpont és a ma gyártott ATSZK között már lényeges különbségek vannak. Nem könnyű lépést tartani a fejlődéssel a megrendelő változó, egyre korszerűbb igényeivel.

— Az évek során a törvényszerű fejlesztés szinte természetesen épült be a termékbe. Tehát ez nem okoz gondot. Két olyan jellegű változtatásra került sor — éppen az elmúlt néhány évben —, amelynek komolyabb kihatásai voltak a gyártásra. Az egyik a Tesla gyártmányú jelfogók kiváltása hazai gyártású „S” jelfogókkal, a másik pedig a szintén Csehszlovákiából importált villámvédők hazai gyártásával való helyettesítése.

Mindkét esetben a legtöbb gondot az itthoni gyártás megszervezése, a megfelelő kapacitás kiépítése okozott. Az „S” jelfogók tatabányai programmelése is csak részben oldotta meg az ez irányú gondjainkat. Átmenetileg jelentős mennyiséget hozunk be évről

évre Bulgáriából. A villámvédők esetében is bolgár barátainkhoz fordultunk, de nem sok sikerrel. Így előbb Budapesten, majd most már véglegesen, Szekszárdon szerveztük meg a gyártást. Idén a szekszárdi gyárban 8550 darab villámvédőt készítenek az ATSZK központokhoz.

Az ATSZK gyártásának nemcsak mennyisége, hanem területi elhelyezkedése, gyártásszervezése is sokat változott az elmúlt években.

— Kezdetben természetesen az egész központ Budapesten készült. A vidéki gyárak fokozatosan vették át a gyártási feladatokat és 1982-ben jutottunk el oda, hogy a kunhegyesi gyár végezte teljes egészében a központok szerelését és bemérését. Hogy ez milyen nagy eredmény, azt néhány adat bizonyítja. 1970-ben 124 ember még csak a sávforrasztást végezte, öt évvel később már 485-en dolgoztak a gyárban és elkezdtek a kábelforma készítést. Újabb öt év és a létszám 883 főre emelkedett. 1982-ben már 1131-en foglalkoznak az ATSZK-val. Közben sok vidéki gyár is bekapcsolódott a gyártásba. Tatabányán készítik a jelfogókat, Szekszárdon az MKC crossbar-gépeket és Budapesten is maradtak nyomai ezen központok gyártásának. Még sokféle szerelvény és alkatrész került ki az I. számú gyárból és a rendkívül fontos vizsgálóműszerek is Budapesten készülnek.

A BHG gyárain kívül más hazai üzemek is részt vesznek az ATSZK-programban. A békéscsabai HTV az erősáramú tápegységeket, a szegedi kábelgyár swith-kábeleket, az akkumulátorgyár pedig az akkumulátorokat szállítja a Szovjetunióban összerelésre kerülő központokhoz.

## TECHNOLÓGIA, ADATTÁR, PÁLYAMUNKA

A Telefongyár mechanikai és technológiai fejlesztési és tervezési osztályán dolgozó Delta szocialista brigád pályamunkát készített „A TR-10 műveleti adatbázis követelményeinek megfelelően új technológizálási irányelvek, koncepciók kidolgozása a manuális és számítógépes tervezéshez” tárgy körben.

A pályamunka a technológiai rekonstrukció keretében munkába állított nagy értékű és nagy termelékenységű berendezések hatékonyabb kihasználását biztosító termelésprogramozásnak és irányításnak az alapvető feltételét a jelenleginél pontosabb és részletesebb technológiai adatbázis megteremtését segíti.

Ezzel többek között hozzájárulnak a nyáklap üzem optimálisabb működéséhez és segítik a TGE-rendszer működésével jelentkező megtakarításokat.

A technológiai adattár megtervezése és működésének biztosítása külső intézet segítségével kb. 2 és fél millió forintba került volna.

## ÚJ TELEPÍTÉSEK

Nagy gondot fordítanak a Telefongyárban a vidéki gyáregységek korszerűsítésére és fejlesztésére is. Így a nagykátai gyáregységbe új tekercsmérő automatát telepítettek. Ezzel a munka minősége is javult.

A sátoraljai gyáregységbe pedig egy új alkatrész-szerelő gyártósor próbaüzemmel jelenleg.



## IMPORTALKATRÉSZEK NÉLKÜL

Az 1983-as év tervezésénél a Telefongyárban olyan gyártmányokat és termékeket is figyelembe vesznek, amelyek a két főprofil mellett tőkés importból származó alkatrészek nélkül gyárthatók.

## FEJLESZTÉSI SZERZŐDÉSEK

A Telefongyár az év során több fejlesztési szerződést kötött. Így az átviteltechnika területén a Távközlési Kutató Intézettel a tercier szintű digitális átviteltechnikai berendezésű család kidolgozására; a 34 Mbit/s optikai kábeles vonalszakasz végállomási berendezés rendszertervezésére; a digitális átviteli hálózatok szolgáltatását bővítő kutatási feladatokhoz. Ugyanígy a MTA-SZTAKI-val a távadatfeldolgozó rendszerek továbbfejlesztésére jött létre szerződés.

A kutatásfejlesztésre a KFAT-val szerződéstervezet készült; a KFKI-val pedig már létrejött a szerződés az AUTER-rendszer hardware fejlesztésére.

## SZERZŐDÉS KUVAITTAL

A BUDAVOX közreműködésével a Telefongyár egy jelentős versenytárgyalást nyert meg Kuvaitban. A szerződés szerint a többmillió dolláros kábel szállítási és szerelési munkálatokat a Magyar Postával közösen végzi a gyár, amely a munka fővállalkozója.

A közel 200 kilométeres vonalszakaszhoz a kábelt a Magyar Kábel Művek szegedi gyára szállítja a 10 telefonközpont összeköttetésének biztosítására.

## SIKERES ANYAGTAKARÉKOSSÁG

A Telefongyár 1982-re éves szinten 10,5 millió forintos megtakarítást tervezett. Ebből az első félév alatt 11 millió 22 ezer forint értékű anyag- és tőkés import csökkentést ért el. Az eredmény jelentőségét növeli, hogy fenti összegből 8 millió 368 ezer forint az importanyaggal kapcsolatos.

## ÚJ PIACLEHETŐSÉGEK INDIÁBAN

Utóbbi időben jelentős piackutatást végzett a Telefongyár Indiában. Így kapcsolatban áll egy Punjab állambeli híradástechnikai céggel, amely kooperálni szeretne a gyárral. Az együttműködés első lépése lesz, hogy a Telefongyár által gyártott alkatrészeket az indiai gyár szereli össze.

Az indiai vasúttal is tárgyalt a gyár hírközlő berendezések szállítására.

## A PEGAMAT HELYETTESÍTÉSÉRE

Már az 1983. évi nagy darabszámú csatornaegységvizsgáló mérőrendszerek kidolgozását készítik elő a Telefongyár műszer fejlesztési osztályának szerkesztési és műszaki fejlesztési csoportjának dolgozói.

Ezzel a Pegamat mérőautomata helyettesítését kívánják elérni.

Soron következő munkájuk a B03 E-2 céleszközöknek biztosítása lesz. Vagyis a kereskedelmi forgalomban kapható céleszközök átalakításával is segítik a gyár feladatait.

## NEMZETKÖZI VIZSGA

A Telefongyár által készített TAP-34 (EC-9114) adatelőkészítő berendezés nemzetközi bevizsgálására, aprobációjára került sor decemberben a SZÁMALK-nál, amelyen Bulgária, az NDK, Csehszlovákia és Magyarország számítástechnikai szakembereiből álló bizottság döntött a TAP-34 adatelőkészítési feladatokra alkalmas változatának az ESZR-hez (Egyszerűes Számítógép Rendszer) kapcsolásáról, amely sikerrel zárult.

## AUTOMATIZÁLT MÉRÉSEK

Az elektromos technológiai fejlesztési osztály a Telefongyárban feladatul kapta, hogy lehetőség szerint minél szélesebb körben gépesítse a tekercsméréseket.

Elsősorban a nagy darabszámú tekercsek mérését volt érdemes automatizálni, hogy csökkenjenek a költségek és javuljon a termékek minősége. Elsőként az LC-szűrők automatizált tekercsmérését dolgozták ki. Ez évenként megközelítően 400 000 mérést jelent. A gép kezelése — a különböző programok lehívása — minimális időt vesz igénybe, annak ellenére, hogy egy mérés mintegy 3400 programlépésből áll.

## INTERKOMPUTÓ '82

Nemzetközi számítástudományi szimpozion volt december 27. és január 2. között a SZÁMALK székházában, ahová a nagy híradástechnikai vállalatok, így a Telefongyár és leküldte szakembereit.

Az ENSZ az 1983-as évet a kommunikáció évének nyilvánította. Ennek jegyében ült össze a szimpozion is, amely hivatalosan eszperantó nyelven folytatta tanácskozásait.

Egyidejűleg december 27. és 30. között nemzetközi számítástechnikai kiállításra is sor került.

## ORGTECHNIK '82

A Budavári Palota „F” épületében 1982. decemberében volt látható az ORGTECHNIK '82 szervezés- és vezetéstechnikai kiállítás, ahol a Telefongyár egyik ismert és bevált termékét, a TAP-34 intelligens terminált mutatta be. A TAP-34 eddig is sok sikert hozott a gyárnak.

A TAP-34 iránt itt is nagy volt az érdeklődés több hazai vállalat és szervezet részéről. Köztük voltak olyan vállalatok, mint a VOLÁN Tourist, a GELKA (amely országos hálózatot kíván üzemeltetni intelligens terminál kiépítésével), a Skála-Coop és a Domus Áruház.



## HATÁRIDŐ ELŐTT

A Telefongyár nyáklap-gyártó üzemének kollektívája már 1982. október 20-án befejezte éves tervét és azonnal megkezdte az 1983-as megrendelések gyártását. Mindezt akkor érték el, amikor súlyos import anyagihiányok nehezítették a munkát.

## SZERZŐDÉSKÖTÉSEK, — AJÁNLAT-KÉSZÍTÉSEK

A Telefongyár ajánlati osztályának szakemberei Moszkvában a MASPRIBORINTORG vezetőivel BK—960—2 rendszer eladásáról folytattak sikeres tárgyalásokat. A megkötött szerződés 3,6 millió rubel értékű.

Az ELORGSISTEM-mel is létrejött egy ilyen szerződés. Itt 260 ezer rubel értékű berendezésről volt szó.

A Közel-Kelet térségébe primer PCM, BK—2700-as és BK—300 koaxiális rendszerek gyártására, telepí-

tésére licenc keretében, és teljes know-how-k eladására készítenek ajánlatokat.

## AZ ÁTVITELTECHNIKA FEJLESZTÉSÉÉRT

A fejlesztők is részt vállalnak az 1983-as feladatokból a Telefongyárban. Az átviteltechnikai fejlesztés dolgozói vállalták a 900 csatornás, szimmetrikus kábeles rendszer vonalszakaszi berendezéseinek kifejlesztését, a mintaszakaszhoz szükséges berendezések (vonalszakaszi és multiplex) legyártását és kiszállítását.

Folytatják és befejezik a múlt évben indított, tőkés exportigényt kielégítő, terven felül készülő „nagyerősítésű” 12 csatornás, szimmetrikus kábeles berendezések munkáit.

Teljesítik az OKKFT A/5 és az OTTKT—K—8 Országos Kutatás-Fejlesztési Tervekben előírt feladatokat.

## HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Tófalvi 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 jelzőszámmal. Előfizetési díj: fél évre 138,— Ft, egész évre 276,— Ft. Egyes szám ára 23,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.

HU ISSN 0018—2028

Egyetemi Nyomda — 83.1262 Budapest, 1983. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

Index: 25 375





# KONTAKTA

1725 Budapest, Pf. 16.

Telefon: 279-200

Telex: 22-4399

## KÖZVETLEN CSATLAKOZÓSÁVOK NYOMTATOTT ÁRAMKÖRÖKHÖZ

A készülék- és berendezésgyártók a nyomtatott áramköri kártyák csatlakoztatási problémáinak megoldására egyaránt használnak közvetlen (direkt) és közvetett (indirekt) csatlakoztatásra alkalmas csatlakozósávokat. A feladat jellege, műszaki és gazdasági szempontok határozzák meg, hogy adott esetben melyik konstrukció kerül alkalmazásra.

A Kontakta — figyelembe véve a felhasználók igényeit — a nyomtatott áramköri lapok közvetlen csatlakoztatására szolgáló csatlakozósávok többféle változatát gyártja. Az alábbiakban ismertetjük a jelenleg forgalomban levő és megrendelhető csatlakozósávokat, lehetőségeket teremtve a műszaki adatok összehasonlítására és a célnak legmegfelelőbb típus kiválasztására.

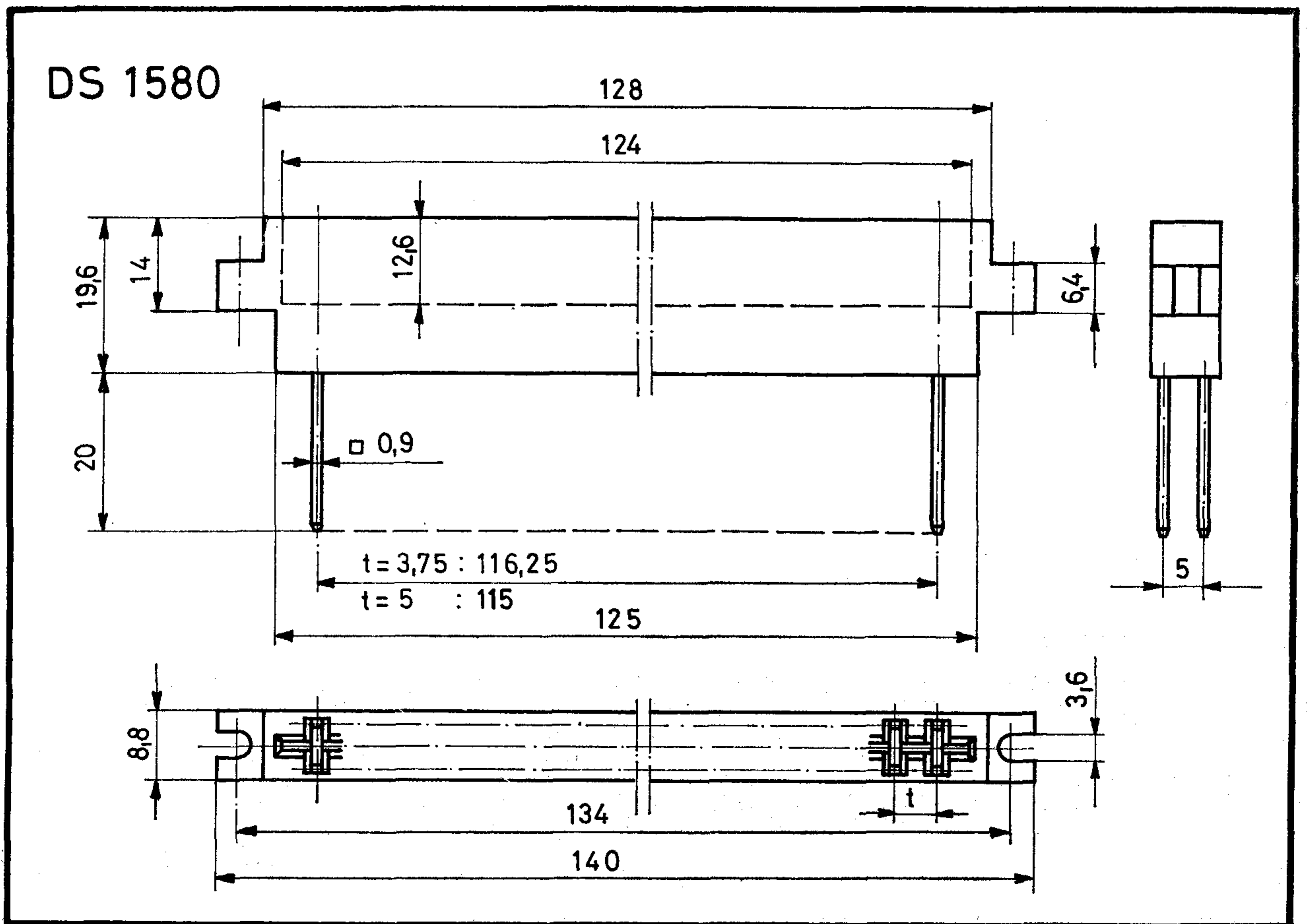
A műszaki paramétereket, valamint az egyéb jellemző adatokat (pólusszám, alkalmazható kártya vastagsága, bekötési mód stb.) a táblázatok tartalmazzák.

### Egysoros közvetlen csatlakozósávok DS 1511 és DS 1521

Az érintkezők felülete a DS 1511 típusnál ezüstözött, vagy aranyozott, a DS 1521 típusnál aranyozott.

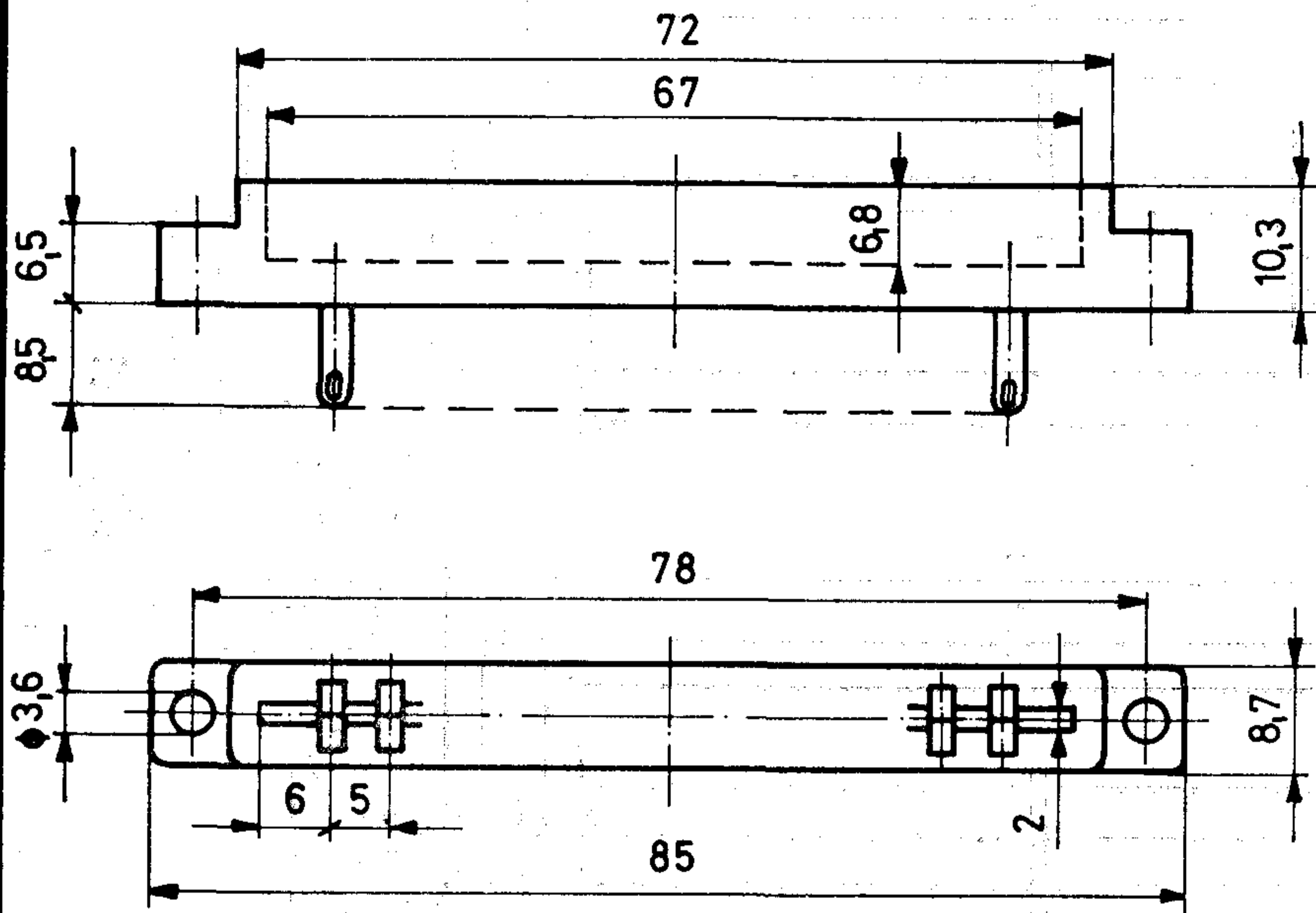
### Kétsoros közvetlen csatlakozósávok DS 1580

A csatlakozósáv szigetelőteste hőre keményedő műanyagból készül. Kódolása „T” alakú elemmel biztosítható. Az érintkező kikészítése a kontaktust adó felületen aranyozás, a kivezetésen cink.

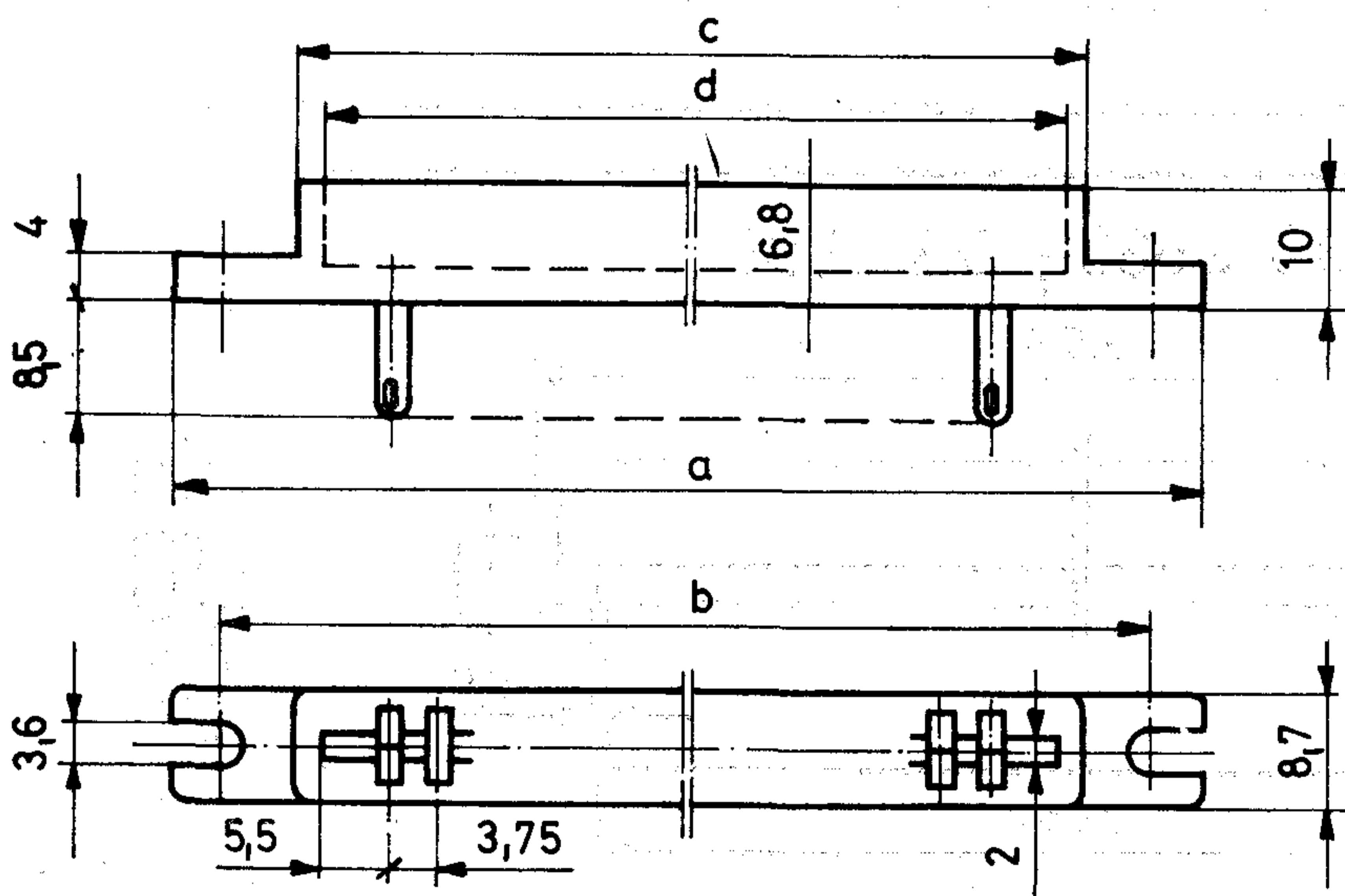




## DS 1511



## DS 1521



Pólusszám	a	b	c	d
12	75	67	56	52,4
20	105	97	86	82,4

## DS 2581 és DS 2582

Mindkét csatlakozósáv szigetelőteste hőre lágyuló műanyagból készül, maximum 96 pólusú kivitelben. A konstrukció kialakítása olyan, hogy tetszés szerint kialakítható kevesebb, de páros pólusszámú változat a csatlakozósáv darabolásával és a végdarab alkalmazásával.

Ugyancsak kódolható a „T” alakú kódolóelemmel. Az érintkezők felülete aranyozott.

## DS 2583 és DS 2585

A szigetelőtestek hőre lágyuló, illetve hőre keményedő műanyagból készülnek.

A csatlakozósávok „T” alakú elemmel kódolhatók. Az érintkezők felülete aranyozott.

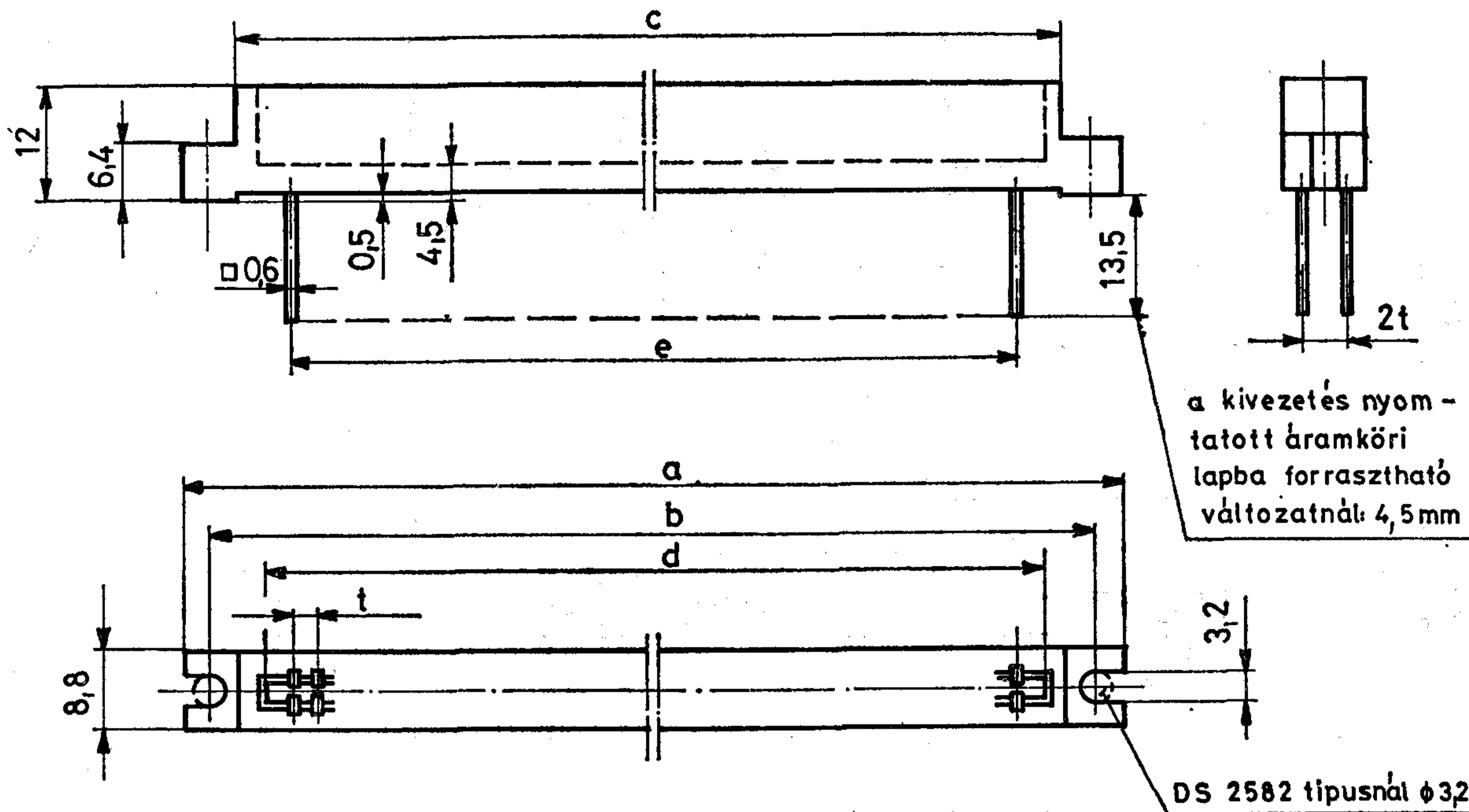
Az ismertetett csatlakozósávok körvonalrajzait az ábrák tartalmazzák.

Tájékoztatjuk az érdeklődő szakembereket, hogy gyártmányainkkal kapcsolatos műszaki kérdéseik megválaszolására készséggel áll rendelkezésükre műszaki fejlesztési főosztályunk. (Telefon: 270-200/121.)

Bodnár László

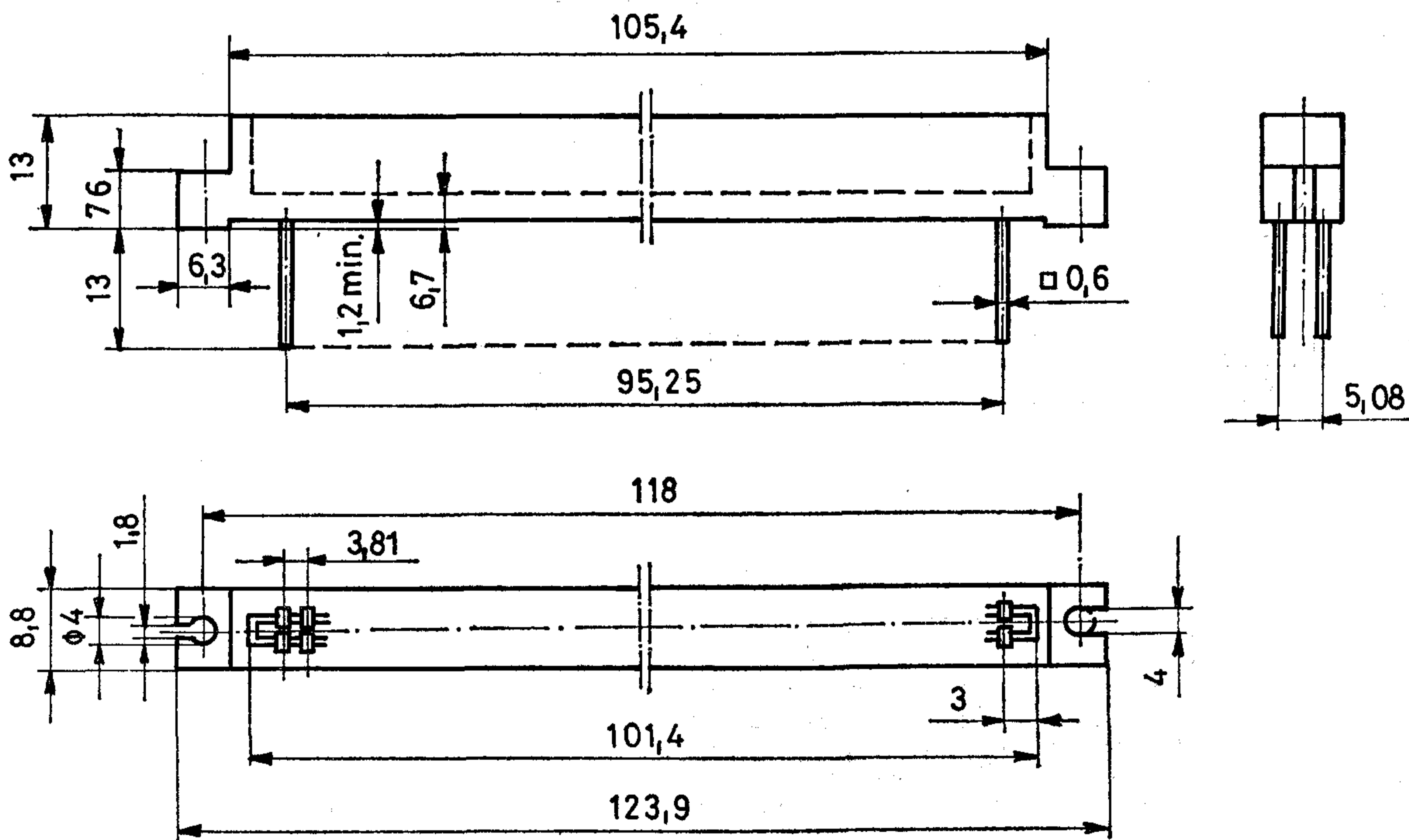


## DS 2581 ; DS 2582



Tipusjel	t	a	b	c	d	e
DS 2581-296-5	2,5	140	134	128	124	117,5
DS 2582-296-5	2,54	142,6	135,6	128,3	124,3	119,4

## DS 2583 ; DS 2585





Műszaki paraméterek	DS Csatlakozósáv típusok nyomtatott áramkörökhöz						
	DS 1511	DS 1521	DS 1580	DS 2581	DS 2582	DS 2583	DS 2585
Névleges feszültség [V <sub>eff</sub> ]	350	250	350	250	250	250	250
Névleges áramerősség [A]	2	2	7,5 ; 6	3	3	3	3
Átmeneti ellenállás [mohm]	max.10	max.10	max.10	max.10	max.10	max.10	max.10
Szigetelési ellenállás [Gohm]	min.10	min.10	min.10	min.10	min.10	min.10	min.10
Csatlakoztatási erő érintkezőpáronként [N]	max.36	max.36 (12 pólus) max.60 (20 pólus)	max.96	max.130	max.130	max.130	max.130
Bontási erő érintkezőpáronként [N]	min.6	min.6 (12 pólus) min.10 (20 pólus)	12 - 54	min.30	min.30	min.30	min.30
Mechanikai élettartam csatl. ciklus	600	600	100	500	500	500	500
Környezetallosági kulcsszám	25/070/21	40/085/56	55/125/56	40/085/56	40/085/56	55/75/56	55/85/56

Tipusszám	Pólusszám	Osztástávolság [mm]	Kártyavastagság [mm]	Bekötési mód	Vonatkozó szabvány
DS 1511	1 x 12	5	1,4 - 1,8	forrasztás	
DS 1251	1 x 12 ; 1 x 20	3,75	1,4 - 1,8	forrasztás	MSz05-61.6422
DS 1580	2 x 24	5	1,36 - 1,8	wire-wrap	KÜSZ 110
DS 2581	max. 2 x 48	2,5	1,36 - 1,8	wire-wrap, kártyába forr.	KÜSZ 109
DS 2582	max. 2 x 48	2,54	1,36 - 1,8	wire-wrap, kártyába forr.	KÜSZ 109
DS 2583	2 x 26	3,81	1,36 - 1,8	wire-wrap	KÜSZ 116
DS 2585	2 x 26	3,81	1,36 - 1,8	wire-wrap	

# KONTAKTA



ETO 621.396.67.095.12

Kapor J.:

**Elliptikusan polarizált antenna jellemzése a komplex hatásos hosszal**

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 6. sz.

A szerző megmutatja, hogy a komplex hatásos hossz az antennák teljes értékű jellemzőjének tekinthető, mellyel, mint az antennát helyettesítő négyfókuszos transzferparaméterével az általános (elliptikusan polarizációjú) antenna valamennyi fontosabb tulajdonsága egyértelműen leírható, ill. meghatározható.

ETO 621.314.21.017.71:621.39

Pfliegel P.:

**Híradástechnikai hálózati transzformátorok melegedésvizsgálata**

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 6. sz.

A cikk a transzformátorok két időállandós termikus helyettesítő képe elemértékeinek meghatározására számítási és mérési módszert ad meg. E módszerek alapján szabványos lemezelte M- és tekercselte TM-magok méretsorán végzett mérési sorozat eredményei az alkalmazott termikus modell helyességét igazolják. A mérés alapján módosított méretezési eljárás a korábbiaknál gazdaságosabb transzformátorok tervezését teszi lehetővé.

ETO 621.372.5.012.8:681.3

Mózes T.:

**Folytonosan ekvivalens RLC-hálózatok generálása számítógéppel**

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 6. sz.

Folytonosan ekvivalens RLC-hálózatok generálásának egyik lehetősége a Schoeffler-módszer. A cikk a Schoeffler-módszer olyan számítógépes megvalósítását mutatja be, amely az irodalomban közölt adatokhoz képest gyorsabb konvergenciát mutat. A futtatási eredményt mintapélda illusztrálja.

ETO 621.39:681.3.06.(085)

Dr. Géher K.:

**Számítógép programok katalógusa, 1981.**

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 6. sz.

Az összeállítás közli a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Elektronika Intézete által nyilvántartott híradástechnikai és elektronikai vonatkozású számítógép programnyilvántartás 1981. évi szaporulatát.

ETO 621.311.6:621.314.1:621.318.57

Balogh D.:

**IT jelű DC/DC kapcsolóüzemű tápegységcsalád**

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 6. sz.

A cikk a BHG Fejlesztési Intézetben az elektronikus TPV telefonközpontok fejlesztése kapcsán létrehozott IT jelű DC/DC kapcsolóüzemű tápegységcsalád főbb jellemzőit ismerteti. Bemutatja az alapvető célkitűzések megvalósítását blokkvázlat szerinti részáramkörök bemutatásán keresztül, mellékelve a működés szempontjából lényeges néhány jelalakábrát.

ETO 658.3.05:681.3

Nagyszeghi P.:

**Szociotechnikai tervezés számítógépes rendszereknél**

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 6. sz.

A szerző cikkében a számítógépes irányítási rendszerek legfőbb tényezőjével, az emberrel és annak terhelhetőségével foglalkozik. Röviden érintve a hardverrel és a szoftverrel szemben támasztott legfőbb követelményeket, irodalmi adatok alapján kitér a grafikus ábrázolás lényegére és jelentőségére. Elemzi a számítógépes irányítási rendszerek alkalmazásakor fellépő információ terhelések legfőbb okait. A cikket egy olyan módszer ismertetésével zárja, amely alkalmas lehet a számítógépet felhasználók alkalmasságának és megfelelőségének becsülésére.

ETO 621.396.67.095.12

Капор, Й.:

**Характеристика эллиптически поляризованных антенн с комплексной эффективной длиной**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, г. Будапешт) 1983. г. за № 6

Автором дается доказательство того, что комплексная эффективная длина является полноценной характеристикой антенн, с помощью ее, как трансферным параметром четырехполюсника заменяющего антенны, однозначно можно снять т. е. определить все основные свойства антенн общего пользования (эллиптической поляризации).

ДК 621.314.21.017.71:621.39

Пфлигел, П.:

**Испытание нагрева сетевых трансформаторов техники связи**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1983. № 6.

Статья описывает методы расчета и измерения по определению значения элементов термического совмещающего отображения двух постоянных по времени трансформаторов. На основании данных методов результаты проведенных серийных измерений на стандартных листообразных М- и намотанных срезанных сердечников ТМ доказывают правильность примененной термической модели. Модифицированный процесс расчета обеспечивает проектирование более экономичных трансформаторов по сравнению с предыдущими.

ДК 621.372.5.012.8:681.3

Мозеш, Т.:

**Формирование на ЭВМ сетей RLC непрерывной эквивалентности**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1983. № 6.

Одним из возможных методов формирования сети RLC непрерывной эквивалентности является метод Schoeffler. Статья демонстрирует такое осуществление метода Schoeffler на ЭВМ, которое показывает более быструю конвергенцию, чем данные из литературы. В статье результат пробег демонстрируется на приведенном примере.

ДК 621.39:681.3.06.(085)

Д-р Гехер, К.:

**Каталог программ вычислительных машин, 1981.**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт), 1983. № 6.

Составление дает прирост в 1981. г. ведомости программ вычислительных машин, касающихся техники связи и электроники, изготовленной Институтом связи и электроники Будапештского технического университета.

ДК 621.311.6:621.314.1:621.318.57

Балог, Д.:

**Семейство блоков питания с обозначением 1Т в ключевом режиме ДС/ДС**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1983, № 6.

Статья излагает основные свойства семейства блоков питания с обозначением 1Т ключевого режима ДС/ДС созданного в Институте Разработки БХГ при разработке электронных телефонных станций с записанным программным управлением. Продемонстрирует осуществление основных целеустановок путем приведения частичных схем на основе блок-схемы, прилагая некоторые изображения формы сигналов, являющихся важными с точки зрения эксплуатации.

ДК 658.3.05:681.3

Надьсеги, Ф.:

**Социо-техническое проектирование на системах ЭВМ**

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадашттехника, Будапешт) 1983. № 6.

Автор в своей статье занимается самым основным показателем управляющих вычислительных систем, именно человеком и возможностью его нагружаемости. Кратко описывает основные требования предъявляемые к Хардверу и Софтверу, на основе данных литературы рассматривает сущность и значение графического изображения. Анализирует информационную нагрузку возникающую при применении управляющих вычислительных систем. В заключении, статья излагает такой метод, который может быть применен для оценки годности и соответственности исполнителей ЭВМ.



DK 621.396.67.095.12

Kapor, J.:

### Charakterisierung von elliptisch polarisierten Antennen mit komplexer Wirkungslänge

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 6.

Der Verfasser beweist, dass die komplexe Wirkungslänge als eine vollwertige Charakteristik der Antennen betrachtet werden kann. Mit dieser Charakteristik — dass heißt — mit dem Transferparameter, welcher einen Ersatz der Antenne bildet, kann man alle wichtigeren Eigenschaften der allgemeinen (elliptisch polarisierten) Antenne eindeutig definieren, beziehungsweise bestimmen.

DK 621.314.21.017.71:621.39

Pfliegel, P.:

### Die Erwärmungsprüfung von fernmeldetechnischen Netztransformatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 6.

Der Artikel gibt uns eine Rechnungs- und Messmethode zur Feststellung der Elementenwerte für das thermische Ersetzungsbild mit zwei Zeitkonstanten der Transformatoren. Die Ergebnisse der auf Grund dieser Methoden an der Größenreihe von genormten „M“ Blechenkernen, sowie von von gewickelten-gestanzten TM Kernen durchgeführte Messungsserie, beweisen die Richtigkeit des angewandten thermischen Modells.

DK 621.372.5.012.8:681.3

Mózes T.:

### Generierung von kontinuierlich äquivalenten RLC-Netzen mit Rechenmaschine

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 6.

Eine Möglichkeit der Generierung von äquivalenten RLC-Netzen besteht aus der Schoeffler-Methode. Im Artikel wird so eine Verwirklichung mit Rechenmaschine der Schoeffler-Methode dargestellt, welche in Vergleich mit den Fachliteraturdaten eine wesentlich schnellere Konvergenz vorzeigt. Die Anlaufergebnisse werden durch ein Musterbeispiel illustriert.

DK 621.39:681.3.06.(85)

Dr. Géher, K.:

### Rechnerprogramm-Katalog, 1981.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 6.

In der Zusammenstellung wird der Zuwachs der in den Rechnerprogramm-Kartei des Instituts für Nachrichtentechnik und Elektronik der Technischen Universität Budapest registrierten Rechnerprogramme für Nachrichtentechnik und Elektronik bekanntgegeben.

DK 621.311.6:621.314.1:621.318.57

Balogh, D.:

### Netzgerätfamilie, gekennzeichnet IT, mit DC/DC Schaltbetrieb

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 6.

Der Artikel gibt uns eine allgemeine Charakterisierung über die mit IT gekennzeichnete Netzgerätfamilie, mit DC/DC Schaltbetrieb, welche im Entwicklungsinstitut der fernmeldetechnischen Werke BHG, im Rahmen der Entwicklung von elektronischen Telefonzentralen mit gespeicherter Steuerung zustande gebracht wurde. Es wird die grundlegende Zielverwirklichung dargestellt. Dabei werden die verschiedenen Teilstromkreise durch Blockschaltungsplane vorgezeigt und einige, hinsichtlich der Funktion sehr wesentliche Zeichenformabbildungen beigelegt.

DK 658.3.05:681.3

Nagyszeghi, P.:

### Soziotechnische Planung bei Rechnersystemen

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. Nr. 6.

Der Artikel des Anstiftes beschäftigt sich mit den bedeutsamsten Faktor von Rechnerleitungssystem, mit dem Mensch und mit dessen Blastbarkeit. Kürzlich informiert über den wichtigsten Forderungen von Hardwer und Softwer, aufgrund den literarischen Angaben geht er auf Bedeutung und Wesentliche der grafischen Darstellen ein. Dieser Artikel analysiert die wichtigsten Ursachen im Fall der bei den Anwendung der Rechnerleitungssystem auftretenden Informationsbelastung. Der Artikel wird mit der Bekanntmachung einer Methode beschlossen, die zur Schätzung der Geeignetheit und Entsprechendheit für die geeignet können, die Rechner anwenden.

UDC 621.396.67.095.12

Kapor, J.:

### Characterizing Elliptic Polarized Aerial with Complex Effective Length

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 6.

The author shows, that the complex effective length of aerials can be considered as a complete characteristic by the help of which — as a substituting four-terminal circuit transfer parameter — each main characteristics of an elliptic polarized (common) aerial can be determined and described.

UDC 621.314.21.017.71:621.39

Pfliegel, P.:

### Telecommunication Mains Transformer Heating Test

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), No. 6.

The paper gives a computing and measurement methods for defining element values of thermal substitution with two time parameters of transformers. The serial test results of standard laminated M and wound-cut TM core series prove the applied thermal model. The dimensioning procedure modified on the basis of the test, the design of transformers more economic than former ones makes possible.

UDC 621.372.5.012.8:681.3

Mózes, T.:

### Continuously Equivalent RLC-Network Generation with Computer

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 6.

One possibility for generating continuously equivalent RLC networks is the Schoeffler-method. The paper introduces such a computerized realization of the Schoeffler-method, which shows a faster convergence, than the publisher data. The program run result is illustrated with an example.

UDC 621.39:681.3.06.(085)

Dr. Géher, K.:

### Computer Programme Catalogue, 1981

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 6.

The catalogue presents the increase of the register of the computer programmes regarding telecommunication and electronic engineering recorded by the Institute of Telecommunication and Electronics of the Technical University of Budapest.

UDC 621.311.6:621.314.1:621.318.57

Balogh, D.:

### Switched Mode DC/DC Converter Family IT

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 6.

The paper introduces the main characteristics of DC/DC switched mode converter family named IT developed for the SPC telephone exchanges in BHG Development Institute. The realization of basic targets are shown by circuit parts on the basis of schematic diagram, and several signal figures of greater importance are enclosed.

UDC 658.3.05:681.3

Nagyszeghi, F.:

### Sociotechnics Design at Computer Systems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), No. 6.

The paper deals with the main factor of computer aided control systems, with the man and his load suffering capability. Touching upon the major requirements against hardware and software the essence and importance of graphic representation is mentioned on the basis of literary data. The main causes of information load consequent upon the use of computer aided control systems are evaluated. The paper is finished with the introduction of a method, which can be suitable for estimating the suitability and adequacy of computer users.



# Computerta TELEFONGYÁR



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



*Tap-34 intelligens terminál rendszer*

A TAP-34 intelligens terminál rendszer alkalmazása lehetővé teszi, hogy nagyobb memóriát, feldolgozást központi adatbázist és/vagy programot igénylő munkák is megoldhatók legyenek a felhasználók helyszínén anélkül, hogy nagyobb számítógépes erőforrás rendelkezésre állna. Az adatok generálása klaviatúránál történik és a gyűjtés céljára hajlékony mágneslemez szolgál. A feldolgozás eredményét képernyőn, mátrix nyomtatón lehet megjeleníteni a felhasználói feladat jellegéhez igazodva.

A TAP-34 rendelkezik standard felhasználási programokkal és egyedi programokat is készít a szállító.

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

**TERTA—TELEFONGYÁR Budapest Postafiók: 16 1956**

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