



# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam  
B U D A P E S T

1983

7

# HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA

XXXIV. évfolyam 1983. 7. szám

# BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

XXIX. évfolyam

1983. 7. szám

## TARTALOM

PFLIEGEL PÉTER:	Híradástechnikai hálózati transzformátorok tekercsjellemzőinek optimalizálása .....	289
	DR. TARNAY KÁLMÁN az Uppsalai Egyetem díszdoktora .....	295
SZMESKÓ JÁNOS:	Kerámia kondenzátorok alkalmazása .....	296
	Beszámoló az „5. Megbízhatóság az elektronikában” (RELECTRONIK '82) Szimpóziumról .....	300
<b>BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK</b>		
BUS LÁSZLÓ:	TV-átjátszóknál alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók .....	313
NAGYSZEGHI FERENC:	Vállalati műszaki adatbázisok szervezése .....	322
MALCSINER FERENC:	Mindennapunk elektronikája: CB monitor .....	326
	Hírek üzemeinkből .....	332
	Tartalmi ismertető .....	335

## A SZÁM SZERZŐI:

PFLIEGEL PÉTER okl. vill. mérnök, a BME-HEI tanársegéde, SZMESKÓ JÁNOS okl. vill. mérnök, a Gamma Művek műszaki tanácsadója, BUS LÁSZLÓ okl. vill. mérnök, a BHG Fejl. Int. fejlesztőmérnöke, NAGYSZEGHI FERENC okl. gépészmérnök, gazd. mérnök, a Telefongyár fejlesztőmérnöke, MALCSINER FERENC vill. mérnök, a BHG Fejl. Int. fejlesztőmérnöke.

Felelős szerkesztő: DR. TÓFALVI GYULA

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

A szerkesztő bizottság elnöke: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

### HIRADÁSTECHNIKA

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



# Híradástechnikai hálózati transzformátorok tekercsjellemezőinek optimalizálása

PFLIEGEL PÉTER

BME

Híradástechnikai  
Elektronika Intézet

## BEVEZETÉS

Transzformátorok méretezéséhez a műszaki előírásokon kívül adott a szabványos magtípusok és huzalok méretválasztéka. A mag- és a huzalméretetek diszkrét értékei miatt a gyakorlatban általában valamivel nagyobb méretet kell választanunk, mint amekkorára az előírások teljesítéséhez szükséges.

A műszaki előírásokat kielégítő legkisebb magméret kiválasztásának módszere az irodalomból ismert [2, 3]. Ezt az eljárást a transzformátorok melegedésének vizsgálata során kapott eredményekkel pontosítottuk [4]. Az eszerint kiválasztott magméret további csökkentésére nincs lehetőség, a tekercsjellemezők számítása azonban a számítógépes tervezés adta lehetőségek kihasználásával több szempont szerint optimalizálható. Jelen cikkben a tekercselés háromféle optimalizálási lehetőségét és azok megvalósításának módját mutatjuk be:

1. minimális rézfelhasználásra való optimalizálás,
2. minimális veszteségre való optimalizálás,
3. technológiai optimalizálás.

Mivel az optimalizálandó célfüggvények a független változók diszkrét volta miatt nem folytonosak, ezért a szokásos optimalizálási eljárások nem alkalmazhatók. Az optimalizálás lényege itt mindhárom esetben a transzformátortekercsek huzalátmérőinek megfelelő algoritmus szerinti kiválasztása a szabványos méretválasztékból.

A korábbi méretezési eljárás [2] alapján szerkesztett programot [3] kibővítettük az itt ismertetett optimalizálási variánsokkal, illetve a melegedésvizsgálat során nyert eredményekkel [1]. Az optimalizálások működését mintapéldák futtatási eredményeivel szemléltetjük.

## MINIMÁLIS RÉZFELHASZNÁLÁS

Vizsgáljuk meg, hogy a minimális rézfelhasználás érdekében milyen legyen az egyes tekercs rézvesztéseinek aránya. A kérdés átfogalmazható úgy is, hogy milyen arányban kell a megengedett rézvesztési teljesítménynek megoszlania a tekercs között ahhoz, hogy a részteljesítmények összege a minimális legyen.

Tételezzük fel először, hogy a transzformátor csak két tekercsből áll. Az eredő rézvesztés ez esetben:

$$P_r = I_1^2 \frac{\rho_1 n_1 l_1}{A_{r1}} + I_2^2 \frac{\rho_2 n_2 l_2}{A_{r2}}, \quad (1)$$

ahol:

$I_1, I_2$  a tekercsen átfolyó áramok effektív értéke,  
 $\rho_1, \rho_2$  a huzalanyag (hőfokfüggő) fajlagos ellenállása,

$n_1, n_2$  a tekercs menetszáma,  
 $l_1, l_2$  a tekercs közepes menethossza,  
 $A_{r1}, A_{r2}$  a huzalok rézkeresztmetszete.

A két tekercs hőmérsékletét és közepes menethosszát azonosnak véve, valamint a menetszámokkal bővítve:

$$P_r = \rho l_k \left[ \frac{(n_1 I_1)^2}{n_1 A_{r1}} + \frac{(n_2 I_2)^2}{n_2 A_{r2}} \right]. \quad (2)$$

A számlálóban levő menetszámokat az indukció-törvényből helyettesítve:

$$P_r = \frac{2 \rho l_k}{(\omega A_m B_1)^2} \left[ \frac{(U_1 I_1)^2}{n_1 A_{r1}} + \frac{(U_2 I_2)^2}{n_2 A_{r2}} \right]. \quad (3)$$

Bevezetve az

$$\varepsilon_1 = \frac{n_1 A_{r1}}{\sum_{j=1}^2 n_j A_{rj}}, \quad \gamma_1 = \frac{U_1 I_1}{\sum_{j=1}^2 U_j I_j},$$

$$P_{\varepsilon_1} = \frac{2 \rho l_k (U_1 I_1)^2}{(\omega A_m B_1)^2 \sum_{j=1}^2 n_j A_{rj}} \quad (4)$$

jelöléseket:

$$P_r = P_{\varepsilon_1} \left[ \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{\left( \frac{1}{\gamma_1} - 1 \right)^2}{1 - \varepsilon_1} \right]. \quad (5)$$

Az [5] kifejezésnek  $\varepsilon_1 = \gamma_1$  esetén minimuma van, aminek értéke:  $P_{r,m} = P_{\varepsilon_1} / \gamma_1^2$ .

Terjesszük ki a fenti gondolatmenetet több tekercsre. Az eredő rézvesztés ez esetben:

$$P_r = \frac{2 \rho l_k}{(\omega A_m B_1)^2 \sum_{j=1}^N n_j A_{rj}} \left[ \frac{(U_1 I_1)^2}{\varepsilon_1} + \dots + \frac{(U_i I_i)^2}{\varepsilon_i} + \dots + \frac{(U_N I_N)^2}{\varepsilon_N} \right]. \quad (6)$$



Fejezzük ki a rézvesztést az  $i$ -edik tekercs relatív helyfoglalása ( $\varepsilon_i$ ) és relatív látszólagos teljesítménye ( $\gamma_i$ ) függvényében. Ez közvetlenül nem tehető meg, csak olyan absztrakciók után, amelyek az előző, kéttekercses megoldáshoz vezetnek vissza:

- a továbbiakban az  $i$ -edik tekercset tekintjük a primer tekercsnek,
- a többi tekercs feszültségét azonosná tesszük:

$$U'_j = c_j U_j = U, \quad j = 1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, N, \quad (7)$$

- a tekercsek áramát is transzformáljuk annak érdekében, hogy a látszólagos teljesítmények ( $U_j I_j$ ) változatlanok maradjanak:

$$I'_j = I_j / c_j, \quad j = 1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, N, \quad (8)$$

- kapcsoljuk a tekercseket párhuzamosan, és tekintjük őket egyetlen tekercsnek.

Ez esetben az (5) összefüggéssel analóg módon írható:

$$P_r = P_{\varepsilon_i} \left[ \frac{1}{\varepsilon_i} + \frac{\left(\frac{1}{\gamma_i} - 1\right)^2}{1 - \varepsilon_i} \right], \quad (9)$$

ahol:

$$\varepsilon_i = \frac{n_i A_{ri}}{\sum_{j=1}^N n_j A_{rj}}, \quad \gamma_i = \frac{U_i I_i}{\sum_{j=1}^N U_j I_j},$$

$$P_{\varepsilon_i} = \frac{2 \rho l_k (U_i I_i)^2}{(\omega A_m B_1)^2 \sum_{j=1}^N n_j A_{rj}}. \quad (10)$$

Az  $\varepsilon_i$  és  $P_{\varepsilon_i}$  kifejezésekben hallgatólagosan feltételeztük, hogy az absztrahált tekercsek helyfoglalása azonos a valóságos tekercsek helyfoglalásával. Bizonyítandó tehát, hogy  $n'_j A'_{rj} = n_j A_{rj}$ .

Az absztrahált tekercs menetszáma (7) alapján  $n'_j = c_j n_j$ .

Az absztrahált tekercs huzalkeresztmetszete a

$$P'_{rj} = I_j'^2 \frac{\rho n'_j l_j}{A'_{rj}} = P_{rj} \quad \text{összefüggésből}$$

$$A'_{rj} = \left(\frac{I'_j}{I_j}\right)^2 \left(\frac{n'_j}{n_j}\right) A_{rj} = \frac{A_{rj}}{c_j}.$$

Ezzel  $n'_j A'_{rj} = c_j n_j \frac{A_{rj}}{c_j} = n_j A_{rj}$ , amit bizonyítani akartunk.

A (9) összefüggésnek is — (5)-höz hasonlóan —  $\varepsilon_i = \gamma_i$  esetén van minimuma, aminek értéke  $P_{rm} = P_{\varepsilon_i} / \gamma_i^2$ . Mivel a tárgyalás során  $i$  értékére semmiféle kikötést nem tettünk, a fenti megállapítás a transzformátor bármely tekercsére igaz.

Az  $\varepsilon_i = \gamma_i$  feltételhez jutunk abban az esetben is, ha előírjuk, hogy a tekercselés egységnyi térfogatában keletkező rézvesztési teljesítmény legyen mindenütt azonos:

$$\frac{P_{ri}}{l_i n_i A_{ri}} = \frac{P_r}{\sum_{j=1}^N l_j n_j A_{rj}}. \quad (11)$$

Ez az egyenletes melegedés feltétele, amiből az  $i$ -edik tekercs rézvesztése:

$$P_{ri} = P_r \frac{l_i n_i A_{ri}}{\sum_{j=1}^N n_j l_j A_{rj}}.$$

Az átlagos menethosszt mindenütt azonosnak véve ( $l_i \approx l_j$ ):

$$P_{ri} = P_r \varepsilon_i. \quad (12)$$

Ugyanakkor a (6) összefüggéshez hasonlóan felírva az  $i$ -edik tekercs rézvesztését, az alábbi összefüggéshez jutunk:

$$P_{ri} = P_r \frac{\gamma_i^2}{\varepsilon_i}, \quad (13)$$

így a (12) és (13) egyenletek egyenlőségéből  $\varepsilon_i = \gamma_i$ .

Összefoglalva: a rézfelhasználás és a melegedés szempontjából egyaránt előnyös, ha a tekercsek relatív helyfoglalása ( $\varepsilon_i$ ) azonos azok relatív látszólagos teljesítményével ( $\gamma_i$ ). Ennek kielégítése érdekében a korábbi méretezési eljárást [2, 3] az alábbiakban pontosítjuk.

## A RÉZVESZTESÉG FELOSZTÁSÁNAK PONTOSÍTÁSA

Az  $i$ -edik tekercs szabványos huzalátmérőjének ( $d_i[q]$ ) meghatározása után kiszámítható a tényleges rézvesztés:

$$P_{riü} = I_i^2 \frac{4 \rho_i n_i l_i}{d_i^2[q] \pi}. \quad (14)$$

Általában a tényleges és a felosztható rézvesztés nem egyezik egymással ( $P_{riü} \neq P_{ri}$ ), mivel a szabványos huzalátmérő nem egyezik a számítottal ( $d_i[q] \neq d_i$ ), és a tényleges menethossz eltér a közelítő átlagos menethossztól ( $l_i \neq l_k$ ).

Vezessük be a rézvesztés-eltérés fogalmát:

$$\Delta P_{ri} = P_{ri} - P_{riü}. \quad (15)$$

A megengedett rézvesztés maradéktalan felosztását a továbbiakban úgy biztosítjuk, hogy a rézvesztés-eltérést felosztjuk a még nem realizált tekercsek között, ugyancsak az egyenletes melegedés arányában. A ténylegesen felosztható rézvesztés tehát:

$$P_{riü} = P_r \frac{U_i I_i}{\sum_{j=1}^N U_j I_j} + \Delta P_r \frac{U_i I_i}{\sum_{j=i}^N U_j I_j}, \quad (16)$$

ahol:

$$\Delta P_r = \sum_{j=1}^{i-1} \Delta P_{rj} = \sum_{j=1}^{i-1} (P_{rj} - P_{rjü}). \quad (17)$$

Az  $i$ -edik tekercs ugyanis a halmozott rézvesztés-eltérésekből ( $\Delta P_r$ ) a realizálás előtt elvesz

$$\Delta P_{ri} = \Delta P_r \frac{U_i I_i}{\sum_{j=i}^N U_j I_j}$$

hányadot, a realizálás után pedig hozzátesz

$$\Delta P_{ri}^+ = P_{rit} - P_{riü} = (P_{ri} + \Delta P_{ri}^-) - P_{riü}$$

nagyságú többletet. Az  $i$ -edik tekercs eredő hozzájárulása a halmozott rézvesztés-eltéréshez tehát

$$\Delta P_{ri} = \Delta P_{ri}^+ - \Delta P_{ri}^- = P_{ri} - P_{riü}, \quad (18)$$

ahogy azt a (17) összefüggésben megadtuk.

### A MENETHOSSZ PONTOSÍTÁSA

Az  $\varepsilon_i = \gamma_i$  feltétel kihasználásával ugyancsak pontosítható a tekercs huzalátmérőjének számításához szükséges menethossz ( $l_i$ ). Ezt a korábbiakban a tekercselés átlagos menethosszával közelítettük, amely a gyakorlatban akár 10%-kal is eltérhet a legkisebb ( $l_0$ ) és a legnagyobb menethossztól.

Az  $i$ -edik tekercs közepes menethossza:

$$l_i = l_0 + \pi \left( 2 \sum_{j=1}^{i-1} m_j + m_i \right). \quad (19)$$

A fenti összefüggésből a tekercs realizálásakor csupán a tekercs magassága ( $m_i$ ) nem ismert, ez azonban az  $\varepsilon_i = \gamma_i$  feltétel alapján közelíthető:

$$\varepsilon_i = \frac{n_i A_{ri}}{\sum_{j=1}^N n_j A_{rj}} = \frac{F_{ri} A_{ti}}{F_r A_t} = \frac{F_{ri} l_a m_i}{F_r l_a \sum_{k=1}^N m_k}, \quad (20)$$

ahol  $A_{ti}$  és  $A_t$  az  $i$ -edik tekercs, ill. az egész tekercselés keresztmetszete és  $l_a$  a csévetest ablakszélessége. Feltételezve, hogy a tekercs rézkitöltési tényezője ( $F_{ri}$ ) megegyezik a tekercselés átlagos rézkitöltési tényezőjével ( $F_r$ ), és hogy a tekercselés teljesen kitölti a csévetest ablakmagasságát ( $k_a$ ), a tekercs közelítő magassága a (20) összefüggésből:

$$m_{ik} = k_a \gamma_i. \quad (21)$$

A közelítés a biztonság javára tér el a tényleges értéktől, mivel

$$k_a > \sum_{j=1}^N m_j,$$

tehát  $m_{ik} > m_i$ , azaz  $l_{ik} > l_i$ .

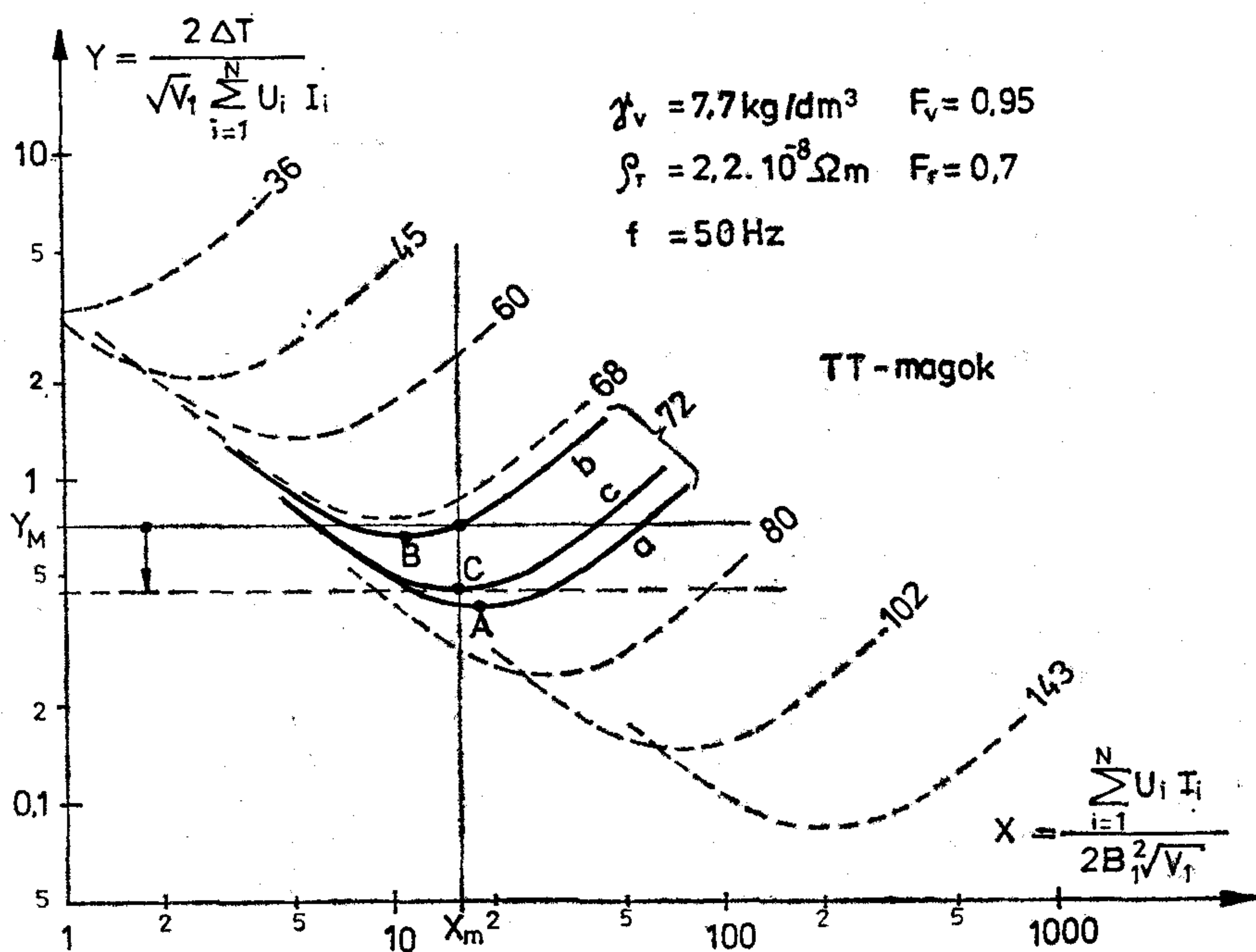
Végeredményben tehát az  $i$ -edik tekercs közepes menethossza:

$$l_{ik} \cong l_0 + \pi \left( \sum_{j=1}^{i-1} m_j + k_a \gamma_i \right). \quad (22)$$

### MINIMÁLIS VESZTESÉGRE VALÓ OPTIMALIZÁLÁS

A transzformátor üzeme közben a veszteségi teljesítménnyel arányos energia hővé alakul. Ez elvben a magméret növelésével csökkenthető. Nyilvánvaló azonban, hogy ez nem lenne ésszerű eljárás, mert az ily módon megtakarított energia értéke nem lenne arányban a költségnövekedéssel, amit a magméret növelése közvetlenül és közvetve (a berendezés méreteinek növekedésével) okozna. A veszteség minimalizálásán ezért a továbbiakban azt az eljárást értjük, amely a műszaki előírásokat kielégítő legkisebb magméreten a legkisebb veszteségi teljesítmény elérését célozza. Erre akkor van lehetőség, ha a tekercselés helyfoglalásának ellenőrzésekor kiderül, hogy a tekercselés nem tölti ki a rendelkezésre álló helyet. Ebben az esetben a huzalátmérők növelésével fokozatosan csökkenteni tudjuk az energiavesztéséget.

A huzalátmérők növekedését úgy idézzük elő, hogy a melegedés, ill. a hatásfok által korlátozott veszteségi teljesítményt kismértékben szigorítjuk, és a méretezést az üzemi indukció megválasztásától kezdve megismételjük egészen addig, amíg a tekercselés ki nem tölti a csévetest ablakát [3]. A folyamat jól szemlél-



1. ábra. A méretválasztási görbe eltolódása minimális veszteségre történő optimalizáláskor



tethető a méretezési eljárás [2] méretválasztási diagramján, amelyet példaképpen tekercselt toroid (TT) magokra adtunk meg az 1. ábrán. A fentiekben vázolt huzalátmérő-növelő algoritmus biztosítja, hogy az eredetileg optimális munkaponthoz tartozó indukció kövesse a rézkitöltési tényező növekedésének köszönhető munkapont-vándorlást (jobbra lefelé), sőt előfordulhat, hogy a tekercsjellemzők első kiszámítása alkalmával kapott rézkitöltési tényezővel még tilos területre eső munkapont (B) áttolódik a méretválasztási diagram megengedett ténnyedébe (C). Ez utóbbi esetet szemlélteti az 1. ábra. Az ábra *a* görbéje az ideális rézkitöltési tényezővel számított görbe, amely alapján történik a magméret kiválasztása. A *b* görbe a minimális rézfelhasználásra való optimalizálással nyerhető görbe, amelyhez az előírást ( $Y_M$ ) éppen teljesítő rézkitöltési tényező tartozik. Végül a *c* görbe a gyakorlatilag megvalósítható legnagyobb rézkitöltési tényezővel nyert görbe, amelyhez a veszteségre vonatkozó előírás fokozatos szigorításával ( $Y_M$  csökkentésével) jutunk.

## TECHNOLÓGIAI OPTIMALIZÁLÁS

A tekercselés technológiai szempontok szerinti optimalizálásának különösen a tömeggyártásban van jelentősége. A gyártástechnológia lehetőségeit elsősorban a tekercsek száma, huzalátmérője és tekercselési sorrendje, továbbá a tekercssorok és a tekercsek közötti szigetelésre vonatkozó előírások szabják meg.

Erősen eltérő huzalátmérőjű tekercsek esetén nem célszerű a tekercselést elkezdni sem túl vékony ( $d < 0,1$  mm), sem túl vastag ( $d > 1$  mm) huzallal [5]. Az állandó szögsebességű gépi tekercselés ui. a szögletes csévetest miatt nem egyenletes kerületi sebességre készíti a lecsévéző orsót. Emiatt a túl vékony huzalok a csévetest kezdetben még viszonylag éles sarkain könnyen elszakadhatnak. A túl vastag huzal pedig nem hajlékony, még nagy feszítő erő esetén sem fekszik fel a csévetestre, így a kezdősor alatt kihasználatlanul maradó üres hely miatt csökken a tekercselési keresztmetszet.

Amennyiben tehát a tekercsek sorrendjét egyéb (pl. biztonsági) előírás nem szabja meg, úgy célszerű 0,1–1 mm átmérőjű huzallal kezdeni a tekercselést. A primer tekercs huzalátmérője a gyakorlatban e tartományba esik, így a technológiailag kedvező szempont igen gyakran egyeztethető a primer tekercs elválasztására vonatkozó szigorúbb biztonságtechnikai előírásokkal.

Sok tekercsből álló tekercselésnél nem közömbös, hogy az egyes tekercsek utolsó sora hogyan fejeződik be. Különösen igaz ez a vastag huzalú tekercsekre. Ha ugyanis a tekercs utolsó sora nincs teljesen teletekercselve, ez a további tekercsek elkészítését nehezíti, mert a keletkező „lépcső” lehetetlenné teszi a következő tekercs meneteinek egymás mellé tekercselését. A gyakorlatban ezt úgy kerüljük el, hogy az utolsó sor üresen maradó részét szigetelő anyaggal tekercselik tele. Ez azonban nem a legjobb megoldás, egyrészt járulékos anyagot és műveletet igényel, másrészt rontja a tekercselés rézkitöltési tényezőjét.

A továbbiakban azt vizsgáljuk meg, hogyan alakíthatók ki a huzalátmérő változtatásával olyan te-

kercsek, amelyek utolsó sora is teljesen, vagy csaknem teljesen tele van tekercselve.

## HUZALÁTMÉRŐ NÖVELÉSE (SORKIEGÉSZÍTÉS)

Legyen az *i*-edik tekercs realizálásakor kapott szabványos huzal csupasz és szigetelt átmérője  $d_i[q]$  és  $D_i[q]$ , és tételezzük fel, hogy a tekercs utolsó sora nincs teljesen kitöltve. Válasszunk eggyel nagyobb szabványos átmérőjű huzalt ( $d_i[q+1]$ ,  $D_i[q+1]$ ), és vizsgáljuk meg, hogy a sorok száma nem növekedett-e. Növeljük ily módon a huzalátmérőt mindaddig, amíg a sorok száma nem változik. Legyen az így kapott huzalátmérő  $d_i[q+u]$ , ill.  $D_i[q+u]$ .

Az azonos sorban való maradás feltétele:

$$\frac{n_i D_i[q+u]}{l_a} < s_i, \quad (23)$$

ahol  $s_i$  a tekercs sorainak a száma.

Vizsgáljuk meg, hogyan változik eközben a tekercs rézkitöltési tényezője. Az eredeti huzallal:

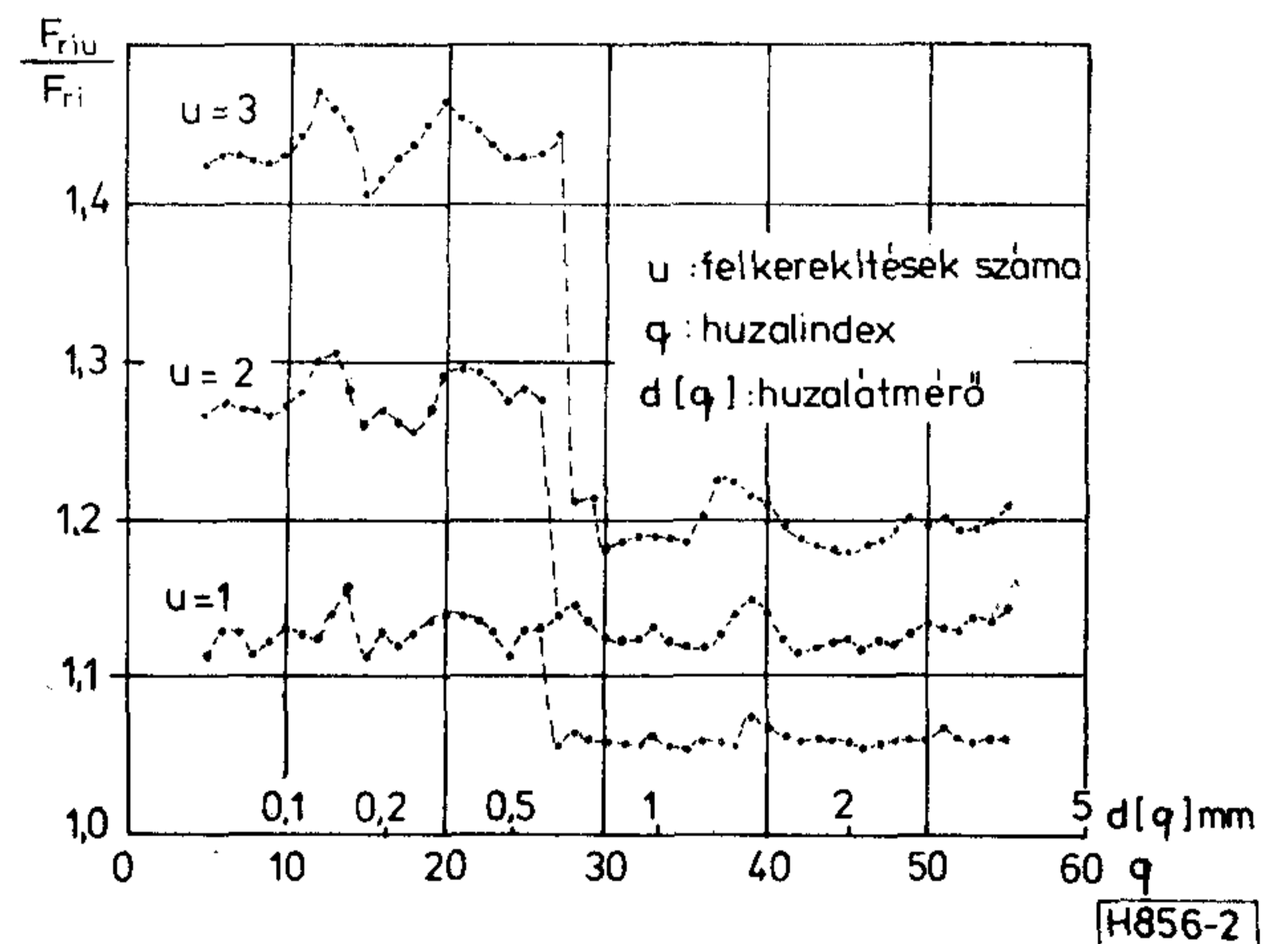
$$F_{ri} = \frac{n_i d_i^2[q] \pi}{4 s_i D_i[q] l_a}. \quad (24)$$

A megnövelt átmérőjű huzallal:

$$F_{riu} = \frac{n_i d_i^2[q+u] \pi}{4 s_i D_i[q+u] l_a}. \quad (25)$$

A rézkitöltési tényezők aránya:

$$\frac{F_{riu}}{F_{ri}} = \left( \frac{d_i[q+u]}{d_i[q]} \right)^2 \frac{D_i[q]}{D_i[q+u]}. \quad (26)$$



2. ábra. A rézkitöltési tényező relatív értéke sorkiegészítés esetén

A (26) összefüggés értékei szabványos Mzz huzalokra [6] a 2. ábráról olvashatók le. Látható, hogy a rézkitöltés növekedésének aránya függ a huzalátmérő-felkerekítés számától (*u*) és a huzalátmérőtől. *u*=1 esetén a sorkiegészítés a vékony ( $d < 0,7$  mm) huzaloknál átlagosan 13%-kal növeli a rézkitöltési tényezőt, de a vastagabb ( $d > 0,7$  mm) huzaloknál is több mint 5% a javulás. *u* > 1 esetén a javulás még nagyobb mértékű, természetesen annak a valószínűsége,



hogy a megnövelt átmérőjű huzallal a sorok száma változatlan marad a felkeresítések növekvő számával egyre kisebb.

### HUZALÁTMÉRŐ CSÖKKENTÉSE (SORELHAGYÁS)

Tételezzük fel ismét, hogy az eredeti  $d_i[q]$ ,  $D_i[q]$  átmérőjű huzallal az  $i$ -edik tekercs utolsó sora nincs teljesen kitöltve. Válasszunk most egyre kisebb szabványos átmérőjű huzalt mindaddig, amíg a tekercs utolsó sorából a menetek eltűnnek. Legyen az így kapott csupasz és szigetelt huzalátmérő  $d_i[q-v]$ , ill.  $D_i[q-v]$ . A sorelhagyás feltétele:

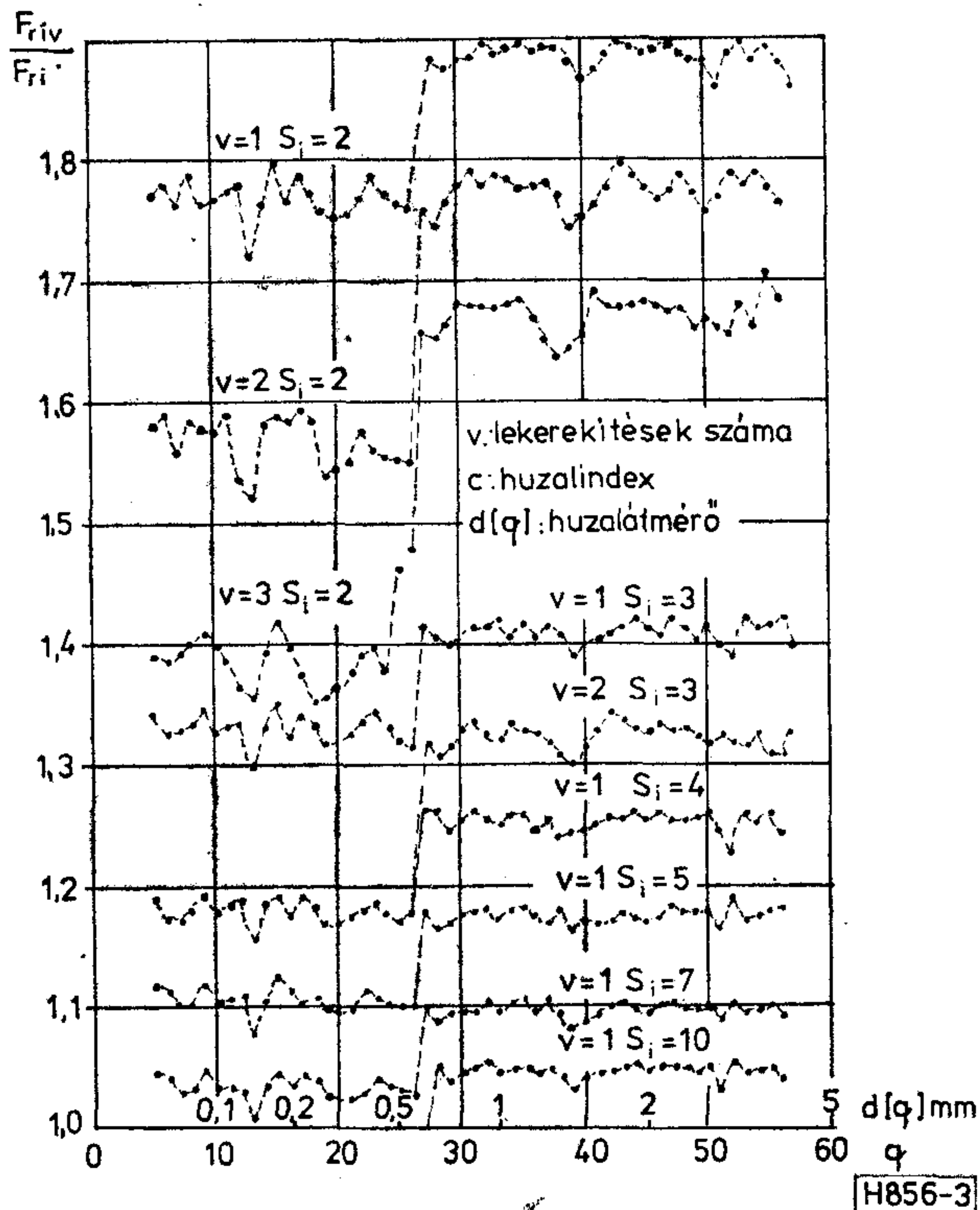
$$\frac{n_i D_i[q-v]}{l_a} < s_i - 1. \quad (27)$$

A (24) és (25) összefüggésekhez hasonlóan felírva a sorelhagyás utáni és előtti rézkitöltési tényezőt, és ezek hányadosát képezve:

$$\frac{F_{riv}}{F_{ri}} = \left( \frac{d_i[q-v]}{d_i[q]} \right)^2 \frac{D_i[q]}{D_i[q-v]} \frac{s_i}{s_i - 1}. \quad (28)$$

A (28) összefüggés értékei szabványos Mzz huzalokra [6] a 3. ábrán olvashatók le. A sorelhagyás hatása láthatóan nemcsak a lekerekítések számától ( $v$ ) és a huzalátmérőtől, hanem a sorok számától ( $s_i$ ) is függ. Kevés sorból álló ( $s_i < 5$ ), vastag huzalú ( $d > 0,7$  mm) tekercsnél a rézkitöltési tényező növekedése a sorkiegészítéssel elérhető javuláshoz képest (l. 2. ábra) lényegesen nagyobb arányú.

A sorkiegészítés és a sorelhagyás tehát nemcsak azzal az előnnyel jár, hogy megkönnyíti a további te-



3. ábra. A rézkitöltési tényező relatív értéke sorelhagyás esetén

kercsek tekercselését, hanem egyúttal a rézkitöltési tényezőt is növeli, és ezzel lehetővé teszi, hogy a technológiai optimalizálás ne rontsa az előző optimalizálások eredményeit annak ellenére, hogy eközben eltérünk a rézveszteség optimális elosztásától.

### AZ OPTIMALIZÁLÁSOK KAPCSOLATA

Vizsgáljuk meg, hogy mekkora lehet a fent említett eltérés. Tételezzük fel, hogy a technológiai optimalizálást megelőzően kielégítettük az egyenletes melegedés feltételét, azaz  $\varepsilon_i = \gamma_i$  és  $P_r = P_{rm} = P_{\varepsilon_i} / \gamma_i^2$ .

A technológiai optimalizálás után a rézveszteség:

$$P_{rt} = P_{\varepsilon_{it}} \left[ \frac{1}{\varepsilon_{it}} + \frac{\left( \frac{1}{\gamma_i} - 1 \right)^2}{1 - \varepsilon_{it}} \right], \quad (29)$$

ahol:

$$P_{\varepsilon_{it}} = \frac{2 \rho l_k (U_i I_i)^2}{(\omega A_m B_1)^2 F_{rt} A_{it}}, \quad \varepsilon_{it} = \frac{n_i A_{rit}}{\left( \sum_{j=1}^N n_j A_{rj} \right)_t},$$

$$F_{rt} = \frac{\left( \sum_{j=1}^N n_j A_{rj} \right)_t}{A_{it}}. \quad (30)$$

Az  $i$ -edik tekercs helyfoglalásának hasznára vagy rovására a többi tekercs helyfoglalása is változhat. Tegyük fel, hogy a tekercselési összkéretmet szet változatlan marad ( $A_{it} = A_i$ ).

Képezzük a technológiai optimalizálás utáni és előtti rézveszteség hányadosát:

$$\frac{P_{rt}}{P_{rm}} = \frac{F_r}{F_{rt}} \gamma_i^2 \left[ \frac{1}{\varepsilon_{it}} + \frac{\left( \frac{1}{\gamma_i} - 1 \right)^2}{1 - \varepsilon_{it}} \right]. \quad (31)$$

A 2. és 3. ábrák szerint a tekercsek rézkitöltési tényezője az optimalizálás hatására javul. Ezzel az eredő rézkitöltési tényező is nő, azaz  $F_{rt}/F_r > 1$ . A kétféle rézkitöltési tényező-arány közötti közvetlen kapcsolatot azonban nem tudjuk megadni, mivel az optimalizálás során a többi tekercs paramétere is változhat.

Közelítő becslés céljából tegyük fel, hogy

$$\left( \sum_{j=1}^N n_j A_{rj} \right)_t = \sum_{j=1}^N n_j A_{rj} + F_r \Delta A_{it}, \quad (32)$$

ahol  $\Delta A_{it}$  a sorkiegészítés, ill. a sorelhagyás folyamán az  $i$ -edik tekercs utolsó sorában hasznosított, ill. szabadá tett tekercselési keresztmet szet. Ez esetben

$$\frac{F_{rt}}{F_r} = \frac{\left( \sum_{j=1}^N n_j A_{rj} + F_r \Delta A_{it} \right) / A_{it}}{\sum_{j=1}^N n_j A_{rj} / A_{it}} = 1 + \frac{\Delta A_{it}}{A_{it}}. \quad (33)$$

Ezzel a (31) összefüggés:

$$\frac{P_{rt}}{P_{rm}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta A_{it}}{A_{it}}} \left[ \gamma_i^2 + \frac{(1 - \gamma_i)^2}{1 - \varepsilon_{it}} \right]. \quad (34)$$

A technológiai optimalizálás akkor nem rontja az

előző optimalizálások eredményeit, ha  $P_{rt}/P_{rm} < 1$ . E feltétellel a (34) összefüggésből kifejezhető a relatív helyfoglalás ( $\epsilon_{it}$ ) relatív látszólagos teljesítményre ( $\gamma_i$ ) vonatkoztatott megengedett alsó és felső eltérése:

$$\left(\frac{\epsilon_{it}}{\gamma_i}\right)_{\max}^{\min} = \frac{1+A_2}{1+A_1} \sqrt{\left(\frac{1+A_2}{1+A_1}\right)^2 - \frac{1}{1+A_1}}, \quad (35)$$

ahol  $A_1 = \Delta A_{it}/A_t$  és  $A_2 = \Delta A_{it}/2A_t\gamma_i$ .

A (35) összefüggés által megadott korlátokon belül maradva az eredő rézveszteségi teljesítmény a technológiai optimalizálás következtében nem növekszik annak ellenére, hogy eközben eltérünk a rézveszteség (12) szerinti elosztásától.

## MINTAPÉLDÁK

Az optimalizálásokkal kibővített program működésének bemutatására két-két futtatási példa eredmé-

nyeit hasonlítjuk össze. A két példa specifikációit az 1. táblázatban adtuk meg. A futtatások fontosabb eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az 1. példa eredményeivel a technológiai optimalizálás, a 2. példával a minimális veszteségre való optimalizálás hatását kívánjuk bemutatni.

A minimális rézfelhasználásra való optimalizálással, majd az azt követő technológiai optimalizálással kapott eredményeket összehasonlítva (2. tábl., 1. példa) látható, hogy a tekercselés célszerűbb elrendezésével a tekercselési helytartalék több mint 50%-kal nőtt, miközben a rézmennyiség nem egészen 4%-kal több, ennek köszönhetően viszont valamivel csökkent a rézveszteség és a melegedés.

A minimális rézfelhasználásra való optimalizálással adódó bőséges tekercselési helytartalékot (48%) minimális veszteségre való optimalizáláshoz felhasználva (2. tábl., 2. példa) látható, hogy a rézveszteség mintegy 5 W-tal csökkent, ugyanakkor elegendő tekercselési helytartalék is maradt.

1. táblázat

A mintapéldák specifikációs adatai

Specifikáció		1. példa			2. példa		
Szekunder tekercsszám		4			1		
Szekunder tekercs adatok		$U_i$ [V]	$I_i$ [A]	terhelés	$U_i$ [V]	$I_i$ [A]	terhelés
Sorszám (i):	1.	24	1,5	ohmos	220	0,2	ohmos
	2.	9	1,0	kétutas ei.	—	—	—
	3.	10	2	Graetz ei.	—	—	—
	4.	100	0,01	egyutas ei.	—	—	—
Üzemi hőmérséklet, [°C]		90			90		
Környezeti hőmérséklet, [°C]		35			35		
Maximális indukció, [T]		1,7			1,8		
Vasveszteségi szám, $V_1$ , [W/kg]		0,6			0,6		
Alkalmazható magtípus		TM			TT		

2. táblázat

A mintapéldák eredményei

Eredmények	1. példa		2. példa	
	Minimális rézfelhasználás	Minimális rézfelhasználás + technol. opt.	Minimális rézfelhasználás	Minimális veszteségre való opt.
Magméret	74/32	74/32	72	72
Melegedés, [°C]	54,7	53,8	48,9	23,7
Rézveszteség, [W]	7,2	7,1	8,4	3,3
Réztömeg, [g]	278	288	57	129
Tekercselési helytartalék, [%]	11	17	48	14



## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok dr. Granát Jánosnak, aki a minimális rézfelhasználás kritériumának megállapítását inspirálta, valamint dr. Takács Ferencnek és dr. Barát Zoltánnak a kézirat gondos átnézéséért és hasznos észrevételeikért.

### I R O D A L O M

[1] Pfliegel P.: Híradástechnikai hálózati transzformátorok anyag-, energia- és technológiai optimum-

ra 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] Pfliegel P.: Híradástechnikai hálózati transzformátorok melegedésvizsgálata. Híradástechnika, XXXIV. évf., 6. sz., 247—254. o.

[5] Takács F.: Híradástechnikai alkatrészek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.

[6] MSZ 15 800/3—74 Zománchuzal. Felület. Méretek.

## Dr. Tarnay Kálmán az Uppsalai Egyetem díszdoktora

Az 500 éves Uppsalai Egyetem azzal büszkélkedhet, hogy tanárai között volt Linné és Celsius, századunkban pedig több Nobel-díjas. Az egyetem minden évben nagy ünnepélyességgel, ősi formák között tartja a doktorrá avatást.

Ez év június 3-án, kiemelkedő tudományos kitüntetésben részesült egy magyar tudós, dr. Tarnay Kálmán: az Uppsalai Egyetem díszdoktora lett.

A ritka elismerés olyan kutatót és oktatót ért, aki mindig az elektronika új területei felé fordult, felismerve, hogy mely témák előtt áll nagy perspektíva, és igyekezett kutatásaival ezeket gyarapítani.

Mint a Budapesti Műszaki Egyetem fiatal tanáregéde figyelt fel a félvezető eszközökre. Kapcsolata nem szakadt meg a Műszaki Egyetemmel akkor sem, amikor a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium osztályvezetője volt. Ekkor az Elektronikus Eszközök Tanszékének külső munkatársa lett.

Méréstechnikai kutatásait is a legkorszerűbb irányzatok szolgálatába állította. Úttörő szerepe volt a tranzistorok alkalmazásában.

Több könyve jelent meg az elektronika területei-

ről. Különös figyelmet szentelt az újszerű eszközöknek, például a Gunn-diódának, amelynek működési elméletét munkatársaival gyarapította.

1971-ben visszatért a Műszaki Egyetemre, mint az Elektronikus Eszközök Tanszékének docense. 1977 óta a tanszék vezetője.

Közben az Uppsalai Egyetemről meghívást kapott vendégprofesszori szolgálatra és két évenként megismétlődő mindig újat adó előadásai sokban segítettek, hogy a svéd és a magyar egyetem közötti együttműködés tartóssá váljon.

Tudományos iskolát alakított ki, félvezető eszközök fizikai és áramköri modellezésében. Ezzel a munkájával is nemzetközi elismerést szerzett.

A kutatás-fejlesztésben, valamint az egyetemi oktatásban kifejtett áldozatos munkáját és a svéd—magyar tudományos kapcsolatok erősítésében kifejtett tevékenységét ismerte el az Uppsalai Egyetem a díszdoktori cím odaítélésében.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület elnöksége és a Híradástechnika folyóirat szerkesztősége gratulál és további sikereket kíván dr. H. C. Tarnay Kálmánnak, a HTE elnökségi tagjának.

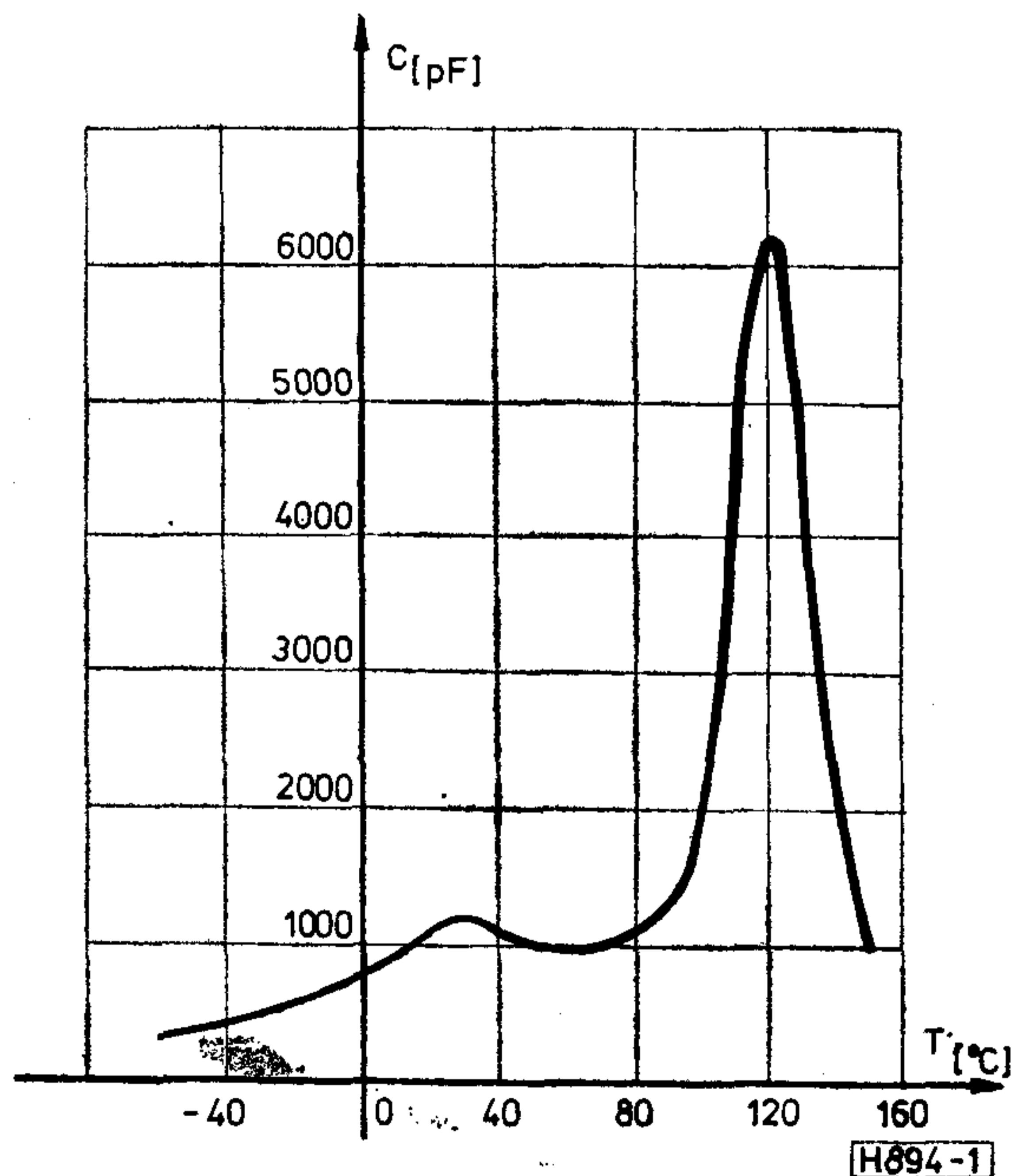


# Kerámia kondenzátorok alkalmazása

SZMESKÓ  
JÁNOS  
Gamma Művek

A kerámia kondenzátorok alkalmazása — fizikai tulajdonságaikból eredő — problémákat vet fel. A híradástechnika és mérés technika eszközeiben alkalmazott kondenzátorokkal szemben oly sokféle igény merülhet fel, hogy ezek megválaszolására nem lehet vállalkozni. Ellenben foglalkozhatunk azzal, hogy melyek a jellemző tulajdonságai a szóba jöhető kondenzátoroknak. Ezzel lényegében választ kap minden áramkörtervező az éppen aktuális követelmények megoldására. Ilyen értelemben a teljesség igényét is megközelítjük ezzel a cikkel.

Kerámia kondenzátor elnevezésén a kerámia dielektrikumú kondenzátorokat értjük. Alkalmazási problémáikra a kerámia anyagok fizikai tulajdonságainak vizsgálatával keresünk választ. Csak ezek ismeretében remélhető a szigorúbb specifikációs igények (pl. rezgőkörök rezonancia frekvencia pontosságának ill. hőmérsékletfüggésének) kielégítése. A nagy dielektromos állandójú kerámia anyagok alkalmazását a miniaturizálási törekvések hozták létre.



1. ábra. Bárium-titanát dielektrikumú kondenzátor kapacitásváltozása a hőmérséklet függvényében

Beérkezett: 1981. V. 28.

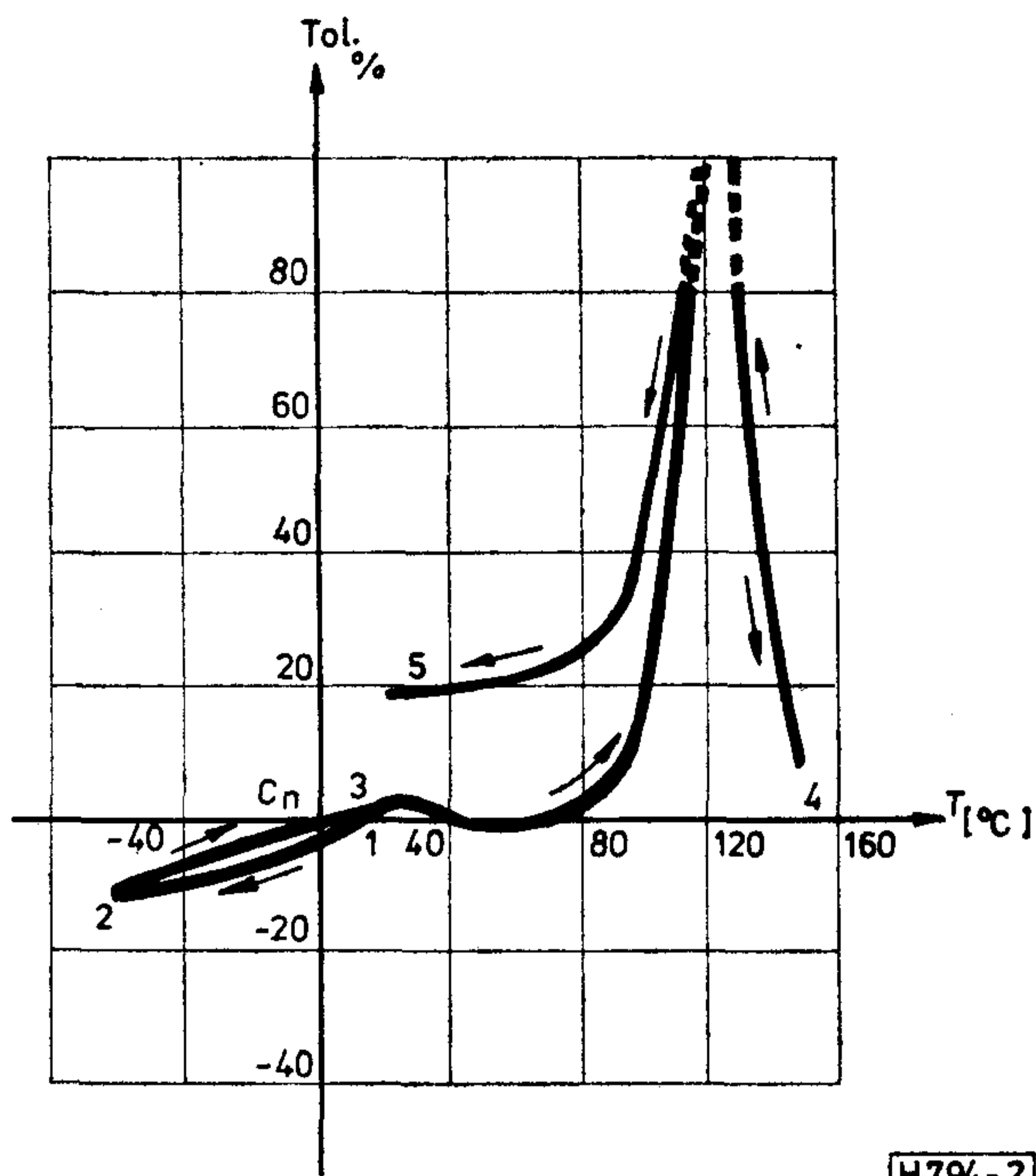
## Kerámia anyagok és jellemző tulajdonságaik

Kerámia dielektrikumok készítéséhez — előnyös tulajdonságai miatt — legjobban elterjedt a bárium-titanát alkalmazása. A tiszta bárium-titanát kerámia egyes tulajdonságait és a kedvezőtlen hatásokat adalék anyagokkal módosítják. A módosítók nagyon sokfélék lehetnek, ezekre majd az alkalmazásukkal kapcsolatban visszatérünk. — A tiszta bárium-titanát dielektromos állandójának hőmérsékletfüggését vizsgáljuk meg először, mert egyrészt ez volt a kezdete a — kimagasló eredményeket hozó — kerámia kutatásnak, másrészt kedvező alapot nyújt gyakorlati következtetéseink közvetlen belátásához.

Az 1. ábra 1000 pF névleges kapacitású kondenzátor kapacitás-hőmérséklet görbét mutatja. Referenciapontként a 20 °C-hoz tartozó pontot használjuk. Hűtés esetén a kapacitás — és ezzel arányosan a relatív dielektromos állandó — kismértékben csökken, melegítéskor némi hiszterézissel közelítőleg visszatér a kiindulási pontba. Ezt követően 40 °C körül van egy inflexiós pont és utána enyhén pozitív hőtényezőjű szakasz +90 °C-ig. Ezután egy rendkívül meredek — pozitív hőtényezőjű — szakasz következik +120 °C-ig, az ún. Curie-hőmérsékletig. Végül egy meredek — negatív hőtényezőjű — szakasz zárja a vizsgált tartományt. Mint látható a Curie-hőmérsékletnél a dielektromos állandó ugrásszerűen megnő, a névleges érték (kb) hatszorosára, melyet Curie-csúcsnak neveznek. Ez a nagymértékű hőmérsékletfüggés lényeges korlátozást jelent a tiszta bárium-titanátnak dielektrikumként való alkalmazására. A jelenség oka a kerámia kristályrácsszerkezetének átalakulása. Az eredetileg tetragonális alakú kristály 120 °C körül hirtelen változik át kocka alakúra. Közben 40 °C körül átmeneti állapotot vesz fel romboedrikus alakú kristályrácsszerkezettel; ez az inflexiós pont előidézője. A 0 °C alatti hőmérsékleti tartományban — az enyhén pozitív hőtényezőn kívül — nincsen figyelemre méltó változás. Ellenben meglepő tulajdonság figyelhető meg, ha folytatjuk a megfigyelést a Curie-hőmérséklet fölé melegített kerámia lehűlését illetően +20 °C-ig.

A 2. ábrán egy teljes — hideg, meleg — ciklus hatását figyelhetjük meg. Kövessük a számozás sorrendjét, miközben a hőmérséklet -55 °C-tól +120 °C fölé változik. Az 1—2, ill. 2—3 jelű szakasz kis eltéréssel egyezik egymással és +20 °C-on jó visszaállást mutat. A 3—4 jelű szakaszra az 1. ábrával kapcsolat-

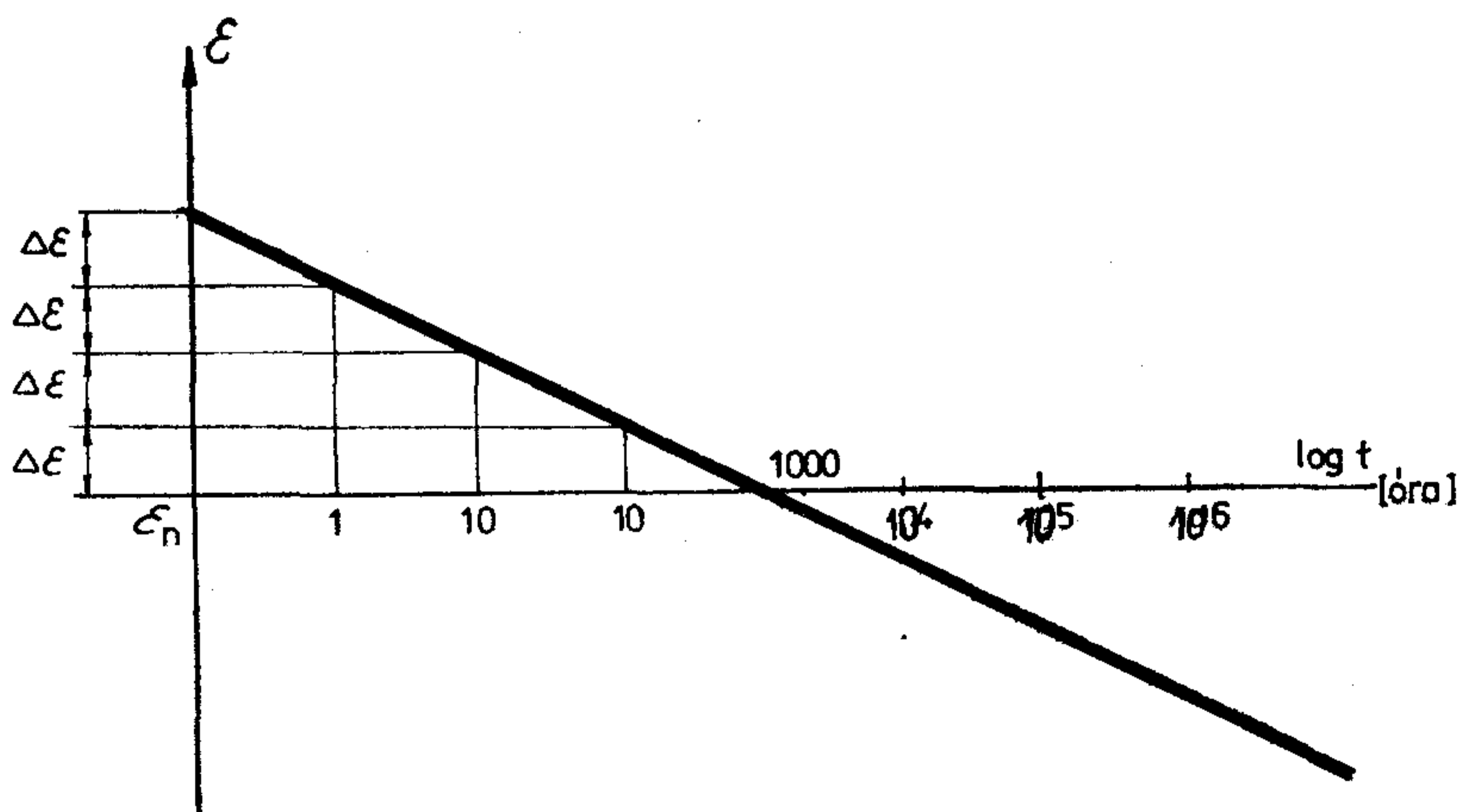




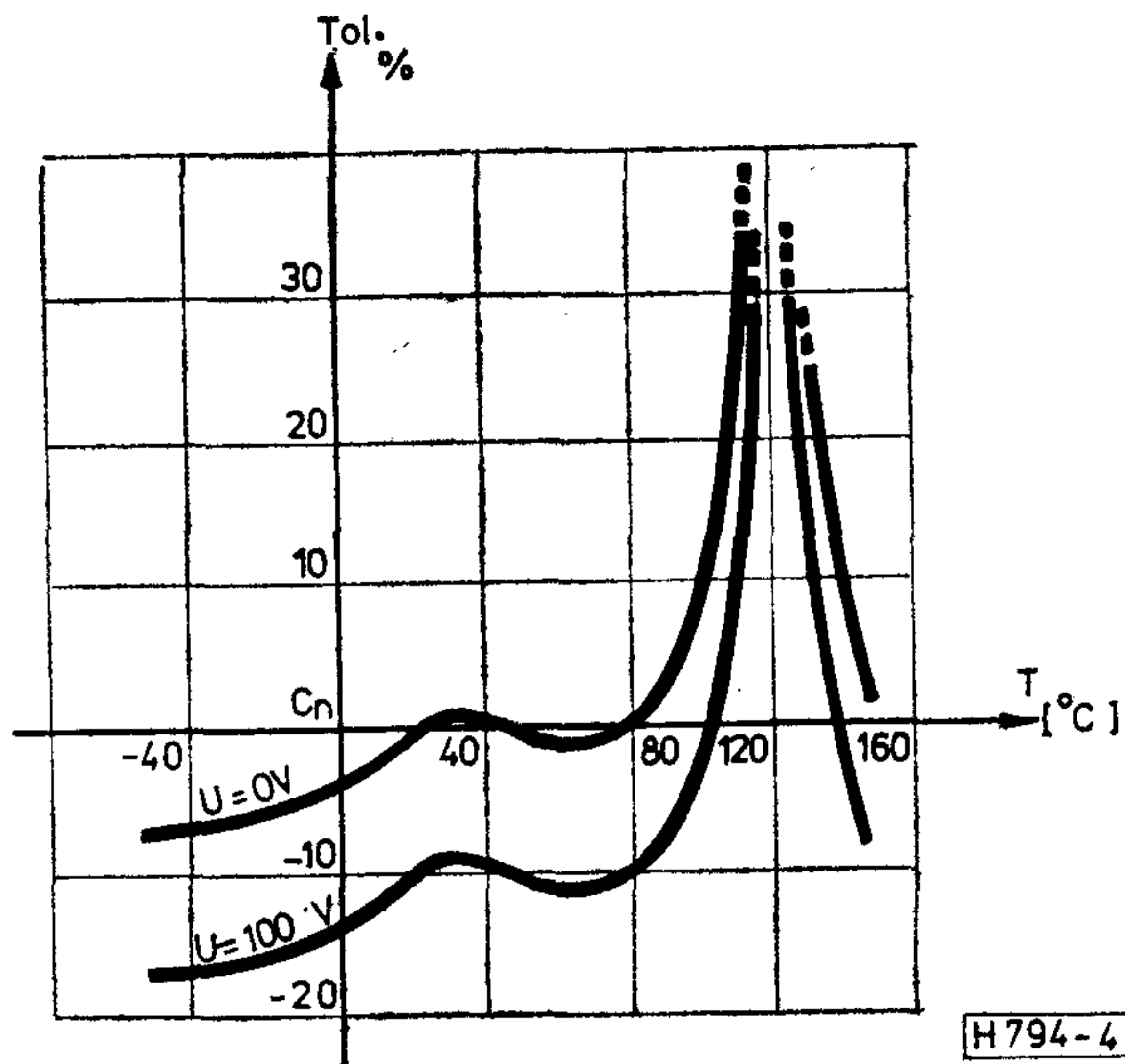
2. ábra. Bárium-titanát dielektrikumú kondenzátor kapacitásváltozása a hőmérséklet függvényében egy teljes hideg-meleg ciklus hatására

ban mondottak érvényesek. A 4–5 jelű szakasz jellege azonos a 3–4 jelű szakasszal, de a dielektromos állandó értéke minden hőmérsékleten magasabb. A +20 °C-hoz tartozó érték is nagyobb, mint a fölmelegítés előtti érték volt. Ez az eltérés igen jelentős kb. +20%-ot ér el. Oka pedig az, hogy a felmelegítés során megváltozott kristályrácsszerkezet nem alakul vissza teljes mértékben azonnal tetragonális alakúra. Pontosabban: a tetragonális alakzatot csak hosszú idő alatt éri el.

A visszaállás időtartama semmilyen módszerrel nem csökkenthető. A kristályrács szerkezetének visszaállása +20 °C-on a 3. ábrának megfelelően megy végbe. A tárolási idő egy-egy dekádja alatt — a dielektromos állandó — a névleges érték azonos százalékkal csökken. Az 1000 órás tárolási időhöz tartozó értéket tekintik névleges értéknek. Ily módon



3. ábra. Bárium-titanát kondenzátor dielektromos tulajdonságának változása az idő függvényében



4. ábra. A villamos feszültség hatása a bárium-titanát dielektrikumú kondenzátor kapacitás értékére

a dielektromos tényező értéke — bár egyre lassabban, de — állandóan csökken. Tehát a tiszta bárium-titanát kerámiák dielektromos tulajdonsága átmeneti jellegű. Viszont, ha bármely állapotban levő kerámiát ismét — és akárhányszor — fölmelegítjük a Curie-hőmérséklet fölé, úgy a visszaállási jelenség mindig teljesen azonos módon előlről kezdődik. Ezért ezt a jelenséget, mint hibát specifikálják és „ciklikus-drift”-nek nevezik. A kristályrács szerkezete nem csupán a hőmérséklettől függően változik meg. Befolyásolja a villamos feszültség nagysága is. Ezt mutatja a 4. ábra. A 100 V feszültséghez tartozó görbe alakja nagyon hasonló a 0 V feszültségnél kapott görbéhez, de minden hőmérsékleten —10% eltérést mutat. Kedvező körülmény az, hogy a feszültségigénybevétel nem követi visszaállási hiba.

A tiszta bárium-titanát dielektrikum tulajdonságait és a kedvezőtlen hatásokat a következők szerint szükséges befolyásolni:

1. A dielektromos állandó legyen széles határok között beállítható.

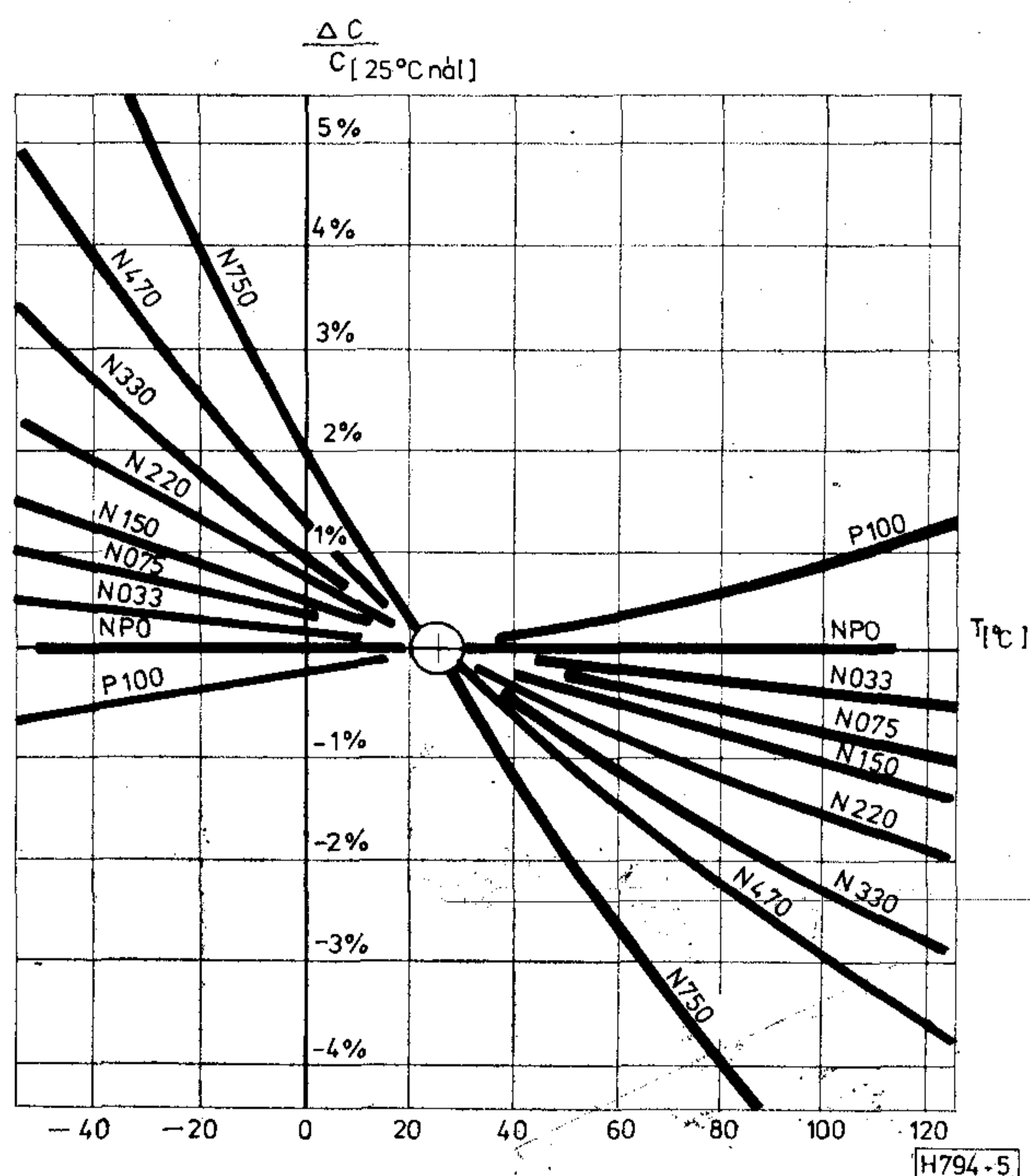


2. A dielektromos állandó hőmérsékletfüggése legyen beállítható meghatározott értékre.
3. A Curie-hőmérséklet legyen eltolható magasabb, vagy alacsonyabb hőmérsékletértékre.
4. A Curie-csúcs legyen csökkenthető.
5. A visszaállási hiba, ciklikus-drift csökkenjen.
6. A feszültség-érzékenység csökkenjen.

Nincs olyan módosító, melynek adagolása kizárólagos hatású lenne valamelyik tulajdonság befolyásolására. Ezért az adalékanyagok meghatározása mindig nagyon bonyolult kompromisszum eredménye és a kondenzátor gyártók bizalmas technológiai adataihoz tartozik. Így a részletekkel kevésbé törődve — lehetőségeinknek megfelelően — a módosító tulajdonságait lényegesen leegyszerűsítve tárgyaljuk.

A *relatív dielektromos állandó* ( $\epsilon_r$ ) az a mérőszám, mely az adott kerámiával és vákuum-dielektrikummal megvalósított kondenzátorok kapacitásainak hányadosa. Ezért a dielektromos állandó növelése közvetlenül geometriai méretcsökkenést eredményez. Viszont nagyon kis kapacitásértékű (pl. 1–10 pF) kondenzátorok gyártásánál már előnytelen az amúgy is kis méreteket csökkenteni. Ezért erre a célra a dielektromos állandó csökkentése szükséges. A tiszta bárium-titanát dielektromos állandóját bárium-oxid adagolással növelni, ill. titánoxid adagolással csökkenteni lehet. Így megvalósíthatók az  $\epsilon_r=100$ -tól  $\epsilon_r=10\,000$  értékek. Általános szabály, hogy minél nagyobb a dielektromos állandó értéke, annál nagyobb a hőmérséklet — és a villamosfeszültség érzékenysége.

A *hőmérsékleti együttható* az egységnyi kapacitásérték változása egységnyi hőmérséklet-változás hatására viszonyított mérőszáma. Mivel ez nagyon kis érték, ezért a  $10^6$ -szorosát szokás megadni. Előjelét pedig „P” ill. „N” betűvel jelölik. Az 5. ábrán látható



5. ábra. Különböző hőtényezőjű, módosított bárium-titanát dielektrikumú kondenzátor kapacitásváltozása a hőmérséklet függvényében

a különböző dielektrikumú anyagok, ill. a belőlük készített kondenzátorok kapacitásváltozása a hőmérséklet függvényében. Igen nagy jelentőségűek a „NPO” jelzésű, hőmérséklettől független dielektromos tényezőjű kerámia anyagok. A hőmérsékleti együttható megváltoztatását különböző titanátok, cirkonátok, ón és cink-oxidok adagolása teszi lehetővé. Az NPO csoportban titán-dioxid, vagy magnézium-titanát és kalcium-titanát adagolásával érhető el a zérus hőmérsékleti tényező. Ezek jellegzetes tulajdonsága, hogy nem érzékenyek a villamos feszültségre, szigetelési ellenállásuk és jóságai tényezőjük nagy, frekvenciafüggésük kisebb.

A shifterek olyan adalékanyagok, melyek alkalmazása esetén a Curie-hőmérséklet tolnak el magasabb, vagy alacsonyabb hőmérsékletre. A leggyakrabban alkalmazott anyagok a kalcium-cirkonát és a stroncium-titanát.

Azonos hatású anyagok a bárium és stroncium cirkonátjai a bárium, stroncium, kalcium, ólom, cink és kadmium titanátjai és az ólom-titanát.

A Curie-csúcs magasságát csökkentik a kalcium, ón, niobium, stroncium és a bizmut. Ezek az anyagok a Curie-csúcs csökkentése mellett javítják a disszipációs tényezőt. Módosítók alkalmazásával a Curie-hőmérséklet ill. a Curie-csúcs eltolható ill. laposabbá tehető, de nem szüntethető meg teljesen. Így továbbra is lesz egy vagy több Curie-hőmérséklet ill. Curie-csúcs az alkalmazás szempontjából fontos hőmérséklet-tartományban.

A feszültségérzékenység nő a dielektromos állandó növelésével és a dielektrikum vastagságának csökkenésével. Mivel mindkét tényező közvetlen hatással van a geometriai méretekre, ezért a feszültségérzékenység megengedhető határa kompromisszum kérdése és gyártmányonként változó.

### Gyakorlati kérdések

Az 5. ábrán feltűnő, hogy hét különböző értékű negatív és csak egyetlen pozitív hőtényezőjű módosított bárium-titanát dielektrikumot dolgoztak ki, ill. rendszeresítették. Ezeknél a dielektrikumoknál a módosítók túlsúlyban vannak a bárium-titanát mennyiségéhez képest. A gyakorlati igények határozták így meg a hőtényezőik értékeit. Ugyanis a legtöbb alkalmazás olyan, hogy RC vagy LC elemek együtt határozzák meg — pl. egy oszcillátor — frekvenciáját. Ezért követelmény, hogy az LC szorzat maradjon állandó, széles hőmérsékleti határok között. Viszont közismert, hogy a tekercsek inuktivitásának mindig pozitív előjelű a hőmérsékleti tényezője. Így az LC szorzat csak akkor marad hőfokfüggetlen, ha C-nek megfelelő értékű negatív hőtényezőt választunk. Ez a munka könnyen elvégezhető, részben kísérleti mérésekkel, részben egyszerű számításokkal. A negatív TK-jú kondenzátor kiválasztását megkönnyíti a bőséges választék, de mégis sokszor szükséges két vagy több darab különböző kapacitású — és TK-jú — kondenzátor kiválasztása, melynek eredő kapacitása ill. eredő TK-ja biztosítja az LC = konstans feltételt  $T_2$  és  $T_1$  határok között. A feladat lényegileg megoldható, de maradék nélkül nem. Mint már említett-



tük a ciklikus-drift értéke együtt nő a TK--al ill. mindkettő a dielektromos állandóval. A ciklikus drift szempontjából legkedvezőbbek a zérus hőmérsékleti tényezőjű kondenzátorok, az NPO jelölésűek. Ezek viszont nem alkalmasak az induktívitás pozitív TK-jának kompenzálására. Ezen a problémán csak a kerámia kutatás további eredményei segítenek majd.

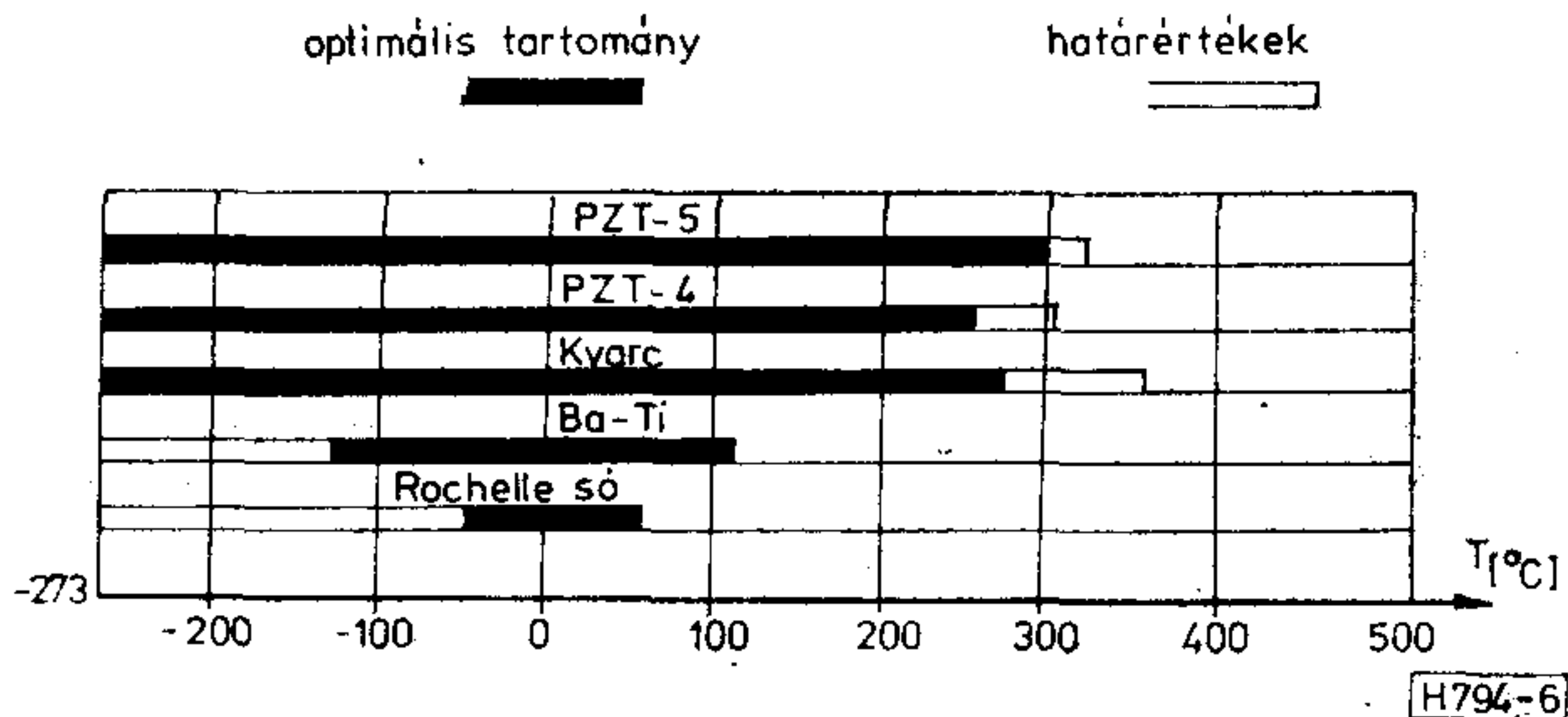
A megbízhatóság és az élettartam tervezési problémái — a technológiai felkészültségen túl — a kondenzátor gyártók gazdasági kérdései közé tartoznak. Itt csupán néhány gondolatot közlünk az élettartammal kapcsolatban. A kondenzátor gyártók nem törekedhetnek arra, hogy — bármilyen mennyiséget tekintve — egyetlen hibás darabot se tartalmazzon egy szállítmány. Ugyanis a hibátlan gyártás technológia követelménye irreális árakat eredményezne. Tehát a hibás darabok előfordulását tudomásul kell venni. A felhasználásra kerülő kondenzátorok minősége javítható azzal, ha villamos feszültség és hőmérséklet hatásával a korai meghibásodásokat kiszűrjük. Ez a módszer csak az egyébként is megbízható kondenzátorok „válogatására” alkalmas.

### Alkalmazás

Jelentős kérdés a kondenzátorok beforrasztása az áramkörbe. Ugyanis a szokásos forrasztó anyagok 180 °C körül ömlenek meg és a forrasztó szerszámnak ennél is magasabb hőmérsékletűnek kell lennie. Ez pedig azt jelenti, hogy gondatlan forrasztás esetén a kerámia dielektrikum is biztosan a Curie-hőmérséklet fölé melegszik. Lehűléskor pedig ismétlődik a 2. és 3. ábrával kapcsolatban mondott visszaállási hiba, ill. tárolási öregedés. Itt kell megjegyezni, hogy a visszaállási hiba ciklikus jellegű és számolni kell vele minden újabb fölmelegítésnél. Téves az a technológiai szokás — mely egyébként eléggé elterjedt — miszerint 5-6 hideg-meleg ciklus a kondenzátorok kapacitását stabilizálja.

Beható vizsgálatok igazolják azt, hogy nemcsak a módosított bárium-titanát dielektrikumok, hanem minden más dielektrikum mutat kisebb-nagyobb visszaállási hibát. Ezért célszerű az alkalmazott

kondenzátorok tulajdonságaival jól megismerkedni és ragaszkodni az egyetlen jól kiválasztott gyártmányhoz.



6. ábra. Kondenzátorgyártáshoz alkalmazott dielektromos anyagok hőmérsékleti határai

### A fejlődés iránya

Néhány új kerámia dielektrikumú kondenzátor hőmérséklet-tartományát mutatja be a 6. ábra. Ezek közül a legjelentősebbek a PZT jelűek, melyek alapanyaga ólom-cirkonát-titanát. Kereskedelmi áruk ma még igen magas. Irodalmi adatok szerint minden paraméterük felülmúlja a bárium-titanát alapú kerámiákat. Várható elterjedési terület a szélsőséges hőmérsékleten működő áramkörök. Ilyen az űrkutatás és a geofizikai mérések a föld mélységeiben (12 000 méterig +300 °C). Ezek a kerámia anyagok előállításuk során nagy egyenfeszültségű villamos térben polarizálva adják a — széles körben alkalmazott — piezokerámia anyagait. Ebben az alkalmazásban gyorsulás, ütés, testhang, sebesség és mechanikai terhelés mérésére rendkívül elterjedtek a gépek vizsgálatánál és a környezeti ártalmak felderítésénél. Itt is elkerülhetetlen a magas hőmérsékleti terhelés mellett a nagy mérési pontosság iránti igény. A jelenlegi gyártók szokatlanul magas áron értékesítik ezeket a kerámia anyagokat.

### I R O D A L O M

- [1] BRITISH STANDARD 9070.
- [2] ERIE ELECTRONICS LIMITED. Great Yarmouth kiadványai.

**Lapunk példányonként megvásárolható:**

**az V., Váci utca 10. és**

**az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti**

**hírlapboltokban**



# Beszámoló az „5. Megbízhatóság az elektronikában” (RELECTRONIC '82) Szimpóziumról

Az „5. Megbízhatóság az elektronikában” Szimpóziumot a Magyar Tudományos Akadémia műszaki osztálya védnöksége mellett a MTESZ társegyesületei — a Híradástechnikai Tudományos Egyesület, a Bolyai János Matematikai Társulat és a Közlekedéstudományi Egyesület Posta- és Távközlési Tagozata — közösen rendezték meg 1982. október 25. és 29. között Budapesten, a Technika Házában.

A szimpóziumon 17 országból több, mint 250 szakember vett részt és 70 előadást tartottak három szekcióban. A szekciókban megtartott előadásokon túlmenően három kerekasztal-megbeszélés megszervezésére is sor került.

Az egyes szekciókban megtartott előadásokról és a kerekasztal-vitákról az alábbiakban adunk áttekintést.

## 1. szekció: A megbízhatóság, a karbantarthatóság és a használhatóság elméleti kérdései

Az elméleti szekciókban és a plenáris ülésen ehhez kapcsolódóan elhangzott, összesen 22 előadást témakörök szerint a következőképpen csoportosíthatjuk:

- a megbízhatóság optimalizálása;
- a megbízhatóság előrejelzése és becslése;
- a megbízhatóság értékelésének számítógépes módszerei, software megbízhatóság;
- bonyolult rendszerek megbízhatóságának modellezése;
- a megbízhatóság oktatási kérdései.

Az első témakörben *Biernat, J.* (LNK) előadásában az optimális helyettesítési stratégia meghatározásával foglalkozott. A rendszer használhatósági (üzemkészségi) tényezőjének maximum értékét határozta meg, minimális átlagos költség mellett. Az előadó feltételezte, hogy a meghibásodott rendszerbeli alkatrészeket teljesen felújítják, azaz meghibásodásuk esetén működőképességüket helyettesítéssel vagy javítással teljesen helyreállítják. Ismerve a hibamentes működés  $R(t)$  valószínűségét, az átlagos javítási időt  $T_1$ , az átlagos tervezett helyettesítési időt  $T_2$ , az optimális helyettesítési időt az  $A(\tau)$  használhatósági (üzemkészségi) tényező maximum helyének megkeresésére vezet vissza, azaz a szélső értékét

határozza meg az

$$A(\tau) = \frac{\int_0^{\tau} R(t) dt}{\int_0^{\tau} R(t) dt + T_1[1 - R(\tau)] + T_2 R(\tau)}$$

függvénynek. Ez ekvivalens az átlagos  $c(\tau)$  költség/rendszer idő függvény, azaz a

$$C(\tau) = \frac{C_1[1 - R(\tau)] + C_2 R(\tau)}{\int_0^{\tau} R(t) dt}$$

függvény minimum helyének meghatározásával, ahol  $c_1$  jelöli az átlagos javítási költséget,  $c_2$  pedig az átlagos helyettesítési költséget. Ugyanis az

$$\alpha = \frac{C_2}{C_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

költség-együttható és a

$$\gamma(\alpha, \tau) = \frac{1 - (1 - \alpha)R(\tau)}{\int_0^{\tau} R(t) dt}$$

veszteség függvény bevezetésével a használhatósági tényező és a költség-függvény

$$A(\tau) = [1 + T_1 \gamma(\alpha, \tau)]^{-1}$$

$$C(\tau) = C_1 \gamma(\alpha, \tau)$$

alakban írható fel. Ez azt jelenti, hogy a veszteségi függvény minimum helyének meghatározására vezethető vissza  $A(\tau)$  és  $C(\tau)$  szélsőérték helyének megkeresése.

A szerző a számítások egyszerűsítése érdekében alsó és felső korlátokat ad meg a költségegyütthatóra „ $n$ -ből  $k$ ”-típusú rendszerek esetében. Ezeket a határokat felhasználva Weibull-eloszlás esetében kiszámítja az optimális helyettesítési időt.

*Chrobák, O.* (CSSZSZK) a használhatósági (üzemkészségi) tényező optimalizálási eljárásait tárgyalta telefonközpontok esetében. Feltételezve, hogy a rendszerben működő alkatrészek meghibásodási rátája állandó, valamint az egyes elemek  $T_i$  átlagos hely-



reállítási ideje is állandó ( $i=1, 2, \dots, n$ ) és a helyreállítás ideje alatt a rendszer kikapcsolt állapotban van, a rendszer  $A$  használhatósági tényezője a következő:

$$A = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \lambda_i T_i}$$

Ha  $A$  megkövetelt értéke az elemek meghibásodási rátájának  $\Delta\lambda_i$ -vel való csökkentésével, illetve átlagos helyreállítási idejük  $\Delta T_i$ -vel való csökkentésével érhető el, akkor az  $A_0$  megkövetelt érték

$$A_0 = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n (\lambda_i - \Delta\lambda_i)(T_i - \Delta T_i)} \quad [1]$$

alakú. A feladat annak meghatározása, hogy a megbízhatóság és javíthatóság növelését célzó költségek  $C$  függvénye

$$C = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{a_i \Delta\lambda_i}{\lambda_i - \Delta\lambda_i} + \frac{b_i \Delta T_i}{T_i - \Delta T_i} \right] \quad (a_i, b_i \text{ ismert állandók})$$

milyen  $\Delta\lambda_i$  és  $\Delta T_i$  értékek mellett veszi fel minimumát az [1] összefüggés, mint feltétel, teljesítése esetén. A feltételes szélső érték feladatot megoldva a szerző a következő eredményeket kapta:

$$\Delta\lambda_i = \lambda_i - \left( \frac{a_i^2 \lambda_i^2}{b_i T_i} \right)^{1/3} \left( \frac{1 - A_0}{A_0 \sum_{i=1}^n a_i b_i \lambda_i T_i} \right)^2$$

$$\Delta T_i = T_i - \left( \frac{b_i T_i^2}{a_i \lambda_i} \right)^{1/3} \left( \frac{1 - A_0}{A_0 \sum_{i=1}^n a_i b_i \lambda_i T_i} \right)^2 \quad (i=1, \dots, n)$$

A szerző a fenti általános elméleti eljárásán túlmenően közelítő eljárást is ismertetett, valamint számszerű példákat közölt az eljárások gyakorlati alkalmazásának bemutatására.

Zalman, M. (LNK) a tartalékelemek optimális számának meghatározását ismertette.  $n$  számú, azonos  $p$  hibamentes valószínűséggel rendelkező működő elemből és  $m$  számú tartalékelemből álló rendszert („ $n+m$ ”-ből „ $n$ ” típusú rendszert) vizsgált. Ha az egyes elemek felújításának költségét  $C_1$ , a rendszer meghibásodásával járó költséget  $C_2$  jelöli, akkor a rendszer üzemeltetési költsége egy működési ciklusban a következő:

$$C^{(1)}(m) = (n+m)C_1 + C_2 \sum_{j=0}^{m-1} \binom{n+m}{j} p^j (1-p)^{n+m-j}$$

Ez a költségfüggvény minimumát olyan  $m_0$  tartalékelemszám mellett veszi fel, amelyre a következő relációk teljesülnek

$$\binom{n+m_0-1}{n-1} p^n (1-p)^{m_0} > C_1/C_2,$$

$$\binom{n+m_0}{n-1} p^n (1-p)^{m_0+1} < C_1/C_2$$

$n=1$  esetén

$$m_0 = \left\lceil \frac{\ln(C_1/pC_2)}{\ln(1-p)} \right\rceil,$$

ahol  $[x]$   $x$  egész részét jelöli (az  $x$ -nél nem nagyobb egész számok közül a legnagyobb).

A szerző ezen túlmenően meghatározza két egymást követő felújítás között azt az időtartamot, amely minimalizálja a rendszer üzemeltetési költségét.

A rendszer megbízhatóság előrejelzése területén több előadás foglalkozott a számítások elvégzéséhez szükséges alkatrész megbízhatósági modellek elméleti továbbfejlesztésének és gyakorlati alkalmazásának tapasztalataival. Az előadások közül ki kell emelni Goarin, R. (Franciaország) előadását, aki a francia Megbízhatósági Központ megbízhatósági kézikönyvében ismertetett megbízhatósági modellek kialakításának tapasztalatairól számolt be. Rámutatott arra, hogy az előrejelzett és üzemeltetés során megfigyelt megbízhatósági adatok közötti eltérések szükségessé teszik, hogy az adatok statisztikai feldolgozásán túlmenően figyelmet fordítsanak a meghibásodott alkatrészek hibaanalízisére. Ennek segítségével, meghatározhatók ugyanis azok a legfontosabb hibamechanizmusok, amelyek különböző igénybevételi szinteken az alkatrészek meghibásodásához vezethetnek. Integrált áramkörök esetében a magas hőmérsékleten (pl. 125 °C-on) végzett laboratóriumi vizsgálatok és az alacsonyabb hőmérsékletű igénybevételi szintet jelentő (40–50 °C hőmérsékletű) üzemeltetési vizsgálatok eltérő hibamechanizmusokat idéznek elő. Ezért a klasszikus Arrhenius modellt úgy célszerű általánosítani, hogy a különböző hibamechanizmusokhoz tartozó aktiválási energiákat azok előfordulási gyakoriság eloszlásának megfelelő súlyokkal veszik figyelembe. Ezáltal elérhető az előrejelzett és megfigyelt megbízhatósági jellemzők közötti nagyobb korreláció.

Balogh, A. (MNK) a különböző adatforrásokból (laboratóriumi, üzemeltetési adatforrások; illetve különböző alkalmazási környezetek — földi laboratóriumi, földi rögzített és mozgó környezet, légi, tengeri stb.) származó megbízhatósági adatok összevonásának statisztikai kérdéseivel foglalkozott. A különböző forrásból származó meghibásodási ráta becslések összevonására olyan becslési módszert javasolt, amely súlyozottan veszi figyelembe az egyes adatokat. Ezek a súlyok fordítottan arányosak a becslések szórásnégyzetével. Így a kisebb szórású becslést nagyobb súllyal lehet figyelembe venni. Ezzel biztosítható, hogy az alkatrészek megbízhatóság előrejelzési modelljébe az üzemeltetési adatokat jobban megközelítő meghibásodási értékek legyenek beépíthetők.

A megbízhatósági jellemzők becslésével foglalkozó előadások közül meg kell említeni Hryniewicz, O. (LNK) előadását, amely exponenciális működési idő eloszlás esetében a csoportosított megbízhatósági adatokból származtatott Bayes-féle becslést ismertette, ha az exponenciális eloszlás paraméterének „a priori” eloszlása egyenletes — vagy gamma eloszlás.

Härtler, G. (NDK) az élettartam-vizsgálatok információelméleti kérdéseivel foglalkozott. Az információk mennyisége a valószínűségi eloszlástól, a



meghibásodások számától és a vizsgálat megszakításának időpontjától (csonkítási időponttól) függ. Két esetet vizsgált: *a*) az exponenciális eloszlású minták közötti különbség és a csonkítási időpont hatása az információmennyiségre; *b*) a Weibull-eloszlás esetében a likelihood függvény információ mennyisége. Nagy megbízhatóságú alkatrészek esetében az információmennyiség nagyon csekély, ezért a gyorsított vizsgálatokat és a Bayes-módszer alkalmazását kell előtérbe helyezni.

A számítógépek megbízhatóságának értékelését általánosította *Krawczyk, H. (LNK)* abban az értelemben, hogy a hardware és a software megbízhatóságot együttesen vizsgálta. A rendszer felélesztésének különböző stratégiáit ismertette és Markov-folyamatok segítségével határozta meg a használhatósági (üzemkészségi) tényező értékét.

A megbízhatósági vizsgálatok számítógépes értékelésével foglalkozott *Drapella, A. (LNK)*, aki az alakfelismerési módszert alkalmazta gyorsított vizsgálatok eredményeinek elemzésére, a különböző degradációs folyamatok felismerése lehetővé teszi a vizsgálati mintanagyság és idő csökkentését.

*Váradí, J. és Balogh, A. (MNK)* az alkatrészek megbízhatósági előrejelzési modelljének számítógépes értékelési eljárásait ismertette, kitérve a modellek továbbfejlesztésére szolgáló algoritmusok tárgyalására.

*Blowszkij, V. (LNK)* a számítógép-rendszerek megbízhatóságára vonatkozó üzemeltetési adatgyűjtés egyes problémáit ismertette előadásában.

*Bemann, H. B. (NDK)* az idő-sor analízis megbízhatóság-szimulációra történő alkalmazásának kérdéseit tárgyalta.

A bonyolult rendszerek megbízhatóságának modellezésével foglalkozó előadások közül ki kell emelni *Petrik, O. (MNK)* előadását, aki az elméleti modellezésen, a költség-optimalizálási kérdéseken túlmenően a Markov-folyamatok rendszer-megbízhatóság értékelésére történő alkalmazását ismertette egyes gyakorlati esetekben.

*Jazwinski, J. és Fiok, K. W. (LNK)* a rendszerek üzembiztonságának és hatékonyságának általános problémáival foglalkozott, a Markov-folyamatok segítségével modellezték a rendszerek üzembiztonságát és hatékonyságát együttesen leíró függvényt. *Preuss, W. (NDK)* a bonyolult műszaki rendszerek használhatósági tényezőjének javítására vonatkozó eljárásokat tárgyalta. *Zalczman, M. (LNK)* olyan rendszer megbízhatóságának értékeléséről tartott előadást, amelyben az egyes elemek megbízhatósága négyállapotú modellel írható le. *Schmidtke, S. és Reche, W. (NDK)* az elektronikai termékek megbízhatósági jellemzőinek meghatározására irányuló vizsgálati és értékelési eljárások gazdaságos változatainak kiválasztásával és azok gyakorlati megvalósításával foglalkozott előadásában. *Jazwinski, J. és Sipnik, P. (LNK)* a bonyolult rendszerek üzemképes állapotai ellenőrzésére irányuló stratégiákat ismertette, a rendszer üzemeltetése általános modelljének alapján. *Konopka, T. (LNK)* a rendszer megbízhatósági szempontból történő tervezésének számítástechnikai kérdéseit tárgyalta. *Goranova, E. (BNK)* a megbízhatóság

biztosításának és javításának általános szabályszerű és irányítási kérdéseivel foglalkozott. *Büttner, H. G. (NDK)* számítógépes berendezések általános megbízhatósági kérdéseit tárgyalta.

*Dr. Almásy, Gy. (MNK)* plenáris ülésen megtartott előadása nagy érdeklődést váltott ki, mivel a megbízhatóság oktatási kérdéseiről adott összefoglaló áttekintést, kiemelve a postgraduális képzés jelentős szerepét. Ezzel kapcsolatban ismertette a Magyarországon, a BME-n megindított megbízhatósági szakmérnökképzés tematikáját és az első évek oktatásának gyakorlati tapasztalatait.

## 2. Szekció: Elektronikus alkatrészek megbízhatósága

Az elhangzott 23 előadás négy témakört ölelt fel:

- félvezetőeszközök és integrált áramkörök megbízhatóságát befolyásoló tényezők;
- kondenzátorok, folyadékkristályos kijelzők, egyéb passzív alkatrészek megbízhatóságának vizsgálata;
- érintkezők és csatlakozók megbízhatóságának vizsgálata;
- védőbevonatok, tokozások szerepe az eszközök megbízhatóságának növelésében.

Csaknem valamennyi előadásban hasonló volt a problémakör megközelítésének, feldolgozásának módja, azokat a fizikai és kémiai anyagtulajdonságokat kívánták megérteni, azokat a fizikai-kémiai folyamatokat értelmezni, amelyek az elektronikus eszközök megbízhatósága, ill. degradációja szempontjából döntő fontosságúak. Az elektromos paraméterek méréséhez ezért általában szorosán hozzátartozott a vizsgált struktúra szerkezetének, kémiai jellemzőinek 3-dimenziós meghatározása — felhasználva a korszerű felületvizsgálat és mikroanalitika olyan eszközeit, mint a pásztázó elektronmikroszkóp, az elektronszonda, az Auger elektron-spektrométer és olyan viszonylag új elektromos vizsgálati módszereket, mint pl. a mélynívó spektroszkópia. A megbízhatósági vizsgálatok sok esetben ösztönzői voltak az alkatrészgyárakban a technológiai eljárások módosításának, esetleg merőben új technológia kialakításának és számos felismeréshez vezettek a szilárdtestfizika és szilárdtestkémia területén. Gazdasági eredményük — a hibaokok feltárása révén — a kizozatali százalékok növelésében jelentkezett. Ez a komplex szemléletmód — összehasonlítva a jelenlegi szimpózium előadásait a korábbiakkal — először jelentkezett ilyen általánosan mind a külföldi, mind a hazai előadóknál.

Az összefoglaló értékelésen túlmenően néhány előadásról külön is említést kell tennünk. Az LSI áramkörök üzemi megbízhatóságának növelése érdekében *E. B. Batürev (SZU)* a kimeneteken megjelenő véletlenszerű folyamatokat elemezte és valószínűségszámításon alapuló módszert dolgozott ki egyszerű és gazdaságos ellenőrzésükre.

*H. Benbadis* (Franciaország) PMOS és CMOS mikroszámítógépek megbízhatóság-növelésében a TEXAS cégnél alkalmazott stratégiát mutatta be, amelynek egyes lépései: a hibaokok elkülönítésére



szolgáló ún. PARETO-diagram felvétele, ennek alapján a meghibásodást okozó legfontosabb tényezők (oxidminőség, fémezés, túlfeszültség érzékenység) megállapítása és kiküszöbölésük a technológia módosításával (pl. az oxid stabilizálása P-adalékolással, a véletlen szennyezőforrások felderítése és kiküszöbölése) ill. megújításával (alacsony hőmérsékletű gate-oxidáció, Ar-implantáció).

B. Veleva-Nenkova és J. Gancheva (Bulgária) 2 különböző MOS-LSI áramkörfeleségre mutatta be a szófiai Mikroelektronikai Intézetben kifejlesztett hibaanalízis módszert. („Failure Mode Cause Analysis” FMCA), amely egyik alapja az IC fejlesztésének, azaz a struktúra és a technológia javításának. A Benbadis által felsoroltakon kívül észlelték a fotolitográfia hibái okozta parazita diffúziót, valamint a szennyeződések miatti mikroplazma letörést a *pn*-átmenetben. A technológia módosításával a hibák nagy részét kiküszöbölték.

M. Kezlar (Csehszlovákia) előadásában MIS-IC-k és *p*-csatornás MOS tranzistorok küszöbfeszültség-stabilitásának növelésével foglalkozott, kiemelve a témakörön belül a gyorsított vizsgálatokból (elsősorban „BT-test”) levonható következtetéseket.

MOS-FET-eszközök megbízhatóság vizsgálatai során S. Hellström (Svédország) olyan szimulációs programot alakított ki, amely figyelembe veszi a gate-oxid és a szilícium hordozó határfelületében a szennyező ionok és csapdák koncentrációjának — technológiai, ill. alapanyag változások miatti — eltéréseit. Módszere — amit kísérletileg is igazolt — alkalmas annak megállapítására is, hogy a méretcsökkentés, vagy más tervezési módosítás hogyan befolyásolja az oxidréteg hibáit, valamint lehetőséget ad az időbeni változások (öregedés) becslésére.

Adott technológiai folyamat (kontaktus fémezés) hatását InP-eszközök megbízhatóságára Mojzes, I. (Magyarország) és munkatársai ismertették. A kontaktus minősítésére mérési módszereket dolgoztak ki, meghatározták a degradációs folyamat aktivizálási energiáját s ezen felismerések alapján új technológiát alakítottak ki.

A GaP:N fényemittáló diódák meghibásodási folyamatának követésére Ferenczy Gy. (Magyarország) a mélynívó spektroszkópia módszerét alkalmazta, egyidejűleg mérve a kisebbségi töltéshordozók élettartamát is. E kombinált vizsgálat kiemelkedő eredménye, hogy a hiba keletkezési-, ill. feloldódási folyamatok nyomomonkövethetők, minden hibatípusra megadható saját rekombinációs, ill. generációs sebessége s így — ellentétben a szokásos gyorsított vizsgálatokból nyert feltételezésekkel — az üzemeltetési körülményekre valóságghú extrapolálást nyerhetünk.

Az alapanyag tulajdonságának (szemcseméret, összetétel stb.) megbízhatóságot befolyásoló szerepével a legrészletesebben K. H. Batner és munkatársainak a ZnO varisztorok degradációjáról, valamint Seyfried É. (Magyarország) folyadékkristályos kijelzők megbízhatóságáról szóló előadásai foglalkoztak.

Nagyon érdekes volt a finn P. Jaaskelainen előadása, aki azt vizsgálta, hogy egy közepes méretű elektronikai vállalat (3000 fő, évi 150 millió dolláros forgalom) hogyan szervezte meg minőségbiztosító és

megbízhatóság ellenőrző tevékenységét (Q + R), valamint a specialisták képzését (60—70 fős postgraduális Q + R mérnökképzés évente a helsinki Műegyetemen, házon belüli továbbképzés.)

Az aktív és passzív elektronikus eszközök megbízhatóságával foglalkozó előadások szemléletmódjához hasonlóan az érintkezők és csatlakozók megbízhatóság vizsgálataiból, valamint hibaanalíziséből is lehetett olyan következtetéseket levonni, amelyek tudatos technológiai változtatásokhoz vezettek és amelyekből korróziós mechanizmus is megállapítható volt. Ilyen eredményeket ismertettek előadásukban Fejér Gy. és Kormány T.

Az üzemeltetési körülmények között lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok értelmezésével, az érintkezők és csatlakozók felületén együttes környezeti és elektromos hatások következtében végbemenő reakciók felderítésével és szimulálásával kiemelkedő színvonalon és részletességgel Kovács Gy. (Magyarország) foglalkozott és e tématerülethez nyújtott értékes hozzájárulást T. Dabrowskának (LNK) és munkatársainak előadása is. Az Al-kábelek telefonhálózatokban való alkalmazásának problémakörét B. Wiltshire (Anglia) tárgyalta, ragyogó példáját adva annak, hogy biztos anyagtechnológiai és konstrukciós ismeretekkel hogyan lehet egy olcsó, de fizikai tulajdonságaiban a réznél kedvezőtlenebb anyagból nagy megbízhatóságú terméket előállítani.

A megfelelő védőbevonatok kiválasztása ma még nem egyértelmű feladat. Ez tükröződött a szekció előadásain is. A védőbevonatok VLSI-áramkörök megbízhatóságát növelő szerepével J. H. Davis (Anglia) foglalkozott. Megállapította, hogy a speciálisan e célra előállított szilikonpolimerek tökéletes védelmet biztosítanak a környezeti hatások ellen és így megbízhatóság növelő szerepük van. R. Eckert (NSZK) szerint viszont a drága hermetikus lezárás és az olcsó védőbevonat hatását kell egyesíteni, oly módon, hogy megfelelő epoxy-ragasztóval kerámia védősapkát ragasztunk a hibrid integráltáramkörökre, a műanyag bevonat ugyanis nem ad kellő megbízhatóságot.

A műanyag bevonatok alkalmazásánál előforduló hibák közül az egyik legkellemetlenebb a klorid szennyeződés. Kalmár Gy. és Nényei Zs. (MNK) tisztázták, hogy a szennyeződés forrása a technológiában felhasznált halogénezett szerves oldószer.

### 3. Szekció: Elektronikai rendszerek megbízhatósága, karbantarthatósága és használhatósága

A konferencia harmadik szekciója az elektronikus rendszerek és berendezések megbízhatóságával, karbantarthatóságával és használhatóságával (availability) foglalkozott. A szekcióban 23 előadás hangzott el és témája alapján ide sorolható még 3 plenáris előadás is.

A Relectronic 77 szimpóziumon elhangzott előadások spektrumával összevetve megállapítható, hogy növekedett a megbízhatóságot, karbantarthatóságot és használhatóságot összefüggéseiben vizsgáló és a berendezések élettartamkölségeit komplex módon elemző referátumok száma. Új vonás, hogy



megjelent a software-megbízhatóság témaköre. Megfigyelhető a távközlő berendezések fontossági súlyának növekedése, ugyanis a vizsgált konkrét rendszerek zöme a távbeszélő központok, hálózatok és átviteltechnikai berendezések területéről származott. Feltűnően kevés előadás foglalkozott számítástechnikai berendezésekkel és mindössze 1 előadás hangzott el a közszükségleti elektronika területéről.

A téma újdonságánál fogva célszerű kiemelni *H. Malec* (USA), az ITT stratfordi laboratóriumának fejlesztési igazgatója által tartott előadást: távközlő rendszerek software-megbízhatósági problémáiról. A software jóságát világszerte sokféle intuitív módszerrel vizsgálják és minősítik, de hiányzik az a transformációs kulcs, amely a feltérképezett SW hibáknak a rendszer teljesítőképességére és megbízhatósági mutatóira gyakorolt hatását egyértelműen kifejezhetővé tenné. A SW megbízhatósági modellekből rendszerint hiányzik a SW hibák kritikusság szempontjából történt osztályozása és az egyes osztályok előfordulási gyakoriságának ismerete. Ilyen jellegű gyakorlati osztályozásra az előadó konkrét példát mutatott be. Megjegyezte, hogy a hardware integráltsági fokának növekedtével (az LSI és VLSI áramkörök terjedésével) a HW és SW hibák szétválasztása egyre nehezebb feladat lesz. Ennek következtében a megbízhatóság modellezésében is növekszik az igény kombinált HW/SW megbízhatósági modellek felállítása iránt, Markov-folyamatok segítségével. Másrészt növekszik az igény SW hiba tűrő távközlő rendszerek iránt (pl. No. 4ESS rendszer), amelyek tranziens SW hibákkal „szennyezett” üzemi környezetben is képesek zökkenőmentesen, vagy legfőljebb különböző szintű automatikus restartok révén folyamatosan üzemelni. Az ilyen átmeneti hatású, legfőljebb restartot előidéző SW hibák aránya a katasztrofális SW hibákhoz képest általában 100:1 – 500:1 között mozog.

*H. Malec* megfogalmazott néhány igen érdekes trendet:

- a tranziens SW hibák száma annál kevesebb, mennél jobban elosztott vezérlésű a rendszer,
- a tranziens SW hibák száma annál több, mennél jobban lecsökken az 1 funkció végrehajtására rendelkezésre álló idő,
- nagy távközlő rendszerekben a tranziens SW hibák száma időben állandó, a katasztrofális hibáké csökkenő,
- kicsiny távközlő rendszerekben a tranziens SW hibák száma időben csökkenő,
- a program nagyságának növekedtével a SW tranziens hibák száma csökken, a HW hibák száma pedig növekszik,
- ha a processzálas hierarchia szintekre tagolódik, mindegyik szint gátként szolgál az alatta levő szinten keletkezett tranziens SW hiba hatásának szétterjedése ellen,
- a távközlő rendszerek HW megbízhatóságának növekedési üteme mögött a SW megbízhatóság növekedési üteme lemaradt, ami azt bizonyítja, hogy a SW megbízhatatlanságának valódi okait még nem sikerült olyan mélyrehatóan elemezni, mint a hardware hibaokokat.

Ugyancsak újszerű volt, *R. Freeman* (USA), az IBM szakemberének számítógépes adatátviteli hálózatok karbantarthatóságával foglalkozó előadása, amely egy fiatal, mindössze 4–5 éve megvalósított hibadiagnosztikai eljárás lényeges elemeit tárta fel. A nehezen reprodukálható és meghatározható SW hibák megfogásához nem szükséges csapdákat állítva várni a hiba megismétlődésére, hanem a hibákat első keletkezésük pillanatában fogják el. A modern adatátviteli hálózatokra a számítógépes intelligencia nagyfokú decentralizáltsága jellemző, ami lehetővé teszi valamennyi adatátviteli kapcsolat felépítésének és fennállásának valósidejű nyomonkövetését oly módon, hogy ha hiba keletkezik az összeköttetésben, akkor erről azonnal „in statu nascendi” jelzés megy az operátorhoz és a kapcsolatnak a hibát közvetlenül megelőző „előélete” automatikusan rekonstruálható. Ebből pedig meghatározható az a software-állapot, amelyben a hiba keletkezett, s az elhárítás hatékonyan és gyorsan megtörténhet.

Kiemelten értékes volt az LM. Ericsson cégtől *B. Tigerman* és *O. Ahlbom* előadása, akik átviteltechnikai berendezések előrejelzett és tapasztalt megbízhatóságát hasonlították össze. Az előrejelzésnél nehézséget okoz, hogy a beépített alkatrészekre típusonként külön nem áll, és nem is állhat mindig rendelkezésre elegendő konfidenciájú tapasztalati megbízhatósági adat, mivel alkatrésztípusonként kelő konfidenciájú megbízhatósági adatok nyeréséhez legalább 200 halmozott üzemév megfigyelési volumen és legalább 4 megfigyelt hiba szükséges. Még egy 3 millió eszközórás, 8 éves, üzemelő átviteltechnikai berendezéseken végzett megfigyelés-sorozat — amelynek során 5520 hiba „termelődött” — sem nyújthatott elegendő információt az alkatrészek megbízhatóságának típusonkénti becsléséhez. Az információ felbontó képesség ez esetben is csak arra volt elegendő, hogy összevontan, alkatrészcsoportonként határozzanak meg megbízhatósági mutatókat. A családonként közös mutatókra alapozott áramkör-szintű előrejelzés természetesen torzított. Ezzel magyarázható részben, hogy az egységek és berendezések szintjén a tapasztalt megbízhatósági mutatók átlag 11%-kal jobbaknak bizonyultak, mint az előrejelzett értékek, ugyanakkor a tapasztalati értékek szórása 36%-kal volt magasabb (rosszabb) az előrejelzett értékek szórásánál. A meghibásodási ráta tapasztalati értékének szórásstartomány — egységek szintjén — az előrejelzett érték 0,1-szerese és 8-szorosa között helyezkedett el, míg berendezések szintjén 0,25-szöröse és 1,6-szerese között. A tapasztalati és előrejelzett értékek ilyen mértékű egyezése már jó eredménynek számít és alátámasztja az előrejelzések létjogosultságát.

*E. Pierre*, CCITT tanácsadó tájékoztatást adott a nemzetközi távbeszélő és adatátviteli szolgáltatásoknak a CCITT speciális munkacsoportjában kidolgozott és a G. 106 ajánlásban 1980-ban megjelent megbízhatósági fogalomrendszeréről és követelményrendszeréről, valamint a kidolgozás alatt álló további tervezett ajánlásokról, amelyek a telefonia szakemberei számára rendkívül hasznos mércét jelentenek a berendezések és távközlő hálózatok megbízhatóságának tervezéséhez.



*J. Antilla—T. Purho—R. Maihaniemi* (Finnország) bemutatták a CIT-Alcatel cég E 10B licence alapján Finnországban gyártott, decentralizált vezérlésű mikroprocesszoros DX—100 DX—200 rendszer 1980-ban üzembe helyezett első távbeszélő központjainak megbízhatósági tapasztalatait. Előadásuk egyúttal a megbízhatóság-értékelés kitűnő módszertani összefoglalója is volt. Módszereik illeszkednek a CCITT G. 106 ajánlásához. — A DX központok megbízhatósága lényegesen jobbnak bizonyult az előrejelzettnél, ami elsősorban az LSI integrált áramkörök (főként RAM memóriák) közel 1 nagyságrenddel jobb mutatóinak köszönhető (RAM-oknál 40 FIT, EPROM-oknál 160 FIT hibaráta tapasztaltak). Az SSI és MSI integrált áramkörök meghibásodási rátája 10 FIT környékén stabilizálódott. A központok meghibásodási rátája az üzembe helyezést követő másfél év alatt csökkenő trendet mutatott, a csökkenés  $\beta=0,51$  Weibull alakparaméterrel jellemezhető. Koncentrátoroknál 1,3 hiba /100 vonal/ év, tranzit központoknál 3,3 hiba /100 trunk/ év átlagértéket tapasztaltak, amit elfogadható eredménynek könyvelhettek el.

*Dr. Nándorfi Gyuláné* a Magyar Postánál üzemelő rotary és crossbar típusú távbeszélő-központok megbízhatóságáról nyújtott kendőzetlen képet. Meg kell jegyeznünk, hogy a közölt statisztikai mutatók nem standard üzemi feltételekre jellemző referenciamegfigyelésekből származtak, hanem azokat a hálózat túlterheléséből, a karbantartási színvonal ingadozásaiból, a központokban folytatott bővítési munkákból és egyéb külső tényezőkből eredő hatások jelentős mértékben terhelik.

Bár a berendezések megbízhatóságához csak közvetetten volt köze, igen érdekes és hézagpótló gyakorlati előadás volt. *A. Sowa* (Lengyelország) beszámolója a villámlások által távközlő berendezésekben keltett tranziens jelenségek fizikai természetéről és a bialystoki műszaki egyetem ezzel kapcsolatos mérési eredményeiről, amelyek a mikroelektronika helyes villámvédelmének tervezéséhez nyújtanak segítséget.

*N. B. Szutorikhin* professzor (Szovjetunió) a távbeszélő-szolgáltatások katasztrófahelyzet utáni helyreállításának problémájával foglalkozott. Amikor a távbeszélő-forgalom a teljes üzemszünet állapota után megindul, a központ forgalmi terhelése hirtelen megnő és a sikertelen hívások aránya jellegzetes felfutó, majd lecsengő eloszlásképet mutat az időben. A központok forgalmi méretezése útján gondoskodni kell arról, hogy a sikertelen hívások aránya bizonyos korlátokat még ilyen esetben se haladjon meg. A szerző vizsgálta a sikertelen hívások arányának előfizetők által még elviselhetőnek tartott küszöbszintjét, továbbá azt a még elviselhető időtartamot, amelyen belül a sikertelenségi arány a küszöbszintet meghaladhatja, és számszerű ajánlást tett a helyi és helyközi forgalomban megengedhető küszöbszintekre.

3 előadás foglalkozott a távbeszélő-központok forgalmi terheléséből és egységeik meghibásodásából együttesen származó sikertelen hívásarány, mint használhatósági (=service availability) paraméter számításának újszerű, komplex modellezésével. Mindhárom előadásból kitűnt, hogy a vizsgált multi-re-

dundáns rendszerek struktúrája, pontosabban a hibáknak a struktúrán belüli elhelyezkedése (failure-pattern) döntő szerepet játszik a sikertelen hívások valószínűségének meghatározásában.

*Dr. K. Fischer* (NDK) 3 párhuzamos csatornából álló rendszerre a híváskiszolgálás folyamatát és a meghibásodás/felújítás folyamatát külön-külön Markov-folyamattal modellezte, majd a 2 Markov-folyamat állapot- valószínűségeiből konvolúciós szorzatösszeg képzésével kapta meg a rendszer eredő sikertelenségi valószínűségét.

*Dr. Gosztony G.—Schuller A.* (BHG, MNK)  $n$  db párhuzamos csatornából álló nyalábot, valamint ilyen nyalábokból álló hierarchikus fastruktúrát vizsgált és az egyes csatornák, ill. a fastruktúra nyalábjainak meghibásodásait „hibaforgalom” gyanánt illesztette bele a forgalmi veszteségek számítására alkalmas Erlang-modellbe.

*Kesselyák P.* (BHG, MNK)  $n \times n$  típusú kapcsolómátrixokra vonatkozóan állította fel a forgalmi terhelés és a meghibásodási folyamat által komplex módon befolyásolt sikertelenségi valószínűség számítási modelljét, és bevezette a multi-redundáns rendszerekre általánosan jellemző hibakapacitás fogalmát. A hibakapacitás a rendszerben megtűrhető hibák azon darabszámának várható értéke, amely esetén — adott forgalmi terhelés mellett — a sikertelen hívások valószínűsége még a megengedett korlát alatt marad. A hibakapacitásra vezethető vissza, hogy a hibák felhalmozódását csak nagy fáziskéséssel követi a hívások sikerességi arányának romlása és a felhalmozódott hibák kiküszöbölésének folyamatában csak fáziskéséssel jelentkezik a sikerességi arány javulása.

*D. Gardan—G. Griseri—L. Gueguen* (CNET, Franciaország) PCM adatátviteli berendezések élettartam-költségeinek elemzésére mutattak be konkrét gyakorlati és igen tanulságos példát, közgazdasági szakemberek és igazgatók számára is bizonyítva, hogy az optimális karbantartási stratégia kialakítása érdekében létesítendő szervizközpont beruházási költségei rövid időn belül megtérülnek.

Ugyancsak a francia távközlés fellegvárából (CNET) *H. Cadin—G. Gouret—C. Heno—M. L. Monfort—Y. Robert* ismertették a francia Posta 1978 óta működő számítógépes megbízhatósági adatgyűjtő rendszerét, a SADE rendszert, amely 1982-ben 1 millió átviteltechnikai csatornára, 30 000 db 2 Mbit/s sebességű digitális linkre, 60 000 ívpontnyi E 10 központra és 50 000 előfizetőt kiszolgáló Metaconta 11 F központra terjedt ki. Eddig összesen 34 000 hibadatait dolgozták fel.

A hazai előadók sorában *Kovács Vilmos* (MTA Automatizálási Intézet) nagy rendszerek modern megbízhatóságtervezési irányelveiről adott áttekintést, *dr. Sallai Gy.—Kolláth G.* (PKI) városi telefonhálózatok átviteli útjainak túlterhelése vagy meghibásodása közvetkeztében szükségessé váló kerülőutas forgalomirányítás stratégiáját meghatározó, valósidejű számítógépes algoritmus alkalmazásáról számoltak be.

*Czeiner Antal* (Helyközi Postaigazgatóság) átviteltechnikai csatornanyalábok használhatósági és karbantartási tapasztalatait elemezte sokoldalúan és a tapasztalatokból megbízhatósági célértékeket szár-



maztatott. Ezen túlmenően a szükséges tartalékberendezések telepítésmódjára vonatkozóan adott irányelveket.

Több más, értékes hazai és külföldi előadástól sajnálatos módon írásos anyag nem jelent, ill. ismertetésünk kereteit meghaladja, így ezek méltatása nem áll módunkban. E helyen még 1 előadást emelünk ki.

*H. J. Blasberg* (NSZK) tartotta az egyetlen közszükségleti elektronikával foglalkozó előadást. Négy különböző cég színes televízió készülékének megbízhatóságát hasonlította össze és arra a következtetésre jutott, hogy a hibák zöme mindegyik esetben készüléktervezési hibákra volt visszavezethető. Az alkatrészek megbízhatósága önmagában még nem elegendő a berendezések megbízhatóságának biztosítására. Ez utóbbiak megbízhatósága csak megfelelő tervezési elvek szigorú betartásával biztosítható.

### Kerekasztalviták

A Szimpózium 1. és 3. szekciójának tematikájához kapcsolódóan került sor egy kerekasztal-megbeszélés megszervezésére, „az előrejelzett és megfigyelt megbízhatóság közötti összefüggések” témakörében. A kerekasztal-megbeszélésen a hazai és külföldi szakértők közül 50 szakember vett részt. A neves szakemberek rávilágítottak arra, hogy az előrejelzésen alapuló rendszer-megbízhatóság általában kedvezőtlenebb érték, mint az üzemeltetés során megfigyelt tényleges megbízhatósági jellemző. Ezért szükségesnek tartották az alkatrészek megbízhatóságát modellező függvények folyamatos aktualizálását a rendelkezésre álló üzemeltetési adatok alapján, valamint kívánatosnak tekintették az értékelési módszerek továbbfejlesztését is ezen a területen a pontosabb és a gyakorlati követelményeket jobban megközelítő adatösszetételek meghatározását. Ezen túlmenően megállapítást nyert, hogy a karbantartási és javítási stratégiák kialakításában elsődlegesen a tényleges megfigyelt, üzemeltetési adatokat kell számításba venni. Ennek alapján kell kialakítani a karbantartás-előrejelzési eljárásokat, amelyek a gazdaságossági követelményeket is figyelembe veszik. Az előrejelzési módszerek kialakításánál figyelembe kell venni az ún. alkatrészcsoport elvet (hasonló típusú alkatrészek alkotják az alkatrészcsoportot, amelyet azonos meghibásodási rátával jellemeznek), „az új alkatrész nem rosszabb, mint a régi hasonló típus” elvét; valamint azt, hogy a berendezés-meghibásodások egyik döntő részét a tervezési hibák okozzák.

A 2. szekció kerekasztal-megbeszélését a megbízhatóság biztosításának témakörében szerveztük. A vitát a panel tagjai, neves külföldi és hazai szakemberek indították. Megtárgyalták, hogy mit jelent az elektronikus alkatrészek megbízhatósága szempontjából a technológia megbízhatósága, milyen mértékig gazdaságos a technológiai folyamat ellenőrzése, milyen a kapcsolat a hibaanalízis és a folyamat-, ill. gyártmányellenőrzés között; mi a vélemény a gyorsított vizsgálatokról; kell-e az adott technológiákhoz „méretre szabott” alapanyag?

A vitában az alábbi álláspontok kristályosodtak ki.

A technológia megbízhatósága azt jelenti, hogy a lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok termodinamikáját, reakciókinetikáját ismerjük, a technológia során létrehozni kívánt anyagtulajdonság-változást ellenőrizzük és feltárjuk a technológiai paraméter-változások, valamint az anyagtulajdonság-változások közötti összefüggéseket. A technológia ellenőrzése a legfontosabb feladat, megbízható és reprodukálható terméket csak maximális, lehetőleg „on-line” ellenőrzéssel lehet előállítani, bonyolult IC-k előállításánál a Si-szeleten a teszt-struktúrák a szeletfelület 1/4-ét, 1/3-át elfoglalhatják, s ezeken nemcsak geometriai méreteket és elektromos paramétereket, de pl. elektromosan aktív kristályhibákat, felületi szennyezéseket stb. is ellenőriznek. A hibaanalízis szerves része nemcsak a kutató-fejlesztő tevékenységnek, de a termelésnek is, kezdeményezője a technológia módosításának, ill. megújításának. A gyorsított vizsgálatoknál igen nagy óvatossággal kell eljárni, nehogy olyan folyamatokat gyorsítsunk, amelyekre üzemeltetés során nem kerülhet sor. Egyre inkább tért hódít — különösen az Si-technológiákban — az adott technológiához (bipoláris MOS, CMOS) „illesztett” alapanyag kiválasztása.

A Szimpózium harmadik kerekasztal-megbeszélése azzal a kérdéssel foglalkozott, hogy a megbízhatóság területén tartott jelentős számú nemzetközi konferencia tematikáját és időrendjét hogyan lehetne koordinálni. A kerekasztal-megbeszélésen több, mint 50 szakember jelent meg, közöttük üdvözölhettük a Szovjetunió, Bulgária, NDK és LNK megbízhatósági szakértőin kívül az Európai Minőségügyi Szervezet (EOQC) megbízhatósági bizottságának elnökét, a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) szakértőjét, valamint az amerikai elektronikai mérnökök egyesülete (IEEE) megbízhatósági szakbizottsága alelnökét is. A megbeszélésen megállapítást nyert, hogy a megbízhatósági kérdésekkel foglalkozó konferenciák hatékonyságának és gazdaságosságának növelése érdekében nemzetközi koordináció kialakítása szükséges. A nemzetközi szervezetek képviselői úgy vélekedtek, hogy az egyes szervezetek (EOQC, ITU, IEC) csak részben tudják az együttműködést koordinálni, ehhez szükséges ezeken túlmenően a nemzeti szervezetek közötti jobb együttműködés kialakítása is. Ennek első lépéseként a következő 6. Megbízhatóság az Elektronikában (RELECTRONIC '86) Szimpózium megszervezésére nemzetközi szervező bizottság alakult meg, amelynek tagjai a nemzetközi szervezetek és az egyes nemzeti egyesületek képviselői. A szervező bizottság feladata a következő magyar megbízhatósági konferencia tematikájának és időpontjának egyeztetése a hasonló témakörökben tartandó más nemzetközi és nemzeti rendezvényekkel. A kerekasztal-megbeszélés résztvevői hangoztatták, hogy a megbízhatósági konferenciák közötti négyéves időköztséget célszerű lenne két évre csökkenteni. Előtérbe helyezték azt az elvet, hogy a konferenciáknak egy központi, előre meghatározott témája legyen, valamint ennek megfelelően javasolták, hogy párhuzamos szekciókban ne tartsanak előadásokat.

(**Balogh Albert**—**dr. Kormány Teréz**—**Kesselyák Péter**)





# HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1519 BUDAPEST \* PF. 268. \* TEL.: 869-304 \* TELEX: 22-6151

## NÉHÁNY KÜLÖNLEGES ZÁRTLÁNCÚ TV-KAMERA ÉS FELVEVŐCSŐ JELLEMZŐI ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

### Bevezetés

A televízió alkalmazásának, használatának két nagy területe van.

A hagyományos „műsorszóró” tv elsősorban szórakoztatási, tájékoztatási célt szolgál s gyakorlatilag mindenki által hozzáférhető.

Az ipari vagy zártláncú televízió (továbbiakban ZTV) olyan alkalmazott televíziós technika, amely valamilyen ipari, orvosi, oktatási, biztonságtechnikai, vagyonvédelmi vagy egyéb feladat megoldását biztosítja s ez a technika az üzemeltetőnek kizárólagos jogot ad a felhasználásra.

Ez a cikk a ZTV-nál alkalmazott néhány érdekesebb „fekete-fehér” kameratípust és felvevőcsövet ismertet, illetve jellemez. Mivel a legtöbb szakcikk specialistáknak szól, jelen esetben szeretnénk ha ez az írás a felhasználók, a tv iránt érdeklődők számára is hasznos lenne.

A Híradástechnika Szövetkezet az 1960-as évektől kezdve gyárt ZTV berendezéseket. Budapesten a városjáró polgár sok helyen láthat ZTV-t, az egyik pl. a metró, egy másik hely pedig a Kálvin téri (mikroszámítógéppel vezérelt) forgalomfigyelő hálózat, amelynek kamerái a belváros területén, forgalmi csomópontokban vannak elhelyezve. Ez utóbbi helyen a kamerák chalnicon felvevőcsővel működnek, amelyek a hagyományos vidikonos típusoknál sokkal érzékenyebbek, kisebb, esti utcai világításnál is jó képet biztosítanak.

- Abban az esetben, ha a tárgymegvilágítás még kisebb pl. csillagos égbolt vagy a hold a fényforrás, akkor a hagyományos vidikonos kamerához képest kb. 1000-szer érzékenyebb nagyérzékenységű kamerát kell használni.
- Ha a tárgy finom részleteit jól megkivánjuk különböztetni, a szokásos letapogatási rendszerek megtartása mellett akkor ez nagybontású felvevőcsővel és kamerával biztosítható.
- Ha a tárgy finom részleteinek átvitelét tovább kívánjuk fokozni, akkor a hagyományos tv-rendszerektől eltérő nagyszámú, nagy felbontást biztosító kamera-monitor rendszert kell alkalmazni.

Van amikor a kamerát, kamerafejet rendkívül kis-méretű,  $\varnothing 20-40$  mm hengeres csőbe kell behelyezni. Ekkor a kamera méretének is követni kell az adott méreteket.

Ugyanígy a látható fénytartományon kívül működő közeli infra és távoli infra (hőkamerák), valamint az ultraibolyára érzékeny kamerák, ZTV rendszerek is a különleges típusok közé tartoznak. Különleges kameratípus elsősorban méretei, tulajdonsága miatt a szilárdtest képfelvevő eszközzel (CCD = =töltés csatolt eszköz) rendelkező kamera is. Jelenleg egy ilyen kamera árban nem versenyképes a felvevőcsöves típusokkal, de ez lesz a jövő tömegméretekben gyártott, olcsó kamerája. Általánosságban az is mondható, hogyha egy hagyományos vidikonos kamerát megfelelő átalakítással alkalmassá tesszük más felvevőcső beépítésére, akkor valamilyen különleges feladat, mérés, megfigyelés céljára alkalmazható kameránk lesz.

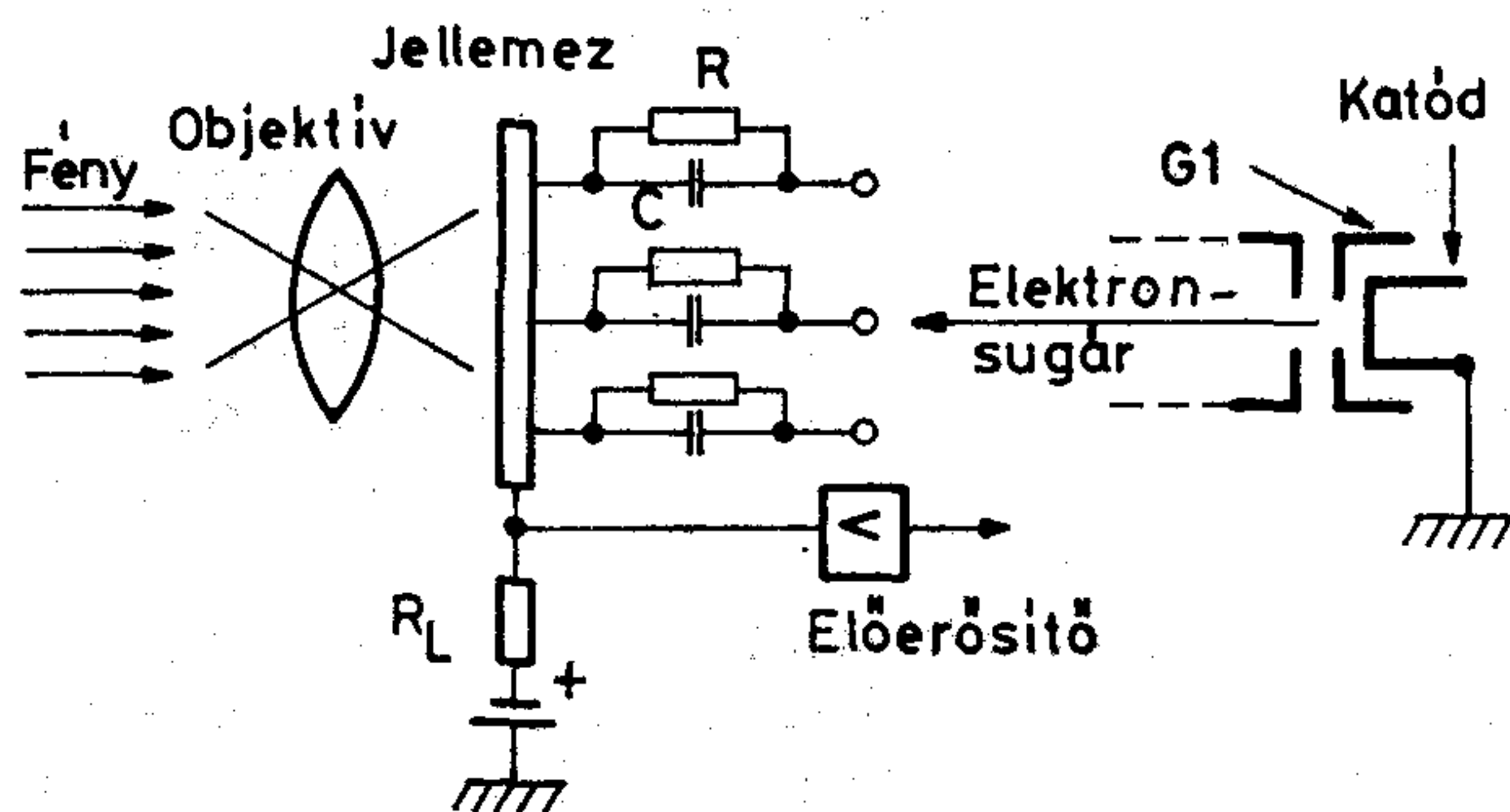
A kamerának mint opto-elektronikus készüléknek a szíve a felvevőcső. Hogy milyen feladat elvégzésére milyen kamera, illetve felvevőcső alkalmas, arról célszerű a felhasználónak is alapfokú ismeretekkel rendelkeznie.

A teljesség igénye nélkül ismertetjük az alábbi vidikon típusú fotóvezető réteggel rendelkező felvevőcsövek tulajdonságait.

Először nézzük meg, hogy vidikon esetében (a vidikon az RCA találmánya és elnevezése) hogyan lesz az optikai jelenségből elektromos jel.

### MŰKÖDÉSI ELV

A működési elvet az 1. ábra segítségével mutatjuk be.



1. ábra



A fotóvezető réteg vagy jellemez (target) egy fényérzékeny félvezető réteg, amely egy hibátlan sík-üveglapon helyezkedik el.

A jelelektróda egy vékony átlátszó, elektromosan vezető réteg, amely az üveglap és a target között van. A jelelektróda elektromosan a jelelektróda gyűrűjéhez van csatlakoztatva.

A gyakorlatban meghonosodott az az egyszerűsítés, hogy csak jellemezről (targetról), jellemezfeszültségről (targetfeszültségről) beszélünk.

A jellemez úgy tekinthető, mint számtalan kis elem, amely ellenállásból és vele párhuzamos kapacitásból áll.

A jellemez a hátlapjához képest pozitív feszültségen van, ez utóbbi pedig katód potenciálon, mivel a letapogató elektronsugár feltölti a jellemez hátoldalát katód potenciálra.

Fénymentes esetben két letapogató ciklus között az elemi C kondenzátor csak kismértékben sül ki az  $R$ -en keresztül, mivel az nagyon nagy érték. Ennek a kisülésnek a kompenzációja a sötétáram. Ha a képelem megvilágítást kap az  $R$  értéke lecsökken, a  $C$  kisülése nagyobb lesz és a jellemez hátoldala a kiindulási értékhez képest pozitívabb lesz a fényességnek megfelelően.

Ebben az állapotban elektronsugárral letapogatva a jellemez hátoldalát a felületi potenciálja a katódéra csökken, és az  $R$  ellenálláson töltőáram fog folyni.

Mivel ennek a töltőáramnak az értéke a letapogató előtti pozitív potenciál szinttől függ, ez az áram a jeláram.

Terhelőellenállást ( $R_L$ ) helyezve a jellemez és a tápegység közé a jelfeszültség az erősítő bemenetére vezethető.

A hagyományos vidikon (jelmeze antimontrisulfidból készül) a legelterjedtebben használt kameracső. Kis mérete, egyszerűsége működés és beállítás tekintetében kényelmes használatot biztosít. Érzékenysége mérsékelt, méretben a  $2/3''$  és  $1''$  a leghasználatosabb, de például miniatűr hengeres kamerához  $1/2''$ -os sztatikus típust fejlesztett ki az EMI.

A jellemez spektrális érzékenységétől, anyagától, vastagságától, az elektrooptikai megoldásoktól és az eltérítés és fókuszálás módjától (sztatikus, fél-sztatikus, mágneses) függően nagyon sokféle a kínálat. Ennek megfelelően árban is mintegy tízszeres szórás található.

## ÚJ CSŐTÍPUSOK

Az elmúlt 10–15 évben a felvevőcső technológiai fejlődése néhány új típus kifejlesztését eredményezte.

A **Chalnicon** (a Toshiba védjegyzett elnevezése) — szemben a vidikkal — összetett szerkezetű fotóvezető réteggel, jellemezzel rendelkezik, amelynek anyaga kadmium szelenid.

Ez az anyag fekete színű vagyis majdnem az összes fényt elnyeli a látható spektrumban. Ez az egyik oka annak, hogy a Chalniconnak jó az érzékenysége a látható fénytartományban, mintegy tízszeres a hagyományos vidikonhoz képest.

További jellemzői:

- jó felbontó képesség
- nagyon kicsi sötétáram
- nincs reflexió és az ezzel járó zavar (flare)
- beégésre kevésbé érzékeny
- jellemzői állandóak hosszantartó működés után is.

A Toshiba többféle célra színes és fekete-fehér kamerákhoz, különböző osztályozásban forgalmazza a csövet.

A **Newvicon** (a Matsushita védjegyzett elnevezése) szintén összetett szerkezetű jellemezzel rendelkezik, az egyik réteg cink szelenid, a másik kadmium és cink tellurid keverékből áll.

Tapasztalatunk szerint tulajdonságai közel egyezők a Chalniconéval bár a Newvicon sötétárama nagyobb, „emlékezése” viszont kisebb.

A gyártó cég különböző méretű és célú típusokat ajánl, többek között a közeli infra tartományra érzékenyített típust is.

Nagyon sok cég (pl. Heimann, Thomson, Toshiba, EEV, RCA) gyártja az olyan típusú felvevőcsöveket, amelyeknek fényérzékeny rétege záróirányba kapcsolt szilícium diódák sokasága. Ezek a szilícium-targetes csövek.

Széles spektrális érzékenység (egészen 1100 nm-ig, amely a közeli infra tartományt jelenti).

- Jó érzékenység.
- Fokozott ellenállóképesség a beégetésekkel szemben (csúcsfények esetén).
- Felbontóképessége elfogadható (rosszabb mint az előző csöveké).
- Sötétáramát kompenzálni kell, ha a kamerát  $30\text{ }^\circ\text{C}$ -nál magasabb hőmérsékleten kívánjuk használni.
- Kismértékű képemlékezés.

Az RCA ezt a felvevőcsövet tovább tökéletesítette és Ultricon néven gyártja.

Az **Ultricon** típusokat további érzékenységjavulás jellemzi, amely a látható fény spektrumán kívül a közeli ultraibolya és közeli infravörös tartományt is felöleli.

Jellemzői:

- 25%-kal érzékenyebb a látható fénytartományban, mint a hagyományos szilícium-targetes vidikon
- továbbá javult a csúcsfény okozta túlvilágítás hatásával (blooming) szembeni ellenállóképesség.

Végül, de nem utolsósorban említjük az ólomoxid jellemezzel készített felvevőcsövet, amelyet a Philips fejlesztett ki és **Plumbicon** márkanéven forgalmaz.

Több cég gyárt ilyen típusokat és pl. az EEV: Leddicon, a GEC: Oxycon, az RCA Vistacon néven forgalmazza.

A cső jellegzetes tulajdonságai közé tartozik, hogy spektrális érzékenysége a legjobban megközelíti az emberi szem érzékenységét.



- Érzékenysége jobb, mint a vidikoné.
- Nagyon kicsi a sötétárama.
- Képelemkézése nagyon kicsi.
- A fényudvar hatás (blooming) elfogadható (különösen jó az erre optimalizált pl. Philips ACT elektróda rendszerű típusnál.
- Bontása jó.

A Plumbicont előszeretettel használják a stúdió (színes) technikában, de az iparban is, ott ahol gyorsan lejátszódó folyamatokat pl. mozgó röntgen képeket kell televízióval megfigyelni.

A Plumbiconnal egyező jó tulajdonságokkal rendelkezik a **Saticon**, amely a Hitachi cég terméke. A csőnél szelén-arzén-tellur jellemezt alkalmaznak.

Meg kell említenünk, hogy az előzőekben ismertett felvevőcsöveknek van egy hátrányos tulajdonsága is, amelytől a vidikon mentes.

Arról van szó, hogy változó tárgymegvilágítás esetén a kamera érzékenységét automatikusan szabályozni kell tudni, vagyis biztosítani kell a közelítőleg azonos videojel amplitúdót.

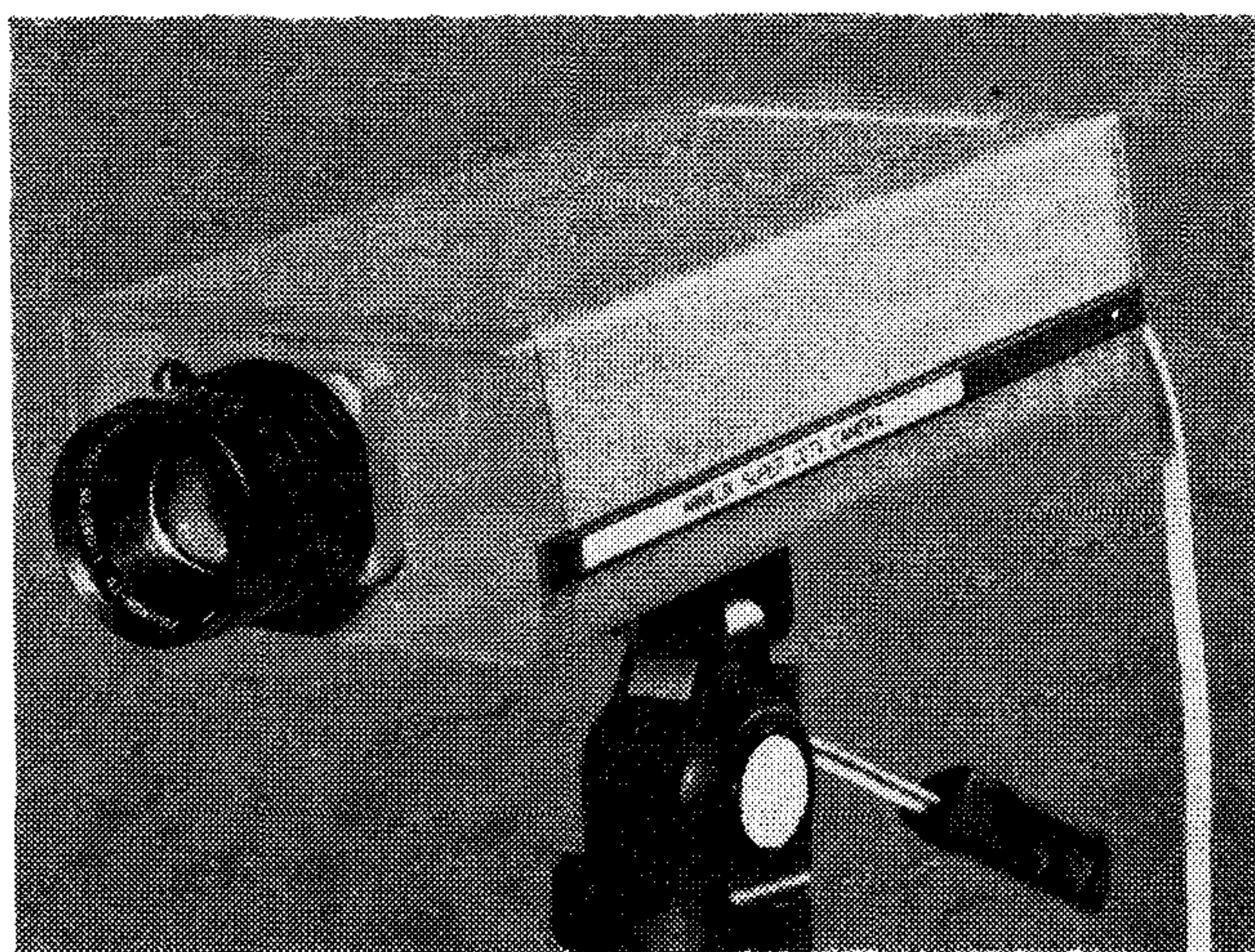
A vidikonnál ez egyszerűen a jellemez feszültség változtatásával, jellemez feszültség automatával történik (a szabályozás néhányszor száz).

A többi csőnél ez nem lehetséges mivel a jellemez feszültség változtatása érzékenységváltozást nem ad.

A szabályozás ezért csak az objektív rekesz és kismértékben az erősítő automatikus szabályozásával lehetséges.

Ezek az objektívek (SND típus az elnevezés) drágábbak mint a hagyományos típusok, viszont a fényátfogás elérheti a 100 000-szeres értéket is.

A Híradástechnikai Szövetkezet Minilux Super kamerájában (2. ábra) a hagyományos vidikonon kívül alkalmazhatók a Chalnicon, Newvicon, Si-targetes, Plumbicon típusú felvevőcsövek is.



2. ábra

Az előzőekben többször beszéltünk a felvevőcsövek érzékenységéről. De tudnunk kell azt is, hogy a természetben milyen megvilágítási szintek találhatóak (lásd 1. táblázat).

Az égbolt állapota	Hozzávetőleges megvilágítás [lux]
Közvetlen napfény	$1-1,3 \times 10^5$
Teljes nappali világosság (nem közvetlen napfény)	$1-2 \times 10^4$
Borus, felhős nap	$10^3$
Igen borus, felhős nap	$10^2$
Szürkületi felhomály	10
Erős felhomály	1
Telihold	$10^{-1}$
Negyedhold	$10^{-2}$
Holdtalan felhőtlen éjszaka	$10^{-3}$
Holdtalan felhős éjszaka	$10^{-4}$

Látható, (a közvetlen napfényt figyelmen kívül hagyva) hogy  $10^7-10^8$  nagyságú megvilágítás különbségek is előfordulnak.

A kameracső, illetve kamera kiválasztása részben a helyszín megvilágítás nagysága és jellege alapján történik.

Meghatározott helyszínmegvilágítás esetén a kameracsőre, jellemezére jutó megvilágítást az objektív tulajdonságai, beállítása és a helyszín fényvisszaverő jellemzői befolyásolják.

Ezek között az összefüggés

$$E_j = \frac{E_t \cdot R \cdot T}{4F^2(1+m)^2}$$

ahol:

$E_j$  = megvilágítás a jellemezen (fénydetektoron vagy filmen) luxban

$E_t$  = helyszín, tárgy megvilágítása luxban

$R$  = helyszín, tárgy reflexiós tényezője

$T$  = objektív fényáteresztő képessége

$F$  = objektív beállított fényereje, blende értéke

$m$  = a tárgynak jellemezen levő és valóságos méretének aránya

Átlagos helyszín reflexiós tényezője  $R$  0,5.

Például: hó ..... 0,93

barna föld .... 0,32

fű ..... 0,25



Egy objektív vesztesége  $\sim 20\%$ , vagyis  $T=0,8$   $m \ll 1$ , kivéve a nagyon közeli, makro felvételeket.

$$\text{Így} \quad E_j = \frac{E_t}{10 \cdot F^2} \quad [\text{lux}]$$

vagyis helyszíni luxmérés után számítással megtudjuk határozni, hogy a felvevőcsőre mennyi megvilágítás jut, a kapott érték az adatlappal összevethető. Ha a tárgy felületi fényességét tudjuk (vagy szükséges mérni) vagyis nitmérőnk van, akkor

$$E_j = \frac{B_t \cdot R \cdot T}{4F^2(1+m^2)} \quad [\text{lux}]$$

ahol:

$B_t$  = a tárgy felületi fényessége nit-ben.

Hasonlítsunk össze néhány tipikus 2/3''-os felvevőcső jellemezen megadott érzékenységet 100 nA-es, közepes jeláramnál: Vidicon 5 lux; Chalnicon 0,6 lux; Si-targetes 0,35 lux; Newvicon 0,25 lux  $F=1,4$ -es blendeállásnál ez sorrendben 100; 12; 7; 5 lux tárgyra eső megvilágítást jelent. Köznapi nyelvre lefordítva: egy vidikonos kamera határérzékenysége, használhatósága a szürkületi félhomály és az igen borús, felhős nap között van, míg a másik három típusnál az erős félhomály és a szürkületi félhomály között.

Ha a fényviszonyok tovább romlanak akkor valamilyen képerősítőt kell használni.

## KÉPERŐSÍTŐK

A képerősítőknek két fő csoportja van.

### Aktív képerősítők

Ebbe a csoportba azok az eszközök, berendezések tartoznak, amelyek akkor működnek, ha a helyszín mesterségesen pl. infravörös fényvel (IR) vannak megvilágítva, ezért aktívak.

Az eszköz a reflektált IR-t egy felerősített közvetlenül látható képpé alakítja át.

### Passzív képerősítők

Ezek az eszközök felerősítik a látható és a közeli infra fénysugarakat. És azért passzívak, mivel a rendelkezésre álló megvilágítási értékekből jól használható képet állítanak elő.

A passzív képerősítők további két csoportra oszthatók:

- az egyik a közvetlenül nézhető eszközök, rendszerek (direct view systems)
- a második a kis fényszinteknél működő televíziós rendszerek (Low-Light-Level-Television systems, a szakirodalom LLLTV-nek vagy L<sup>3</sup>TV-nek nevezi).

A közvetlenül nézhető rendszerek képerősítő csöveit érdemes néhány mondattal jellemezni, mivel közvetlen rokonság van az L<sup>3</sup>TV felvevőcsöveivel. A közvetlenül nézhető készülékek csövei is további két csoportra bonthatók: első és második generációs képerősítőkre.

Egy első generációs, elektrosztatikus fókuszlású cső a következőképpen működik.

A tárgyról jövő fény objektíven keresztül ráfókuszálódik egy száloptikás belépő ablakra és azon át egy multi-alkáli fotókatódra kerül.

A fotókatód egy megfelelő elektronképet emittál. Ezek az elektronok gyorsítás (max. 16 kV) után egy alumínizált foszfor ernyőre érkeznek, amelyen felerősített optikai kép képződik, és ez illesztő objektíven keresztül közvetlenül nézhető.

Több ilyen egység kaszkádba is kapcsolható, ezáltal 50-60 ezerszeres erősítés is elérhető. A sztatikus fókuszlást lehet mágneses fókuszlással kombinálni. A tengelyirányú tér állandó mágnessel vagy tekercsel biztosítható.

A jó fókuszlásnak köszönhetően az ilyen mágneses csövek bontása jó az ernyő minden részén, és kicsi a geometria torzítás.

A képerősítő csövek másik fajtája a proximity focus típus. Ennél a csőnél a fotókatód és a foszfor ernyő egymáshoz párhuzamosan olyan közel helyezkedik el, hogy a felgyorsított fotóelektronok röppályája fókuszlás nélkül is közelítőleg párhuzamos a cső tengelyével.

Az úgynevezett második generációs csövek mikrocsatornás lemezt (MCP = microchannel plate) használnak, amelyekkel 10<sup>4</sup>-szeres erősítés érhető el. Ennek az erősítésnek nemcsak nagy az erősítése, minimálisak a méretei és a súlya, hanem telítésszerű erősítés karakterisztikája van, amely minimálissá teszi a fényudvar hatást.

Maga az MCP párhuzamos elrendezésű üveghengerreccskék sokaságából áll, amelyek átmérője 10  $\mu\text{m}$  és hossza 1 mm vagy kisebb.

A hengerek belső fala szekunder elektronokat emittáló anyaggal van bevonva.

Primer elektronok becsapódnak az anyagba a belépő oldalon és szekunder elektronok kilépését okozzák. Ezek az elektronok a henger mélységében újból becsapódnak a falba és további nagyszámú elektront váltanak ki. Ez a kaszkád mechanizmus nagy erősítést biztosít.

Az MCP be- és kilépő oldala között gyorsítófeszültség van.

## KAMERÁK

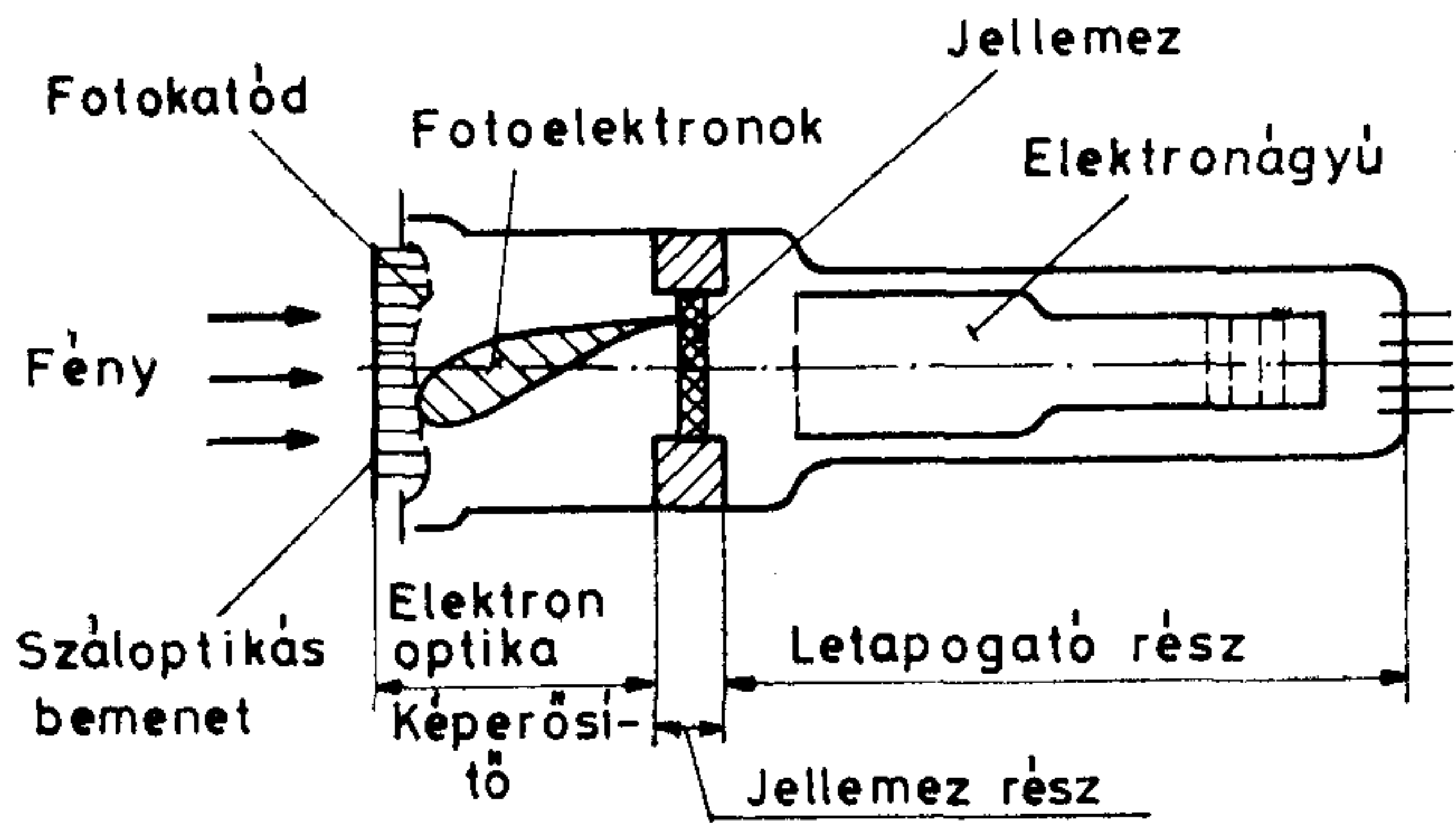
### Kis fényszintnél működő televíziós kamera

Ezekben a kamerákban a leggyakrabban az ún. SIT (silicium intensifier target) nagyérzékenységű felvevőcsövet alkalmaznak. Egy ilyen cső az előzőekben megismert si-targetes felvevőcső és sztatikus fókuszu képerősítő kombinációjából áll. Sematikus rajza a 3. ábrán látható és működése a következő.

A cső első része egy elektronoptikai egység képerősítő. A fény, az optikai kép száloptikás bemene-ten, ablakon keresztül jut a fotókatódra, amely a szál-



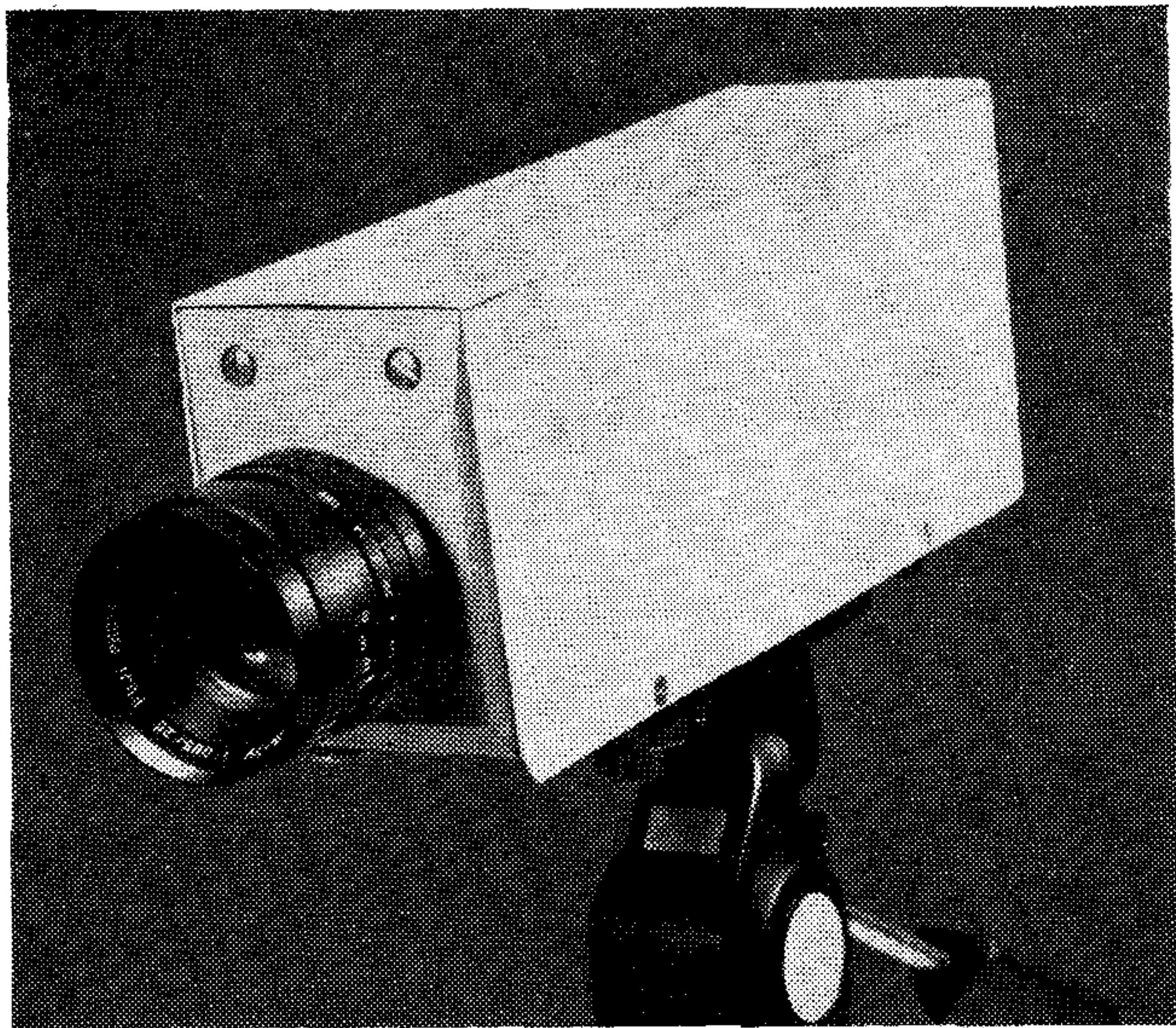
optika belső részén helyezkedik el. A fotókatód a rávetített optikai képet fotóelektronokká konvertálja.



3. ábra

A fotóelektronokat a jellemez irányába egy elektrosztatikus lencse gyorsítja, és a jellemezre fókuszálja. A jellemez egy nagyon vékony szilícium hordozó lap, amelyen sűrűn elhelyezett p-n rétegdiódák alkotta mátrix helyezkedik el. A diódák középponti távolsága megközelítőleg  $14 \mu\text{m}$ . Az erősítés úgy jön létre, hogy egy primer fotóelektron, amely több kV értékű feszültséggel van felgyorsítva a jellemezbe becsapódva több elektron-lyuk párt hoz létre, így 1000-szeres vagy még nagyobb erősítés érhető el. A lyukak a dióda p-oldalán gyűlnek össze, ahol a letapogató elektronsugár semlegesíti a töltést. A jel a jellemez hátsó oldaláról van elvezetve.

A **Híradástechnika Szövetkezet** nagyérzékenységű kamera típusát mutatja a 4. ábra.



4. ábra

A kamera legjellegzetesebb tulajdonsága az igen nagy fényérzékenység, amely a fotókatódon mérve:  $1 \cdot 10^{-3}$  lux.

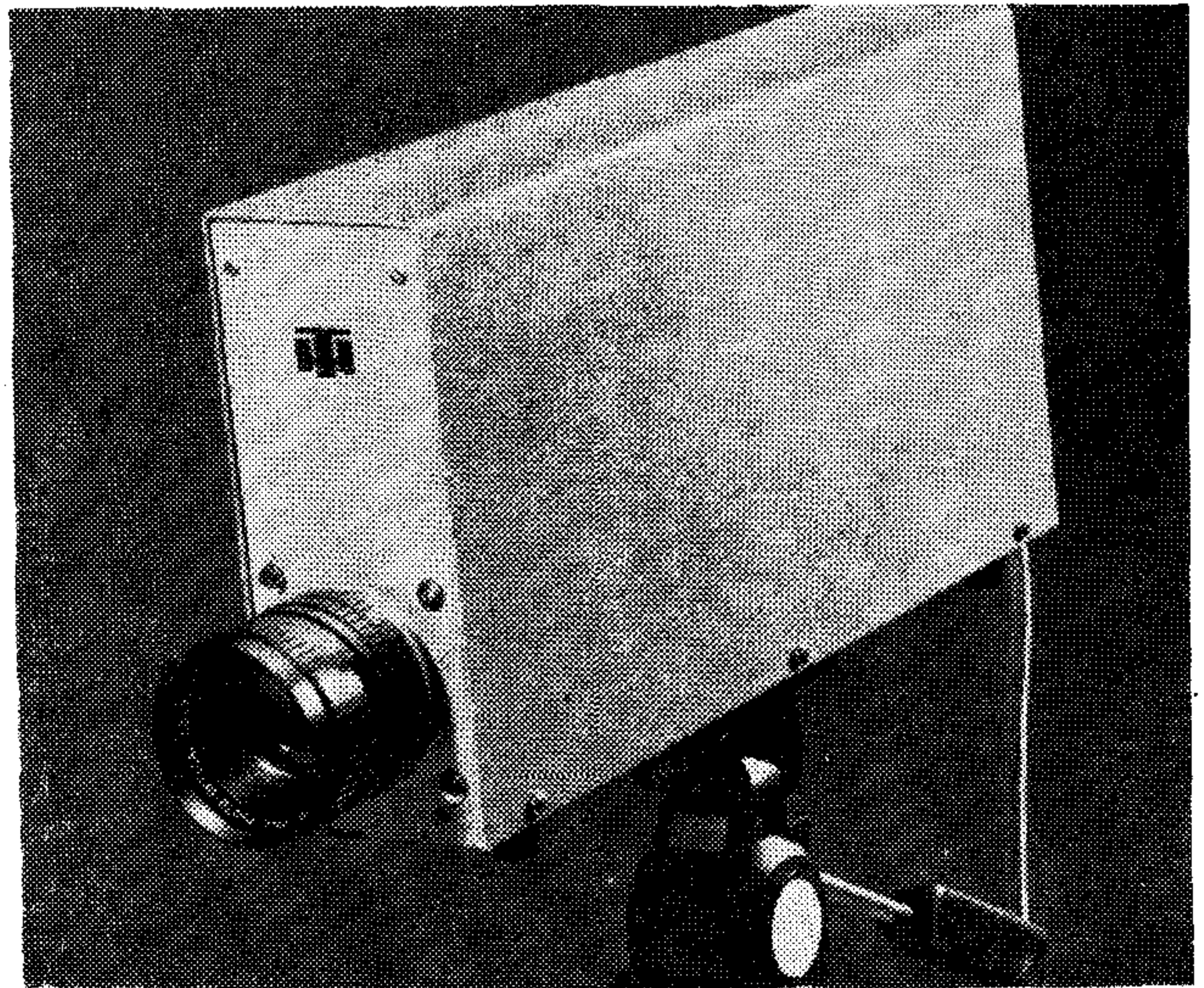
Az érzékenységszabályozás a cső gyorsítófeszültségének és videojellel vezérelt objektívnek összehangolt, automatikus szabályozásával történik. Értéke  $30 \cdot 10^6$ -szoros, ami gyakorlatilag a csillagfényes éjszakától a teljes nappali világosságig terjedő tartományt átfogja.

A kamera kisméretű  $70 \times 100 \times 225$  mm, 12 V-os akkumulátorról is üzemeltethető. Alkalmazásával bankok, áruházak, múzeumok, parkolóterek, kikötők, repülőterek stb. éjjel-nappali folyamatos ellenőrzése valósítható meg.

### Nagybontású kamera

A szokásos minőségű ZTV rendszerek felbontása nem teszi lehetővé a sűrű képelemekből álló ábrák, szövegek, térképek stb. átvitelét.

A képelemek ugyanis egybeolvadnak, vagy félreérthetővé válnak. Az 5. ábrán látható TV 11-35M típusú nagybontású kamera határfelbontása min. 1200 tv sor, amely egy igen nagy bontású vidikon és ehhez illeszkedő korrekciós és átviteli áramkörök alkalmazásával lehetséges.



5. ábra

A letapogató felületen kisértékű  $\pm 1\%$ -os geometriai torzítás, jó méret- és helyzetstabilitás ( $\pm 0,2\%$ ) van biztosítva.

A kamerában a szokásos automatikus szabályozásokon kívül

- sugáráram stabilizáció
- feketeszint stabilizáció
- dinamikus fókuszkorrekció
- apertúra korrekció

áramkörök kerültek beépítésre.

A felvevőcső és a kamera védelméről belső tápfeszültség, túláram, eltérítő amplitúdó figyelő áramkör gondoskodik.

### Nagyszorszámú tv kamera

A jelenleg használt, műsorszórásban használt és azzal kompatibilis ZTV rendszerek kialakulásában számos műszaki, gazdasági és egyéb tényező játszott szerepet. Ezek a szabványok számos olyan korlátot tartalmaznak, amelyekkel nem lehetett kielégíteni azokat a minőségi igényeket, amelyek először az ürku-



tatás és a számítógépes videojel feldolgozás területén jelentkeztek a 60-as évek végén 70-es évek elején.

Az előzőekben láttuk, hogy egy hagyományos szabványú kamera vízszintes irányú felbontását növelhetjük (pl. 1200 tv sorra), viszont a függőleges bontást a szabvány által meghatározott, letapogatott sorok száma (525–625) behatárolja.

A különlegesen jó minőségű nagyszámú tv (HDTV=High Definition TV) többek között ezt a sorszám korlátot emeli meg.

A HDTV jellemzője a nagy sáv szélesség. Összehasonlításként egy hagyományos tv rendszer (kamera) sáv szélessége 5–8 MHz, a nagybontású kameráé 15 MHz, a HDTV esetében pedig már 35–50 MHz (határfelbontás 1800 tv sor).

Természetesen a felmerült igények hatására megszülettek azok az eszközök (itt elsősorban a felvevőcsövek, monitorcsövek, eltérítő és egyéb szerelvényekre, félvezetőkre gondolunk), amelyekkel egy HDTV lánc létrehozható.

A HDTV kutatásban a japán tv (NHK) és az amerikai CBS társaság jár elől, színes rendszereket is bemutatnak, de már van néhány cég, amelyik ipari célra gyárt HDTV rendszert.

A **Híradástechnika Szövetkezet** is kifejlesztett ilyen HDTV rendszert, amelynek kameráját a teljesség igénye nélkül a következőkben ismertetjük.

A kamerában alkalmazott extra nagyfelbontású képfelvevőcső, precíziós eltérítő és fókuszrendszer, 1249 soros tv rendszer, 50 MHz-es videoerősítő, valamint az objektív és a képfelvevőcső átvitelének kompenzálására szolgáló áramkörök extra nagybontású, részletdús képet eredményeznek, amelynek információ tartalma a szokásos jó minőségű rendszerekénél többszöröse, így kiválóan alkalmas dokumentumok, rajzok, mikrofilmek átvitelére.

Az opcionális teljes-jellemez letapogatással és körkioltással a kamera jól használható orvosi, röntgen és mikroszkópiai alkalmazásra.

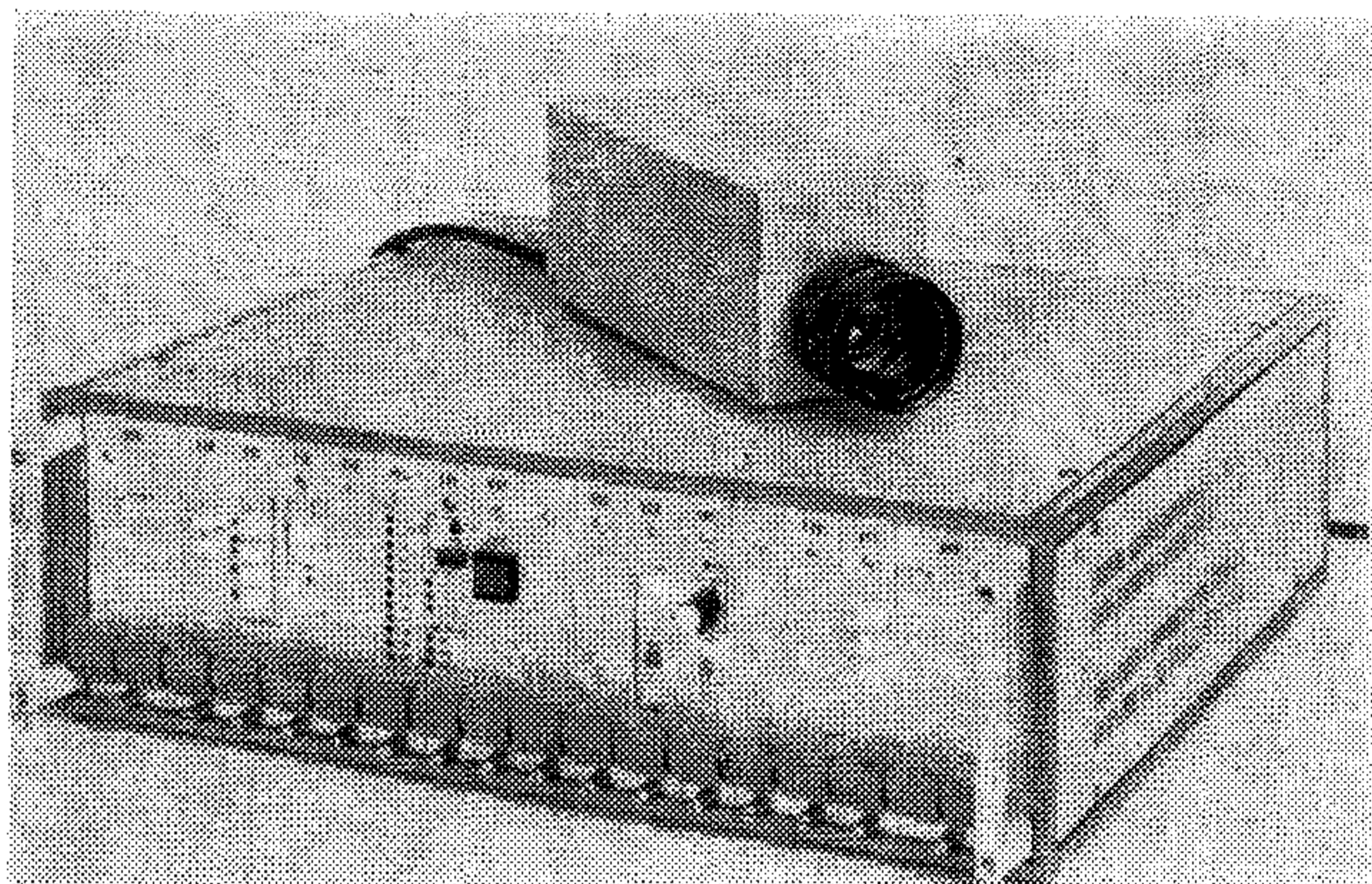
A szinkrongenerátora lassú üzemre is átkapcsolható, a kamera ezzel képkiértékelési és mérési célra számítógéphez csatlakoztatható.

Az opcionális külső szinkron fiók alkalmazásával a kamera más kamerákkal vagy vezérléssel szinkronban működtethető.

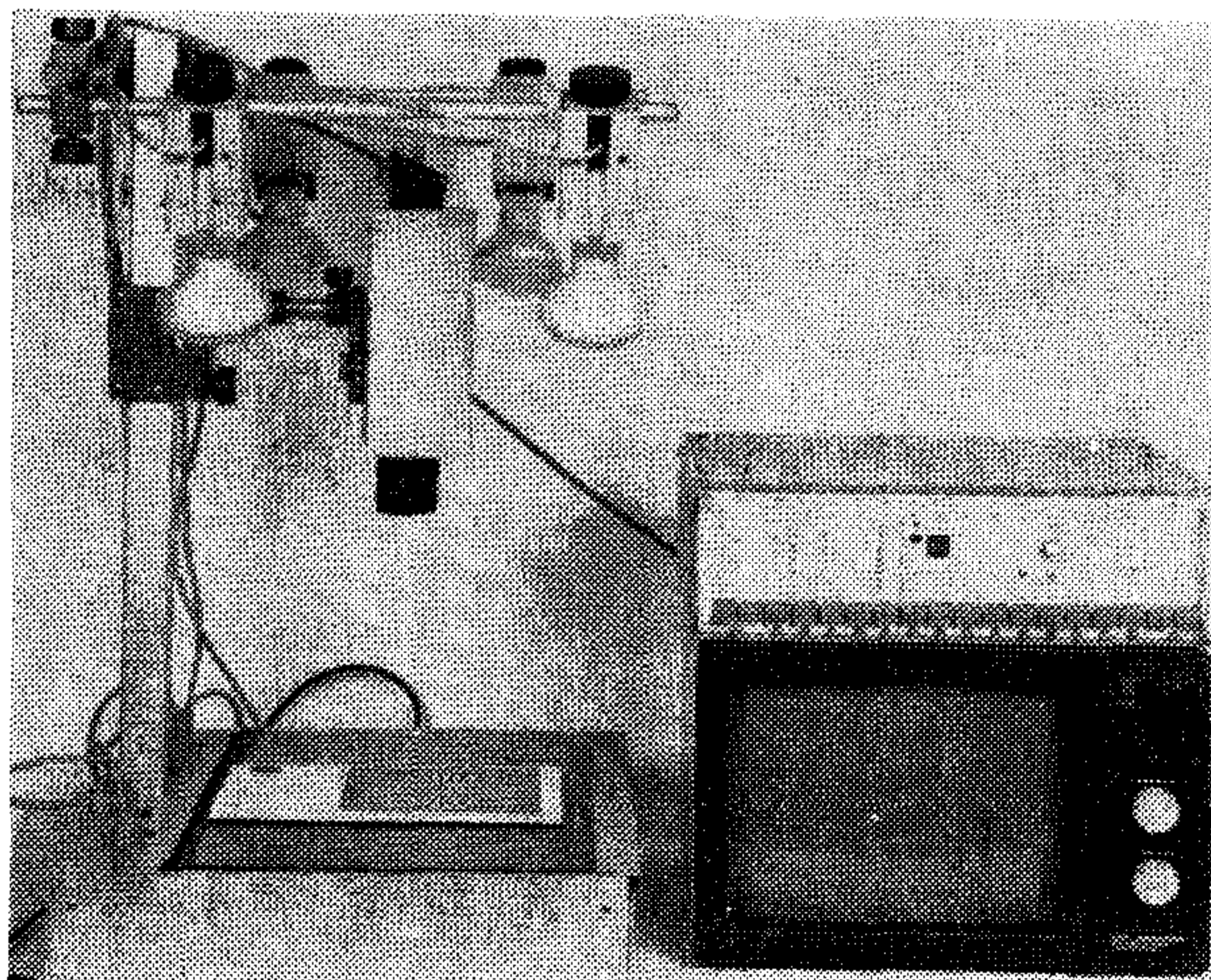
Különböző felhasználások számára a következő üzemmódok állnak rendelkezésre: képfordítás, pozitív/negatív video, automatikus/manuális jellemez feszültség, normál/autoblock feketeszint, opcionális stand-by üzem.

A képfelvevőcső és az áramkörök védelméről különleges védőautomatikák gondoskodnak, amelyek a hiba kijelzésével az esetleges javítást is megkönnyítik.

A kisméretű, könnyű kamerafej egyszerű módon szerelhető fel állványra, röntgengépre, mikroszkópra. A kamerafej és a vezérlőegység között (6. ábra) egyetlen flexibilis kamerakábel van; így a vezérlőegység 20 m távolsáig a használat szerint legmegfelelőbb helyre helyezhető el.



6. ábra



7. ábra

A vezérlőegység 19"-os, asztali, vagy rack kivitelű, fiókos felépítésű, a minden kiépítéshez szükséges fiókokat, valamint az opcionális kiegészítő fiókokat tartalmazza.

Teljes kiépítésben a nagyszámú tv láncához nagyszámú monitor is tartozik (lásd 7. ábra), amely szintén a **Híradástechnika Szövetkezet** új fejlesztési eredménye.

Ezen az ábrán a nagyszámú tv-rendszer egy lehetséges alkalmazási lehetőségét mutatjuk be.

**Keckés Péter**  
okl. vill. mérnök

Bármely alkalmazástechnikai, vagy kereskedelmi problémában a **HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET** kereskedelmi és vállalkozási főosztálya készséggel áll vásárlóink rendelkezésére.



**HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET**



# TV átjátszóban alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók

BUS LÁSZLÓ  
BHG

## Bevezetés

A nagyfrekvenciás technikában már régen alkalmaznak különböző konstrukciójú koaxiális elemeket. Ezeknek az elemeknek a VHF és UHF technikában széles körű alkalmazását az indokolja, hogy egész sor műszaki probléma megoldását teszik lehetővé relatíve szélessávban, jól reprodukálhatóan. A TV I...IV. sávokra nagyfrekvenciás berendezésekben, műszer- és mérés technikában egyaránt használatosak a koaxiális tápvonalak, mivel az RF jelet sugárzásmentesen és igen kis veszteséggel kell továbbítani. A koaxiális tápvonalak merev vagy hajlékony kivitelűek.

Az igények sokfélesége is hozzájárul ahhoz, hogy e család tovább bővüljön. Ez a cikk is olyan kifejlesztett új családot ismertet, amely a köznapi igényekhez igazodva jött létre. Napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak a TV átjátszók I...IV. sávokban (azaz 50...640 MHz-ig) a jó minőségű televíziós vétel érdekében. Az átjátszók feladata, hogy a „nagyvárosi ellátottságnak” megfelelő jelszintet biztosítsák ott, ahol a domborzati viszonyok és a földrajzi fekvés miatt nincs jó vételi lehetőség. Ez a műsorpolitikai kérdés viszonylag kis teljesítményszintekkel műszakilag megoldható.

A címben szereplő témát az alábbi szempontok szerint tárgyaljuk:

1. Az illesztés és ennek gyakorlati jelentősége.
2. Illesztési és kompenzációs módok ismertetése.
3. Koncentrált és elosztott paraméterű illesztő-transzformátorok.
4. Teljesítményelosztók.

## 1. Az illesztés és ennek gyakorlati jelentősége

Minden híradástechnikai adóberendezéstől azt kívánjuk, hogy a lehető legjobb hatásfokkal üzemeljen, vagy a maximális teljesítményt adja le. Ez más megfogalmazásban azt jelenti, hogy a berendezést a fogyasztóhoz (a terheléshez) illeszteni kell.

A nagyfrekvenciás illesztés feltételeit (1) részletezi.

Gyakran előforduló eset, amikor a lezárás nem tisztán ohmos hanem komplex. Ekkor a komplex terhelésen fellépő teljesítmény is komplex lesz.

$$S = \frac{(U_t)^2}{Z_t} = \frac{(U_t)^2}{R_t + jX_t} \quad (1)$$

Ahol:  $S$  a komplex teljesítmény  $Z_t$ -n,  $(U_t)$  a komplex feszültség amplitúdó,  $R_t = Z_t$  lezárás valós része,  $X_t = Z_t$  lezárás képzetes része.

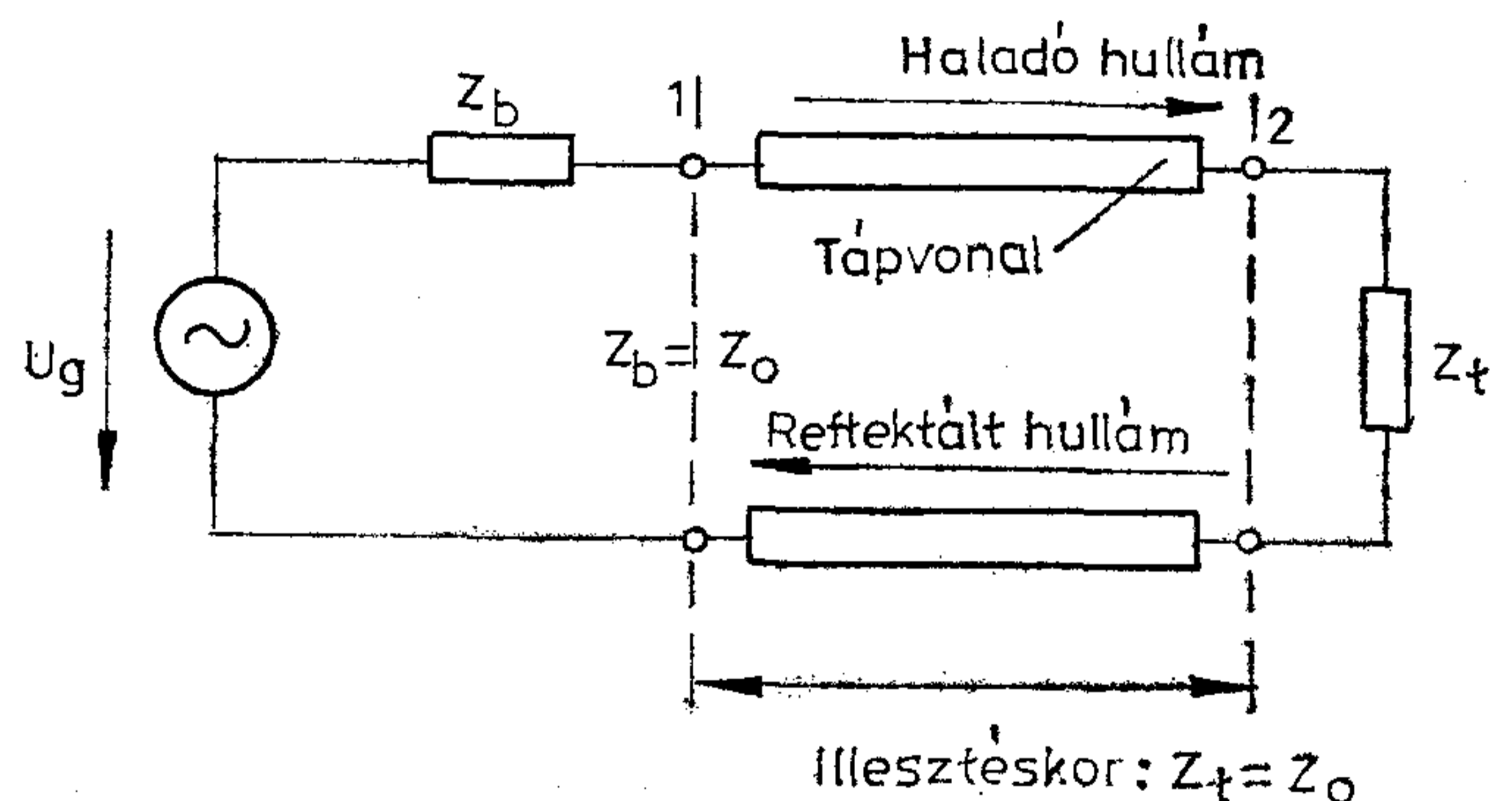
Kisebb matematikai átalakítást végezve a (1) egyenleten:

$$S = \frac{(U_t)^2}{R_t^2 + X_t^2} R_t - j \frac{(U_t)^2}{R_t^2 + X_t^2} X_t \quad (2)$$

más alakban írva:

$$S = P_h - jP_m \quad (2a)$$

ahol:  $P_h$  a hatásos teljesítményösszetevő,  $P_m$  a képzetes, úgynevezett meddő teljesítményösszetevő (1. ábra).



1. ábra. Modell a nagyfrekvenciás illesztéshez

Ha a lezáró impedancia nem elégíti ki a fenti feltételt, akkor az „ $l$ ” hosszúságú tápvonalon reflexió lép fel (állóhullámok jönnek létre).

Állóhullámok keletkezése a tápvonalon az alábbi hátrányokat jelenti a gyakorlatban:

1. Nagyobb feszültség lép fel a tápvonalon, ami csökkenti az átvihető teljesítményt.
2. A veszteségek megnövekednek.
3. Kis frekvenciaváltozás vagy kis hosszváltozás hosszabb tápvonal esetén lényeges bemenő impedancia változást okozhat.
4. Szélessávú FM átvitelnél hosszú tápvonal esetén torzítás keletkezik, ha a tápvonal mindkét vége illesztetlenül van lezárva.



## 2. Illesztési és kompenzációs módok ismertetése

Az illesztés kérdéseit csak TEM módusú tápvonalakra tárgyaljuk részletesen. Megjegyezzük, hogy az alábbiakban ismertetett illesztési és kompenzációs módok más típusú tápvonalaknál is alkalmazhatók.

A TEM módusú tápvonalaknál az energiaáramlás irányába nincs komponense az „E” elektromos és a „H” mágneses térnek. Gyakorlati megvalósítás során mindig arra törekszünk, hogy az illesztés ohmos viszonyok között történjen, mert így tudjuk biztosítani a reflexiómentességet vagy az előre meghatározott reflexiót széles sávban.

Konkrét feladatoknál a reflexiómentes kapcsolatot azonos hullámellenállású, de más geometriai méretek vagy különböző hullámellenállású és méretű tápvonalak között kell létrehozni. Első esetben ezt a problémát átmenetek nagyszámú variációival, míg az utóbbit impedanciáttranszformátorokkal, illetve elosztókkal oldjuk meg.

Mindkét koaxiális elemnél (illesztőtranszformátor, elosztó) az illesztést  $\lambda/4$  hosszúságú tápvonalakkal realizáljuk.

Tápvonaltechnikából ismert a  $Z_0$  hullámellenállású, „l” hosszúságú ideálisnak feltételezett tápvonal bemenő impedanciája:

$$Z_{be} = Z_0 \frac{Z + jZ_0 \operatorname{tg} \beta l}{Z_0 + jZ \operatorname{tg} \beta l} \quad (3)$$

ahol:  $Z_{be}$ , a tápvonal bemenő impedanciája

$Z_0$ , a tápvonal hullámellenállása

$Z$ , a tápvonal lezáró impedancia

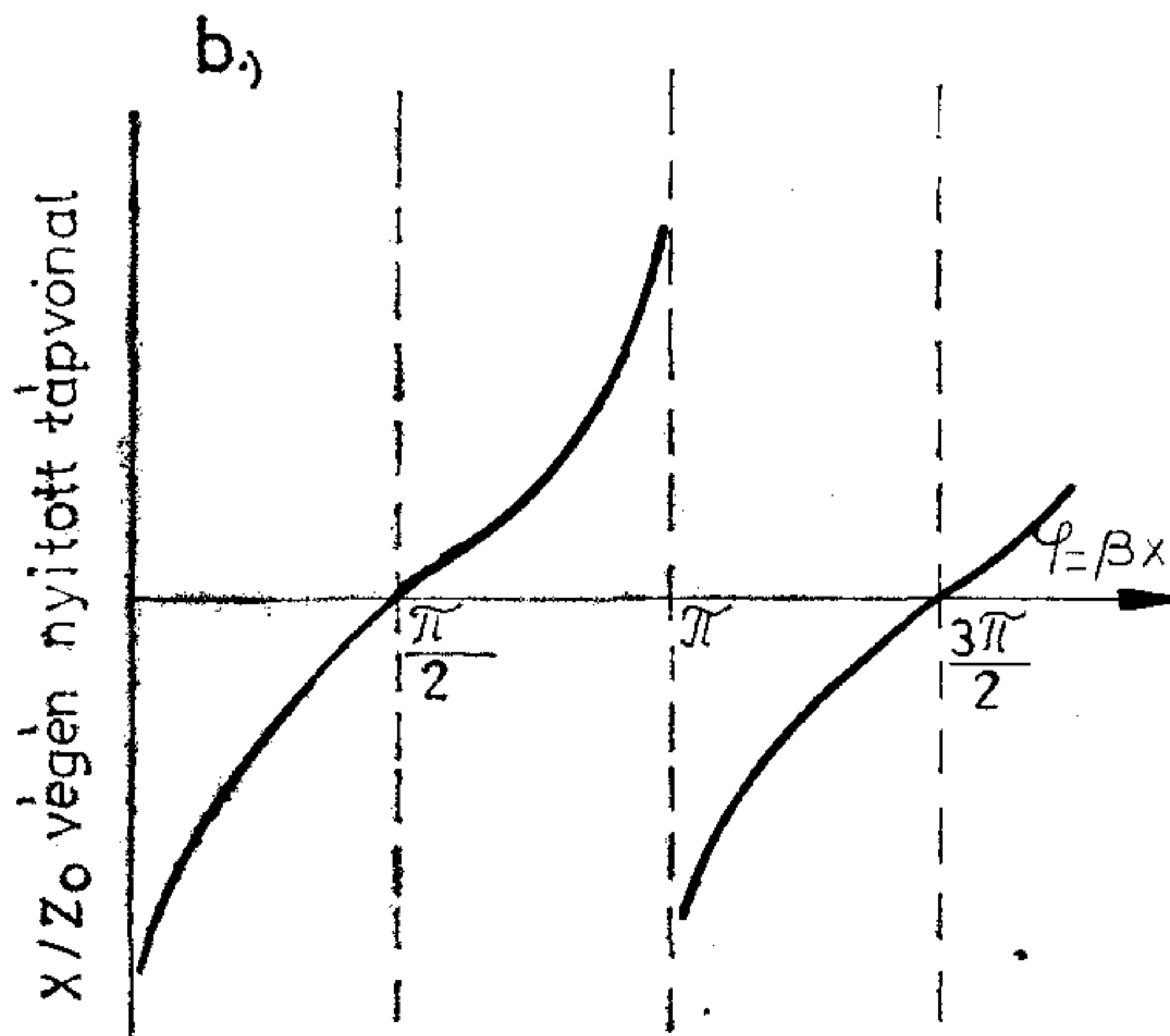
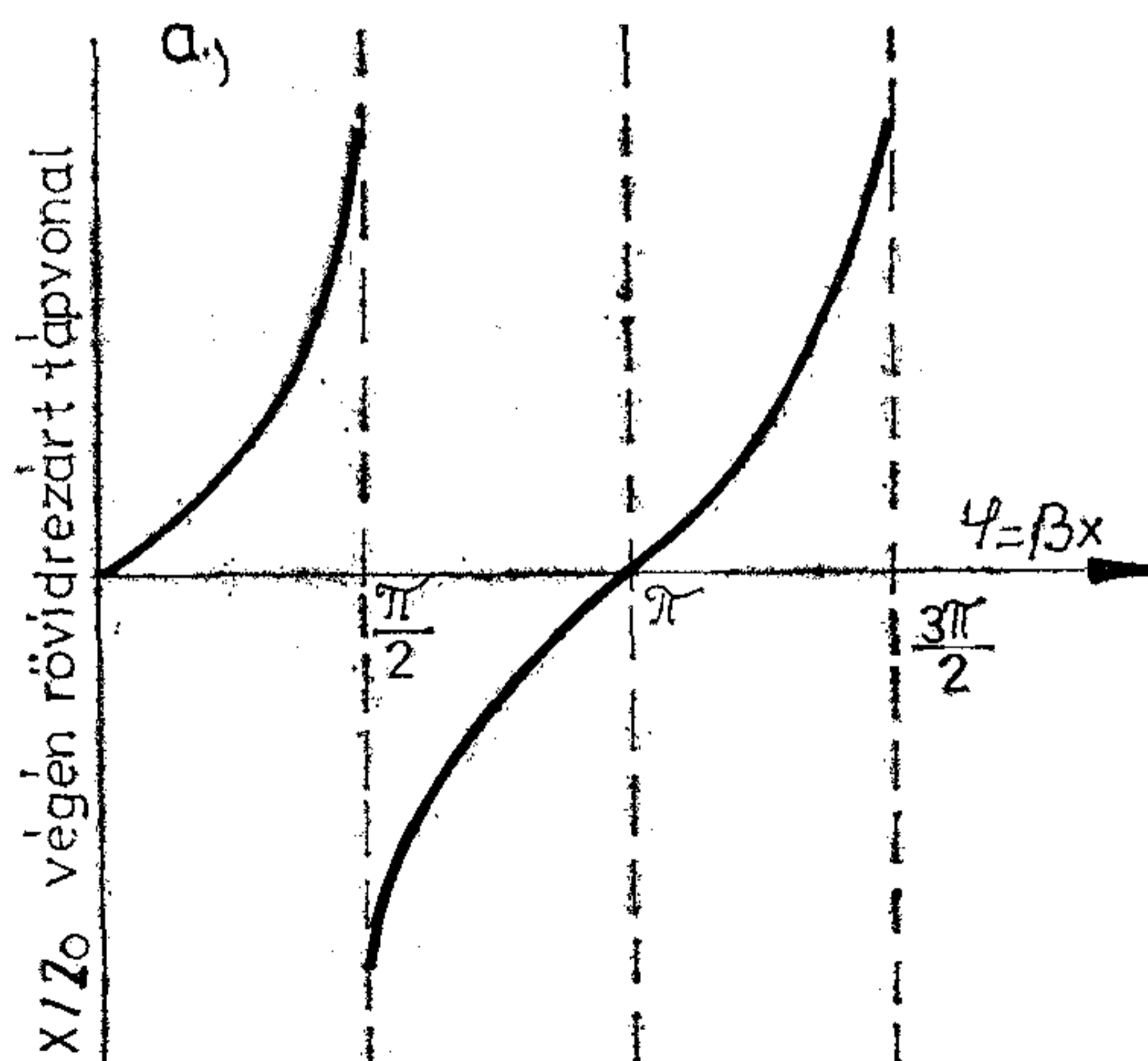
$\beta$ , a fázistényező:  $\frac{2\pi}{\lambda}$

$\lambda$ , üzemi hullámhossz

$l$ , a tápvonal hossza

$l = \lambda/4$  helyettesítéssel:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{be} Z} \quad (4)$$



B 288-2

2. ábra. Végén rövidrezárt (a) és nyitott (b) tápvonal normalizált impedancia menete a szakasz hossz függvényében

A különböző hullámellenállású és méretű tápvonalak illesztett csatlakoztatása két módon lehetséges: lépcsős ( $\lambda/4$  hosszúságú tápvonalszakaszok) és folytonos átmenetekkel.

Ha az előírt feladat szerint nagyobb sávzélességre van szükségünk, akkor ezt további kompenzációval érjük el, mely történhet:

- söntelemekkel,
- vonalcsonkokkal (nyitott vagy rövidrezárt tápvonaldarab),
- negyedhullámú transzformátorokkal.

Egy  $\lambda/4$ -nél rövidebb, végén rövidrezárt tápvonal induktivitásként, ugyanaz szakadással lezárva kapacitásként viselkedik (2. ábra). A (3) egyenletbe  $Z=0$  és  $Z=\infty$ -t helyettesítve

$$Z_{be} = jZ_0 \operatorname{tg} \beta l \quad (5) \quad Z_{be} = -jZ_0 \operatorname{ctg} \beta l \quad (6)$$

Továbbiakban a lépcsős átmenetekkel történő illesztésekkel foglalkozunk, mert mind az impedanciáttranszformátoroknál, mind az elosztóknál a reflexiómentes kapcsolat létrehozására lépcsős transzformátorokat használtunk. Koaxiális tápvonalaknál a külső és belső vezető vagy mindkettő lépcsős méretváltozásánál eltorzul az erőter képe. Tápvonalelméleti megfontolásokkal kimutatható, hogy ennek hatása egy söntkapacitással ekvivalens, (csak TEM mód terjedését feltételezve) (3. ábra).

A söntkapacitás számítására szolgáló diagram a 4. ábrán látható.

A söntkapacitás reflexiónövelő hatást okoz a frekvencia függvényében, ezáltal csökken az átviteli sáv szélessége.

A söntkapacitás hatásának vizsgálata bonyolult feladat: a szakirodalomban nem találunk konkrét utalásokat, hogy milyen mértékű diszkontinuitás hanyagolható el az egyes frekvenciatartományokban.

Ennek vizsgálata csak egyedi esetekre szorítkozik,



### 3. Illesztőtranszformátorok

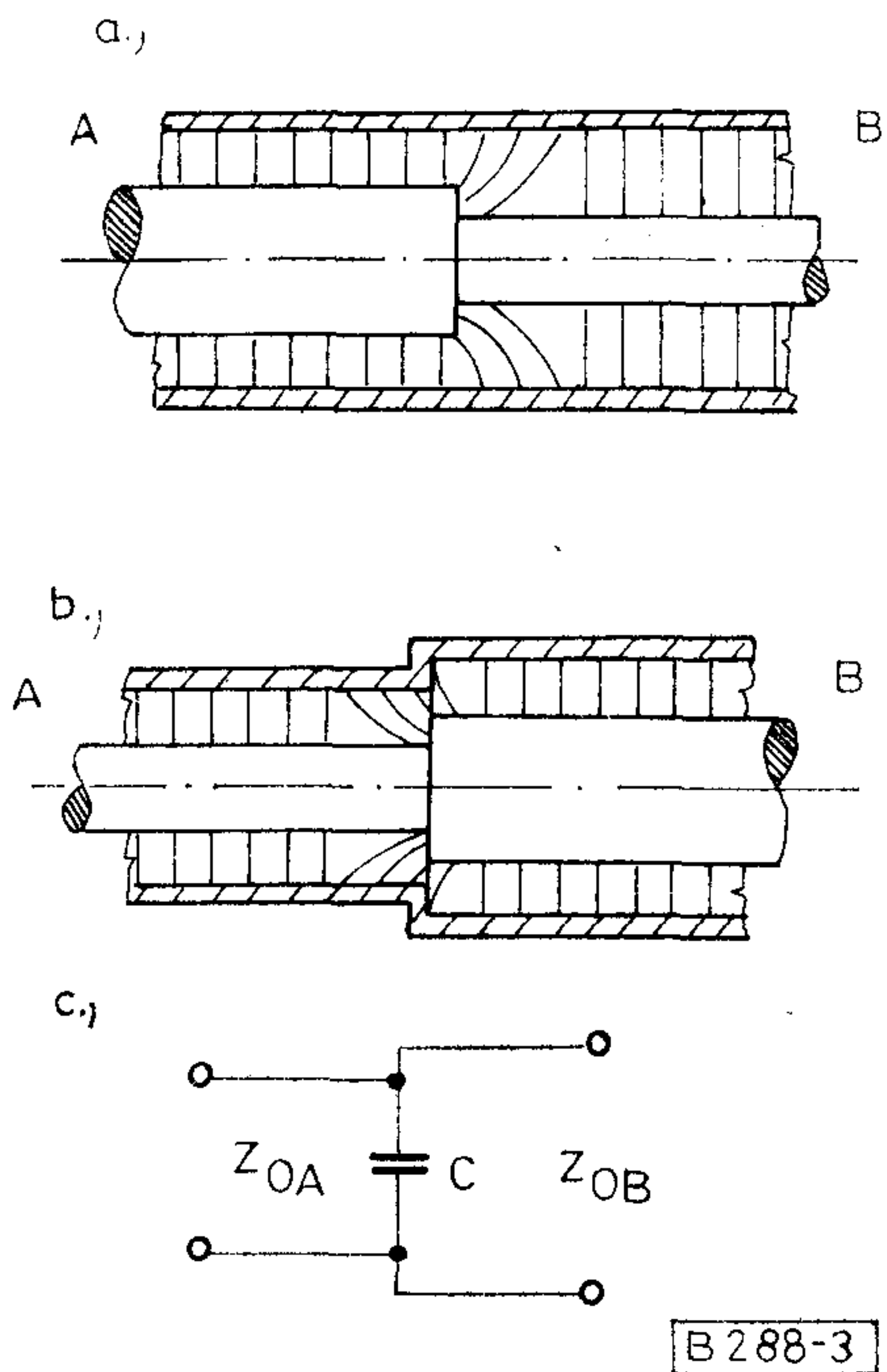
Az impedanciáttranszformátorok feladata különböző hullámellenállású berendezések vagy tápvonalak egymáshoz való csatlakoztatása úgy, hogy lehetőleg ne lépjen fel reflexió, vagy csak előre meghatározott kismértékű legyen. Az illesztésnek egy meghatározott frekvenciasávban kell kielégítőnek lennie. Általában az illesztésre használt elemek viselkedése változik a frekvencia függvényében, ezért a feladatot úgy kell megoldani, hogy a változás mértéke jól kézben tartható legyen. Olyan impedanciáttranszformátorokkal foglalkozunk, amelyek egy szakaszon belül, állandó keresztmetszetű tápvonalakból épülnek fel.

Sok esetben nem elegendő az egy szakaszból álló,  $\lambda/4$  hosszúságú transzformátor sávszélessége, ilyenkor több szakasz láncba kapcsolásával érjük el a kívánt célt (sávszélesség alatt itt azt a frekvenciasávot értjük, melyen belül transzformátor állóhullámaránya a megadott értéken belül van). Koaxiális technikában két transzformátor típus nyert széles körű alkalmazást:

1. maximális lapos (binomiális) és
2. Csebisev karakterisztikájú.

A kétféle transzformátort a 6. ábrán hasonlítjuk össze. Látható, hogy a Csebisev típusú illesztőelemeknek jóval nagyobb a sávszélessége, mint a maximális laposé.

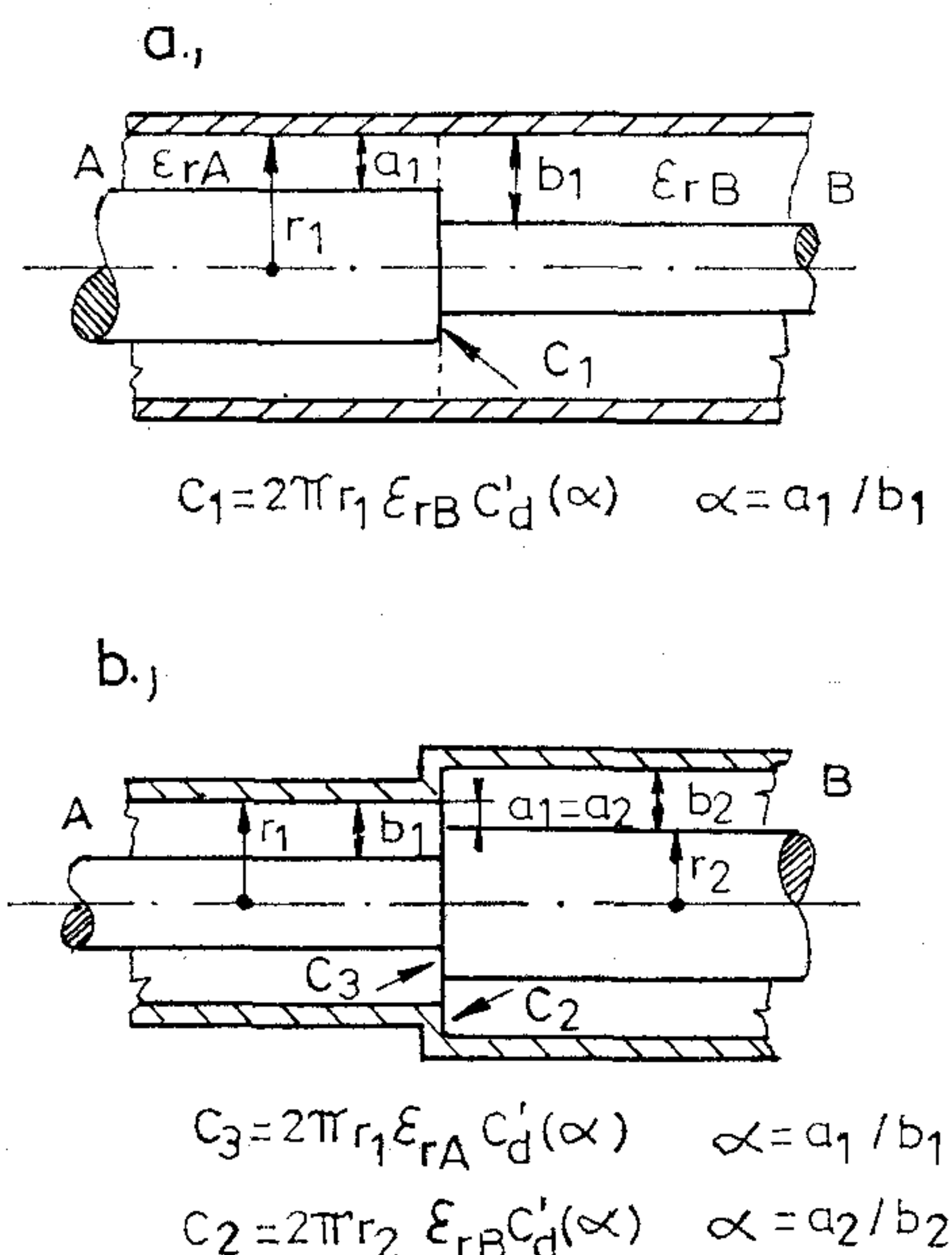
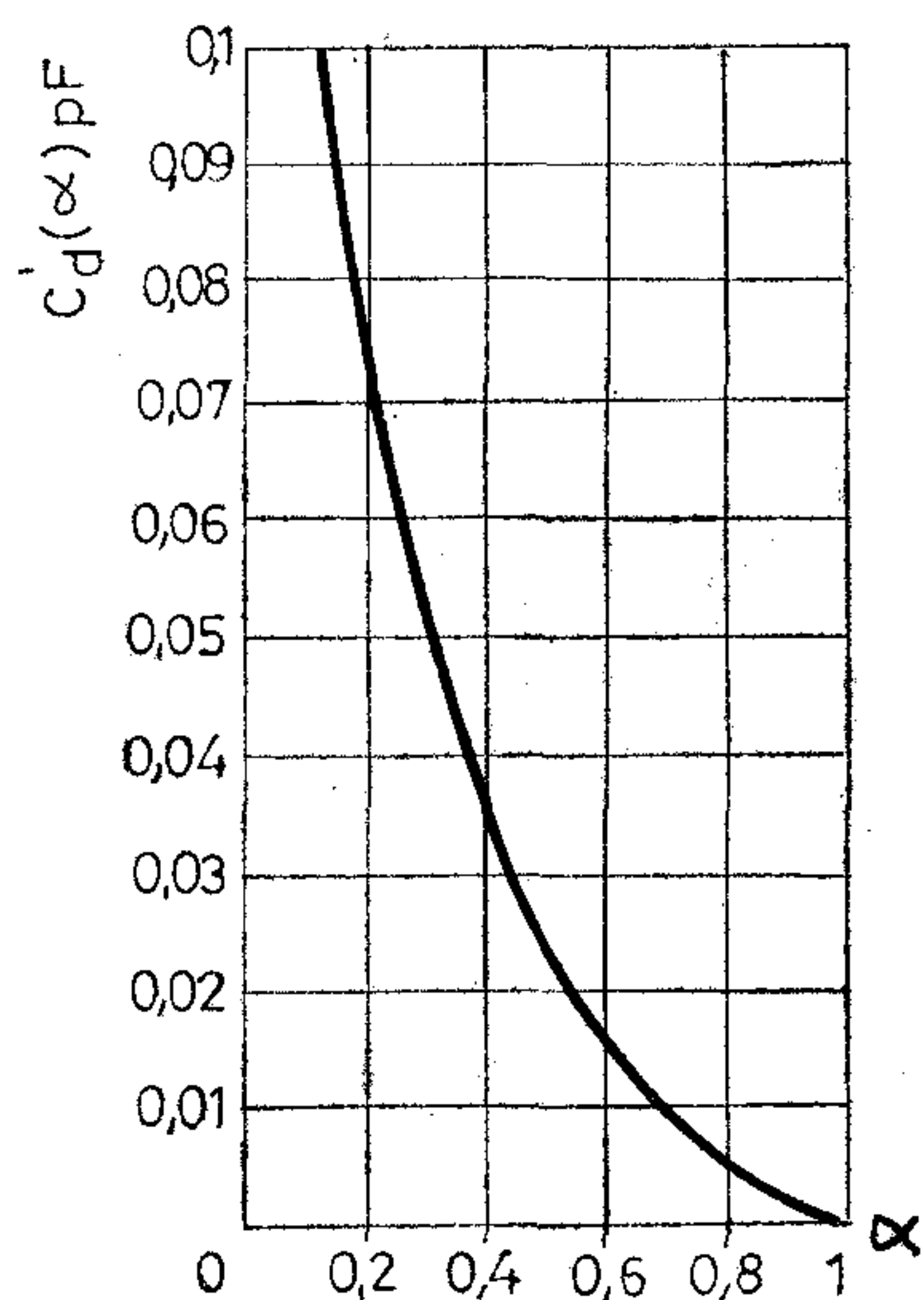
A fenti ábrákból látható, hogy a maximális lapos tulajdonságú transzformátor egy frekvencián ad jó illesztést ( $f_0$ ), míg a Csebisev típusú  $f_0$ -nál eléri a maximálisan előírt értéket, majd  $f_1$  és  $f_2$  frekvencián kapunk jó illesztést. Ennek a két illesztőtranszformátor típusnak elterjedt alkalmazását indokolja, hogy reflexiók tényezőjük jól kezelhető matematikai



3. ábra. Elektromos erővonalkép koaxiális tápvonalban, ha az ugrás a) belső éren, b) mindkét éren van, c) elektromos helyettesítő képe

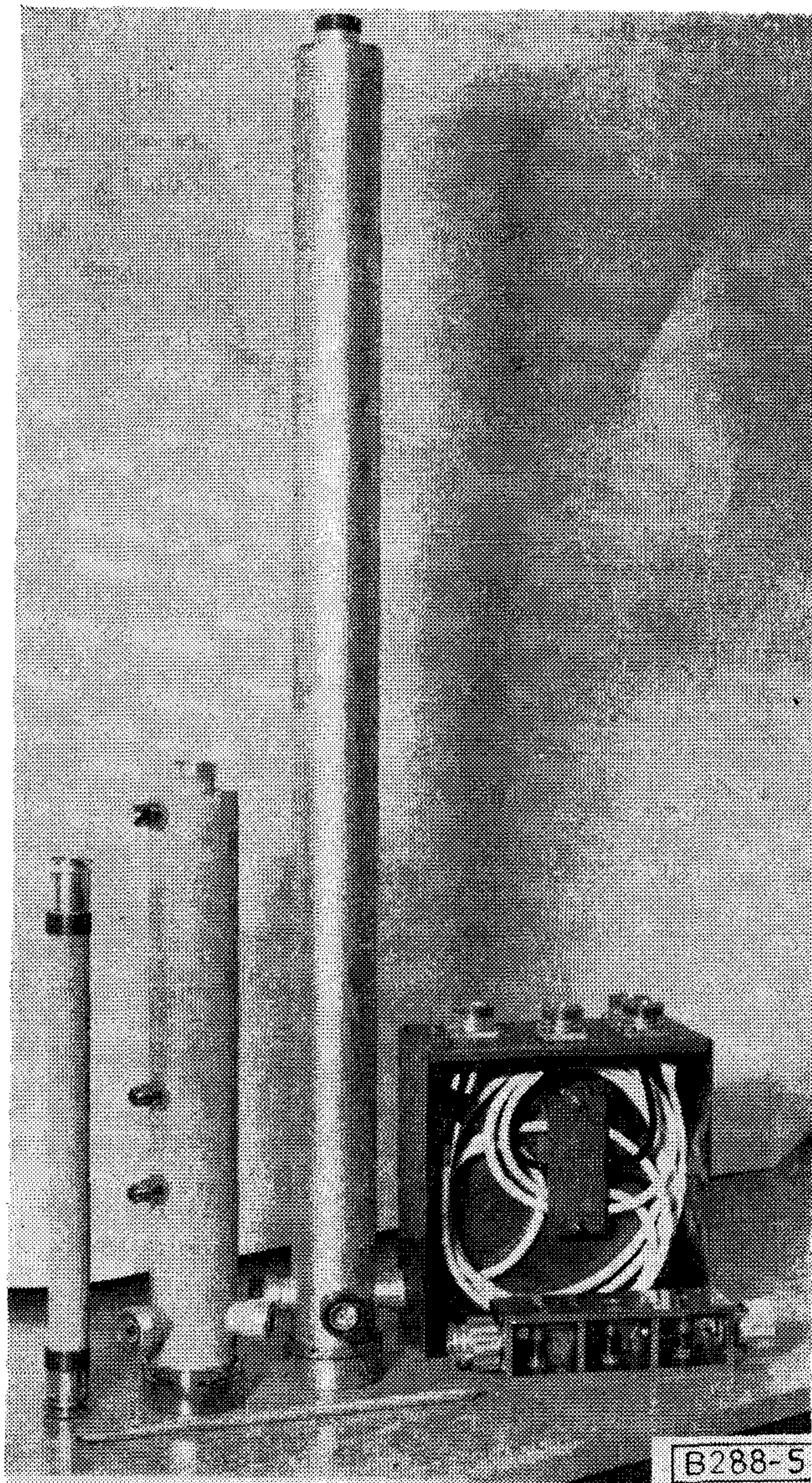
mert az ugráskapacitás hatása az alábbi tényezőktől függ (5. ábra):

1. a frekvenciatartománytól (VHF vagy UHF sáv),
2. az ugrások mértékétől (mely a lépcsők számának függvénye),
3. az impedancia áttételtől.



4. ábra. 3a) b) ábrán látható ugrások söntkapacitásának számítására szolgáló diagram

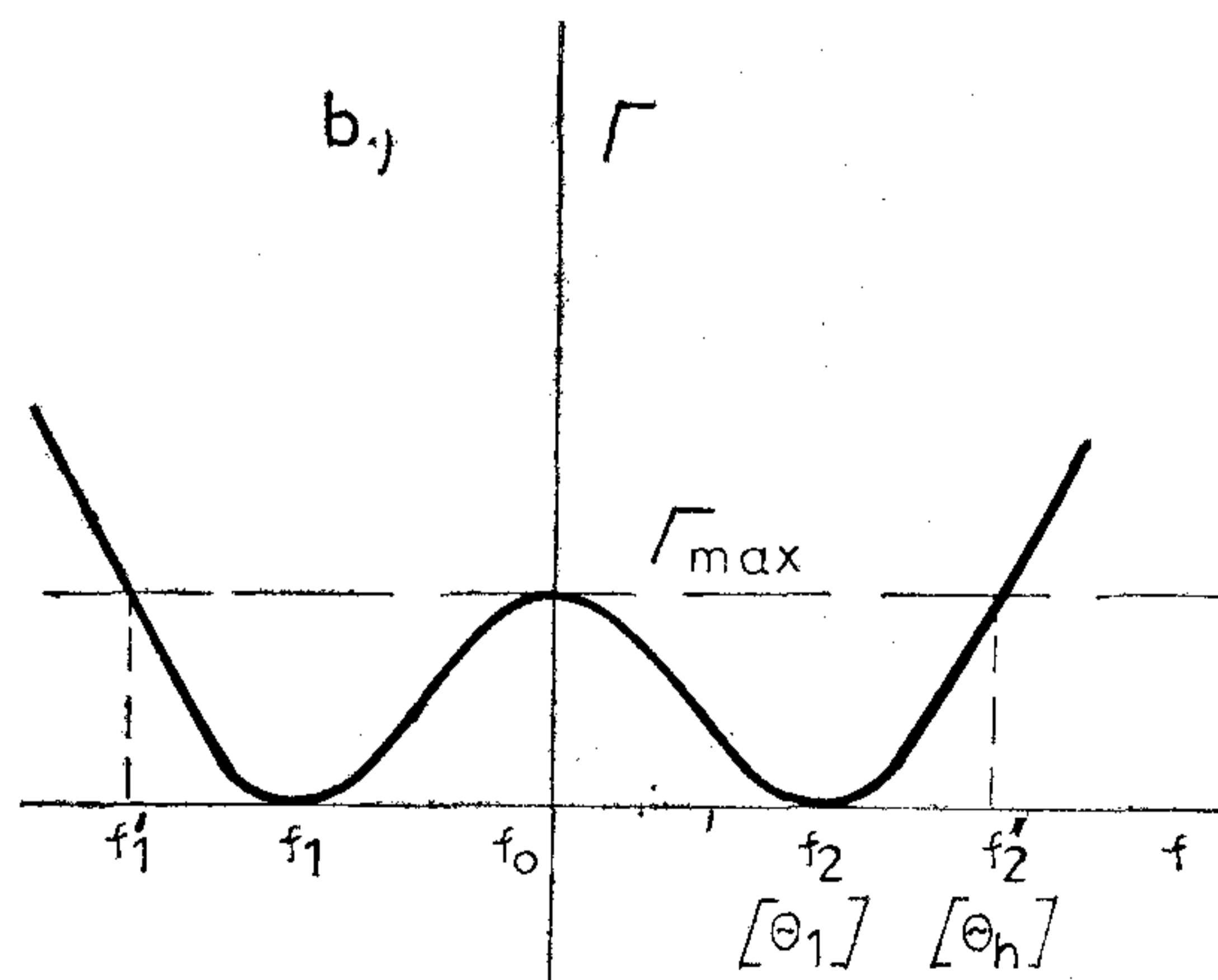
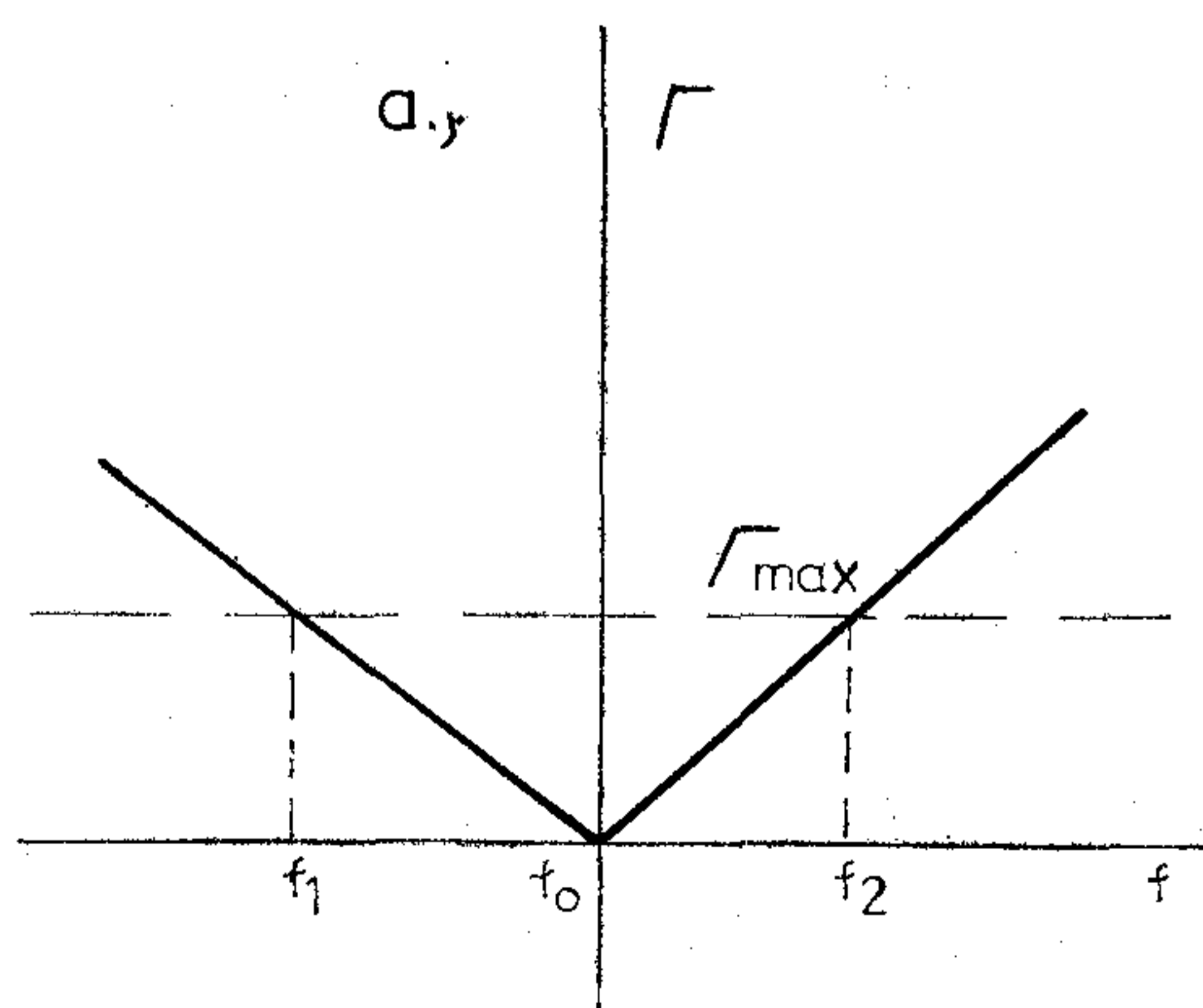




5. ábra. A TV I...IV. sávokra fejlesztett új koaxiális család



6. ábra. Reflexióstényező változása a frekvencia függvényében: a) maximális lapos, b) Csebisev típusú  $2\lambda/4$ -es transzformátoroknál



B288-6

7. ábra. TV III. és IV. sávi elosztó



polinommal írható le és az ehhez tartozó impedancia kontúrgörbe fizikailag könnyen kialakítható.

### 3.1. Koncentrált paraméterű transzformátorok

A VHF sáv alsó tartományában (TV I. és II.) az impedanciáttranszformátorok készítése — a gazdaságossági szempontokat szem előtt tartva — koaxiális felépítésben nem célszerű a nagy méretek és a súly miatt. Ezekben a sávokban a sávközépi frekvenciához tartozó hullámhossz 5,5, ill. 3,5 m. A méretek szembeötlő különbségét jól érzékelteti a 7. ábra. A kitűzött célt ezért koncentrált elemes változatban valósítjuk meg. Az illesztőtranszformátor egy olyan aluláteresztő szűrő, amely az adott frekvenciasávban előírt állóhullámarányon belül illeszt.

Célszerűségi okokból a „T” helyett  $\pi$  tagokkal építettük fel (7. ábra, L és C elemek hangolhatók).

TV III. sávban a lineáris méretek lényegesen kisebbek, mint az előző sávokban ( $\lambda_k = 1,5$  m). A koncentrált kivitel itt is kedvezőbbnek bizonyult, mint a koaxiális felépítés. A teljes III. sáv átvitelét három  $\pi$  tag láncba kapcsolásával oldottuk meg (8. ábra).

Elektromos elvi rajza a 9. ábrán látható.

Itt azt a fizikai tényt használtuk fel, hogy egy tag helyettesít egy  $\lambda/4$  hosszúságú tápvonalszakaszt, így a fenti elrendezés  $3\lambda/4$  elektromos hosszúságú koaxiális impedanciáttranszformátorral ekvivalens.

Az egyes tagok elemei könnyen méretezhetők a 10. ábra szerinti összefüggések segítségével.

A méretezéshez szolgáló részletrajz

$$Z_{Tri} = \sqrt{R_{be_i} \cdot R_{ki_i}} \quad (7)$$

$$L_i = \frac{Z_{Tri}}{\omega_k} \quad (8)$$

$$C_i = \frac{1}{Z_{Tri} \cdot \omega_k} \quad (9)$$

ahol:  $i, 1, 2, 3$

$Z_{Tri}$ , az egyes tagok (7)-ből számítható ekvivalens hullámellenállása

$R_{be_i}$ , az  $i$ -dik tag bemenő ellenállása

$R_{ki_i}$ , az  $i$ -dik tag kimenő ellenállása

$\omega_k$ , a sávközépi frekvencia ( $\omega_k = \sqrt{\omega_a \cdot \omega_f}$ )

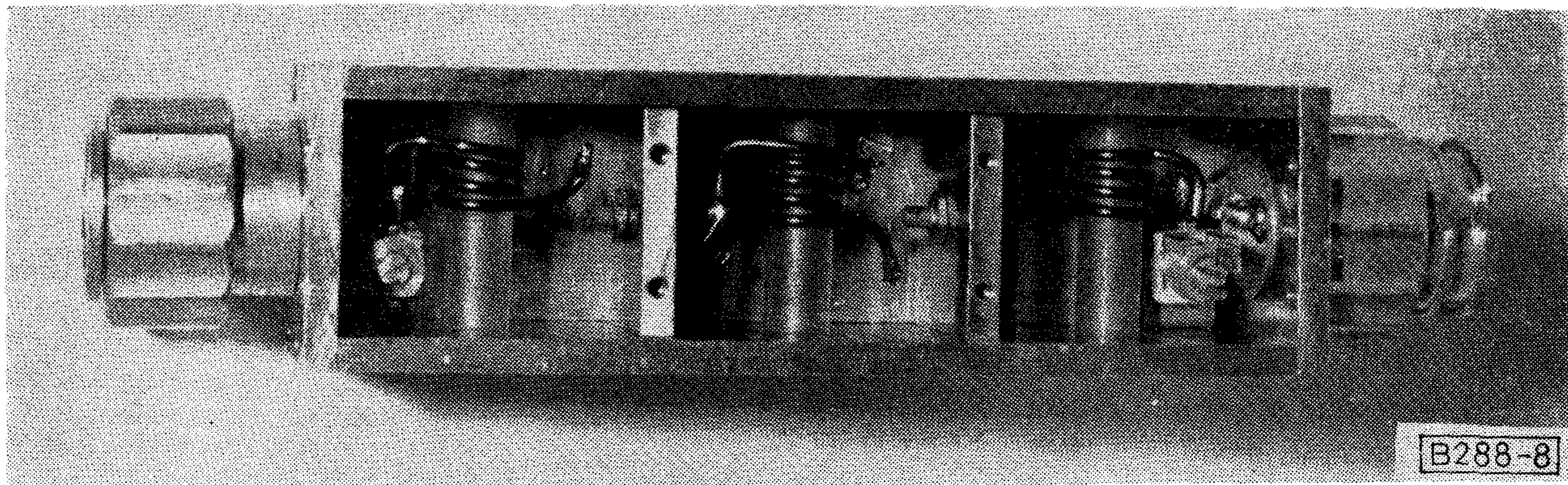
$L_i$ , az  $i$ -dik tag induktivitása

$C_i$ , az  $i$ -dik tag kapacitása

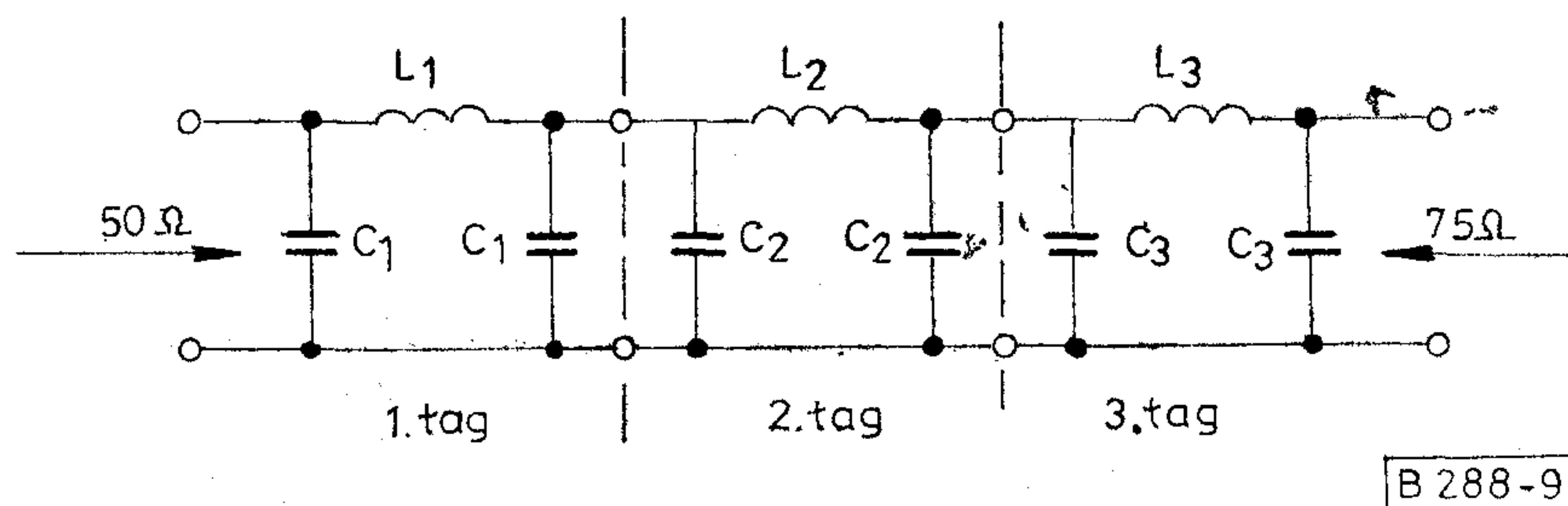
### 3.2. Elosztott paraméterű (koaxiális) transzformátor:

TV IV. sávi változat már a klasszikus koaxiális felépítésű (11. ábrán látható).

A koncentrált elemekkel való megvalósítás nehézségekre ütközik (az elemértékek közel a szórt elemek nagyságrendjébe esnek), ezért a könnyű gyártható-



8. ábra. TV II. sávi 50/75 ohmos illesztőtranszformátor



9. ábra. TV I. és II. sávi illesztőtranszformátorok elvi felépítése



ság és bemérés végett a koaxiális elrendezés került kifejlesztésre. Felépítését tekintve a  $2x\lambda/4$ -es Csebi-sev jellegű transzformátor.

Ennél a változatnál a 2. pontban ismertetett söntelemes kompenzálást is alkalmaztuk: egyrészt a viszonylag széles frekvenciatartomány (470...640 MHz), másrészt ki- és bemeneten levő relatíve nagy ugráskapacitások miatt. Az illesztőtranszformátorok kül- és beltéri használatúak. Szabadtéri üzem esetén időjárásvédett kivitelben készülnek.

#### 4. Teljesítményelosztók

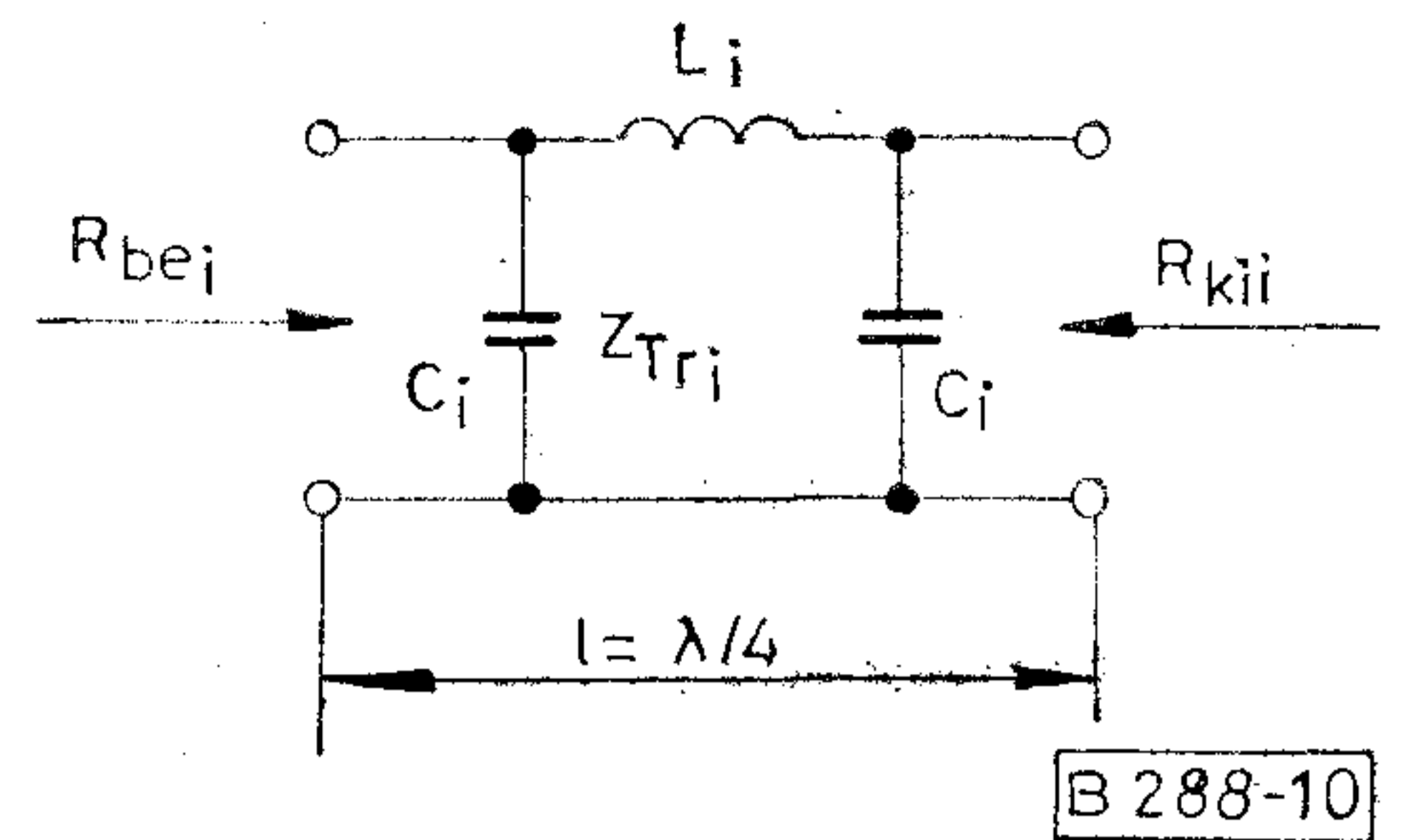
Az elosztók feladata az antennapanelék táplálása. Az adóból jövő teljesítményt az elosztók osztják az antennapanelék számától függő része. A tápvonalon haladó teljesítményt „n” számú vonal párhuzamos kapcsolásából keletkező impedanciát az elosztó transzformátor része illeszti a tápláló vonal hullámellenállásához. Funkcióját tekintve azonosak az impedanciáttranszformátorokéval. Felépítésükben egy lényeges különbség van: míg az impedanciáttranszformátoroknak egy kimenete van, addig az elosztók több kimenettel rendelkeznek. Az elosztók két részből állnak: a széles sávú illesztést biztosító transzformátor szakaszból és a tényleges elosztó részből, ahol a megfelelő számú koaxiális elágazás helyezkedik el. A 2., 3. pontban leírt kompenzálási és illesztési módokat használjuk fel.

A teljeség kedvéért még megemlítjük azt az esetet, amikor a teljesítményt egyenlőtlen arányban osztjuk el. A teljesítményelosztóknak tehát két nagy csoportja van: az egyenlő és egyenlőtlen osztásarányú.

Jelen közleményben csak az egyenlő arányú elosztókkal foglalkozunk.

##### 4.1. TV I. és II. sávi elosztók:

Ezekben a sávokban az elosztócsalád tagjai kábeles kivitelben készültek. Ennek két oka van: egyrészt mind I-es, mind II-es sávban a merev, koaxiális felépítésben nagy méretek és súlyok adódtak volna,



10. ábra. Alaptag a méretezéshez

másrészt átjátszótechnikában a teljesítményhatár 100 W, s ezt a teljesítmény igénybevételt a kábeles elosztók biztonságosan „elviselik”. Itt szeretnénk utalni a kábelnek sokrétű alkalmazási lehetőségére: szűrők, impedanciáttranszformátorok, hibridek, készíthetők velük. Az elosztók is olcsóbb kábelekből készültek, amelyek a konstrukciót olcsóvá teszik és a szériagyártást biztosítják. Osztásaránytól függetlenül kompenzációt alkalmaztunk azért, hogy az adott teljes sávon belül az ugrások által okozott hibákat az előírt állóhullámarányon belül tudjuk tartani (12. ábra).

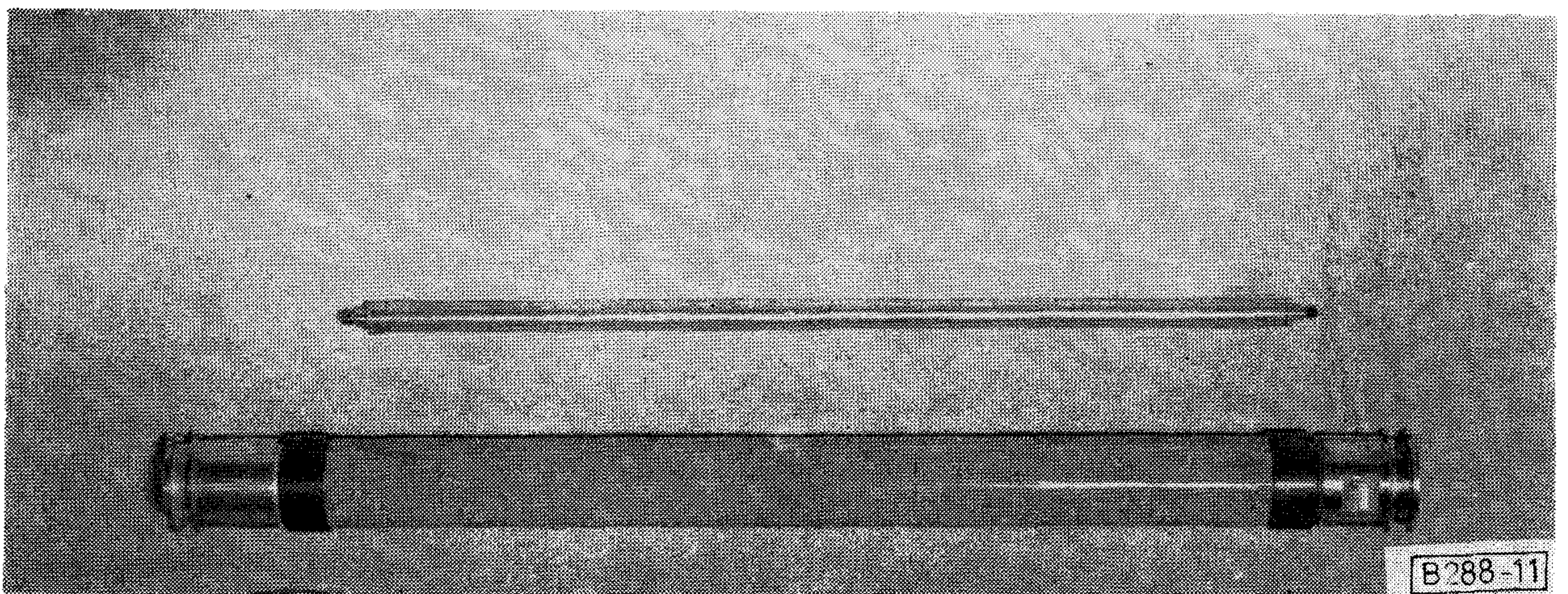
Az elosztók konstrukciójukat tekintve időjárásvédett kivitelűek, mivel szabadtérben kell megbízhatóan üzemelniük.

##### 4.2. TV III. és IV. elosztók:

Ezekben a sávokban működő elosztók már a hagyományos koaxiális kiviteli formában készültek. A külső köpeny szabványos méretű, húzott rézcső, ahol a köpeny zártsága eleve biztosítja az időjárásvédetség követelményét.

A csatlakozási helyek tömítettek, így az elosztó belseje védett a kültéri behatásoktól (por, víz stb.).

TV III. sávban a mintegy 60 MHz-es sáv szélesség átvitele,  $2x\lambda/4$ -es szakaszból álló elosztókkal valósítható meg (13. ábra).



11. ábra. TV IV. sávi 50/75 ohmos transzformátor belső erével



A teljesítménykorlátot ennél a kiviteli típusnál a szabványos koaxiális csatlakozó határozza meg. Ugyanez érvényes az UHF sávi változatnál is.

Az UHF sávi elosztók hangolhatóak (l. 14. ábra).

Erre a viszonylag széles sáv (160 MHz) és a gyártási szórásokból eredő hibák kiküszöbölése miatt van szükség, vagy esetenként keskeny sávban nagyon szigorú illesztési követelményeket kell megvalósítani.

Ennél a változatnál továbbá biztosítani kell a hangolóelemek jó rögzítését és a hangolómechanizmus időjárásvédeltségét. Befejezésül megadjuk a  $2x\lambda/4$ -es transzformátorok (Csebisev) méretezéséhez fontos összefüggéseket. A feladat mindig az, hogy egy  $Z_1$  impedanciát egy  $Z_2$  impedanciába transzformáljunk egy előírt  $r_M$  állóhullámarányon belül a megadott frekvenciatartományban. Az egyes transzformáló szakaszok hullámellenállásának számításához az alábbi konstansok meghatározása szükséges.

$$P_m = \frac{(r_M + 1)^2}{4r_M} \quad (10)$$

a megengedett teljesítmény veszteségi arány

$r_M$  — az átviteli sávban specifikált maximális állóhullámarány

$$C = \frac{R - 1}{2\sqrt{R} \cdot \sqrt{P_m - 1}} \quad (11)$$

ahol:  $R$  az impedancia áttétel, definíciója  $R = \frac{Z_1}{Z_2}$

$Z_1 = Z_{be}$  az elosztó bemenő impedanciája

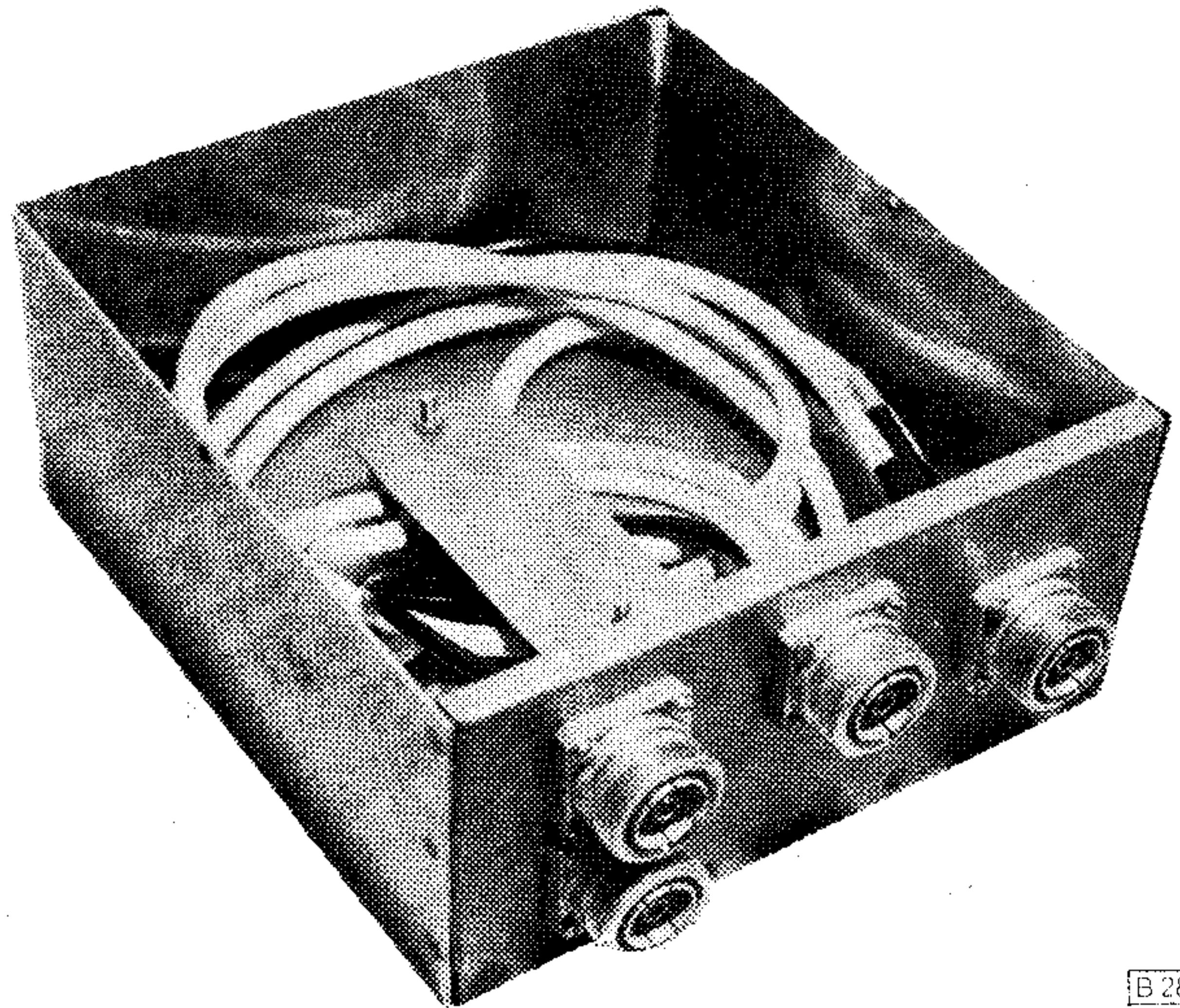
$Z_2$  az elosztó kimenő impedanciája (a párhuzamosan kapcsolt koaxiális vonalak eredője)

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2} [(C + \sqrt{C^2 - 1})^{1/2} + (C - \sqrt{C^2 - 1})^{1/2}] \quad (12)$$

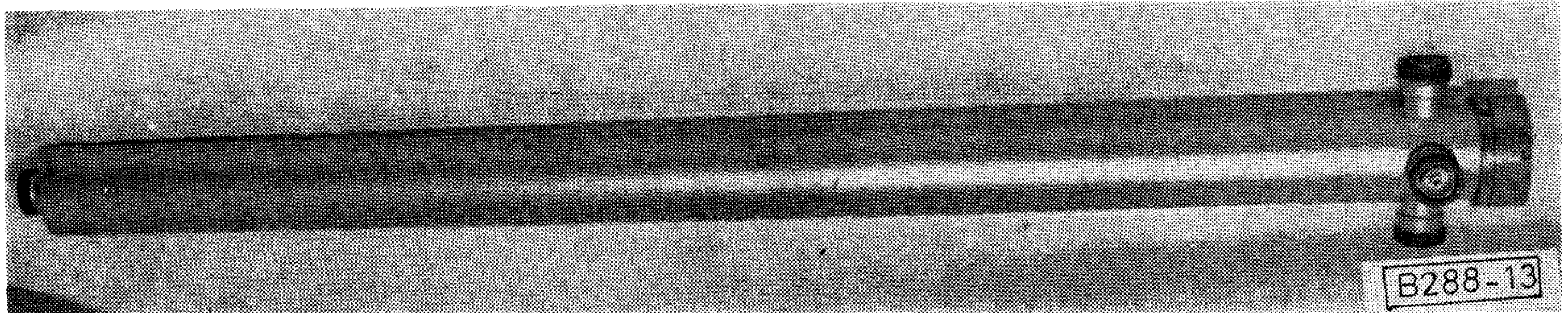
$x$  a másodfokú Csebisev polinom egyik tagja,

$$\cos \theta_i = \frac{x}{\sqrt{2}} \quad (13)$$

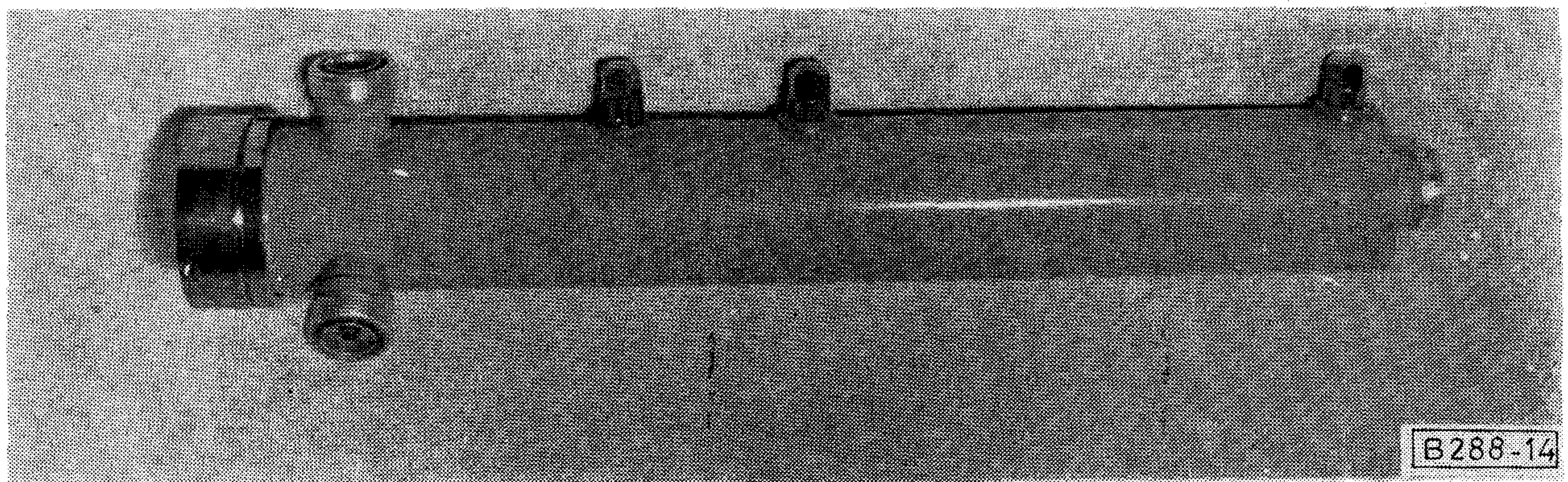
$\theta_i$  annak a frekvenciának felel meg, melynél illesztés van ( $r=1$ )



12. ábra. TV II. sávi 3-as elosztó (kábeles)



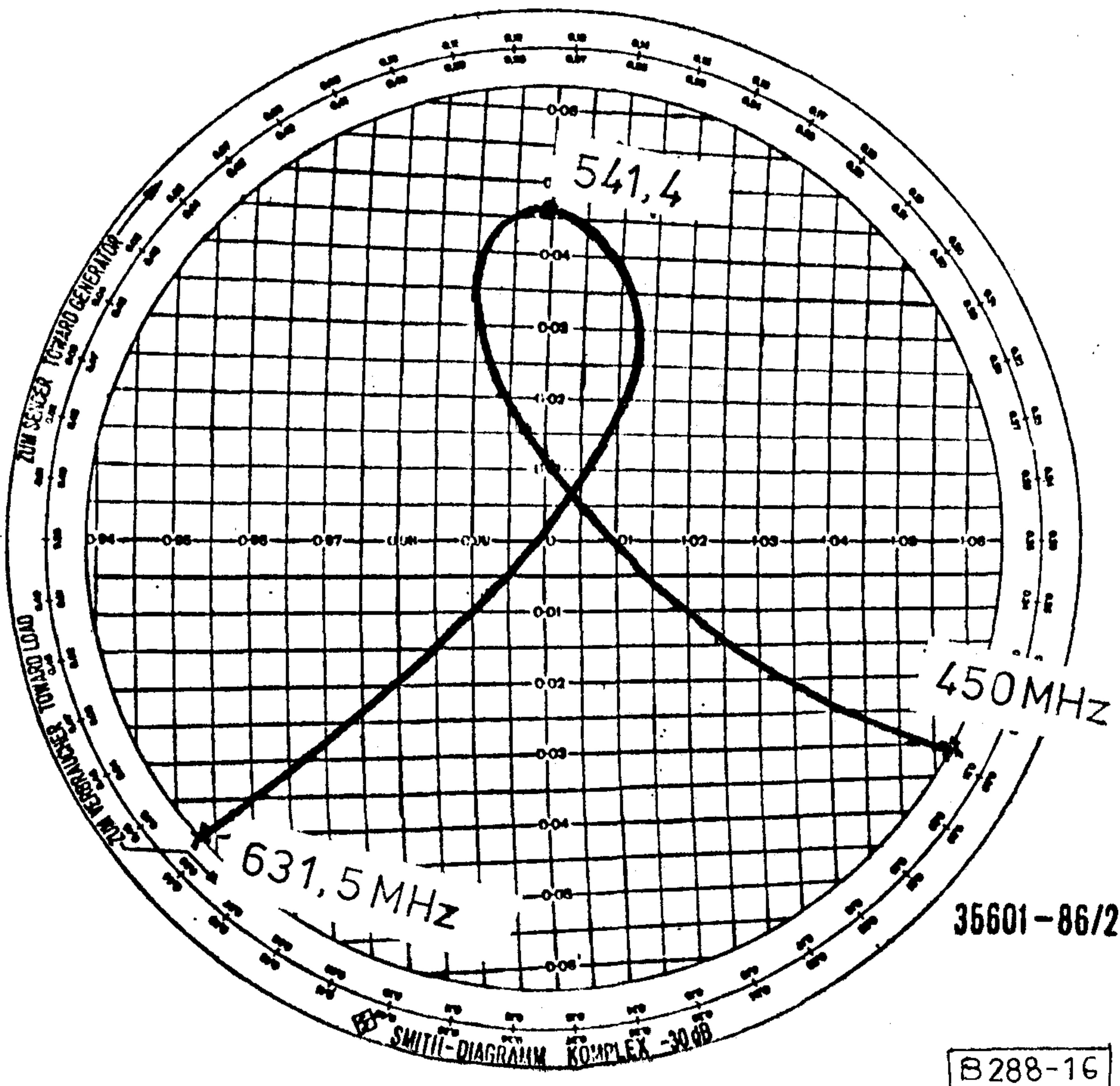
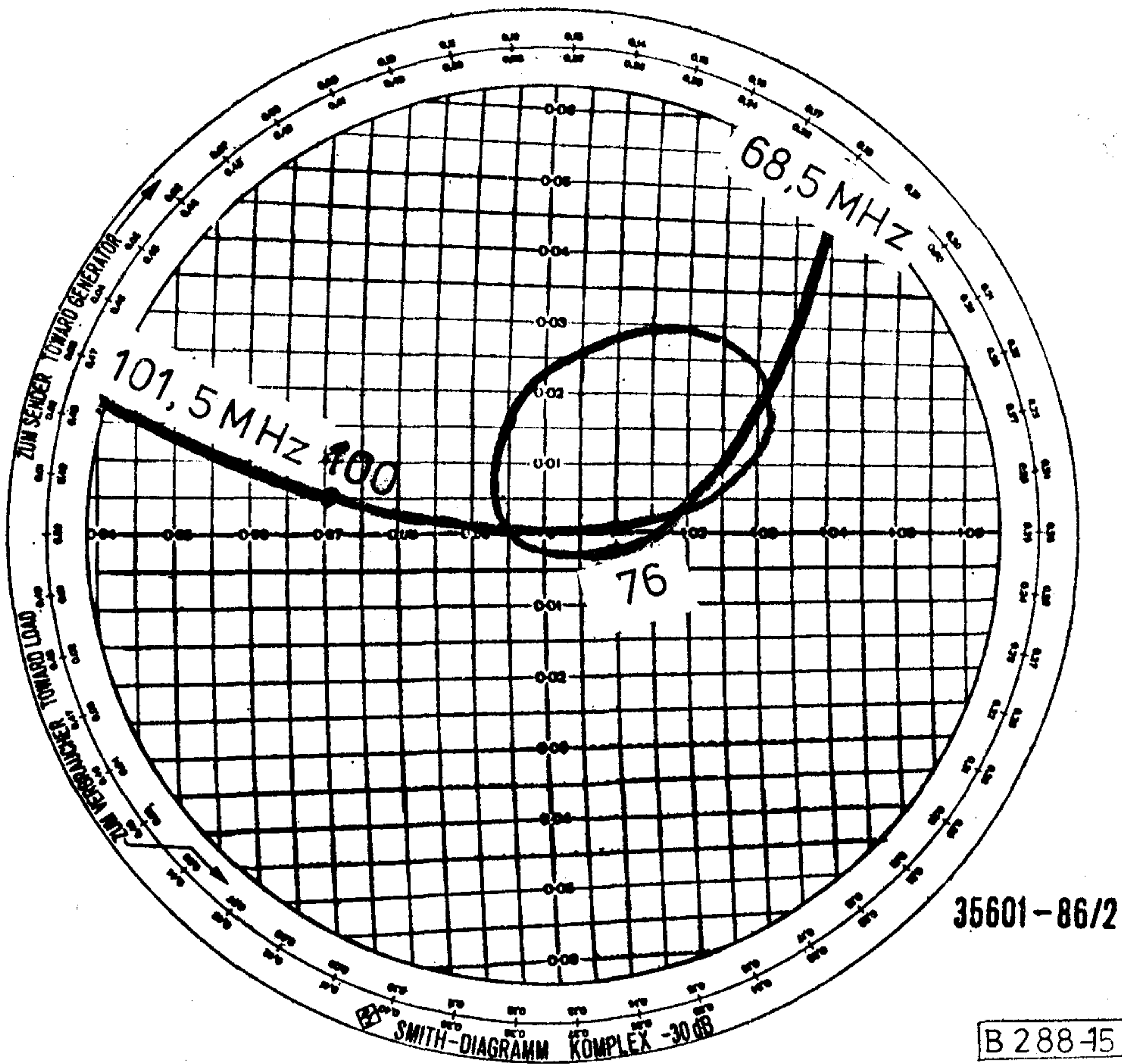
13. ábra. TV III. sávi 4-es elosztó



14. ábra. TV IV. sávi 4-es elosztó



15. ábra. TV II. sávi impedanciáttranszformátor diagramja (50/75 ohm)



16. ábra. TV IV. sávi 4-es elosztó diagramja (50/4 x 50 ohm)



A transzformátor egyes szakaszainak hullámellenállása:

$$Z_{T_1} = Z_1 \sqrt{\sqrt{\frac{R-1^2}{4 \operatorname{tg}^4 \Theta_1} + R} + \frac{R-1}{2 \operatorname{tg}^2 \Theta_1}} \quad (14)$$

$$Z_{T_2} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_{T_1}} \quad (15)$$

Az eddig leírtak szemléletessé tételére megadjuk egy 50/75 ohmos illesztőtranszformátor és egy 50/4×50 ohmos elosztó állóhullámarány görbéjét poláris (Smith) diagramban (15. és 16. ábra).

A cikk korlátozott terjedelme miatt nem térhetünk ki a nagyfrekvenciás terület illesztési kérdésének minden részletére, nem is ez volt a fő célunk.

Ebben a közleményben egyrészt érzékeltetni akaruk, hogy az illesztés során tápvonaltechnikában milyen problémákkal kerülünk szembe, s ezeket hogyan lehet kiküszöbölni, másrészt, ezek a koaxiáltechnikai elemek hogyan tervezhetők VHF és UHF sávban.

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

- [1] Simonyi: Villamosságtan 1964.
- [2] Dr. Jachimovits—Völgyi: Tápvonalak és antennák Példatár I. rész 1973.
- [3] Dr. Istvánffy: Tápvonalak, antennák, hullámterjedés 1967.
- [4] Szalai Pál István: Tápvonalak, antennák Mérnöki Továbbképző Intézet Kiadványa 1966.

---

Értesítjük olvasóinkat, hogy legközelebbi számunk összevontan 96 oldal terjedelemben szeptember hónapban jelenik meg

---



# Vállalati műszaki adatbázisok szervezése

NAGYSZEGHI  
FERENC  
TERTA

## BEVEZETÉS

A gyártási főfolyamat elemeinek fokozódó számítógépes segítése miatt az évtized hátralevő részében várhatóan a vállalati adatbázisok szervezése az egyik legfontosabb tevékenység lesz. Az információkat egyre inkább ERŐFORRÁSNAK kell tekinteni. A termelés információ-orientáltsága jelentős mértékben megnő.

Mivel az adattárak ára csökken, és az adatátviteli képességek növekednek, egyértelmű, hogy az adatbankoknak egyre nagyobb szerepük lehet a vállalat működésében.

A számítástechnika, az információ-technológia és a rendszerelmélet legújabb eredményeinek ismeretében kitűnik, hogy a komplex átfutási idő csökkentésének legjárhatóbb útja — az integrált gyártórendszerek alkalmazásán túlmenően és annak feltételeként — a gyártmány előállítási és értékesítési folyamatlemeinek fokozott számítógépes segítése, valamint ezen folyamatok számítógéppel segített irányítása. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a vállalati adatbázisok elemzése.

## 1. Vállalati rugalmasság és műszaki adatbázis

Az adatbázis elemzésének szükségességét mindenekelőtt a gyors, rugalmas alkalmazkodás és a termék-szerkezet-változtatás igénye indokolja.

Neves közgazdászok helyzetelemzéséből ugyanis kitűnik, hogy a jelenlegi nemzetközi és hazai viszonyok között a vállalatoknak olyan gazdaságpolitikát kell folytatni, amely a következőkre törekszik (2):

- a termelékenység javítása,
- a struktúra átalakítása,
- a technika korszerűsítése,
- a technikai váltások felgyorsítása,
- a színvonalas export növelése.

E célok elérését még tovább nehezíti, hogy a feladatot nehéz körülmények között kell végrehajtani:

- munkaerőhiány miatt tőke- és technikaigényes a növekedés,
- az adottságok miatt a szellemi tőkére igényes alternatívákat kell preferálni,
- a struktúraváltás energia- és anyagtakarékos legyen,
- az exportstruktúrájánál minimálisan import-ki-egyenlítésre kell törekedni.

Az előbbiekből kitűnik, hogy a vázolt szigorú feltételek mellett csak azok a vállalatok képesek a fejlődéssel lépést tartani, amelyek:

- A) intenzív gyártmányfejlesztéssel képesek a gyártmányokat időről időre gyorsan és rugal-

masan módosítani, a gyártmánystruktúrát megfelelően korszerűsíteni,

- B) állandó hatékony műszaki fejlesztéssel teszik gazdaságosabbá a gyártást,
- C) a hagyományos gyártmányoknál új, jobb paraméterek bevitelével, a meglévők gyors és rugalmas változtatásával javítják a minőséget, a termékek szolgáltatásait,
- D) a gyártás előkészítésének és szervezettségének növelésével — a különleges vevői igények felmerülésétől kezdődően a tervezésen és a gyártáson át az értékesítésig értelmezett — átfutási időt minimálisra csökkentik.

A felsorolásból kitűnik, hogy míg az első két követelményből adódó feladatok megoldása a gyártmány-, illetve a gyártásfejlesztés hatáskörébe tartozik, addig az utóbbi két követelmény már csak a teljes vállalati rendszer szintjén értelmezett fogalmakkal írható le, és csak olyan nagy hatékonyságú szervezéstechnikai megoldásokkal elégíthetők ki (CAD, CAM stb.), amelyeket eddig jobbra csak kísérleti jelleggel alkalmaztak. (A rövidítéseket az 1. táblázat tartalmazza.)

### 1. táblázat

#### A szövegben előforduló rövidítések

CAD	=	Computer Aided Design Számítógéppel segített tervezés
CAE	=	Computer Aided Engineering Számítógéppel segített mérnöki munka
CAM	=	Computer Aided Manufacturing Számítógéppel segített gyártás
CAD/CAM	=	Olyan rendszer, amelynek feladata, hogy számítógépek és más információfeldolgozó rendszerek alkalmazásával valamilyen gyártmányt tervezzen és gyártson
CAT	=	Computer Aided Testing Számítógéppel segített mérés és ellenőrzés
CAW	=	Computer Aided Work Számítógépes (rutin) mérnöki munka; dokumentálás — kommunikáció — rutin tervezés
COM	=	Computer Output to/on Microfilm Mikrofilmes számítógép kimenet
MIS	=	Management Information System Vezetői információs rendszer

A CAD/CAM rendszerekre az a jellemző, hogy lehetővé teszik igen nagy mennyiségű (grafikus) adat real-time feldolgozását, az adatok azonnali tárolását és gyors visszakeresését, valamint az interaktív kommunikációt. Ezzel mód nyílik a tervek rövid időn belüli elkészítésére, szimulálására, optimalizálására, dokumentálására és átdolgozására.



Változtatás esetén az új adatokat — elrendezési rajzokat, gyártmány és gyártási dokumentációkat, szerszámozási rajzokat, készletlistákat, gyártási utasításokat, változtatási rajzokat, az NC/CNC gépek vezérlőszalagjait, a tesztprogramokat — rendszerint napok alatt aktualizálni lehet.

A CAD/CAM technológiák alkalmazhatóságának elemzéséhez a vállalati komplex rendszert a következőképpen lehet felbontani:

- a műszaki fejlesztés alrendszere,
- a termelés előkészítési és irányítási alrendszer,
- a gazdálkodói és pénzügyi alrendszer.

A műszaki fejlesztés alrendszere funkcióját tekintve három alapvető területre bontható: gyártmány-, valamint gyár- és gyártásfejlesztésre. Az adatbank szempontjából alapvető feladat a gyártmányok konstrukciós és technológiai adatainak meghatározása, hiszen minden további adat erre rakódik rá.

A következők egy vezértípus gyártmány műszaki információ igényének elemzését és számszerűsítését tartalmazzák. A cél egy későbbi felméréshez felhasználható olyan felbontás létrehozása volt, amely alapul szolgálhat egy rendszertervhez.

Ezután a folyamatrendszert megszervezve, a cél — folyamat — szervezet dinamikus egyensúlyának biztosításával tervezhető meg a követelményeknek megfelelő információs rendszer (3).

A vezértípus gyártmány kiválasztásakor olyan berendezést célszerű meghatározni, amely konstrukciójánál és bonyolultságánál fogva átlagosnak mondható. Így előállítása átlagos terhelést jelent mind a fejlesztés, mind a gyártás során.

## 2. A vezértípus gyártmány leírása

### 2.1. A gyártmány jellemzése

A választott berendezés egy adatátviteli berendezés.

Távadattfeldolgozó rendszerekben való alkalmazásával több átviteli csatorna adatai egyetlen telefonvonalon továbbíthatók.

A berendezés önálló konstrukciós egység, amely megfelel a nemzetközi szabványok előírásainak. Az áramköri elemek korszerű negyedik generációs mikroelektronikai alkatrészek. **ÖSSZETETT GYÁRTMÁNY**; sok, különféle nyersanyagból, több összefüggő gyártási tevékenységgel, számos művelettel készül.

### 2.2. A gyártási folyamat jellemzése

A gyártás **RÉSZLEGES VERTIKALITÁSÚ** (vásárolt egységek, alkatrészgyártás és szerelés).

A gyártás tömegszerűségét tekintve **SOROZAT-GYÁRTÁS** típusú, míg dinamikai jellegét tekintve **SZAKASZOS**, egyes műveleteknél két műszakos.

A gyártási folyamatra jellemző még:

- **MUNKAESZKÖZÖK**: készülékek, célműszerek és különleges eszközök széles körű alkalmazása,
- **MUNKAERŐ-SZÜKSÉGLET**: meghatározott területeken speciális szakképzettségű munkaerő, segéd- és betanított munkaerővel vegyesen,

- **MŰSZAKI ELŐKÉSZÍTÉS**: részletes, ábrás jellegű,
- **NORMÁK**: statisztikus, részben műszaki normák,
- **MŰVELETLÁNC KIALAKÍTÁSA**: munkahelyek egy-egy munkafolyamat végzésére csoportosítva,
- **MUNKA IRÁNYÍTÁSA**: centralizált rendszerű.

## 3. A gyártmányfejlesztés adatbázisa

A választott vezértípusgyártmány leírásához szükséges információigény, illetve adatbázis a következőkkel jellemezhető.

A **MŰSZAKI KÖVETELMÉNYRENDSZER**, amely a hazai és a nemzetközi szabványok előírásából és a vállalati tervcélből jön létre kb. 50–60 oldal, 60–80 Kchar (Kilokarakter).

A **SZÁLLÍTÁSI MŰSZAKI FELTÉTELEK**: amely az átadás műszaki, ellenőrzési feltételeit tartalmazza kb. 50–60 oldal, kb. 60–80 Kchar/nyelv. Gyártmányonként három nyelvvvel számolva kb. 150–200 oldal, kb. 200–250 Kchar.

A rendszertervezés és gyártmányfejlesztés során kétféle dokumentáció jön létre:

- **PROTOTÍPUS — NULLSZÉRIA — GYÁRTMÁNY DOKUMENTÁCIÓJA**,
- ún. fejlesztői „REPORTOK”.

Az ún. fejlesztői „REPORTOK” közé olyan, a fejlesztő által kézzel írt, jogi érvényű feljegyzések, leírások, mérési összeállítások tartoznak, amelyek vállalati szintű nyilvántartása nem megoldott, bár az ismételt kitalálás elkerülése érdekében az kívánatos lenne. Egy gyártmánynál kb. 1500–2000 oldal, kb. 1800–2000 Kchar.

A **GYÁRTMÁNY DOKUMENTÁCIÓJA** a következőket tartalmazza:

- **SZERVIZ ÉS KARBANTARTÁSI UTASÍTÁS** kb. 20 oldal, kb. 25–30 Kchar.
- **CSOMAGOLÁSI KÖVETELMÉNYEK** leírása kb. 2–3 oldal, 1–2 db A2-es méretű rajz, kb. 15–20 Kchar.
- A **GYÁRTMÁNY VÉGÁTVÉTELI** előírása kb. 20 oldal, kb. 25 Kchar.
- A **GYÁRTMÁNY MŰSZAKI** leírása kb. 200 oldal, kb. 250 Kchar.
- **GYÁRTMÁNY DARABJEGYZÉKEK** kb. 60 oldal, kb. 70–80 Kchar.

A **GYÁRTMÁNYRAJZOK** csoportosítása:

- A teljes berendezésre vonatkozó kapcsolási rajzok kb. 60 db A2-es rajz, kb. 300 Kchar.
- A mechanikai konstrukció rajzai közül a szekrény tartalmát leíró rajzok, darabjegyzékek és szerelési utasítások,
- Leírás kb. 15 oldal, kb. 30 Kchar.
- Rajzok kb. 150 db A4-es rajz, kb. 150–200 Kchar.
- A szekrény mechanikai konstrukcióját leíró rajzok és darabjegyzékek kb. 15–20 A2-es rajz, kb. 100 Kchar.

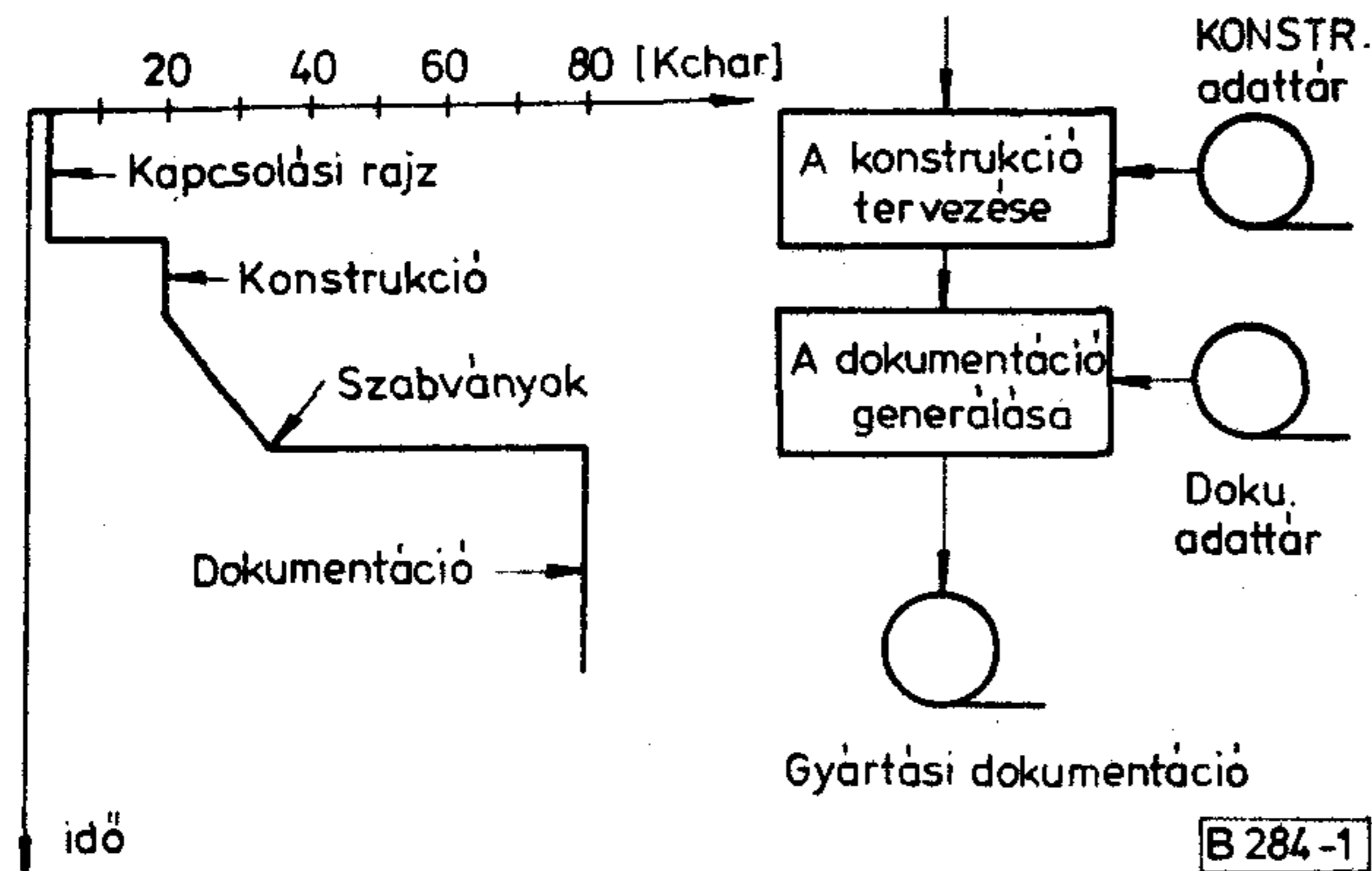
A berendezés jellemző alkotó eleme a **SZERELT NYOMTATOTT HUZALOZÁSÚ ÁRAMKÖR**. A ter-



vezés során az információ mennyiség változását egy lapra vonatkozóan az 1. ábra mutatja. A vezértípus berendezés 40 db áramköri lapot tartalmaz kb. 120–150 db A2-es rajz, kb. 1000–1500 Kchar. (MEGJEGYZÉS. A számításnál  $40 \times 80 \text{ Kchar} = 3200 \text{ Kchar}$ . Mivel azonos elemek, szabványos tervezési területek, mechanikai megoldások vannak, ez becslések szerint kb. 30–50%-os szintre csökkenti le az összes információ mennyiségét.)

Az előbbi adatok alapján a kumulált információ mennyiségének változását a gyártmányfejlesztés folyamata alatt a 2. ábra mutatja.

A gyártmány dokumentáció adattartalma az előzők szerint kb. 4000–4800 Kchar.



1. ábra. A kumulált információ mennyiség változása egy áramkör tervezése során

#### 4. A gyártmányfejlesztés adatbázisa

A gyártási információ rendszer outputja a gyártási folyamat működéséhez szükséges műszaki információ, amely többek között különböző műveleti utasításokat és szabványokat tartalmaz. Kialakításához, megtervezéséhez a gyártási folyamatok technológia szintű vizsgálata szükséges.

A rendszer inputja a gyártmány dokumentációja, amelyet részben az automatikus tervezőrendszerrel kap. A termelési tervezés és irányítás felé nyújtott adatszolgáltatáshoz szükséges még a termelési tervek és feladatok bevitele a rendszerbe.

A vállalati rendszer áramkör tervezési és gyártó alrendszerei a technológizálási folyamattal szemben a következő igényeket támasztják:

- a fejlesztési idő csökkentésével párhuzamosan csökkenteni kell a gyártás előkészítési idejét is,
- mivel az eddigi külső beszerzést és az egyszerű, elsősorban manuális gyártási folyamatokat magasan gépesített folyamatok váltották fel, ezért a technológizálásnak részletesebbnek kell lennie, és egyben létre kell hoznia az NC/CNC berendezések gyártóprogramjait is,
- a nagy értékű berendezések kihasználása az eddigieknél magasabb fokú és színvonalasabb gyártástervezést igényel.

A fenti igények alapján a megnövekedett technológusi munkát minőségileg jobban, rövidebb idő alatt kell végrehajtani. E célra a Telefongyár és a Távközlési Kutató Intézet olyan számítógépes technológi-

záló rendszert fejlesztett ki, amely illeszkedik a vállalati gyártórendszer elemeihez (4).

A gyártási dokumentációba a különféle művelettervek, műveletlapok, szerszámlisták, segédanyag listák tartoznak.

A berendezésbe beépülő alkatrész legyártásához szükséges adatokat a művelettervek rajzszámoként tartalmazzák.

Műveleti laponként kb. 0,5; művelettervenként kb. 10 Kchar-rel számolva egy 100–150 egységből álló berendezés gyártási dokumentációja kb. 1000–1500 Kchar.

A viszonylag kevésbé részletezett gyártási dokumentáció abból adódik, hogy az automatikus tervezőrendszer szolgáltatásai közé tartoznak a különféle anyag- és eszközlísták, az NC/CNC gépek vezérlőszagjai. A gyártástervezés által létrehozott adatmennyiségénél nem szerepelnek a szabványjellegű és a gyártóberendezésekre vonatkozó adatok.

A gyártmányfejlesztési és a gyártástervezési folyamat során a műszaki információ kumulált mennyiségének változását a 2. ábra mutatja.

#### 5. A felmérés összegzése

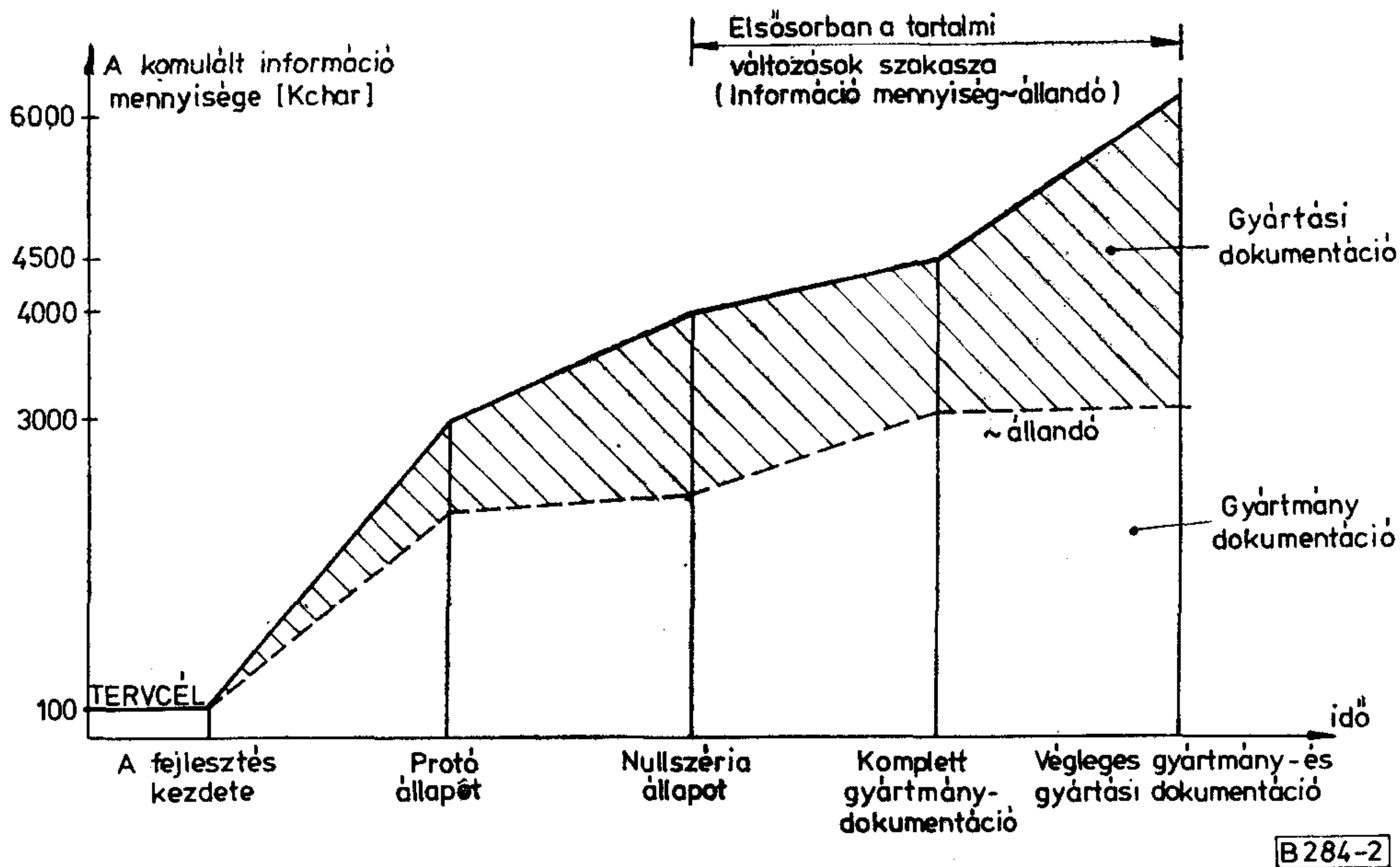
Az előzőekben vázolt műszaki adatbázist elemezve ábrázolható a hagyományos, valamint a számítógéppel segített tervezési és technológizálási folyamatok során keletkező kumulált információ mennyisége. Ez a 2. ábrán is szereplő töréspontok jelölésével (prototípus – nullszéria – gyártmány dokumentációja) a 3. ábrán látható.

A 3. ábrából a következők állapíthatók meg:

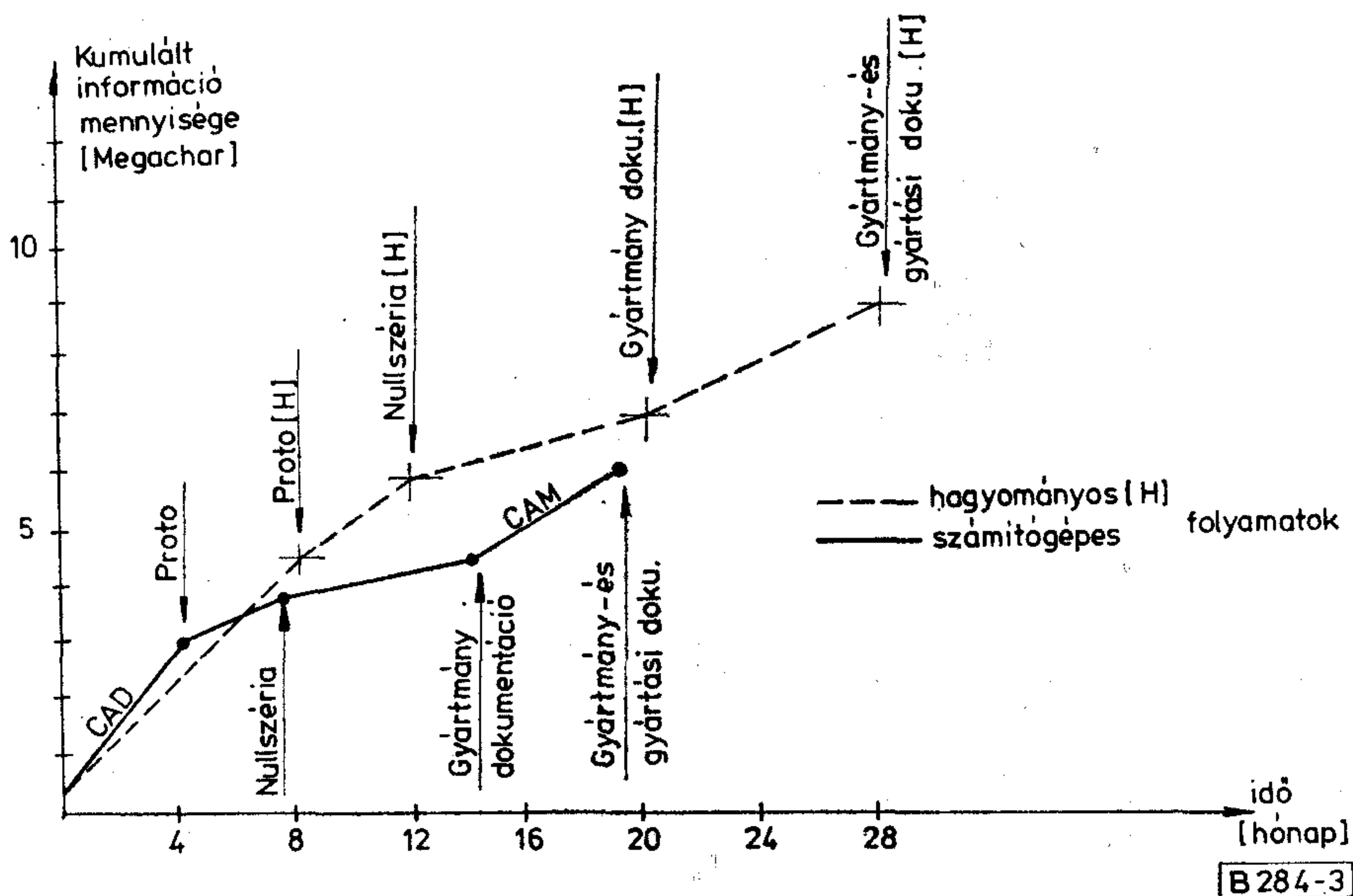
1. Az irodalmi és egyes felmérési adatok szerint a műszaki adatok előállítása döntő szerepet játszik a gyártmány értékesíthetőségében, gazdaságosságában. Így a fő hangsúlyt e területek fejlesztésére, számítógépes segítésére kell helyezni.
2. Míg az elektrotechnikai iparágban a CAD, addig a gépgyártási iparágban a CAM technológiák terjedtek el jobban. A TELEFONGYÁR az elmúlt tíz évben a CAD technológián kívül a CAM technológia fejlesztésében is ért el eredményeket.
3. A 3. ábrából az is kitűnik, hogy a számítógéppel segített folyamatoknál mind az információ mennyisége, mind az átfutási idő jelentősen csökken. Ez igaz mind a CAD, mind a CAM technológiára.
4. Vizsgálat tárgyát kell képeznie annak a folyamatnak, amely a protoállapot és a kész gyártmánydokumentáció között megy végbe, mert várhatóan a jövőben ez jelentheti az átfutási idő-csökkentés akadályát. Ez várhatóan csak a dokumentációkészítés, a műszaki információ ellátás, az irányítási rendszer fejlesztésével (MIS, COM) és az irodai-mérnöki munka automatizálásával (CAE) lesz elhárítható.

Az elemzésből kitűnik, hogy integrált gyártórendszerek termelésbe állításának alapvető feltétele a megfelelő információs rendszer kifejlesztése.





2. ábra. A kumulált információ mennyiségének változása a gyártmányfejlesztési és gyártástervezési folyamat során



3. ábra. Hagyományos és számítógéppel segített tervezési és technológizálási folyamatok összehasonlítása

Az információs rendszerrel szemben a következő követelményeket kell támasztani:

- a vállalat céljait és szándékait támogassa,
- minden vezetői szint igényeit elégítse ki,
- teljes felépítésének ismeretében részenként, modulárisan legyen megvalósítható.

A műszaki adatbázis tervezése után — a moduláris felépíthetőséget szem előtt tartva — lehet elemezni azokat a további rendszer elemeket, amelyek kiépítése hozzájárulhat a vállalati információs rendszer fejlesztéséhez, tovább növelve ezzel a vállalat rugalmasságát, alkalmazkodóképességét.

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

- [1] Martin, J.: Számítógépes adatbázis szervezése. Budapest, MKK 1981. pp. 340.
- [2] Bognár J.: A fejlődés század végi fordulópontjai. Budapest, KJKK 1980. pp. 280.
- [3] Kocsis J.: Gépipari folyamatok szervezése. Budapest, MKK 1979. pp. 370.
- [4] Gémes P.—Zsuppán F.: TECHN-T programrendszer. Budapest, TKI tanulmány, 1980.
- [5] Nagyszeghi F.: A vállalati számítógépes irányítási rendszerhez illeszkedő integrált gyártó rendszer termelésbe állításának szervezése. Gazdaságmérnöki diplomaterv. BME: Budapest, 1982.



## CB-monitor

MALCSINER FERENC  
BHG

A POSTA zavarelhárító szolgálata számára az utóbbi időben egyre nagyobb feladatot jelent a rohamosan szaporodó CB rádiótelefonok által okozott zavarások elhárítása. Adó oldalon legtöbbször illesztetlenség, a felharmonikus szűrés hiánya, vagy túlmodulálás okozza a problémát.

Mindezekről a készülék üzemeltetője a legtöbbször nem rendelkezik közvetlen információval. Ezen hiányosságot kívánja pótolni az itt leközölt CB-monitor.

CB-monitor alatt olyan műszeregységet értünk, amely lehetővé teszi az adókészülék műszaki paramétereinek üzem alatti állandó megfigyelését. Hírszóró adóknál közismert elnevezés, de CB viszonylatban még nem terjedt el.

Az alább ismertetett CB-monitor használata nem csökkenti számottevően az adó kimenő teljesítményét, ezért fixen telepített berendezéseknél állandóan bekapcsolva tartható. Mobil készüléknél leginkább az antenna beállításánál van jelentősége.

A CB-monitorral az alábbi mérések végezhetők:

1. Kimenőteljesítmény-mérés.
2. Antenna reflexiós tényezőjének érzékeny mérése (SWR).
3. Moduláció %-mérés AM üzemben.
4. Vivőesés (carriercsúszás) mérése AM üzemben.
5. Vivőkiszivárgás ellenőrzése SSB üzemben.
6. Oldalsáv-teljesítmény indikálása SSB üzemben.

Fentiekén kívül a monitor tartalmaz egy felharmonikus szűrőt a tv 1-zavarok kiküszöbölésére.

A műszer egyszerűen elkészíthető, de a beállítása némi gyakorlatot és bizonyos műszerparkot feltételez. Hitelesítése vagy összehasonlítással, vagy laboratóriumi körülmények között történhet.

### ÁRAMKÖR-FELÉPÍTÉS

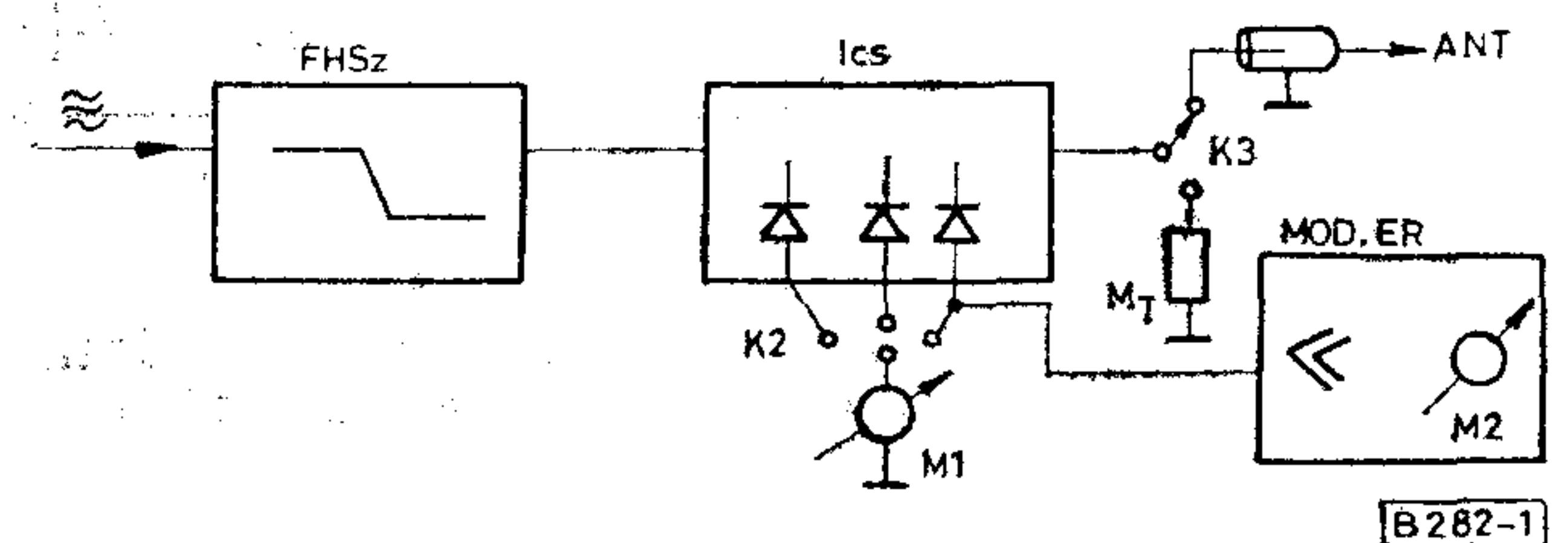
A monitor tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az adóból érkező modulált jel a felharmonikus szűrőbe (FHSZ) érkezik. Innen az iránycsatolóba jut (ICS) mely az M1 műszer részére három detektort tartalmaz.

Az iránycsatolóból a jel a K3 kapcsolón keresztül vagy a műterhelésre (M<sub>T</sub>) vagy az antenna-tápvonalra kerül. Az iránycsatoló egyik detektoráról demodulált jelet vezetünk a modulátorerősítőbe (Mod. Er.), melynek kimenetén foglal helyet az M2 műszer, mely a modulációra vonatkozó értékeket mutatja.

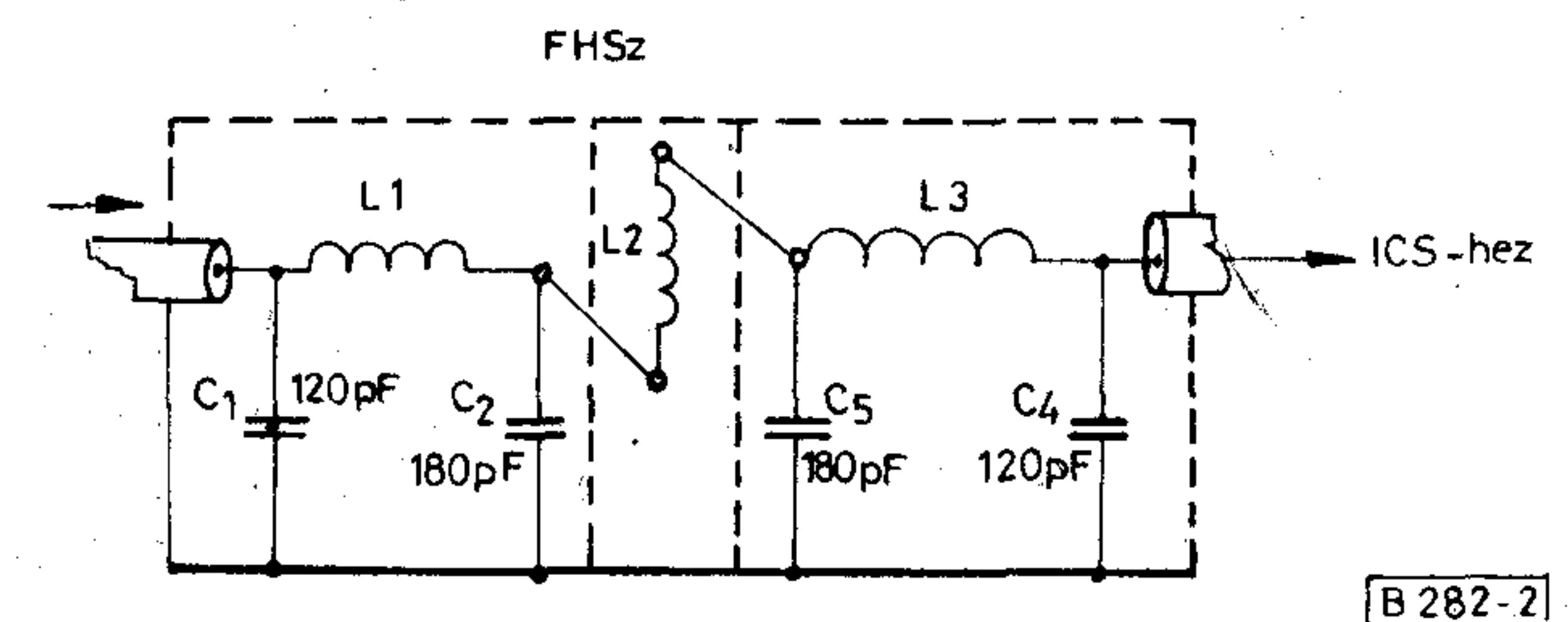
A monitor első két egysége passzív elemekből áll, ezért csak a modulációs jellemzők mérését végző erősítő áramellátásához szükséges 12 V tápfeszültség.

Vegyük sorra az egyes egységeket.

A felharmonikus szűrő (FHSZ) önálló egységet alkot. Beépítésére csak akkor van szükség, ha az adó nem tudja teljesíteni az előírt 4 nW káros felharmonikus sugárzási előírásokat. A szűrő elvi kapcsolása a 2. ábrán látható. A három induktív és négy kapacitív tagból álló felülvágó szűrő csillapítási karakterisztikáját a 3. ábra mutatja. — A szűrő csillapítása az áteresztő sávban nem éri el az 1 dB-t, a harmonikuson való levágása pedig jobb mint 40 dB. Ez az érték az adó végfokozatában alkalmazott ki-



1. ábra. Monitor tömbvázlata



2. ábra. Felharmonikus szűrő elvi kapcsolása







a mérőáramkör belső ellenállása megváltozik, a D1 diódára eső terhelés is meg fog változni. A változás annál kevésbé befolyásolja a mért értéket, mennél kisebb a műszer fogyasztása. Ezért célszerű 50 vagy 100  $\mu\text{A}$  alapérzékenységű műszert alkalmazni. (Nagyobb fogyasztású műszerek alkalmazása esetén egy tranzistoros előerősítő fokozattal lehet a mérés-határt tetszőlegesen kialakítani. Túlságosan érzékeny SWR mérés azonban nem indokolt, mert — főként a mobil antennák esetén —, az állóhullámarány gyakran 3-as érték fölé emelkedik.)

Az adók bemérését mindig a műterhelésen végezzük, mert az antennarendszer mindig tartalmaz reaktáns elemeket. Így a tápvonalszakasz lezárása üzem alatt nem lesz tökéletes, tehát a műterhelésen mért érték és az antennakábelrel mért érték között mindig lesz némi eltérés.

A kimenőteljesítmény mérését az R5 sarkain mért feszültségből határozzuk meg. E célra a D2 dióda és a TR1 trimmerpotencióméter szolgál. A K2 kapcsolóval W állásba kapcsolunk és a TR1-et csavarhúzóval a megfelelő állásba hozzuk, úgy hogy M1 az adó üzeme alatt középállásba kerüljön. A teljesítménymérést célszerű egy ismert és hiteles műszerrel történő összehasonlítással végezni. Ennek hiányában megbízható eredményt kaphatunk termikus összehasonlító módszer alkalmazásával is.

A modulációs jellemzők meghatározásához a D3 dióda szolgáltatja a demodulált hangfrekvenciás feszültséget. A nagyfrekvencia kiszűrésére R3, R4, C7, C8 tagokból álló szűrőlánc nyert beépítést. A többtagú szűrő alsó tagja a P2 szintállító potencióméter, mellyel K2 kapcsoló M3 állásában középállásba kell hozni az M1 műszert. E pontról vezetjük a demodulált hangfrekvenciát a C9 kondenzátoron át a hangfrekvenciás erősítő bemenetére (5. ábra), mely három tranzisztort tartalmaz. Az utolsó tranzisztor kollektorán fellépő hangfrekvenciás feszültséget a D4—D5 diódapáron keresztül vezetjük az M2 műszerhez, mely a hangfrekvenciás feszültséget fogja mutatni. M2 azonos típusú lehet mint az M1.

Az erősítő érzékenységét a TR3 belső trimmer potencióméterrel lehet szabályozni. TR2 a műszer érzékenységét szabályozza. Mivel M2-vel C14 nagy értékű kapacitás van párhuzamosan kapcsolva, ezért TR2 változtatása a műszer időállandóját is befolyásolja. Erre azért van szükség, hogy beszédrel történő moduláció alatt a műszer az átlagos modulációs közép szintet mutassa. Helyes beállítás esetén M2 körülbelül 0,3 sec alatt éri el a végkitérést.

Az erősítő érzékenysége 3—8 mV. A C9 kondenzátorra 300 Hz, 5 mV feszültséget adva M2-nek végkitérésen kell állnia. Az erősítő elvi rajza az 5. ábrán látható.

## FELÉPÍTÉS

A monitor dobozát egy oldalon fóliázott nyák lemezekből állítjuk elő. Leszabás és furatozás után a lemezeket élükön össze kell forrasztani, majd fekete matt festékkel lefújni. A 6. ábrán látható doboz mérete 200×120×47 mm. Ha a felharmonikus szűrő nem kerül beépítésre, a doboz mérete ennek megfe-

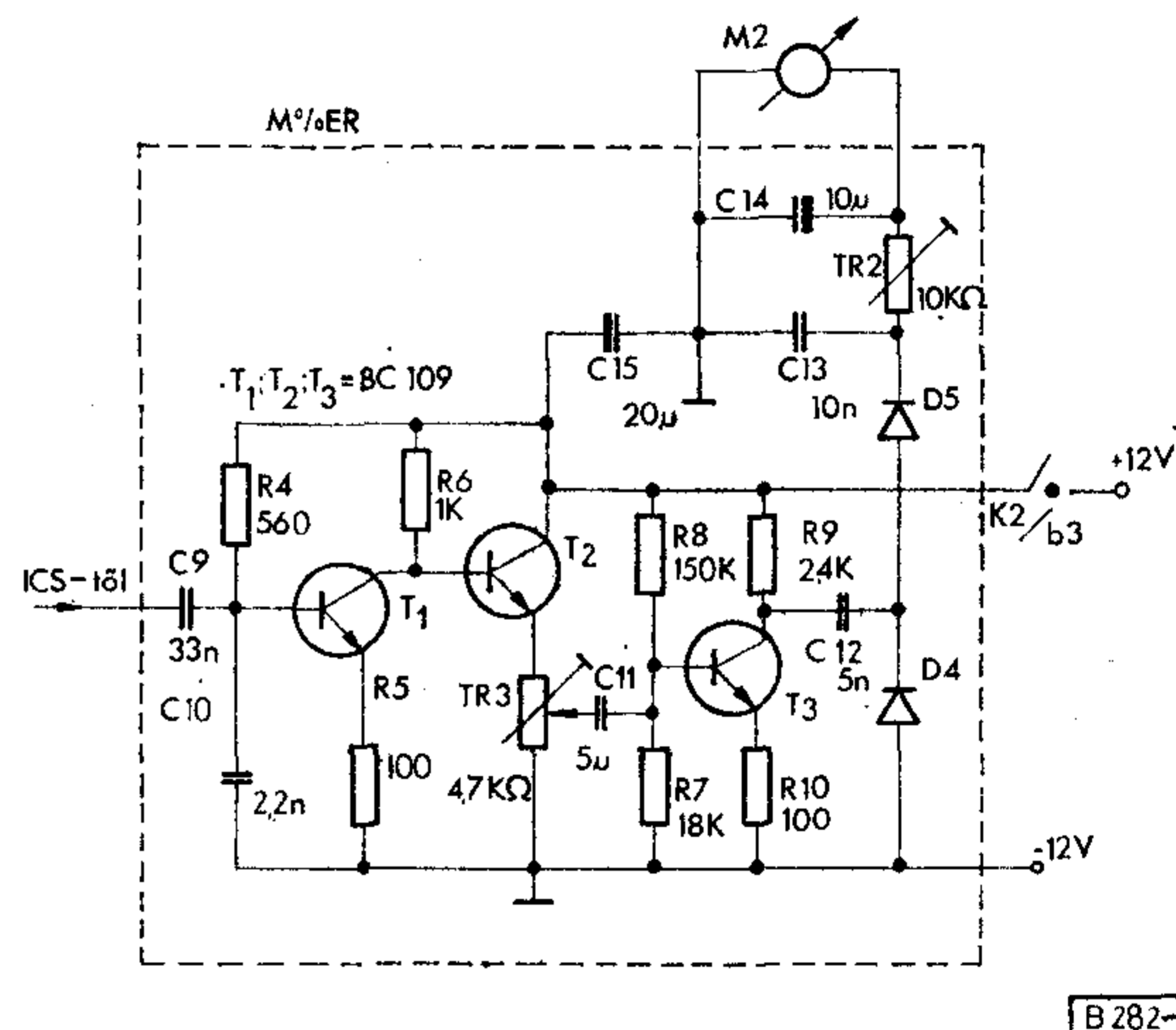
leően csökkenthető. Az áramköröket tartalmazó nyomtatott áramköri lapok egymás felett nyertek elhelyezést, úgy hogy a K1 és K2, valamint P1 és P2 az előlapon jelenik meg, míg K3 a doboz jobb oldalán a kimeneti Amphenol csatlakozó felett helyezkedik el. A trimmer-potencióméterek a hátlapon levő furatokon keresztül, csavarhúzóval állíthatók.

## ÜZEMBE HELYEZÉS

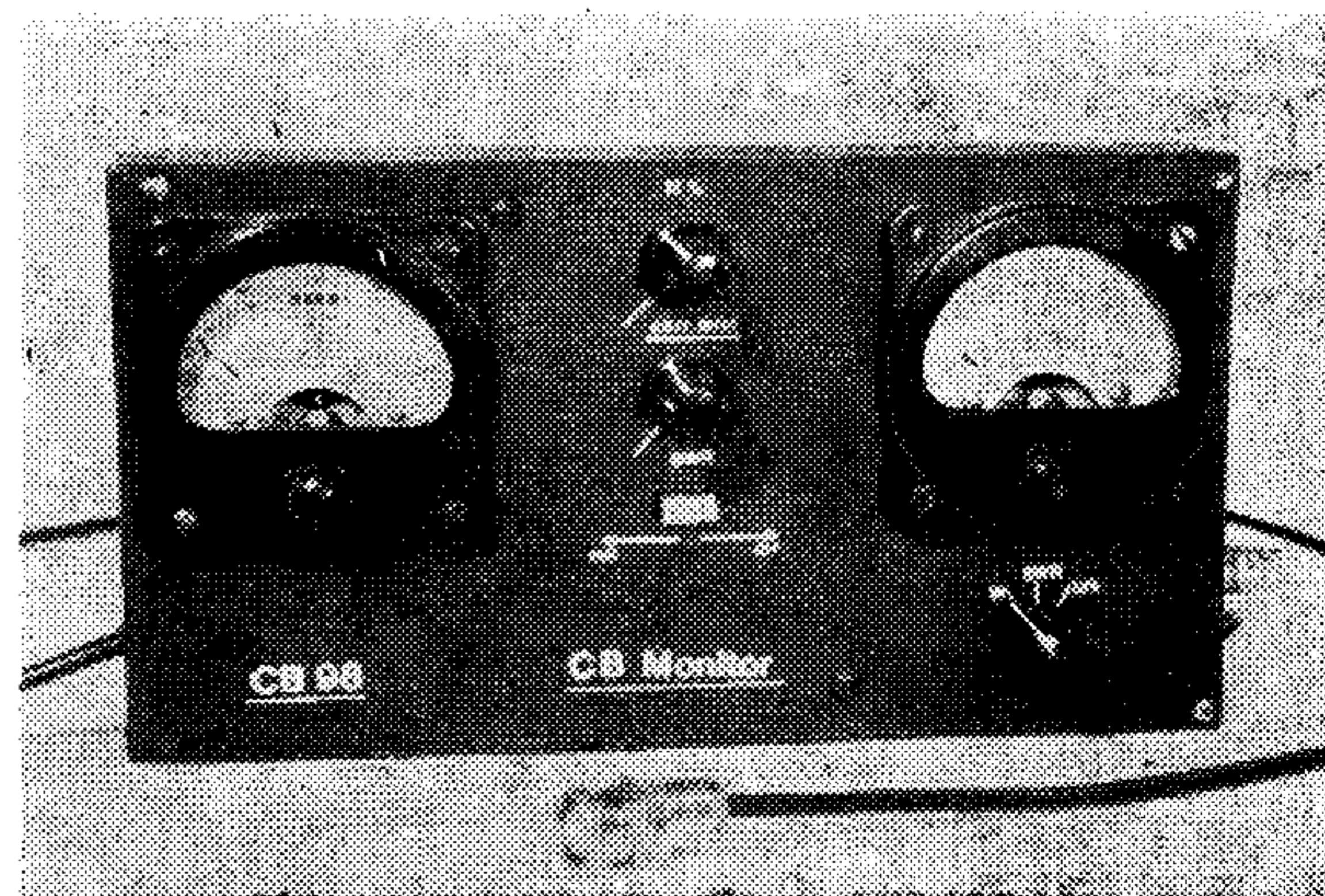
Először az iránycsatolót kell beállítani (4. ábra). Az adót a harmonikus szűrő kiiktatásával csatlakoztatjuk a panelhez. K3-mal az R5 műterhelést iktatjuk be. K2 „W” állásban álljon. Az adót moduláció nélkül elindítva meggyőződünk, hogy TR1-gyel M1 műszer változtatható-e 0 helyzet- és végkitérés között.

Ezután K2-t SWR állásba kapcsoljuk, R2 helyét pedig ideiglenesen rövidre zárjuk. K1-et „H” állásba állítva P1-gyel végkitérésre állítjuk M1-et. Utána K1-et „R” (reflektált) állásba kapcsolva, M1-nek 0-ra kell visszaesnie. Ha ez nem következik be és M1 két osztásnál nagyobb értéket mutat, akkor vagy a csatolóhurok nem fekszik fel a tápvonalszakaszra pontosan, vagy az R5 lezáróellenállás nem indukciómentes, valamint a K3 is okozhat reflexiót.

Ezután következik a műszer érzékenységének beállítása reflektált irányban. E célból megszüntetjük



5. ábra. Mod. % mérő elvi kapcsolása



6. ábra. CB-monitor, Baloldalt M1, jobboldalt M2. Alatta K2. Középen: P2, alatta P1, ez alatt K1.



a rövidzárat és R2 helyére ideiglenesen egy 10 kohm-os potenciométert forrasztunk be. K1-et „H” állásba kapcsolva az ideiglenes potenciométerrel fél állásba (50 fokra) állítjuk be M1-et. Ezután teljes reflexiót idézünk elő oly módon, hogy K3-at Ant. állásba kapcsoljuk és az Amphenol csatlakozót rövidre zárjuk. Ekkor P1-gyel állítjuk be M1 műszert középállásba. Ha ezután K1-et „R” állásba kapcsoljuk, a műszernek pontosan 100 fokot kell mutatnia. Ha szükséges az ideiglenes potenciométerrel korrigáljuk a végkitérést. Az adót kikapcsolva ohm-mérővel megmérjük az ideiglenes potenciométeren beállított értéket és azt fix ellenállással felcserélve, az R2 helyére véglegesen beferrasztjuk.

A továbbiakban a mérés úgy történik, hogy K3-mal rákapcsoljuk a mérendő antennát a monitor kimenetére, az adót moduláció nélkül elindítva, K1 „H” állásában P1 potenciométerrel végkitérésbe hozzuk M1 műszert. Üzem közben K1-et „R” állásba kapcsoljuk és leolvassuk az M1 által mutatott értéket, melyet az SWR táblázat szerint értékelünk.

## HITELESÍTÉS

Megismételjük az előbbi fejezetben leírtakat úgy, hogy a felharmonikus szűrőt is beiktatjuk az 1. ábra szerint. A szűrő beállítását vobbulátorral, vagy szignálgenerátorral és szelektív csővoltmérővel végezzük. Ha ilyennel pillanatnyilag nem rendelkezünk, a már említett módon, a tv 1 sávban ellenőrizzük a szűrő hatásosságát, miközben az adót 300 Hz-el,  $m \geq 50\%$ -ra moduláljuk. Beállítás után a szűrőt paraffinnal rögzíteni kell, majd a furatokat le kell ragasztani.

Az iránycsatoló beállítása az előbbieken már megtörtént, azt csak ellenőrizni kell.

A kimenőtéljesítmény mérését ugyancsak leírtuk a cikk első részében. Az M1 kitérését úgy állítsuk be TR1 trimmer-potenciométerrel, hogy adónk kimenőtéljesítménye moduláció nélkül körülbelül a skála közepére essen.

Végül a hangfrekvenciás mérések következnek. E célra szükséges egy oszcilloszkóp, melyet az R5 sarkaira néhány pF-on keresztül csatlakoztatunk. K2 kapcsolót „M%” állásba kapcsoljuk. Ekkor 12 V tápfeszültség adódik az erősítőre. Moduláció nélkül P2-vel az M1-et középállásba hozzuk. A szkópon 20–30 mm-es ábr nagyságot állítsunk be. A mérendő nagyfrekvenciát lehetőleg közvetlenül a lemezpárra csatoljuk. Ezután moduláljuk az adót 300 Hz-el,  $m = 50\%$ -ra. Ha nincs a bemenőjelre szinkronizálva, az oszcilloszkópon három egyenlő szélességű csíkot látunk. Tr3-mal állítsuk be M2 műszert körülbelül fél kitérésre. Ezt a TR3 középső helyzete táján kell elérni. Ettől eltérő helyzetben TR2-vel kell a műszer érzékenységét beszabályozni.

Moduláljuk az adót az oszcilloszkóp alapján  $m = 100\%$ -ra, vagy közel  $100\%$ -ra. TR3-mal szabályozzuk be M2-t végkitérésre. Beállítás után figyeljük meg, hogy nem következett-e be hordozó esés (carrier-csúszás), amit abból láthatunk, hogy moduláció alatt M1 értéke csökkent. Ez káros jelenség és az adó hibájára mutat. Mivel az adó hangereje a vételi oldalon az adó oldalsáv energiájából adódik, hordozó esésnek

nem szabad bekövetkezni. A hiba többnyire vagy az adó tápfeszültségének üzem alatti csökkenéséről, vagy a túl szorosan csatolt antennakörből adódik. Helyes az adó működése, ha 0 és 90% moduláció közben az M1 műszer változatlan értéket mutat. Ha ez fennáll, akkor M2 által mutatott értéket bizonyos határok között lineárisnak lehet tekinteni. A modulációs mélységet oszcilloszkópon ellenőrizhetjük a közismert  $m\% = \frac{A-B}{A+B} \cdot 100$  képlet alapján, ahol „A” a maximális, „B” a minimális ábra nagyságot jelenti.

Beszéddel történő moduláció alatt M2 egy átlagértéket fog mutatni. TR2 beállítása az időállandótág határok között befolyásolja. Moduláció nélküli állapotban M1-nek 50 fokot, M2-nek 0 osztást kell mutatnia. Ha moduláció alatt M1 visszafelé tér ki, ún. negatív modulációval van dolgunk, melyet vételi oldalon úgy érzékelnek, hogy moduláció nélkül a vevő S-mérője nagy értéket mutat, ugyanakkor a beszéd csak halkán hallható, esetleg a hang elcsuklik. Ha viszont carriercsúszás nem következik be, de M2 a skálán túl mutat, úgy az adó túl van modulálva, mely torzitást és áthallást okoz a szomszéd csatornákon. Helyes beállítás mellett beszéd alatt M1 változatlan értéket, M2 pedig 50–70% átlagértéket mutat.

Egyes korszerű CB-adók nem tényleges amplitúdó modulációval dolgoznak, hanem állandóan féloldalsávós (SSB) üzemben járnak, és AM üzem esetén bizonyos szintű hordozót kevernek az adáshoz. A monitoron ez is jól követhető. A beállítás itt úgy történik, hogy az oszcilloszkóp alapján AM üzemben ki-moduláljuk az adót  $m = 100\%$ -ra, majd P2-vel beállítjuk M2-t végkitérésre. Ha nem moduláljuk az adót, akkor M1 által mutatott érték nem az előzőleg beállított 50 osztás lesz, hanem annál kevesebb. Csak moduláció alatt fogja elérni az 50 fokot. Olyan jelenséget tapasztalunk, mintha nem hordozó esés, hanem hordozó növekedés állna fenn. A valóságban ez is történik. Az ilyen adók a vételi oldalon úgy jelentkeznek, hogy moduláció nélkül kisebb értéket jelez az S-mérő, mint moduláció alatt. Az ilyen állomások mindig feltűnően erősen hallhatók AM üzemben is.

A féloldalsávós, SSB adás néhány paraméterének ellenőrzésére is alkalmas a monitor. Mivel SSB üzemben csak akkor jelenhet meg a vivőhullám, ha az adót modulálják, ezért moduláció nélküli állapotban mind az M1, mind az M2 „0” értéket fog mutatni. Ha M1 bizonyos mértékig kitér, az azt jelenti, hogy az adóban a modulációs szűrő helytelenül van beállítva és vivő kiszivárgás áll fenn. Ez káros jelenség, melyet adó oldalon korrigálni kell.

Ha egy adót féloldalsávós üzemre kapcsolunk, úgy az elnyomott oldalsáv, valamint a vivő nagyfrekvenciás teljesítménye, a kisugárzott oldalsávban fog megjelenni. Így az adó látszólagos teljesítménye háromszorosára fog megnövekedni. (Ezért láthatjuk a katalógusokban a 3/9 vagy a 4/12 Watt teljesítményeket feltüntetve.) Ezt azonban Wattmérővel megmérni nem lehet. Az oszcilloszkóp sem fog támpontot nyújtani, mert az ernyőn nem az effektív, hanem a csúcserőértéket látjuk. E jelenség matematikai bizonyítása meghaladná e cikk keretét, ezért fogadjuk el azt az empirikus értéket, hogy ha egy adó AM üzemben



az M1 műszeren moduláció nélkül 50 osztást mutat — úgy mint azt az eddigiek folyamán beállítottuk —, akkor SSB üzemben moduláció nélkül az M1 műszer 0 értéket, maximális moduláció alatt  $1,73 \times 50 = 86$  osztást fog mutatni — feltéve, hogy a demodulátor D3 dióda egyenes karakterisztikával rendelkezik bizonyos határok között. Ugyanekkor M2 műszer 0 és ütközés között fog ingadozni. Ilyen esetben a modulációs szintet vissza kell venni, többnyire a kézimikrofonon elhelyezett hangerősség-szabályozóval, olyan mértékig, hogy a legerősebb hangoknál érje el M2 a 100-as osztást. A monitort tehát SSB üzemben tapasztalati úton a legcélszerűbb beállítani.

Végül meg kell jegyezni, hogy a monitorban alkalmazott félvezetők hőre érzékenyek. Pontos értéket tehát csak meglehetősen szűk hőmérsékleti határok között lehet elérni. Képünkön mutatott készülék 15 és 30 °C között mutat maradandóan pontos értéket.

Melléklet

## ÚTMUTATÓ A CB-MONITOR ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

### Felharmonikus szűrő (FHSZ)

A szűrőt árnyékolt fémdobozba kell építeni. E célra megfelel a horganyozott 0,1 mm-es vaslemez, melyet kiszabás után az éleken összeforrasztunk. Az L2 tekercs legyen elárnyékolva a többi alkatrésztől. Behangolásakor a dobozfedélre fűrt lyukakon keresztül kell a tekercsek meneteit széthúzni vagy összenyomni egy szigetelő pálcával. Az 50 ohmos kábel egészen kis átmérőjű — kb. 3–4 mm-es legyen. Az árnyékolást a doboz belső falához, a belső eret a nyák-laphoz kell forrasztani. Az adóhoz menő vezeték hossza ne haladja meg a 15 cm-t. Az iránycsatolóhoz menő vezeték legfeljebb 4–5 cm hosszúságú lehet.

L1, L2, L3 tekercsek adatai:

Menetszámok: L1 — 8 menet; L2 — 9 menet; L3 — 8 menet

Huzalvastagság:  $\varnothing = 0,8$  mm (ezüstözött),

Tekercsátmérő:  $D = 9$  mm (légmagos),

Tekercshossz: A nyák-lap által meghatározott kb. 12 mm.

Dobozméret:  $75 \times 25 \times 27$  mm, levehető fedőlappal.

### Iránycsatoló (ICS)

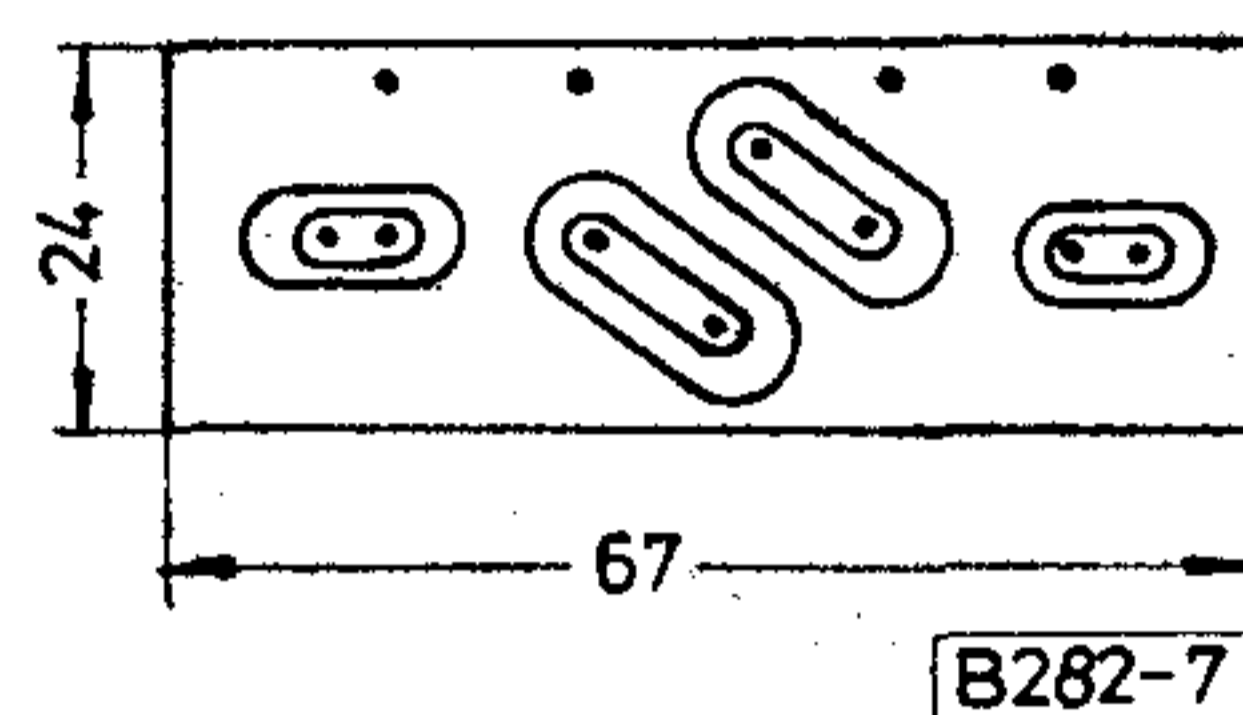
A nyitott tápvonalszakasz elkészítéséhez az általánosan használt 1,6 mm vastagságú, üvegszálal, mindkét oldalán fóliával bevont nyomtatott áramköri lemezt kell felhasználni. A fóliát az egyik oldalon teljes nagyságban meghagyjuk, míg a másik oldalon a 8. ábra alapján egy nyomtatott áramkört marasztunk ki. A maratással kiképzett 4 mm széles és 160 mm hosszúságú sáv karakterisztikus impedanciája  $Z = 50$  ohmra fog adódni. Erre a sávra fektetjük rá szorosan a csatolóhurkot, mely 120 mm hosszúságú legyen. Anyaga 1 mm vastagságú zománcozott rézhuzal, melyet előzőleg előfeszítéssel megkeményítettünk és ezáltal alaktartóvá tettünk. A csatolóhurok végeit a 4. ábrán feltüntetett A és B pontokhoz kell forrasztani. Minden alkatrész a nyák-lemez felső felületén foglal helyet. A földelendő pontoknál a nyák-lemezt át kell fűrni és a földelendő alkatrész-kivezetéseket a furaton átbújtatva a lemez túloldalán kell a fóliához forrasztani.

Összehasonlításképpen az alábbi táblázat, egy 100 osztású skálával rendelkező műszerről leolvasott értékek és az SWR értékek közötti összefüggést mutatja alap és kétszeres érzékenység esetén.

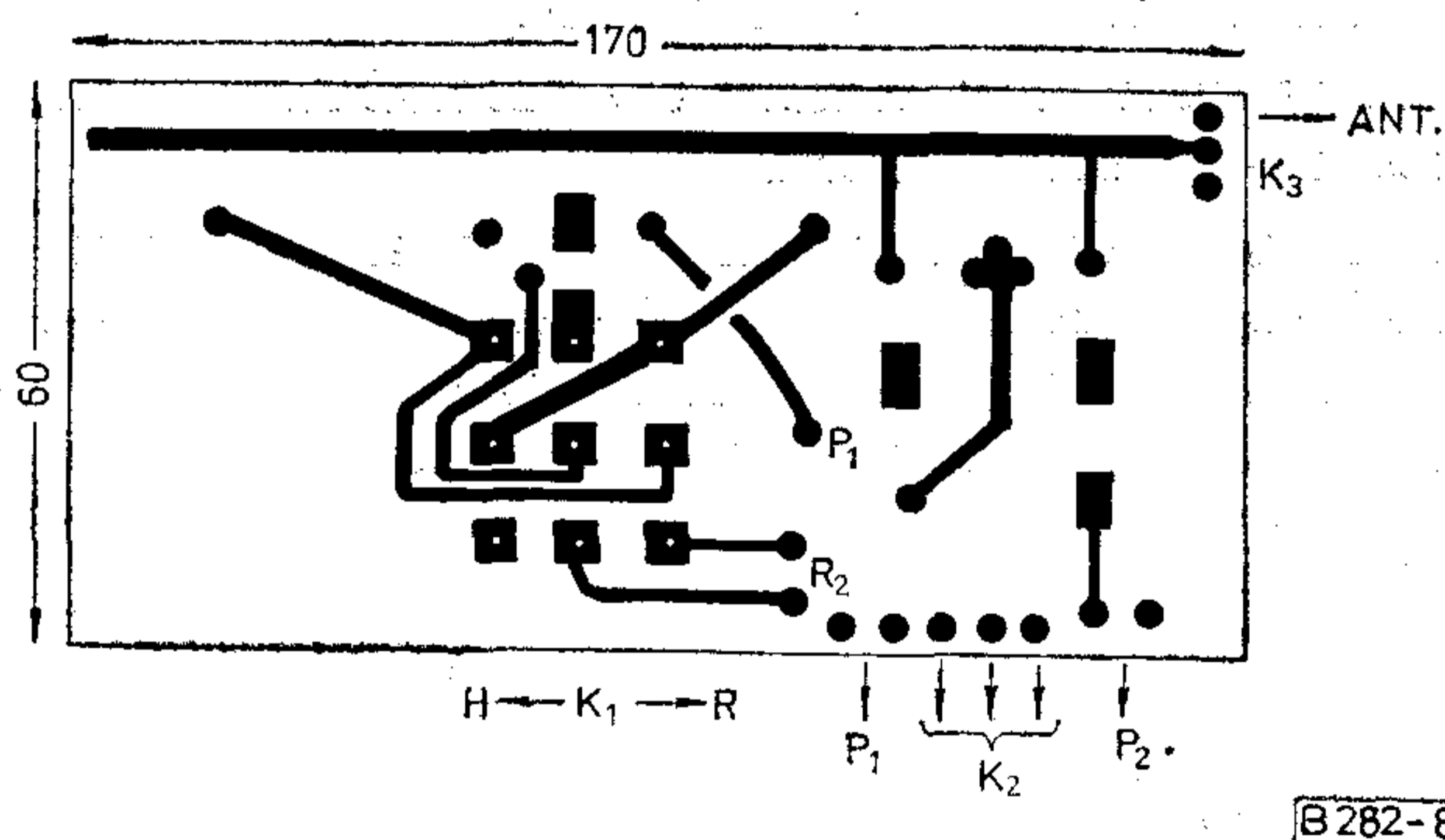
M1 skálán leolvasott kitérés	SWR érték alapérzékenységen	SWR érték kétszeres érzékenységen
0	1:1	1:1
10	1,2	1,1
20	1,5	1,2
30	1,85	1,35
40	2,3	1,5
50	3,0	1,66
60	4,0	1,85
70	5,6	2,1
80	9,0	2,3
90	19,0	2,6
100	$\infty$	3,0

A műszer skáláját nem feltétlenül szükséges átrajzolni, mert a gyakorlatban elég pontosságot érünk el, ha a fenti táblázatot a monitor hátlapjára ragasztjuk. Laboratóriumi körülmények lehetősége esetén azonban érdemes a mérést megfelelő pontosságú műszerekkel elvégezni.

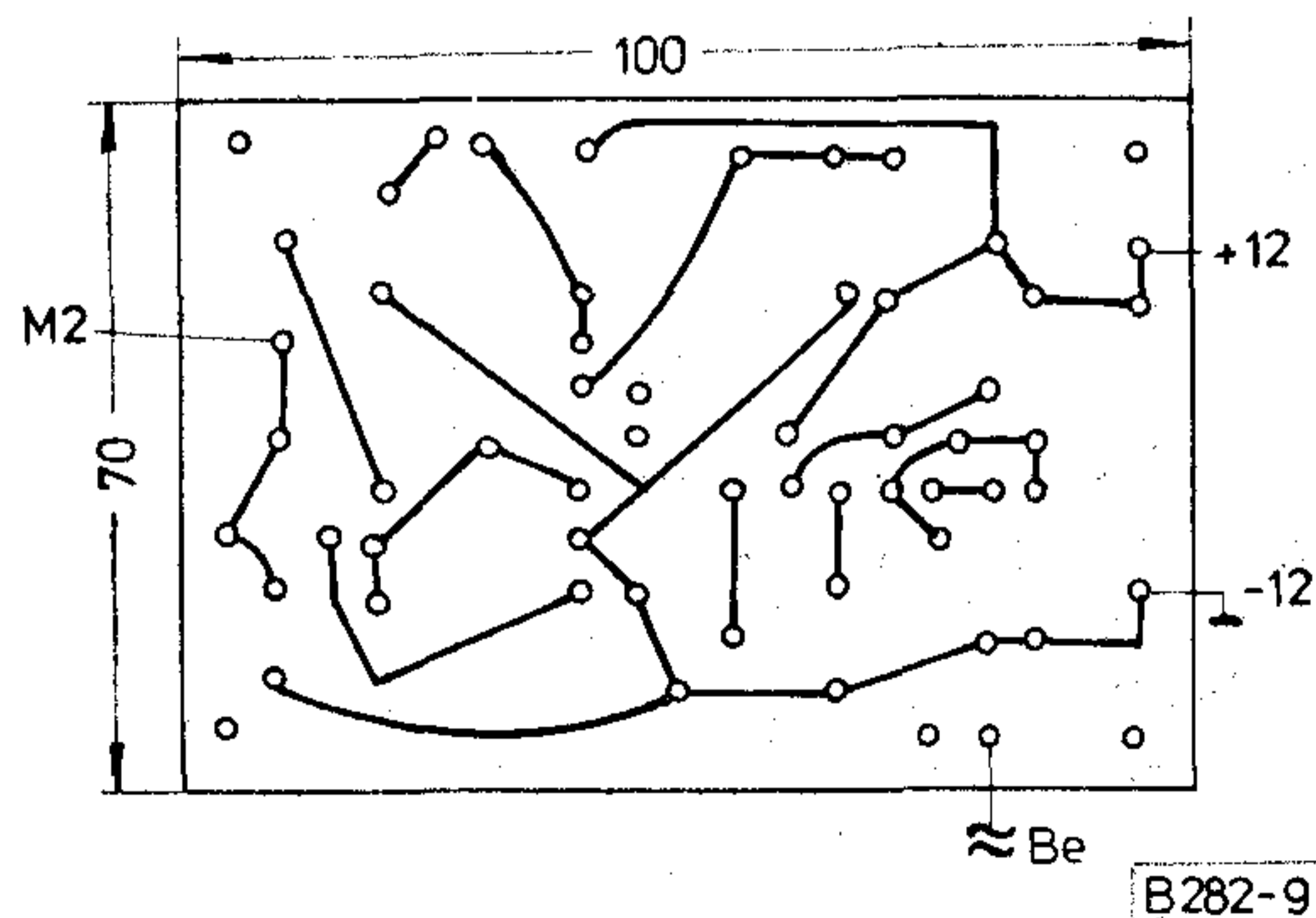
A K1 kapcsoló jó minőségű három áramkörös tolókapcsoló legyen, mint a hullámváltóknál alkalmazott



7. ábra. FHSZ egység nyomtatott áramköri rajza



8. ábra. ICS egység nyomtatott áramköri rajza



9. ábra. Hangfrekvenciás erősítő nyomtatott áramköri rajza



típusok. A kapcsolót közvetlenül a nyák-lap felett kell elhelyezni és legfeljebb 20 mm hosszúságú öntartó vezetékkel bekötni. Ezért van a 8. ábrán kilenc forrasztási pont megadva. A középső pontokat kell hol a jobb, hol a bal oldali csatlakozási pontokkal összekötni a K1 kapcsolón keresztül.

A nyák-lapon foglal helyet a K3 kapcsoló is, mely a tápvonalat hol az R5 terhelőellenállásra, hol az antennacsatlakozóhoz kapcsolja.

Az R5 lezáróellenállás 50 ohmos, 2 W-os, indukciómentes fémréteg ellenállás legyen. Nagyobb teljesítményű adó esetén a lezáróellenállást csak a mérés tartamára szabad igénybe venni néhány sec ideig.

### **Kimenőteljesítmény mérése**

Akik ezt a módszert esetleg nem ismerik: egy 3 wattos (karácsonyfa) izzót ( $14\text{ V} \cdot 0,21\text{ A} = 66\text{ ohm}$ ) kapcsolunk a monitor kimenetére a K3 „Ant” állásban. Egy másik ugyanilyen izzót, szabályozó ellenálláson keresztül egyenárammal izzítunk és mérjük az izzó sarkain fellépő egyenfeszültséget és az izzón keresztül folyó egyenáramot. Ha a két izzó egyenlő fénnel ég, a mért értékekből kiszámíthatjuk az izzóra jutó teljesítményt. Ezzel egyenértékű lesz az adó által szolgálta-

tott nagyfrekvenciás teljesítmény. A jobb összehasonlítási lehetőség végett helyezük egymás mellé egy kis dobozban a két izzót, válasszuk szét egymástól és fedjük le pauszpapírral. Kis gyakorlattal meglepően pontos adatokat kapunk. E módszernél azonban figyelembe kell venni, hogy a hideg izzószál jóval kisebb ellenállású, mint a teljes fénnel égő lámpáé (kb. ötöde, nyolcada). Esetünkben kb. 12 ohm a hideg izzószál ellenállása. Kb. 10 V feszültség esetén éri el az ellenállás az 50 ohmot. Fenti ok miatt a lezárás az adó kimenő teljesítményének lesz a függvénye. Így az M1 műszer által mutatott érték nem lesz végig lineáris. Kb. 0,5–2,5 watt között azonban gyakorlatilag helyes értékeket fogunk kapni. Laboratóriumi körülmények között az R5 sarkain mérjük feszültséget és ebből számítsuk ki az adó teljesítményét. Az M1 adatait célszerű az SWR érték megállapításánál alkalmazott táblázaton feltüntetni. A mért adatokat először diagramra ajánlatos felvenni és a közbenső értékeket interpolálással vagy a skála elején extrapolálással meghatározni.

A K2 kapcsoló háromállású kétáramkörös Yaxley lehet. Első áramköre az üzemmódokat kapcsolja, míg a második áramkör tápfeszültséget ad a tranzisztoros erősítőre M3 mérés állásban. A kapcsoló elhelyezése és kivitele nem kritikus.



# HÍREK ÜZEMEINKBŐL

## TÖRETLENŰL FEJLŐDIK A KÖZSZÜKSÉGLETI PROFIL AZ ORION-BAN

Kovács Lászlónak, az ORION műszaki igazgatójának nyilatkozata:

— Az ORION a hagyományos közzükségleti termékeket gyártó vállalatok közé tartozik. Véleményem szerint a fő profil még hosszú ideig ez marad. És ez nemcsak az ORION elhatározása. Ahogyan figyelemmel kísérjük a nagy külföldi híradástechnikai vállalatok fejlődését, náluk is látható, hogy a volumen túlnyomó részét a közzükségleti termékek teszik ki. Ez így van a Grundignál, a Siemensnél, a Philipsnél és folytathatnám a sort. Ezeknél a nagy vállalatoknál azonban szintén kialakultak a professzionális profilok. A miertre egy hasonlatot mondok; minden autógyár, mely tömegében állít elő gépkocsikat, olcsón, magánfogyasztóknak, emellett foglalkozik például versenyautók, különböző speciális célú járművek gyártásával is. Már csak azért is, hogy a piacon a profiljába tartozó lehető legtöbb termékkel elérje hírneve, „goodwillje” által biztosított magasabb hasznot.

— Nálunk dinamikusan fejlődnek a professzionális profilok, de a mikrohullámú és számítástechnikai termékek előretörése ne tévesszen meg senkit, mert a közzükségleti profilban a fejlődés töretlen.

*Igazolják ezt az elmúlt évek eredményei?*

— Aki figyelemmel kísérte az elmúlt négy évben bekövetkezett változásokat, úgy gondolom, optimista lehet. Gyártási programunkba felvettük a magas minőségi követelményeket kielégítő elektroakusztikai berendezéseket, rádiót, kazettás magnetofont, erősítőt gyártunk, s igen jelentős piaci sikereket értünk el. Ezeket a berendezéseket saját fejlesztéssel állítottuk elő és hoztuk forgalomba. Szakmai összehasonlításban a legjobb márkájú készülékkel is felvesszük a versenyt, aminek a szaksajtó is hangot adott.

— Kiváló minőségű hangsugárzó családot hoztunk létre, s mintegy 50 ezer darabos sorozatban gyártjuk. Az 1982-es őszi BNV-n megjelentünk a HiFi család új változatával, a minitoronnyal. A fejlesztésnél, az új típus kialakításánál figyelembe vettük, hogy az egész világon divatos a miniatürizálás, ami találkozik a hazai kisméretű lakások igényeivel is. Ugyanakkor a konstrukció az ORION-tól elvárt magas műszaki és minőségi szintet biztosítja. A berendezést három kivitelben kívánjuk forgalomba hozni; a hagyományos tuner, magnó, erősítő — HiFi torony — együttesben; a rádió és erősítő rész (receiver) egybeépítésével, valamint teljesen egybeépítve, a mindhárom egységet tartalmazó casseiver kivitelben. Úgy tervezzük, hogy a nagy sikert aratott minicsaládot a kisebb pénzü, de igényes vevőknek is megfelelő, 17

ezer forint körüli áron még az őszi BNV előtt forgalomba hozzuk.

*Az ORION hagyományos profilja a televízió. E téren milyen választékbővítés várható?*

— Ebben a profilban igyekszünk továbbra is biztosítani a vezető szerepünket új típusok kiállításával, sőt egyre több új szolgáltatást biztosító különleges készülékekkel. Mint ismeretes, tavaly elkészítettük az első száz darab, képűség vételére is alkalmas teletext dekóderrel ellátott készülékünket. Jelenleg az ország különböző intézményeinél ezeken folyik a tv kísérleti adásának vizsgálata, a sokirányú alkalmazási lehetőségek próbája. Az új szolgáltatás például a süketnémák részére élvezetesebb műsorvételt biztosíthat rejtett feliratozással, mely a többi nézőt nem zavarja. Számos területen — a többi között a mezőgazdaságnak, az üzleti életnek — nyújthat igen hasznos információkat ez a szolgáltatás.

*Megnőtt az igény a színes televízió iránt. Hogyan kívánjuk ezt kielégíteni?*

Évi harminc-negyvenezres sorozatban gyártjuk már a színes tv-t kiváló minőségű lengyel képcsövekkel, melyekről elmondható — a szerviz hibastatisztikája alapján —, hogy lényegesen jobbak a korábban beépített nyugati és távol-keleti típusoknál. Nem véletlen, hogy elvállaltuk a 3 éves teljes körű garanciát készülékeinkre, ami természetesen kiterjed a képcsőre is. A jelenlegi forgalomban levő háromféle színes mellé az idén újabb két nagyképcsöves kivitt veszünk gyártásba. Terveink szerint év végére megjelenünk a belföldi piacon nagyon várt hordozható színes készülékkel. Ez már az úgynevezett monochassis kivitelben készül, ami az ORION legkorszerűbb fejlesztési irányzata. Ez ismét nagy lépés a modulós készülékcsalád után, melynél a könnyű javíthatóság volt a cél.

A monochassis kivitelnél olyan fejlesztési célt tűztünk ki, hogy a magyar alkatrészgyártás minőségének javulása, és saját hibáink minimálisra csökkentése alapján, a fogyasztás drasztikus csökkentésével elértünk arra a szintre, hogy javítást nem igénylő, nagy megbízhatóságú konstrukciót hozunk létre.

Ebben nagy szerepe van az új fóliatranszformátor gyártási technológiának, amit most honosítunk know-how vásárlás alapján. Ez a legkritikusabb nagyfeszültségű részegységek és tápegységek megbízhatóságát fogja még tovább javítani.

— Természetesen a fejlesztés nem áll meg, újabb témákon dolgozunk, például a közvetlen sugárzó műholdvevőkön. A közzükségleti elektronikában megállás nélküli a fejlődés, ebben — a magyar iparon belül — az ORION-nak is biztosítania kell megszerzett előkelő helyét.



## ELISMERÉS A TELEFONGYÁRI FEJLESZTŐKNEK

Múlt évi munkájuk eredményeképpen a Telefongyárban egyetlen főosztály kapta meg a „Kiváló” címet, a gyár fejlesztési intézetének átviteltechnikai fejlesztési főosztálya.

Az elbírálás során pozitívan értékelték a feladatokhoz való rugalmas alkalmazkodási készséget, a vállalati érdekek előtérbe állításának szándékát és a fejlesztési munka gyorsítását eredményező intézkedések megvalósítását.

A főosztály munkája két nagy területet érint: az egyikbe tartoznak az olyan fejlesztési munkák, amelyek a meglévő piaci pozíciókat erősítik és egyben újabb piacok megszerzésére is lehetőséget nyújtanak, a másik terület az olyan termékek kifejlesztése, amelyek elsősorban a tőkés export növelését segítik elő.

A főosztály dolgozói számos fejlesztési munkát végeztek az előírt feladatokon kívül (BK—960 típusú rendszer berendezései; a BK/G—2 technológiai hírközlő rendszer mintaszakasa; a BK—900 C típusú szimmetrikus kábeles rendszer; a LME-licenc honosítása; a BK—12—E2-es rendszer; a Rurál hálózati PCM rendszer; az LRI változatú transzlátor kidolgozása, stb.) és terven felül számos fejlesztési munkát végeztek el. Így a BK—300/n mintaszakasz szerelése, értékelése, lezárása; az új BTB-betét kifejlesztése; az új PCM csatornaegységek kidolgozása; a KVR—12—E2 kábelvégződő keret komplett dokumentációjának elkészítése stb.

## SZOVJET VENDÉGEK A TELEFONGYÁRBAN

Április 28-án a Telefongyárba látogatott Viktor Kedrov, a Szovjetunió magyarországi Kereskedelmi Kirendeltségének helyettes vezetője, Nikolaj Szucsokov, a kereskedelmi kirendeltség Mashpriborintorg műszaki központ vezérigazgatója és Krutyikov Mihajlovics, a Mashpriborintorg munkatársa.

A szovjet vendégek ellátogattak az Á-I, az Á-II gyáregységbe. Megtekintették a nyáklapgyártó, illetve az automata nyáklapbeültető műhelyeket is.

## TIZENHÉT HÍRADÁSTECHNIKAI GYÁR SZERZŐDÉSE

Öt évre szóló újítási és találmányi együttműködési szerződést kötött a vasasszakszervezet kezdeményezésére az Ipari Minisztérium felügyelete alá tartozó 17 híradástechnikai vállalat.

A szerződő felek megállapodtak abban, hogy az újítások és találmányok ágazati előterjesztésére közös ügyintézési rendszert és együttműködési mechanizmust alakítanak ki a Magyar Híradástechnikai Egyesülésen keresztül.

A szerződésből adódó feladatok július 1-től biztosítják a vállalatok jobb együttműködését. Az Egyesülés adott esetben kivitelező partnert is keres az érdekelte vállalatoknak.

## NÖVEKVŐ ÚJÍTÁSI KEDV A TELEFONGYÁRBAN

Az elmúlt év során a Telefongyárban 147 újítási javaslatot nyújtottak be, 36 százalékkal többet, mint 1981-ben. Közülük 84-et fogadtak el, ebből 58-at hasznosítottak, amelyek 15 millió 242 ezer forint eredményt hoztak. Újítási díjra 438 ezer forintot költött a vállalat és mintegy 1 millió forintot fordított a megvalósításokra.

A közel 230 telefongyári újító közül 66 a fizikai dolgozó, 154-en pedig műszaki beosztásúak. A javaslatok túlnyomó többségét a fejlesztési területen foglalkoztatottak dolgozzák ki és nyújtják be.

A múlt évben 4 találmányt szabadalmaztattak, újabb 4 találmány pedig szabadalmaztatás előtt áll.

Jelenleg itthon 36, külföldön pedig 52 telefongyári találmány élvez szabadalmi oltalmat.

## TUDOMÁNYOS-TECHNIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS

A Telefongyár a moszkvai VNTIC-össz-szövetségi információs intézettel szerződést írt alá még 1981-ben a közös tevékenység előmozdítása érdekében.

Ez a munka meghatározott ütemterv szerint folyik. A cél: egy olyan rendszer kidolgozása, amely biztosítja a TAP—34-es berendezések táviró típusú adathálózaton történő üzemeltetését. Ugyanis a moszkvai VNTIC-ben nagy mennyiségű és igen széles körű információkat tárolnak (szabadalmak, műszaki adatok stb.), amelyek ismeretére az egész Szovjetunió területén szükség lenne, illetve ezek ismerete meggyorsítaná a szakemberek munkáját. Ezért olyan információs rendszer kidolgozása folyik, amely a Szovjetunió legtávolabbi területeire is eljuttatja ezeket az adatokat. Ehhez szállít a Telefongyár TAP—34-es berendezéseket.

## PROM-BEÍRÓ, PROGRAMÉGETŐ MŰSZER

A Telefongyárban fejlesztették ki újításként a PROM-beíró, programégető műszert. A gyár külső szerelői a Szovjetunióban is használták ezeket a készülékeket, amelyekből — első látásra — 40 darabot rendelt a szovjet partner.

## A VEVŐSZOLGÁLATI OSZTÁLY MUNKÁJA

Az ügyfélszolgálati főosztály vevőszolgálati osztálya a Telefongyár egyik sikeres egysége.

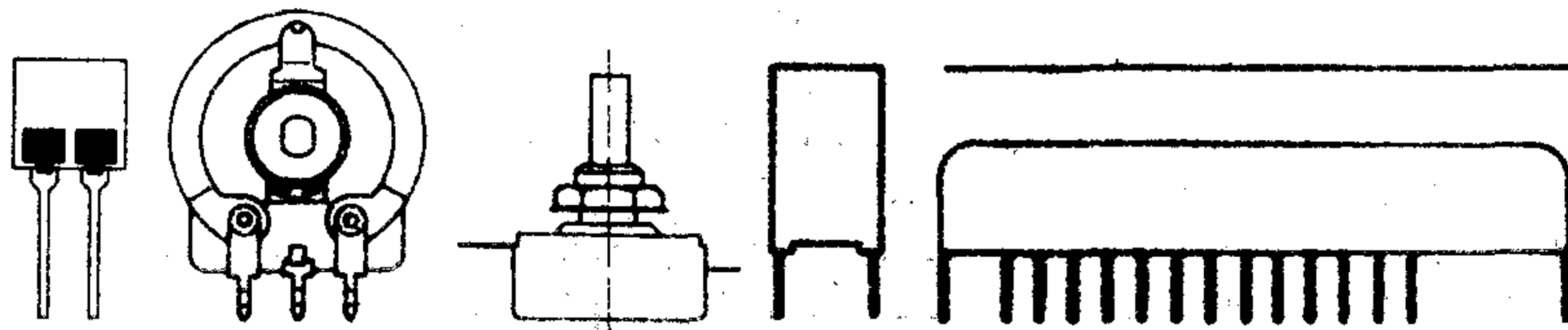
A közelmúltban a Budapesti Távbeszélő Igazgatóság részére 1700 darab transzlátort alakítottak át fél évvel a határidő előtt.

Harmincnégy vállalattal kötött szerződés alapján végzik a megelőző karbantartást s ezzel 3 millió forinttal növelték a gyár bevételét.

Nagy gondot fordítanak a moszkvai és prágai szervizek ellátására és a szükséges anyagok kiküldésére. (Ez az elmúlt évben mintegy 2 ezer tételt jelentett.)

A TAP—2/A berendezések garancián túli javítását is határidő előtt teljesítették mintegy 8 millió forint értékben.

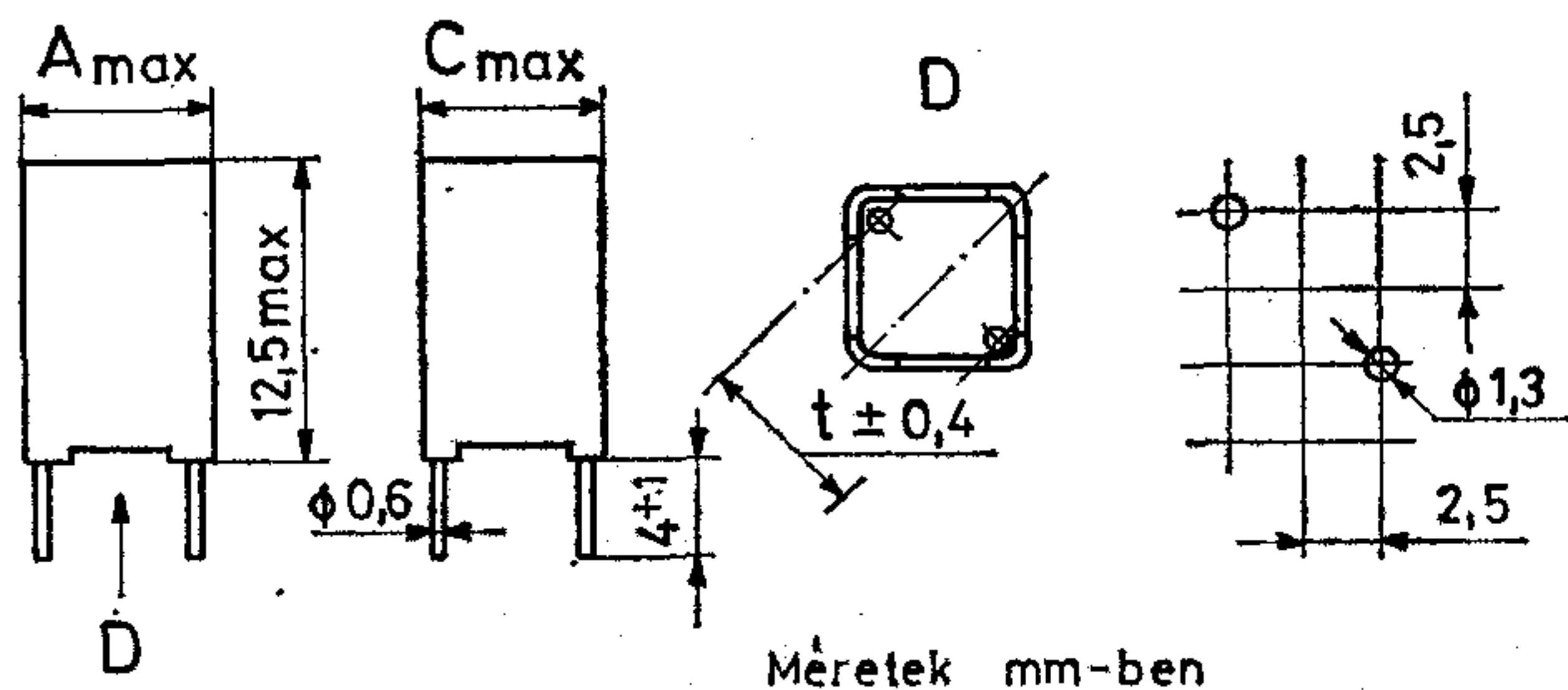




# MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK

## POLISZTIROL KONDENZÁTOR NYOMTATOTT HUZALOZÁSHOZ

C224x



Katalógusjel	Méretek [mm]		
	A <sub>max</sub>	C <sub>max</sub>	t
C2241	7,5	7,5	7,07
C2242	15	15	17,7

### Műszaki adatok

#### NÉVLEGES KAPACITÁS (C)

C2241	100...11 500 pF
C2242	1000...50 500 pF
KAPACITÁS SOR	E192
KAPACITÁS TŰRÉS	±5% (J); ±2%(G) ±1% (F)
C2242 típusnál	±0,5% (D) is.
STABILITÁSI OSZTÁLY	3. fokozat

#### NÉVLEGES FESZÜLTSG

(U<sub>n</sub>) + 40 °C-ig 63 V –

#### KATEGÓRIA

FESZÜLTSG (U<sub>e</sub>) + 70 °C-on 50 V –

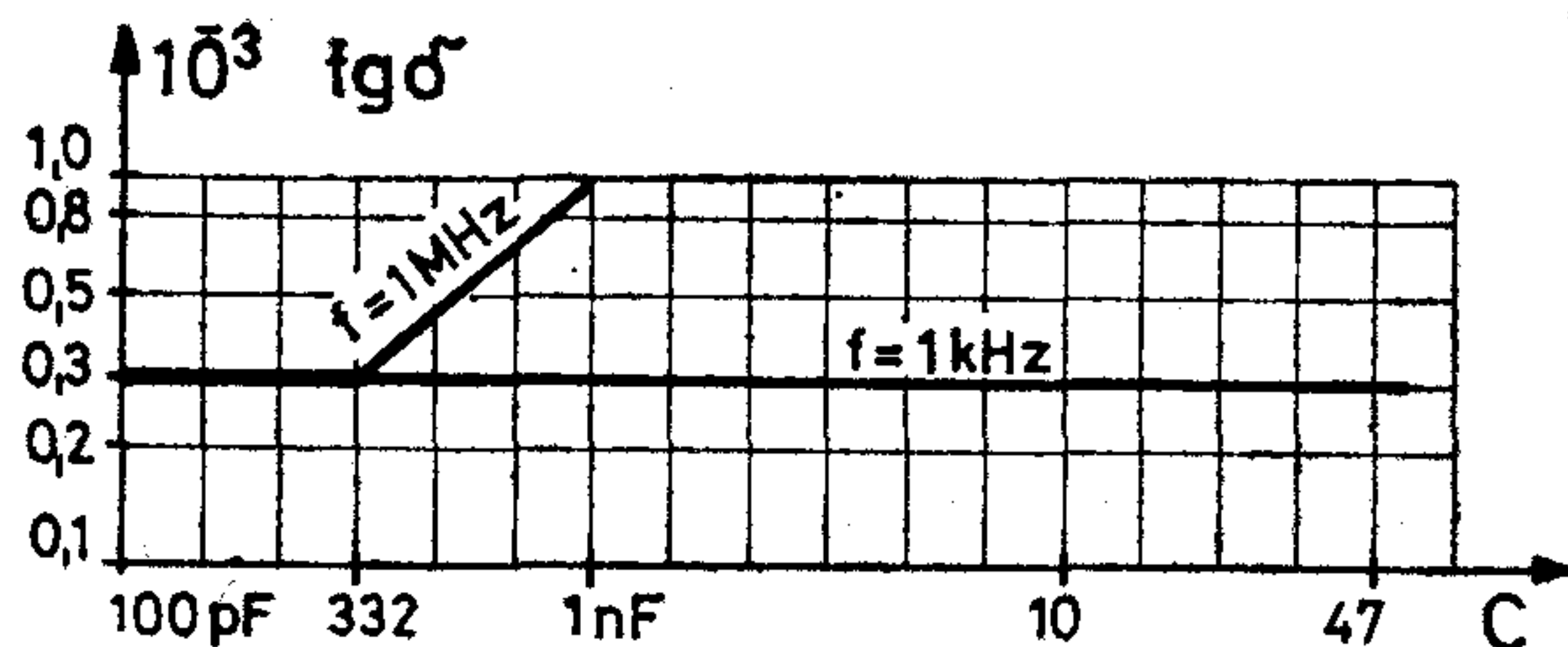
#### TISZTA VÁLTAKOZÓ

FESZ. TERHELHETŐSÉG max. 25 V<sub>eff</sub>.

#### MEGEGEDET

MEDDŐÁRAM max. 1 A

#### Veszteségi tényező (tgδ) a kapacitás függvényében



#### HŐMÉRSÉKLETI TÉNYEZŐ

–(125... ±60) ×  
× 10<sup>-6</sup>/K

#### KULCSSZÁM ÖNINDUKCIÓ

40/070/21  
10 nH (irányérték)

#### Tartósság

időtartam 1000 h

(75 V<sub>–</sub>, +70 °C) dC/C

C ≤ 500 pF max.  
±(0,75% + 1 pF)

C > 500 pF max. ±0,5%  
KAPACITÁS STABILITÁS: a kiszállítást követő  
raktározás során az első év végén max. ±0,3%

Megkeresésükre küldünk katalógust. Kereskedelmi főosztályunk (telefon: 573-033) várja érdeklődésüket és készsége áll rendelkezésükre.



Rádiótechnikai Vállalat Budapest, X. Pataki tér 20.



## TARTALOM

## СОДЕРЖАНИЕ

## INHALT

## CONTENTS

ETO 621.314.21.017.001.2:621.39

Pfliegel P.:

### Híradástechnikai hálózati transzformátorok tekercsjellemzőinek optimalizálása

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 7. sz.

A szerző a számítógépes tervezés lehetőségeinek figyelembevételével ismerteti a transzformátorok tekercsjellemzőinek optimalizálási lehetőségeit. Megadja a minimális rézfelhasználás, a minimális veszteség és a technológiai szempontok szerinti optimalizálás módját, valamint ezek kapcsolatát. A fenti optimalizálásokkal kibővített tervezőprogram működését mintapéldák szemléltetik.

ETO 621.319.4:621.315.612

Szmeskó J.:

### Kerámia kondenzátorok alkalmazása

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 7. sz.

A szerző ismerteti a kerámia kondenzátorok híradástechnikai alkalmazásával kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat. Röviden utal a fejlődés irányára.

ETO 621.372.83:621.396.43:621.397.743

Bus L.:

### TV átjátszóknban alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók

HÍRADÁSTECHNIKA 1983. 7. sz.

A cikk a BHG Fejlesztési Intézetében TV I—IV. sávokra kifejlesztett kis- és közepes teljesítményű illesztőtranszformátor és teljesítményelosztó családot ismerteti. A közlemény röviden kitér néhány méretezési és konstrukciós szempontokra is.

ETO 061.68:658.5.011.2:681.3

Nagyszeghi F.:

### Vállalati műszaki adatbázisok szervezése

HÍRADÁSTECHNIKA, 1983. 7. sz.

A szerző cikkében egy olyan módszert mutat be, amely megfelelő felhasználás esetén lehetővé teszi valamely gyártmány leírásához szükséges műszaki információ mennyiségének közelítő meghatározását. Ez az elemzés a termelési és a vállalati irányítási rendszerek tervezésének alapja lehet. A kumulált információ mennyiségének időbeni változását grafikusan ábrázolva lehetőség nyílik a hagyományos és a számítógéppel segített tervezési-technológizálási munkák összehasonlítására. A cikket az összevetésből levonható következtetések zárják.

ДК 621.314.21.017.001.2:621.39

Пфлигел, П.:

### Оптимализация характеристики обмоток сетевых трансформаторов техники связи

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. г. за № 7.

Автор статьи с учетом возможности проектирования на ЭВМ излагает возможность оптимализации обмоточной характеристики трансформаторов. Описывает метод оптимализации путем минимального использования меди, минимальной потери и с учетом технологических точек зрения и их соотношения. Продемонстрирует примерами действие расширенной с упомянутой оптимализацией программы проектирования.

ДК 621.319.4:621.315.612

Смешко, Я.:

### Применение керамических конденсаторов

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. № 7.

Автор знакомит с важнейшими необходимыми знаниями, которые требуются при применении керамических конденсаторов в технике связи. Автор кратко ссылается на направление их развития.

ДК 621.372.83.621.396.43:621.397.743

Буш, Л.:

### Применяемые в телевизионных ретрансляторах коаксиальные трансформаторы и делители малой и средней мощности

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. г. за № 7.

Статья знакомит с разработанной в Институте по разработкам Предприятия Техники Связи БХГ семейства малой и средней мощности согласующих трансформаторов ТВ для диапазона I—IV полосы частот и делителя мощности. В сообщении кратко ссылается на некоторые точки зрения расчета и конструкции.

ДК 061.68.658.5.011.2:681.3

Надьсегхи Ф.:

### Организация технических баз данных на предприятиях

HÍRADÁSTECHNIKA (Хирадаштехника, Будапешт) 1983. г. за № 7.

Автор в своей статье излагает такой метод, который при подходящем его применении обеспечивает приближенное определение количества технической информации, необходимое для описания любого изделия. Этот анализ может стать основой проектирования системы руководства производством и предприятием. Путем графического изображения изменения по времени количества накопленной информации, обеспечивает возможность сопоставления работ по проектированию и технологизацию традиционным путем и с помощью ЭВМ. В заключении статья дается выводы на основе проведенного сопоставления.



DK 621.314.21.017.001.2:621.39

Pfliegel, P.:

### Die Optimalisierung der Spuleneigenschaften von Netztransformatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 7.

Der Verfasser veröffentlicht mit Hinsicht auf die rechenstechnischen Planungsmethoden, die Optimalisierungsmethoden und deren Möglichkeiten für die Spuleneigenschaften von Transformatoren. Es wird die Optimalisierungsmethode angegeben, welche mit Bezugnahme auf den minimalen Kupferverbrauch, den minimalen Verlust und den technologischen Gesichtspunkt durchgeführt ist. Es werden ausserdem die Zusammenhänge dieser Faktoren erörtert. Die Funktion dieses, mit der obigen Optimalisierungen erweiterten Planungsprogramms wird mit Musterbeispielen illustriert.

DK 621.319.4:621.315.612

Szmeskó, J.:

### Anwendung von Keramik Kondensatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 7.

Der Verfasser dieses Artikels berichtet über die wichtigsten Wissenswerte, mit Bezugnahme auf die fernmeldetechnischen Anwendungsmöglichkeiten der Keramik Kondensatoren. Es wird ferner auf die Entwicklungsrichtung kurz hingewiesen.

DK 621.372.83:621.396.43:621.397.743

Bus, L.:

### In Fernseh-Überspielern verwendete koaxiale Transformatoren und Verteiler, mit kleiner und mittlerer Leistung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. Nr. 7.

Der Artikel erörtert die Produktfamilie für Anpassungstransformator und Leistungsverteiler mit kleiner und mittlerer Leistung, welche im Entwicklungsinstitut der Firma BHG für die Fernsehkanäle I—IV entwickelt wurde. Die Publikation geht ganz kurz auf einige Dimensionierungs- und Konstruktionsstandpunkte ein.

DK 061.68:658.5.011.2:681.3

Nagyszeghi F.:

### Organisation der technischen Datenbasen in den Betrieben

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. Nr. 7.

Der Verfasser des Artikels zeigt uns eine Methode vor, die im Falle einer entsprechender Anwendung, die approximative Feststellung der zur Beschreibung eines Produktes benötigten technischen Informationsmenge ermöglicht. Diese Analyse kann als Basis von Steuerungssystemen für die Produktion und für die Betriebe betrachtet werden. Mit Hilfe der graphischen Darstellung der zeitlichen Veränderung der kumulierten Informationsmenge erhält man eine Möglichkeit zum Vergleich der herkömmlichen und der mit Komputern unterstützten Planungsarbeiten und technologischen Tätigkeiten. Am Ende des Artikels können wir die vom Vergleich abgeleiteten Schlussfolgerungen erfahren.

## 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.



Egyetemi Nyomda — 83.1348 Budapest, 1983. Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

UDC 621.314.21.017.001.2:621.39

Pfliegel, P.:

### Telecommunication Mains Transformers Coil Parameter Optimization

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 7.

Taking into account CAD facilities the author introduces optimization possibilities of transformer coil parameters. The minimum copper application, minimum loss and technological optimization and their interconnection are given. The design program expanded with optimizations above is represented with examples.

UDC 621.319.4:621.315.612

Szmeskó, J.:

### Ceramic Capacitor Application

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 7.

The author introduces the major information relating to the application of ceramic capacitors in telecommunications. The development trends is touched on.

UDC 621.372.83:621.396.43:621.397.743

Bus, L.:

### Low and Medium Power Coaxial Transformers and Distributors used in TV Transposers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) 1983. No. 7.

The article introduces the low and medium power matching transformer and power distributor family developed for the I.—IV. tv bands in BHG Development Institute. Several dimensioning and construction aspects are touched upon, too.

UDC 061.68:658.5.011.2:681.3

Nagyszeghi, F.:

### Organisation of Technical Data Bases

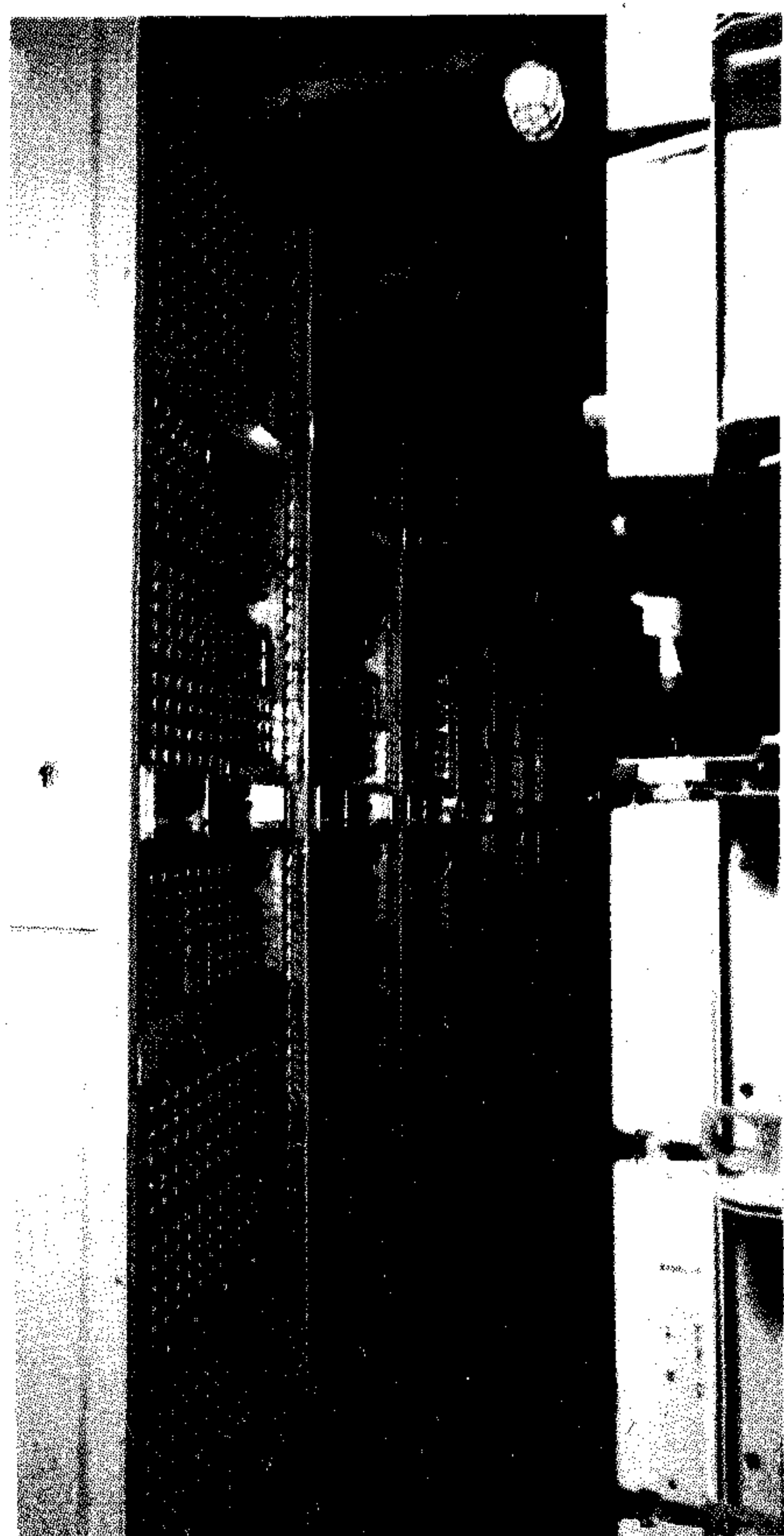
HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1983. No. 7.

The author introduces a method, by the proper use of which it enables the approximative determination of the quantity of technical information required for a product. This analysis can be the basis of designing production and company control systems. By graphic representation of cumulated information changes in time a possibility is provided for comparing traditional and computer aided design jobs. The paper is ended with the conclusions.



# MOBIL TÁVBESZÉLŐKÖZPONT

A távbeszélőközpontok létesítéséhez szükségszerűen hozzátartozó kommunális, szociális, kiszolgáló létesítmények növekvő költséghányada, valamint a központok mobilizálhatóságának igénye tette szükségessé a konténerben elhelyezhető automata távbeszélőközpontok létesítését. A BHG kifejlesztette az ARF 102 típusú központok konténerizált univerzális változatát, mely a megrendelő igényének megfelelően illeszkedik az adott helyi hálózatba.



## SZOLGÁLTATÁSOK

Az ARF 102 típusú mobilközpontban 1–16 hívóoldali és 1–16 hívott oldali szolgáltatási osztály áll rendelkezésre a különböző kategóriájú előfizetők megkülönböztetésére.

**PBX előfizetők**

80 db PBX jelfogó szolgál PBX csoportok képzésére.

**Kétkeresztponthos iker vonal**

**Díjszámlálás**

A mobil központ rendelkezik az idő szerinti számlálás szerelvényeivel, nappali és éjszakai tarifa árváltás lehetőségével, továbbá önállóan képes különböző díjöknek megfelelő tarifaimpulzusok kiadására.

A központokban 1000 előfizető részére számláló jelfogó, további 100 db számláló jelfogó pedig statisztikai számlálás céljára kapott helyet.

- Pénzbedobó készülék
- Rosszakarató hívás levezetése
- Üres emelet.

Nemlétező szám tárcsázása esetén a csoportválasztó vezérlő egysége a hívást az üres emelet (REF) áramkörre irányítja, mely a hívó felé üres vonal jelzést ad.

**BHG Híradástechnikai Vállalat**

**1509 Budapest Pf. 2.**

**Telefon: 453-300**

**Exportálja BUDAVOX H—1392**

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





# MOBIL TÁVBESZÉLŐKÖZPONT

## MŰSZAKI ADATOK

Előfizetők száma max.	1000
Fajlagos kezdeményezett összforgalom	0,05E/előf.
Kezdeményezett összforgalom	45—50E
Végződő összforgalom, max.	45—58E
Tápfeszültség	$=48\text{ V} \pm 10\%$
Áramfelvétel	60 A
Egyenirányító berendezés hálózati adatai:	220 V + 15% 50 Hz 12,9 kVA

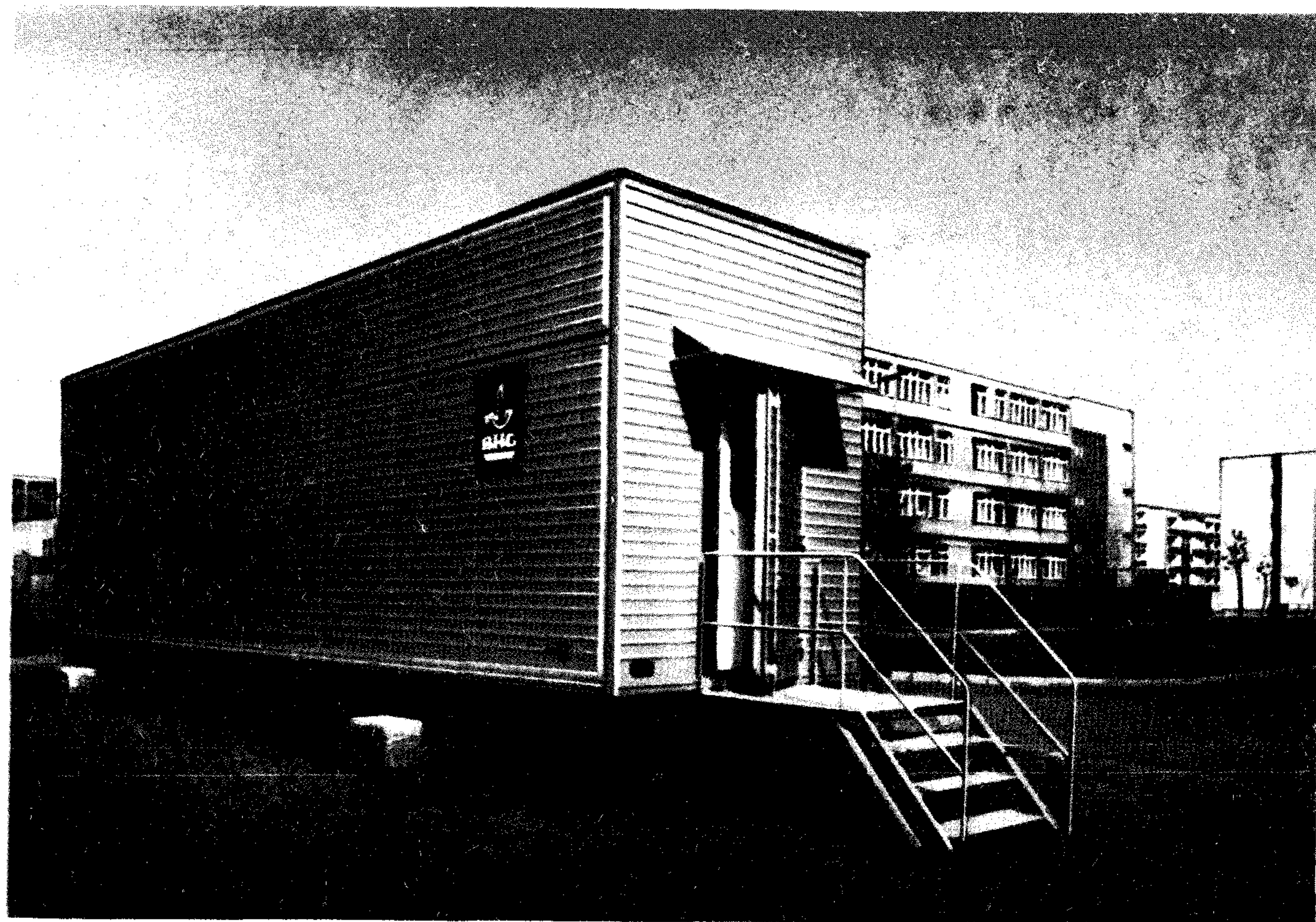
Egyenáramú adatai:  $=49\text{ V} \pm 1\%$  100 A  
Zajfeszültség telep nélkül 2 pmv

Konverter egyenáramú adatai:  $=39—52,5\text{ V}$   
64 A 2 pmV

Akkumulátor kapacitása 520 Aó  
Előfizetői vonal huzallellenállása, max. 1800 ohm

A vonal szigetelési ellenállása, min. 20 kohm

Átviteltechnikai adatok megfelelnek a CCITT vonatkozó ajánlásainak.



BHG Híradástechnikai Vállalat

1509 Budapest Pf. 2.

Telefon: 453-300

Exportálja BUDAVOX H—1392

Budapest P.O.B. 267.

