

51 /

# *Magyar* **HIRADÁSTECHNIKA**

**2**

Magyar

# HIRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

*Felelős szerkesztő:*

Balogh Pál  
VI. Eötvös u. 11/a  
Telefon: 420-536

*Szerkesztő:*

Boglár Gyula  
XI. Szigethy Gyula u. 11  
Telefon: 259-660

A Híradástechnikai  
Tudományos Egyesület  
Titkársága:

V. Szabadság tér 17.  
Telefon: 113-027

Előfizetési ár  
egész évre 30 Ft  
Egyes szám ára 5 Ft

Megjelenik kéthavonként

TARTALOM:

<i>Almássy György</i> : Kis állóhullámviszony mérése .....	41
<i>Koncz I. dr. és Konczné Déri M. dr.</i> : Ultrarövid hullámú kerámiai elektroncsövek. ....	51
<i>Váraljai Vilmos</i> : A facsimile táviratozási rendszer. ....	59
<i>Nagy I. és Frigyes I.</i> : A hazai rövidtávú mikrohullámú televízió összeköttetés. ....	72
Szemle .....	79
Содержание и обобщение на русском языке .....	83
Inhaltverzeichnis mit Zusammenfassungen in deutscher Sprache ..	83
Contents and Summaries in english .....	83
Table des matières avec résumé des articles en langue française ..	84

## Kis állóhullámviszony mérése

ALMÁSSY GYÖRGY

Távközlési Kutató Intézet

A kis állóhullámviszony mérésének hibái. Csomópont eltolási módszer veszteség és veszteségmentes négypólusok vizsgálatára. A mérési eredmény kiszámítását megkönnyítő diagrammok. A csomópont eltolási módszer hibái. Új magyar műszerek, melyek a csomópont-eltolási módszerhez felhasználhatók.

### Bevezetés

Az állóhullámmérés a mikrohullámú mérés-technika egyik leggyakrabban alkalmazott módszere. A mérés során az ismeretlen impedanciát a mérővonal hullámellenállásával hasonlítjuk össze. A gyakorlatban használatos kis veszteségű vonalak hullámellenállása kizárólag geometriai méreteiktől, illetve az azokat kitöltő anyag elektromos és mágneses jellemző adataitól függ. Az impedanciamérést tehát végeredményben hossz mérésre vezettük vissza.

Az állóhullámviszony mérésével szemben támasztott követelmények egyre inkább fokozódnak. A második világháború során kidolgozott lokátorok antenntápvonalában  $r = 1,5$  állóhullámviszony még megengedhető volt. A gyakorlatban azonban ennél nagyobb állóhullámviszony sem okozott lényeges zavart, legfeljebb a tápvonal egyes helyeken időnként átütött. Az átütés ellen bizonyos fokig védekezni lehetett a tápvonalban alkalmazott túlnyomással. (A levegő átütési szilárdsága ugyanis nyomással növekszik.) Pl. 1  $\mu$ sec-os hosszúságú impulzussal modulált lokátor elméletileg sem képes észlelni a 150 méteres környezetében keletkező reflektált jeleket.

A vevő véges feléledési ideje miatt ez a távolság a gyakorlatban még nagyobb. Többszörös reflexiót feltételezve sem keletkezhetnek tehát a szokásos hosszúságú tápvonalakban észlelhető reflektált jelek. A reflexió miatt fellépő teljesítménycsökkenés és veszteségnövekedés csupán a rendszer határfokát rontja kismértékben.

Sokkal kedvezőtlenebb a helyzet a mikrohullámú sokcsatornás rádióösszeköttetések tápvonalaiban. A reflexió a televíziós jelek átvitelénél szellemképeket idéz elő, sokcsatornás üzemben pedig zavaró áthallásokat okoz.

Lényegesen jobb állóhullámviszonyra kell tehát törekedni és gyakran  $r = 1,05$  a legnagyobb megengedhető állóhullámviszony.

Az ilyen kis állóhullámviszony mérés igen nehéz feladatot jelent. A gyakorlatban használatos állóhullámmérők saját reflexiója is kb. ilyen nagyságú állóhullámviszonyt okoz, ha reflexiómentes a lezárás (Pl. az ORION-FMV 1653 típusú koaxiális állóhullámmérő saját állóhullámviszonya 1,04, az ORION-FMV 1654 típusú cserélhető betétes csőtápvonal-állóhullámmérőé 1,03, az NDK-ban gyártott HF 2051

típusú 3 cm-es csőtápvonal állóhullámmérővel mérhető legkisebb állóhullámviszony 1,1 stb.)

Az állóhullámmérőben reflexiót elsősorban a hasíték, a kicsatoló antenna és a szigetelő kitámasztó okoz. Ez utóbbi csak a koaxiális mérővonalakban fordul elő. A kedvezőbb geometriai méretek és a szigetelő kitámasztó hiánya következtében a csőtápvonal-állóhullámmérők mindig pontosabbak mint az ugyanolyan hullámhossza, azonos mechanikai pontossággal előállított koaxiális állóhullámmérők. A kicsatoló antenna reflexiója a feszültség-maximumok táján torzítja a legnagyobb mértékben a mérővonalban kialakult elektromos teret. A feszültségminimum helyén a kicsatoló antenna reflexiójának hatása kisebb. Teljes reflexió esetén, a feszültségminimum helyén nincs térerősség, tehát még az igen szorosán csatolt, nagy reflexiót okozó kicsatoló antenna sem tudja a mérővonalban kialakult térerősséget ezen a helyen megzavarni. Az állóhullámmérés során hibát okoz továbbá a mérővonal mechanikai pontossága.

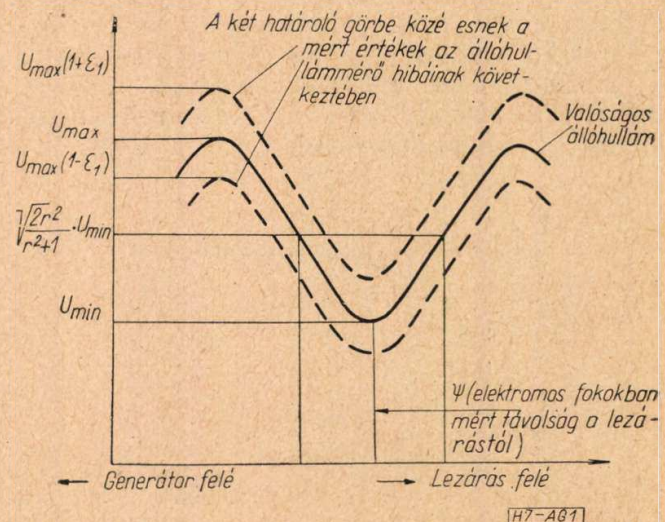
A mechanikai pontosságból eredő viszonylagos feszültségmérési hibát az 1. ábra szerint jelöljük  $\varepsilon_1$ -gyel, ekkor a helyesen mért állóhullámviszony a következő határok közé esik:

$$\frac{U_{\max}(1-\varepsilon_1)}{U_{\min}(1+\varepsilon_1)} \leq r \leq \frac{U_{\max}(1+\varepsilon_1)}{U_{\min}(1-\varepsilon_1)} \quad (1)$$

ahol  $U_{\max}$  a valóságos feszültségmaximum,  $U_{\min}$  a valóságos feszültségminimum és  $\varepsilon_1$  a viszonylagos mérési pontosság.

A gyakorlatban  $\varepsilon_1 \ll 1$ .

$\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = r$  az állóhullámviszony helyes értéke.



1. ábra. Feszültség minimumhely meghatározásának hibája

(1) egyenletet rendezve és (2) egyenlőtlenséget felhasználva

$$r(1 - 2\varepsilon_1) \leq r' \leq r(1 + 2\varepsilon_1) \quad (3)$$

A (3) egyenletből nyilvánvaló, hogy az állóhullámviszony mérési hibája kétszer akkora, mint a mérővonal pontossága által okozott viszonylagos feszültségmérési hiba.

Impedanciaméréskor az állóhullámviszonyon kívül a feszültségminimum helyét is pontosan ismerni kell. Ezt legcélszerűbb két egyenlő feszültségű pont felezőpontjaként meghatározni.

Ha a feszültségmérés viszonylagos hibája ( $\varepsilon_1$ ) kicsi, a minimumhely meghatározásának mérési hibája:

$$d\varphi \approx \frac{2r\varepsilon_1}{r^2 - 1} \text{ radián} \quad (4)$$

A minimum helyét akkor lehet a legkisebb hibával meghatározni, ha a két kiválasztott pontban mérhető azonos feszültség ( $U$ ) az (5) egyenletet kielégíti.

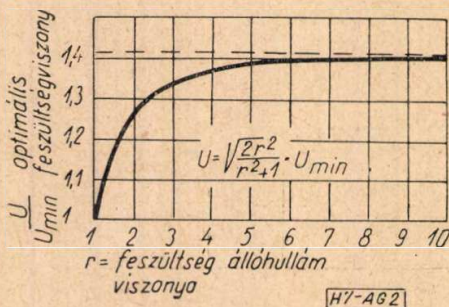
$$U = U_{\min} \left[ \frac{2r^2(1 + \varepsilon_1^2)}{r^2 + 1} \right]^{1/2} \quad (5)$$

Jó minőségű állóhullámmérők mechanikai pontatlansága igen kicsi, tehát  $\varepsilon_1^2$ -et 1 mellett el lehet hanyagolni.

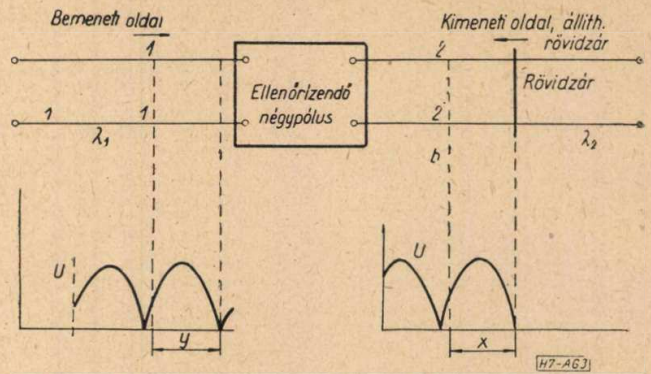
$$U \approx U_{\min} \left[ \frac{2r^2}{r^2 + 1} \right]^{1/2} \quad (6)$$

A (4), (5) és (6) egyenletek négyzetes detektor alkalmazása esetén érvényesek. Bizonyításuk az irodalomban megtalálható [1].

Az adott feszültség-állóhullámviszonyhoz tartozó (6) egyenlettel előírt legkedvezőbb feszültségviszony a 2. ábrán látható. A diagramból leolvasható, hogy ha az állóhullámviszony 5-nél nagyobb, a minimális feszültség 1,4-szeresét kell a minimumhelytől jobbra és balra megkeresni és az így meghatározott távolság felező pontja közelíti meg legjobban a feszültségminimum pontos helyét. Az eddigiekből nyilvánvalóan kitűnik, hogy az impedanciamérés annál pontatlanabb, minél kisebb az állóhullámviszony. A minimumhely meghatározásának hibája, amint a (4) egyenletből következik, rohamosan nő, ha az állóhullámviszony 1-hez tart.



2. ábra. Optimális feszültségviszony a minimum helyének meghatározásakor



3. ábra. A csomóponteltolási mérés alapelve

Kis állóhullámviszonyt ezért

a) különleges módszerekkel, illetve

b) különleges mérőeszközökkel célszerű mérni.

Az a) csoportba sorolhatók azok a mérések, amelyekhez ugyan állóhullámmérőt használnak, de maga a mérés nem a szokásos módon történik. Ilyen módszerek pl. az állóhullámmérő reflexiójának kihangolása, csomópont-eltolási mérés stb.

A b) csoport különleges impedancia-, illetve állóhullámmérő eszközök: iránycsatoló, mikrohullámú híd, mikrohullámú impulzus reflexióját észlelő készülék (lokátorelv alkalmazása) stb.

Ebben a cikkben a csomópont eltolásával, az egyik legfontosabb, és jelenleg egyik legelterjedtebb mérési módszerrel foglalkozunk.

### 1. Állóhullámviszony mérése csomópont-eltolással

Csomópont-eltolás módszerével mikrohullámú négy-pólusokat lehet ellenőrizni. (Pl. tápvezeték elemeket, szűrőket, különböző típusú tápvezeték közötti átmeneteket stb.) Ezzel a módszerrel négy-pólusok összes jellemző paramétereit meg lehet határozni, de ebben a cikkben elsősorban csak az állóhullámviszony mérésére fordítunk figyelmet.

A mérési elv a 3. ábrán látható.

A négy-pólus kimeneti kapcsaihoz (2—2) egy állítható rövidzárral csatlakozunk és állóhullámmérővel mérjük a négy-pólus bemeneti (1—1) kapcsain a négy-pólus bemeneti impedanciáját.

Amint az átviteltechnikában ismeretes, a négy-pólus impedancia transzformációjára jellemző összefüggés:

$$Z_1 = \frac{\Delta_Z + Z_2 Z_{11}}{Z_{22} + Z_2} \quad (7)$$

ahol  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{21}, Z_{22}$  a négy-pólus impedancia-paraméterei

$$U_1 = Z_{11} i_1 + Z_{12} i_2$$

$$U_2 = Z_{21} i_1 + Z_{22} i_2$$

ahol

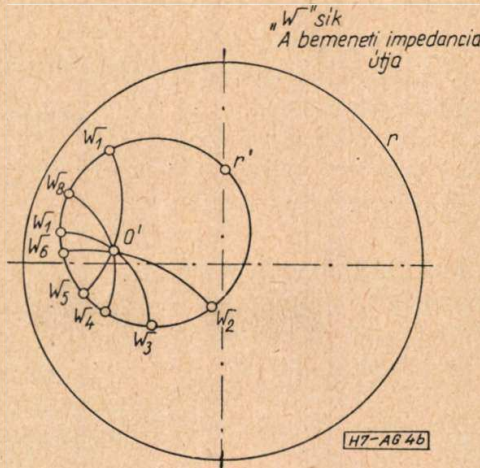
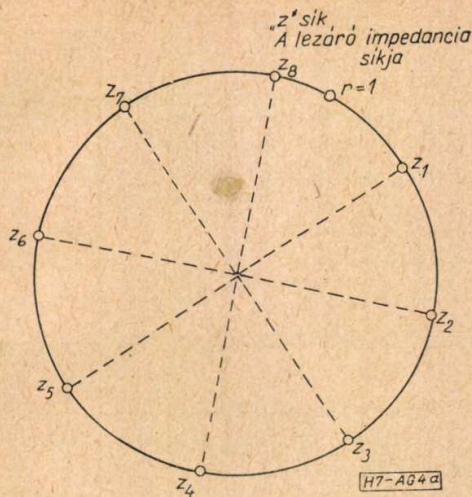
$U_1$  a bemeneti feszültség,

$U_2$  a kimeneti feszültség,

$i_1$  a bemeneti áram és

$i_2$  a kimeneti áram

$$\Delta_Z = \begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{vmatrix} = Z_{11} Z_{22} - Z_{12} Z_{21} \quad (8)$$



4. ábra. A négy-pólus bemeneti impedanciájának változása, ha a lezáró ellenállás tiszta képzetes impedancia

(Henneyi Z. Lineáris áramkörök elmélete 1958. VI fejj.)

$Z_1$  a bemeneti impedancia

$Z_2$  a négy-pólus kimenetére kapcsolt impedancia.

A (7) egyenletből kitűnik, hogy a négy-pólus kimenetére kapcsolt  $Z_2$  impedanciát egy lineáris törtfüggvény képezi le a négy-pólus bemeneti impedanciájára. Az állítható rövidzárát mozgatva a négy-pólus kimeneti kapcsaira  $+j\infty$  és  $-j\infty$  határok között változó tiszta képzetes impedanciák (reaktanciák) kerülnek. A négy-pólus kimenetére kapcsolt impedanciák geometriai helye tehát Descartes-koordinátákkal a képzetes tengely, ebből a konform leképezéssel nyert Smith-diagrammban pedig a külső burkoló kör. ( $R=0$  kör)  $r=1$

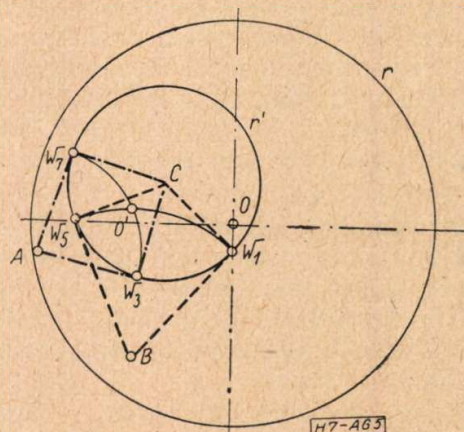
A négy-pólus bemeneti impedanciáját a kimenetére kapcsolt impedancia konform leképezéssel nyerhetjük. A leképező függvényt a (7) egyenlet határozza meg. Amint ismeretes, a lineáris törtfüggvény a konform leképezés körtartó, tehát a kört, illetve egyenest körbe viszi át. (Az egyenes a végtelen távoli ponton átmenő kör.) A mi esetünkben tehát a bemeneti impedancia értékei is egy kör kerületén fognak elhelyezkedni, mind a derékszögű koordinátarendszerben, mind a Smith-impedanciadiagrammon.

Elvileg a kört három pontja egyértelműleg meghatározza. Elegendő tehát 3 különböző rövidzár-helyzethez tartozó bemeneti impedanciát mérni. A mérési pontosság azonban lényegesen fokozható, ha a szükségesnél több pontot mérünk meg és a mérési hibákat kiegyenlítve rajzoljuk meg a bemeneti impedancia változására jellemző legvalószínűbb kört. A bemeneti impedancia geometriai helyét ismerve a négy-pólus impedanciaparaméterei, illetve a négy-pólusra jellemző paraméterek meghatározhatók. A gyakorlatban igen fontos kérdés, mi lesz a négy-pólus bemeneti impedanciája, ha kimenetét a hullámmellenállással zártuk le.

A Smith-impedanciadiagramm középpontja felel meg a hullámmellenállásnak. A hullámmellenállással lezárt kimenetű tartozó bemeneti

impedanciát tehát az impedanciadiagramm középpontjának a leképezésével határozhatjuk meg. A feladatot legcélszerűbb szerkesztéssel megoldani, amint a 4. ábrán látható.

A négy-pólus kimeneti oldalához állítható rövidzárral csatlakozunk. A 4. ábrán azt az állapotot tüntettük fel, amikor a rövidzár síkját  $\lambda/16$  távolsággal lépésenként távolítjuk el a négy-pólus kimeneti síkjától. A négy-pólus kimeneti impedanciája a Smith-diagramm külső körén változik, és az egyes impedanciaértékek egymástól  $45^\circ$ -ra helyezkednek el a kör kerületén. A négy-pólus bemeneti impedanciáját leképezéssel nyerjük. A  $w$  síkon a  $\Gamma = 1$  kör képe  $\Gamma'$ , amelyen az egyes bemeneti impedanciák már nem egyenletesen elosztva helyezkednek el. A  $Z$  síkban egyes impedanciaértékeket összekötő körátmérők a  $w$  síkban körívekre mennek át, amelyek a konform leképezés szögtartó tulajdonsága folytán merőlegesek a  $\Gamma'$  körívre. Ebből a feltételből, amint az 5. ábrán látható, a körátmérők képe könnyen megszerkeszthető. A körátmérő végpontjainak megfelelő képpontokban, pl. a  $w_3$  és  $w_7$  pontokban érintőket húzunk a körívhez. Az érintők metszéspontja határozza meg a  $w_7, w_3$  pontokon átmenő és a  $\Gamma'$  körre merőleges körívet, azaz a  $Z_3, Z_7$  pontokhoz tartozó átmérő képét. A szerkesztést többször megismételve, a körívek metszéspontja az  $O'$



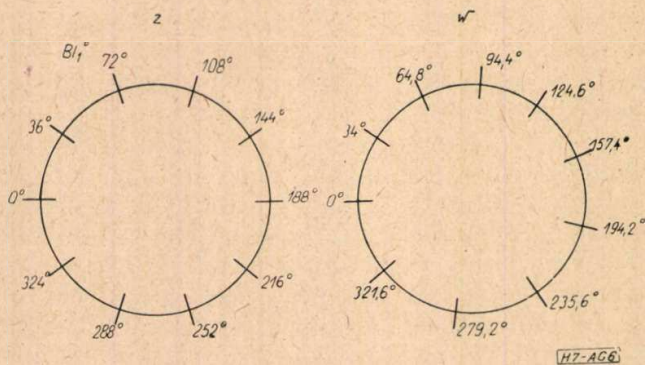
5. ábra. Az impedanciadiagramm középpontjának leképezése

pontot, azaz a hullámmellenállásával lezárt négy-pólus bemeneti impedanciáját adja.

A bemeneti impedanciához tartozó állóhullámviszony a diagrammról könnyen leolvasható. A  $I''$  kör adataiból a négy-pólus minden jellemző adata meghatározható, de a jelen cikk keretében megelégszünk az állóhullámviszony mérésevel.

A látszólag bonyolult eljárás számos előnyvel jár.

a) A méréshez nincs szükség nagy pontosságú, gondosan illesztett vonallezáróra, csupán állítható rövidzár. Ez az előny különösen akkor domborodik ki, amikor a négy-pólus ki- és bemenete két különböző típusú tápvonal (ilyen pl. a négyszögletes csőtápvonal — koaxiális tápvonal közötti átmenet).



6. ábra. A bemeneti impedancia fázisának változása

b) A (3) és (4) egyenlethől nyilvánvaló, hogy kis állóhullámviszonyt nehéz pontosan mérni, főleg a minimum helyének meghatározásakor nagy a bizonytalanság.

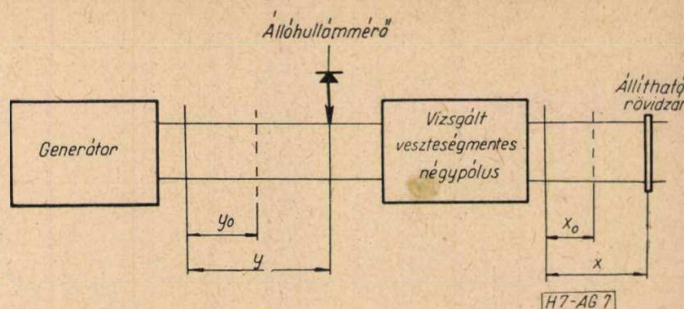
Az ismertett módszer alkalmazásakor, ha nem túlzottan nagy a négy-pólus csillapítása, nagy állóhullámviszonyokat kell mérni, tehát a fázisviszonyokat is jól meg lehet határozni.

c) A mérési eljárás lehetővé teszi, hogy a mérés végeredményét sok mérési pont közepelése útján nyerjük. Kedvezően mérhető mérési pontok kiválasztása is lehetséges.

Az ismertett eljárás lényegesen egyszerűsíthető és a módszer még előnyösebb, ha a vizsgált négy-pólus veszteségmentes. Ebben az esetben a leképezéssel kapott bemeneti impedancia (hasonlóan mint a kimenetre kapcsolt impedancia) az impedanciadiagramm külső körén helyezkedik el, de amint a 6. ábrán látható, leképezés során az egyes impedancia értékek viszonylagos fázisa megváltozik.

Ezt a jelenséget állóhullámmérővel könnyen ki lehet mutatni. Ha az állítható rövidzárral lezárt négy-pólus veszteségmentes, a vonalban a rövidzár helyzetétől függetlenül mindig végtelen az állóhullámviszony, és csupán az impedancia fázisa változik.

Méréskor elegendő tehát csupán a feszültségminimum helyét megállapítani. Ez a mérés, amint a (4) egyenlethől látható, igen nagy pontosságú, ha az állóhullámviszony végtelen.



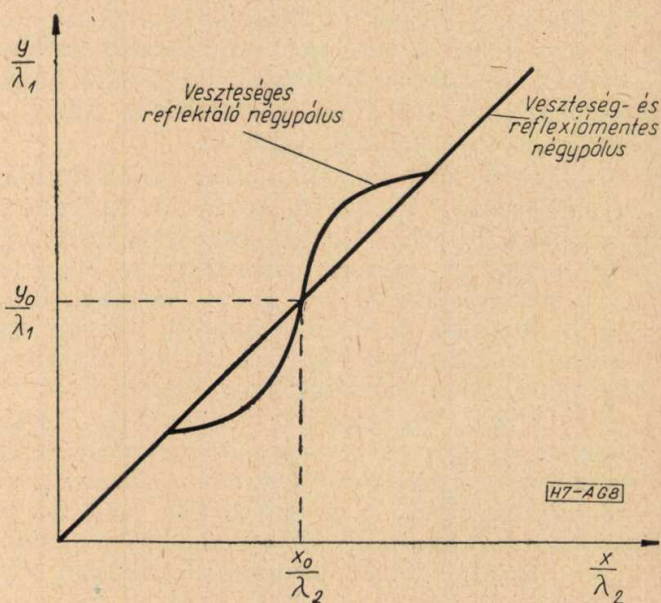
7. ábra. Csomóponteltolás mérésének blokkdiagrammja

A ki- és a bemeneti impedancia fázisának változását a 7. ábrán látható módon lehet a legegyszerűbben kimutatni.

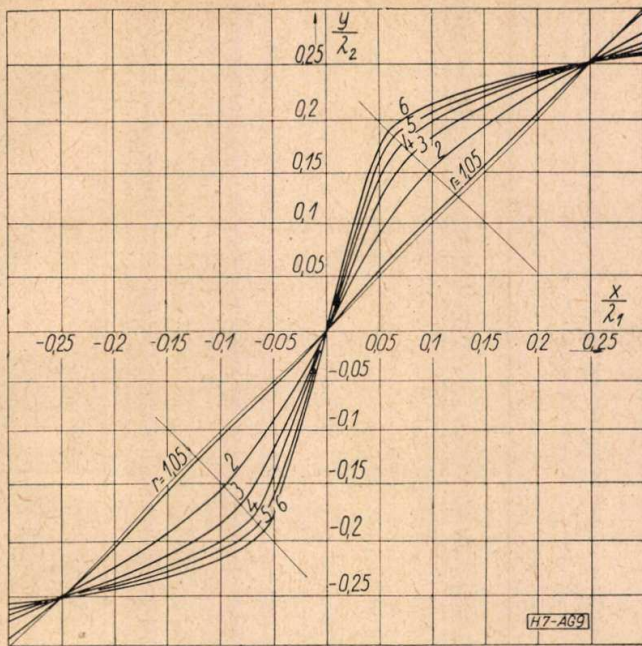
Az állítható rövidzár mozgatva, az állóhullámmérőn minden egyes rövidzár helyzethez megkeressük a hozzátartozó minimumhelyet. Szabadon választott skála-nullapontoktól kiindulva mérjük az állítható rövidzár illetve a feszültség minimum helyét. A két skála nullapontját külön-külön, egymástól teljesen függetlenül írjuk elő. A rövidzár normál elmozdulásának függvényében tüntetjük fel a minimumhely normál elmozdulását. A normalizálás az illető szakaszban mérhető hullámhosszal való osztás útján történik. Általában a négy-pólus ki- és bemenetéhez csatlakozó tápvonalakban különböző a hullámhossz, mint pl. a négyszögletes csőtápvonal és koaxiális tápvonal közötti átmenetnél.

A reflexió- és veszteségmentes négy-pólust 45°-os ferde egyenes jellemzi, amint a 8. ábrán látható.

Veszteségmentes reflektáló négy-pólus jellegző görbéje az előbbi ferde egyenesre szuperponált szinuszszerű görbe. Ha a négy-pólust hullámmellenállásával zárjuk le, bemeneti oldalán a négy-pólusra jellemző állóhullámviszony mér-



8. ábra. Csomóponteltolási diagramm;  $\frac{y}{\lambda_1}$  és  $\frac{x}{\lambda_2}$  összefüggése



9. ábra. Különböző állóhullámviszony-értékekhez tartozó csomóponteltolási diagramm

hető, amelynek mint paraméternek a függvényében tüntettük fel a 9. ábrán a különböző reflexiójú négy-pólusok jelleggörbéit.

A görbék egyenletét implicit alakban a

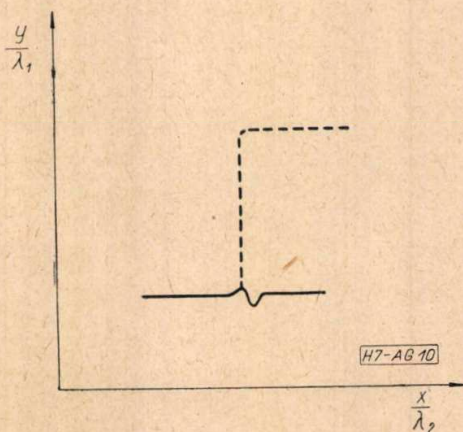
$$\operatorname{tg} \frac{2\pi(y - y_0)}{\lambda_1} = r \cdot \operatorname{tg} \frac{2\pi(x - x_0)}{\lambda_2} \quad (9)$$

egyenlet fejezi ki, ahol

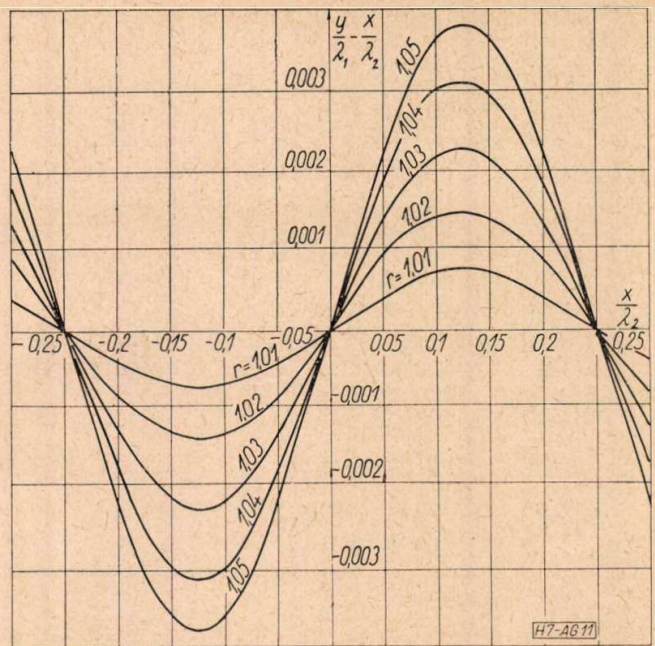
$x_0, y_0$  a görbe inflexiós pontjának a koordinátái,  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  a bemeneti és kimeneti oldalon mérhető hullámhossz,  $r$  a kimenetén hullámellenállásával lezárt vonal bemeneti állóhullámviszonya.

Ha a négy-pólus reflexiója igen nagy, ideális esetben a 10. ábrán szaggatott vonallal rajzolt görbe mérhető, kisvesztésű vonalban pedig a folytonos vonallal kihúzott görbe észlelhető.

A 9. ábrából nyilvánvaló, hogy kis állóhullámviszony megállapítására az ismertetett módszer nem alkalmas, mivel az ábra túlságosan



10. ábra. Igen nagy állóhullámviszonyhoz tartozó csomóponteltolási diagramm



11. ábra.

Csomóponteltolási diagramm;  $\frac{y}{\lambda_1} - \frac{x}{\lambda_2}$  és  $\frac{x}{\lambda_2}$  összefüggése

zsúfolt. Ilyen esetben az  $\frac{y}{\lambda_1} - \frac{x}{\lambda_2}$  különbséget

célszerű feltüntetni  $\frac{x}{\lambda_2}$  függvényében, amint ez a 11. ábrán látható.

Fizikailag a folyamatot az ún. transzformátorelvvel lehet megmagyarázni. Ha a négy-pólust mindkét oldalán kellő hosszúságú vonalszakaszokkal kiegészítjük, olyan ideális transzformátort kapunk, amelynek áttétele:

$$\ddot{u} = \sqrt{r \cdot \frac{Z_{01}}{Z_{02}}}$$

Ekkor

$$\frac{Z_1}{Z_2} = r \frac{Z_{01}}{Z_{02}}$$

ahol  $Z_2$  a négy-pólus kimenetére kapcsolt lezáró impedancia,

$Z_1$  a négy-pólus bemeneti impedanciája,

$r$  a négy-pólus bemenetén mérhető állóhullámviszony abban az esetben, amikor a kimeneti hullámellenállásával van lezárva,

$Z_{01}$  a bemeneti oldal hullámellenállása,

$Z_{02}$  a kimeneti oldal hullámellenállása.

A csomóponteltolási módszer négy-pólusok hang- és rádiófrekvenciás tartományban végzett üresjárású és rövidzárású méréseivel azonos.

A hullámellenállásával lezárt négy-pólus bemenetén mérhető feszültség-állóhullámviszony és a csomóponteltolási görbe amplitúdója között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\pm a = \left( \frac{2\pi y}{\lambda_2} - \frac{2\pi x}{\lambda_1} \right)_{\min}^{\max} = \pm \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \left[ \sqrt{r} - \frac{1}{\sqrt{r}} \right] \quad (10)$$

A csomóponteltolási görbe adatai a 10. ábrán láthatók.

A reflexiós tényező

$$|\Gamma| = \sin a, \quad (11)$$

a feszültség-állóhullámviszony pedig az

$$r = \frac{1 + \sin a}{1 - \sin a} \quad (12)$$

képletből számítható.

Az 1. táblázat a gyakorlatban megkönnyíti a csomóponteltolási mérés eredményének gyors kiszámítását.

1. táblázat

Feszültség-állóhullámviszony a relatív csomóponteltolás amplitudójának a függvényében

r :	$\frac{a}{2\pi} \cdot 10^{-3}$	r :	$\frac{a}{2\pi} \cdot 10^{-3}$
1,005	0,398	1,08	6,1
1,01	0,798	1,085	6,45
1,015	1,195	1,09	6,8
1,02	1,59	1,095	7,15
1,025	1,975	1,1	7,6
1,03	2,32	1,15	10,9
1,035	2,745	1,2	14,5
1,04	3,15	1,3	20,8
1,045	3,5	1,5	32,1
1,05	3,88	1,7	41,75
1,055	4,26	2	54,2
1,06	4,6	4	100,5
1,065	5	5	116
1,07	5,35	10	152,3
1,075	5,74		

A 12. ábrán tüntettük fel a csomóponteltolási ábra amplitudóját a hullámellenállásával lezárt négy pólus feszültség-állóhullámviszonyának függvényében. A csomóponteltolási görbe a középvérték vonalat egyszer pozitív, egyszer negatív iránytangessel metszi. A görbe iránytangense az  $x_0$  pontban

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = m = r - 1 \quad (13)$$

az  $x'_0$  pontban az iránytangense

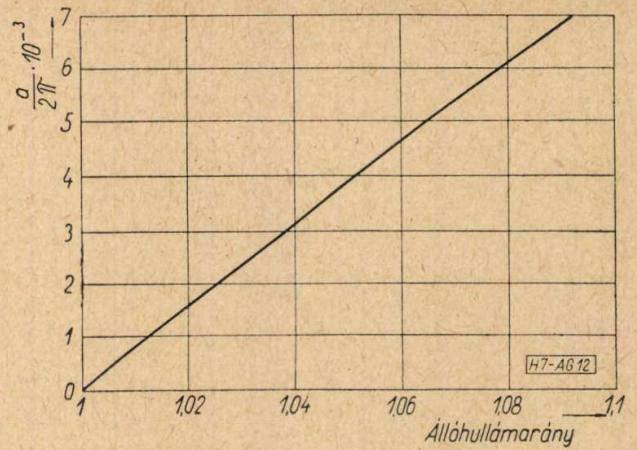
$$\operatorname{tg} \alpha_2 = m_2 = \frac{1}{r} - 1 \quad (14)$$

Mérési pontosság

Kis állóhullámviszony esetén  $\sin a \approx a$ .

$$r = \frac{1 + \sin a}{1 - \sin a} \approx \frac{1 + a}{1 - a} \approx 1 + 2a \quad (15)$$

$$a = \left( \frac{2\pi}{\lambda_2} y - \frac{2\pi}{\lambda_1} x \right)_{\max} \quad (16)$$



12. ábra. A csomóponteltolási diagram amplitudója  $\left(\frac{a}{2\pi}\right)$  a feszültségálló-hullámviszony függvényében

Az állóhullámviszony teljes differenciálja:

$$dr = \frac{\partial r}{\partial a} \cdot \frac{\partial a}{\partial y} dy + \frac{\partial r}{\partial a} \cdot \frac{\partial a}{\partial \lambda_2} d\lambda_2 + \frac{\partial r}{\partial a} \cdot \frac{\partial a}{\partial x} dx + \frac{\partial r}{\partial a} \cdot \frac{\partial r}{\partial \lambda_1} d\lambda_1 \quad (17)$$

(15) egyenletből

$$\frac{\partial r}{\partial a} \approx 2$$

Innen

$$dr = 2 \left[ \frac{2\pi}{\lambda_2} dy - \frac{2\pi}{\lambda_2^2} y d\lambda_2 - \frac{2\pi}{\lambda_1} dx + \frac{2\pi}{\lambda_1^2} x d\lambda_1 \right] \quad (18)$$

A maximális hibát akkor kapjuk, ha az egyes tagok abszolút értékét összeadjuk.

$r \approx 1$ -gyel az egyenlet mindkét oldalát osztva

$$\frac{dr}{r} = 4\pi \left[ \frac{dy}{\lambda_2} + \frac{y}{\lambda_2} \frac{d\lambda_2}{\lambda_2} + \frac{dx}{\lambda_1} + \frac{x}{\lambda_1} \frac{d\lambda_1}{\lambda_1} \right] \quad (19)$$

ha  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$

$$\frac{dr}{r} = 4\pi \left[ \frac{dy + dx}{\lambda} + \frac{x + y}{\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{\lambda} \right] \quad (20)$$

$\frac{x + y}{\lambda}$  értéke közelítőleg 1, tehát

$$\frac{dr}{r} = 4\pi \left[ \frac{dy + dx}{\lambda} + \frac{d\lambda}{\lambda} \right] \quad (21)$$

Az előbb említett objektív hibákon kívül a diagramm leolvasási pontatlanságából eredő hiba is igen jelentős lehet. Ez különösen akkor nagy, ha kevés pontot mértünk. Legalább 8–16 pontot kell méréssel meghatározni.

$$\frac{dr}{r} = 4\pi \left( \frac{dx + dy}{\lambda} + \frac{d\lambda}{\lambda} + \frac{w}{\lambda} \right) \quad (22)$$

ahol a leolvasási pontatlanságból eredő hiba  $\frac{w}{\lambda}$  értéke elsősorban a diagramm nagyságától függ.



Ha a mérést csőtápvonalban végezzük,  $\lambda$  a csőtápvonalban mért hullámhosszt jelenti.

A levegővel kitöltött négyszögletes csőtápvonalban mérhető hullámhossz

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2}}$$

ahol  $\lambda_0$  a szabad térben mérhető hullámhossz és  $a$  a szélesebb oldal.

$\lambda$  teljes deriváltját kiszámítva az alábbi összefüggést nyerjük:

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{1}{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2} \cdot \frac{d\lambda_0}{\lambda_0} - \frac{1}{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2} \cdot \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2 \cdot \frac{da}{a} \quad (23)$$

A csőtápvonalban mért hullámhossz  $\lambda$  értékét közvetlen méréssel szokás megállapítani. A csőtápvonalak megengedett tűrései miatt azonban az állóhullámmérőben és az állítható rövidzárban mérhető hullámhossz esetleg különböző lesz.

A hiba igen nagy lehet, ha az üzemi hullámhossz a csőtápvonal határ-hullámhosszának közelébe esik.

Vizsgáljuk meg, milyen hibával mérhetünk az ORION-FMV 1654 típusú állóhullámmérő és az ORION-FMV 1764-58 típusú állítható rövidzár segítségével.

Az említett műszereket a magyar ipar már gyártja.

A műszerek főbb adatai:

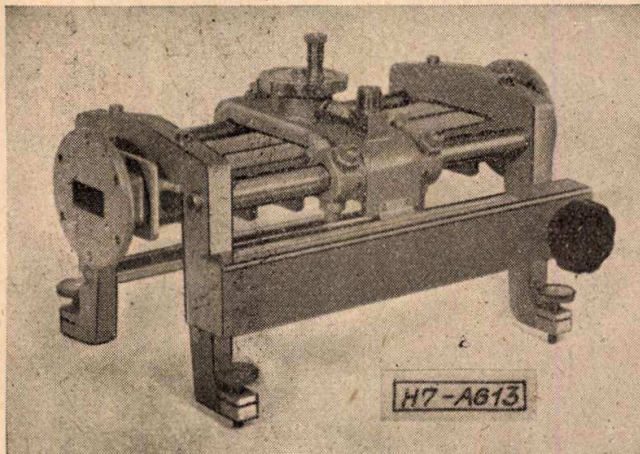
ORION-FMV 1654-58 típusú állóhullámmérő:

Frekvenciasáv: 3300—4900 MHz  
Csatlakozás: 58 × 29 mm-es névleges

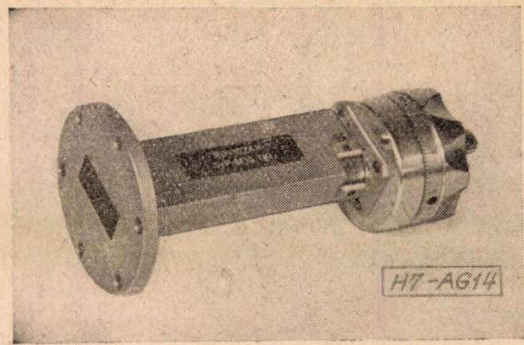
Legnagyobb kocsielmozdulás: 150 mm

Saját feszültség-állóhullámviszony: 1,03

A kocsi helyzetének mérési pontossága: 0,1 mm



13. ábra. ORION-FMV 1654 típusú, 3300—4900 MHz frekvenciasávban használható, 58 × 29 mm-es csőtápvonalhoz csatlakozó állóhullámmérő



14. ábra. ORION-FMV 1764-58 típusú 3300—4900 MHz frekvenciasávban működő 58 × 29 mm-es csőtápvonalból kialakított állítható rövidzár

ORION-FMV 1764-58 típusú állítható rövidzár:

Frekvenciasáv: 3300—4900 MHz  
Csatlakozás: 58 × 29 mm-es névleges  
Löket: 120 mm

A dugattyúhelyzet leolvasási pontossága: ± 0,05 mm

A műszerek adatait figyelembe véve, az állóhullámmérés hibájának kiszámításához szükséges adatok a következők:

$$dy = \pm 0,1 \text{ mm}$$

$$dx = 0,05 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\min} = 71 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\max} = 146 \text{ mm}$$

becsülve  $d\lambda = 0,1 \text{ mm}$

$$\text{becsülve } \frac{dw}{\lambda} = 10^{-3}$$

$$\frac{dr}{r} = 4\pi \left( \frac{0,1 + 0,05}{71} + \frac{0,1}{71} + 10^{-3} \right) =$$

$$= 4\pi \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 5,6 \cdot 10^{-2} = 5,6\%$$

Ennél a számításnál feltételeztük, hogy az állóhullámmérő és a négypólus csatlakozásánál nem lép fel reflexió, illetve a mért érték az állóhullámmérő saját reflexiójának, a csatlakozó reflexiójának, illetve a vizsgált négypólus reflexiójának eredőjét adja. Mérés sorozatokkal a különböző reflexiók szétválaszthatók, de a mérési pontosság ekkor lényegesen csökken.

Csomóponteltolási mérés egyéb alkalmazási lehetőségei

A csomóponteltolási méréssel meghatározhatjuk egy dielektrikummal kitöltött tápvonalszakasz paramétereit és ebből a dielektromos állandó kiszámítható. Dielektromos tárcsa segítségével a csomóponteltolás mértéke növelhető.

A csomóponteltolási módszerrel lényegében azonos az ún. üregrezonátoros négypólusmérési módszer. Ugyanis, ha végtelen az állóhullámviszony, a feszültségminimum helyén nulla az impedancia. Nem változik meg tehát az erővonalkép, ha ezen a helyen egy rövidrezáró síkot helyezünk a vonalba.

Ily módon egy üregrezonátort nyerünk, amelyet egyik oldalról az állítható rövidzár, másik oldalról az előbb említett, ugyancsak tologatható rövidrezáró sík határol.

A mérés során az egyik rövidzárt mozgatva, a másikkal mindig rezonanciára hangolunk.

A csomóponteltolási módszerek e különleges alkalmazásairól később fogunk egy újabb cikkben beszámolni.

### Összefoglalás

A csomóponteltolási mérés előnye, hogy viszonylag egyszerű műszerek felhasználásával igen pontos mérési eredményeket nyújt. A mérési pontosság ugyanis nem függ a generátor amplitudóingadozásaitól, az állóhullámmérő kicSATolójának reflexiójától, az állóhullámmérő mechanikai pontatlanságaiból eredő kisebb színtingadozásoktól, a detektor karakterisztikájától. További előnye, hogy különböző viszonyok között végzett méréssorozatokkal a mérési pontosság növelhető, ha felhasználjuk azt a tényt, hogy a négy-pólusok impedanciaátvitelét lineáris törtfüggvények írják elő.

A módszer hátrányai: egyetlen állóhullámviszony meghatározásához is számos adatot kell megmérni. (Legalább 8 pontot kell felvenni.) A mérés tehát hosszadalmas. Amíg a generátor amplitudóingadozása nem okoz hibát, addig a frekvenciaingadozás súlyos mérési hibát eredményez.

A csomóponteltolási módszer számos más méréstechnikai feladat megoldására is alkalmas (pl. dielektromos állandó mérése). Sokoldalúsága és nagy pontossága miatt a modern mikrohullámú méréstechnika egyik igen eredményes módszere.

### F Ü G G E L É K

#### A csomóponteltolási karakterisztika kiszámítása

##### a) A transzformátor tétel igazolása.

A 7. ábrán látható négy-pólust kimeneti oldalán zárjuk le a hullámellenállásával, ekkor a bemeneti oldalon mérhető feszültség-állóhullámviszony legyen  $r$ . A feszültségmaximum helyén (jelöljük ezt a pontot  $y_0$ -val) a  $Z_1$  impedancia valós és nagysága, amint ismeretes,

$$Z_1 = r Z_{01} \quad (24)$$

ahol  $Z_{01}$  a bemeneti oldalhoz csatlakozó vonal hullámellenállása.

Ezután a kimeneti oldalt zárjuk le és az állítható rövidzárt addig tologatjuk, míg a bemeneti oldalon a minimumhely nem kerül az előbbi feszültségmaximum helyére (az  $y_0$  pontba). A rövidzár helyzetét ebben a pontban jelöljük  $x_0$ -val.

Mindkét esetre vonatkozólag felírhatjuk a négy-pólus impedanciaátvitelére vonatkozó (7) egyenletet. (A hullámellenállás egy vonalban bárhova eltolható az impedancia viszonyok megváltozása nélkül, tehát feltételezhetjük, hogy a hullámellenállás az első mérés alkalmával az  $x_0$

pontban zárta le a négy-pólushoz csatlakozó vonalat).

A (7) egyenletet a következő általánosabb alakban írhatjuk:

$$Z_1 = \frac{A + B Z_2}{C + D Z_2} \quad (25)$$

ahol  $A, B, C, D$ , a négy-pólusra jellemző paraméterek,  $Z_2$  a négy-pólus kimenetére kapcsolt terhelő impedancia,  $Z_1$  a négy-pólus bemenetén mérhető impedancia.

A mi esetünkben

$$r \cdot Z_{01} = \frac{A + B Z_{02}}{C + D Z_{02}} \quad (26)$$

$$0 = \frac{A}{C} \quad (27)$$

A (27) egyenletből következik, hogy  $A = 0$ , mivel  $C$  nem lehet  $\infty$ . Mivel a (26) egyenlet baloldala,  $r \cdot Z_{01}$ , valós, a jobboldalnak is valósnak kell lennie.

A négy-pólus egyenletében  $A$  és  $D$ , illetve  $B$  és  $C$  ugyanolyan jellegű mennyiségek, az egyik pár valós, a másik képzetes. A tört csak úgy lehet valós, ha  $D = 0$ , mivel  $Z_{02}$  valós.

$$r Z_{02} = \frac{B Z_{02}}{C}, \quad (28)$$

tehát

$$\frac{A}{B} = r \frac{Z_{01}}{Z_{02}} \quad (29)$$

Az  $A, B, C, D$  értékeket a (25) egyenletbe behelyettesítve

$$Z_1 = r \left( \frac{Z_{01}}{Z_{02}} \right) Z_2, \quad (30)$$

$$\left( \frac{Z_1}{Z_{01}} \right) = r \left( \frac{Z_2}{Z_{02}} \right) \quad (31)$$

vagy más alakban:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = r \frac{Z_{01}}{Z_{02}} \quad (32)$$

A tétel teljes általánosságában is bizonyítható, az egyszerűsített igazolással csak a gondolatmenetet akartuk bemutatni.

A transzformátortétel akkor alkalmazható a 3. ábrán látható négy-pólusra, ha kimeneti kapcsai a 2—2, bemeneti kapcsai pedig az 1—1 jelű síkban vannak (azaz az  $x_0, y_0$  pontban).

Számítsuk ki a négy-pólus kimeneti impedanciáját, ha a rövidzár síkja  $x$  távolságban van a 2—2 síktól:

$$Z_2 = j Z_{02} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x \quad (33)$$

Hasonlóan számítható

$$Z_1 = j Z_{01} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_1} y \quad (34)$$

Ha koordinátarendszereink kezdőpontjának nem az  $x_0 y_0$  pontokat választjuk, a (32) egyenlet a következő alakban írható:

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_1} (y - y_0) = r \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} (x - x_0). \quad (35)$$

A csomóponteltolás mérésekor a

$$\frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x$$

mennyiséget vizsgáljuk  $\frac{2\pi}{\lambda_2} x$  függvényében.

A  $\frac{2\pi}{\lambda_1} y$  értéket (35) egyenletből behelyettesítve:

$$\frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \operatorname{arctg} \left[ r \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x \right] - \frac{2\pi}{\lambda_2} x \quad (36)$$

$\frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x$  szélső értékét keressük.

Az egyenlet  $\frac{2\pi}{\lambda_2} x$  szerint deriválva:

$$Y' = \frac{d\left(\frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x\right)}{d\frac{2\pi}{\lambda_2} x} = \frac{1}{1 + r^2 \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x} \cdot r \frac{1}{\cos^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x} - 1 = 0 \quad (37)$$

szélső érték ott van, ahol az első derivált 0. Innen

$$\left(1 + r^2 \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x\right) \frac{\cos^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x}{r} = 1 \quad (38)$$

$$\cos^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x} \quad (39)$$

összefüggést felhasználva az egyenletből  $\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x$  kiszámítható:

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \pm \frac{1}{\sqrt{r}} \quad (40)$$

Innen

$$\frac{2\pi}{\lambda_2} x = \pm \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{r}} \quad (41)$$

$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x$  értékét (41) egyenletből (35) egyenletbe behelyettesítve

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_1} y = \pm \sqrt{r} \quad (42)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda_1} y = \pm \operatorname{arctg} \sqrt{r} \quad (43)$$

A csomóponteltolás mérésekor vizsgált függvény szélső értéke tehát

$$\begin{aligned} \pm a &= \left( \frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x \right)_{\min}^{\max} = \\ &= \pm \left[ \operatorname{arctg} \sqrt{r} - \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{r}} \right] \end{aligned} \quad (44)$$

Az alábbi ismert trigonometrikus összefüggést felhasználva:

$$\operatorname{arctg} \alpha - \operatorname{arctg} \beta = \operatorname{arctg} \frac{\alpha - \beta}{1 + \alpha\beta}$$

$$\begin{aligned} \pm a &= \left( \frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x \right)_{\min}^{\max} = \\ &= \pm \operatorname{arctg} \frac{1}{2} \left( \sqrt{r} - \frac{1}{\sqrt{r}} \right) \end{aligned} \quad (45)$$

Innen

$$2 \operatorname{tg} a = \sqrt{r} - \frac{1}{\sqrt{r}} \quad (46)$$

mindkét oldal négyzetre emelve, majd az egyenlet rendezve

$$r^2 - r(2 + 4 \operatorname{tg}^2 a) + 1 = 0 \quad (47)$$

Innen

$$r_{1,2} = 1 + 2 \operatorname{tg}^2 a \pm 2 \operatorname{tg} a \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 a} \quad (48)$$

Az

$$1 + \operatorname{tg}^2 a = \frac{1}{\cos^2 a} \quad (49)$$

összefüggést felhasználva és a pozitív gyököt figyelembe véve:

$$r_1 = 1 + 2 \operatorname{tg}^2 a + \frac{2 \operatorname{tg} a}{\cos a} \quad (50)$$

Közös nevezőre hozva és a  $\operatorname{tg} a = \frac{\sin a}{\cos a}$  összefüggést felhasználva:

$$r = \frac{\cos^2 a + 2 \sin^2 a + 2 \sin a}{\cos^2 a} \quad (51)$$

Innen

$$r = \frac{(1 + \sin a)^2}{1 - \sin^2 a} = \frac{1 + \sin a}{1 - \sin a} \quad (52)$$

Mivel a reflexiós tényező

$$|\Gamma| = \frac{r - 1}{r + 1}$$

Az (52) egyenletből következik, hogy  $|\Gamma| = \sin a$ .

A  $\frac{2\pi}{\lambda_1} y - \frac{2\pi}{\lambda_2} x$  függvény 0 értéket vesz fel, ha

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x = 0, \text{ vagy } \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \infty$$

azaz ha  $x = 0, \frac{\lambda_2}{2}, \lambda_2, \dots$

vagy ha  $x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3}{4}\lambda, \dots$

Az előző esetben a függvény  $m_1$  iránytangense pozitív, a másik esetben  $m_2$  negatív.

Az iránytangens a (37) egyenletről számíthatjuk, ha  $\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x$  megfelelő értékét behelyettesítjük:

$$a) \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x = 0, \quad \cos \frac{2\pi}{\lambda_2} x = 1, \quad x = 0$$

$$m_1 = \frac{1+0}{1} \cdot r \cdot \frac{1}{1} - 1 = r - 1 \quad (53)$$

$$b) \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \infty,$$

$$\cos^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x} \quad x = \frac{\pi}{2}$$

$$m_2 = \frac{1}{1 + r^2 \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x} r \left( 1 + \operatorname{tg}^2 \frac{2\pi}{\lambda_2} x \right) - 1$$

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda_2} x \rightarrow \infty \quad (54)$$

$$m_2 = \frac{r}{r^2} - 1 = \frac{1}{r} - 1 \quad (55)$$

## IRODALOM

1. *E. L. Ginzton*: Microwave Measurements. McGraw-Hill, 1957.
2. *A. Weisfloch*: Schaltungstheorie und Messtechnik des Dezimeter- und Zentimeterwellengebietes. Birkhäuser Verlag 1954.
3. *M. Wind and H. Rappaport*: Handbook of Microwave Measurements Polytechnic Institute of Brooklyn, Microwave Research Institute.
4. *A. Weissfloch*: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik. 60. (1942) (67—73). Ein Transformationssatz über verlustlose Vierpolen und seine Anwendung auf die experimentelle Untersuchung von Dezimeter- und Zentimeterwellen-Schaltungen.
5. *G. Deschamps*: J. Appl. Phys. 24 (1953) (1046—1050) Determination of Reflection Coefficients and Insertion Loss of a Waveguide Junction.
6. *A. Kraus*: Rohde und Schwarz Mitteilungen 1956 dec. Messkurven des Reflexions — Koeffizienten kompensierter Inhomogenitäten bei koaxialen Leitungen und die daraus ermittelte optimale Dimensionierung.
7. *L. Breitenhuber*: Archiv der Elektrischen Übertragung 1957. Die dielektrische Scheibe als Transformationsvierpol zur Vergrößerung der Knotenverschiebung auf Messleitungen.
8. *Hennyei Z.*: Lineáris áramkörök elmélete, 1958. VI. fejezet.

# ORION TELEVÍZIÓ

**AT 501** Superrendszerű, kétcsatornás, nagy érzékenységű televízió vevőkészülék: 43 cm képcsővel, 180 W áramfogyasztás, 220 V váltóáramhoz

**AT 301** A budapesti nagyadó vételére alkalmas egycsatornás készülék: 43 cm-es képcsővel, 85 W áramfogyasztás, 110/220 V váltóáramhoz

**AT 302** Az AT 301 típusal azonos televízió készülék: két hullámsávós (rövid, közép) rádióval kombinálva. Díszes fadobozban — — —



## Ultrarövid hullámú kerámiai elektroncsövek

KONCZ ISTVÁN DR. ÉS KONCZNÉ DÉRI MÁRTA DR.

A rádiótechnika fejlődése mindinkább a rövidebb hullámhosszak használata felé irányul. Árameloszlási és elektronfizikai okokból a szükséges elektroncsövek méreteit erősen csökkenteni kellett. A méretek csökkenésével emelkedik az építőanyagok igénybevétele. Az üveg már a méteres hullámtartományban alig megfelelő. Helyettesítésére csak kerámiai anyagok jönnek számításba. Bár a kerámia szinte tökéletes építőanyag, vákuumzáró összekötése fémekkel még nehézségeket okoz. Oxidálapú zsugorított anyagok fémek által nem nedvesíthetők, kivéve ha a fém az alpanyaggal kémiai reakcióba nem lép. Nem reaktív fémekkel való forrasztásnál egy átmeneti réteget kell előbb képezni. Mindkét eljárás esetén egyenletes eredmény elérése nehéz. A forrasztóanyag párolgása újabb problémát jelent. A technológiát egyes kivitelezett csöveken mutatjuk be.

A rádiótechnika fejlődésével az átviteli frekvencia is állandóan emelkedett. Az elektroncső bevezetése előtti eszközök, elsősorban a forgó gépek és ivgenerátorok egyrészt a mechanikai, másrészt az ivfizikai adottságok miatt szükség-szerűen több kilométeres hullámhosszon, a  $10^5$  Hz-tartományban dolgoztak. Az elektroncső bevezetése és ezt követően a műsorközvetítés bevezetése a frekvenciatartományt hamarosan körülbelül egy nagyságrenddel emelte. Az aránylag kisszámú műsoradó a kezdeti 10 kHz-sáv-szélesség mellett bőven elért a műsorközlésre fenntartott hullámtartományban és a kívánalom elsősorban a kisugárzott adóenergia növelésére irányult. Megfelelő elektroncsövek hiányában az első műsoradók teljesítménye alig az 1 kW körül mozgott; nagyobb területre kiterjedő jó vétel átlag ennek százszorosát kívánta meg. Az elektroncsőipar ezt a feladatot azáltal oldotta meg, hogy az addig teljesen üvegburában elhelyezett elektródarendszer anódját a cső külső falaként képezte ki, az eddigi sugárzó hűtés helyett módot adott a leginkább termikusan terhelt alkotóelem, az anód közvetlen (rendszerint vízzel való) hűtésére. Ez a konstrukció természetesen megkövetelte, hogy a cső fémből készült anódja az elektroncső egyéb szerkezeti elemeivel vákuumzáróan össze legyen kötve. Ez a kívánalom vezetett a nagyméretű fém-üveg forrasztások kidolgozására, melyekre még a következőkben visszatérünk.

Az ún. rövidhullámú tartományban (kb. 3—20 MHz) észlelt előnyös terjedési tulajdonságok, továbbá a műsorsávon mindinkább jelentkező „helyhiány” miatt a távíróforgalom és a nagy távolságokra szánt műsoradás mindinkább ezeket a rövidebb hullámhosszakat vette igénybe. A középhullámú nagy teljesítményű adóberendezések részére kidolgozott adócsövek ebben a hullámtartományban még kisebb felépítési finomításokkal akadálytalanul használhatók voltak.

A televízió által támasztott igen nagy átviteli sáv szélesség részére helyet már ebben az ún. rövidhullámú tartományban nem lehetett biztosítani; mindinkább át kellett térni az ultrarövid hullámok birodalmába (100 MHz felett). Az igen rövid hullámhosszú elektromágneses rezgések különleges (optikai) terjedési viszonyait kihasználó modern hírközlés még ennél is rövidebb, néhány 1000 MHz tartományban dolgozó elektroncsövek kifejlesztését tették szükségessé. Ezeknek az elektroncsöveknek egy része teljesen eltér az ún. klasszikus, katódból, rácsból, anódból álló elektroncsövektől; működésük eltérő volta azonban az itt tárgyalandó felépítési elemek szempontjából közömbös, ezért erre itt tovább nem térünk ki.

Egy klasszikus elektroncső felépítésénél, ill. működésénél természetesnek vesszük, hogy a rács teljes hosszában ugyanaz a vezérlő feszültség uralkodik, továbbá azt is, hogy a katódból az anód felé haladó elektronok oly gyorsan haladnak, hogy „repülési”, tehát a katód-anód közti út megtételére szükséges idejük elhanyagolhatóan kicsi a vezérlőelektród feszültségváltozásához, tehát az egy periódus idejéhez képest.

Ezek a követelmények természetesen érdektelenek voltak a kezdeti fejlődés idején, ahol az aránylag kis frekvenciák miatt a cső belső árameloszlását statikusnak, az elektron repülési idejét pedig végtelen kicsinek tételezhattük fel. Amint azonban a hullámhossz a cső aktív részeinek méreteivel összehasonlítható lesz, a feszültségeloszlás egy elektródán nem tekinthető egyenletesnek, a rács eleje pl. emiatt más vezérlőfeszültséget kap, mint egy közbenső szakasz. Ez természetesen a vezérelhetőség rovására megy; egy képzelt határesetben, ha a rács hossza és a hullámhossz egyformák, középpontértékben a rács mindig ugyanazon a potenciálon marad.

Egy gyakorlati képlet szerint még elfogadhatóan egyenletes feszültségeloszlás alakul ki, ha a cső hossza nem haladja meg a hullámhossz  $1/16$ -át. Példának egy 300 MHz-en dolgozó csövet véve ( $\lambda = 1$  méter) ez a határérték kerekén 6 cm. Egy régebbi típusú pl. 5 kW anódveszteségű csőnél a cső „aktív” hossza kb. 15 cm, tehát már itt 2,5-szer túlhaladja a megengedhetőt [13]. A második korlátozó tényező, az elektronok átlagos repülési ideje. Két paralel elektród közt a következő képletből számítható:

$$T = 6,6 \times 10^{-4} \left( \frac{d}{I} \right)^{1/3} \dots \mu\text{sec}$$

A képletben

$d$  a két elektródasík távolsága cm-ben  
 $I$  a katód telítési árama A/cm<sup>2</sup>-ben.

A katód-rács távolság változása tehát csak köbgyökös összefüggésben csökkenti a repülési időt, tehát pl. a távolság 1/8-ra való csökkentése csak az idő felezését eredményezi.

A cső rövidhullámú méretezésének egy másik alapegyenlete szintén a méretek nagymértékű csökkentését követeli meg. Jó hatásfokú, kis folyáscsúgú üzemeltetéshez ugyanis az anódáramcsúcsnak nagyra kell lennie. Ennek viszont a következő összefüggés szab határt:

$$i_a = \frac{KA}{d_{kr}^2} \left( e_r - \frac{e_a}{\mu} \right)^{3/2}$$

ahol

$i_a$  pillanatnyi anódáram  
 $A$  katódfelület  
 $K$  állandó  
 $d_{kr}$  katód-rács távolság

$\frac{KA}{d_{kr}^2}$  } perveancia faktor

$e_a$  pillanatnyi anódfeszültség  
 $e_r$  pillanatnyi rácsfeszültség  
 $\mu$  erősítési tényező

Nagy  $i_a$  értékek elérésére nagy perveancia faktor szükséges, ami elsősorban a négyzetben levő osztó csökkentésével valósítható meg.

A belső tényezőkön kívül a káros önindukciót, kapacitást jelentő egyéb alkotóelemek (hűtő, hozzávezetések) méreteinek csökkentése a rezgőkör felépítése miatt kívánatos. Láthatjuk tehát, hogy az ultrarövid hullámok tartományában a méretek igen radikális csökkentése szükséges. Ugyanakkor a megkívánt teljesítmény nem csökken ugyanilyen mértékben.

Mint bármilyen gépnél, az elektroncsőnél is, a teljesítmény megtartása melletti méretcsökkentés csak az építőelemek, tehát az anyag magasabb mechanikai, illetőleg a mi esetünkben magasabb elektromos (szigetelők) és nagyobb termikus (fémrészek) megterhelésével érhető el. A következőkben a fokozott terhelhetőség elérésére irányuló fejlődést és annak néhány problémáját igyekezünk ismertetni.

Minden elektroncső lényege, hogy a szabad elektronok mozgásának biztosítására az aktív építőelemek lehető jó vákuumban vannak elhelyezve. Szükségszerűen az elektroncső külső burkolata fémes és szigetelő anyagokból áll, ezek tehát egymáshoz úgy kötendők, hogy a belső tér vákuuma tartósan biztosítva legyen. Olyan szigetelő anyag, amelyik fémmel vákuumzáróan tartósan összeköthető (forrasztható), a gyártásnál és üzemben fennálló magas hőmérsékletet elbírja és falairól ezen a hőmérsékleten sem ad le gázt, ami a vákuumot elrontaná, csak a szeretlen szigetelő anyagok közt található.

A szeretlen elektromos szigetelőanyagok két nagy csoportja az üveg- és a kerámiai szigetelők. Ezek kémiai összetételükben sokszor hasonlóak lehetnek, de fizikai, fizikai-kémiai és kémiai sajátságaikban rendkívül különbözőek. Ennek oka elsősorban szerkezeti felépítésüknek különböző volta.

A szilárd halmazállapotot meghatározott elemi csoportoknak a térben való periodikus, törvényszerű elrendeződése jellemzi. Az ilyen térbeli elrendeződés makroszkopikus megnyilvánulási formája a kristály. A kristály építőköveinek térbeli elrendeződését kristályrácsnak nevezzük.

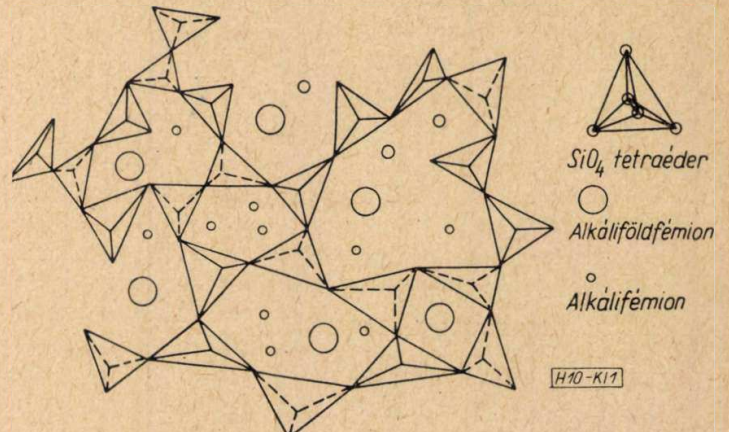
Kerámiai anyagok szövetét kristályhalmazok alkotják, a rácsot felépítő elemek általában elektromos töltéssel rendelkező ionok. Kristályos (szilárd) anyagokra jellemző, hogy anizotropok, azaz a tulajdonságok értéke benük az iránytól függ.

Az üveg ezzel szemben teljesen izotrop tulajdonságú, benne kitüntetett irányok nincsenek [4]. Az üvegek dermedésekor a fizikai tulajdonságok folyamatosan alakulnak, nincsen élesen meghatározható dermedési hőmérséklet. Ezért az üveget bizonyos mértékig megdermedt folyadéknak szokás tekinteni. Az üveges állapot tulajdonképpen az anyagnak egy halmazállapota, melyet teljes izotropia mellett az alkotó atomok (ionok) meghatározott elhelyezkedése is jellemez.

Szilikátüvegek például  $\text{SiO}_4^{4-}$  tetraéderek hálózatából épülnek fel. A  $\text{Si}^{4+}$  ion a tetraéder középpontjában foglal helyet, míg az  $\text{O}^{2-}$  ionok annak csúcsain helyezkednek el. A szilícium négy vegyértékű elem, négy vegyértékével a négy  $\text{O}^{2-}$  hoz csatlakozik. A tetraéder sarkain helyetfoglaló oxigénionok viszont vagy újabb szilícium-ionhoz kapcsolódnak és újabb tetraédernek lesznek alkotórészeivé, vagy pedig szabad vegyértékükkel egy, az üveget alkotó alkáli, vagy földkáli-iont kötnek meg. Ezek az ionok a  $\text{SiO}_4^{4-}$  tetraéder-hálózat üregeiben foglalnak helyet (1. ábra).

Üveget általában olyan oxidok képezhetnek, melyekben az atomok elrendeződése poliéder alakban történhet. Ilyen üvegalkotó oxidok például:  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  és  $\text{B}_2\text{O}_3$ .

A poliéderek hálózatában előállott üregekben helyet foglaló kationok (Na, K, Li, Ca, Sr, Ba, Pb, stb.) nyilvánvalóan lazább kötésben szerepelnek, mint a poliédereket alkotó ionok, elektromos feszültség hatására könnyebben mozdulnak el, unipoláros vezetés jelentkezik.



1. ábra.  $\text{SiO}_4$  tetraéderek váza az üvegben

Az üveg egyenfeszültség hatására is mutat bizonyos fokú vezetőképességet. Szobahőmérsékleten ennek az értéke általában elhanyagolhatóan kicsi, azonban a hőmérséklet emelkedésével igen rohamosan emelkedik. Egyes különleges alkalmazásoknál közismert az a tény, hogy felmelegített üvegen át az edény belső terébe, elektrolízissal, fémes ionokat is be lehet juttatni. A vezetőképességnek a hőmérséklettel történő emelkedése még kis teljesítményű elektroncsövekben sem elhanyagolható, annál kevésbé hanyagolható el ez a lényegesen magasabb hőfokon dolgozó nagy teljesítményű elektroncsöveknél. A vezetőképességnek a hőfokkal való változására általában egy egyezményes értéket szoktak megadni, azt a hőfokot, amelynél az üveg fajlagos ellenállása előírt méretű próbatesten egyenárammal mérve  $10^8$  ohmcm-t eléri. Ez az ún.  $T_{K100}$  pont. Ennek az értéke a mai legjobb üvegfajtáknál is alig éri el a  $300\text{ C}^\circ$ -ot és a legjobb esetben legfeljebb  $350\text{ C}^\circ$ -ig növelhető. Ez a határhőfok nem jelenti azt, hogy a szigetelő szakasz üzemkőzben ennyire felmelegedhet, hanem csak egy relatív szám az üveg vezetőképességének megítéléséhez. Tartósan kb. ennek az értéknek a fele engedhető meg üzemi hőfokként.

A kis méretre szorított elektroncsöveknél ez a hőfokhatár még nem elegendő; ugyancsak nem elegendő olyan környezetben, ahol a külső üzemszorongások miatt már ennél lényegesen magasabb hőmérséklet uralkodik.

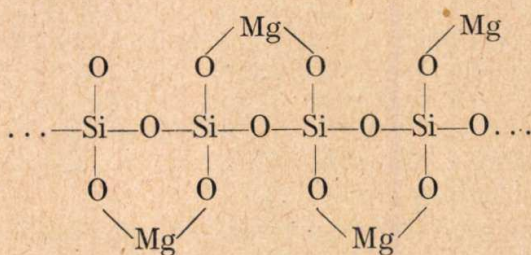
Az üveg vezetőképességét a könnyen elmozduló ionok, elsősorban az alkáliionok mennyisége szabja meg. A szilikátüvegek hézagaiban helyet foglaló ionok esetében fennáll a  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  sorrend, ahol a sor minden tagja nehezebben mozdul el helyéről, mint az utána felírt tag. Legnagyobb a különben azonos felépítésű üvegek vezetőképessége, ha  $\text{Na}^+$ -t, és legkisebb, ha  $\text{Ca}^{2+}$ -t tartalmaznak.

Szigorú térbeli periodicitásról a vázolt szerkezet ellenére sem beszélhetünk az üvegek esetében. Az egymáshoz kapcsolódó poliéderek száma statisztikusan változó és ugyanez vonatkozik a kapcsolódás módjára is (pl. hogy egy tetraéder hány csúcsával csatlakozik más tetraéderekhez).

Az üveg, mint minden szigetelő anyag, nagyfrekvenciás térbe helyezve nem viselkedik mint ideális szigetelő, benne az erőter hatására veszte-

ségek, az ún. dielektromos veszteségek lépnek fel, melyek az üveg felmelegedését okozzák. Jellemzésükre a veszteségi tényezőt szokás definiálni. A veszteségi tényező értéke azonban önmagában még nem definiálja egy üvegfajta használhatóságát az elektroncső felépítésében.

Ezzel ellentétben szigorú szabályosság jellemzi a szilikát alapon felépülő kerámiai anyagokat. Így a steatit-szigetelők anyaga égetés után magnéziummetaszilikát ( $\text{MgSiO}_3$ ), ásványtani nevén enstatit. Ez már szigorú értelemben vett kristályos anyag. Benne ugyancsak  $\text{SiO}_4$ -tetraéderek alkotják a szerkezet vázát, de ezek szabályos lánc alakban kapcsolódnak egymáshoz oly módon, hogy a  $\text{SiO}_4$  csoportnak mindig két oxigénje tartozik a szomszédos tetraéderekhez. Így alakul ki a  $\text{SiO}_3$ -csoport. A szerkezetet vázlatosan az alábbiak szemléltetik:



Az itt jelenlevő  $\text{Mg}^{2+}$  ionok a kristályszerkezet építőelemeiként szerepelnek, elektromos tér hatására nem mozdulnak el. Ezért a „steatit” kerámiák vezetőképessége és ezzel dielektromos veszteségi tényezője is kicsi.

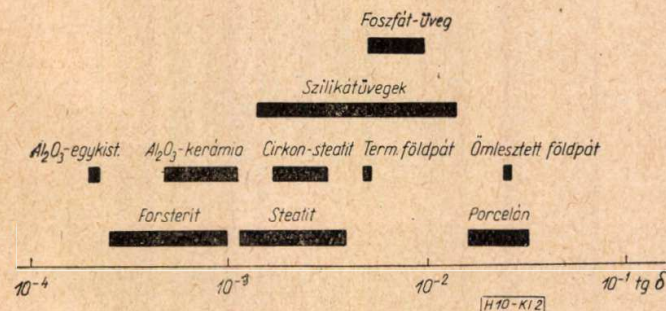
Üvegek vezetőképessége szobahőmérsékleten  $10^{-8}$ — $10^{-10}$  ohm $^{-1}$ cm $^{-1}$  nagyságrendű, kerámiai anyagoké  $10^{-13}$ — $10^{-16}$  ohm $^{-1}$ cm $^{-1}$  értékhatárok közt mozog. Különösen nagy lesz azonban a különbség magasabb hőmérsékleteken.  $350\text{ C}^\circ$ -on pl. a vezetőképességek értékét az alábbi összeállítás adja:

szigetelő anyag	vezetőképesség ohm $^{-1}$ cm $^{-1}$
üveg	$10^{-5}$
porcelán	$10^{-5}$
steatit-alapú kerámiák	$10^{-8}$
forsterit-alapú kerámiák	$10^{-8}$
cirkon-alapú kerámiák	$10^{-7}$
korund-alapú kerámiák	$10^{-14}$

Az adatokból látható, hogy a magasabb üzemi hőmérsékleten jelentkező vezetőképesség szempontjából a kerámiai anyagok csoportja — a porcelán kivételével — több nagyságrenddel jobb az üvegnél.

Üvegek és kerámiai szigetelők veszteségi tényezőjének 3 cm hullámhosszon mért értékét tünteti fel a 2. ábra.

A magnéziummetaszilikát vázhoz hasonlóan, a kristályos szerkezetű kerámiai anyagok építőelemeit a rácserők nem engedik elmozdulni. Érdekes átmenetet képez a tisztán kristályos kerámiai anyagok és az üveg között a porcelán.



2. ábra. Veszteségi tényező (tangens  $\delta$ )  $10^{10}$  Hz frekvencián

A porcelánt ugyanis kristályos kvarc és mullit alkotja és a kristályok hézagait földpátüveg tölti ki. Az üvegben jelenlevő ionok a porcelán vezetőképességének növekedését okozzák. Ezzel együtt romlik a veszteségi tényező is. A 2. ábrából leolvasható, hogy porcelánszigetelők veszteségi tényezője az ömlesztett földpátüveg veszteségi tényezőjének nagyságában mozog. Ilyen inhomogén anyagban, mint a porcelán, a nagy veszteségeket előidéző részek tulajdonsága szabja meg az egész anyag viselkedését.

Az ábrában szerepel a természetes földpátra vonatkozó veszteségi tényező adat is, amely a földpátüvegnél egy nagyságrenddel kisebb. Ennek az az oka, hogy a földpátkristályban az alkáliionok rácselemekként szerepelnek, míg az ömlesztett földpátban az üveget felépítő poliéderek közeiben helyezkednek el, ahonnan könnyebben mozdulhatnak el.

Fentiek alapján könnyen belátható, hogy jó vezetőképességű anyag előállításánál kerülni kell az üvegfázis keletkezését és különösképpen alkálifémek beépítését. Tiszta kristályos szerkezetű steatit, forsterit, alumíniumoxid-alapú kerámiai testek előállításánál ezt a célt sikerült is megvalósítani [2, 3, 16].

Magasabb hőmérsékleten a veszteségi tényező alakulása még inkább a kristályos kerámiai anyagok felé tolja el az alkalmazás lehetőségét [3]. A vezetőképességnek fentebb említett rohamos emelkedése ugyanis üvegek és üvegfázist tartalmazó anyagok esetében az ohmikus áramkomponensnek és ezzel együtt a veszteségi tényezőnek növekedését okozza.

A tisztán kristályhalmazokból felépülő kerámiai anyagoknak előbb említett négy csoportja nemcsak a vezetőképesség és veszteségi tényező szempontjából bizonyul előnyösebbnek, mint az üveg. A táblázat néhány mechanikai, valamint termikus tulajdonságnak értékét tünteti fel [3].

	üveg	steatit	forsterit	cirkon	korund
Húzószilárdság kg/cm <sup>2</sup>					
20°	250	900	500	600	2 600
400°				600	2 400
Nyomószilárdság kg/cm <sup>2</sup>					
20°	2 500	10 000	5 000	14 000	30 000
400°		6 000			15 000
Lin. hőtágulási együttható 1/C° · 10 <sup>-7</sup>	90	100	100	50	75
Hővezetőképesség Cal sec <sup>-1</sup> cm <sup>-2</sup> cm °C <sup>-1</sup>					
20°	0,003	0,006	0,0100	0,014	0,075
400°			0,0059	0,010	0,030
Ellenállás hőmérsék- letingadozással szemben	közepes	gyenge	gyenge	elég jó	jó

A táblázatból a szilárdsági értékek alakulása leolvasható és az egyes kerámiai anyagoknak

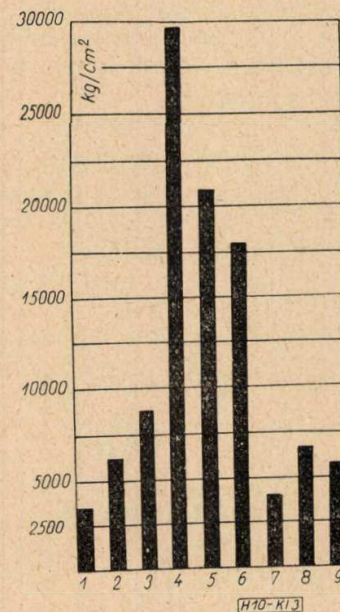
előnye az üveggel szemben minden további nélkül világossá válik. Különösen feltűnőek a korund-alapú kerámiai anyagokra vonatkozó előnyös értékek. Az egyes kerámiai fajták nyomószilárdságainak összehasonlítását a 3. ábra szemlélteti.

A termikus tulajdonságok alakulását érdemes még külön tárgyalni. A fokozott elektromos teljesítmény következtében a rövidhullámon dolgozó elektroncsövek üzem közben erősen felmelegednek. Gyakori periodikus üzemeltetés gyakori hőmérsékletváltozást okoz. Ez a hőmérsékletváltozás a cső anyagán belül hőfokbeli különbségeket alakít ki, az anyagban termikus feszültségek keletkeznek [9, 10].

Termikus feszültségek nemcsak a kerámiai anyag és fém találkozási (forrasztási) felületén keletkeznek, hanem magában a kerámiai anyagban is.

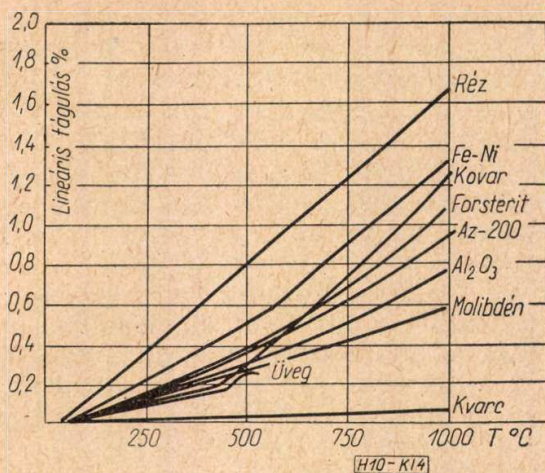
Mind a négy felsorolt kerámiai csoportot az jellemzi, hogy szöveti szerkezetük tisztán kristályos, azaz a térben a legkülönbözőbb irányokban elhelyezkedő apró kristályok építik fel. A kristályra azonban jellemző, hogy anizotrop, fizikai tulajdonságai a különböző kristálytani tengelyek irányára szerint különbözőek lehetnek.

Anizotrop anyagban a lineáris hőtágulási együttható értéke is különböző lehet a kristálytengelyek irányában. Felmelegedéskor (és lehűléskor) az apró kristályok az egyes irányokban különbözőképpen tágulnak, egymást szinte továbbtaszítják, a szöveti szerkezetben eltolódások, mikropórusok keletkeznek, emiatt benne feszültségek jelentkeznek. Ha az anyagban belül hőmérsékletkülönbség van, a kristályok tágu-



3. ábra. Kerámiai anyagok nyomószilárdságainak összehasonlítása. 1. Cordierit. 2. Forsterit. 3. Mullit. 4. Zugorított alumíniumoxid. 5. 95%-os Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kerámia. 6. Alumíniumoxidos porcelán. 7. Kis feszültségű szigetelő porcelán. 8. Zirkon porcelán. 9. Steatit





4. ábra. Hőtágulási együtthatók összehasonlítása

lása még különbözőbb mértékben nyilvánul meg, a termikus feszültségek bonyolult rendszere keletkezik.

Minél kisebb az anyag lineáris tágulási együtthatója, minél nagyobb a hővezetőképessége, annál inkább várható, hogy a hőmérsékleti ingadozásokat megfelelő módon állja. Korund-alapú kerámiák hőtágulási együtthatója aránylag kicsi, hővezetőképessége nagy, ennek tulajdonítható a hőmérsékletingadozással szemben tanúsított aránylag nagy ellenállóképessége [1].

A 4. ábra üveg, kerámiai anyagok és forrasztásukhoz használt fémek hőtágulásának változását mutatja be a hőmérséklet függvényében.

A kerámiai anyagok használatának a felsorolt előnyök mellett lényeges hátrányai is vannak. Ezek közt talán a leglényegesebb a vákuumbiztos forrasztás elkészítésének problémája [6]. A régebbi csöveknél kizárólagosan használt fém-üveg kötés aránylag könnyen létrehozható és ma már fejlett tömeggyártási technológiává alakult ki. Már az első izzólámpák vákuumzáró áramátvezetések igényeltek. Ekkor még platinából, később platinával burkolt (platinaköpenyű) drótokkal készültek az árambevezetők. Később sikerült nem nemesfémekből (rézköpenyű Ni-Fe huzal) és megfelelő üvegfajtákból (ólomüveg) olcsó, tömeggyártásra alkalmas átvezetőket gyártani. A nagy teljesítményű adócsövek fém-üvegforrasztásaihoz (melyek elérték a 150 mm átmérőjű hengerek összeforrasztását!) természetesen új ötvözeteket és új üvegfajtákat kellett találni. Az erre a célra alkalmas ötvözetek mind vasalapú, króm, nikkelt, vagy nikkelt kobalt ötvözetek. Ezeknek az ötvözeteknek hőtágulási értékeit a 4. ábra mutatja.

A rövidhullámú adócsövek még a magasabb hőmérsékletet elbíró, ún. kemény üvegekkel és az ezekhez illesztett tágulási együtthatójú Fe-Ni-Co alapú ötvözetekkel (Kovar, Dilver P, Fernico) nehézség nélkül megépíthetők voltak. A csökkenő méretek, az ebből adódó nagyobb hőfokok, a frekvenciával emelkedő dielektromos veszteségek azonban már túllépték az üveg-

anyagnál megengedhető határokat és így az üveget szükségszerűen a jobb anyaggal, tehát kerámiával kellett helyettesíteni.

A fémen keletkező vékony oxidréteg az üvegben jól oldódik, jó összeolvadási lehetőséget biztosít. A polikristályos kerámiai anyagok, szerkezetük megváltoztatása nélkül meg nem olvashatók, attól eltekintve, hogy olvadási hőfokuk ellentétben az üveggel a legtöbb felhasznált fém olvadáspontja fölött van. Olyan eljárást kellett tehát kidolgozni, amelyik a fém és kerámia kötését közvetlenül, illetve a kerámia megolvadása nélkül biztosítja [7].

Míg olvadt üveg a legtöbb fémet nedvesíti, a főleg oxidokból felépített kerámiai testeket az olvadt fémek (legalábbis az ún. nem reaktív fémek) nem nedvesítik. Ezért a kerámia-fém kötés létrehozásához lényeges, hogy a kerámia felületén egy olyan átmeneti felületi réteg képződjék, amelyik egyrészt beépül a kerámiai alapanyagba, másrészt a forrasztófémrel nedvesíthető. Ennek az elérésére több eljárás alakult ki, melyek rendszerint egy bizonyos kerámiaféleséghez vannak hangolva és megfelelő technológia mellett eléggé reprodukálható eredményeket adnak.

Már a porcelángyártás kezdetén ismerték a tárgyak felületének aranyozását, illetve ezüstözését, amit először csak mint díszítményt alkalmaztak. Általában platina, arany vagy ezüst könnyen redukálható vegyületeit használják, amit rendszerint levendula-olajjal keverve visznek fel a kerámiai tárgy felületére. Körülbelül 600–700°-on történő beégetés alatt a fém redukálódik és összefüggő vékony fémréteget alkot. Ón-ólom alapú, esetleg kevés ezüstöt tartalmazó, alacsony olvadáspontú, tehát ún. lágy forrasztókkal ezek a fémezett felületek fémhez forraszthatók. Amint azonban magasabb hőfokon olvadó, rendszerint magas ezüsttartalmú, ún. kemény forrasztókkal próbáljuk a forrasztást elvégezni, ez nem sikerül, mert az igen vékony felületi fémhártya a forrasztanyagban feloldódik és a kerámiatest és a forrasztanyag között kötés nem jön létre. A kötés létrehozásához nem elegendő a felületre szorosan tapadó fémréteg, hanem a fémezésnek az alatta levő kerámiai alapanyaggal legalább egy vékony határfelületen kémiai kötésben kell lennie. Kemény forrasztókkal történő kerámia-fém forrasztásokat 1936-ban Schirmer, 1937-ben Pulfrich, 1938-ban Dobke írtak le [5, 10]. Schirmer, szabadalmi leírása szerint, fénoxidokat izzít a kerámiai test felületén, először levegőn, majd az így képzett réteget a felületen H<sub>2</sub>-ben izzítva részlegesen redukálja. Pulfrich eljárásánál nehezen olvadó fémek porát, wolframot vagy molibdént (továbbá tantalt és rhodiumot) visz a kerámiai anyag felületére és ezt vákuumban izzítja, amíg a kerámiai felület és a felvitt fémporréteg közt kötés jön létre. Dobke ugyanezt próbálta, de alapfémnek vasat, nikkelt, kobaltot, krómot, illetőleg rezet használt. Eljárása az alap-

fémek kívül egyezik a Pulfrichéval, mindkét eljárás igen finom eloszlású fémport izzít vákuumban a kerámiai anyag felületén. Az így elért kötések aránylag nehezen reprodukálhatók és sok kieséssel járnak.

Lényeges javulást eredményezett mangánnak az alkalmazása, akár mint a kerámiai test egyik alkotója (Pulfrich  $\text{MnO}_2$ ), akár pedig az összekötendő fémrész mangánnal való ötvözésével (Gerecke). Nolte és Spuck dolgozták ki végül ennek az eljárásnak ma is használt egyik formáját, amely szerint a fémezést molibdénporral végzik, melyhez 10—15% mangánt kevernek [14]. A réteg kiképzését hidrogén áramban végzik és a keletkezett fémes réteget utólag réz-, vagy nikkelbevonattal látják el, melyet szintén fémorból zsugorítanak. Erre a rétegre történik a forrasztás. Ez, mint az ún. Telefunkneljárás továbbfejlesztése, ami eredetileg 54% Fe + 96% Mo felviteléből állott, szoros technológiai ellenőrzés mellett általában jó eredményeket mutat. Az eljárás gyakorlati kivitele a következő:

A fémezendő kerámiát 1 : 1 hígítású salétromsavban pácoljuk, majd mosás és szárítás után bevonjuk igen finom Mo + Mn por keverékéből nitrocellulózés amilacetáttal készült szuszpenzióval. Szárítás után izzítás nedves  $\text{H}_2$ -ben  $\frac{1}{2}$  órát, a kerámia égetési hőfokánál kb. 50 C°-kal alacsonyabb hőmérsékleten. A felvitt Mo + Mn réteg vastagsága égetés előtt 0,025—0,05 mm legyen. Lehűlés után újabb bevonat a későbbi alkalmazástól függően réz vagy nikkel porból készült szuszpenzióval. Ezt újra  $\text{H}_2$ -ben zsugorítjuk, de most már 1000 C° körüli hőmérsékleten. Ezután a kerámia fémezése kész és forrasztható. Az eljárást tömeggyártásra nehezkesse teszi, hogy a kerámia kétszer kerül aránylag költséges izzítási művelet alá, ami természetesen az eljárást drágává és hosszadalmassá teszi.

A kétszeres izzítás elkerülésére kísérletek folytak abban az irányban, hogy az első beégetés alkalmával képzett felület alkalmas legyen közvetlen forrasztásra. A bevonat Mn tartalmának 50% Fe — 50% Mn-nal történő helyettesítésével, kis mennyiségű  $\text{SiO}_2$  és CaO egyidejű bevitele mellett, és egyes kerámiai típusoknál eredményes is volt [1, 5, 14, 15, 16].

Az előfémezés elmaradása, tehát az egy lépésben való forrasztás lenne természetesen az ideális forrasztás. Kelley 1951-ben javasolta titánhidridnek az alkalmazását, melyet később Bondley dolgozott ki ipari technológiává. Titánhidrid a titánnak hidrogénnel képzett vegyülete, hevítve titánra és hidrogénre bomlik. A keletkezési állapotban levő hidrogén rendkívül aktív redukálószer. A hidrid megbomlása után fennmaradó titánt a forrasztóanyag féloldja, az ömledékben oldott titán igen erélyesen reagál a kerámiai alappal, az abban levő oxidokat részben redukálja és mintegy beleolvadva az alapanyagba, vákuumzáró fémes kötést hoz létre. Az eljárást főleg Pearsal és Zingerser

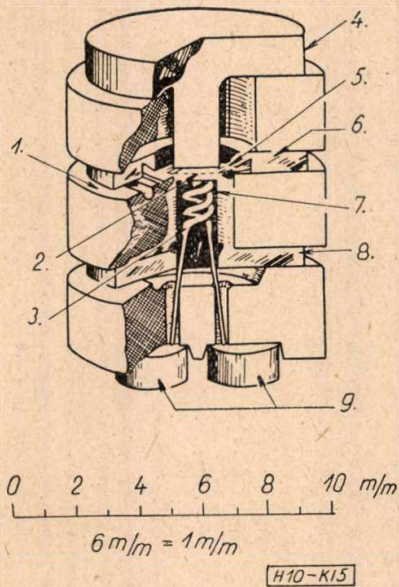
zirkonhidrid alkalmazására, illetőleg titánnal vagy zirkonnal ötvözött forrasztóanyagok felépítésére dolgozták ki [8]. Ugyancsak ők dolgozták ki egyes forrasztóanyagokra nézve legalkalmasabb hőfokot, illetve gázatmoszférát. A fémhidrides eljárásnak igen nagy előnye, hogy a legtöbb kerámiánál és mind lágy, mind kemény forrasztókkal használható. A titánnal, illetőleg zirkonnal akár mint ötvözőelemmel, akár hidridjük felhasználásával történő forrasztásokat az irodalom általában aktív forrasztóanyagokkal történő forrasztásnak nevezi azért, mert ezeknél a forrasztóanyag mint kémiai reakciópartner is szerepel. Az aktív forrasztóanyagok típusában legutóbbi fejlődés a köpenydrótos forrasztóanyagok alkalmazása, ahol a forrasztóanyag egy vékony titándrótból áll, amelyet egy forrasztóanyagból álló köpeny (rendszerint eutektikus réz-ezüst) vesz körül. A forrasztóban levő titán mennyisége az egész forrasztóanyag súlyának 5—8%-a szokott lenni. A forrasztás egy ilyen köpenydrótos forrasztóanyag használatánál úgy folyik le, hogy a művelet kezdetén először a réz-ezüst ötvözet olvad meg és ebben az ömledékben kezd a titándróttal lassan feloldódni (forrasztási hőfok kb. 900°, titán olvadáspont 1650C°). Amint a forrasztóanyag elegendő mennyiségű titánt oldott fel, az ömledék eddigi negatív határszöge nedvesítésbe, tehát kis pozitív szögbe vált át annak jeléül, hogy a lassan emelkedő titánkoncentrációval a kerámia felülete mind inkább nedvesíthetővé válik, a jelenlevő titán tehát a kerámiai anyaggal reakcióba lép.

Az eddig irodalomban közölt tapasztalatok szerint az aktív forrasztóanyagokkal történő forrasztás elsősorban  $\text{Al}_2\text{O}_3$  alapú kerámiákon válik be és ezekkel a kerámiákkal egy lépésben jó forrasztásokat eredményez. Egyéb típusú kerámiákkal az eredmények kevésbé kielégítőek. A forrasztás maga vákuumban, vagy teljesen tiszta és száraz hidrogénben történhet. Tapasztalatok szerint a hidrogén csak többszörös szárítás, tisztítás és folyékony levegővel való hűtés után szárítható meg annyira, hogy benne jól forrasztani lehessen. Ezért annak dacára, hogy a vákuumban történő forrasztás körülményesebb, ez utóbbi tudott jobban elterjedni [2, 9].

A fém-kerámia felépítés gyártásilag még azt a nagy előnyt is nyújthatja, hogy a forrasztás és a belső tér kiszivattyúzása egy munkamenetben végezhető. Ebben az esetben persze — legalábbis a záróforrasztás — vákuumban történik. Jelenleg ennek megvalósítása még némi nehézségbe ütközik, de remélhetőleg megfelelő forrasztóanyagok kidolgozásával hamarosan ez is megoldódik. A használatos forrasztóanyagok ugyanis főleg ezüst-alapon épülnek fel. Az ezüstnek aránylag magas gőznyomása van a szükséges hőmérsékleten, vákuumban erősen párolog és így a belső falakat is, és esetleg a szerelvényeket is vezető réteggel vonja be. Ennek elkerülésére egyes kiviteleknel a kerámiai test belső felületét barázdákkal látják el (az egyenesen, illetve gömb-

felületen terjedő anyagrészecskék a barázdák mélyedésébe nem hatolnak), vagy a védendő felületet nagy aktív felületű, porózus bevonattal látják el. Mindezek dacára a végleges megoldás csak alacsony gőznyomású forraszok alkalmazásától várható.

Az eddigiek alapján talán úgy tűnik, hogy a kerámia alkalmazása bármilyen indokolt is, még nehézkes és a technológia sem mindenben



5. ábra. RCA gyártmányú 6 BY 4 típusú kerámiai trióda metszete. 1. Kerámiai gyűrű. 2. Oxidkatód. 3. Fűtőttest. 4. Anód. 5. Rács. 6. Rácstartó gyűrű. 7. Támasztó henger. 8. Katód hozzávezetés. 9. Fűtésbevezetők

érett a tömeggyártásra. Ez lényegében igaz is, de ez minden új technológia jellemzője és a fejlődésnek az út megismerése után éppen a gyártásra való kifejllettség elérésére kell irányulnia.

Ultrarövid hullámon a kerámiai csövek egyes típusoknál (nagy teljesítményű Klystronok [8], egyes szuperteljesítményű adócsövek, pl. RCA 6448) egyszerűen egyeduralkodók, más csöveknél az átállás most van folyamatban, pl. 2 C29 b típusú, 3000 MHz-es, 15 W teljesítményű trióda.

Jellegzetes példaként arra, hogy mit lehet méretcsökkenésben elérni, nézzük meg az RCA cég 6 BY 4 típusú csövének adatait és felépítését [12]. A cső perspektivikus metszetét az 5. ábra mutatja. A mellérajzolt léptékből látható, hogy az egész cső alig hosszabb 10 mm-nél, az átmérője 8,2 mm. Tehát az egész szerkezet majdnem még tranzisztornak is kicsi! A szigetelő köpenyben belül pedig még el kell férnie a fűtőszáznak, a katódnak, a rácsnak és az anódnak is. Persze ezeknek a méretei is hasonlóak, például a rács 7,5 ezredmilliméter vastag drótból készül és 1 milliméterre 20 rácsdrót esik. A cső üzemi adata 200 V anódfeszültség, 5 mA anódáram, 100-szoros erősítési tényező, 6 mA/V meredekség. Ennek elérésére természetesen a

rács-katód távolságának is megfelelően kicsinek kell lennie, szám szerint 15 ezred milliméternek. 900 MHz-en ez a cső a gyártó cég adatai szerint 15 dB teljesítményerősítést ér el. Megjegyezzük még, hogy a csőre külső, tehát a megengedhető környezethőmérsékletnek 500 C° (öttszáz Celsius fokot) adnak meg.

Ezeket a szinte hihetetlen adatokat a kerámián kívül az új vákuumtechnikai alapanyagoknak, a titánnak az alkalmazása tette lehetővé. A cső belső térfogatát ugyanis majdnem egészében a fémes szerkezeti elemek töltik ki, üres tér alig van. Ha pedig kicsi a vákuumtér, egy kis gázkitörés sokkal nagyobb mértékben fogja annak jóságát lerontani, mint hogyha ugyanaz a gázmennyiség egy nagyobb térben oszlik el. A vákuumtechnika szerkezeti anyagai közül csak a titán és zirkon az, amelyek magas hőfokon nemhogy gázokat adna le, hanem a jelenlevőket is megköti.

További nagy előnye, hogy hőtágulási együtthatója a legtöbb kerámiai anyaggal egyezik, a vele készült fém-kerámia forrasztások tehát feszültségmentesek lesznek. A legtöbb ún. forrasztófém kidolgozásánál még az üveggel való forraszthatóság volt a cél, ezért nem volt akadály, ha az ötvözet tágulási együtthatója az üveg lágyulási pontja fölött — ahol tehát már maradandó alakváltozások nem léphetnek fel — eltért az üvegtől. Ezek az ún. allotrop átalakulások által okozott törések igen nagy nehézségeket okoznak kerámiák esetén, ahol a töréspont rendszerint a forrasztóanyag megszilárdulási hőfoka



6. ábra. 1 kW-os 300 MHz-es adócső (TÁKI — Magyar Adócsőgyár — HIKI)

alatt van, lehűlés közben tehát igen nagy feszültségek lépnek fel.

A 6. ábra egy magyar csőtípust mutat be, szintén kerámiai, koncentrikus felépítésben. A bemutatott cső 300 Mc-ig üzemeltethető, 1 kW anódfeszültségű, leghűtéses trióda. A Távközlési Kutató Intézetben kifejlesztett kerámia- és fémezési eljárás alapján a Magyar Adócsőgyár és Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet közre-

működésével kifejlesztett típus az első, Magyarországon gyártásba vett kerámia adócső, melyet remélhetőleg hamarosan több új, ugyancsak kerámiai felépítésű típus fog követni.

## IRODALOM

1. *L. Navias*: Advances in ceramics related to electronic tube developments. *J. A. Ceram. Soc.* 37 329. 1954.
2. *R. Williams*: Ceramic for vacuum tube envelopes *Ceramic Age* 1954. (7) 41.
3. *I. E. Campbell*: High temperature technology. New York — London 1956.
4. *E. Berger*: Probleme des Glaszustandes I. *Z. für techn. Phys.* 12 (7) 344. (1931)
5. *F. Reinhart*: Verbinden von silicatischen und metallischen Körpern. *Glas- Email- Keram.-Technik*, 1953 H. 3. 119—121, H. 5. 167—169.
6. *H. Bender*: High temperature Metal Ceramic Seals. *Ceramic Age*, 1951, Apr. 15—21, 46—50.
7. *A. G. Pincus*: Metallographic examination of Ceramic-Metal Seals. *Jl. Am. Cer. Soc.* Vol. 36. 1953. No 5, 152—158.
8. *L. H. Forge jr*: Application of Ceramic Sections in High-Power Pulsed Klystrons. *Cer. Bulletin.* Vol 35. No 3, 1956, 117—127.
9. *R. E. Manfredi, H. J. Nolte*: Application of Ceramic to Vacuum Tubes. *Cer. Bulletin.* Vol 35. No 3, 1956, 105—107.
10. *F. Brand, H. Jacobs, Ch. LoCascio*: Experiments in the design of Ceramic Electron Tubes. *Cer. Age.* 1954 May, 18—23.
11. *W. D. Kingery*: Role of Surface Energies and Wetting in Metal-Ceramic Sealing. *Cer. Bulletin,* Vol 35. No 3, (1956) 108—112.
12. *Anonim*: Le tube micro-miniature métal-céramique. *Toute la Radio*, 1955 dec. 450—452.
13. *R. H. Rhéaume*: A coaxial power triode for 50 kW output up to 110 Mc. *Proc. I. R. E.* 1952 sept.
14. *Th. L. Evans*: Ceramic to Metal Seals for Vacuum Tubes. *Cer. Age*, Vol 64, No 2, (1954) 9—13.
15. *L. J. Cronin*: Trends in Design of Ceramic to Metal Seals for Magnetrons. *Cer. Bulletin.* Vol 35, No 3, (1956) 113—117.
16. *D. E. P. Jenkins*: Ceramic to Metal Sealing. *Electronic Eng.* July 1955. 290—294.



# HÍRADÁSTECHNIKAI GÉPGYÁR

a híradástechnikai ipar szolgálatában

## GYÁRTMÁNYAINK

### NÉGYORSÓS

#### SORTEKERCSSELŐGÉP:

STS—4—Typ

Hengeres, vagy szögletes, oldallappal, vagy szabadon készülő csévék, hüvelyek, tekercstestek, segédszerszámok, sablonok csévélésére egyaránt alkalmas, félautomatikus papíradagolóval és egyéb, különleges munkák elvégzésére szolgáló normál tartozékokkal is felszerelhető.

Csúcsmagasság: 100 mm  
Csúcsávolság: 100—200 mm  
Huzalátmérő: 0,01—0,6 mm  
Tekercsszélesség: 5—125 mm  
Egy időben csévévelhető max. tekercsszám: 4 db

### KERESZT-

#### TEKERCSSELŐGÉP:

KT—1—Typ

Kereszt- (méhsejt) tekercsek készítésére szolgáló berendezés. Zománc szigetelésű huzalokhoz külön szállítatóval szállítjuk.

Csúcsmagasság: 125 mm  
Csúcsávolság: 50—300 mm  
Csévéátmérő: 2—80 mm  
Cséveszélesség: 1—14 mm  
Huzalvastagság: 0,08—1 mm  
Egy időben csévévelhető max. tekercsszám: 4 db

### TELEVÍZIO

#### ELTÉRÍTŐTEKERCS

#### CSÉVÉLŐ GÉP:

TV—90—Typ

Televízió képesűvek eltérítőtekercsinek csévélésére készült. A különleges, térben alakos tekercs csévélése többrészes, a gépről levehető sablonra történik. A tekercs a sablonnal együtt hevítve, annak alakját felveszi és a további felhasználásra sablon és egyéb rögzítés nélkül alkalmas.

Huzalátmérő határok: 0,1—0,5 mm  
Egy időben csévévelhető max. tekercsszám: 1 db

A felsorolt és sorozatban gyártott gépeink szállításán kívül vállaljuk egyéb, elsősorban a híradástechnikai ipar gépesítését szolgáló célgépek, automaták tervezését és legyártását a megrendelő kívánsága szerint

Telephely:

**BUDAPEST, XIV., FOGARASI ÚT 14.**

**TELEFON: 298-450**

## A facsimile táviratozási rendszer

VÁRALJAI VILMOS

A távirószolgálatok rentabilitásának kérdése szükségessé teszi olyan táviratozási rendszerek keresését, amelyeknél a kezelők személyzeti költségei a legnagyobb mértékben csökkenthetők. A közlemény ebből a szempontból teszi vizsgálat tárgyává a facsimile rendszerű táviró készülékek működését, jelenlegi és jövőbeni felhasználási lehetőségeit. Az egyes képfelrajzoló rendszerek (elektrokémiai, teledeltos, mechanikai felrajzolás) értékelése után a kiegészítő automatikák jelenlegi fejlődési foka és szerepe is bemutatásra kerül. Végül a cikk a fejlesztési feladatok megállapítása után részletes vizsgálat tárgyává teszi a facsimile táviratozás jövőjét és lehetőségeit tartja a rendszer segítségével a jelenleginél sokkal gazdaságosabb táviratozási rendszer kiépítését.

A táviró hírközlés fenntartásának már több évtizede állandó és talán legnagyobb kérdése a gazdaságosság. A táviróforgalom a távbeszélő-technika gyors fejlődésével egyidejűleg erősen visszaesett. Az írásos hírközlés igényei azonban nem szűntek meg teljesen, ezért a forgalom csökkenése ellenére is fenn kellett tartani a táviró hálózatokat, fizetni kellett a személyzeti kiadásokat, és így, elegendő bevétel hiányában a táviró hírközlés veszteséges üzletággá lett. E megállapítás igazolására szolgáljon két számadat. Addig, amíg 1920-ban a táviróforgalom Magyarországon közel 8 millió darab/év volt, 15 év alatt, azaz 1935-ig közel egyharmadára, kb. 2,5 millió darab/évre esett vissza. Ez a visszaesés kisebb-nagyobb mértékben minden európai országban előállott, és a forgalmi mélypontok is nagyjából azonos időben következtek be. Az egyes országok műszaki és gazdasági fejlődése, valamint új táviróberendezések szerkesztése és új üzletágak bevezetése következtében a táviróforgalom ismét fejlődésnek indult. E hírközlési ág rentabilitásának visszanyerésére azonban sem az aritmikus távgépíró készülékek, sem a sokcsatornás táviratozási rendszerek bevezetése, sem a távgépíró központi rendszerek (telex, gentex, stb.) kifejlesztése nem volt elegendő. Egyrészt ugyanis ezeknek az újdonságoknak bevezetéséhez jelentős új beruházásokra volt szükség, másrészt az alkalmazott gépek írógéprendszerű felépítése miatt továbbra is megmaradt a táviró hírközlés nagy személyzeti költsége, a nagyszámú gépkezelő. A személyzeti költségek csökkentésére irányuló kísérletek, mint a lyukasztottszalagos vétel és adás, híváselosztó rendszerek, központok bevezetése az egyes táviró hálózatokban stb. szintén nem hozta meg a teljes eredményt. A szolgálat rentabilitása valamelyest javult, de nem lényegesen. A berendezések korszerűsítésének folyamatos szükségessége, valamint az alig csökkenő, sőt a forgalom növekedésének megfelelően növekvő személyzetszükséglet lehetetlenné teszi az önköltség nagyobbarányú csökkentését.

A személyzetszükséglet állandó jellegét elemezve azt találjuk, hogy a csökkentés nehézségeinek fő oka a gépek írógéprendszerű felépítésében, illetőleg a híryanag kódolásában rejlik. A betűnyomtató távirógépeknél, köztük a jelenleg úgyszólván kizárólagosan használt aritmikus távgépíró készüléknél a híryanag átvitele úgy történik, hogy az írásos beszéd elemeit, a betűket, meghatározott számú és villamos állapotú impulzus-sorozatokká kódolják át. Ez a művelet, és a velejáró forgalmi jellegű feladatok a géptechnika mai állása mellett még nem nélkülözhetik az emberi értelem közreműködését, s így már felületes szemlélet alapján is megállapítható, hogy az önköltségsökkentési kísérletekkel szemben ható erők zöme spontán jellegű, és főként a jelenlegi táviratozási rendszerek műszaki alapelveiből következik.

Ha ezt a megállapítást elfogadjuk, akkor ebből közvetlenül folyik a következő lépés, és pedig az, hogy vizsgálat tárgyává kell tenni azokat a lehetőségeket, amelyekkel az átkódolás megtakarítható. Miután olyan kidolgozott rendszer nincs, amely a jelenleg általánosan használt aritmikus táviratozást egy csapásra felválthatná, és egyben a korszerű táviró hírközléssel szemben támasztott igényeket is kielégítené, meg kell vizsgálni és elemezni kell a fejlődésben, vagy még csak alapelvekben meglévő táviratozási rendszereket. Elsősorban beható elemzések útján kell tisztázni azt a kérdést, hogy az egyes rendszerek milyen mértékben alkalmasak az emberi munkaerő alkalmazásának csökkentésére, milyen mértékben teljesítik a korszerű táviratozás követelményeit, és végül gazdaságosan illeszkednek-e az átviteltechnikai fejlődés új irányvonalaihoz.

Az elmondottak előrebocsátása után indoklást nyer ez a tanulmány is, amelyben az ún. facsimile táviratozási rendszert tesszük vizsgálat tárgyává. A vizsgálat módszereit úgy választottuk meg, hogy az előbbi fejezetben felvetett kérdésekre lehetőség szerint mérlegelésre alkalmas válaszokat kapjunk és ezzel a részletmunkával is egyengessük a jövőbeni táviratozási rendszer kialakításának útját. A következőkben röviden áttekintjük a facsimile táviratozási rendszer főbb jellemzőit. Sem az egyes részek működésének magyarázatában, sem az elméleti megfontolásokban nem kívántunk nagyon mélyre hatolni, ezt a jelen tanulmány terjedelme sem tenné lehetővé. A készülék működésének és az elméleti alapoknak a magyarázatában csak olyan mélységig hatoltunk, amely elegendő arra, hogy a facsimile rendszerről és a jelenlegi megoldásokról, a várható közeli, vagy távolabbi felhasználásra vonatkozó következtetéseket levonhassuk.

### Működési alapelvek

A facsimile távirókészülékek a képtáviró berendezések családjába tartoznak. A működési alapelv a család valamennyi típusánál azonos. A továbbítandó képet az adószerkezet pontosan meghatározott sorrendben, folyamatosan letapogatja. A letapogatás folyamán egymásután következő sötétebb, vagy világosabb képpontoknak áramváltozások felelnek meg, amelyek a letapogatás sorrendjében az átviteli útvonalon, vezetékes áramkörön, vagy rádiócsatornán át a vevőkészülékbe jutnak. A vevőkészülék a képet az adás meghatározott sorrendjében fényérzékeny anyagon, fotográfiai eljárással, a facsimile készülékeknél más felrajzoló módszerekkel ismét összerakja és láthatóvá teszi.

A letapogatás és képösszerakás elvei majdnem valamennyi jelenleg ismert képtáviró, ill. facsimile rendszernél azonosak, és az irodalomból ismertek, ezért a teljesség kedvéért csak rövid összefoglalását adjuk. Az 1/a. ábra mutatja a képtáviró adás egyszerűsített vázlatát. A képet, vagy rajzot képdobra feszítik. A dob melletti optikai rendszer vékony fénynyalábot vet a képdobra, amely megvilágítja a kép egy kis felületét. A lencserendszeren keresztül visszavert fény fotocellába jut. A visszavert fény erőssége a képpont világosságától függ, ezért a sötétebb képpontnak kisebb, a világosabb képpontnak nagyobb fotocella áram felel meg.

A kép letapogatása az adott elrendezésben legcélszerűbben lapos emelkedésű csavarvonal alakjában történhetik, ha a képdob az ábra szerint forgó- és egyben tengelyirányú mozgást is végez. A letapogatás úgy is keresztülvihető, hogy a tengelyirányú mozgást a letapogató rendszer végzi.

A vétel egyszerűsített működési elvét az 1/b. ábra mutatja. Példaként a legegyszerűbb fotográfiai képrögzítést vettük, mert a facsimile képfelrajzoló rendszerek részleteinek ismertetésére a működési alapelveknél még nem térünk ki. A vevő képdob az adó képdobbal megegyezik. A képdob felületére fényérzékeny

papírt, vagy filmet feszítenek. A fényérzékeny anyag megvilágítására olyan ködfénylámpát (krátercsövet) alkalmaznak, amely pontszerűen koncentrált fényt ad. A ködfénylámpa fényét a beérkező képáramok vezérlik. A képdob és az optikai rendszer relatív mozgása megegyezik az adószerkezetben felfeszített kép és az optika relatív mozgásával. Ennek megfelelően a ködfénylámpa a fényérzékeny anyagot a letapogatás sorrendjében, a képáramoknak megfelelő fényerősséggel megvilágítja.

A továbbított képet geometriailag torzítatlanul kell összerakni. Ennek 3 feltétele van:

1. Az adó- és vevő képdoboknak azonos szögsebességgel ( $\omega$ ) szinkron kell forogniuk, azaz  $\omega_a = \omega_v$ , ahol  $\omega_a$  az adóképdob,  $\omega_v$  a vevőképdob szögsebessége.

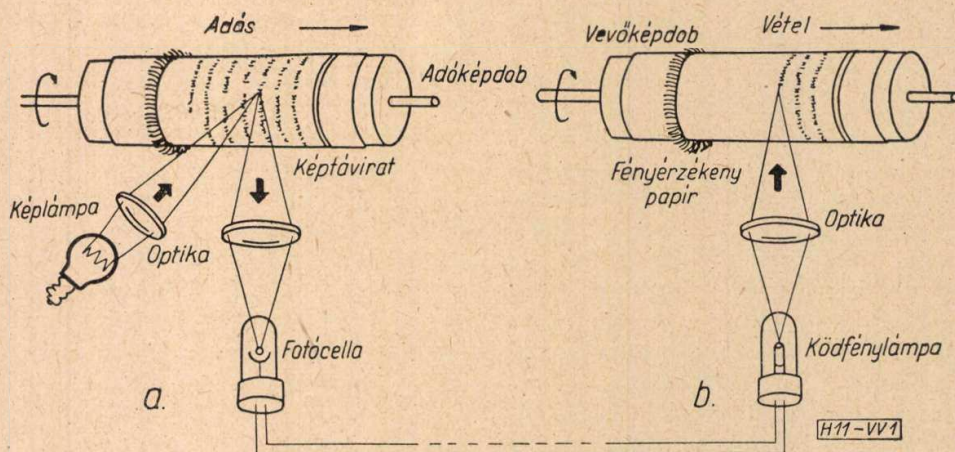
2. A képdoboknak fázisban is megegyezően kell mozogniuk, ami annyit jelent, hogy az adott és vett kép megfelelő képpontjainak az optikai rendszer letapogatási pontjához képest, mindig azonos  $\alpha$  szögelfordulást kell mutatniuk az  $\alpha_a = \alpha_v$ .

3. A letapogató szerv relatív előrehaladásának a képdobhoz képest mind az adó-, mind a vevőkészülékben azonosnak kell lennie, ami akkor következik be, ha a tengelyirányú előretolás  $V$  sebessége mind az adó-, mind a vevőoldalon azonos, vagyis  $V_a = V_v$ -vel.

Ez a harmadik feltétel egyúttal azt is jelenti, hogy a képfelbontásnak, vagyis az 1 mm-re eső képsorok számának,  $l$ -nek, mindkét képdobon egyenlőnek kell lennie, vagyis  $l_a = l_v$ .

Ha a fenti 3 feltétel, vagy azok valamelyike nem teljesül, akkor a vett képen geometriai hibák mutatkoznak.

Az eddig ismertetett általános működési alapelvek az egész képtáviró családra egyaránt érvényesek, és ezekből az alapelvekből egyúttal következik a főbb szerkezeti részek meghatározása is. A kép felbontására, összerakására az adó- és vevőszerkezet szolgál, míg az átvitel geometriai hűségét a szinkronizáló szerkezet biztosítja. Amennyiben a pusztán átvitelen kívül



1. ábra

még mellék funkciókra is szükség van (pl. képbevételező és kidobó automatika, automatikus indítás, stb.), akkor a három fő szerkezeti részt még további mellékberendezések egészítik ki.

A működési alapelveknek megfelelően kialakult főbb szerkezeti részeket az egyes szerkesztők rendkívül sokféle elgondolás szerint oldották meg, és az átvitel minősége is széles határok között változott. A különböző megoldási módok azonban lassanként két nagy csoport között oszlottak meg.

Az első csoportba azok a berendezések kerültek, amelyek fotográfiai minőségű, finom felbontású, féltónusokban gazdag, részletes képek átvitelére alkalmasak. Ezek a tulajdonképpeni képtávíró készülékek (fototelegráfia).

A második csoportban viszont az átvitel minőségi feltételeinek csökkentésével, a féltónusok részleges, vagy teljes mellőzésével, könnyen kezelhető, közvetlenül író *facsimile* berendezések fejlődtek ki. A helyes terminológia kialakítása érdekében itt megjegyezzük, hogy a továbbiakban *facsimile* rendszerű távirógépeknek kizárólag a könnyen kezelhető, inkább csak rajzolt és írásos híryanag, mint tónusos kép átvitelére szolgáló, *közvetlenül* író rendszereket nevezzük. Ennek a szóhasználatnak hangsúlyozására azért volt szükség, mert bár az e témakörben eléggé gyéren megjelent magyar közleményekben következetesen ragaszkodtunk a *képtávíró* és *facsimile* megjelöléshez, a külföldi szóhasználat e tekintetben nem teljesen egységes.

Az első csoport, az ún. képtávíró készülékeivel most nem foglalkozunk, mert a gazdaságos táviratozás céljára inkább a facsimile készülékek látszanak alkalmasnak. A nyomtatott, írott, rajzolt híryanag átvitele megengedi a féltónusok korlátozását, a közvetlenül, tehát fotográfiai eljárás nélkül előálló kép meggyorsítja az átvitelt és egyszerűsíti a kezelést. Ha ezen felül még a nyilvános táviróforgalom részére szükséges automatikák beépítéséről is gondoskodunk, olyan rendszerhez jutunk, amelynek jövőbeni alkalmazási lehetőségeit érdemes megvizsgálni.

### A facsimile készülékek szerkezeti elemei

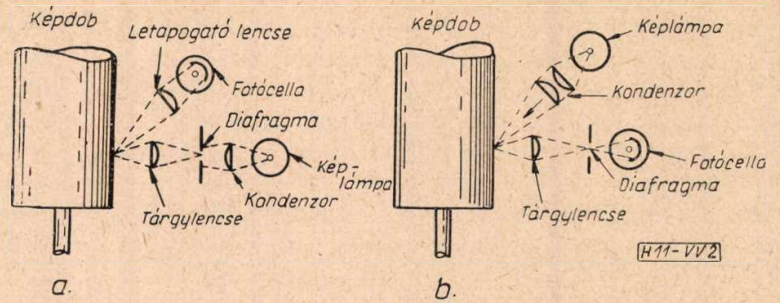
**Az adószerkezet.** A facsimile készülékek adószerkezetében végbemenő folyamatok két csoportba oszthatók.

Ezek:

a) a letapogatás (képfelbontás, villamos érzékelés),

b) a képáramok előkészítése az átvitelre (moduláció, erősítés, stb.).

A letapogatás optikai és villamos folyamatokból tevődik össze. Első fázisa a képfelbontás, amely az adás alapelveiben elmondottak szerint megy végbe. A képdob és a képfelbontást végző optikai rendszer elrendezési lehetőségeit a 2. ábra mutatja. A két elrendezés alkatelemei

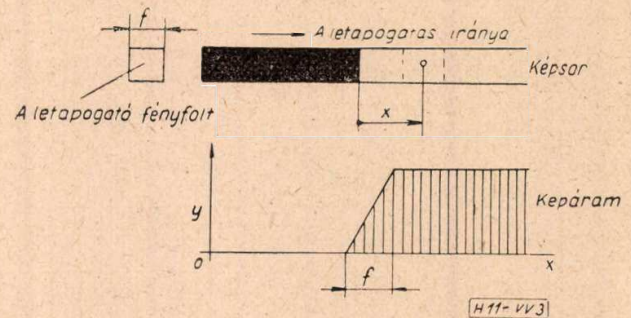


2. ábra

azonosak (fényforrás, optikai rendszer, fotocella), csak a képelem méreteinek megfelelő fényfolt előállítású rendszere különbözik. Az a) ábra szerint a képelem alakját meghatározó diafragma megvilágított nyílását képezzük le a tárgylencsével a képelem előírt méretében a képdobok felületére, és az innen visszavert fényt gyűjtőlencsén keresztül juttatjuk a fotocellába. A másik eljárással kondenzor lencsén át fénynyalábot vetítünk a képdob felületére, és a visszavert fénynyalábból a fotocella elé helyezett diaframmával vágjuk ki a megfelelő képelem méretet. A két rendszer a különböző készülékmegoldásoknál egyaránt használatos. A kép letapogatása alkamával nem különálló képpontok átviteléről van szó. A fényfolt a csavarvonalnak megfelelően azonos sebességgel halad előre, és így a képáram tulajdonképpen a képsorok árnyalatainak villamos képét adja. A letapogató fényfolt azonban nem végtelen kicsi, hanem véges kiterjedésű, ezért fekete-fehér árnyalatugrást a képáramok nem ugrásszerűen, hanem átmenettel, azaz torzítva tudják ábrázolni (3. ábra). Az átmenet a fekete-fehér árnyalatugrás határán

$$x_1 = -\frac{f}{2} \text{ és } x_2 = +\frac{f}{2}$$

értékek között keletkezik, ahol  $f$  a fényfolt szélessége, és  $x$  a fényfolt középvezetési távolsága az árnyalatugrás határvonalától. A fenti összefüggésből látható, hogy ha valamely képrészlet sorirányú mérete ( $s$ ) kisebb, mint a fényfolt ( $f$ ) szélessége, a képáram nem érheti el az árnyalatnak megfelelő áramerősség értéket.\* Vagyis, ha  $s < f$ , akkor a kép egyes részletei



3. ábra

\*Ennek matematikai igazolását l.: Lajkó-Váraljai: Távirótechnika I. 254-255. oldal.

csak erős torzítással vihetők át. A képfelbontás  $s$  méretét egyébként az emberi szem felbontóképessége szabja meg és úgy kell megválasztani, hogy a képet 30 cm közepes távolságból szemlélve a recézet ne legyen látható. Az átlagos emberi szem felbontóképessége 1,5–2 ívperc, ami annyit jelent, hogy a fenti távolságból 0,15–0,2 mm-nél kisebb oldalméretű felületrészeket egymástól nem tud megkülönböztetni. Ennélfogva felesleges, hogy a facsimile készülék felbontóképességét (amit  $f$  jellemez) az  $s = f$  értéknél nagyobbra vegyüek.

A képfelbontás finomságának ismeretében meghatározható a felbontásnál keletkező legnagyobb képfrekvencia is, amelynek a képpáramok átvitelénél van jelentősége. Ismeretes, a táviratozás frekvenciájának meghatározásából, hogy

$$f_k = \frac{1}{2T}$$

ahol  $f_k$  a képfrekvencia és  $T$  egy  $s$  méretű fekete-fehér képelempár átviteli ideje. A letapogató szintén  $s$  méretű fényfoltja által a képelempár letapogatása alatt megtett út:

$$2s = v \cdot T$$

ahonnan

$$f_k = \frac{v}{2s}$$

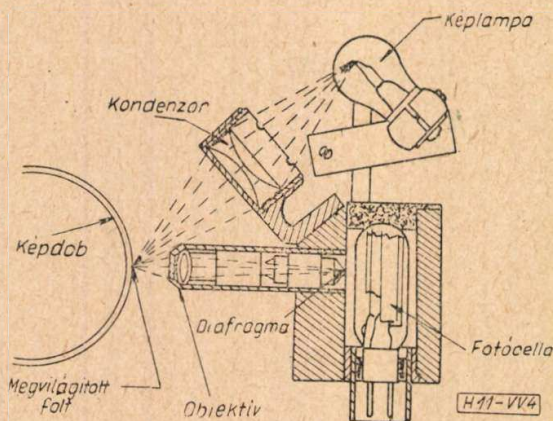
Ha  $v$  helyébe a képdob kerületi sebességét és az előző megfontolások értelmében  $s$  helyébe  $f$ -et helyettesítjük, akkor a képfelbontás alkalmával keletkező maximális képfrekvencia

$$f_{k \max} = \frac{D\pi n}{2f}$$

ahol  $D$  a képdob átmérője mm-ben,  $n$  a képdob másodpercenkénti fordulatszáma,  $f$  a képelem mérete mm-ben.

Nézzük ezeket az értékeket egy megvalósított példán (Desk-fax készülék).  $f = 0,25$  mm, azaz a képfelbontás 4 vonal/mm,  $n = 150$  ford/perc, azaz 2,5 ford/mp és a képdob átmérő  $D = 50,3$  mm. Ekkor

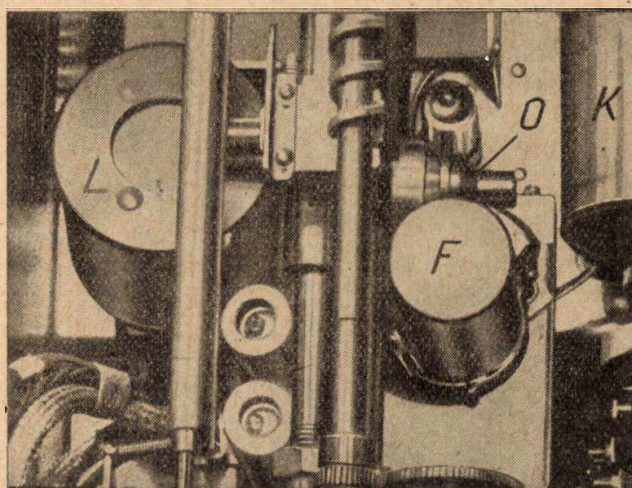
$$f_{k \max} = \frac{50,8 \cdot 3,14 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,25} = 800 \text{ Hz}$$



4. ábra

A maximális képfrekvencia megállapítása az átviteli igények meghatározása és a készülékek átviteltechnikai elemeinek méretezése szempontjából fontos. Ezeknél az elemeknél szükség lesz az így meghatározott adatokra.

A fenti műszaki követelmények szerint épül fel az adószerkezet optikai és mechanikai része. Egy ilyen elrendezést mutat a 4. ábra. Ez a régebbi facsimile adórész a 2/b. ábra szerinti optikának felel meg, amelynél a képpontot kivágó diafragma közvetlenül a fotocella előtt van elhelyezve. Az 5. ábrán egy korszerűbb készülék



5. ábra

optikai rendszerének fényképe látható. Itt a 2/a. ábrának megfelelő elrendezésben épült fel az optika. Az  $L$  lámpa az  $O$  optikán keresztül a képfelbontás méretében vetíti ki a  $K$  képdobra a letapogató fényfoltot, és az  $F$  fotocella egyszerű gyűjtőlencsén keresztül kapja a letapogatás után visszavert fényt.

Az optika és a képdob relatív mozgását a jelenleg használt valamennyi készüléknél mechanikai továbbító rendszer biztosítja. A továbbító mechanika két főrésze a vezérsó és a képdob tengelye. E két elem biztosítja a képdob forgómozgását és ezzel egyidejűleg a szükséges tengelyirányú elmozdulást is. A letapogató csavarvonal megvalósításához szükséges tengelyirányú elmozdulást kétféle módon lehet előidézni. Az egyik eljárás az, hogy a képdob forgása közben egyidejűleg tengelyirányú elmozdulást is végez. A másik megoldásnál a képdob csak forgó mozgást végez, tengelyirányban viszont az optikai rendszer tolódik el. Az első megoldást láthatjuk például a német gyártmányú Hell-fax készülékeknél, míg a második megoldásra többek között példa a Finch facsimile készülék (17. ábra). Mindkét esetben a vezérsós továbbító rendszer, valamint a hajtó fogaskerékrendszer nagy pontosságú megmunkálására van szükség, mert a hajtó és továbbító szerkezet hibái az átvitt hírszó geometriai eltorzulását, csíkozását, stb. okozhatják. A képfelbontó szerkezetet villamos motor hajtja. A hajtómotor az esetek nagy részében az 50 periódusú hálózathálóból hajtott szinkron motor. Ebben az esetben az adó-



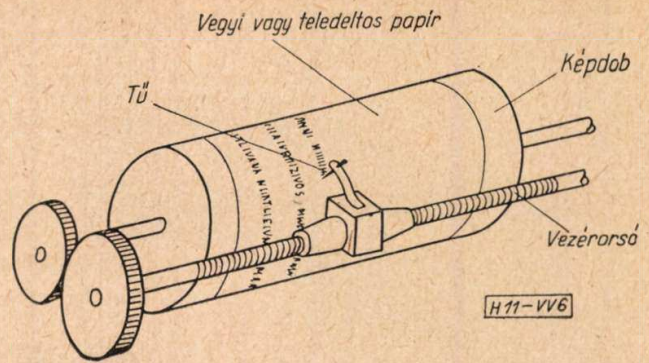
és vevőszerkezet szinkron kapcsolatát a változóáramú hálózat biztosítja. Ez természetesen csak ott teszi lehetővé az ilyen egyszerűbb készülékek együttműködését, ahol a világítási hálózat országosan szinkronizálva van. A megfelelő fázisbeállítást szintén nagyrészt a továbbító, illetőleg képfelbontó szerkezet mechanikai rendszerébe beépített elemekkel oldják meg (l.: később).

A vevőszerkezet elvi működését, illetőleg a képfelrajzolás elvét az általános fejezetben már láttuk. A képfelrajzoló rendszer és a képdob relatív mozgását az adószerkezetnél alkalmazott mechanikai megoldások biztosítják. Az adós és vevőszerkezet hajtómotorja a legtöbb adásra és vételre egyaránt alkalmas készüléknél közös. Az egyszerűbb készülékek esetében (Hell-fax, Desk-fax, stb.) a képfelbontást és képösszerakást azonos szerkezet végzi. Ebben az esetben a külön továbbító, fázisbeállító stb. mechanika megtakarítható. Más készülékeknél (pl.: Finch facsimile) az adás és vétel külön van választva.

A vevőszerkezet. A facsimile készülékek vevőrendszere a képtávíró készülékekhez képest lényeges eltérést mutat. A fotográfiai minőségű átvitelre berendezett képtávíróknál az átvitel alkalmával fényérzékeny anyagon rejtett képet kapunk, amelyet sötétkamrában szabályszerű fotolaboratóriumi eljárással kell kikészíteni. Ez a rendszer nagyobb tömegű távirat gyors átvitelére bonyolultságánál, lassúságánál fogva nem alkalmas. A facsimile készülékekben ezért olyan képfelrajzoló rendszereket alkalmaznak, amelyeknél a híryanag lehetőleg minden közbeni kezelés nélkül, közvetlenül jelentkezik a vevőkészülék papírján. Jelenleg általában három eljárás használatos: a kémiai eljárás, a szikraíró rendszer és a mechanikai képfelrajzolás.

A kémiai képfelrajzolás egyike a képtávírástozás legrégebbi eljárásainak. Lényege, hogy a vételre szolgáló papíryanagot olyan vegyülettel itatják, amely villamos áram hatására színeződik. Ezek közül a legrégebbi és legegyszerűbb eljárás a káliumjodid oldatával itatott papír, amelyen az áthaladó áram hatására a barna szín különböző árnyalataiban jelenik meg a kép. A képdobra feszített, vegyileg telített papír letapogatása ebben az esetben a vezérorsó által vezetett hegyes fémtűvel történik. A fémtű és a képdob közé kapcsolják a képaramokat, s a két elektróda között elhelyezett papíron az elektrolízis hatására azonnal és közbeni, vagy utólagos kezelés nélkül jelenik meg az átvitt híryanag (6. ábra).

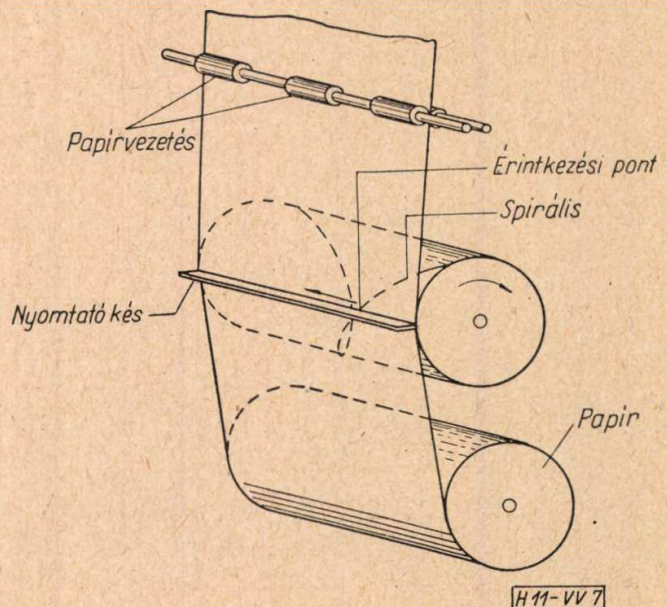
A közvetlen írás lehetősége egyébként a vevőrendszer kialakítására is fejlesztőleg hatott. A 6. ábrán rajzolt egyszerű tűs elrendezés nemcsak az elektrolitikus, hanem az ún. szikraíró eljárásnál is használható. Az átvitt híryanagot azonban ez a módszer csak egyetlen, kisméretű lapra rajzolja fel, amelyet előzőleg a képdobra kell feszíteni és az átvitel befejezésekor ki kell cserélni. Az elektrokémiai és szikraíró eljárás azonban alkalmas volt a folyamatos hírközlést



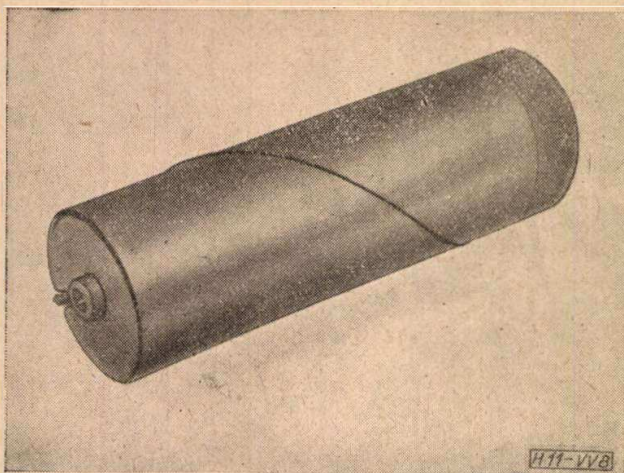
6. ábra

biztosító lapraíró vevőszerkezet kialakítására is. Ezt a rendszert a 7. ábra mutatja. Az író szerkezet tulajdonképpen egy lapszélességű hengerből és egy ugyanolyan hosszú, késéles lemezből áll. A henger palástján egy vékony egyengetű spirális van kidomborítva (legtöbbször vékony, csupasz rézhuzal van kifeszítve). Ha a kést a hengerhez nyomjuk és a hengert egyszer körülforgatjuk, a spirális és a kés érintkezési pontja folyamatosan végigfut a henger alkotója (a kés éle) mentén. Ha a kés és a henger közé elektrolitikusan színeződő papírt fűzünk, és a két alkatrészre feszültségkülönbséget kapcsolunk, a henger egy körülfutása alatt a papíron egyenes vonal rajzolódik ki. Ha a két elektróda közé a képaramokat vezetjük, akkor az a spirális egy körülfutása alatt egy képsort rajzol fel. A papír lassú továbbhúzása mellett a tekercsről lecsavarodó lapra folyamatosan vihető át az adóállomásról a híryanag. A 8. ábra egy ilyen lapraíró facsimile készülék képfelrajzoló hengerét mutatja.

A régi jódkáliumos eljárás már nem használatos, elsősorban azért, mert nem tartós. A képfelrajzolás alkalmával kivált jó a papírról szublimál, és az írás, rajz idővel eltűnik. Az elektrokémiai képfelrajzolásra sokféle eljárás alkalmas. Az átvitt elektrolitek vegyi össze-



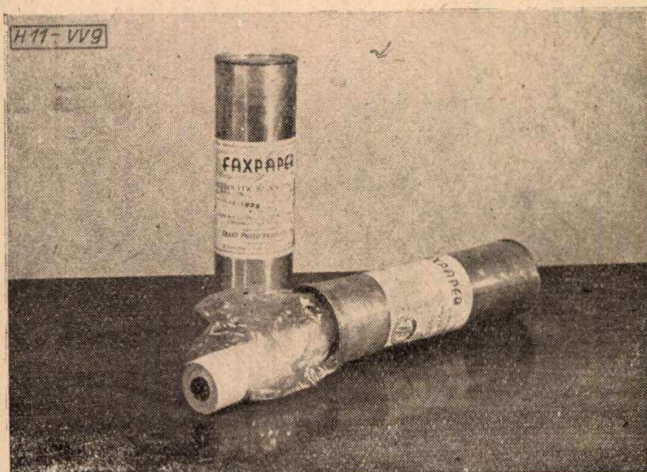
7. ábra



8. ábra

tétele szerint különböző színű és tartósságú felrajzolás lehetséges, így a mangánsók barna, az anilinvagyületek zöldesfekete, a higany- és ólomvagyületek fekete, stb. színeződést adnak.

Az elektrokémiai képfelrajzolás önmagában nem drága eljárás. Féltonusok átvitelére alkalmas és a kapott kép minősége igen jó és tartós. A jelenleg alkalmazott papíroknál elszíneződés még évek múlva sem mutatkozik. Ennek ellenére az elektrolitikus eljárás használata nem kényelmes. Az elektrolízis csak a papír nedves állapotában jön létre, és szabad levegőn a kémiailag átítatott papír kiszárad. Bár az alkalmazott vegyszerbe a száradás lassítása érdekében higroszkópos anyagokat is tesznek, mégis a száradást teljesen megadakadályozni nem lehet. A papíryananyag ezért különleges tárolást igényel. A gyárilag előállított papírtekercset légmentesen lezárt dobozokban, konzerv módjára tárolják és bocsátják a fogyasztók használatára. A felbontott papírtekercs tárolása szintén csak légmentes edényben lehetséges. Ilyen papírt mutat eredeti tárolódobozával és csomagolásával együtt a 9. ábra. Természetesen ez a csomagolás az önmagában olcsó papírt megdrágítja, az eljárást pedig némileg megnehezíti. A jó minőségű képviisszaadás és az egyszerű és olcsó vevőkészülék miatt azonban a fenti hátrányok

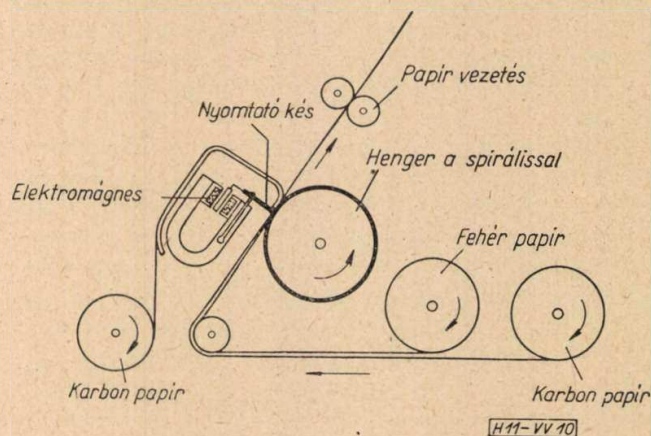


9. ábra

ellenére a lapraíró facsimile készülékek között, különösen az USA-ban, nagy elterjedtségnek örvend ez az eljárás.

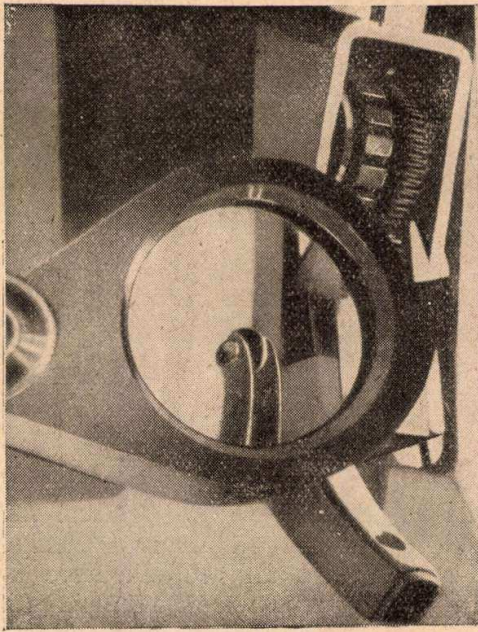
A másik, világszerte elterjedt képfelrajzolósi mód az ún. szikraíró eljárás, amely különleges, de száraz és nem vegyileg színeződő papíryananyagot igényel (teledeltos papír). A felrajzó rendszer ugyanolyan tűvel, vagy vevőspirálissal dolgozhat, amilyent az elektrolitikus eljárásnál alkalmaznak. A papíryananyag, amelyet az eredeti gyári megjelölés szerint teledeltos papírnak neveznek, különleges papírgyártási eljárással készül. A különleges papíryananyag egyik jellemző tulajdonsága, hogy vastagsági irányban, tehát az elektródák között vezető. Ezt a tulajdonságot úgy érik el, hogy a gyártás alkalmával a folyékony papírpéphez finom grafitport kevernek. A papírtekercs elkészülte után ezt a fekete alapanyagú papírt egyik oldalán különleges, fehéres színű bevonattal látják el. A bevonat általában ólomthioszulfát és titánoxid keveréke. A villamos áram hatására a bevonat ólomthioszulfát anyaga elektrokémiai változást szenved, részben elgőzölög, és a papír fekete alapanyaga az áram erősségével arányosan előtűnik. Ez a száraz facsimile-papír kényelmesen használható, különleges eljárás nélkül raktározható. Hátránya a papíryananyag költséges előállítása és az, hogy a tónusok átvitele nem tökéletes. Írott, rajzolt és nyomtatott szövegek átvitelére kifogástalan (18. ábra).

A harmadik gyakran használt eljárás a mechanikai képfelrajzolás. Ennek egy régebbi változata az ún. karbonpapír eljárás (10. ábra).



10. ábra

A felrajzolás itt is vevőspirálissal és késsel történik azzal a különbséggel, hogy a kés nem nyomódik rá folyamatosan a papírra, hanem azt a képáramok által gerjesztett elektromágnes nyomja rá erősebben, vagy gyengébben a vevőspirálisra. A vegyileg itatott, vagy teledeltos papír helyett közönséges fehér papírtekercset alkalmaznak, amely mellett párhuzamosan fut egy azonos szélességű karbonpapír is. Rányomódás esetén a karbonpapír nyomot hagy a fehér lapon, és a vevőspirális a már ismert rendszerben a pontokból összerakja a képet. Ez az eljárás nem nagy finomságú híryananyag esetén ki-



11. ábra

elégítő minőségű átvitelt ad ugyan, de a karbonpapír használata kényelmetlenné és drágává teszi.

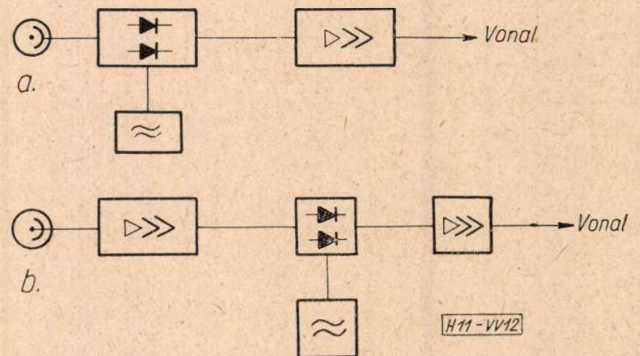
Európában a jelenleg gyártott facsimile készülékek egyik közismert típusa, a Hell-fax készülék, szintén mechanikai képfelrajzolással működik. Ezt a rendszert azonban nem lapraíró készülékekhez, hanem csak egyes táviratok továbbítására szerkesztették. A rendszer lényege az, hogy a képáramok egy mágnesrendszert gerjesztenek, amely a képáramok ütemében egy apró kis írókorongot nyom hozzá a képdobra feszített közönséges fehér papírlaphoz. A 11. ábra nagyító alatt mutatja a Hell-fax készülék írókorongját. E rendszer nagy előnye, hogy nem szükséges hozzá különleges papírsanyag, vagy utólagos kezelés. Hátránya azonban a mechanikai feljegyző rendszer korlátozott finomsága, a beállítással szembeni érzékenysége, a külön festékező rendszer, vagyis a rendszer mechanikai jellege. Feltónusok átvitelére a dolog természetéből következőleg nem alkalmas, de nem nagyon részletes fekete-fehér híryanag átvitelére olcsó és egyszerű módszer.

**Átviteli kérdések.** Az adás és vétel módszerei mellett jelentős szerepet töltenek be a facsimile készülékekben a képáramok zavartalan és hű átvitelére szolgáló berendezések. Láttuk, hogy a fotocella a fekete-fehér jelváltásnak megfelelően (3. ábra) egyenáramú áramváltozásokat termel, ahol a fluktuálás frekvenciája a példa szerint 0—800 Hz-ig, nagyobb átviteli sebesség, vagy nagyobb felbontási finomság esetén 0—1000 Hz-ig terjedhet. A facsimile átvitel viszont távbeszélő útvonalakon történik, ahol közvetlen fémes kapcsolatot általában nincs. Az egyenáramú áramváltozásokat tehát váltakozóáramú jelekké kell átalakítani, és az átvitelre alkalmas sávba kell áthelyezni. Ez megfelelő modulációs eljárások segítségével lehetséges. Matematikailag igazolható,\* hogy a kép élességét a kép-

áramok harmonikus tartalmának átvitele nem javítja. Így csak a szorosan vett  $O-f$   $K_{max}$  részt kell az említett modulációs eljárással a vezetékcs átviteltechnikában elfogadott 300—3400 Hz átviteli sávba áthelyezni.

Az alkalmazott modulációs rendszerek legrégibb, általánosan elterjedt, de ma már kevésbé használt fajtája a fénymoduláció. A letapogató fénysugár útjába lyuktarcsát helyeznek, amely a kijelölt vívőfrekvenciának megfelelő fordulatszámmal szaggatja a fénysugarat. Ez az eljárás ma már elavult. A mechanikai alkatrészek számának, valamint a készülék méreteinek csökkentése céljából elektroncsöves modulációs rendszerekre tértek át. A szokásos anód-, vagy rácsm modulációs (inkább rácsm modulációs) eljárások itt is megfelelőek. A modulátorfokozat után egyszerű  $A$  osztályú erősítő emeli a modulált képáramokat az átvitelhez szükséges szintre. A 12. ábra mutatja két facsimile adókészülék elektronikus részének tömbvázlatát a fotocellától a vonalig. A két rendszer abban különbözik egymástól, hogy a második rendszerrel a fotocella külön egyenáramú erősítővel van ellátva. A fehér és fekete közötti feszültségkülönbség, vagyis a kontraszt beállítása a fotocella előfeszültségének szabályozásával történik. A kimenő szint szabályozása az első esetben a kimenő erősítőben, a második esetben a modulátor előtt történhetik.

**Szinkronizmus, fázis.** Az átvitt kép geometriai hűségének megtartásához a képdoboknak szinkron és fázisban egyezően kell forogniuk ( $\omega_a = \omega_v$  és  $\alpha_a = \alpha_v$ ). Ennek biztosítására a facsimile



12. ábra

készülékekben külön szerkezeti részek szolgálnak. A szinkronizálásnak több módszere is használatos. A legegyszerűbb és legrégebben használt az ún. *start-stop szinkronizáció*. Ennél a megoldásnál a vevőképdob egy kevéssel (kb. 0,5%) gyorsabban forog, mint az adóképdob, és egy reteszelő szerkezet minden fordulat végén (a képfelvágás helyén) megállítja, majd újra indítja a képdobot. Ez az egyébként rendkívül egyszerű megoldás, amely egyúttal a fázisbeállító kérdését is megoldja, ma már nem nagyon van használatban. Az átvitel sebességének fokozásával a képdob tehetetlensége miatt szükséges felgyorsulási idő összemérhető nagyságú lesz a képdob körülfordulási idejével, és így az át-

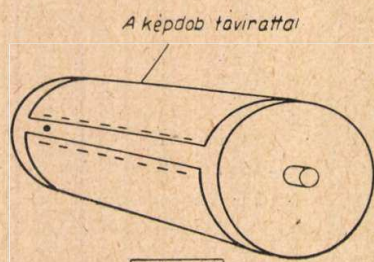
\* Lásd: Lajkó—Váraljai: Távirótechnika 256-257. oldal.

vitelhez szükséges egyenletes sebesség nem biztosítható.

A jelenleg használt legegyszerűbb módszer a már fentebb említett *hálózati szinkronizáció*, ahol a szinkronizált erőátviteli hálózatra támaszkodva azonos felépítésű szinkron motorok hajtják a facsimile készülékeket. Ilyen készülékek igen nagy számban vannak, de kiegészítő készülékek nélkül jelenleg még túlnyomórészt csak az egyes országok belföldi hálózatában használhatók.

A képtáviró berendezéseknél használt *hangvillagenerátoros* külső szinkronizációt a facsimile készülékeknél általában nem alkalmazzák.

További szinkronizálási megoldás az, hogy a képáramokkal együtt az adótól a vevőhöz



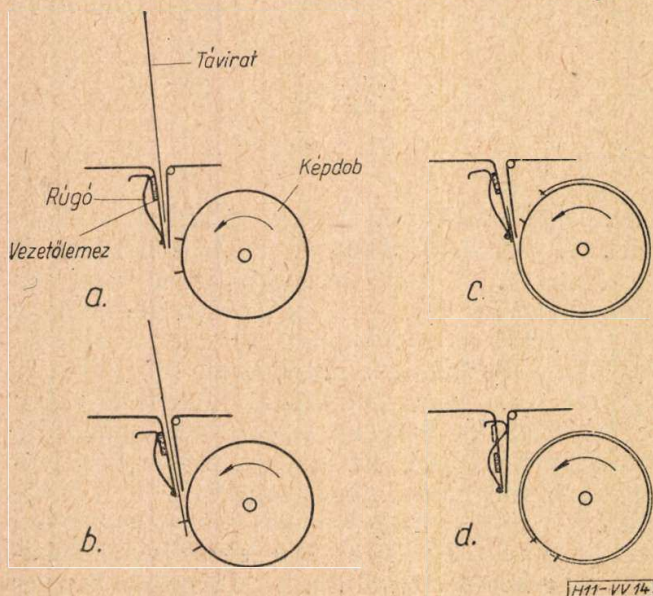
H11-VV 13

13. ábra

szinkronizáló áramokat is átvisznek a vonalon, majd a vétel alkalmával ezeket szétválasztva, a szinkronizáló árammal működtetik a készülék hajtómotorját. Ez a rendszer talán a legmegfelelőbb valamennyi közül, de igényes áramköri felépítésénél fogva nincs nagyon elterjedve.

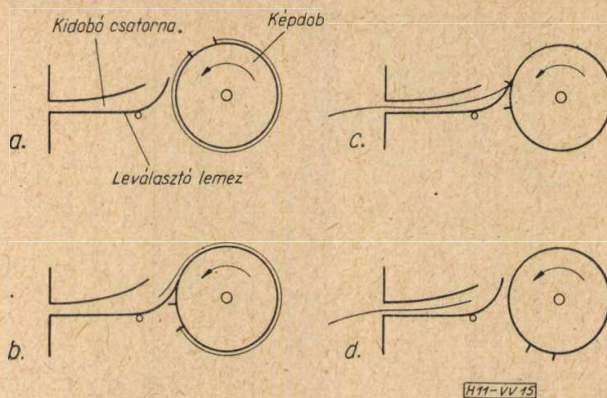
A jelenlegi gyártás zöme Európában és az USA-ban egyaránt hálózati szinkronizálású készülékeket termel. Ha a készülékeket nem azonos periódusszámú, szinkronizált hálózatban használják, kiegészítő berendezéssel látják el, amely nem más, mint egy stabil frekvenciájú (pl. kristály) 50, ill. 60 periódusú áramforrás.

Az egyenlő fázishelyzet megtartására a legtöbb korszerű facsimile készülék fázisjelző



H11-VV 14

14. ábra



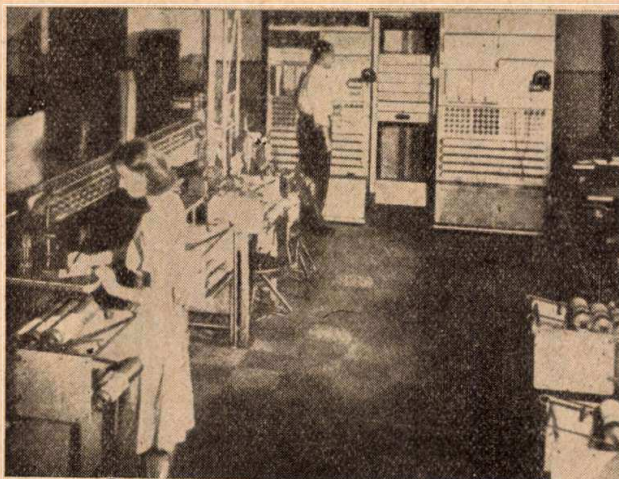
H11-VV 15

15. ábra

impulzusokat ad. Az impulzust akkor adja a készülék, amikor a távirat illesztési helye az optika előtt áthalad. A „varrat” helyén kb. 10–15°-nyi kerület áll rendelkezésre a fázisjavításra. A fázisimpulzust vagy a fotocella előtt áthaladó illesztés fekete csíkja, vagy külön fázisjellet adó érintkező állítja elő. A fázisimpulzusok a vevőben mechanikai tengelykapcsoló szerkezet, vagy a hajtómotor fékezése útján korrigálják az elcsúszó fázist.

*Automatikák.* Az egyetlen távirat leadására és vételére alkalmas facsimile készülékek aránylag sok kezelést igényelnek. Bár kétségtelen, hogy a táviratok billentyűzéssel való leadása és az ezzel kapcsolatos mellékfolyamatok elmaradnak, mégis ha egy távirat leadási ideje pl. 3–4 perc, akkor ugyanennyi időnként foglalkozni kell a készülékkel, és a táviratot kisebb-nagyobb vesződéssel fel kell feszíteni a képdobra, majd ismét le kell szedni róla. Kevés távirat esetén ez nem okoz nagy gondot, de ahol a készüléket folyamatosan kihasználják, ott az adókészülék kezelését automatikákkal kell egyszerűsíteni. Példának két megoldást mutatunk be. A 13–15. ábrák a Finch-facsimile készülék adókészülékéhez szerkesztett, önműködő képbevételező és kidobó berendezést mutatják. A készüléknek három feladatot kell végeznie. A tulajdonképpeni főfeladat, hogy a leadás ideje alatt a távirat a képdobon kifeszítve helyezkedjen el. Ezt a feladatot a kézi felerősítésű készülékeknél különböző papírfeszítő szerkezetek, vagy rugók segítségével oldják meg. Az említett automatikus bevételező készülékeknél a 13. ábra szerint a távirat, rajz, vagy kép a képdob felületéből kiálló két sor hegyes tűskére van feltűzve, és a leadás alatt ezek tartják a képet kifeszített állapotban. Hasonló megoldások egyes nyomdaipari gépeknél ismertek. A leadandó képet a 14/a-d ábrán vázolt automatika tűzi rá a képdobra.

A táviratot a leadáskor a 14/a. ábra szerinti két vezetőlemez közé csúsztatni. Egy billentyű lenyomásával megindul a bevételező automatika. A vezetőlemez a távirat alsó szélét a képdob felületéhez nyomja (14/b. ábra). Ebben a pillanathban ér oda a forgásirányban második tűskesor, amely belefűródik a távirat



16. ábra

szélébe, a táviratot a vezetőlemezek között behúzza a készülékbe, és az felcsavarodik a képdob felületére. A behúzási folyamat végén az első tüskesor a távirat végéhez érve abba ugyancsak belefűrődik, és kifeszíti a képdobra felsavart táviratlapot (14/c. ábra). A bevételezés befejezésekként a vezetőlemez eltávolodik a képdobtól (14/d. ábra).

A távirat leadása után a kidobó automatikát ismét gombnyomással lehet indítani. A 15/a ábrán vázolt leválasztó lemez ekkor a 15/b ábra szerint a táviratnak a második tüskesoránál levő szélé alá csúszik, és a táviratnak ezt a szélét leszedi a tüskékről. A képdob forgása közben a táviratot a kidobó csatornába tolja, majd végül a 15/c ábra szerint a másik szélét is leválasztja a tüskékről. A távirat a csatornán kicsúszik (15/d ábra). Az automatika megfelelő keménységű, sima papír esetén jól működik.

Facsimile központok számára más megoldású automatikus bevételezések is szerkeszthetők. Ilyenek pl. a 16. ábrán vázolt Western facsimile központ adógépei. Ezekben a készülékekben a képdobok automatikusan cserélődnek. Így egy készülék részére 5–6 képdob is előkészíthető. A gép az egyes képdobokat automatikusan bevételezi, majd leadás után kidobja. Így a kezelő személyzetnek 5–6 táviratonként kell csak egy-egy készülékhez odamennie, hogy az addig új táviratokkal felszerelt csereképdobokat egyszerre a készülékbe rakja. Az ábrán baloldalt elől és jobboldalt jól láthatók a táviratokkal felszerelt, leadásra váró képdobok. A baloldali készüléken lent egy már leadott képdob is megfigyelhető.

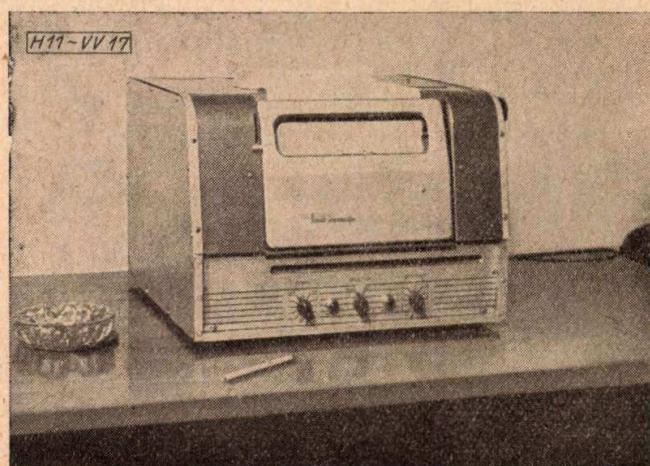
A facsimile készülékek szerkesztése, típusai és méretei területén egyelőre nagy a tarkaság. Európában most kezdenek behatóan foglalkozni e készülékek fejlesztésével, illetőleg tömeges gyártásával, így még a CCIT szabványosító tevékenysége sem érvényesülhetett. Még a legutóbbi CCIT lilakönyv D 6 sz. ajánlása is mindössze a balmenetű csavarvonalban történő letapogatást írja elő, és ezen felül csak annyit mond, hogy egyelőre nem állnak rendelkezésre

megfelelő adatok a közvetlenül író facsimile rendszerek szabványosítására.

### A jelenleg gyártott géprendszerek

Az európai távirótechnika a második világháború előtt a tengerentúli rendszerektől eltérő utakon járt. A hírközlő szervek úgyszólván egész Európában postai és ezen keresztül állami kézben voltak, és a postaigazgatások nagyobb-mérvű együttműködése lehetővé tette az általánosabb egységesítést is. Így történt, hogy Európában az aritmikus távgépírók egyeduralgó rendszerré váltak, s a telex, gentex rendszer egyre nagyobb elterjedése ma sem enged utat más rendszerek gyors kifejlődésének. Ennek ellenére ma minden fejlettebb híradástechnikával rendelkező országban foglalkoznak a facsimile készülékek kifejlesztésével, sőt a Szovjetunióban, a Német Szövetségi Köztársaságban már a tömeggyártás bevezetése is folyik. Az USA-ban viszont a telex-szolgálat nem vált egyeduralgóvá. A kapitalista gazdasági berendezkedés ott olyan méreteket öltött, hogy a hírközlés is magánkézbe került, és az egymással konkuráló vállalatok között egységesítésről nem is lehetett szó. Így az egyes magánkézben levő telex hálózatok mellett nagyon komoly méretű facsimile hálózat is kiépült. Azok a hírközlő vállalatok (különösen sajtóvállalatok), amelyek a facsimile rendszert honosították meg, egyúttal a szükséges facsimile készülékeket is kifejlesztették, természetesen azokat sem egységesen. Az európai és tengerentúli készülékek közül bemutatunk egy-egy jellegzetes példát. A példák megválasztásánál arra törekedtünk, hogy egy elektrolitikus, egy teledeltos papírra dolgozó és egy mechanikai felrajzolású készülék adatait hasonlíthassuk össze. Egyúttal arra is törekedtünk, hogy kézi adagolású és bevételező automatikával rendelkező készülékek is elbírálásra kerülhessenek.

A tengerentúli készülékek közül egy típusról, a Finch facsimile lapraíró (Typ. F. R. S. 140) adó-vevő berendezésről már több ízben is említés történt (17. ábra). Ezt a korszerű berendezést 115 V 60 periódusú, 1800 fordulatú, egyfázisú

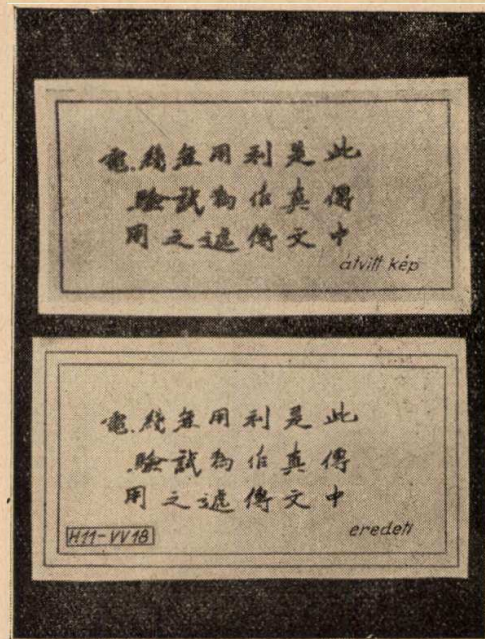


17. ábra

szinkron motor hajtja, teljesítményfelvétele kb. 300 W. A lapraíró adó és vevő egybe van építve. Az adás  $8,5 \times 11$  inch méretű táviratról, vagy képről történhetik, a képfelbontás 105 vonal/inch. A letapogatási sebesség 180 vonal/perc vezetékes útvonalra, 360 vonal/perc rádió összeköttetésre. Az optika 0,007 inch oldalú négyzetes képponttal tapogatja le a tárgyat. A fotocellaerősítő egyenáramú erősítőként van kiképezve, és az optikával közös alapon van elhelyezve. A vezérorsó az egész optikai rendszert a fotocellaerősítővel együtt mozgatja a képdob alkotója mentén. A készülék elektronikus áramköröi korszerű miniatűr csövekkel és ennek megfelelő áramköri felépítéssel működnek. Az oszcillátor RC generátor-kapcsolásban dolgozik, a modulációt pentagrid keverőcsövek végzik. A vevőerősítő RC típusú, a képfelrajzolás elektrolitikus eljárással történik (7. ábra), a fázisbeállítás automatikus és azt az adókészülék által leadott fázisimpulzusok vezérlik. Egy multivibrátorral összekapcsolt koincidencia-cső érzékeli a fázisimpulzusokat, vezérli a hajtómotor szabályozását és ezzel korrigálja a fázist is. Az adószerkezetben a 13–15. ábrák szerint a távirat bevétele és kidobása automatikus. Ugyancsak automatikussá van téve az optikai rendszer visszatérítése nyugalmi állásba. A távirat leadása után az optikai rendszer önműködően egy ellenkező irányba mozgató, nagymelkedésű vezérorsóra kapcsolódik át, amely nyugalmi helyzetébe viszi vissza a letapogató fejet.

A készülék előállításának technológiája korszerű. A mechanikai alkatrészek úgy vannak szerkesztve, hogy csak kevés finommechanikai munkát igényelnek, a ház, a sasszik, az elektromos alkatrészek, az elektronika szerelése, mind tömeggyártási munkával készülnek. A készülék elektromos részei biztosan működnek. Kényelmes és csak kevés időt vesz igénybe az automatika kezelése. A felrajzolás minősége táviratok, rajzok számára teljesen kielégítő, a féltónusok átvitele megfelelő ugyan, de sem a száradás után kissé hullámosan maradó papíryanag, sem a képek nyers, sokszorosítás jellegű színezete nem teszi lehetővé igényes képek átvitelét. Az automatika működése elég kényes. Az előírt táviratméret betartása fontos, ezenfelül a tárgynak szigorúan gyűrődésmentesnek kell lennie. Ellenkező esetben a bevételező, vagy kidobó szerkezet elakad és összegyűri, elszakítja a táviratot. A kényelmetlen és drága tárolású elektrolitikus papír, valamint az automatika eléggé igényes volta miatt a készülék az európai nyilvános táviró forgalmak használatára nem nagyon alkalmas, kiterjedt fiókhálózzal rendelkező sajtóvállalatok híryanagjának közvetítésére készült és erre is használják.

Egy másik, Európában is gyártott facsimile család a Desk-fax típusú készülékek csoportja. E készülékek a fentebb már bemutatott teledeltos papírral dolgoznak és lapraíró vevő-, valamint egyes táviratok átvitelére alkalmas

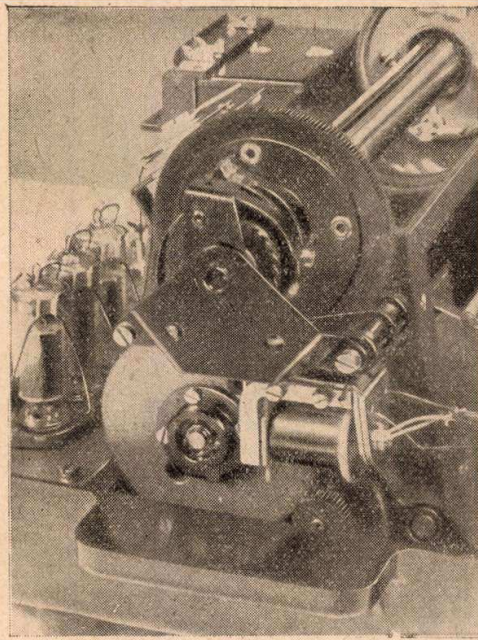


18. ábra

adó-vevő kivitelben készülnek, 110–250 V 50 peródusú hálózatra használhatók. A teljesítményfelvétel a típustól függően 150–250 W. A szinkronizmust a váltóáramú hálózathoz táplált szinkronmotor biztosítja. Maximális táviratméret az adó-vevő készüléken  $170 \times 115$  mm, a lapraíró vevőkészülékeknél 210 mm a lapszélesség. A képfelbontás 4 vagy 5 vonal/mm, a képdob fordulatszáma 150 ford/perc. A képdob átmérője az adó-vevő készüléknél 50,8 mm. A moduláció szaggatótárcsás fénymoduláció, amely 2100 Hz vivőfrekvenciával modulálja a képáramokat. Egy távirat továbbítási ideje 2–2,5 perc. A készülékek automatikával nem rendelkeznek, de kezelésük elég kényelmes. A papírfelrakás egyszerű és nem kényes. Az átvitel minősége írott és rajzolt szövegre teljesen kifogástalan. A 18. ábra egy kínai írás átvitelét mutatja ezzel a rendszerrel. Az ábrán látható, hogy a betűképek finom részletei tisztán kivehetők, bár a vétel kissé vastagítja a vonalakat. (Ennek oka a grafitszemcsék diszperziójában keresendő.) A papír alapanyag nem fehér, hanem szürkés, ami csak tónusos képek átvitelénél zavaró, írás, vagy rajz átvitelénél megfelelő.

Az általános táviróforgalomban e készülékek egyszerű kezelésük és jó átviteli tulajdonságuk miatt jelen formájukban is felhasználhatók lennének; gátló körülmény a különleges és elég drága teledeltos papíryanag, ami a távirat önköltségét emeli. Így végeredményben gazdasági okokból e készülékek elterjedése sem lehet olyan méretű, hogy ettől a távgépíró rendszer teljes kiküszöbölését várhatnánk.

Az utóbbi években jelent meg az európai piacon a Hell-fax típusú facsimile készülék. Ez a berendezés a már ismertetett íróröngös (11. ábra) mechanikai képfelrajzolóval dolgozik és csak fekete-fehér átvitelt biztosít, vagyis tónusos

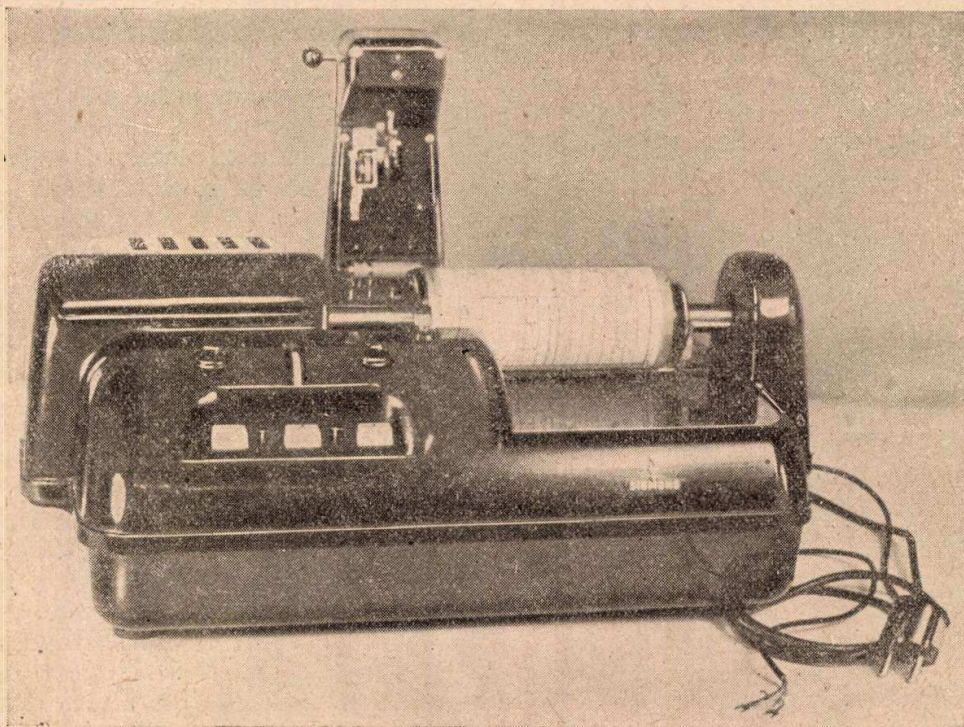


19. ábra

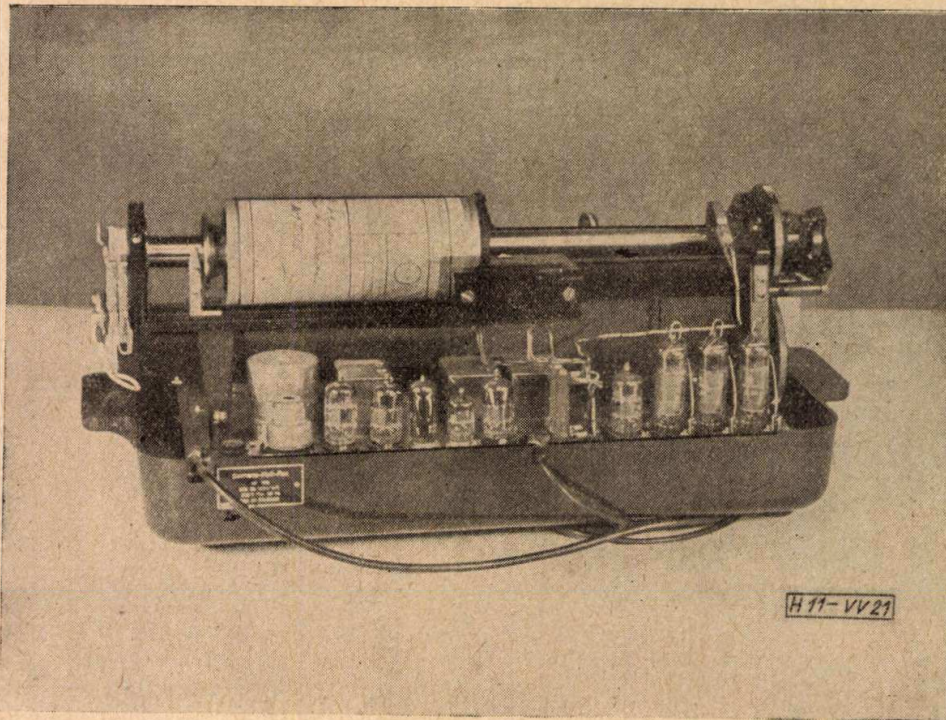
képek átvitelére nem használható. 220 V 50 periódusú váltóáramú táplálás mellett kb. 120 VA teljesítményt vesz fel. A szinkron futást itt is, amint az előző készülékeknél, 50 periódusú szinkronmotor biztosítja. A távirat maximális mérete  $210 \times 148$  mm. A képdob átmérője 68,5 mm, fordulatszáma 187,5 ford/mm, a képfelbontás finomsága 5 vonal/mm. Egy távirat átviteli ideje 3,5 perc. A moduláció nem fénymodulációs, hanem elektronikus rendszerű. Az 1850 Hz vivőfrekvenciát elektroncsöves generátor állítja elő. Ez a típus sem rendelkezik automatikával. A távirat felrakása és levétele kézi

erővel történik. A fázis beállítása kézi vezérlésű (19. ábra). Az ábrán bemutatott tengelykapcsoló szerkezet az indítás alkalmával önműködően gondoskodik arról, hogy a készülék megfelelő fázishelyzetből induljon. A készülék adásra és vételre egyaránt alkalmas. A képfelrajzoló elektromágneses rendszer egy felhajtható fejbe van beépítve, amelyet adáskor a 20. ábrán mutatott helyzetbe kell felállítani, vétel alkalmával pedig a képdobra kell helyezni. Az optikai rendszer a képdob alatt a készülék alapzatában van elhelyezve. A gyártási technológia korszerű. A készülék burkolata, két nagy bakelit idomdarab, gondos és izléses formatervezésre mutat. Az alsó bakelit teknőben nyugszik az egész, aránylag könnyű (15,2 kg) készülék. Az elektronikus rész, az indításban és megállításban résztvevő jelfogók, valamint az áramellátó egység az optikával együtt egyetlen közös alaplemezen helyezkednek el (21. ábra).

A Hell-fax berendezés egyik legnagyobb előnye az, hogy az átvitelhez nem szükséges különleges papíryanag, hanem közönséges írópapíron történhetik a kép felrajzolása. Az átvitel minősége kielégítő, amint azt a 22. ábra próbatáviratán is láthatjuk. Különböző színű írárok átvitele minden zavar nélkül lehetséges. A kísérletek azt mutatták, hogy az elektronika szabályszerű beállítása mellett az átvitel minőségére csak az írás fedettsége és a vevőfej állapota van befolyással. Halvány, elmosódó írás esetén a készülék kihagy. Az írókorongos felrajzolás vastagítja az írást, ezért egészen finom részletek néhol összefolynak. Ez a 22. ábra próbatáviratának egész apró betűinél látható. Ebből azt is láthatjuk, hogy a teledeltos, vagy elektrolitikus felrajzolás esetén nagyobb részletességű, finomabb átvitel érhető el. Ennek



20. ábra



21. ábra

ellenére a nyilvános táviró szolgálat céljára a jelenlegi rendszerek közül leginkább ez a mechanikai képfelrajzolás alkalmas, mert a többi eljárás különleges papírszámigénye erősen megdrágítja a készülék üzemét, míg ezeknél a készülékeknél a közönséges táviratlap alkalmazása nagymértékben egyszerűsíti a kezelést és olcsósága előtérbe helyezi az eljárást. Miután azonban Európában az egész facsimile rendszer, így a Hell-fax készülék múltja is még igen rövid, e készülékek még sok apróbb-nagyobb javításra, tökéletesítésre szorulnak. (Pl.: a Hell-fax készülék papírfeszítő, vagy indító-szerkezete.)

#### A facsimile rendszer alkalmazási lehetőségei

A főbb rendszerek és a jelenlegi megoldások ismeretében vizsgálat tárgyává tehetjük, hogy

a facsimile rendszer az európai távirótechnika jelenlegi állása mellett milyen alkalmazásra számíthat a közeli és a távolabbi jövőben.

A facsimile rendszer mai felhasználási lehetőségeit aránylag könnyű meghatározni. Biztos az, hogy az aritmikus távgépírók alkalmazása ma még nem érte el a csúcspontját. A távbeszélő hálózattól különválasztott hálózattal rendelkező távválasztásos telex rendszer ugrásszerű fejlődése még nem érte el a telítési pontot, de már magával vonta az általános táviróforgalom belöldi és nemzetközi hálózatainak gépesítését is (gentex hálózatok). Arra tehát semmiképpen sem lehet számítani, hogy a közeli múltban beruházott, vagy jelenleg beruházás alatt levő nagy hálózatok új géprendszerre álljanak át, ezért a jelenlegi facsimile rendszernek az országos, vagy nemzetközi hálózatban történő azonnali bevezetését és ennek egyéb akadályait szükségtelen vizsgálat tárgyává tenni. De van egy sor olyan terület, ahol a facsimile rendszer máris széles felhasználási területet találhat. Ilyen például a nyilvános táviró hálózatnak az a része, ahol önálló távgépíró összeköttetések létesítése már egyáltalán nem fizetődik ki, azokban a kis helységekből, ahol naponta csak néhány felvett és érkezett távirat van. Az ilyen helyek táviró ellátása megoldatlan. Itt távbeszélő útján mondják be a táviratokat a legközelebbi góchelyre. Ez természetesen megterheli a távbeszélő hálózatot, a kis hivatalok kiszolgáló személyzetét, és főként egy, esetleg két szakaszon megszünteti a távirat írásos hírközlés jellegét, csonkításokat, ferdítéseket okozhat. Az ilyen helységek táviró ellátása céljára alkalmas a facsimile készülék, amely a távbeszélő vonal rövid ideig tartó igénybevétele mellett

02633								
<b>TÁVIRAT</b>								
Működés:		Működés:		Működés:		Működés:		
Működés:		Működés:		Működés:		Működés:		
Posta távirat Siemens Hell-fax készülékkel Budapest 1959. 11. 26. 00432 képműködés a 00405 képműködés								
H 11-VV 21								

22. ábra



írásban adhatja tovább a hírszöveget. Emellett a készülék kezelése egyszerű, s így különleges kiképzésre sincs szükség. Nagy városok belterületén valamint a közeli külterületeken, ahol a városi távbeszélő kábelhálózatból könnyen biztosítható a facsimile részére egy 2800 Hz-ig átvívó távbeszélő áramkör, szintén alkalmazhatók a facsimile berendezések. Így egy városon belüli bérelt hálózatok céljára, valamint a külterületek nyilvános táviró forgalmának beadására máris felhasználható és igen gazdaságosan alkalmazható e rendszer.

A távolabbi jövő táviró rendszerének vizsgálatánál már behatóbb tanulmányra van szükség. Itt elsősorban azt kell megvizsgálni, hogy milyen feltételek mellett lehet gazdaságossá tenni a táviró hírközlést. A ráfordítás egyes tényezőit vizsgálva az alábbi szempontokat emelhetjük ki:

1. A személyzetszükséglet jelentős csökkentése.
2. A távirat továbbítási idejének csökkentése. (Ebbe az időbe bele kell érteni a kézbesítés idejét is.)
3. Az átviteli útvonalak jobb kihasználása, illetőleg az erre fordított költségek csökkentése. A kiegészítő berendezések (központok, csatornavégződések, jelfogószerelvények, stb.) költségeinek csökkentése.

A felsorolt önköltséget kialakító tényezők csökkentése mellett viszont maradéktalanul teljesíteni kell a táviró hírközléssel szemben jelenleg támasztott igényeket, esetleg új igények kielégítését is lehetővé kell tenni. A jelenleg fennálló igények közül ki kell emelni az írásos hírszöveg hű (csonkítástól, ferdítéstől mentes) átvitelét, az előfizetői és bérelt hálózatok létesítését, a távválasztás lehetőségét. Új igényként szerepelhet pl., hogy az írásos hírközlésen kívül rajzolt, esetleg fényképezett hírszöveg is továbbítható legyen, stb.

A facsimile rendszert a fenti önköltséget kialakító tényezők, valamint a hírközlési igények szempontjából vizsgálat tárgyává téve, az alábbi eredmények alakulnak ki:

1. Valamely megfelelően automatizált facsimile rendszer alkalmazása esetén a személyzeti költségek jelentősen csökkenthetők. A táviratnak eredeti alakjában történő, tehát nem kódolt továbbítása miatt teljesen megtakarítható a táviratok billentyűzéséhez szükséges idő és az ehhez szükséges személyzet is. Elmarad a távirat felragasztása és ennek helyét a távirat beadagolása és a készülékből való kivétele foglalja el. Ezt az időt és személyzetszükségletet azonban megfelelő adagoló és kidobó automatikák megszerkesztésével a minimumra lehet csökkenteni. Meg kell itt jegyeznünk, hogy a jelenleg gyártott készülékek még általában nem teljesítik a fenti követelményeket, mert az említett automatikák (különösen Európában) még nem alakultak ki.

2. A távirat továbbítási idején ebben a terminológiában a feladótól a címzettig terjedő továbbítás idejét kell érteni, vagyis abba bele-

számít a felvételi idő és a kézbesítés ideje is. Megfelelő felkészültséggel mindkettő meggyorsítható, holott jelenleg ezek úgyszólván teljesen állandó tényezők. A felvételi időből megtakarítható a szószámolás, idegen nyelv ismerete, szóösszevonások ellenőrzése, a díj kiszámítása, stb. A díjazáshoz mindössze a távirat felületének egyszerű (esetleg automatizált) megállapítása szükséges. A kézbesítés itt is meggyorsítható, pl. gépkocsira szerelt mozgó facsimile állomás, stb. útján.

3. Az átviteli útvonalak költségeinek csökkentése nem teljesen mai kérdés. Ez a nagy csatornaszámú, vivőáramú távbeszélő berendezések fejlődésével van szoros összefüggésben. Az egy áramkörre eső csatornaszám emelkedésével, a miniatürizálás egyre rohamosabb fejlődésével, új áramköri elemek (pl. tranzistorok) és új gyártási technológiák (pl. nyomtatott áramkörök) bevezetésével az egy csatornára eső összköltség csökken. A facsimile rendszer teljes beszéd-sávot (300—3400 Hz) kíván. A nagytávolságú forgalomban jelenleg nem gazdaságos. Ezért használnak jelenleg sokcsatornás VT rendszereket és átkódoló távgépírókat, amelyek segítségével az áramkör-költségek jelentős mértékben csökkenthetők. Amikor azonban a fenti fejlődés odáig ér, hogy a sokcsatornás távbeszélő rendszer csatornánkénti összköltsége egy VT csatorna összköltségével egyenlővé válik, a facsimile rendszer a nagytávolságú hírközlésben is alkalmazható, és ezzel további nagyarányú önköltség csökkentésére nyílik lehetőség.

Amikor a csatornák összköltségének egyenlősége bekövetkezik, és bevezethető egy átkódolás nélkül dolgozó hangfrekvenciás géprendszer, megszűnik a külön táviró hálózat, külön táviró vivőberendezések (VT), jelfogószerelvények és központok szükségessége és létjogosultsága. Nem kell külön műszaki fenntartó személyzet sem. A hálózatok egybeolvadása nagymértékben egyszerűsítheti az egész hírközlő rendszert és annak fenntartását.

Az eddig elmondottakból az is könnyen ki-vehető, hogy egy megfelelően kifejlesztett facsimile rendszer teljesíti a táviró hírközléssel szemben támasztott igényeket. A távirat eredeti alakjában kerül továbbításra, ferdítés, csonkítás nem lehetséges. A leendő új, egyesített hálózatban a központos és távválasztó hálózatok rendszere a helyi és helyközi távbeszélő központokkal adott. Új igények kielégítésére (pl. a kézírásos, rajzolt és fényképezett hírszöveg átvitelére) a rendszer szintén alkalmas.

Az elmondottakat áttekintve levonható az a következtetés, hogy a facsimile rendszer, mint táviró hírközlési alapelv, a táviratozás távolabbi perspektíváinak kialakítására alkalmas rendszer. Ahhoz azonban, hogy ez a végkövetkeztetés a jövőben meg is valósulhasson, még jelentős utat kell bejárni a vezetéktechnikai egész területén; a facsimile berendezések szűkebb területén pedig szintén további fejlesztésre van szükség.

## IRODALOM

1. Henney: Radio Engineering Handbook.
2. Ch. R. Jones: Facsimile.
3. Lajkó—Váraljai: Távírótechnika I.
4. R. Thun: Fernsehen und Bildfunk.
5. E. Anderführer: Untersuchungen an einen Faksimile-Fernschreibgerät. Techn. Mitt. PTT. 1958/5.

6. H. P. Koch: Von der Telegrafia zur Telekopie. FTZ. 1953. jun.
7. H. F. Woodmann—P. H. J. Taylor: Facsimile communications. Journ. of the Br. Inst. of Radio Engineers 1956. March.

A fényképeket és reprodukciókat Bolla Ferenc készítette.

## A hazai rövidtávú mikrohullámú televízió összeköttetés\*

NAGY ISTVÁN és FRIGYES ISTVÁN

Beloianisz Híradástechnikai Gyár

A berendezésen a budapesti televízióstúdióból az adóba vezeték nélkül, mikrohullámokon továbbítják a kép- és a kísérő hangjeleket, és pedig a képet és a hangot külön; a képet a 3 cm-es, a hangot a 15 cm-es hullámsávban. A cikk ismerteti a berendezés rendszerét, felépítését, a rajta végzett mérések eredményeit és a lényegesebb üzemi tapasztalatokat.

### 1. Bevezetés

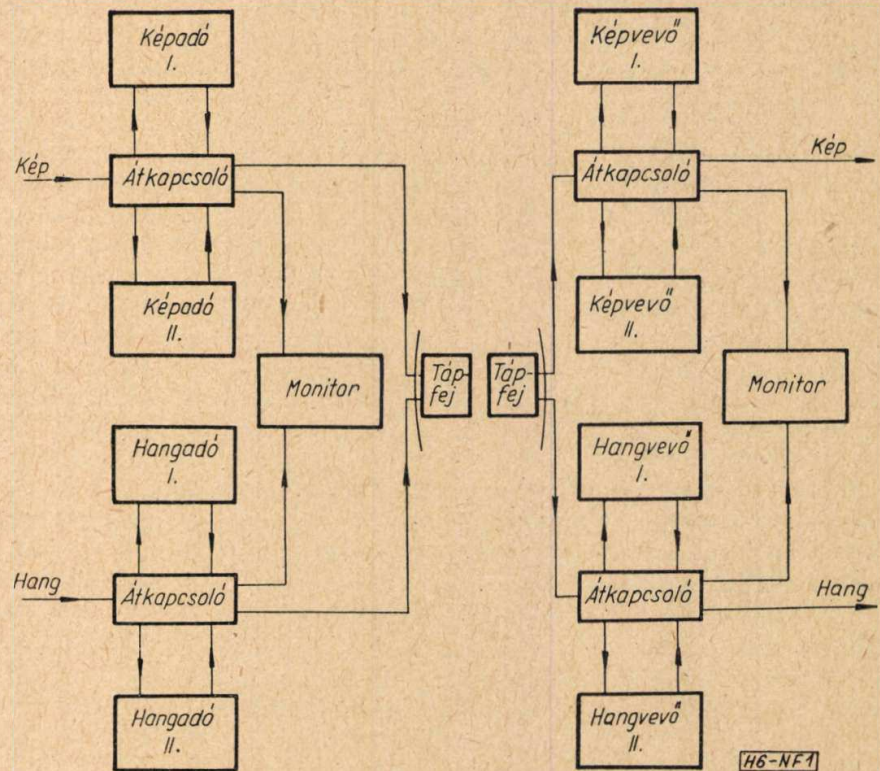
A televízióműsort sugárzó adók általában a televízióstúdiótól kisebb-nagyobb távolságra vannak elhelyezve, így a kép- és hangjeleknek az adóhoz juttatása problémát jelent. Ezeknél ugyanis már nem lehet minden további nélkül alkalmazni a hírszóró adóknál használatos kábeles összeköttetést, mert a képjelek frekvenciatartománya közel ezerszerese annak, amit a zenei hang képvisel. Ennek ellenére a kábeles képjelátvitel is megoldható száz méteres nagyságrendű szakaszokban korrekciós erősítők közbeiktatásával, vagy néhány MHz-es vivőfrekvencia alkalmazásával. Ezzel az utóbbi eljárással a relatív sáv szélesség nagymértékben lecsökken, s így elegendő a korrekciós erősítőket több km-ként elhelyezni.

Gazdaságossági szempontból a kábeles átvitelnél jobb megoldás a vezeték nélküli átvitel.

Budapesten 1958-ban helyezték üzembe az új 30 kW-os televízióadót és az új televízióstúdiót. Mivel az adó a Széchenyi-hegyen, a stúdió pedig a Technika Házában van, a két berendezés közötti műsortovábbításról gondoskodni kellett. A feladatot a Beloianisz Híradástechnikai Gyár oldotta meg vezeték nélküli átvitellel, a mikrohullámú technika előnyeinek hasznosításával. A berendezés 1958. november 12. óta továbbítja a stúdióműsort a Széchenyi-hegyre.

Helyhez kötött berendezésre volt szükség, s így a tényleg nem volt túlságosan kötött. Ezért az egyszerűbb és biztonságosabb megvalósítás

érdekében — a Távközlési Kutató Intézet javaslatára — a hang átvitelét a képtől függetlenül, önálló egységek segítségével valósítottuk meg. A hazai adottságoknak megfelelően csak két klisztrontípus — az MK1 és a 723A/B — alkalmazása jöhetett szóba. A két klisztrontípust összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a 723A/B esetében a nagyobb rezgési frekvencia következtében lényegesen nagyobb kisugárzott teljesítménnyel számolhatunk, mert azonos antenna-



1. ábra. A berendezés tömbvázlata

méret esetén a nyereség sokkal nagyobb. Ez a típus sokkal nagyobb frekvencialökettel és jobb linearitással modulálható, mint az MK1. Ezért úgy döntöttünk, hogy ezt fogjuk a kép átvitelére felhasználni, míg a másik típust a hang-összeköttetésnél alkalmazzuk, mert a kép és hang közötti áthallási követelmény kielégítése nehezebb, mint a legjobb képminőséghez szükséges linearitás biztosítása. Ily módon az összeköttetés két egymástól függetlenül tárgyalható részből áll, melyek a mikrohullámú vivőn kívül még

\* A Beloianisz Híradástechnikai Gyárban gyártott berendezés ismertetése.

konstrukció tekintetében is magymértékben el-  
térnek egymástól.

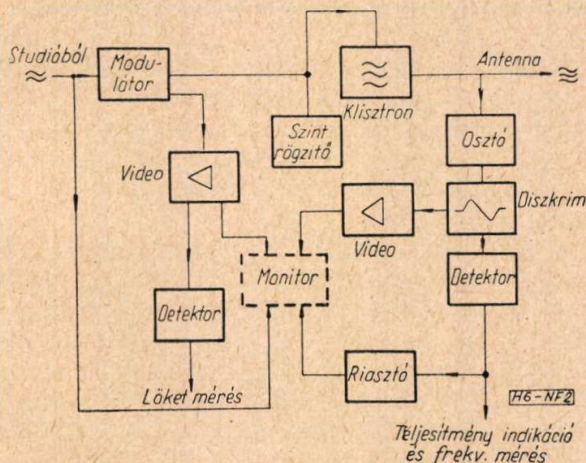
A berendezés blokk-sémája az 1. ábrán lát-  
ható.

Mind az adó, mind a vevő oldalon a kép- és  
hangegységből két-két azonos példányt alkalmazunk,  
melyek közül az egyik az üzemi (I), a másik pedig a  
melegtartalék (II). Meghibásodás esetén az átkapcsoló  
egység kapcsolja át az üzemet a tartalékra. Az üzem  
ellenőrzésére mindkét oldalon egy-egy monitor szolgál,  
melyekkel a jelalakokat, a képet és a hangot lehet meg-  
figyelni. Mind a hangjellel, mind a képjellel modulált  
mikrohullámú vivő egymástól függetlenül egy kettős  
tápfőjbe jut (a képvivő csőtápvonalon, a hangvivő koaxiális  
kábelén át) és így a nyalábolásra már egy paraboloid  
tükör elegendő.

## 2. A képközvetítő berendezés

A képátvivő berendezés adó-, illetőleg vevő-  
oldalának tömbvázlata a 2., illetőleg a 3. ábrán lát-  
ható.

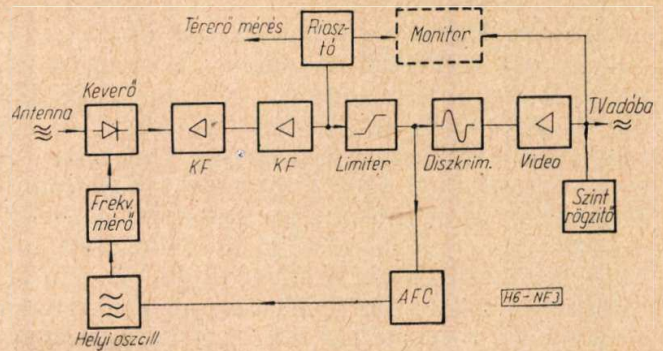
A stúdióból a képjel a mikrohullámú képadó-  
egység modulátorára jut, amely a jelet a klisz-



2. ábra. A képadó berendezés tömbvázlata

tron kb. 6 MHz-es löketű frekvenciamoduláció-  
jához elegendő szintre növeli. A mikrohullámú  
energiát négyszögletes csőtápvonal vezet a  
tápfőjhez. Közben egy T elágazó segítségével  
az adóoszillátor jelének egy részét egy mikro-  
hullámú diszkriminátorra visszük, mely a videó-  
modulációt leválasztva, annak ellenőrzését lehe-  
tővé teszi. Az ellenőrzés végrehajtható a bejövő  
képjelen és a modulátor kimenetén is. A beren-  
dezés a helyes modulációs löket, vagyis a klisz-  
tron repellerre jutó videó szint, a kisugárzott  
mikrohullámú teljesítmény és a vivőfrekvencia  
mérésére alkalmas segédáramköröket is tartal-  
maz és el van látva egy olyan áramkörrel, mely  
meghibásodás esetén a monitor riasztó egységét  
vezérli.

A vevőben egy szokásos megoldású 3 cm-es  
kristálykeverőben 723A/B helyi oszcillátor-  
klisztronnal állítjuk elő a 70 MHz-es közép-  
frekvenciát. A KF erősítő bemenő fokozata külön-  
legesen jó zajtényezőjű, nagy élettartamú E88CC



3. ábra. A képvevő berendezés tömbvázlata

csővel megvalósított, kaszkád fokozat. A demo-  
duláció kétfokozatú limiterrel, nagy linearitású  
diszkriminátorral és kristálydiódákkal van meg-  
oldva. Ezután videóerősítő következik, majd az  
egyenáramú szint visszaállítása után jut a kép-  
jel a televízióadóra. Ez a jel a monitorral ellen-  
őrizhető. A helyi oszcillátor frekvenciájának  
mérésére frekvenciamérő üreg szolgál. A szin-  
kronjelcsúcsnak megfelelő frekvenciát a KF-en  
belül az AFC rögzíti. A bejövő térrőt térrő-  
mérő indikálja.

Az alkalmazott mikrohullámú frekvencia  
9350 MHz. Ily módon nagy antennanyereséget  
tudunk elérni és az alkatrészek méretei is meg-  
felelő kis értéken voltak tarthatók.

A főbb specifikációs célkitűzések a következők  
voltak:

Videó jel (fehértől feketéig)/zaj eff.  $\cong 41$  dB  
Frekvenciaátvitel ( $\pm 1,5$  dB-es ingadozással)  
30 Hz-től 6 MHz-ig.

Felfutási idő (100 nsec-os felfutású impulzus-  
sal mérve)  $\cong 200$  nsec.

Túllövés (ugyanazzal a vizsgáló impulzussal  
mérve)  $\cong \pm 5\%$ .

Vízszintes esés (50 Hz-es négyszöggel mérve)  
 $\cong \pm 5\%$ .

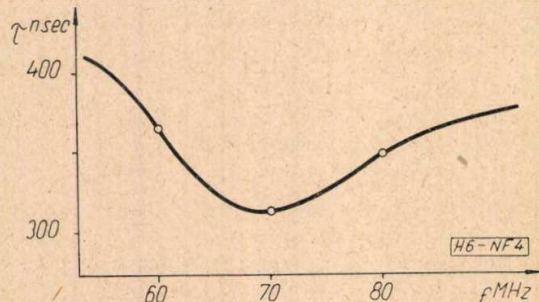
A jel-zaj viszonytal különösebb nehézségünk  
nem volt és nem is lehetett, mert a vevő beme-  
netén már a rádiófrekvenciás effektív jel-zaj  
viszony is túlteljesíti ezt a követelményt. A tény-  
legesen mért érték az üzemi és tartalék adó és  
vevő egységekből kialakítható négy összekötte-  
tős-alternatívánál egyöntetűen 51—52 dB volt.  
Lényegesen több nehézséget okozott az átvi-  
teli jellemzők specifikációjának teljesítése és  
mérése.

Egy minimális fázisforgatású elemekből felé-  
pített lineáris négy-pólusnak mind a fázis-, mind  
a tranziens-karakterisztikája megállapítható  
egyedül az amplitúdó-frekvenciakarakterisztika  
mérése útján. Esetünkben viszont a linearitás  
nagy mértékben löketfüggő. Ha szignálgenerá-  
torral vagy wobblátorral akarjuk megállapítani  
az amplitúdó-frekvenciakarakterisztikát, ezt a  
mérést nem végezhetjük el tetszőleges ampli-  
tudójú bemenő jellel. A bemenő feszültség növe-  
lésével ugyanis növekszik a frekvencialöket és  
így az átvindó frekvenciaspektrum szélessége.  
Amennyiben a spektrum szélessége felülmúlja az  
átviteli karakterisztika sávszélességét, először el-

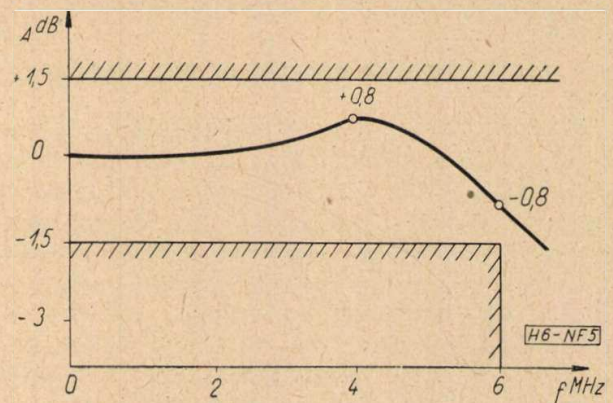
torzul a kimenő jel, majd látszólag csökken az erősítés is. Így maga az amplitúdó-karakterisztika is csak kislökötű szinuszos jellel vehető fel, melynél még a legmagasabb frekvenciákon sem lép fel az átviteli karakterisztika sáv szélességét meghaladó frekvenciamodulációs spektrum. A mérést csakis ilyen feltételek mellett végrehajtva kapjuk azt az amplitúdó-karakteristikát, mely a tényleges képjellel történő modulációhoz tartozó karakterisztikával megegyezik. A pontos eljárás az lenne, ha a televíziójel spektrumát kiértékelve, a szignálgenerátorból minden egyes frekvencián olyan amplitúdójú jelet adnánk be a berendezésbe, amilyen intenzitással az illető frekvencia a televíziójel spektrumában szerepel. Ez az eljárás természetesen megvalósíthatatlan, s így azt a megoldást választottuk, hogy a mérést wobblátorral végeztük el olyan kis nívóval, hogy a beadott wobblátor jel feszültségét nagy határon belül változtatva, a mért amplitúdó-karakterisztika ne változzék. Ezzel viszont természetesen csak tájékoztató jellegű információt kapunk a berendezés átviteléről, hiszen nem volt semmi biztos adatunk arra nézve, hogy a wobblátor feszültsége valóban helyes értékű volt-e. Így semmiképpen sem mellőzhettük a közvetlen tranziens méréseket, mivel végérvényes felvilágosítást csak ezek eredményei nyújtanak a televíziójel átviteléről.

A tranziens túllövés  $\pm 5\%$ -ban volt limitálva. Mivel a KF erősítő jó limiter alkalmazása mellett kis túllövéssel megoldható [1], itt az elérhető legnagyobb AB szorzatra, tehát a csövek maximális kihasználására törekedtünk. Így a videó erősítőknél több túllövést engedhettünk meg. Ezeknél is a maximális csökihasználást igyekeztünk elérni, természetesen az  $5\%$ -os túllövés-korlát tartása mellett. Ezért mind a modulátor, mind a demodulátor oldalon egy-egy fokozatban kompenzáltunk.

Az impulzusfelfutási meredekség csökkenésre adott előírás nem volt túl szigorú. Berendezésünk egy  $100$  nsec felfutású beadott jel emelkedési idejét  $200$  nsec-re is megnövelhette volna a specifikáció szerint. Így a legkisebb csőszámot igénylő és könnyen megvalósítható, maximális laposságú széthangolt hármassokból felépített KF-et alkalmaztuk, melynek esetünkben, a csoportfutásidő diszperziója, számítás szerint,  $57$  nsec-nál kisebb. Bár ennek számított görbéje a sáv közepén közel szimmetrikus (4. ábra), — tehát pl. egy X tagú fáziskorrektorral egysze-



4. ábra. A képvevő középfrekvenciás erősítőjének fűtési idő frekvencia karakterisztikája



5. ábra. A teljes képátvitel amplitúdó-frekvencia karakterisztikája

rűen kiegyenlíthető lenne, mert azzal ennek a komplementerje megvalósítható—mégsem alkalmaztunk fáziskorrektort, mivel relénélküli berendezésről lévén szó,  $50$ – $60$  nsec-os csoportfutási diszperzió feltétlenül megengedhető. A CCIF ajánlása ugyanis egy teljes átvivő rendszer csoportkésés diszperziójára:  $\Delta\tau \leq \pm \frac{2}{3} t_k$  [2], ahol a  $t_k$  a képpont időtartam, vagyis esetünkben  $\Delta\tau \approx \pm 60$  nsec, tehát lényegesen több, mint ami az általunk alkalmazott KF-nél adódott.

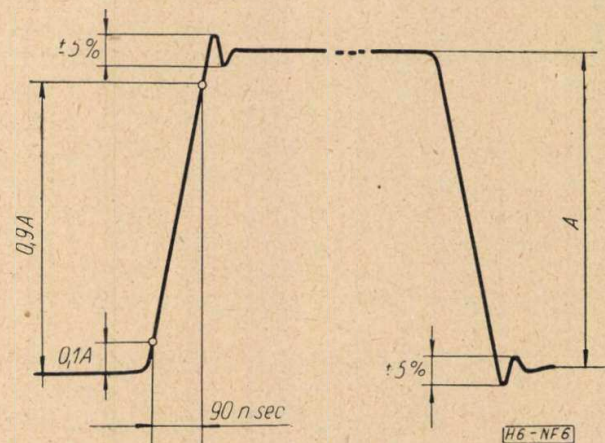
A teljes rendszerre vonatkozó átviteli mérések a következő eredményeket adták:

Az amplitúdó-frekvenciakarakterisztika ingadozása az üzemi és tartalék egységek mind a négy variációjában  $\pm 0,8$  dB-en belül volt (5. ábra).

A tranziens átvitel a 6. ábrán látható. Mind a négy variációban: túllövés  $\leq \pm 5\%$ , a fel- és lefutás kisebb mint  $90$  nsec (a beadott impulzus felfutása  $75$  nsec volt,  $100$  nsec felfutású mérőimpulzus ugyanis nem állt rendelkezésünkre). Ebből a mért  $90$  nsec-ből az átvivőrendszerre adódó felfutás  $50$  nsec, amit az osszcilloszkóp rontott le  $90$  nsec-ra [3].

Az  $50$  Hz-es négyszögátvitel kizárólag a kisfrekvenciás átviteltől függ. Ennek megoldása nem jelentett problémát, s így az ezzel kapcsolatos specifikáció nehézség nélkül teljesíthető volt.

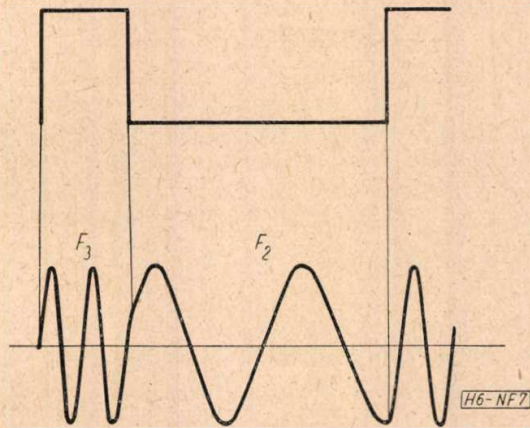
Az automatikus frekvenciaszabályozásra ha-



6. ábra. A képberendezés tranziens átvitele

sonló rendszereknél bonyolult áramköröket szoktak alkalmazni, például a szinkronjelet kikapuzák, vagy különleges diszkriminátort használnak. Mi az AFC-t aránylag egyszerű módon oldottuk meg az alábbi megfontolások alapján [4].

A televízió frekvenciamodulációs spektrumában a szinkronizáló impulzuscsúcsokhoz tartozó frekvenciakomponensek KF sávon belüli eloszlása és az ezekhez tartozó energia gyakorlatilag független a képtartalom alakulásától. Ha a televízió jeleket impulzusokkal közelítjük meg, amint ez például tiszt a fehér, tiszta fekete vagy sakktabla, stb. esetében így is van, úgy ez az impulzussal végrehajtott frekvenciamoduláció felfogható úgy mintha az impulzus aljának megfelelő időben egy  $F_2$  frekvenciájú generátor, az impulzus tetejének megfelelő időben pedig egy  $F_3$  frekvenciájú szinuszos generátor lenne bekapcsolva (7. ábra). Ezek amplitudósűrűségét azután már aránylag egyszerűen meghatározhatjuk.



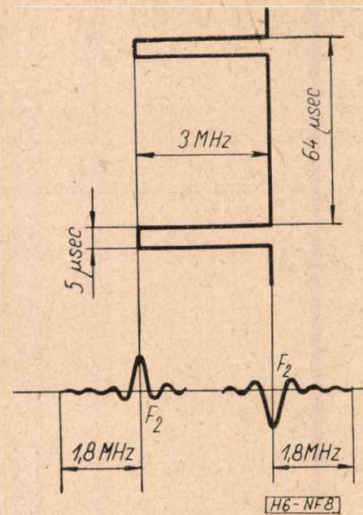
7. ábra. Az impulzussal végrehajtott frekvenciamoduláció közelítése két szinusz-generátorral

Ha például egy tiszta fekete kép esetét nézzük, amikor csak szinkronjelek vannak, és 3 MHz-es lökettel alakulnak, akkor a viszonyok a 8. ábra szerint alakulnak. A spektrumeloszlást úgy kapjuk meg, ha az  $F_2$ , illetve az  $F_3$  frekvenciájú, véges hosszúságú szinuszvonalak amplitudósűrűségét külön-külön meghatározzuk.

Tiszta fehér kép esetén a spektrumeloszlás a 9. ábra szerinti.

Végül tiszta fekete képnél, melyben soronként  $2 \mu\text{sec}$  időtartamú fehér jel van, a 10. ábrán feltüntetett spektrumot találjuk. Ezzel egyúttal megkapjuk a legszélesebb sávú spektrumot is, amennyiben az impulzusok felfutási idejét rögzítjük. Például  $90 \text{ nsec}$ -os felfutási időhöz  $f_m = 6 \text{ MHz}$  maximálisan átvendő frekvencia tartozik [3].

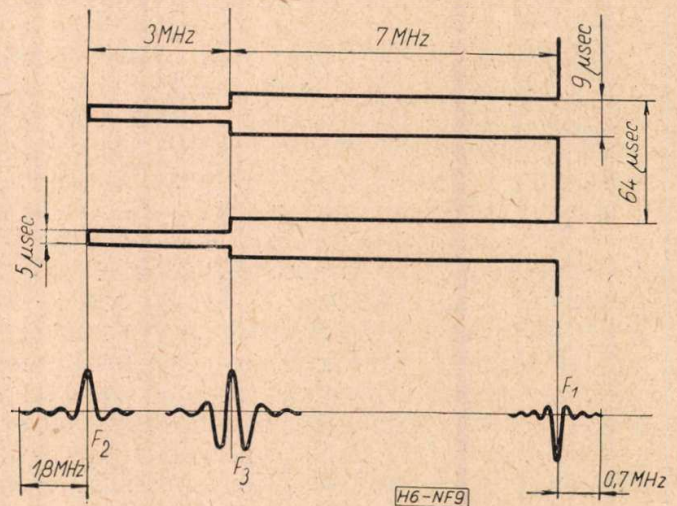
Azt a tényt, hogy a spektrumeloszlás valóban a fenti módon alakul, tehát hogy az impulzusok energiája a vállaknak és impulzuscsúcsoknak megfelelő frekvencián van összpontosítva, mind az AFC megoldási elvénél, mind a szükséges löket beállításánál és szinkronizáló impulzuscsúcsoknak a KF-en belüli megfelelő frekvenciára való beállításánál is hasznosítottuk.



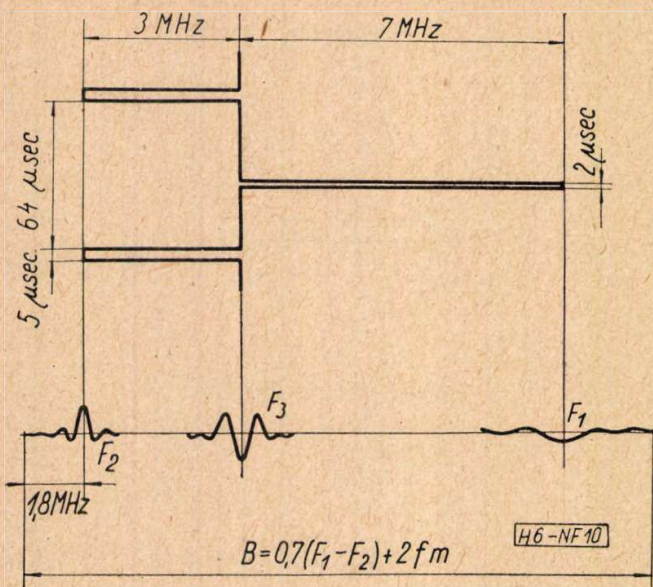
8. ábra

Fenti megfontolások alapján az automatikus frekvenciaszabályozás megoldása a következő: detektálva a teljes spektrumnak azt a részét, mely a szinkronizáló impulzuscsúcsokhoz tartozik, a nyert egyenfeszültség változása arányos lesz a szinkronizáló impulzuscsúcsokhoz tartozó KF komponens frekvenciaeltéréssel s így ezt az egyenfeszültséget használjuk fel — a klisztron repellerére visszavezetve — a helyi oszcillátor frekvenciájának szabályozására, s így a középfrekvencia eltéréseinek csökkentésére. Detektálásra egyszerű félrehangolt rezgőkört használtunk olyan szelektivitással, hogy a nyert egyenfeszültséget a szinkronváll spektruma már ne befolyásolja. Ily módon az AFC működése a képtartalom alakulásától teljesen független.

A szükséges löketet és a szinkronizáló impulzuscsúcsok frekvenciáját a következőképpen állítottuk be: a KF bemenetén a vett fehér képjelhez additíve  $F_1$ ,  $F_2$ , illetve  $F_3$  frekvenciákat keverve a szinkronjel csúcsánál, a vállnál és a fehér szinten oszcilloszkóppal interferenciát figyelhetünk meg.  $F_1$ ,  $F_2$  és  $F_3$  értéke a szignálgenerátorról közvetlenül leolvasható. Így a deviációt a szükséges értékre közvetlenül be



9. ábra



10. ábra

lehet állítani. Ugyanilyen módon tudtuk beállítani a KF-en belül a szinkronizáló impulzuscsúcsokat is a megfelelő frekvenciára.

3. A hangközvetítő berendezés

A berendezés hangközvetítő részének a következő specifikációs adatokat kellett kielégítenie: 30 Hz és 15 kHz között az átvitel ingadozása legfeljebb ± 1 dB lehet. A torzítási tényező maximális megengedett értéke 2 %. A jel-zaj viszony legalább 55 dB. A kép és hang közötti áthallási csillapítás minimális értéke 55 dB.

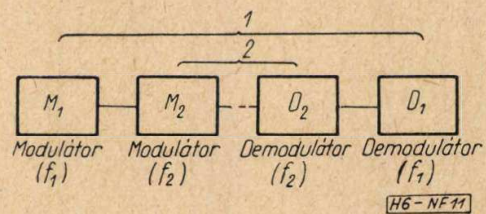
A bevezetésben ismertetett, a kép és hang közötti áthallásra vonatkozó megfontolások alapján a berendezés működési frekvenciasávjával a 2000 MHz-es sávot választottuk, különösen azért, mert egyéb berendezéseink is ezen a sávon működnek. Minthogy az áthidalandó távolság nem nagy, kevesebb mint 10 km, a szükséges adóteljesítmény viszonylag kicsi. Így adócsőnek az Egyesült Izzó által is gyártott MK1 típusú kisteljesítményű reflex-klisztront használhattuk fel. Ez kb. 100 mW teljesítményt szolgáltat.

Modulációs rendszerként csak frekvenciamoduláció jöhetett szóba, mert ez valósítható meg legegyszerűbben és egyúttal a legjobb minőségű átvitelt biztosítja. A frekvenciamodulált mikrohullámú jel előállítására a legegyszerűbb és legkézenfekvőbb eljárás a klisztron repellerben való modulációja. Ezzel a módszerrel azonban nehéz lett volna az előírt minőségi követelményeket, nevezetesen a torzításra és jel-zaj viszonyra vonatkozó előírásokat betartani. Egyszerű üreget alkalmazva a klisztron repeller-feszültség-frekvenciakarakterisztikája ugyanis nem elég lineáris, és így kielégítően nagy frekvencialek esetén az előírt 2% alatti torzítás nem tartható. Másfelől éppen az MK1-es klisztronnak már eleve elég nagy bűgásmódulációja van. Még a leggonoszabb hálózati szűrés esetén sem sikerült 40—

45 dB-nél nagyobb jel-zaj viszonyt kapni és a jelenlevő zaj kizárólag bűgásból adódott.

Minthogy meg akartunk maradni a repellerben történő moduláció mellett, mert ez az ismeretes eljárások közül a legkevésbé költséges, a torzítás csökkentésére két út állott előttünk. Az egyik célravezető megoldás az, hogy lineárisabbá tesszük a klisztron karakterisztikáját. Ez megfelelő, csatolt üregek alkalmazásával elérhető. Egy másik célravezető megoldás az, ha olyan modulációs rendszert választunk, melynél a hangfrekvenciás torzítás — legalább közelítőleg — független a klisztron karakterisztikájától. Ilyen modulációs rendszer, melyet először a Philips cég ismertetett, a kettős frekvenciamoduláció. Itt egy segéd-vivőfrekvenciát alkalmazunk, aminek frekvenciáját az átvinni kívánt jellel moduláljuk, majd ezzel a frekvenciában modulált segédvivővel moduláljuk a vivőfrekvenciát.

Egy ilyen kettős frekvenciamodulált berendezés vázlatos blokk-sémája a 11. ábrán látható.



11. ábra. Kettős FM rendszer vázlatos rajza

Az 1-el jelölt rendszer a segédvivő modulátora, illetve demodulátora, a 2-es rendszer a vivőé. Az ilyen rendszer legfontosabb tulajdonságait, nevezetesen a torzítást ( $k$ ), a bűgásfeszültség viszonylagos értékét ( $U_b$ ) és a jel-zaj viszonyban mutató szélessávú nyereséget ( $G_{WB}$ ) az 1. táblázat foglalja össze. A torzítást tekintve nyilvánvaló, hogy a második modulátor illetve demodulátor torzítása a segédvivő frekvenciáját nem befolyásolja így a kimenet torzítást nem okoz.

1. táblázat

	$k \%$	$U_B$	$G$
1	$k_1$	$U_{B1}$	$\frac{3}{2} \left( \frac{\Delta f_1}{B} \right)^2$
2	$k_2$	$U_{B2}$	$\frac{3}{2} \frac{(\Delta f_2)^2}{3f_1^2 + B^2}$
FM-FM	$k_1$	$U_{B1}$	$G_1 \cdot G_2$
FM	$k_2$	$U_{B2}$	$\frac{3}{2} \left( \frac{\Delta f_2}{B} \right)^2$

Egyszeres és kétszeres FM rendszer összehasonlítása

Hasonlóan a 2-es rendszerben fellépő bűgásfeszültség a segédvivőnek csak az amplitudóját modulálja, frekvenciáját nem, így a hangfrekvenciában nem okoz bűgást. Végül a jel-zaj viszonyban bekövetkezett szélessávú nyereséget tekintve, az 1-es rendszer közönséges frekvenciamoduláció, így a fellépő nyereség

$$\frac{3}{2} \frac{(\Delta f_1)^2}{B^2}$$

ha  $\Delta f_1$  a löket és  $B$  az átvenni kívánt hangfrekvenciás sáv szélessége. A 2-es rendszernél a moduláló sáv nem a 0, hanem az  $f_1$  frekvencia körül helyezkedik el, így közelítő számítás alapján a nyereség

$$\frac{3}{2} \frac{(\Delta f_2)^2}{3f_1^2 + B^2}$$

lesz. Az eredő nyereség közelítőleg a kettős szorzata. Végül a táblázat utolsó sorában összehasonlításképpen az egyszerű FM rendszerre vonatkozó értékeket foglaltuk össze.

Látható tehát, hogy kettős frekvenciamoduláció alkalmazásánál mind a bűgás, mind pedig a torzítás független a klisztron jellemzőitől és csak könnyebben kézben tartható segéd- (1-es) rendszer jellemzőitől függ. Ugyanakkor azonban zaj szempontjából a rendszer kedvezőtlenebb, a jel-zaj viszony javulása lényegesen kisebb, mint egyszerű frekvenciamoduláció esetén.

A csatolt üreges klisztron alkalmazása esetén a torzítás lecsökken ugyan, de a bűgás változatlan marad. Továbbá ez a megoldás mechanikusan igen bonyolult és így lényegesen drágább, mint a kettős frekvenciamoduláció.

Esetünkben, még viszonylag kedvezőtlen zaj tulajdonságai mellett is, a kettős frekvenciamoduláció alkalmazása látszott legcélszerűbbnek, minthogy az a torzítás és bűgási problémát megoldja és a fellépő zajcsökkentés még így is kielégítő. Minden esetre, mint az a  $G_2$  kifejezéséből látható, célszerű minél kisebb segédvívfrekvenciát alkalmazni.

A berendezés blokk-sémája ezek alapján — az ellenőrző és riasztó áramkörök nélkül — a 12. ábrán látható. Az adóban az  $f_1$  frekvenciájú segédvívot a bejövő hangfrekvenciás feszültség frekvenciában modulálja, majd ez a jel modulálja az  $f_2$  frekvencián rezgő klisztront. A vevő első része szokványos FM vevő. Az antennából bejövő jel egy koaxiális kivitelű kristálydiódás keverőbe jut; a helyi oszcillátor az adóhoz hasonlóan, szintén MK1-es klisztron. A helyi oszcillátor frekvenciáját egy szokványos AFC áramkör szabályozza. A jelet szokványos KF erősítő erősíti fel, a KF erősítő után az első KF diszkriminátor következik, ezt követi egy  $f_1$  frekvenciájú erősítő, majd egy  $f_1$  frekvenciájú második diszkriminátor. Végül egy hangfrekvenciás kimenőfokozat következik.

A segédvívfrekvencia 180 kHz 15 kHz-es lökettel, a vívőfrekvenciánál alkalmazott löket 1,5 MHz. Így a modulációs nyereség — az 1-es táblázat adatai alapján — 18 dB. (Azonos löketű egyszerű frekvenciamodulációnál 42 dB volna.)

Példaképpen az alábbiakban ismertetjük a 180 kHz-es oszcillátor-modulátorfokozat áramköri megoldását.

A viszonylag kicsiny vívőfrekvenciának viszonylag nagy lökettel való modulációjára a szokásos reaktanciacsöves kapcsolás nem lett volna előnyösen alkalmazható. Az általunk alkalmazott megoldás igen egyszerű, az egész fokozat mindössze egy csövet tartalmaz, és igen nagy linearitást sikerült elérni vele. A kapcsolást a 13. ábra mutatja. Ez lényegében egy 180 kHz ismétlődési frekvenciájú, mintegy  $1/\mu\text{sec}$  szélességű impulzusokat előállító önzáró oszcillátor. A segéd-rácsban levő kör kiszűri a pulzáló segéd-rácsáram alapharmonikusát. Ha a rácsköri bemenetre jelet adunk ez helyzetben, pontosabban frekvenciában modulálni fogja az önzáró oszcillátor impulzusait, valamint az impulzussorozatnak a kimenő kapcsokon megjelenő alapharmonikusát is. A rendszer torzítása annál kisebb, minél nagyobb az impulzusok üzemaránya.

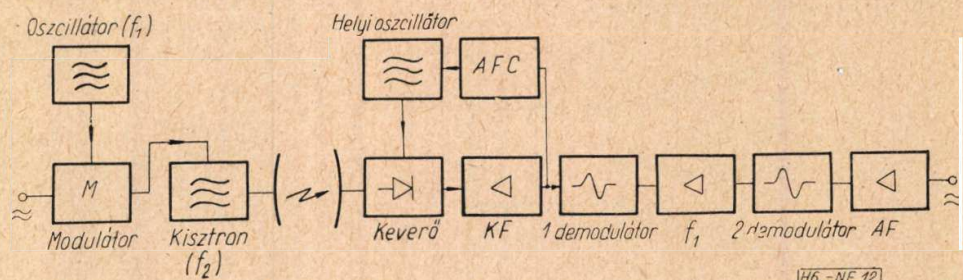
Néhány további megvalósítási részlet: az adó-, illetve helyi-oszcillátorklisztronok koaxiális  $S$  dugattyús üregben működnek. Az adójel lehallgatására az adócső energiájának egy részét egy félrehangolt üregrezonátorba vezetjük, mely így diszkriminátorként működik. Az ebből kijövő jelet egy segédvívfrekvenciás diszkriminátorba vezetjük, így az adójel lehallgatható.

A vevő középfrekvenciájának értéke 30 MHz. A KF erősítő bemenete egyszerű pentódás bemenőfokozat. A vevő zajtényezője még így is kb. 13 dB. A KF erősítő széthangolt hármaskból áll, az utolsó három fokozat egyúttal limiterként szolgál.

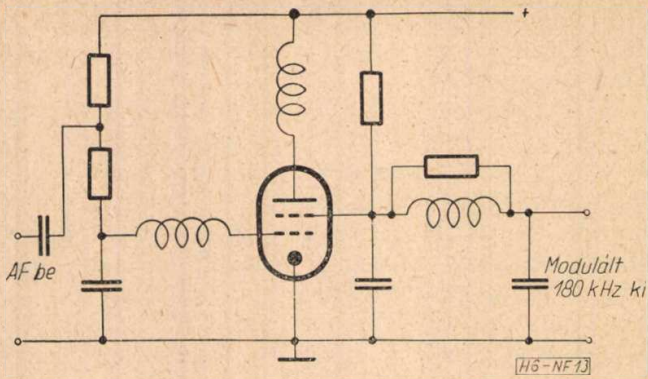
Az első demodulátor egyszerű félrehangolt rezgőkör, minthogy ott fokozott linearitási követelmények nincsenek. A második demodulátor egy speciálisan nagy linearitású multiplikatív diszkriminátor. Érdemes megemlíteni, hogy a modulátor és demodulátor fokozat együttes torzítása, a be- és kimenő transzformátor és hangfrekvenciás erősítő nélkül, 7–8‰ volt.

Az egész rendszeren a következő fontosabb átviteli jellemzőket mértük:

A torzítás a sáv legnagyobb részén 1%, a frekvenciasávnak különösen az alsó szélén, elsősorban a bemenő transzformátor hatásaként, elérte a 2%-ot. A frekvenciakarakterisztika ingadozása az egész sávban nem haladta meg a 2 dB-t. A jel-zaj viszony pszofometrikusan mérve nagyobb volt, mint 65 dB és a hálózati bűgás még e kettős FM rendszernél is elnyomta



12. ábra. A hangközvetítő berendezés tömbvázlata



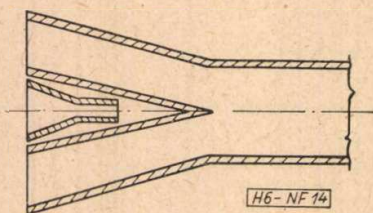
13. ábra. A segédvívfrekvenciás oszcillátor-modulátor fokozat, a rács és anódköri tekercesek között csatolás van

a tulajdonképpeni zajt. A kép és hang közötti áthallás, mint az várható is volt, a mérhető határ alatt maradt.

#### 4. A berendezés antennarendszere

A berendezés antennarendszerénél feltétlenül törekednünk kellett arra, hogy a kép- és hangberendezés közös antennára vagy pontosabban közös szekundersugárzóra dolgozzék. Szekundersugárzóként nyilvánvalóan csak paraboloid-sugárzó jött szóba, az alkalmazott tükör átmérete 2 m. A két antennának valamilyen váltó útján való közösítése nem volt járható út, mert a kép- és hangberendezés igen távoli frekvenciájára közös tápvonal és közös tápfej nem készíthető. Lehetséges megoldás lett volna az, ha külön tápfejet készítünk a két berendezésnek és a két primersugárzót egymás mellé helyezzük el. Ez a megoldás azért nem kedvező, mert ilyen elrendezés esetén az egyik vagy mindkét primersugárzó a forgásparaboloid fókuszpontján kívül helyezkedik el, ami a sugárzási karakterisztikára kedvezőtlen hatással van. Ilyen esetben ugyanis a két rendszer fő sugárzási iránya nem esik egybe.

A két tápfej egymással való kombinációjával elérhető volt, hogy mindkettő az optikai tengelyben világítsa meg a paraboloidot. Gyakorlatilag mindkét tápfej egy-egy tölcérsugárzó a 14. ábra szerinti elrendezésben A nagyobb méretű, hangberendezéshez tartozó tölcérsugárzó kétfelé van választva és a kisebb méretű, 3 cm-es tölcér e két rész közé van beiktatva. A hangberendezésnek a tölcérhez való csatlakozása egy szokásos kereszttrudas csőtápvonal-koaxiális tápvonal közötti átmeneten keresztül történik. A képberendezés tölcérsugárzóját derékszögben meghajlított tápvonal táplálja.



14. ábra. A berendezésnél alkalmazott kettős tápfej vázlatos rajza

A tápfejet előlről egy szigetelőből készült lap zárja le, hogy az esővíztől védje. Ezenkívül még a zúzmará- vagy hólerakodás elkerülésére a lezáró lap fűthető. A fűtőtest olyan, hogy csak az elektromos erővonalakra merőlegesen elhelyezkedő fűtőhuzalokat tartalmaz, így reflexiót nem okoz.

Az antennarendszer jellemző adatai a következők: A 3 cm-es oldalon a nyereség 41,5 dB, a bemeneten mérhető állóhullámviszony 1,2. A 15 cm-es oldalon az állóhullámviszony 1,5, a nyereség 27,5 dB.

#### 5. A berendezés felépítése

Az adó- és vevőegységek két egyforma, a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban szabványosított szekrényben vannak elhelyezve, a szekrény méretei: 2066×650×900 mm. Az egyes egységek, a kép- és hangadó, illetve vevő- és tápegységei külön-külön fiókban találhatóak. A fiókok kibillenthetőek, így az áramkörhöz hozzá lehet férni és a javításokat a helyszínen elvégezni. A szekrény nagyobbik, alsó részében vannak elhelyezve egymás mellett az üzemi és tartalék egységek, felső részében az ellenőrző monitor-egység.

Az üzemi és tartalék egység antennatápvonalait egy-egy közös motorral meghajtott antennaátkapcsoló közösíti. Átkapcsolás esetén a motor együttesen váltja át a kép-tápvonal cső és a hangtápvonal koaxiális átkapcsolóit. Az átkapcsolás manuálisan is történhet, de bármelyik biztosító kiolvadása esetén a berendezés automatikusan átkapcsol a tartalékra.

#### 6. Üzemi tapasztalatok

A berendezés stabilitása kielégítőnek mutatkozott. Mind a kép-, mind a hangberendezés kb. 10 perc — negyed óra üzem után eléri állandósult állapotát, úgyhogy üzemközbeni utánállításra nincs szükség. A kéthónapi tartampróba, illetőleg a november közepe óta folyó rendszeres üzem alatt üzemkiesés mindössze kétszer volt. Első alkalommal a képadó antennatápvonala ment tönkre: a sárgarézből készült tápvonal a téli hidegben átkristályosodott, és a belső feszültségek folytán megrepesztett. A repedéseken az esővíz befolyt a tápvonalba és ezáltal az összeköttetést megszüntette. Időközben a tápvonalat megfelelő, időálló vörösréz tápvonalra cseréltük ki. Második alkalommal az egyik hangadó klisztronja ment tönkre, ez üzemkiesést nem okozott ugyan, de a fellépő zaj meghaladta a specifikáció szerint megengedett értéket. Ekkor át kellett kapcsolni a tartalék berendezésre.

#### IRODALOM

1. Horna J., Němčec J., Vrba J.: Richtstrahlverbindung zur Übertragung von Fernsehsignalen. Slaboproudý obzor, 1954. 1.
2. G. Leithäuser, F. Winkel: Fernsehen Springer, 1953.
3. G. E. Valley, H. Wallman: Vacuum tube amplifiers MacGraw Hill, 1948.
4. Vrba J.: Die Grundsätzlichen Fragen der Übertragung von Bildsignalen bei Frequenzmodulation Slaboproudý obzor, 1954. 1.



## S Z E M L E

Összeállította: H A R G I T A I E N D R E

A National Bureau of Standard Boulderben (Colorado) levő laboratórium-telepén, 2 millió dollár költséggel, elektromos mennyiségeket hitelesítő központot létesít, ahol a ma használatos frekvenciákon igen nagy pontossággal mérni tudnak.

A laboratórium elsősorban szekunder labor-normáliákat hitelesít, esetleg készít, főleg állami vállalatok (katonai szektor) részére. Fontos feladata lesz a frekvencianormáliák hitelesítése 0...40 000 MHz között. Már most úgy tervezik, hogy a mérési készség 100 000 MHz-ig bővíthető legyen.

Az 50 emberrel dolgozó hitelesítő központ — mely a National Bureau of Standards egyik szerve lesz — frekvenciasáv szerint, három csoportra oszlik:

1. kisfrekvencia 0...30 kHz
2. nagyfrekvencia 30 kHz...300 MHz
3. mikrohullámok >300 MHz

A kisfrekvenciás sávban közismert műszerekkel és módszerekkel hitelesítenek. A hitelesítő műszereket (a normáliákat kivéve) az ipar termékeiből válogatták össze. Különleges, saját készítésű műszereket (célműszereket) csak rendkívüli pontosságú hitelesítésekhez, vagy valamely sorozathitelesítés megkönnyítésére alkalmaznak.

A nagyfrekvenciás sávban elsősorban nagystabilitású generátorokat (kristályvezérléssel) fognak használni. A hitelesítési frekvenciák: 30, 100, 300 kHz, 1, 3, 10, 100 és 300 MHz. A nagyfrekvenciás áramokat termoelemekkel fogják mérni, elektrodinamikussal normálműszerekkel összehasonlítva. Impedanciákat koaxiális normáliákkal, összehasonlítási módszerrel, teljesítményeket 1 mW és 100 W között bolométerekkel mérnek. Teljesítménykomparátor építésén most dolgoznak.

A mikrohullámú tartományban impedanciákat, teljesítményeket, csillapításokat és frekvenciákat mérnek. Feszültségek, áramok és térerőségek mérésének — kivéve a sávnak kisebb frekvenciájú tartományát — ma már nincs jelentősége. Legfőbb problémának stabil frekvenciák előállítása látszik. A következő hitelesítő frekvenciákat használják: 400, 1000, 2000, 4000 és 8000 MHz. A 8000 MHz a koaxiális technika legnagyobb frekvenciája.

A laboratóriumok teljesen árnyékoltan épülnek. Az állandó klímát különleges kondicionáló berendezés állítja elő. A levegő pormentességét elektrosztatikus szűrővel biztosítják. A hálózat a legnagyobb mértékben stabilizált.

\*

A televízió fejlődési irányai. A Fernmelde-technische Gesellschaft 1958. IX. 15—19 között 6-ik évi ülését Münchenben tartotta a világ minden részéből összejött mintegy 400 résztvevővel. 44 előadás hangzott el, melyből az átvitel 5, a videotechnika 18, a vételtechnika 8, a

színes televízió problémái 6 és az általános problémák 7 előadással szerepeltek. Az egyes szakcsoportokban a következő témákról volt szó:

*Átvitel.* Ismertették általánosan a CCIR XI. tanulmánycsoportjának Moszkvában 1958. V. 28—VI. 10. között 22 ország kiküldötteinek részvételével tartott értekezletének anyagát. Ez az értekezlet három alcsoportban a fekete-fehér és a színes televízió szabványait, zavar szint és képminőség kérdéseit tárgyalta. További előadásokon részletesen tárgyalták a „precíziós offszet” üzemmel kapcsolatos kérdéseket. A két párhuzamosan járatott, azonos csatornán dolgozó adó adásainak minőségét igen kiválóan minősítették. Erről az üzemmódról már tapasztalatok is vannak. Érdekes előadások hangzottak el a vivőfrekvencia-echokiegyenlítőről és a koaxiális kábelrendszerek frekvenciaáttevőiről is.

*Videotechnika.* E szakcsoportban részletes beszámoló hangzott el a bécsi televízió stúdiók új berendezéseiről, melyek közvetítés-minősége olyan jó, hogy már a kamera objektívhibáit is fel lehet ismerni. Ezeket a hibákat többen megvitatták. Nagyon érdekes előadás lehetett az, amely a tranzistorok stúdióbeli alkalmazásáról szólt. Több előadásból kitűnt, hogy bár a kép felvevő-csővek ma már kielégítő minőségű képet szolgáltatnak, mégis teljes ütemben folyik továbbfejlesztésük, tökéletesítésük a nagy világcegeknel. A szuperikonoszkóp, a szuperortikon és a vidikon más-más utakat jelentenek, de végeredményben mindegyik a maga helyén jól oldja meg a követelményeket. További előadásokon a röntgentechnika televízió-berendezéseiről, fénysegény tárgyak képének átviteléről, a TV filmek feloldóképességéről értekeztek. Nagy érdeklődés kísérhette az „AMPEX” mágneses képrögzítési eljárás fejlesztésének mai állásáról és a berendezés kihasználtságáról tartott előadást. Ennek az eljárásnak nagy jövője abban rejlik, hogy a filmet teljesen kiszoríthatja. Az USA számos TV stúdiójában ezt a módszert alkalmazzák és a SIEMENS cég által kifejlesztett egyik válfaja, 625 soros normához, a német stúdiókban próbaüzem alatt áll.

*Vételtechnika.* A korszerű televízió-készülékek fejlesztési iránya a szolgáltatások automatizálása felé halad, melynek eredménye a készülékek kezelésének leegyszerűsödése (automatikus élesítésbeállítás, kontraszt gomb, stb). Igen fontos kérdés a térfény illesztésének módja, mely szorosan kapcsolódik a képkontraszt és fényesség helyes beállításához. Már olyan készüléket is gyártanak, melynél beépített fotocella a képkontraszt és fényesség beállítását a térvilágítás függvényében automatikusan, optimálisan elvégzi. A Német Szövetségi Köztársaságban a IV és V sávban (470—582, 610—960 MHz) több adót helyeztek üzembe. E sávok vételére alkalmas készülékek előfokozatai hangoltak és egyben eleget tesznek a német posta önsugárzásra

vonatkozó szigorú előírásainak is. Több előadás hangzott még el a részfeladatokról, melyek közül kiemelkedtek a detektorköröket, az impulzusszétválasztó fokozatokat és képcsövek kontaszt kérdéseit taglaló előadások.

*Általános kérdések, mérés-technika.* Sok fejtörést okoz még ma is az átvitel fázislinearitásának biztosítása, amint az a két előadásból kitűnt. Több előadás hangzott el a csatorna folyamatos ellenőrzéséről, a videoinformáció néhány érdekes elméleti vonatkozásáról, az átviteli jóságkérdéseiről, mint a zörejtérték, zörejgörbe, képjóság megítélése, tárgyak képrészleteinek láthatósága stb.

*Színes televízió.* Az előadások a téma érdekességét, az elvégzett hatalmas fejlesztő munkát és a még elvégzendőket dokumentálták. Az NTSC eljárás az USA-ban eléggé elterjedt, de a rendszer torzításait még mindig nem tudták kiküszöbölni. Néhány előadó e rendszer egyes speciális témáit feszegette: a szinkronmodulátorok kérdései, színmonitorok konvergencia-kapcsolásainak javítása az árnyékmaszkos cső alkalmazásával, stb. Az emberi test színeinek élethű átvitelét befolyásoló fázishibákat is tárgyalták. A televíziós epizskópról is elhangzott egy előadás, mely bemutatta, hogy ez a módszer élő, mozgó tárgyak képeinek átvitelére alkalmatlan.

A sok optimista hangú előadás mellett kiderült a müncheni ülésen, hogy a színes televízió rengeteg problémát vet még fel, melyek megoldása egyáltalán nem lesz könnyű. Az USA-ban néhány éve eredményesen alkalmazzák a színes televíziót. A Szovjetunióban az előkészületek teljes iramban folynak a beindulásra és a próbaüzem már 1959 tavaszán megindul. A nyugat-európai országokban a bevezetéssel kapcsolatban 1962-és 1963-at emlegették. Nagyon valószínű, hogy az USA-ban használt NTSC rendszer egyik módosítását fogják bevezetni. Az európai fejlesztőlaboratóriumoknak még néhány évre van szükségük ahhoz, hogy az új technikában otthon legyenek, de ez az idő a minőség emelkedését és a vevőkészülékek árának csökkenését hozza magával.

\*

Az amerikai haditengerészet (US Navy) a Sylvania Electric Products Inc. cég részére 1035 millió dolláros megrendelést adott ki szubminiatűr elektroncsövek szállítására. A teljesítésnek 1959. végéig be kell fejeződnie.

\*

A TELEFUNKEN cég újszerű telepes, tranzistoros diktafon készüléket fejlesztett ki *Traveller* néven, amely mindössze A/4 formátum (ívpapír) nagyságú és olyan lapos, hogy a tárgyalási iratok mellett aktatáskába helyezhető. A hanghordozója 15,5 cm átmérőjű hanglemezszerű mágneses fólia, melybe 94 vezetővájatot sajtoltak. A játsszási idő 10 perc, mely megfelel három sűrűn gépírt A/4 oldal tartalmának. A hanghordozót A/5 formátumú (félíves) borítékba lehet helyezni és postán levél-

ként feladható. A készülék vezérlése a mikrofonon elhelyezett kapcsolók segítségével történik. A meghajtást különleges egyenáramú motor szolgáltatja, dörzskerekes megoldással. A motor percnkénti fordulatszáma 3000, melyet centrifugálisan működtetett kapcsoló stabilizál.

A *Traveller*-ben a felvételre és lejátszásra szolgáló erősítő négy fokozatú, teljesen tranzistoros megoldással. A törlésre (20 kHz) és előmágnesezésre két tranzisztort tartalmazó ellenütemű oszcillátort alkalmaznak. A beépített nikkel-kadmium akkumulátor kapacitása 1,3 Aóra, mely tízórás üzemhez elegendő. Az akkumulátor töltéséhez kis töltőegységet szerkesztettek.

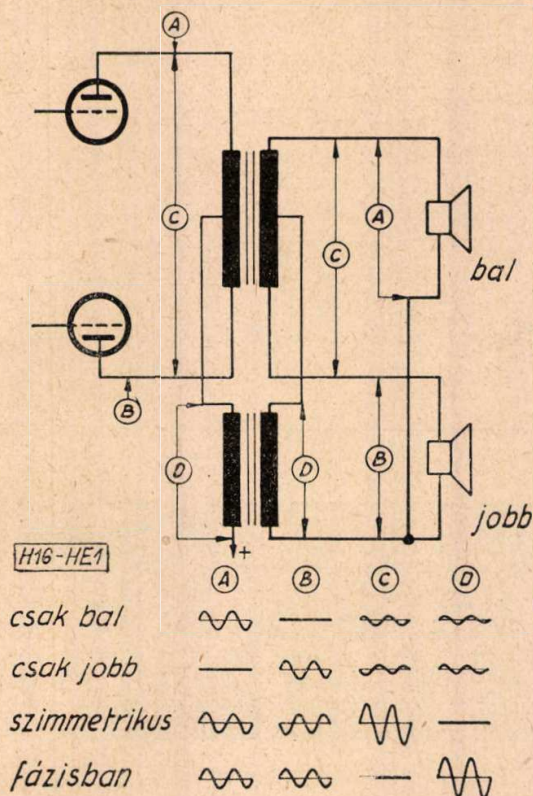
\*

A Batelle Intézet évi jelentése szerint a kutatási volumen 63%-kal növekedett az 1957. évihez viszonyítva. A kutatások 90%-a az ipar részére folyt, melyből 53% belföldi és 47% külföldi megrendelők igényeit szolgálta. A kutatási igény növekedése az ipari verseny élesedésével magyarázható; a gyártó vállalatok a versenyképesség érdekében mindinkább a kutató intézeteket veszik igénybe, hogy újabb tudományos eredményeken alapuló gyártmányokat tudjanak kihozni. A Batelle Intézet 400 dolgozója közül 232 műszaki-tudományos munkatárs, 68 technikai segéderő, 61 kézműves és 41 adminisztratív. Az 1957. évi bevétel 26 millió dollár volt.

\*

A sztereo hangrögzítést megoldották a gramofonlemez egyetlen vajatában. Felmerült a kérdés, hogy nem lehetne-e ugyanígy egy konvencionális erősítővel biztosítani a sztereo lejátszást. A CBS laboratóriumban kidolgozott rendszer — a publikáció szerint — megoldja a kétutas lejátszást a szokásos csőszámmal és ezért nem drágább módon. A rendszer abból indul ki, hogy a szokásos ellenütemű erősítőben tulajdonképpen a két csatorna a két ellenütemű jel részére már ugyanis ki van építve. Ezeknek az erősítőknek csak az első és utolsó fokozatát kell átalakítani a rendszernek megfelelően. Az első fokozatok kétszatsornás kiképzése gyakorlatilag költségnövekedés nélkül megoldható. A végfokozatnál pedig az ellenütemű elv megtartása mellett, egyetlen egyszerű transzformátor beiktatásával — természetesen egy másik hangszórót is alkalmazva — a jobb és bal csatorna széjjelválik. A végfokozatban alkalmazott kapcsolás vázlatát az 1. ábra mutatja.

Látható a vázlaton a végcsövek rácsára érkező jeleknek megfelelően a transzformátorok egyes pontjai között, illetve a hangszórók kapcsain megjelenő jelek nagysága és iránya is. A kapcsolás nem egyenértékű a teljesen különutas megoldásokkal, de olcsó és emellett, úgy látszik, gyakorlatilag kielégítő megoldást szolgáltat. A végfokozat teljesítménye körülbelül változatlan marad az új transzformátor beiktatása után is, torzítás szempontjából sincs változás, mondja a közlemény. A két csatorna közötti áthallás azonban — a megkövetelt



1. ábra.

25 dB helyett — csak mintegy 13 dB, ami a fejlesztő laboratórium közlése szerint elegendő. Felkérjük olvasóinkat, hogy az eredeti közlemény alapján a témához szóljanak hozzá. Radio and Television News 1959. I. p 48.

\*

A termoelektromosság jelentősége napjainkban ismét előtérbe került. Néhány éve közismertté vált a világ előtt az a szovjet találmány, mely petróleumlámpák köré elrendezett termoelemekkel oldja meg a még nem villamosított területek lakosainak rádiózási problémáit. Kevesen tudják, hogy ezt a megoldást 1934-ben egy magyar rádióamatőr hasonlóképpen alkalmazta az akkori teleses rádiók fűtőtelepe helyett. „Találmányát” — amely sajnos elkallódott — a „Rádió és fotoamatőr” 1934-es évfolyamában ismertette.

\*

Régi törekvés a televízió átvitelnek táblaszerű, nagyméretű ernyőn való leképezése. Itt nem a vetített televízióra gondolunk, hanem az elektrolumineszcens anyagok alkalmazásával felépített ernyőre, melynek egyes elemeit koordináta-rendszerűen gerjesztenék. Ennek a közvetlen módszernek két nagy hátránya van:

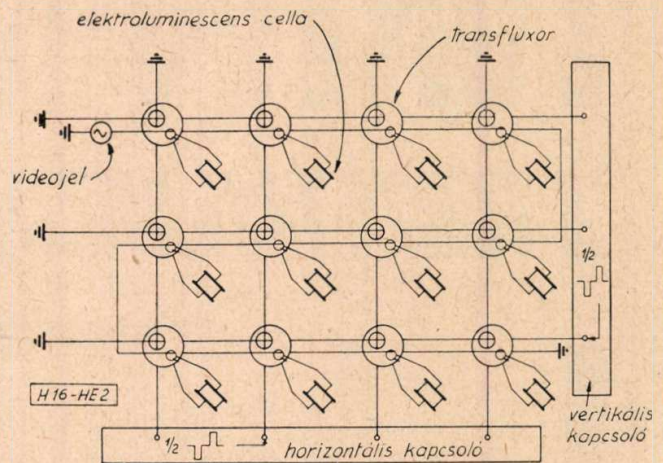
- a) nagyobb cellaszámú elrendezés mellett ( $10^3 \dots 10^7$  cella), a csúcspontintenzitás kicsi, a gerjesztés növelése pedig a cellák tönkremenetelét okozhatja,
  - b) a képkontraszt nem kielégítő.
- Az RCA Princeton-i laboratóriumában kifejlesztett működő modellen bemutattak egy olyan megoldást, mely fenti hibáktól mentes. Ez a rendszer minden egyes elektrolumineszcens

(EL) cella mellett egy transzfluxort alkalmaz, mely az információnak megfelelő szintet tárolja, az EL cellát gerjeszti a tárolt szintnek megfelelően, a sor és oszloptól függően a szintet kialakítja anélkül, hogy a szomszédos cellákat befolyásolná.

A jelfeltevő konvencionális televízió-kamera, melynek video jeleivel történik a tábla táplálása. A kísérleti tábla 30 sorban, soronként 40 cellát, vagyis 1200 képelemet tartalmaz. A tábla mérete körülbelül  $55 \times 65$  cm (vastagság 30 mm). A nyert kép egyenletes, jó féltónus visszaadású és maximális fénysűrűsége  $1,37 \cdot 10^{-3}$  Stilb értéket ért el.

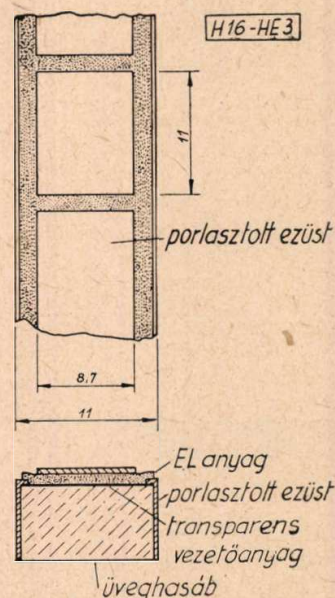
Érdekes tulajdonsága a rendszernek, hogy a képet meg lehet „dermeszteni”; a letapogató impulzus kikapcsolásával a mozgó kép állóvá válik a legutolsó időpillanatnak megfelelően. A kép tárolva maradhat minden energiabefektetés nélkül akár végtelen ideig is.

A tábla felépítésének elvét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra.

A transzfluxorok (kétnyílású, négyszögű ferrit gyűrűk) nagyobb nyílásain koordinátarendszer szerűen a sor és oszlop letapogató impulzusainak vezetékai vannak át-



3. ábra.

fűzve. A kis nyílásokon sorban átfűződik a video jel vezetéke. Ugyancsak a kis nyílásban helyezték el a 17 menetes (szekunder) tekercset, mely az EL cellákra csatlakozik. Az EL cellák vízszintesen elhelyezett üveghasábokon foglalnak helyet. Felépítésüket a 3. ábra szemlélteti.

Az EL cellák kellő gerjesztése céljából a transzfluxorokból csak rövid impulzusokkal lehetett kellő nagyságú feszültséget kivenni. Szinuszos gerjesztés teljesen alkalmatlannak mutatkozott. Hátránya a rendszernek a tábla viszonylag komplikált felépítése, mert minden EL cellához egy transzfluxor tartozik, mely-

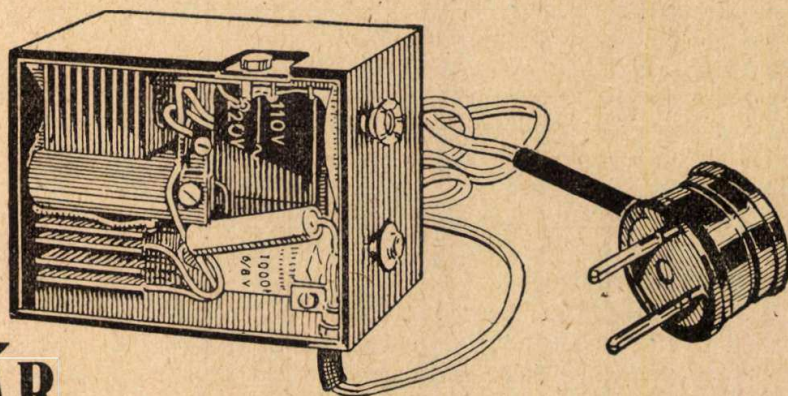
nek kis nyílásába 17 menetes tekercset kell elhelyezni. Ezen a hátrányon úgy segítettek, hogy a transzfluxor és az EL cella közé egy kis transzformátort iktattak.

A rendszer használhatóságát dokumentáló 1200 képelemes modell nem volt alkalmas finom részletek átvitelére, de bebizonyította, hogy nagy méretben (például filmszínházi képernyő méretben) jól alkalmazható képleadási célokra. Ezek után várható, hogy a jelenlegi vákuumedényes képcsövek helyett, nagyméretű, sík és táblaszerű képvisszadók kerülnek alkalmazásra. Mindenesetre tennivaló van még bőven.

# FONTOS KÖZLEMÉNY

## A TERTA-TÁSKARÁDIÓVAL KAPCSOLATBAN

A TERTA táskarádió-adapter alkalmazásával a telepes készülék 110 és 220 voltos hálózatra is csatlakoztatható. A TERTA táskarádió tulajdonosok az adapterrel a korábbi telephasználat lehetőségének megtartása mellett egy második hálózati készülékkel is rendelkeznek. A hálózati adapter ára: 285 Ft. Szaküzletekben már kapható.



## TELEFONGYÁR

## Обобщение на русском языке

**Д. Алмаши:** Измерение малых отношений стоячих волн

Погрешности в измерении малых отношений стоячих волн. Метод сдвига узлов для исследования убыточных и безубыточных четырехполюсников. Диаграммы, облегчающие вычисление результатов измерений. Погрешности метода сдвига узлов. Новые венгерские приборы, применимые для метода сдвига узлов.

**Др. И. Конц и М. Дэри-Конц:** Керамические ультракоротковолновые электронные лампы

Радиотехника развивается в направлении применения все более коротких волн. Размеры необходимых электронных ламп по токораспределительным и электронным соображениям все более уменьшаются. При этом сильно возрастают требования предъявляемые к материалу. Стекло уже в области метровых волн едва пригодно. Взамен него речь может идти лишь о керамических материалах. Керамика почти идеальный материал, однако ее вакуумно-плотное соединение с металлами вызывает трудности. Керамические материалы на оксидной основе не смачиваемы неактивными металлами, стало быть необходимо создать промежуточный слой. При спайке с активными (по отношению к данной керамике) металлами этот слой образуется в ходе пайки. В обоих случаях процесс трудно поддается контролю. Дополнительные проблемы вызываются испарением припоя. В статье обсуждаются некоторые фактически исполненные конструкции и их технология.

**В. Вараяли:** Телеграфная передача факсимиле

Вопрос рентабельности телеграфной службы заставляет нас искать такие системы, которые позволили бы снизить до минимума расходы на обслуживающий персонал. Статья с этой точки зрения рассматривает действие телеграфных установок системы факсимиле, а также возможности применения их в настоящее время и в будущем. После оценки отдельных систем отображения (теледелтос, электрохимическое, механическое отображение) статья также знакомит со степенью развития и ролью дополнительной автоматки. Затем автор, после указания путей усовершенствования подробно исследует будущее телеграфных систем факсимиле и считает возможным с помощью этой системы создать более экономичные телеграфные системы.

**И. Надь и И. Фридеш:** Венгерская микроволновая телесвязь на короткое расстояние. Установка, выпущенная заводом «Белоаянш»

При помощи описанной ниже установки с будапештской теле-студии передаются на передатчик сигналы изображения и звукового сопровождения. Установка передает программу (изображение и звук отдельно) беспрерывно, на сантиметровых волнах, а именно изображение в диапазоне 3 см, а звук — 15 см. Статья знакомит с системой установки, ее устройством, результатами проведенных измерений и основными данными ее эксплуатации.

### Zusammenfassungen in deutscher Sprache

**Gy. Almássy:** Messen von kleinen Stehwellenverhältnissen

Fehler beim Messen von kleinen Stehwellenverhältnissen. Knotenverschiebungsmethode zur Untersuchung von verlustbehafteten und verlustfreien Vierpolen. Diagramme, die die Auswertung der Messresultate erleichtern. Fehler der Knotenverschiebungsmethode. Neue ungarische Geräte, die bei der Knotenverschiebungsmethode verwendbar sind.

**Dr. I. Koncz und Frau dr. Koncz, geb. M. Déri:** Keramische Ultrakurzwellen-Elektronenröhren

Die Entwicklung der neuzeitlichen Nachrichtentechnik erfordert die Beherrschung des Dezimeter- und Zentimetergebietes. Die Abmessungen der dazu notwendigen Elektronenröhren müssen aus Stromverteilungs- und elektronischen Gründen sehr verringert werden. Damit wächst bei gleicher Leistung die Beanspruchung der Baumaterialien. Glas als Bau- und Isolierstoff scheidet schon im Meterwellengebiet immer mehr aus. Als besseres Material kommen nur keramische Stoffe in Frage. Keramik bildet einen fast idealen Baustoff, doch seine vakuumdichte Verbindung mit Metallen bereitet noch eine Reihe von Schwierigkeiten. Oxydische Sinterkörper sind durch nicht reaktive Metalle nicht benetzbar, es muss eine Zwischenschicht aufgebaut werden. Beim Verlöten mit aktiven Metallen bildet sich diese Zwischenschicht beim Lötvorgang aus. In beiden

Fällen ist die Kontrolle schwierig. Auch die Verdampfung der Lote bringt Probleme. Einige ausgeführte Konstruktionen sind besprochen.

**V. Váraljai:** Das Faksimile-Telegraphensystem

Die Frage der Rentabilität des Telegraphendienstes benötigt uns solche Telegraphensysteme zu suchen, bei denen die Personal-Kosten minimal wären. Von diesem Standpunkt aus unternimmt der Verfasser eine Untersuchung der Faksimile-Telegraphensysteme, sowie ihrer heutigen und zukünftigen Verwendungsmöglichkeiten. Nach Einschätzung der einzelnen Bildaufzeichnungssysteme (Teledeltos-, elektrochemische, mechanische Schreibsysteme) wird auch ein Überblick über die Entwicklungsstufen und die Rolle der Ergänzungs-Automatiken gegeben. Schliesslich befasst sich der Artikel nach Bestimmung der Entwicklungsaufgaben mit der gründlichen Untersuchung der Zukunft der Faksimile-Telegraphensystem; der Verfasser kommt zur Schlussfolgerung, dass es mit Hilfe dieses Systems möglich wäre ein dem gegenwärtigen wirtschaftlich weit überlegenes Telegraphensystem aufzubauen.

**I. Nagy—I. Frigyes:** Ungarische Mikrowellen-Fernsehverbindung auf Kurzstrecken. Beschreibung der im Beloianisz-Werk hergestellten Einrichtung

Mit Hilfe der beschriebenen Einrichtung werden aus der budapester Fernsehzentrale die Bild- und Tonsignale an den Sender weitergegeben. Die Einrichtung überträgt das Programm leitungslos, auf Mikrowellen, wobei die Bilder im 3 cm-Wellenband, der Ton im 15 cm-Band übertragen werden. Der Artikel beschreibt das System, den Aufbau der Einrichtung, die Resultate der durchgeführten Messungen und die wichtigsten Betriebserfahrungen.

### Summaries in english

**Gy. Almássy:** Measurement of small standing-wave ratio

The errors of standing wave ratio measurement. Node shift method to examine four pole network loss-free and with loss. Diagram to facilitate the calculation of the results of measurement. Errors of node shift methods. New hungarian instruments to be used for node shift methods.

**Dr. I. Koncz—Mrs. Koncz M. Déri:** Ultra short wave ceramic electronic tubes

The development of the communication engineering trends towards the use of allways shorter wavelengths. The dimensions of the electronic tubes must be — for maintaining uniform potential distribution and shortest traveling times — greatly reduced. Consequently, the thermal, electrical and mechanical loading of the applied materials increase. Glass, as engineering material has low thermal endurance and poor electrical properties at high frequencies and elevated temperatures. Therefore it is hard to use it at above the 100 MC range. Ceramic bodies are ideal for insulating components, but it is difficult to join them vacuum-tight to metals. It is necessary to build an interface layer, which adheres well to the ceramic and is wettable by the filler metal. By use of reactive alloys this layer is forming during the brazing. In both cases, the control of the joint is difficult. Examples of fabricated valves are given.

**V. Váraljai:** Facsimile telegraph system

The question of the rentability of the telegraph service makes necessary to find a telegraph system by which the operators personnel expenses can be most considerably reduced. The paper examines from this point of view the working of the equipment of facsimile telegraph systems and the present and future possibility of their use. After considering the systems of picture drawing (electrochemical, teledeltos and mechanical drawing) the author describes the present rate of development and the role of additional automatics. Finally after the statement of development problems the author examines the future of facsimile telegraph system in its details and finds possible with the aid of above mentioned systems the development of a much more economical telegraph system.

**I. Nagy—I. Frigyes:** Hungarian short-distance microwave TV-communication introduction of equipment manufactured by the Beloianisz factory

The equipment here described transmits the video and sound signals from the TV-studio of Budapest to the TV-transmitter. The program is transmitted wireless on microwaves, however video and sound signals separately: the video signals in frequency bands of 10000 Mc/s and the sound signals in that of 2000 Mc/s. The article presents the system and construction of equipment, further the results of measurements carried out on it, and besides the most important operating experiences.

### Résumé des articles en langue française

Gy. Almássy: La mesure des petites relations des ondes stationnaires

Défauts de la mesure des petites relations des ondes stationnaires. Méthode de la déviation de noeud pour l'étude des quadripôles avec et sans perte. Les défauts de la méthode de la déviation de noeud. Les diagrammes pour faciliter le calcul du résultat de la mesure. Les nouveaux instruments hongrois, qui peuvent être utilisés pour la méthode de la déviation de noeud.

I. Koncz dr.—Mme Koncz, née M. Déri dr.: Les tubes électroniques céramiques de l'onde ultra-courte

Le développement de la télécommunication tend de plus en plus vers l'application des longueurs d'onde plus courtes. Il fallait diminuer en grande mesure les dimensions des tubes électroniques nécessaires par suite de la répartition du courant et des phénomènes électroniques. L'emploi des matériaux de construction augmente avec la diminution des dimensions. Le verre est déjà presque inutilisable dans la gamme d'onde métrique. On ne peut le remplacer que par des matériaux céramiques. Bien que les pièces céramiques soient des matières de construction presque parfaites, leurs jonctions hermétiques des métaux éprouvent encore des difficultés. En général les produits frittés à base d'oxyde ne se mouillent pas en contact des métaux, excepté si le métal n'entre pas en réaction chimique avec la matière de base. En cas de brasage avec des métaux non réactifs il faut d'abord former une couche de transition. Il est difficile d'obtenir un résultat uniforme avec tous les deux procédés. L'évaporation de la soudure pose

un nouveau problème. La technologie est présentée par certains tubes exécutés.

V. Váraljai: Le système facsimilé de télégraphie

La question de la rentabilité du service de la télégraphie pose la nécessité de la recherche des systèmes de télégraphies à propos desquels les frais de manutention peuvent être diminués dans la plus grande mesure. L'article examine de ce point de vue le fonctionnement des installations télégraphiques à système facsimilé, ses possibilités d'emploi dans le présent et dans l'avenir. Après l'appréciation de certains systèmes à dessin d'images (le dessin électrochimique, teledeltos et mécanique) le degré de développement et le rôle des automates supplémentaires vont être présentés. L'auteur, après avoir constaté les devoirs de modernisation, examine en détail l'avenir de la télégraphie facsimilé et à l'aide de ce système il considère la possibilité de la construction d'un système télégraphique beaucoup plus économique.

I. Nagy—F. Frigyes: La communication de télévision avec faisceau herzien a bref distance dans notre pays. La présentation de l'installation fabriquée dans l'usine Beloianisz

L'installation présentée ici transmet à l'émetteur les signaux d'image et les signaux du son du studio de télévision de Budapest. Le programme est transmis sans fil par faisceaux herziens, les signaux d'image et ceux du son étant transmis séparément. Le signal d'image est transmis dans la bande de fréquence de 10 GHz et le signal du son de 2 GHz. L'article fait connaître le système, la construction de l'installation, les résultats des mesures et les expériences de fonctionnement plus importantes.

# NEMCSAK

új magyar- és idegennyelvű

# HANEM

antikvár szakkönyveket

# IS

vásárolhat és eladhat a

**MŰSZAKI  
KÖNYVESBOLT  
ANTIKVÁRIUM-ban**

**BUDAPEST,  
VII., Lenin körút 7. sz.  
Telefon: 221-082.**

### MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

Felelős szerkesztő: Balogh Pál — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. — Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1200 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál

Előfizetési díj: félévre 15 Ft, egész évre 30 Ft. Egyes szám ára: 5 Ft. Megjelenik kéthavonta — Csekkzámlaszám: egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

8090 — Egyetemi Nyomda, Budapest, Dohány utca 12. — F. v. Janka Gyula