



50.165

Magyar **HÍRADÁSTECHNIKA**

4

Magyar

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Felelős szerkesztő:

Balogh Pál
V., Október 6. u. 7.
Telefon: 183-772

Szerkesztő:

Boglár Gyula
XI., Fehérvári út 70.
Telefon: 268-840

Szerkesztőségi munkatárs:

dr. Antal Józsefné
V., Arany János u. 24.
Telefon: 116-871

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:

Kenczler Ödön — Dr. Valkó Iván Péter: Hazai és külföldi kezdeményezések az egyetemi vákuumtechnikai gyakorlati oktatás bevezetésében	129
Géher Károly — Czifrány Sebestyén — Forgó Mihály — Villányi Ottó: A budapesti televízió lánc átviteli jellemzőinek mérése	134
Bolgárfalvi Károly: Közvetlen szemléletes módszer a lineáris reciprok négypólusok láncmátrixának meghatározására	145
Bondár István: Yagi rendszerű TV és URH vevőantennák méretezése	150
Fried Henrik: A magyar televízió képcsőgyártás fejlődése és a váci képcsőgyár ismertetése	158
Iparági hírek	164
Обобщение на русском языке	166
Zusammenfassungen in deutscher Sprache	166
Summaries in English	167
Résumés des articles en langue française	167

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

Felelős szerkesztő: Balogh Pál — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1236 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-450) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: félévre 15, Ft, egész évre 30, Ft, Egyes szám ára: 5 Ft. Megjelenik kéthavonta — Csekkszám: 61,254, közületi 61,066
vagy átutalás az MNB 08. sz. folyószámlájára



Hazai és külföldi kezdeményezések az egyetemi vákuumtechnikai gyakorlati oktatás bevezetésében

KENCZLER ÖDÖN és DR. VALKÓ IVÁN PÉTER

Budapesti Műszaki Egyetem Elektroncsőtechnikai tanszék

A vákuumtechnikai gyakorlati munka az egyetemeken régebben a kevésszámú specializált fizikus kiképzéséhez tartozott. Tekintettel az ipar igényeire, most szerte a világon az a törekvés, hogy a hallgatók nagy tömegét részesítsék ilyen gyakorlatokban. Ennek megvalósítása a legfrissebb szakirodalom szerint is sok nehézséggel jár. A tanulmány ismerteti a Budapesti Műszaki Egyetemen kísérletképpen bevezetett módszert és összeveti azt külföldi megoldásokkal.

Néhány évtizeddel ezelőtt finomvákuum előállítása még kevesek különleges, laboratóriumi módszere volt. Maga a finomvákuumot igénylő elektroncső is laboratóriumi, különleges, tudományos érdekesség számba ment. A vákuumtechnika, az elektroncsövek gyártásának rohamos mennyiségi növekedése idején is, hosszú ideig, a speciál-gyárak féltve őrzött titka maradt, ámbar kevesek különleges laboratóriumi módszeréből hamarosan sokak mindennapi gyakorlatává fejlődött. Ez a változás végül, az utolsó évtizedben, gyökeres átalakulást hozott a vákuumtechnika megítélésében. A megjelent könyvek, folyóiratok dokumentálják, hogy a vákuumtechnika különös fontosságúvá vált, mint alaptudomány, egy sor ipari és tudományos tevékenységhez: elektroncsőgyártás, nukleáris tudomány és ipar, vákuumpárologtatás, vákuumkémia stb.

Ezek után teljesen érthető, hogy az egykor kizárólag a kísérleti fizikusok tudományegyetemi oktatásának részét képező vákuumtechnika — legalábbis az elektroncsőgyártásnál alkalmazott vákuumtechnika — világszerte be kellett, hogy épüljön az érintett műszaki tudományágak egyetemi oktatásába. Ennek a módszerre napjainkban alakul ki, mostanában jelennek meg az első beszámolók és ismertetések egyes helyeken kialakult oktatási rendszerekről.

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kara a vákuumtechnika néhány részletének egyetemi gyakorlati oktatását beiktatta tanmenetébe. A villamoskari Elektroncsőtechnikai Tanszék által nyújtott gyakorlati oktatás immár második éve tartalmaz vákuumtechnikai — elektroncsőgyártási anyagot. A hazai tapasztalatok módot adnak arra, hogy összehasonlításokat tegyünk az ismertetett különböző oktatási módszerek között.

A vákuumtechnikai gyakorlati oktatás célja kettős lehet: egyrészt a közvetlen, kétkezi munka segítségével, a saját, egyéni tapasztalattal is hozzájárulni a technológiai ismeretek

bővítéséhez és kiegészítéséhez; másrészt pedig szemléltető módszert nyújtani az elektronikus eszközökben lejátszódó fizikai folyamatok gyakorlati megismeréséhez.

A rendelkezésünkre álló különböző beszámolókból megállapítható, hogy az egyetemi gyakorlati oktatás említett két célja közül a külföldi kísérletek inkább csak a másodikat, és pedig a fizikai folyamatok közvetlen megismerését, a megismeréshez szükséges begyakorlást tartják szem előtt. A Budapesti Műszaki Egyetem Elektroncsőtechnikai Tanszéke mindkét célt szem előtt tartotta a vákuumtechnikai gyakorlatok kialakításakor, tehát mind a fizikai folyamatok szemléltetését, mind pedig a technológiai ismereteket.

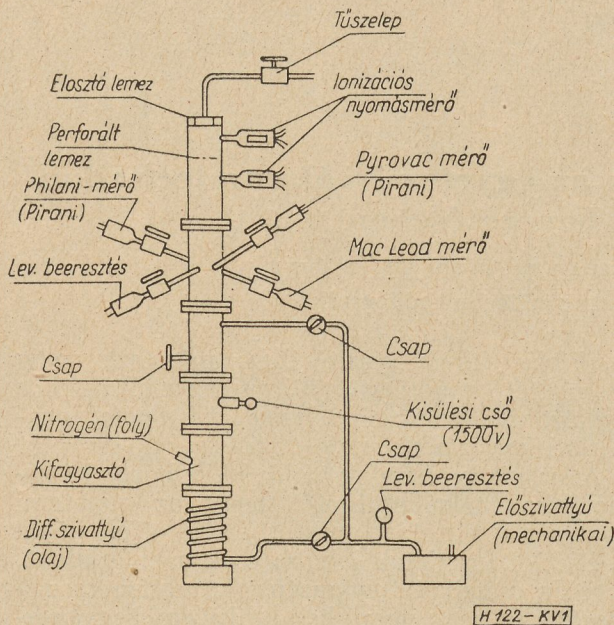
Tekintsük át az ismert külföldi és a saját módszerünket.

Michel Oria, a francia Nukleáris Tudományok és Technikai Intézetének tagja, a *Le Vide 1960. évi március-áprilisi (86)* számában ismerteti az elektronikus mérnökhallgatók vákuumtechnikai gyakorlatait. Az oktatás céljánál abból indultak ki, hogy többségükben az elektronikus mérnökhallgatók, III. éves korukban, tulajdonképpen semmit sem tudnak a vákuumtechnikáról, holott alig található olyan modern elektronikus eszköz, amely a készítés valamely részleténél vákuumot ne igényelne.

Teljes vákuumfizikát — időhiány miatt — nem lehet a tanmenetbe beiktatni, de kívánatos, hogy a hallgatók fel legyenek vértézve a vákuumtechnikai módszerek alapjaival. Ezért, a tanítás céljaira, megfelelő szivattyúpadot építettek, amelyen a hallgatók 2 félnapon át végeznek gyakorlatokat. A gyakorlatot két elméleti konferencia egészíti ki. Az első gyakorlaton a hallgatók megismerkednek a különféle vákuummérő eszközökkel, és ezek hitelesítésével. A második alkalommal a szivattyú-üzemet gyakorolják; végvákuumot és szívási sebességet mérnek.

A berendezés lényege, a szivattyúrendszer, az 1. ábrán látható.

A mechanikai előszivattyú végvákuuma 10^{-3} Hgmm, teljesítménye 40 l/sec. A diffúziós szivattyú olajszivattyú, folyékony nitrogénes kifagyasztóval. Teljesítménye 50 l/sec. A csaprendszer lehetővé teszi azt is, hogy csak a mechanikai szivattyút használják, diffúziós szivattyú nélkül. A rendszer alkalmas arra, hogy vákuumot mérjenek, továbbá alkalmas szívási sebességek



1. ábra

jól meghatározott körülmények között végzendő meghatározására. A felszerelt vákuummérőkkel (kisülési cső, MacLeod, Pirani és ionizációs) atmoszferikus nyomástól az elérhető végvákuumig (kb. 10^{-6} Hgmm) tudják mérni a vákuumot. A mérőtér egy csappal elzárható a szivattyútól. A felső recipiensbe tűszeleppel lehet a levegő-beömlést szabályozni. Az itt elhelyezett lemez egyenletesen osztja el a nyomást a különféle — egy síkba szerelt — vákuummérők között. Így ezek egymással, főleg a MacLeod-dal hitelesíthetők.

A szívási sebességet egyik módszer szerint a perforált lemezzel mérik. A perforált lemez méreteiből átvezetőképessége kiszámítható. A tűszelepet megnyitva, levegőt engednek a rendszerbe, miközben a két ionizációs manométerrel mérik a nyomást a perforált lemez két oldalán. Ez esetben, ha C a perforált lemez átvezetőképessége, a szívási sebesség

$$S = C (p_1 - p_2)$$

p_1 a perforált lemez feletti, p_2 a lemez alatt nyomás.

A szívássebesség mérésére más módszert is használnak. A tűszeleppel szabályozva, adott térfogatú levegőt szívunk be és mérjük az időt, valamint a térfogathoz tartozó nyomást a tűszelep előtt és után. A levegő-adagolás vízbe merített adagoló-csőből történik, amelyen a leszívott, normálnyomású levegő mennyisége leolvasható. A szívási sebesség:

$$S = \frac{VP}{tp}$$

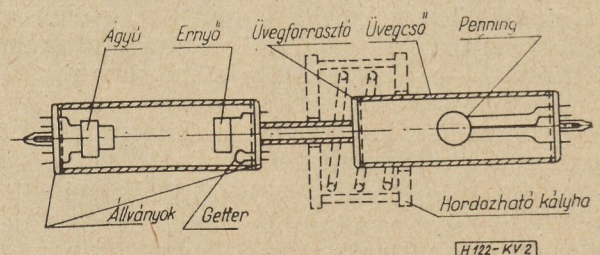
ahol V a t idő alatt leszívott térfogat, p a t idő alatt állandó szinten tartott nyomás a recipiensben, P a tűszelep előtti nyomás (760 Hgmm = 1 atm).

J. H. Owen Harris, bermudai tanácsadó mérnök az angol villamosmérnökök reprezentatív folyóiratában, az *Electronic Technology* 1960 augusztusi számában ismerteti azt a módszert, amellyel az atomfizikus hallgatókat bevezetik a vákuumtechnikai ismeretekbe. Érdekes, hogy a sokrétű világtapasztalat ellenére idegenkednek a diffúziós szivattyú és egyáltalán a szivattyúk használatától. A vákuumot vagy forgó, mechanikai szivattyúval és megfelelő getterek és ionszivattyú alkalmazásával, vagy teljesen szivattyú nélkül, széndioxiddal telített aktív szén tartállyal, ennek felhevítésével és lehűtésével, valamint további megfelelő getterezéssel és ionszivattyúzással állítják elő.

A gyakorlati oktatás céljaként itt a kísérletezési készség fejlesztését jelöli meg a szerző. Minthogy az atomfizikai munkálatok jelentős mértékben támaszkodnak olyan kísérletekre, amelyekhez nagyvákuumban működő csövek szükségesek, kell hogy a hallgatók képesek legyenek kísérleteikhez megépíteni saját csöveiket. A szerző azt állítja, hogy — a normál technikával — még egészen egyszerű vákuumcsövet készítése is sokezer dolláros berendezéseket és jól kiképzett technikusokat (üvegtechnikusokat és csőmechanikusokat) igényel. Ezért vált szükségessé olyan gyakorlati oktatási módszer kidolgozása, amely mindezek nélkül is lehetővé teszi a munkát.

A hallgatókat arra képzik ki, hogy képesek legyenek sajátkezűleg építeni leegyszerűsített modelleket, többek között a következő eszközökből: katódsugárcső, dióda, trióda, fotocella és más különleges eszköz, mint tömegspektrométer, vagy elektron és ion repülési időt mérő cső. Ezen eszközöket különleges üvegtechnika, ponthegeztés, indukciós fűtés, hidrogénizálás és egyéb kémiai tisztítómódszerek nélkül készítik, de mégis úgy, hogy a kívánt 10^{-7} — 10^{-8} Hgmm vákuumot elérjék. Az alkatrészeket építőszekrényyszerűen („kit”) bocsátják a hallgatók rendelkezésére. Példaképpen bemutat egy katódsugárcsövet, amelyen az elektronsugár jelenléte és mágnessel történő eltérítése demonstrálható (2. ábra).

A bura üvegcső, az állványok préselt tárcsák a bevezetőkkel és szívócsővel. A burát és állványt üvegrománcporral kötik össze, az ábrán feltüntetett hordozható kis krómnikkelhuzalú kályha segítségével, amelynek adatai: 115 V, $2,9$ A; a fűtőtest hossza: kb. 6 m, huzalátmérője

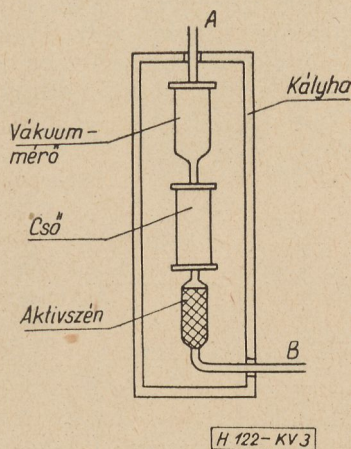


2. ábra

kb. 0,35 mm, ebből 6 mm-es magra spirált tekercselnek. A kályha belmérete kb. 86 mm. A ragasztás 500 C°-on kb. 8 perc alatt megtörténik, 15 perc alatt lehűl. A kötések jól vákuumzárók, könnyen szétválaszthatók és többször is felhasználhatók, persze friss üvegragasztópasztával. Az alkatrészeket nem hegesztik, hanem szorítókkal erősítik az állványdrótokhoz. Főleg thóriumos wolfram katódot használnak, ritkábban oxidkatódot. A gettereket nem nagyfrekvenciával hajtják el, hanem beépített huzalok kívülről rákapcsolt elektromos hevítésével. Az ábrán látható Penning vákuummérő nemcsak mérőként, hanem szivattyúként is működik. A gyűrűkatód és anódpár közé mintegy 2000 V-ot adnak, az alkalmazott mágnes tér kb. 2000 Gauss. A mérőelektrodákkal sorbakötött kis NE 2-es glim-lámpa kialszik, amikor a 10^{-7} Hgmm-t elérték. Levegőre kallibrálva, ha a mérő árama $i \mu A$, a nyomás $p = 6,3 \times 10^{-7}$ Hgmm. A Penning-mérő adszorbeálja és elnyeli a gázokat, olaj- és egyéb gőzöket, amelyeket a getter nem kötött le. Hosszabb használat után az elektródákon és a mérőeszköz burájának falán jelentős lerakódás található.

A szivattyúzáshoz alkalmazott berendezés a 3. ábrán látható.

A szerelt csőhöz hozzáforsztják az aktív-szenes tartályt és az ábrán látható kályhában atmoszféra nyomáson, 350 C°-on 1 óra hosszat melegítik, majd — a hőfokot tartva — a B nyíláson CO₂-t vezetnek be, míg az egész szerelvényt az A nyílásig megtelik CO₂-vel; ez kb. 2 perc. Ezután beforsztják előbb a B,



3. ábra

majd az A nyílást, a 350 C°-ot tartva. Végül a szerelvényt lehűtik és az aktív-szenes tartályt szilárd CO₂-jégbe merítik. Az aktív-szén elnyeli a gázokat és a nyomás körülbelül a mechanikai elővákuumszivattyúkkal elérhető értékig süllyed. Ezután leforrasztják az aktív-szenes tartályt, bekapcsolják a vákuummérőt és egymás után, meghatározott sorrendben felizzítják előbb a Ba-Al gettert, majd a Ti-gettert. A nyomás kb. 20 másodperc múlva 10^{-7} — 10^{-8} Hgmm-re esik. A 6—14-es szítán

átmenő aktív-szénpor szükséges mennyiségének térfogata kb. fele a leszívandó térnek, tehát pl. 300 ml térfogat leszívásához kb. 150 ml aktív szén kell.

Az aktív-szenes szívás helyett mechanikai előszívást is alkalmaznak, diffúziós szivattyú és hűtőcsapda nélkül, mindössze foszforpentoxidos csapdát helyeznek a rendszer és a szivattyú közé. Miután így előszívta a rendszert, ismét 1 óra hosszat 200 C°-on kimelegítették, leforrasztják a szivattyúról és következik az előbb említett kettős getterezés.

A szerző részletesen kitér a kettős getterezés taglalására és rámutat a sorrend fontosságára.

Az alkatrészeket: burát, szerelvényeket előzetesen csak folyó vízzel és száraz meleg levegő szárítással tisztítják. Ha gyorsabban akarják a kis nyomást elérni, a mosást háztartási mosószerrel lágyított vízzel, folyó csapvízzel, majd desztillált vízzel, a szárítást acetonnal vagy metilalkohollal végzik.

Ismeretekkel rendelkezünk a varsói Műegyetemen folyó hasonló tárgyú gyakorlati oktatásról is. Egyik munkatársunk látogatást tett a varsói egyetem egyik tanszékén és felvilágosítást kapott az ilyen irányú kérdésekről. Általános jellegű vákuumtechnikai, csőgyártási gyakorlatokat még nem vezettek be, de diplomázó hallgatók egyes kis csoportjai végeznek a csőgyártás keretébe tartozó munkákat. Például: szétszedhető haladóhullámú csövet építenek, amellyel egyes elektronoptikai részletek tanulmányozhatók; színterelt thórium-oxidos katódvizsgálatokat végeznek; szétszedhető diódával különféle egyéb katódfeleségeket vizsgálhatnak; végül félvezetőeszközök beötöztetésével, 4 tűs ellenállásméréssel és tranzistorok paramétereinek mérésével foglalkoznak.

A Budapesti Műszaki Egyetem Elektroncsőtechnikai Tanszékén — mint a bevezetőben említettük — abból indultunk ki, hogy mind a technikát, mind a fizikai alapokat gyakoroltassuk a hallgatókkal. Tanszékünk távolról sem rendelkezik tetszés szerinti anyagi forrásokkal, de a mi társadalmi rendszerünkben az ipar és egyetem összefogása mégis lehetővé tette, hogy a gyakorlatokon alkalmazott technika lényegében azonos legyen az ipari technikával és nem szorultunk különleges megoldásokra.

Az adott körülmények között (a rendelkezésre álló eszközök, a villamosmérnökök jelenlegi képzési célja és tanrendje, az ebből adódó órarendi idő) nem tekintettük elsődrendű fontosságúnak, hogy a hallgatók elektroncsövet szereljenek, általuk előkezelte, tisztított alkatrészekből. A kapcsolódó előadás is csak főbb vonatkozásaiban említi a csőgyártás részleteit és részletesen a fizikai alapokkal és a csövek működésével foglalkozik. Éppen ezért a legfontosabbnak a szivattyúzást és az ezzel kapcsolatos fizikai folyamatokat tartjuk. A gyakor-

laton a hallgatók készre összeszerelt — az Egyesült Izzó által erre a célra az egyetem rendelkezésére bocsátott — beforrasztott szerelvényt kapnak és ezt egyénileg leszívattyúzzák. Követik a katód elbomlását, formálják és mérik a saját csöveiket.

A használt szivattyúrendszert a 4. ábra mutatja. A szivattyú elrendezése olyan, hogy minden részlete elől, jól látható helyen van.

A vákuumzárba helyezett csövet — a sarokcsap kinyitásával — a mechanikus szivattyúval előszívott diffúziós szivattyú a kifagyasztón keresztül, másodpercek alatt a kívánt vákuumra (10^{-3} és 10^{-4} Hgmm között) leszívja. A kályhát a cső fölé tolva, 2 perc alatt megtörténik az üvegrészek gáztalanítása. Kályházás után, a nagyfrekvenciás izzítótekercs és a cső fűtését szolgáló, szabályozható tápegység vezetékének felszerelését követően, sor kerül a cső fémalkatrészeinek gáztalanítására és a katód elbontására. Közben a MacLeod vákuummérő segítségével a vákuum többször is ellenőrizhető. A MacLeod higanyszáának vezérlésére az alsó váltócsap szolgál, a visszaszíváshoz szükséges néhány mm vákuumot a pufferedény szolgáltatja, amelyet a felső váltócsap megfelelő állásában a mechanikus szivattyú szív le.

A csapda hűtőfolyadéká rendszerint alkoholban oldott szénsavjég; ezzel kb. -70°C tartható. Folyékony levegőt is szoktunk használni.

A fémalkatrészek gáztalanítása és a katód elbontása után a csövek 10^{-4} – 10^{-5} Hgmm-es vákuummal leszúrára kerülnek. A leszúrt csövekben — a nagyfrekvenciás izzítótekercs segítségével — elgőzöltetjük a gettert és ezzel a szivattyúzás befejeződik.

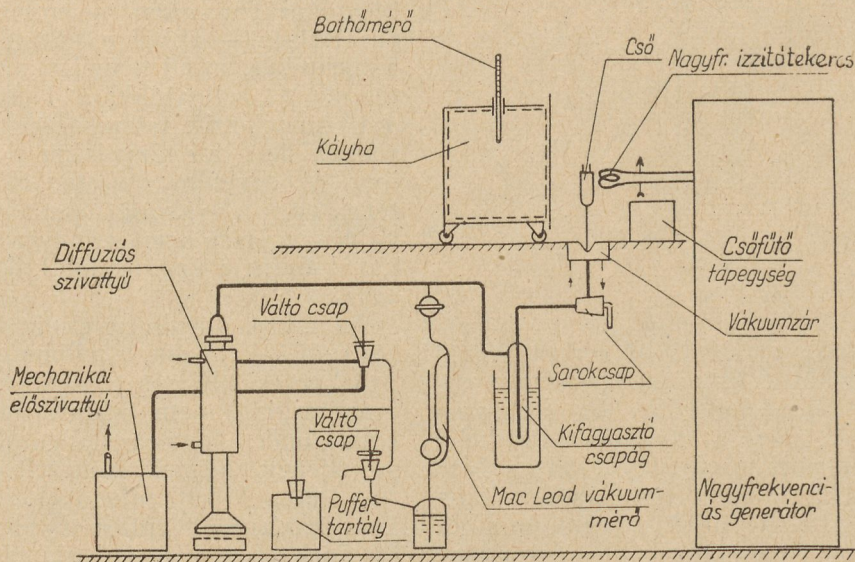
A gyakorlat folytatásaként sor kerül a csövek katódjainak kiformálására. E célra formáló

keretet készítettünk. A keret alkalmas arra, hogy a kívánt változtatható fűtőfeszültség, az elektródákra adandó változtatható egyen- vagy váltófeszültség, megfelelő korlátozó ellenállásokon át, a csőre jusson, továbbá formálás alatt az anódáram mérhető legyen.

A formálást követő mérés külön ismertetést nem igényel; az elektroncsövek mérése már évek óta tárgya a villamosmérnökhallgatók gyakorlatainak.

Az itt vázolt gyakorlat ideje — formálás és mérés nélkül — 2 óra, amely idő alatt 2 mérőcsoport, vagyis 6 hallgató szivattyúzza le a gyakorlat tárgyát képező elektroncsövet. A formálás és mérés a többi, órarend szerinti laboratóriumi mérési gyakorlat megfelelő időpontjában történik.

A csőgyártási, vákuumtechnikai gyakorlat bevezetése óta, az elmúlt 2 évben a hallgatók ECC85 és ECC83 csöveket „gyártottak”. Tekintettel arra, hogy a manuálisan elvégzendő munka viszonylag kevés, meglepően kevés, 3–4% körül volt — a nyilvánvaló gyakorlatlanság ellenére — a „kezelési és üvegtörés”. A leszívott csövek minősége természetesen már messze az üzemi szint alatt volt: kifogástalan cső alig akadt (kb. 10–15%), a csövek zöménél egyrészt az előírtnál kisebb anódáramok és meredekségek mutatkoztak, másrészt a kettős triódáknál a két oldal között számottevő volt az eltérés. A gyenge minőségi kihozatal nyilvánvalóan annak a következménye, hogy a szivattyúzási munkamenet — gyakorlatlanság és közbeni magyarázatok miatt — egyedenként messzemenően eltért az optimális munkamenettől, az egyes lépések időtartama többszáz százalékos szórású volt. Természetesen a cél nem csőgyártás volt, a csöveket — előírászerűen — a gyakorlat után amúgy is össze-
törjük.



H 122-KV 4

4. ábra

A hallgatók nagy érdeklődéssel, szorgalommal vesznek részt ezeken a gyakorlatokon és az a tapasztalatunk, hogy a vákuumtechnikai gyakorlatok kiszélesítik a hallgatók érdeklődési körét a szűkebb kapcsolástechnikai területeken túl a technológiai ismeretek felé is. Fontos megjegyezni, hogy a külföldi példákkal ellentétben a B. M. E. Villamosmérnöki Karán nem valamilyen kisebb csoport, hanem a híradástechnikai szak valamennyi hallgatója — évfolyamonként 100—140 fő — elvégzi ezeket a gyakorlatokat.

Összevetve a Budapesti Műszaki Egyetem Elektroncsőtechnikai tanszékén bevezetett csőgyártási, vákuumtechnikai gyakorlatot az irodalomban található, és egyéb országokban folyó egyetemi gyakorlatok bevezetési időpontjával és összetételével, úgy érezzük, hogy ez a szerény kezdő lépésünk korszerű. Tudjuk, hogy továbbfejlesztés nélkül a legjobb módszer is — különösen ebben a tudományágban — gyorsan elavul. Éppen ezért állandóan foglalkoznunk kell a gyakorlat továbbfejlesztésével és kiszélesítésével. A soronkövetkező lépés az kell legyen, hogy a szivattyúrendszer kiegészítsük — a didaktikailag feltétlenül fontos, abszolút értéket mérő MacLeod vákuummérő

mellett, — folyamatosan mutató Pirani és ionizációs nyomásmérővel; így mi is mérhetünk szívássebességet, ennek ismeretében csőellenállást, továbbá bemutathatjuk egyes anyagok — esetleg előkezeléstől függő — gázleadását.

A közeli években rá akarunk térni arra, hogy a fenti gyakorlat mintájára a félvezető-eszközök gyártásából is beiktassunk megfelelő részleteket a kötelező gyakorlatok közé. Jelenleg még tanulmányozás alatt van a részletek kiválasztása, mert össze kell egyeztetni a technológiailag legjellemzőbbet a didaktikailag legalkalmasabbal, és nem utolsósorban a rendelkezésre álló lehetőségekkel.

A vákuumtechnikai gyakorlati oktatás megvalósítását az Egyesült Izzó vállalatvezetőségének támogatása tette lehetővé. A gyakorlatok kidolgozásában és bevezetésében fáradhatatlanul közreműködött Oldal Endre, az Egyesült Izzó Fejlesztési Gyáregységének mérnöke.

A Budapesti Műszaki Egyetem alapvető feladata: társadalmilag aktív, szakmailag korszerűen képzett, szocialista mérnököket a népgazdaság rendelkezésére bocsátani. Az újonnan bevezetett vákuumtechnikai-csőgyártási gyakorlatot is — úgy véljük — e feladat megoldásához vezető egyik lépésnek tekinthetjük.

IV. HÍRADÁSTECHNIKAI KONFERENCIA

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Híradástechnikai Konferenciát rendez, melynek célja a híradástechnikai alkatrészek kutatásával, fejlesztésével, gyártásával, valamint mindezekkel kapcsolatos mérés technikával összefüggő időszerű kérdések műszaki-tudományos szinten történő megtárgyalása.

A konferencia tárgyköre kiterjed valamennyi elektromos, elektromechanikai, mechanikai alkatrészre és szerelvényre, beleértve a mágneses alkatrészeket is. A tárgykör azonban nem öleli fel a félvezető eszközöket, sem az elektroncsöveket. A konferencia figyelmét elsősorban a megbízhatóság és élettartam, ezen belül a klimatizáció kérdéseire összpontosítja.

A konferenciára meghívást kaptak a szocialista tábor országainak társegyesületei. A meghívás alapján számos külföldi szakember jelentette be, hogy a Konferencián előadást kíván tartani. A rendezőbizottság a konferencia programjába július hó végéig mintegy 10 külföldi és 40 belföldi szakember előadását állította be. A konferencia színhelye: a Technika Háza (Budapest, V., Szabadság tér 17.), időpontja: 1961. október hó 26—28.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület a konferenciával párhuzamosan Híradástechnikai Alkatrész és Szerelvény Kiállítást rendez, ugyancsak a Technika Házában.

A budapesti televízió lánc átviteli jellemzőinek mérése

GÉHER KÁROLY, CZIGÁNY SEBESTYÉN, FORGÓ MIHÁLY
és VILLÁNYI OTTÓ

a Híradástechnikai Tudományos Egyesület tagjai

A cikk beszámol a budapesti televízió lánc átviteli jellemzőinek méréséről. A lánc televízió stúdiót, mikrohullámú összeköttetést, adót és vevőt tartalmazott. A mérések a nonlinearitás, a négyszögimpulzus átvitel, az amplitudó karakterisztika és a futási idő karakterisztika mérésére terjedtek ki. A mérés, valamint a mérési eredmények értékelési módszerének ismertetése után a cikk vázolja a televízió lánc egyes szakaszaira és az egész láncra vonatkozó mérési eredményeket.

Célkitűzés

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1960 májusában munkabizottságot alakított a a budapesti TV stúdió, a stúdió és az adó közötti átviteli rendszer, a budapesti adó és a vevőkészülék

által alkotott lánc képátviteli jellemzőinek mérésére.

A mérések közvetlen célja a lánc azon főbb minőségi jellemzőinek meghatározása volt, amelyek minden egyes láncszemnél egységes szempontok szerint mérhetők. A mérések távolabbi célja a részletesebb vizsgálat előkészítése volt.

Előre meghatározott terv szerint — mind az egyes láncszemeknél, mind a teljes átviteli láncnál — a következő jellemzőket mértük:

1. Nonlinearitás, vagyis az átvitel amplitudótól való függése.

2. Négyszögimpulzus átvitel, vagyis a hullámalak torzulás.

3. Az amplitudó karakterisztika, vagyis az átviteli tényező abszolút értékének változása a frekvencia függvényében.

4. Futási idő karakterisztika, vagyis az átviteli tényező fázisának frekvencia szerinti differenciálhányadosa, a frekvencia függvényében.

Az első mérés a rendszer amplitudóhű átviteléről adott felvilágosítást. A második méréssel az időtartományban, a harmadik és negyedik méréssel pedig a frekvencia tartományban tudjuk megítélni az átvitel minőségét.

A méréseket 1960. szeptember 18-tól október 8-ig végeztük és végeredményben az 1960 szeptemberi állapotot rögzítettük. A mérések idején a műsorszolgáltatás zavartalanul folyt, ezért mérési célra csupán a műsoron kívüli időket használtuk.

A televízió láncot a lineáris hálózatok elve alapján vizsgáltuk. Azért választottuk ezeket a jellemzőket mérési célnak, mivel ezek határozzák meg alapvetően az átvitelt és ezekre a teljes lánc minden egyes láncszeme hatással van.

A munkabizottság tisztában volt azzal, hogy a képátvitel minőségét nem csupán a fenti négy jellemző határozza meg. Többfajta mérés elvég-

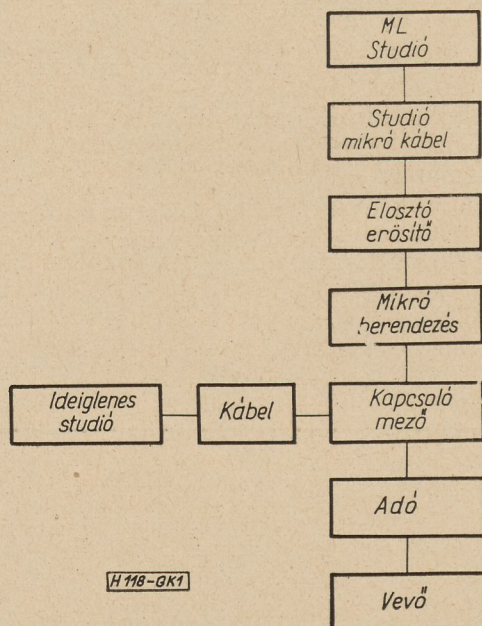
zése azonban a rendelkezésre álló idő rövidege miatt nem lett volna célszerű. Így nem végeztünk méréseket a képet kíséző hangcsatornára, a jel/zaj viszonyra, a kép-hang áthallásra, stabilitásra stb.-re vonatkozóan. Jóllehet hazánk ma már nagy adóhálózattal rendelkezik, a munkabizottság mégis csak a budapesti adó mérését tűzte ki célul. Ez részint földrajzi adottságokkal, részint pedig azzal magyarázható, hogy ez az adó látja el másorral a televízió vevőkészülékek legnagyobb részét. A képből elektromos jelet formáló berendezéseket — filmletapogató eszközöket, kamerákat stb. — egyáltalán nem vizsgálatuk. Az adóantenna és a vevőantenna mérésére sem tértünk ki.

A televízió lánc általában a következő láncszemekből épül fel:

1. a stúdióból,
2. a stúdió és az adó közötti átvivő rendszerből,
3. az adóból és
4. a vevőkészülékből.

Az 1. ábra alapján tekintsük át a kép útját. Stúdióon általában a stúdió berendezések összességét értjük. Ide tartoznak a filmközvetítő berendezések, a belső stúdió közvetítéséhez használható kamerák, az egyes kamerák keverésére szolgáló keverő berendezés. Ide tartoznak a közvetítő kocsik és a közvetítő kocsikat a központi stúdióval összekötő mikrohullámú berendezések.

A stúdióból kábelen keresztül a jel egy elosztó erősítőre jut. Ennek feladata, hogy az egy



1. ábra. A televízió lánc felépítése

kábelén jövő műsort több továbbmenő csatornára ossza szét. Ennek egyik kimenetéről kap jelet a mikrohullámú összeköttetés. A mikrohullámú vevőtől a jel passzív elemekből, csatlakozókból és kapcsolókból álló kapcsolómezőn keresztül jut a televízió képadóba. Az adó által kisugárzott képet a vevő veszi, erősíti és demodulálja. A mérésekhez az Orion és a Székesfehérvári Villamossági, Televízió és Rádió Gyár két legelterjedtebb készülékét használtuk: az Orion AT 403 típust, és a „Munkácsy” vevőkészülékét. A készülékeket a gyártó vállalatok bocsátották rendelkezésünkre.

A televízió lánc egy ideiglenes stúdióval is rendelkezik, ahol szintén van bemondó fülke TV kamerával, monoszóköpgenerátor, film-bontó, keverő berendezés stb. Az ideiglenes stúdióból a jel kábelén jut a kapcsolómezőre.

Vizsgálójelek és műszerek

A televízió lánc egyes elemei közül legtöbb csak akkor tud működni, ha az átvitt jelforma a televíziós sajátosságoknak megfelelően sorszinkronjelet és sorkioltó jelet is tartalmaz. Ezért vizsgálatainkat néhány kivételtől eltekintve, összetett szinkron-, kioltó-, képvizsgáló-jellel végeztük.

A stúdió méréseknél szinkronjelerősségként és kioltójelkeverőként a stúdió üzemi berendezéseit használtuk fel. A mikrohullámú berendezés, az adó stb. mérésénél Rhode—Schwarz gyártmányú segéd szinkronjelerősség és keverőt alkalmaztunk.

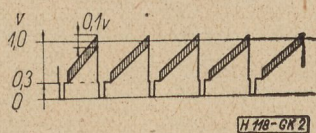
Az átviteli lánc egyes elemeinek mérésénél a be- és kimenő jel nagyság 1 V_{cses} értékű volt. Kivételt képezett a stúdió bemenő és kimenő, valamint a vevőkészülék kimenő jele. A be- és kimenő impedancia a fenti két kivételtől eltekintve 75 ohm volt.

Mielőtt az eredmények feldolgozásához kezdenénk, tekintsük át általánosan az egyes méréseket és a vizsgáló jeleket.

Nonlinearitás

A rendszer nonlinearitásának mérése arról ad felvilágosítást, hogy a bemenetre adott, különböző nagyságú — a megengedett határok között mozgó — jel a kimeneten arányos amplitudóval jelenik-e meg.

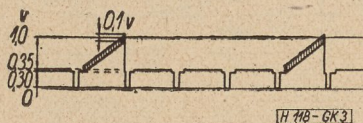
A nonlinearitás vizsgálatot sorsfrekvenciás szinkronjelek közé tett fűrészfeszültségre ültetett szinuszos jelekkel végeztük. (2 ábra). A szinusz-jel frekvenciáját MHz-es lépésekben 1—6 MHz-ig változtattuk. A 4 MHz-es vizsgálójelet a jelgenerátor állította elő, a többi frekvenciát külön szélessávú mérőgenerátorból nyertük.



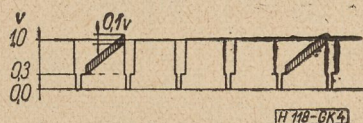
2. ábra. Fűrészjel minden sorban, a szuperponált szinusz frekvenciája 1, 2, 3, 4, 5 és 6 MHz

Miután a fűrészfeszültségre ültetett szinusz-jel a mérendő berendezésen áthaladt, felüláteresztő szűrővel leválasztottuk és oszcilloszkópra vezettük. Az ernyőn látható képről felvételt készítettünk és ennek alapján számoltuk a rendszer nonlinearitását.

A gyakorlatban előforduló szélsőséges munkaponti helyzetek vizsgálatához a generátor módot ad arra, hogy a jelben minden négy sor közül háromba fehér vagy fekete szintet tegyünk. Ilyen jel látható a 3., illetve 4. ábrán.



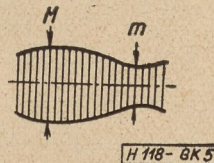
3. ábra. A fűrészjelet tartalmazó sorok között fekete szint, a szuperponált szinusz frekvenciája 4 MHz



4. ábra. A fűrészjelet tartalmazó fehér szint, a szuperponált szinusz frekvenciája 4 MHz

Az oszcilloszkóp ernyőjéről fényképezett felvétel (5. ábra) alapján a nonlinearitás értéke:

$$\frac{M - m}{M} 100 \%$$

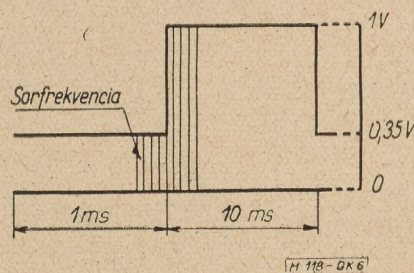


5. ábra. A nonlinearitás mérés értékelése

Négyszögimpulzus átvitel

Vizsgáltuk az alacsony frekvenciás átvitelre jellemző 50 Hz-es és a nagyfrekvenciás átvitelre, továbbá a fázistorzításra jellemző 250 kHz-es négyszögimpulzusok áthaladását a rendszeren.

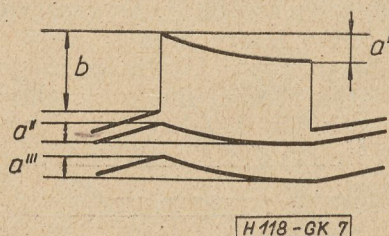
Az 50 Hz-es négyszögfeszültség mérőjele látható a 6. ábrán. A szinkronjelek változtatlanul a szabványnak megfelelően 64 μs-ként követik egymást. A képtartalom 10 ms-ként felváltva fehér, illetve fekete szintet tartalmaz.



6. ábra. Vizsgálójel 50 Hz-es ugrásátvitel mérésénél (Ábra-hiba helyesbítés: Mind a fekete, mind a fehér szint időtartama 10—10 ms)

A mérendő berendezésen áthaladt jelet oszcilloszkópra vezettük és fényképeztük.

Az 50 Hz-es jelnél az átvitelt tetőeséssel jellemezzük. A tetőesés meghatározására a 7. ábrán látható torzított jelből az a' , a'' és a'''

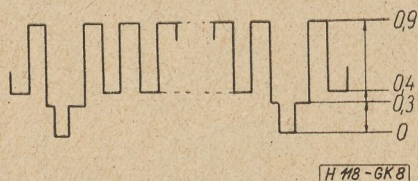


7. ábra. A tetőesés értelmezése

értékek közül a legnagyobbat kell behelyettesíteni a következő összefüggésbe:

$$\text{tetőesés} = \frac{a}{b} 100 \%$$

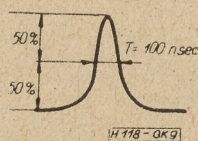
A 250 kHz-es négyszögimpulzus torzulása részint a nagyfrekvenciás amplitudóátvitel, részint a fázisátvitel hibáira mutat. A 250 kHz-es négyszögjel a sorszinkronjellel szinkronban volt. A bemenő jelalak látható a 8. ábrán.



8. ábra. Vizsgálójel 250 kHz-es ugrásátvitel mérésénél

A 250 kHz-es impulzus átvitelénél a felfutási időt a felfutó élnek a négyszögamplitudóra vonatkoztatott 10 %-a és 90 %-a között mértük. Idealizált felfutási idő alatt a négyszögamplitudó 50 %-os pontjánál húzott érintő felfutási idejét értjük, szintén a 10 % és 90 % között. A túllövés százalékban kifejezett értékét szintén a négyszögimpulzusra vonatkoztattuk.

Néhány berendezésen tüimpulzussal — $\cos^2$ alakú impulzussal — is végeztünk vizsgálatot. A tüimpulzus a 9. ábrán látható. Az impulzus szélességét az impulzus amplitudójának 50 %-os értékénél definiáljuk. Ez az érték, mivel az impulzust előállító generátor CCIR szabványú volt, az 5 MHz-es sávzélességnek megfelelően 100 ns-nak adódik. Az impulzus ismétlődési frekvenciája kb. 45 kHz, tehát soronként három impulzust adott a generátor.



9. ábra. Tüimpulzus ($\cos^2$ impulzus)

Amplitúdókarakterisztika

Az amplitúdókarakterisztika a nagyfrekvenciás tartományban meghatározza a képfelbontás finomságának átvitelét.

Mérését wobbler generátorral végeztük el, mely 20 ms-ként előállította a kb. 0,1—10 MHz-ig terjedő spektrumot. Kétféle generátorral is rendelkezünk.

A Rhode—Schwarz gyártmányú SWOF típusú videoszkópnak az aránylag nagyméretű beépített képerőnyője és a dB-ben hitelesített skálája könnyű leolvasási lehetőséget biztosított.

Az amplitúdókarakterisztika mérésének másik lehetséges módja a Siemens futásiidőmérő felhasználása volt. A hitelesítés itt a futási időmérőbe beépített csillapítás beiktatásával történt.

A televízió képadó amplitúdókarakterisztikájának mérése az elnyomott oldalsávós átvitel miatt külön megfontolásokat igényel, amiről az irodalom [2] részletesen beszámol.

Mindkét wobbler generátor, különösen a Rhode—Schwarz gyártmányú, a mérési végeredményt közvetlenül szolgáltatva, tehát külön kiértékelésre itt nem volt szükség. Az átviteli karakterisztikát fényképeztük.

Futási idő karakterisztika

A fázis frekvencia szerinti differenciáhányadosának, vagyis a futási időnek mérésére speciális műszereket fejlesztettek ki. A Siemens gyártmányú futási időmérő összeállítás a következő öt egységet tartalmazza:

- wobbler generátor,
- adó-oldali vezérlő generátor,
- vevő-oldali vezérlő generátor,
- vevő és oszcilloszkóp egység,
- tápegység.

A műszer a 0,1—10 MHz frekvenciatartományban a Nyquist-elv alapján működik és lehetőséget nyújt távolfekvő pontok közötti futási idő mérésére is. A TV vevőkészülékeket gyártó vállalatok kívánságára megmértük a vevő KF futási idejét is. A mérésre a 20—40 MHz tartományban működő Philips gyártmányú GM 2894 típusú műszert használtuk. Ez szintén Nyquist-elv alapján működik, azonban külön FM generátort és oszcilloszkópot igényel.

Mindkét futási időmérő műszer hitelesítése a berendezésbe beépített, kalibrált futási idők beiktatásával történt, amelyek az oszcilloszkópra rajzolt görbét függőlegesen állandó értékek eltolták.

Külön kiértékelésre itt sem volt szükség, mivel a végeredmény az oszcilloszkópon közvetlenül megjelent és ezt fényképeztük.

A mérések leírása

Stúdió

A mechanikai laboratórium által gyártott stúdió magában foglalja a kamerákat, a filmbontó berendezéseket és egy keverő egységet. Mi az első két berendezés-csoportot nem vizsgál-

tuk, mivel annak bemenő jele a fénytani kép és nem elektromos jel. Mérésünket csupán a keverőberendezésre korlátoztuk.

Ez négy élő csatornát tartalmaz. A négy lehetőség közül sorsolással a hármas csatornát választottuk ki. Az ML stúdió bemenetének az UP 16/A közbenső erősítőt tekintettük. A stúdió végpontja a vonalerősítő kimenete volt, ahol az ML stúdió a mikrohullámú adó felé vezető kábelhez csatlakozik. A csatlakozási adatok a következők:

$$\begin{aligned}U_{be} &= 100 \text{ mV}_{\text{cscs}} \\Z_{be} &= 75 \text{ ohm} \\U_{ki} &= 1,4 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{ki} &= 75 \text{ ohm}\end{aligned}$$

A vizsgálójelek csak kioltójelből és képtartalomból álltak, a szinkronjeleket a berendezés keverte hozzá.

A stúdiót a mikrohullámú berendezéssel összekötő kábel

Az ML stúdió kimenetét az elosztó erősítő bemenetével kb. 80 m hosszú, 75 ohm hullámellenállású kábel köti össze. Az átvívó láncnak nem döntő eleme, így mérésével keveset foglalkoztunk. Mivel két egyforma kábel van, a mérést a két láncba kötött kábelre hurokméréssel végeztük el, így a mérőműszerek és a generátorok ugyanott voltak elhelyezhetők.

Elosztóerősítő

Feladata az egyetlen bejövő csatornának több kimenő csatornára való elosztása. Összesen öt kimenő csatornát tartalmaz.

Csatlakozási adatok:

$$\begin{aligned}U_{be} &= 1 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{be} &= 75 \text{ ohm} \\U_{ki} &= 1 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{ki} &= 75 \text{ ohm}\end{aligned}$$

Mikrohullámú berendezés

Két párhuzamosan működő mikrohullámú berendezés van. Az egyik külföldi CSF gyártmányú, a másik belföldi BHG gyártmányú. Mindkettő csatlakozási adatai azonosak:

$$\begin{aligned}U_{be} &= 1 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{be} &= 75 \text{ ohm} \\U_{ki} &= 1 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{ki} &= 75 \text{ ohm}\end{aligned}$$

A futási idő mérése a távolfekvő pontok között a wobbuláció vezérlése miatt nehézséget okozott. A vezérlő impulzusok átvitelére külön csatornát — LB telefonösszeköttetést — használtunk.

Ideiglenes stúdió. Ideiglenes stúdió—adó kábel

Az ideiglenes stúdióban csak a stabilizáló erősítőt mértük. A kamerák, diabontó berendezések vizsgálatát nem végeztük el. Az ideig-

lenes stúdió és az adó közötti távolságot több 75 ohm hullámellenállású kábel hidalja át. A kábelek hossza kb. 250 m. Két mérés-sorozatot végeztünk.

1. Televízió adó — ideiglenes stúdió kábel.
2. Televízió adó — ideiglenes stúdió kábel — ideiglenes stúdió keverő egysége — ideiglenes stúdió — adó kábel

Csatlakozási adatok:

$$\begin{aligned}U_{be} &= U_{ki} = 1 \text{ V}_{\text{cscs}} \\Z_{be} &= Z_{ki} = 75 \text{ ohm}\end{aligned}$$

A méréseknél nehézséget csak a távolfekvő pontok közötti futási-időmérés okozott. A wobbuláció vezérlőimpulzusának átvitelére itt is az LB telefonösszeköttetést használtuk.

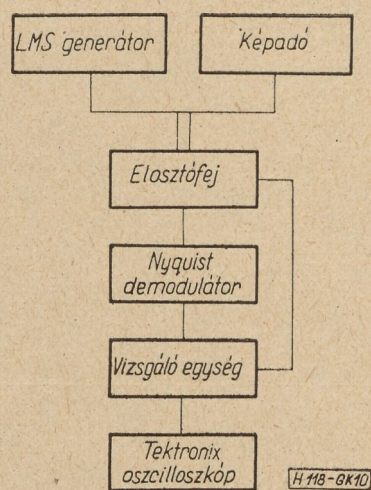
Adó

Az adó mérését a CCIR szabványú Nyquist-demodulátor hitelesítésével kezdtük. A mérés kapcsolása a 10. ábrán látható. A Nyquist-demodulátor mért karakterisztikáját a 11. ábra mutatja.

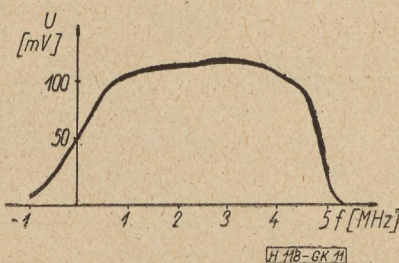
A méréseknél nehézséget okozott, hogy az adó bemenete video-jelet kívánt meg, a kimeneten viszont a video-jellel modulált nagy frekvencia jelent meg.

A kimeneti csatlakozási pont az egyes méréseknél a következő:

1. Nonlinearitás mérésénél az adó végfoka után beépített két oldalsávós demodulátor.



10. ábra. A Nyquist-demodulátor mérése



11. ábra. A Nyquist-demodulátor karakterisztikája

2. Négyszögimpulzus átvitelnél (mind kis-, mind nagyfrekvenciás négyszögimpulzusnál) a Nyquist-demodulátor kimenete.

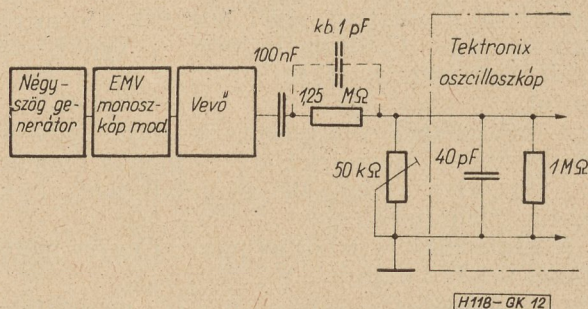
3. Amplitúdó-karakterisztika mérésénél a Rhode—Schwarz gyártmányú Seitenband—Sichtzusatz műszer kimenete.

4. Futási idő karakterisztika mérésénél a Nyquist-demodulátor kimenete.

Vevő

A vevő mérések elvégzésénél nagy nehézséget okozott, hogy a mérési beavatkozás az üzemi viszonyokat megváltoztatta. Minden egyes mérésnél külön megfontolást igényel az üzemi állapotnak megfelelő lezárás biztosítása.

A nagyfrekvenciás négyszögimpulzus mérése a 12. ábrán látható kapcsolásban történik. A képcső katódjáról egyenfeszültségleválasztó

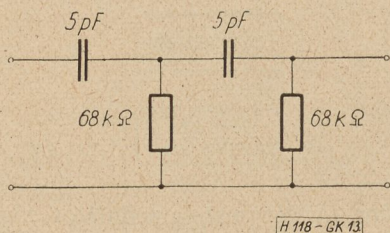


12. ábra. A vevőkészülék 250 kHz-es ugrásátvitelének mérése

kondenzátor után kapacitív kompenzált osztóval juttattuk a jelet a Tektronix oszcilloszkóp bemenetére. A kompenzátor beállítását az 50 kΩ-os potenciométer tette lehetővé.

Az 50 Hz-es négyszögimpulzus tetőesését illesztő tag nélkül, közvetlenül a képcső katódján mértük a Tektronix oszcilloszkóppal.

Linearitás mérésénél a 13. ábrán látható felületeresztő szűrőt használtuk.



13. ábra. A vevő nonlinearitás mérésénél használt felületeresztő szűrő

A négyszögimpulzusok, továbbá a nonlinearitás mérésénél generátorként az Elektromechanikai Vállalat monoszkópmodulátor berendezését használtuk.

Az amplitúdó-karakterisztika mérésénél generátorként a Rhode—Schwarz gyártmányú SMAF típusú generátor szerepel. A vezérlést szimmetrizálón keresztül vezettük a vevőhöz.

A mérés kimenő pontja a képcső katódjára menő kábel végpontja volt, amelyről leválasztottuk a képcsövet és a kábelt a Tektronix oszcilloszkóp mérőfejének katódkövetőjére csatlakoztattuk. Az utóbbinak a kapacitása meg egyezett a képcső kapacitásával. A középfrekvenciás rész futási-idő-karakteristikájának mérésénél a bemenet a dobváltó mérőpontja (PCF rács) volt.

Lánc

A láncmérésnél az összes fent felsorolt berendezésen áthaladt a jel. A bemenet az ML stúdió közbeeső erősítőjének bemenete volt, ugyanúgy, mint a stúdió mérésnél. A lánc kimenő pontja a vevőkészülék képcsővénél katódjához vezető kábel végpontja. A kábeltől lekapcsoltuk a képcsövet és helyette a Tektronix oszcilloszkóp mérőfejével, az üzemi állapotnak megfelelően terheltük.

A láncmérésben a következő egységek szerepeltek:

ML stúdió,

a stúdiót a mikrohullámú berendezéssel összekötő kábel,
elosztóerősítő,
mikrohullámú berendezés (CSF, ill. BHG gyártmányú),
kapcsolómező,
adó,
vevő (AT 403, ill. „Munkácsy“).

A mérési eredmények értékelési módszeréről

A mérési eredmények értékelésénél két fontos kérdéscsoport merül fel:

1. Hogyan hasonlíthatók össze az egyes szakaszokra vonatkozó mérési eredmények? Milyen következményeket kell kielégíteniük az egyes szakaszoknak?

2. Milyen kapcsolat van a mérési eredmények között? Milyen korreláció van a hullám alak torzulás és az átviteli karakterisztika között?

Az alábbiakban néhány rövid megjegyzés formájában megvilágítjuk a felmerülő problémákat és az első kérdéssel kapcsolatban bevezetjük a „megfelelő érték” fogalmát, a második kérdésnél pedig az „összhangban van” kifejezést.

A megfelelő érték fogalma

Az egyes szakaszok nem homogének, ezen a következőt értjük:

A stúdió (video) alapsávi rendszer, hasonlóan (video) alapsávi rendszer a kábel és az elosztó erősítő is. Ezek frekvencia transzformációt nem tartalmaznak. A mikrohullámú berendezés frekvenciamodulált rendszer. Az adó, valamint a vevő elnyomott oldalsávú amplitúdómodulációs rendszer. Az előforduló három rendszer tulajdonságai modulációs szempontból különböznek. Hasonlóképpen különböznek a rendszerek szintek szempontjából is. A stúdió kis teljesítményekkel dolgozik, az adó nagy teljesítmények vezérlését kívánja meg.

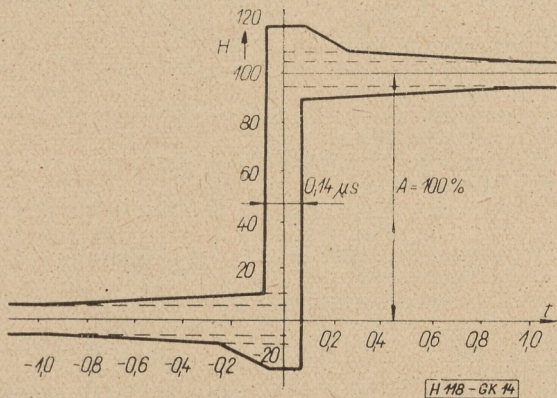
A helyzetet tovább bonyolítja az is, hogy nemzetközi előírások belföldi hírközlő rendszerekre általában nincsenek. A CCIR és az OIRT szabványok csak azokat az adatokat rögzítik, melyek a nemzetközi együttműködés szempontjából fontosak. Ilyenek pl. az adók frekvenciasávja és a csatlakozási értékek. A televízió vevőkre vonatkozó szabványok most vannak kialakulóban. A televízió stúdió—mikrohullámú összeköttetés—adó—vevő láncra vonatkozóan a CCIR

csupán annyit ajánl, hogy a futási-időingadozás felét az adóban, másik felét a vevőben kell korrigálni.

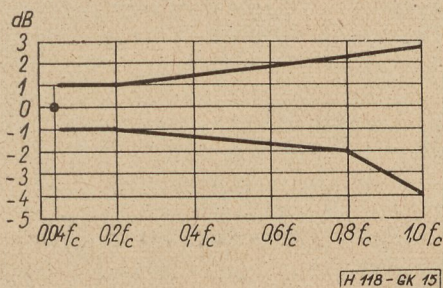
A leírtakból látható, hogy a megfelelő vonatkoztatási szint meghatározása igen bonyolult feladat. A nehézségen úgy kívántunk segíteni, hogy a televízió műsor nagytávolságú átvitelére vonatkozó CCIR ajánlást (Recommendation No. 267. Los Angeles 1959) vettük alapul. Mind a vevőre, mind a televízió stúdió—mikrohullámú

1. táblázat

	Non-linearitás	50 Hz	250 kHz		A	Tau
			Túllövés	Felfutás		
Stúdió	3,5%	+1%	+3,5% -1,5%	108 ns	ábra 12	ábra 12
Stúdiót a mikrohullámú berendezéssel összekötő kábel	—	—	—	—	ábra 12	ábra 12
Elosztó erősítő	3,5%	1,5%	+3,5% -1,5%	108 ns	ábra 6	ábra 6
Mikrohullámú berendezés	3,5%	1,5%	+3,5% -1,5%	108 ns	ábra 6	ábra 6
Ideiglenes stúdió	3,5%	1%	+3,5% -1,5%	108 ns	ábra 12	ábra 12
Ideiglenes stúdió-adó kábel	—	—	—	—	ábra 12	ábra 12
Adó	10%	10%	10%	150 ns	adó előírás szerint	
Vevő	20%	10%	20%	140 ns	ábra	ábra
Lánc	44%	25%	44%	300 ns	ábra 0,3	ábra 0,3

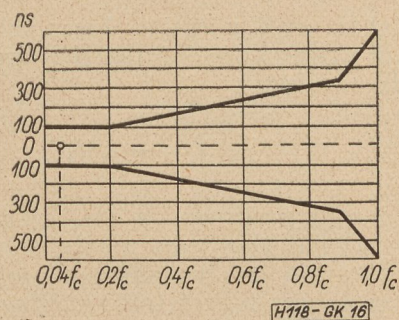


14. ábra. 250 kHz-es négyszögimpulzus tolerancia sémája nagytávolságú televízió összeköttetésnél

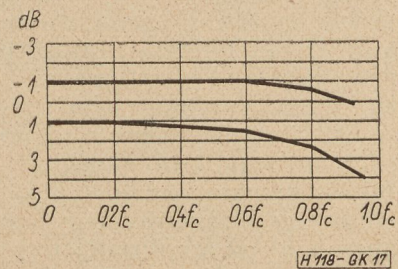


15. ábra. Az amplitúdókarakterisztika tolerancia sémája nagytávolságú televízió összeköttetésnél

berendezés—adó részére a 2500 km hosszú láncra vonatkozó ajánlást fogadtuk el. Ez azt jelenti, hogy a televízió stúdió—mikrohullámú berendezés—adó—vevő láncra kb. a kétszeresét enged-



16. ábra. A futási-időkarakterisztika tolerancia sémája nagytávolságú televízió összeköttetésnél



17. ábra. Az amplitúdókarakterisztika sémája televízió adónál

jük meg annak, amit a CCIR 2500 km hosszú televízió összeköttetésre ajánl. Ezen hipotézis alapján lehetőségünk nyílik az összehasonlítási alap megteremtésére. Az 1. táblázatban, ill. a 14—17. ábrákban összefoglaljuk a felbontásból adódó értékeket. Az ábra/12 azt jelenti, hogy az ábrában megengedett tolerancia 1/12-ed részét engedjük meg.

A mérési eredmények összhangja

A mérési eredmények egyetlen mérésen alapulnak, tehát nem átlagértékek. Ezért különös fontosságot kapnak azon elméleti megfontolások, amelyek az átviteli jellemzők között kapcsolatot teremtenek. Abban az esetben, ha a mérési eredmények a várakozásnak megfelelnek, vagyis az elméleti megfontolásokkal összhangban vannak, akkor az általunk végzett tájékoztató mérések nagyobb hitelt érdemelnek. Az alábbiakban az átviteli karakterisztika és a hullámalak torzulás között bemutatunk néhány összefüggést.

Az amplitudó karakterisztikával történő leírás igen elterjedt, mert

1. Az amplitudó karakterisztika mérése nem okoz nehézséget.

2. Minimál fázisú hálózatoknál az amplitudó karakterisztika a fázis karakterisztikát meghatározza. Ezt a kapcsolatot a Bode-féle formulák adják meg.

Az ugrásátvitel vizsgálatánál célszerű figyelmünket a 250 kHz-es impulzus átvitelére koncentrálni. A hullámalak felfutása és lefutása lineáris rendszerben megegyezik, ami azt jelenti, hogy a fekete-fehér átmenet és a fehér-fekete átmenet azonos. Az állítás igazolása azon alapszik, hogy a vizsgálójel

$$u_1(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{1}{2\nu+1} \sin(2\nu+1)\omega_1 t$$

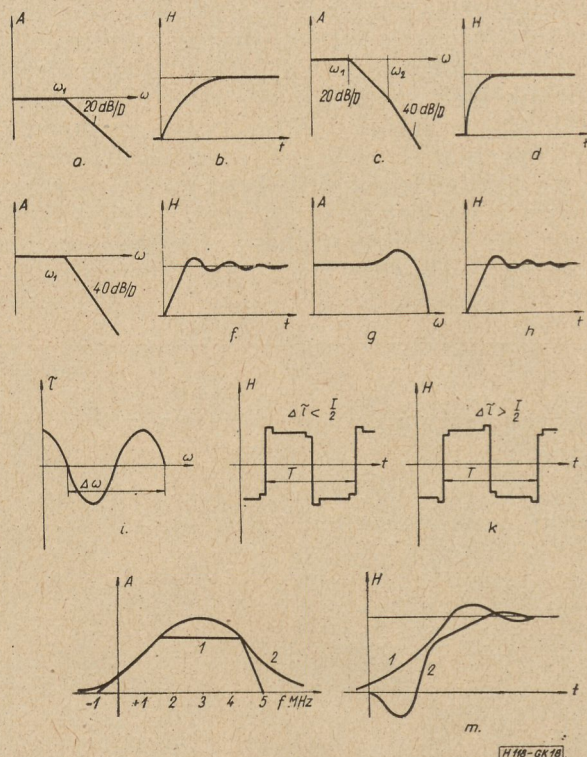
alakú, tehát csak páratlan harmonikusok tartalmaz. A felfutás és lefutás megegyezésének matematikai feltétele

$$u_2\left(t + \frac{T}{2}\right) = -u_2(t) \quad (1)$$

Ha az átvivő rendszer lineáris, akkor a kimeneten is csak páratlan felharmonikusok jelennek meg. A páratlan felharmonikusok mindegyike kielégíti az (1.) egyenletet, tehát a felfutás és lefutás megegyezik.

A frekvencia és időtérben való leírás (vagyis az átviteli karakterisztika és a hullámalak torzulás) kapcsolata mérnöki számításokra alkalmas formában még nem teljesen tisztázott. A toleranciák magadása az időtartományban, illetve a frekvenciatartományban nem egyértelmű. A kérdés a CCIR ajánlásoknak is alapproblémája és ezért a témára vonatkozó elméleti és kísérleti anyag bővítése nagyon fontos.

Mellékelünk egy ábragyűjteményt, mely megadja a kapcsolatot az amplitudó karakterisztika és a hullámalak torzulás között (18. ábra). Az amplitudó karakterisztikák leírása a Bode-féle



18. ábra. Az amplitudó karakterisztika és a hullámalak torzulás kapcsolata

- egyszerű aluláteresztő rendszer amplitudó karakterisztikája
- egyszerű aluláteresztő rendszer hullámalak torzulása
- enyhe vágású aluláteresztő rendszer amplitudó karakterisztikája
- enyhe vágású aluláteresztő rendszer hullámalak torzulása
- meredek vágású aluláteresztő rendszer amplitudó karakterisztikája
- meredek vágású aluláteresztő rendszer hullámalak torzulása
- kiemelést mutató aluláteresztő rendszer amplitudó karakterisztikája
- kiemelést mutató aluláteresztő rendszer hullámalak torzulása
- a hullámosság hatása a futási idő karakterisztikában
- hullámalak torzulás a futási-idő-karakterisztika hullámossága esetén
- hullámalak torzulás a futási-idő-karakterisztika hullámossága esetén
- elnyomott oldalsávú rendszer amplitudó karakterisztikája
- elnyomott oldalsávú rendszer hullámalak torzulása

törtvonalas közelítéssel történt. Ezekből az ugrásátvitel a Laplace-transzformáció segítségével az ábrán látható a, c, e, g esetre elvégezhető. Az i esetet (hullámosság) a Fourier-transzformációs formula sorbafejtésével kaptuk. Az átviteli karakterisztika hullámosságát csak tau hullámosság esetén mutatjuk be, bár a számítás a többi esetre is elvégezhető. Ez a hullámosság késő és siető jeleket okoz, ami a 250 kHz-es négyszögimpulzus átvitelt torzítja. Az 1. esetet (elnyomott oldalsáv) H. Nyquist (1. görbe) és Finn és Louvet (2. görbe) számításai alapján rajzoltuk meg. Látjuk, hogy ebben az

esetben nagyon bonyolult hullámalakokat kapunk.

A nonlinearitásnak a frekvencia függvényében való mérésénél — az FM rendszerektől eltekintve — nem találunk változást a 2—6 MHz tartományban. Az 1 MHz-en mért nonlinearitás általában nagyobb, vagy egyenlő volt a 2—6 MHz tartományban mért értéknél. A cikkben a nonlinearitásra vonatkozó feltételeknél a fűrészre szuperponált szinusz frekvenciája 2 MHz volt.

Jellegzetes felvételek

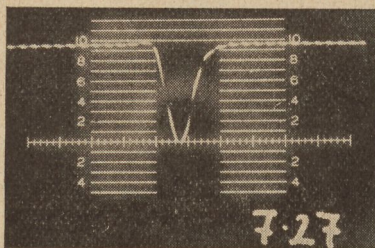
A munkabizottság a mérések folyamán körülbelül 250 fényképfelvételt készített. Ezekből közlünk most néhány jellegzetes felvételt.

A 19. és 20. ábrák a tüimpulzus ($\cos^2$ impulzus) vizsgáló jelet mutatják. A marker 50 ns.

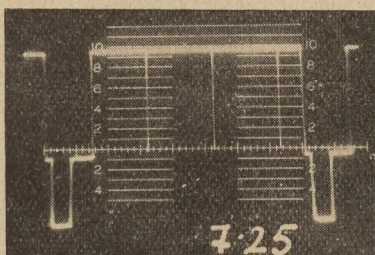
A 21., 22., 23., és 24. ábrák a stúdióra vonatkoznak. A 250 kHz-es négyszögimpulzus túllövése 10%. Az amplitúdó karakterisztikán 1 MHz-es távolságban markereket találunk. Az 1 MHz-es pontra vonatkoztatva a 3 dB-es pontot 6,5 MHz-nél találjuk. A 24. ábra a 0,1—10 MHz tartományban mutatja a futási időt. A két görbe közötti távolság — az ugrás — 30 ns-nak felel meg.

A felvételek összhangban vannak. A futási idő karakterisztika 4 MHz-nél levő hullámossága utal az ugrásátvitelben jelentkező túllövésre. A túllövés valószínű oka tehát reflexió (lásd 18. j. ábra).

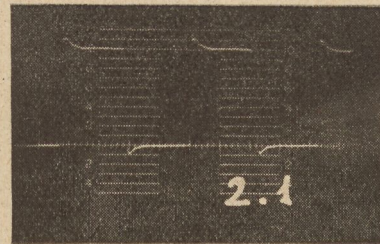
A 25. és 26. ábrák az elosztó erősítő 250 kHz-es átvitelét és amplitúdó karakterisztikáját mutatják. A hullámalak torzulás és az amplitúdó karakterisztika összhangja a 18. c, d, ábrának felel meg.



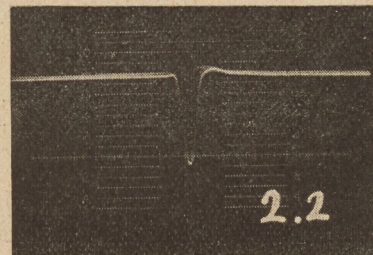
19. ábra. Tüimpulzus. Marker 50 ns



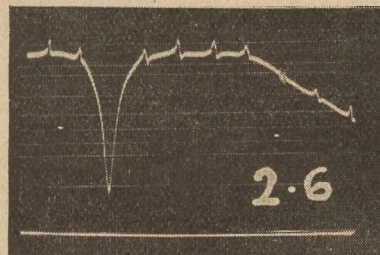
20. ábra. Tüimpulzus



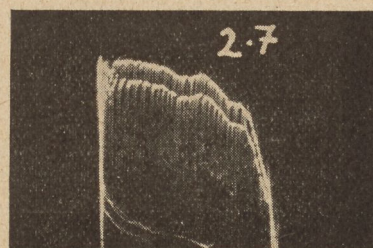
21. ábra. Stúdió. 250 kHz-es négyszögimpulzus



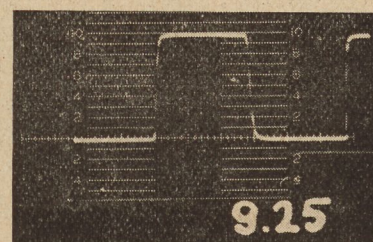
22. ábra. Stúdió. Tüimpulzus



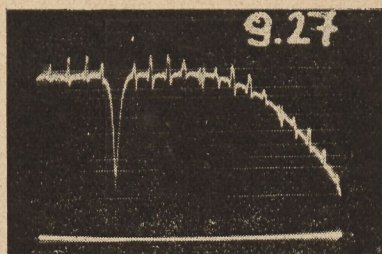
23. ábra. Stúdió. Amplitúdókarakterisztika



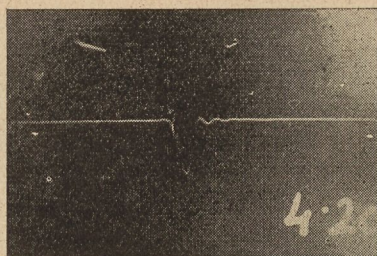
24. ábra. Stúdió. Tau karakterisztika. Ugrás 30 ns



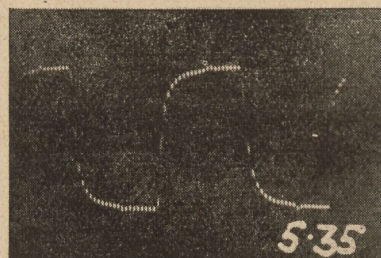
25. ábra. Elosztó erősítő. 250 kHz-es négyszögimpulzus



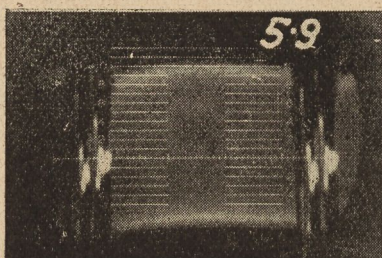
26. ábra. Elosztó erősítő. Amplitudókarakterisztika



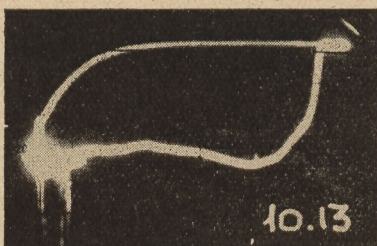
29. ábra. CSF mikrohullámú berendezés. Tűimpulzus



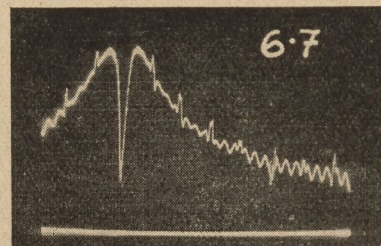
32. ábra. Ideiglenes stúdió. 250 kHz-es négyszögimpulzus



27. ábra. CSF mikrohullámú berendezés. Nonlinearitás (2 MHz)



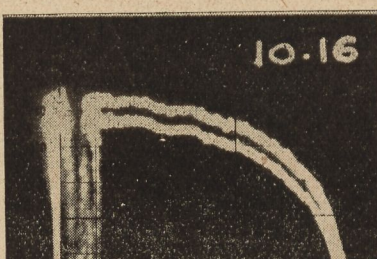
30. ábra. CSF mikrohullámú berendezés. Amplitudókarakterisztika a Siemens futási idő mérő műszeren



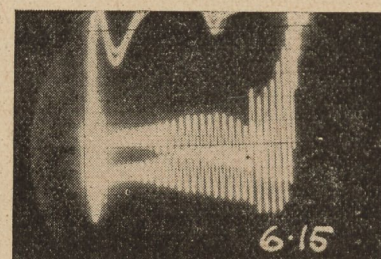
33. ábra. Ideiglenes stúdió. Amplitudókarakterisztika



28. ábra. CSF mikrohullámú berendezés. 250 kHz-es négyszögimpulzus



31. ábra. CSF mikrohullámú berendezés. Futási időkarakterisztika. Ugrás 30 ns

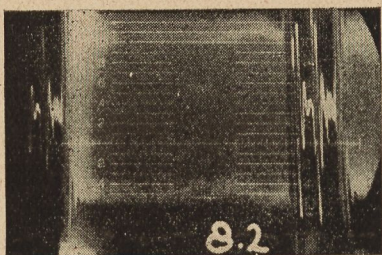


34. ábra. Futási időkarakterisztika. Ugrás 300 ns

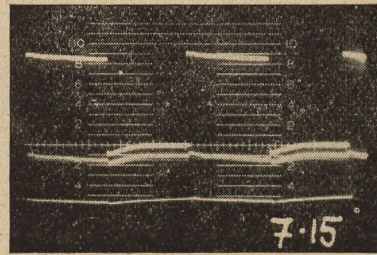
A 27., 28., 29., 30., 31. ábrák a CSF mikrohullámú berendezést jellemzik. A 27. ábra a nonlinearitást mutatja (értéke 2%). A 30. ábra a Siemens futási időmérő műszeren mutatja az amplitudó karakterisztikát. Az amplitudó karakterisztika kiemelése 8 MHz-nél van. A 3 dB-es pont 9 MHz-nek felel meg. A 31. ábrán látható futási idő karakterisztikán az ugrás 30 ns. A mérési eredmények összhangban vannak és a 18. g, h ábrának felelnek meg.

Az ideiglenes stúdióra vonatkozó felvételek

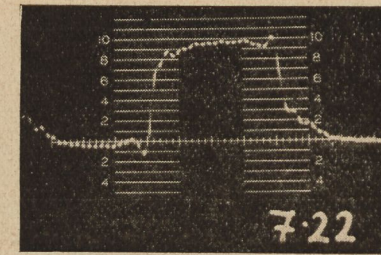
erős reflexiót mutatnak. A mért szakasz a következő elemeket tartalmazta: televízió adót az ideiglenes stúdióval összekötő kábelt, az ideiglenes stúdió keverő egysége, az ideiglenes stúdiót az adóval összekötő kábel. A 33. ábrán az amplitudó karakterisztika, a 34. ábrán a tau karakterisztika hullámosságát láthatjuk. Ez a hullámosság a 250 kHz-es ugrásátvitelben (32. ábra) mint púp jelentkezik. A mérési eredmények összhangja a 18. ábra alapján itt is megállapítható.



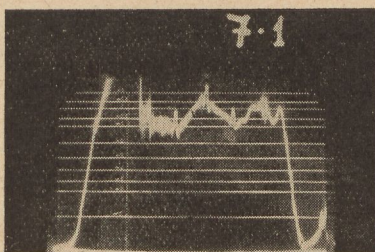
35. ábra. Adó. Nonlinearitás (2 MHz)



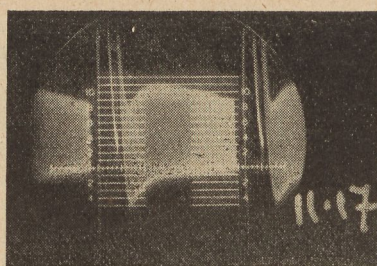
36. ábra. Adó. 50 Hz-es négyszög-átvitel



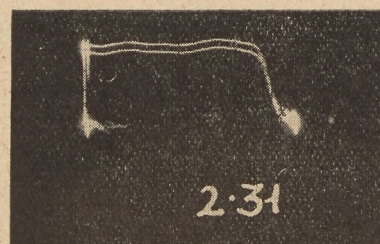
37. ábra. Adó. 250 kHz-es négyszögátvitel



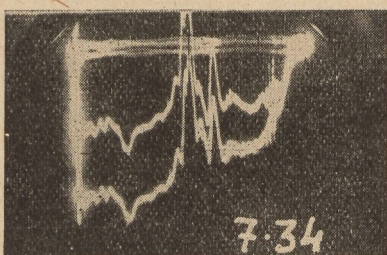
38. ábra. Adó.
Amplitudókarakterisztika



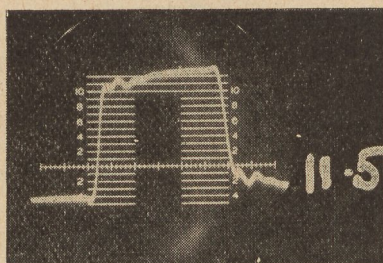
41. ábra. AT 403 vevő. Nonlinearitás (2 MHz)



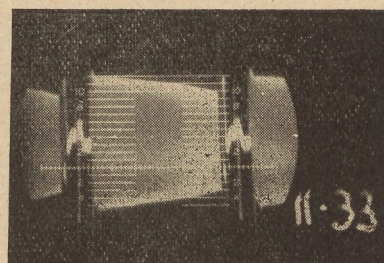
44. ábra. AT 403 vevő. Futási-ideő-karakterisztika. Ugrás 300ns. Marker 4 MHz



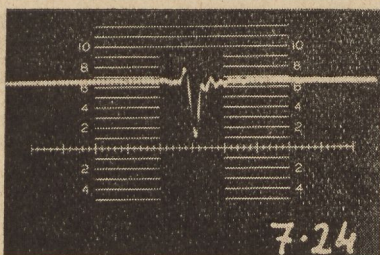
39. ábra. Adó. Futási-ideő-karakterisztika. Ugrás 300ns



42. ábra. AT 403 vevő. 250k Hz-es négyszögimpulzus



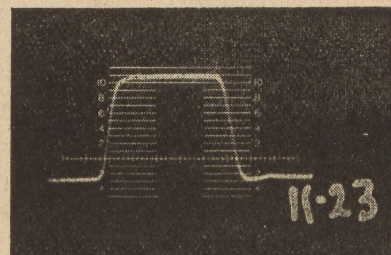
45. ábra. Munkácsy. Nonlinearitás (2 MHz)



40. ábra. Adó. Tűimpulzus ($\cos^2$ impulzus)



43. ábra. AT 403 vevő. Amplitudókarakterisztika



46. ábra. Munkácsy vevő. 250 kHz-es négyszögimpulzus

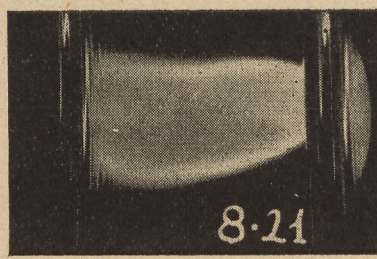
Az adó nonlinearitásáról nyújt felvilágosítást a 35. ábra, amiről a korrigálás hatása leolvasható. Az adó 50 Hz-es átvitele (36. ábra) 8% tetőesést mutat. A 37., 38., 39. ábrák az adó 250 kHz-es átvitelét, valamint az amplitudó és tau karakterisztikát mutatják. A 37. ábrán levő negatív túllövés fázishibára utal. Az adó futási idő karakterisztikáját mutató képen az ugrás 300 ns. Az amplitudó karakterisztika megfelelő. A megkívánt meredek levágás a 38.

ábrán látható. Annak ellenére, hogy az adó mérési eredményei bonyolult menetet mutatnak, az ugrásátvitel, a $\cos^2$ impulzus áthaladása (40. ábra), továbbá az amplitudó és fáziskarakterisztika összhangban van.

Az AT 403 készülékre vonatkozó felvételtől a 41. ábrán a nonlinearitást láthatjuk. Értéke 30%. A 250 kHz-es átvitel a 42. ábrán látható. A 43. ábra az amplitudó karakterisztikát mutatja, melynek 3 dB-es pontja 3,5 MHz-nél



47. ábra. Munkácsy-vevő. Amplitudókarakterisztika



48. ábra. Teljes televízió lánc. Nonlinearitás (2 MHz)

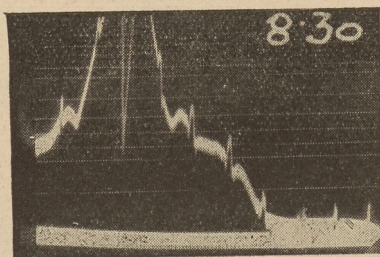


49. ábra. Teljes televízió lánc. 250 kHz-es négyszögimpulzus

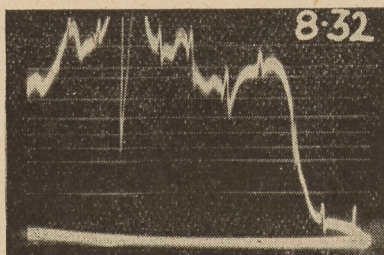
van. A 44. ábra a teljes vevő futási idejét mutatja. A görbe ugrása 300 ns, a marker 4 MHz-nél van.

A Munkácsy-készülék nonlinearitása a 45. ábráról leolvashatóan 27%. A készülék ugrás-átviteléről a 46. ábra, amplitudó karakterisztikájáról a 47. ábra ad felvilágosítást.

A teljes TV láncról számolnak be a 48., 49. és 50. ábrák. Ezek a fényképek az AT 403 vevővel készültek. A teljes televízió lánc Munkácsy-vevővel a 51. ábrán látható amplitudó karakterisztikát mutatta.



50. ábra. Teljes televízió lánc. Amplitudó karakterisztika



51. ábra. Teljes televízió lánc. Amplitudókarakterisztika a Munkácsy-készülékkel

Záró megjegyzések

Azok a tájékoztató jellegű mérések, melyekről néhány jellegzetes felvételt az előzőekben bemutatunk, az üzemeltető intézmények és a híradástechnikai iparág számára sok tapasztalatot nyújtottak. A mérések a televízió lánc több elméleti problémájára rávilágítottak, például a torzítások halmozódásának kérdésére, az amplitudó és futási idő kapcsolatának vizsgálatára, az amplitudó karakterisztika és a hullámalak torzulás összefüggésére. A mérések felvetették a belső televízió láncra vonatkozó ajánlások kidolgozását. Ezen szabványok kidolgozása az egyes szakaszokra vonatkozóan nagyban emelné a híradástechnika színvonalát. Felmerült a vevők

egységes szempontok szerint történő teljes mérésének a szükségessége, amit egy központi intézményben lehetne megvalósítani.

A mérésekben érdekelt intézmények az átviteli jellemzők javítása érdekében minden erőfeszítést megtesznek. Például az MRT az ideiglenes kábelkompenzáló erősítőt helyezett el, a Posta Rádió Műszaki Hivatal az adó jellemzőit az átvétel óta javította, az Orion az AT 403 amplitudó karakterisztikájának 3 dB-s pontját 4–4,2 MHz-re emelte fel.

E tanulmány szerzőin kívül a Híradástechnikai Tudományos Egyesület munkabizottságának tagjai a következők voltak:

Csepreghy-Horváth Kázmér laboratóriumvezető mérnök, Elektromechanikai Vállalat,

Froemel Károly mérnök, Orion,

Horváth Miklós fizikus, Magyar Rádió és Televízió,

Steffler Sándor mérnök, Elektromechanikai Vállalat.

Köszönettel és elismeréssel emlékezünk mindazokra, akik munkánkat támogatták és tanácsaikkal, illetve a mérések egyes fázisaiban való részvételükkel a mérés sikerét előmozdították.

IRODALOM

1. Csepreghy-Horváth Kázmér: Mikrohullámú összeköttetések televíziós alapsávi mérési módszerei és műszerei. Magyar Híradástechnika, 1959. október.
2. Villányi Ottó: Televízió képadók minőségi jellemzőinek mérése. Magyar Híradástechnika, 1960. október.
3. H. Nyquist—S. Brandt: Measurement of phase distortion. Bell System Technical Journal, 1930. július.
4. Nagy István—Frigyes István: A hazai rövidtávú televízió összeköttetés. Magyar Híradástechnika, 1959. április.
5. Kovalóczy György: A budapesti 30 kW-os televízió adó állomás. Magyar Híradástechnika, 1958. február.
6. C. C. I. R. Documents of the IX-th plenary assembly, Los Angeles, 1959., Volume I. Recommendations.
7. IRE Standards on television: Methods of testing monochrome television broadcast receivers, 1960. Prov. IRE, 1960. június.
8. I. F. Macdiarmid: Waveform distortion in television links. The Post Office Electrical Engineers Journal, 1959. július, október.
9. Simonyi Károly: Elméleti Villamosságtan. Tankönyvkiadó, 1958.
10. H. Nyquist—K. W. Pfleger: Effect of the quadrature component in single sideband transmission. Bell System Technical Journal. 1940. január.
11. Я. Н. Эфрусс: Фазовая коррекция телевизионных передатчиков, Издательство иностранной литературы, Москва, 1959.

Közvetlen szemléletes módszer a lineáris reciprok négypólusok láncmátrixának meghatározására

BOLGÁRFALVI KÁROLY
Távközlési Kutató Intézet, Budapest

A dolgozat olyan számítási módszert ismertet, melynek segítségével gyorsan meghatározható a lineáris reciprok négypólus láncmátrixa, ha a négypólus belső struktúrája ismeretes. A dolgozathoz kitérünk, hogy ez a számítási módszer előnyösebb az eddig ismerteknél, mivel a láncmátrix meghatározásánál nem szükséges áramokat és feszültségeket tartalmazó egyenleteket felírni. Ezen számítási módszer célszerűsége abból is kitűnik, hogy használható elosztott paraméterű négypólusok esetén. Végül a dolgozat több példát tartalmaz, melyből maga a számítási módszer és annak előnyei megismerhetők.

1. Bevezetés

Egy négypólus láncmátrixát általában kétféleképpen lehet meghatározni: közvetett és közvetlen módszerrel. Közvetett módszerrel való meghatározásról akkor beszélünk, ha a négypólus valamelyik (pl. ellenállás) mátrixát ismerjük és abból határozzuk meg a láncmátrixot. Közvetlen módszerrel magából a négypólus adott struktúrájából indulunk ki és abból nyerjük a keresett láncmátrixot.

Az irodalomból ismeretes [1, 2, 3] a láncmátrix meghatározásának egy közvetlen módszere. Ez a módszer egyrészt hosszadalmas, mivel négy egyenletet kell felírni, másrészt az a szépséghibája, hogy az egyenletekben az áramok és feszültségek is előfordulnak, holott a négypólus láncmátrixa egyedül a négypólus struktúrájától függ.

Sikerült találni egy módszert, mely mentes a felsorolt hibáktól. Nevezetesen egyetlen egyenlet felírásából lehet meghatározni a négy láncmátrix elemet és maga az egyenlet nem tartalmazza a feszültségeket és az áramokat. Hogy az új módszer előnyeit belássuk, előbb ismertetjük az irodalomban szereplő klasszikus módszert, majd azután térünk rá az új módszer tárgyalására. A módszer használhatóságát több példán mutatjuk be.

2. A láncmátrix elemek közvetlen meghatározásának klasszikus módszere [1, 2]

Lineáris négypólus esetén a következő összefüggés írható fel a bemeneti és kimeneti feszültség és áram között:

$$U_1 = P_N U_2 + R_N I_2 \quad (1)$$

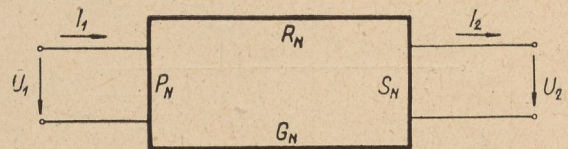
$$I_1 = G_N U_2 + S_N I_2 \quad (2)$$

Az (1) és (2) egyenlet csak az 1. ábrán megadott pozitív irányok mellett érvényes. Ismeretes továbbá, hogy ha a négypólus reciprok, akkor a négy P_N , R_N , G_N és S_N mennyiség között a következő, úgynevezett lánckötés áll fenn:

$$P_N S_N - G_N R_N = 1 \quad (3)$$

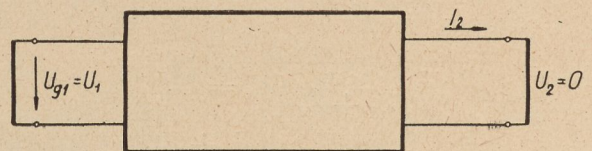
Ha a négypólus láncparamétereit meg akarjuk határozni, akkor az úgynevezett extrém zárások módszeréhez folyamodunk. Ez a következőképpen történik:

A négypólusunk mindkét oldalát zárjuk le rövidzárral és aktivizáljuk a bemeneti oldalon a rövidzárát. Ekkor a kimeneti oldalon a fe-



H 104-BK 1

1. ábra. Négypóluson levő feszültségek és áramok pozitív irányai



H 104-BK 2

2. ábra. A négypólus láncparaméterének meghatározása

szültség zérus: $U_2 = 0$ és írhatjuk

$$U_1 = U_{g1} = R_N I_2 \quad (4)$$

és innen

$$R_N = \frac{U_{g1}}{I_2} \quad (5)$$

Ha a kimeneti oldalon levő rövidzárát aktivizáljuk, akkor kapjuk:

$$R_N = \frac{U_{g2}}{I_1} \quad (6)$$

Tehát ebben az esetben is csak ugyanazt a négypólus paramétert tudjuk meghatározni.

A többi láncparaméterre úgy jutunk, hogy az extrém zárásokat variáljuk. Így, ha mindkét oldalra szakadást kötünk és az egyik szakadást aktivizáljuk, akkor lesz

$$G_N = \frac{I_{g1}}{U_2} = \frac{I_{g2}}{U_1} \quad (7)$$

Ha a bemeneti oldalra rövidzárát, a kimeneti oldalra pedig szakadást kötünk és valamelyik extrém zárást aktivizáljuk, akkor kapjuk

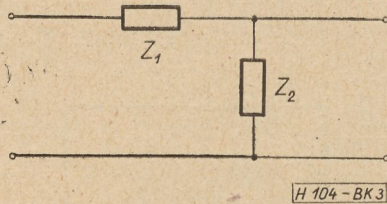
$$P_N = \frac{U_{g1}}{U_2} = \frac{I_{g2}}{I_1} \quad (8)$$

Végül, ha a bemeneti oldalra szakadást, a kimeneti oldalra pedig rövidzárat kötünk és az egyiket aktivizáljuk, lesz

$$S_N = \frac{I_{g1}}{I_2} = \frac{U_{g2}}{U_1} \quad (9)$$

Ily módon az összes láncparaméter, vagyis maga a láncmátrix meghatározható.

1. példa. Meghatározandó a 3. ábrán levő L tag láncmátrixa.



3. ábra. L tag

A láncmátrix P_N tagját úgy kapjuk, hogy a bemeneti oldalra rövidzárat, a kimeneti oldalra pedig szakadást kötünk és valamelyik extrém zárást aktivizáljuk. Ha a rövidzárat aktivizáljuk, akkor

$$\frac{U_{g1}}{Z_1 + Z_2} \cdot Z_2 = U_2$$

$$P_N = \frac{U_{g1}}{U_2} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}$$

Ugyanezt az eredményt kapnánk, ha a kimeneti oldalon a szakadást aktivizálnánk.

A láncmátrix R_N tagjára úgy jutunk, hogy mindkét oldalra rövidzárat kötünk és az egyiket, mondjuk a bemeneti oldalon levőt, aktivizáljuk:

$$U_{g1} = Z_1 I_2$$

ahonnan

$$R_N = \frac{U_{g1}}{I_2} = Z_1$$

A láncmátrix G_N tagját úgy kapjuk, hogy mindkét oldalra szakadást kötünk és az egyiket, mondjuk a bemeneti oldalt, aktivizáljuk:

$$I_{g1} = \frac{U_2}{Z_2}$$

ahonnan

$$G_N = \frac{I_{g1}}{U_2} = \frac{1}{Z_2}$$

Végül a negyedik S_N tagot a lánckötésből számíthatjuk:

$$S_N = \frac{1 + G_N R_N}{P_N} = \frac{1 + \frac{Z_1}{Z_2}}{\frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}} = \frac{Z_2 + Z_1}{Z_2 + Z_1} = 1$$

Tehát látható, hogy a klasszikus módszer igen hosszadalmas és a négypóluson levő feszültségeket és áramokat használja.

3. A láncmátrix elemek meghatározásának új módszere

Az (1) és (2) egyenletekből indulunk ki. Osszuk el az (1) egyenletet a (2)-vel, akkor

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{P_N U_2 + R_N I_2}{G_N U_2 + S_N I_2} \quad (10)$$

Tudjuk, hogy $\frac{U_1}{I_1}$ a bemeneti ellenállás: Z_{be} .

Továbbá, ha a tört számlálóját és nevezőjét osztjuk I_2 -vel, akkor a tört értéke nem változik:

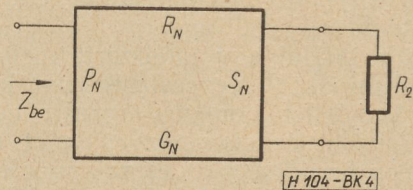
$$Z_{be} = \frac{P_N \frac{U_2}{I_2} + R_N}{G_N \frac{U_2}{I_2} + S_N} \quad (11)$$

Itt $\frac{U_2}{I_2}$ a $\mathfrak{R}_2$ kimeneti oldalon levő lezáró ellenállás. Tehát végeredményben írhatjuk

$$Z_{be} = \frac{P_N \mathfrak{R}_2 + R_N}{G_N \mathfrak{R}_2 + S_N} \quad (12)$$

A (12) egyenletet úgy szokták értelmezni, hogy a négypólus a kimenetre kötött $\mathfrak{R}_2$ ellenállást Z_{be} -re transzformálja.

Most nézzük meg egy kissé más szempontból a (12) egyenletet.



4. ábra. A (12) egyenlet értelmezéséhez

Ha egy négypólus kimenetére $\mathfrak{R}_2$ ellenállást kötünk, akkor egy kétpólust kapunk eredményül. Ha a bemeneti kapcsolokhoz benézünk, akkor a kétpólus Z_{be} eredő ellenállását látjuk. A (12) egyenlet már most azt mondja, hogy a négypólusból $\mathfrak{R}_2$ lezárással keletkezett kétpólus eredő ellenállása egy lineáris törtfüggvény szerint függ az $\mathfrak{R}_2$ lezáróellenállástól. Továbbá az is kiderül, hogy a törtfüggvény állandói nem mások, mint a láncmátrix elemei.

Tehát, ha egy négypólus láncmátrixát meg akarjuk határozni, akkor úgy járhatunk el, hogy a négypólust lezárjuk egy $\mathfrak{R}_2$ ellenállással és utána kiszámoljuk az eredő ellenállást. Az így kiszámított eredő ellenállást (12) egyenlet alakjába rendezzük és abból kiolvassuk a láncmátrix elemeit.

Amde tudjuk, hogy a tört értéke nem változik, ha a számlálóját és a nevezőjét egy meghatározott értékkel szorozzuk. Tehát megtör-

ténhet, hogy az eredő ellenállás számításakor nem a láncmátrix elemeket, hanem azoknak valamilyen k -szorosát kapjuk, vagyis ezt az alakot:

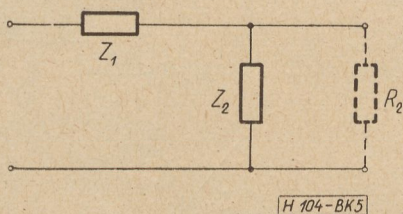
$$Z_{be} = \frac{k P_N \mathfrak{R}_2 + k R_N}{k G_N \mathfrak{R}_2 + k S_N} \quad (13)$$

Ezért a (13) egyenlet együtthatóinak determinánsát képezzük:

$$\begin{vmatrix} k P_N & k R_N \\ k G_N & k S_N \end{vmatrix} = k^2 (PS - GR) = k^2 \quad (14)$$

és minden együtthatót elosztunk $\sqrt{k^2}$ -el. Ily módon biztosan a láncmátrix elemeket kapjuk.

Végeredményünk tehát az, hogy a négy-pólus láncmátrixának számítása egy kétpólus eredő ellenállásának számítására vezethető vissza.



5. ábra. L tag láncmátrixának számítása

1. Példa: Határozzuk meg a 2. pontban szereplő L tag láncmátrixát. E célból a négy-pólus kimeneti oldalát lezárjuk egy $\mathfrak{R}_2$ ellenállással és keressük az így módon keletkezett kétpólus bemeneti ellenállását:

$$Z_{be} = Z_1 + \frac{Z_2 \mathfrak{R}_2}{Z_1 + \mathfrak{R}_2}$$

Az egyenletet (13) egyenlet alakjába rendezzük:

$$Z_{be} = \frac{(Z_1 + Z_2) \mathfrak{R}_2 + Z_1 Z_2}{1 \cdot \mathfrak{R}_2 + Z_2}$$

Képezzük az együtthatók determinánsát:

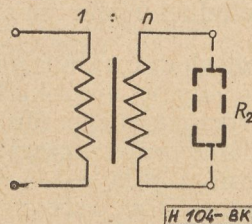
$$\begin{vmatrix} (Z_1 + Z_2) & Z_1 Z_2 \\ 1 & Z_2 \end{vmatrix} = Z_1 Z_2 + Z_2^2 - Z_1 Z_2 = Z_2^2$$

Tehát minden együtthatót $\sqrt{Z_2^2} = Z_2$ -vel kell osztanunk és máris kapjuk a láncmátrix elemeit:

$$\begin{vmatrix} \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} & Z_1 \\ \frac{1}{Z_2} & 1 \end{vmatrix}$$

2. Példa: Nézzük meg az 1: n áttételű ideális transzformátor esetét. Tudjuk, hogy ha az ideális transzformátor $\mathfrak{R}_2$ ellenállással le van zárva, akkor benézve

$$Z_{be} = \frac{1}{n^2} \mathfrak{R}_2$$



6. ábra. Ideális transzformátor láncmátrixának számítása

értéket látunk. Ezt így rendezhetjük:

$$Z_{be} = \frac{\frac{1}{n^2} \mathfrak{R}_2 + 0}{0 \cdot \mathfrak{R}_2 + 1}$$

Képezve a determinánst, kapjuk

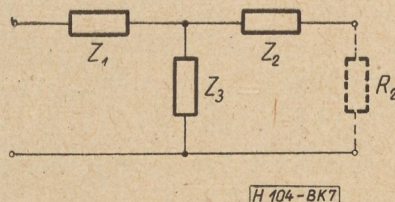
$$\begin{vmatrix} \frac{1}{n^2} & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = \frac{1}{n^2}$$

Tehát minden együtthatót $1/n$ -nel osztunk és kapjuk a láncmátrixot:

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{n} & 0 \\ 0 & n \end{vmatrix}$$

3. Példa: Végül nézzünk meg egy T tag láncmátrixát. Lezárva $\mathfrak{R}_2$ ellenállással, a kétpólus eredő ellenállása:

$$Z_{be} = Z_1 + \frac{Z_3(Z_2 + \mathfrak{R}_2)}{Z_3 + Z_2 + \mathfrak{R}_2}$$



7. ábra. T tag láncmátrixának számítása

Rendezve:

$$Z_{be} = \frac{(Z_3 + Z_1) \mathfrak{R}_2 + (Z_1 Z_3 + Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3)}{1 \cdot \mathfrak{R}_2 + (Z_3 + Z_2)}$$

Képezve a determinánst

$$\begin{vmatrix} Z_3 + Z_1 & Z_1 Z_3 + Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 \\ 1 & Z_3 + Z_2 \end{vmatrix} = Z_3^2$$

Tehát a láncmátrixa:

$$\begin{vmatrix} \frac{Z_3 + Z_1}{Z_3} & \frac{Z_1 Z_3 + Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3}{Z_3} \\ \frac{1}{Z_3} & \frac{Z_3 + Z_2}{Z_3} \end{vmatrix}$$

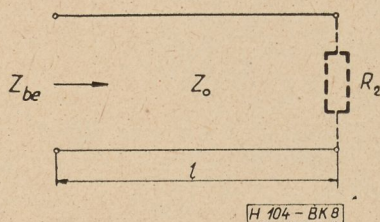
4. Mikrohullámú alkalmazások

A láncmátrix meghatározásának új módszere jól alkalmazható olyan mikrohullámú négy-pólusok láncmátrixának meghatározására, melyek reguláris hullámvezető szakaszokból vannak összetéve. Az utóbbi kikötés lényeges, mert csak ebben az esetben lehet helyettesítő vonalat találni. Ha a helyettesítő vonal már ismeretes, akkor annak árama és feszültsége leírja a hullámvezetőben fellépő terjedést.

Továbbá, ha a négy-pólusnak a helyettesítő vonalából felépített struktúráját ismerjük, akkor a négy-pólus kimenetét R_2 ellenállással lezárva, meg tudjuk határozni a bemeneti ellenállását és ebből a láncmátrixot.

1. Példa: Határozzuk meg egy reguláris tápvonalszakasz láncmátrixát. Ha a tápvonalon csak egyetlen módus terjed, akkor lehet találni egy helyettesítő vonalat, melyet ha R_t ellenállással lezárunk, akkor a bemeneten

$$Z_{be} = Z_0 \frac{R_t \operatorname{ch} pl + Z_0 \operatorname{sh} pl}{R_t \operatorname{sh} pl + Z_0 \operatorname{ch} pl} \quad \text{ahol } p = \frac{2\pi}{\lambda}$$



8. ábra. Reguláris tápvonalszakasz láncmátrixának meghatározása

ellenállást látunk. Ha ezt az alakot összevetjük a (12) egyenlettel, akkor az együtthatók determinánsa:

$$\begin{vmatrix} Z_0 \operatorname{ch} pl & Z_0^2 \operatorname{sh} pl \\ \operatorname{sh} pl & Z_0 \operatorname{ch} pl \end{vmatrix} = Z_0^2 (\operatorname{ch}^2 pl - \operatorname{sh}^2 pl) = Z_0^2$$

Tehát a láncmátrixot úgy kapjuk, hogy a fenti együtthatókat Z_0 -al osztjuk:

$$\begin{vmatrix} \operatorname{ch} pl & Z_0 \operatorname{sh} pl \\ \frac{1}{Z_0} \operatorname{sh} pl & \operatorname{ch} pl \end{vmatrix}$$

Ha a kiinduló egyenletünket Z_0 -ra normalizáljuk, akkor írhatjuk:

$$Z'_{be} = \frac{R'_t \operatorname{ch} pl + \operatorname{sh} pl}{R'_t \operatorname{sh} pl + \operatorname{ch} pl}$$

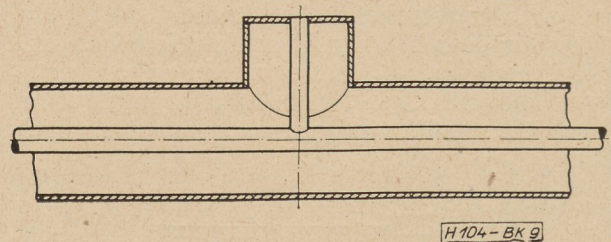
$$\begin{aligned} Z_{be} &= \frac{Z_{01} \frac{R_2 \operatorname{ch} pl_1 + Z_{01} \operatorname{sh} pl_1}{R_2 \operatorname{sh} pl_1 + Z_{01} \operatorname{ch} pl_1} \cdot Z_{02} \operatorname{th} pl_2}{\frac{R_2 \operatorname{ch} pl_1 + Z_{01} \operatorname{sh} pl_1}{R_2 \operatorname{sh} pl_1 + Z_{01} \operatorname{ch} pl_1} + Z_{02} \operatorname{th} pl_2} = \\ &= \frac{R_2 (Z_{01} Z_{02} \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{th} pl_2) + Z_{01}^2 Z_{02} \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{th} pl_2}{R_2 (Z_{01} \operatorname{ch} pl_1 + Z_{02} \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{th} pl_2) + (Z_{01}^2 \operatorname{sh} pl_1 + Z_{01} Z_{02} \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{th} pl_2)} \end{aligned}$$

és a láncmátrix

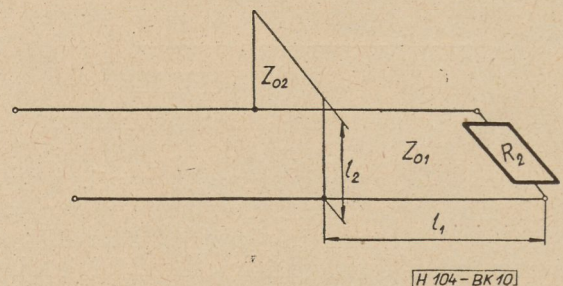
$$\begin{vmatrix} \operatorname{ch} pl & \operatorname{sh} pl \\ \operatorname{sh} pl & \operatorname{ch} pl \end{vmatrix}$$

2. Példa: Határozzuk meg egy fémkitámasztó láncmátrixát. Itt is feltételezzük, hogy a vonalon csak egyetlen módus terjed, tehát van helyettesítő vonalából felépített kapcsolás. Ez látható a 10. ábrán.

Határozzuk meg a bemeneti ellenállást a fémkitámasztó síkjában, mely nem más, mint



9. ábra. Fémkitámasztó



10. ábra. A fémkitámasztó láncmátrixának meghatározása

egy rövidrezárt és R_2 ellenállással lezárt tápvonalszakasz bemeneti ellenállásának párhuzamos kapcsolása:

$$Z_{be} = \frac{Z_{R_2} \cdot Z_r}{Z_{R_2} + Z_r};$$

ahol Z_{R_2} az R_2 ellenállással lezárt tápvonalszakasz bemeneti ellenállása:

$$Z_{R_2} = Z_{01} \frac{R_2 \operatorname{ch} pl_1 + Z_{01} \operatorname{sh} pl_1}{R_2 \operatorname{sh} pl_1 + Z_{01} \operatorname{ch} pl_1}$$

Z_r pedig a rövidrezárt tápvonalszakasz bemeneti ellenállása

$$Z_r = Z_{02} \operatorname{th} pl_2$$

Tehát írhatjuk:

Az együtthatók determinánsa:

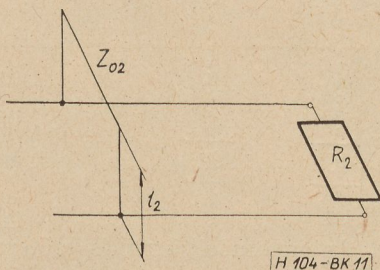
$$\begin{vmatrix} Z_{01} Z_{02} \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{th} pl_2 & Z_{01}^2 Z_{02} \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{th} pl_2 \\ Z_{01} \operatorname{ch} pl_1 + Z_{02} \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{th} pl_2 & Z_{01}^2 \operatorname{sh} pl_1 + Z_{01} Z_{02} \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{th} pl_2 \end{vmatrix} = \\ = Z_{01}^3 Z_{02} \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{th} pl_2 + Z_{01}^2 Z_{02}^2 \operatorname{ch}^2 pl_1 \operatorname{th}^2 pl_2 - Z_{01}^3 Z_{02} \operatorname{ch} pl_1 \operatorname{sh} pl_1 \operatorname{th} pl_2 - Z_{01}^2 Z_{02}^2 \operatorname{sh}^2 pl_1 \operatorname{th}^2 pl_2 = \\ = Z_{01}^2 Z_{02}^2 \operatorname{th}^2 pl_2 (\operatorname{ch}^2 pl_1 - \operatorname{sh}^2 pl_1) = Z_{01}^2 Z_{02}^2 \operatorname{th}^2 pl_2$$

Tehát valamennyi együtthatót $Z_{01} Z_{02} \operatorname{th} pl_2$ -vel kell osztani, és így a láncmátrix:

$$\begin{vmatrix} \operatorname{ch} pl_1 & Z_{01} \operatorname{sh} pl_1 \\ \frac{\operatorname{ch} pl_1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} + \frac{\operatorname{sh} pl_1}{Z_{01}} & \frac{Z_{01} \operatorname{sh} pl_1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} + \operatorname{ch} pl_1 \end{vmatrix}$$

Az utóbbi eredményt másféleképpen is megkaphatjuk, ha felhasználjuk azt a tényt, hogy két láncbakapcsolt négypólus eredő láncmátrixa az egyes négypólusok láncmátrixai szorzatával egyenlő.

Most nézzük meg milyen négypólusokból van összetéve a fémkitámasztónak a 10. ábrán látható helyettesítő képe. Könnyű belátni, hogy ez egy reguláris hullámvezető szakaszból áll, mellyel láncba van kapcsolva egy rövidrezárt tápvonalszakasz. A reguláris tápvonalszakasz láncmátrixát már ismerjük (1. Példa), úgyhogy csak a másodikat kell meghatározni.



11. ábra. Rövidrezárt tápvonalszakasz láncmátrixának számítása

E célból a 11. ábrán levő helyettesítő képből indulunk ki. A bemeneti ellenállás

$$Z_{be} = \frac{Z_2 Z_{02} \operatorname{th} pl_2 + 0}{1 \cdot Z_2 + Z_{02} \operatorname{th} pl_2}$$

Képezzük az együtthatók determinánsát

$$\begin{vmatrix} Z_{02} \operatorname{th} pl_2 & 0 \\ 1 & Z_{02} \operatorname{th} pl_2 \end{vmatrix} = Z_{02}^2 \operatorname{th}^2 pl_2$$

Tehát a 11. ábrán levő négypólus láncmátrixa

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} & 1 \end{vmatrix}$$

Ezekután könnyen meghatározhatjuk a 10. ábra helyettesítő képének láncmátrixát az egyes láncmátrixok szorzatával:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \operatorname{ch} pl_1 & Z_{01} \operatorname{sh} pl_1 \\ \frac{1}{Z_{01}} \operatorname{sh} pl_1 & \operatorname{ch} pl_1 \end{vmatrix} = \\ = \begin{vmatrix} \operatorname{ch} pl_1 & Z_{01} \operatorname{sh} pl_1 \\ \frac{\operatorname{ch} pl_1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} + \frac{\operatorname{sh} pl_1}{Z_{01}} & \frac{Z_{01} \operatorname{sh} pl_1}{Z_{02} \operatorname{th} pl_2} + \operatorname{ch} pl_1 \end{vmatrix}$$

IRODALOM

- [1] Cauer: Theorie der linearen Wechselstromschaltungen. Leipzig 1941.
- [2] Hennyei Zoltán: Lineáris áramkör elmélet, I-II-III
- [3] Feldtkeller: Einführung in die Vierpoltheorie der elektrischen Nachrichtentechnik 1943.

Lipcsei Őszi Vásár

1961-ben is megrendezik a hagyományos Őszi Lipcsei Vásár-t. A Vásár 115 000 m² területén 43 ország mutataja be fogyasztási cikket gyártó iparának termékeit. A vásáron a rádió és televízió készülékekben különösen nagy kínálat várható. A Német Demokratikus Köztársaság budapesti Nagykövetségének Kereskedelem-politikai osztályán tartott sajtótájékoztatón arról értesültünk, hogy ezen a területen sok új és szerkezeti-

leg továbbfejlesztett gyártmányt mutatnak be, mint pl. az NDK részéről a radebergi Rafena gyár 59 cm képátmérőjű és 110° eltérítési szögű „Stadion” elnevezésű televízió készülékét, valamint az új, szabványosított középszuper táskarádiót. Bemutatja az NDK ipara egyebek között a programvezérlésű négytárolós PVR típusú adatfeldolgozó gépet és a tranzisztorizált asztali számológépet mágneses dobbal.

Yagi rendszerű TV és URH vevőantennák méretezése

BONDÁR ISTVÁN

a Híradástechnikai Tudományos Egyesület tagja,
Híradótechnikai Vállalat

A cikk több éves antennatervezési tapasztalat összegezéséről nyújt átfogó képet. Az elmondottak alkalmasak arra, hogy az érdeklődők összehasonlítás tehessenek, mind az elméleti és gyakorlati eredmények, mind pedig a forgalomban levő és kerülő antennák minőségi jellemzői között.

Bevezetés

A Yagi antennák felépítésükre nézve több elemes antennák. Az antenna elemének a sugárzásban résztvevő és a sugárzási formát kialakító önmagukban is antennának felfogható, egymással meghatározott kölcsönkapcsolatban levő alkatrészeket értjük. A Yagi antennák általában egy saját táplálású sugárzó elemet és a sugárzó erőterébe helyezett úgynevezett parazita elemet tartalmaznak. A parazita elemek funkciójukat tekintve direktorok és reflektorok lehetnek.

Hogy egy antenna alkalmazhatóságát fel tudjuk becsülni, ismerni kell az illető antenna fő jellemzőit. Ezek;

- a) az antenna tápponti impedanciája,
- b) az antenna átviteli sáv szélessége,
- c) az antenna nyeresége (erősítése),
- d) az antenna nyalábolási szöge,
- e) az antenna előre-hátra viszonya.

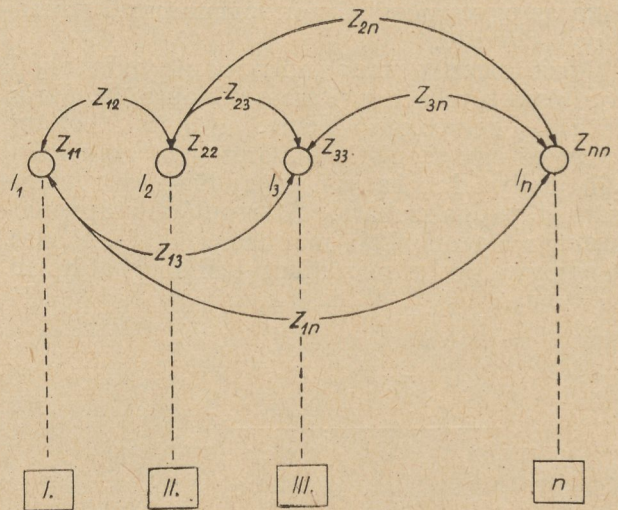
A Yagi antennák tulajdonságai is elsősorban az antenna elemek lineáris geometriai méretéből és a térben elfoglalt egymáshoz viszonyított helyzetüktől és távolságuktól függ döntő mértékben, de befolyást gyakorol rá a föld közelsége, vagy az antenna közelében elhelyezkedő egyéb tereptárgy is.

Yagi antennák tápponti impedanciája

Egy adott antennának fontos jellemzője az antenna betáplálási impedanciája. A tápponti impedancia ismerete mind az antenna és a vevőkészülék helyes illesztésének, mind pedig az esetleges antennacsoport képésnél

a megfelelő összeköttetések optimális megvalósításának elengedhetetlen feltétele.

Köztudomású, hogy a generátorból akkor jut a fogyasztóra a legnagyobb teljesítmény, ha a generátor belső ellenállása a fogyasztó ellenállásának konjugáltja. Az antenna bemenő ellenállása az antenna kapcsain fellépő feszültség és a kapcsokon jelenlevő áram hányadosaként számítható ki. Ez a bemenő ellenállás természetesen az antennafeszültség és áram fázishelyzetétől függő, általában komplex mennyiség.



(H 108-B1 1)

1. ábra. Antennarudak egymás erőterében

A Yagi rendszerű antennáknál a gyakorlatban egy reflektort — esetleg egy reflektor rendszert —, egy sugárzót és több direktort alkalmazunk. Ezek a sugárzó erőterében helyezkednek el, mint azt az első ábra mutatja.

Az 1. ábra alapján a tápponti impedancia kiszámításához az alábbi egyenletrendszer írható fel:

$$\left. \begin{aligned} a) \quad U_1 &= I_1 Z_{11} + I_2 Z_{12} + I_3 Z_{13} + \dots + I_n Z_{1n} = 0 \\ b) \quad U_2 &= I_1 Z_{12} + I_2 Z_{22} + I_3 Z_{23} + \dots + I_n Z_{2n} = U_2 \\ c) \quad U_3 &= I_1 Z_{13} + I_2 Z_{23} + I_3 Z_{33} + \dots + I_n Z_{3n} = 0 \\ &\vdots \\ k) \quad U_n I_1 Z_{1n} &+ I_2 Z_{2n} + I_3 Z_{3n} + \dots + I_n Z_{nn} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

A feladat megoldásánál feltételezzük a szinuszos árameloszlást — ami igen jó közelítésben igaz —, a kölcsönösségi tétel alkalmazásával pedig kijelentjük, hogy $Z_{ik} = Z_{ki}$. Az

egyenletekben szereplő betűk jelentését a függelékben olvashatjuk ki. Ha most még meghatározzuk azt, hogy az 1. ábrán feltüntetett I-gyel jelzett antenna reflektor, a II a sugárzó

és a III., ...n antennák pedig direktorok, azonkívül kikötjük azt, hogy saját gerjesztő feszültséggel csak a sugárzó-elem rendelkezik, akkor az (1) egyenletrendszerben a jobb oldalon felírt értékek lesznek a mérvadók.

A közölt egyenletrendszerből a tápponti impedanciát a b) egyenlet fogja szolgáltatni. A b) egyenletet az I_2 árammal végigosztva a tápponti impedanciára az alábbi értéket nyerjük:

$$\frac{U_2}{I_2} = Z_{be} = Z_{22} + \left[\frac{I_1}{I_2} Z_{12} + \frac{I_3}{I_2} Z_{23} + \dots + \frac{I_n}{I_2} Z_{2n} \right] \quad (2)$$

Az (1) egyenletrendszer, illetve a (2) egyenlet megoldásának problémája abban áll, hogy feltételezi mind az elemekben folyó áramok, mind pedig az elemek saját sugárzási és kölcsönös impedanciájának ismeretét. Ezek közül az elemekben fellépő áramokat sohasem ismerjük előre, sőt jelenlegi ismereteink alapján még csak megmérni sem tudjuk azokat. Szerencsére ismeretükre általában nincs is szükség, viszonyukat pedig szükség esetén az egyenletrendszerben szereplő többi tényező ismeretében ki lehet számítani. Az egyenletrendszer megoldásának másik, nemkevésebb fontos feladánya a sugárzási impedanciák ismerete. A sugárzási impedancia az antenna geometriai méreteiből állapítható meg.

Az antennák sugárzási ellenállásának kiszámítására két elméleti módszer is áll rendelkezésünkre: az egyik a Poynting-vektor módszere, a másik a beiktatott (indukált) feszültségek módszere. Mind a két módszer Poynting, meghatározott elektromágneses térben történő

energiaáramlásra vonatkozó, 1884-ben felállított tételén alapszik és természetesen mindkét eljárás ugyanazt az eredményt szolgáltatja, amit Bechmann bizonyított be 1931-ben közzétett tanulmányában.

A Poynting-vektor módszerének lényege abban áll, hogy a Poynting-vektort egy olyan gömbfelület mentén integrálják, amelynek középpontjában az antenna áll, a gömb sugara pedig olyan nagy, hogy a gömbfelület az antenna távol zónájába esik. Ez az izotrop-sugárzó esete. A módszert először Herzt alkalmazta 1888-ban a Hertz-dipólus teljes sugárzási teljesítményének kiszámítására.

A másik módszer az indukált feszültségek módszere a Poynting-vektornak az antenna felülete mentén való integrálásán alapszik. A módszer alapelvét Brillouin adta meg 1922-ben. Gyakorlati antennaszámításokra Kljackin alkalmazta a módszert 1927-ben, majd két évvel később Pistolors a számítási eljárást az egész világon ismertté tette. Azóta szinte kizárólag a beiktatott (indukált) feszültségek módszerét alkalmazzák antennaszámításoknál.

Kljackin és Pistolors módszere a vezető körüli erőterek meghatározásának adott gerjesztési feltételek alapján való közelítő megoldása. A megengedett közelítések folytán ez az elmélet lehetővé teszi vékony huzalok esetén — amelyekre alkalmazhatóak a lineáris áramképletei — a sugárzási ellenállás meghatározását, de az árameloszlás függvénye ezzel a módszerrel közvetlenül nem határozható meg.

A sugárzási impedancia a (3) egyenlethő számítható ki. Az egyenletben szereplő betűjelzések értelmezését a függelék tartalmazza

$$\left. \begin{aligned} Z_{ii} &= R_{ii} + jX_{ii} \\ R_{ii} &= \{ 30 \sin(2\beta l_i) [\text{Si}(4\beta l_i) - 2\text{Si}(2\beta l_i)] + \\ &\quad + 2[1 + \cos(2\beta l_i)] [C + \ln(2\beta l_i) - \text{Ci}(2\beta l_i)] - \\ &\quad - \cos(2\beta l_i) [C + \ln(4\beta l_i) - \text{Ci}(4\beta l_i)] \} \\ X_{ii} &= -30 \{ \sin(2\beta l_i) \left[\ln\left(\frac{l_i}{a_i^2 \beta}\right) - C + 2\text{Ci}(2\beta l_i) - \right. \\ &\quad - \text{Ci}(4\beta l_i) \} + \cos(2\beta l_i) [\text{Si}(4\beta l_i) - 2\text{Si}(2\beta l_i)] - \\ &\quad \left. - 2\text{Si}(2\beta l_i) \} \right\} \quad (3) \end{aligned}$$

Hátra van még a kölcsönös impedanciák kiszámításának a módszere. A kölcsönös impedancia az elemek geometriai méretéből, az elemek egymáshoz viszonyított helyzetétől és a közöttük levő távolságoktól függ. Az érdeklődők Barzilai, Medhurst, Schelkunoff dolgozataiban megtalálhatják a különböző antennafelépítésre vonatkozó számítási eljárásokat. A számunkra legmegfelelőbb összefüggés, amely vízszintes, párhuzamos, különböző hosszúságú véges vastagságú antennarudak teljes kölcsönös impedanciájára vonatkozik, szinuszos árameloszlás feltételezésével Schelkunofftól szár-

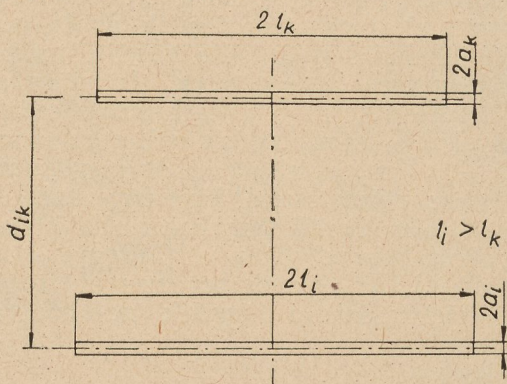
mazik. Az összefüggés a (4) egyenletben látható, a betűk értelmezése pedig a függelékről olvashatók le.

A (4) egyenlet értelmében a kölcsönös impedancia az áramhasra vonatkoztatva a 2. ábra jelöléseivel

Bár az ismerttetett egyenletek 10%-on belüli pontos eredményt szolgáltatnak, a gyakorlati antenna méretezéshez túlságosan bonyolultak és hosszadalmasak, aminek következtében alkalmazásuk sokszor csak elvi jelentőségű. A gyakorlatban ezért inkább tapasztalati eredmények felhasználásával operálunk.

$$Z_{ik} = \frac{Z_{ik}^a}{I_i I_k} = \frac{R_{ik}^a + jX_{ik}^a}{I_i I_k}$$

$$\left. \begin{aligned} R_{ik}^a &= 30 \{ \cos \beta (l_i - l_k) [-\text{Ci} K_1 + 2\text{Ci} K_2 - \text{Ci} K_3 + \text{Ci} K_4 - \\ &\quad - \text{Ci} K_5 + \text{Ci} K_6 - \text{Ci} K_7] + \\ &\quad + \cos \beta (l_i + l_k) [-\text{Ci} K_1 + 2\text{Ci} K_2 - \text{Ci} K_3 - \text{Ci} K_5 - \\ &\quad - \text{Ci} K_7 + \text{Ci} K_8 + \text{Ci} K_9] + \\ &\quad + \sin \beta (l_i - l_k) [\text{Si} K_1 - \text{Si} K_3 - \text{Si} K_4 - \\ &\quad - \text{Si} K_5 + \text{Si} K_6 + \text{Si} K_7] + \\ &\quad + \sin \beta (l_i + l_k) [\text{Si} K_1 - \text{Si} K_3 + \text{Si} K_5 - \text{Si} K_7 - \\ &\quad - \text{Si} K_8 + \text{Si} K_9] \} \\ X_{ik}^a &= 30 \{ \cos \beta (l_i - l_k) [\text{Si} K_1 - 2\text{Si} K_2 + \text{Si} K_3 + \\ &\quad - \text{Si} K_4 - \text{Si} K_5 - \text{Si} K_6 + \text{Si} K_7] + \\ &\quad + \cos \beta (l_i + l_k) [\text{Si} K_1 - 2\text{Si} K_2 + \text{Si} K_3 + \\ &\quad + \text{Si} K_5 + \text{Si} K_8 - \text{Si} K_9] + \\ &\quad + \sin \beta (l_i - l_k) [\text{Ci} K_1 - \text{Ci} K_3 - \text{Ci} K_4 - \text{Ci} K_5 - \\ &\quad - \text{Ci} K_6 + \text{Ci} K_7] + \\ &\quad + \sin \beta (l_i + l_k) [\text{Ci} K_1 - \text{Ci} K_3 + \text{Ci} K_5 - \text{Ci} K_7 - \\ &\quad - \text{Ci} K_8 + \text{Ci} K_9] \} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



2. ábra. Elrendezés a kölcsönös impedanciák számításához

Az antenna sávszélessége

Különösen kitűnik az ismertetett egyenletek alkalmazásának nehézsége és esetleg céltalansága, ha a gyakorlati antennák másik fő jellemzőjét, — a sávszélességet vesszük figyelembe. A kivitelezett antennáknak ugyanis sohasem egy adott frekvencián, hanem egy adott frekvencia-tartományban kell jónak lenniük. TV antennáknak pl. az OIRT-rendszerben minimálisan 8 HMz széles sávot kell átfogniuk.

A tápponti impedancia ilyen széles frekvenciasávban nem állandó, mert a névlegestől eltérő frekvenciának más-más hullámhossz felel meg, azaz a jelenség olyan, mintha állandó frekvencia tartása mellett az elemek hosszát és távolságát változtatnók, ugyanis az antenna impedanciája a hullámhosszban kifejezett geometriai méretek függvénye. Nyilvánvaló, hogyha az antennával egy frekvencia-tartományt

akarunk venni, vagy sugározni, akkor az illesztésre vonatkozóan kompromisszumot kell kötni. A gyakorlatban kivitelezett antennáknál ez a feltétel az állóhullámarány megengedett maximális ingadozásának megkötésében áll.

Az állóhullámarány egy viszonyszám, értékét a tápvonalon előálló feszültség (vagy áram) maximális és minimális amplitudó értékének hányadosaként értelmezhetjük. Az állóhullámarány értéke az (5) egyenletből számítható.

$$\varrho = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \sqrt{\frac{R_{\max}}{R_{\min}}} = \frac{R_{\max}}{Z_0} = \frac{Z_0}{R_{\min}} \quad (5)$$

Minél kisebb az állóhullámarány számértéke, annál jobb az illesztés az antenna és a vevő között.

A gyakorlatban általában a 2-es állóhullámarány érték az, amit a TV vevőantenna megfelelő működési normájaként még elfogadunk. Ez az állóhullámarány érték 1:2, ill. 2:1 ellenállás illesztetlenségének felel meg.

Ha a (6) egyenlet alapján kiszámítjuk az antenna feszültség és teljesítmény hatásfokát a Smith-diagram 2-es állóhullámarány körének megfelelő impedancia értékeire vonatkoztatva, azt tapasztaljuk, hogy a teljesítmény hatásfok a legrosszabb esetben is még 86 %, ami feszültségben 93 %-os hatásfoknak felel meg. A tapasztalat azt mutatja, hogy a hatásfokban mutatózó csekély mérvű különbségek vételkor sem szemmel, sem füllel nem észlelhetők, a 2-es állóhullámaránynak megfelelő illesztetlenség pedig még szellemképet nem okoz.

Az állóhullámarány segítségével definiálhatjuk az antenna vételi sávszélességét is. Az antenna sávszélessége alatt azt a frekvencia tartományt értjük, melyben az antenna állóhul-

lamaránya $\rho \leq 2$ -nél. Ez a megfogalmazás eltér az erősítő technikában szokásos 3 dB-es pontokban meghatározott sávzsélesség definíciótól, de az impedanciával kapcsolatos fejtegetés alapján belátható, hogy a TV vevőantennáknál szigorúbb előírások szükségesek.

Az antenna nyeresége (erősítése)

Egy antenna tervezésénél felmerül a kérdés, hogy milyen geometriai méretek mellett érhető el a legkedvezőbb működés. A különböző elméleti leírások kijelentik azt, hogy a reflektor 5–6 %-kal legyen hosszabb, az első direktor pedig 4–5 %-kal legyen rövidebb a sugárzónál. Ezek a méretezések a maximális nyereség biztosításának alapján születtek, és nem veszik figyelembe az antenna sávzsélesség kritériumát úgy, hogy használhatóságuk korlátozott és csak kis elemszámú antennák esetén adnak elfogadható eredményt.

Az antennatechnikában használatos nyereség szó a rádiótechnikai erősítésnek megfelelő fogalom. A nyereség azt mondja meg, hogy a térben levő elektromágneses energiának az illetékes antenna hányszorosát képes hasznosítani a vonatkozási alapként elfogadott félhullám-hosszúságú egyszerű dipolhoz képest. Ez a meghatározás a gyakorlatban bevált és alkalmazott módszer. Az elméletben sokszor a Hertz-féle elemi dipólushoz, vagy a pontforrásnak megfelelő izotópsugárzóhoz szokták a nyereséget hasonlítani. A különféle módszerek egymásba természetesen átszámíthatók, de mindenképpen értelmetlen a nyereség értékelése, ha a vonatkozási alap tisztázatlan.

A gyakorlatban az antennák feszültségnyereségével szoktunk számolni. Ez az illetékes antenna kapcsain megjelenő feszültség — és az ugyanolyan körülmények között működő — félhullám-hosszúságú dipolantenna kapcsain levő feszültség hányadosa. A viszony értékét dB-ben szokás megadni. Ezek szerint:

$$G = \frac{U_A}{U_D}; \text{ illetve dB-ben } G = 20 \log \frac{U_A}{U_D} \quad (7)$$

Az antennáknál is fennáll a nyereség (erősítés) és a sávzsélesség közötti ellentmondás. Minél nagyobb sávzsélességet kívánunk meg egy antennától, annál kisebb lesz annak nyeresége. Minél több elemet alkalmazunk, annál nagyobb lesz a nyereség ugyan, de a kölcsönös impedanciák befolyása miatt egyre szűkülni fog a sáv, egyre lejjebb száll az antenna bemenő impedanciája. Helytelen méretezés esetén a nyereség változása alig észrevehető a használatos frekvenciasávon belül, de az impedancia és az ennek megfelelő sávzsélesség igen nagy mértékben romlik.

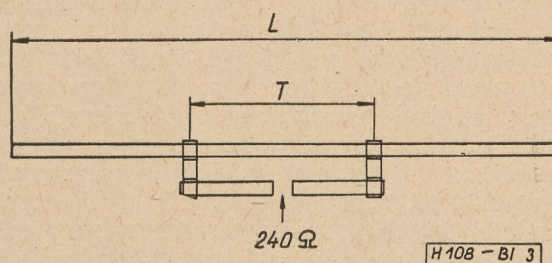
Egy ismeretlen antenna nyereségét annak elemszámából meg lehet becsülni. Az elemek számából vont négyzetgyök elég jó közelítéssel a feszültségnyereség szorzószámát adja.

Így pl: egy 4-elemes antenna kétszeres (6 dB) egy 9-elemes antenna háromszoros (9,5 dB) stb. nyereséget ad. Nincs azonban ilyen egyszerű lehetőség a sávzsélesség megbecsülésére.

Az antennaelemek geometriai méretei a sávzsélesség és a nyereség függvényében

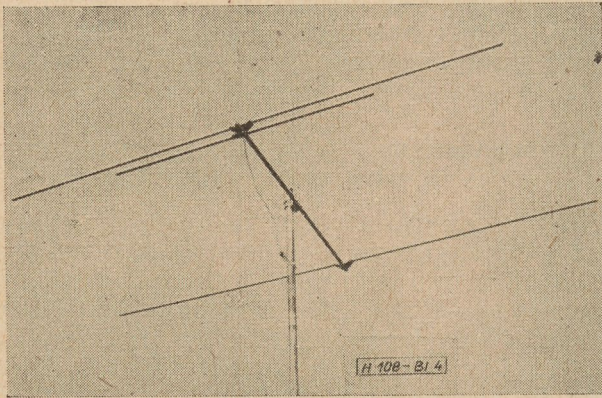
A (2) egyenletet vizsgálva azt találjuk, hogy az antenna tápponti impedanciája — a 2-es állóhullámaránynak megfelelő ingadozást megengedve —, a sugárzóelem impedanciájának és a többi elem által létesített és megfelelő előjellel vett kölcsönös impedanciájának algebrai összege. A tápponti impedancia tehát két részből áll. A sugárzó saját impedanciája első sorban a sugárzó hosszától és megoldásától, a kölcsönös impedanciák pedig főleg az elemek hosszától és egymásközi távolságától függenek. Ha tehát a kölcsönös impedanciákat úgy állítjuk be, hogy a zárójelben levő kifejezés értéke a zérus felé közelítsen, akkor az antenna impedanciája a sugárzó saját impedanciájával lesz közelítőleg egyenlő. A sugárzót ezek szerint úgy kell kialakítani, hogy illesztése a 240 ohmos TV szalagkábel hullámellenállásának megfelelő legyen.

A sokféle elképzelhető kialakítás közül a HTV gyártmányainál kétféle megoldással találkozunk. Az egyik az úgynevezett T-táplálású sugárzó, amit az alacsonyabb frekvenciájú, tehát a hosszabb hullámhosszon dolgozó antennáknál alkalmazunk. Elve az, hogy egy félhullámú antennán, amelynek tápponti impedanciája 70 ohm körül van, a közepétől a vége felé haladva egyre nagyobb impedanciájú pontokat találunk. A középszimmetrikus 240 ohmos pontokat kikeresve a T-sugárzóval egy adott frekvencián tökéletes illesztés érhető el (3. ábra). A T-sugárzó alkalmazása egyszerűen gaz-

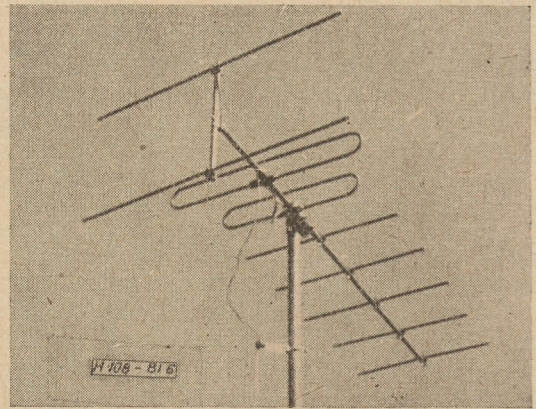


3. ábra. T-táplálású sugárzó

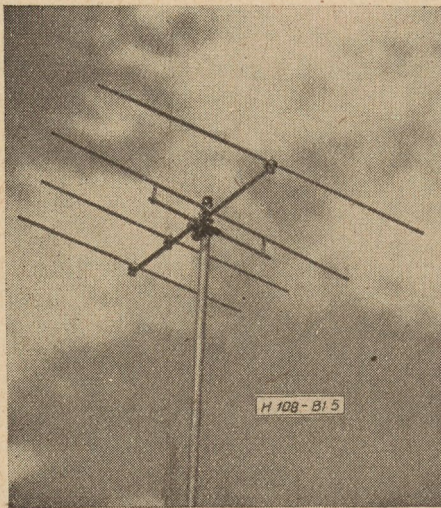
dasági kérdés, tekintve, hogy anyagigényessége kb. fele a hajlított dipolénak. T-táplálás esetén az antenna ellenállását célszerű az összes többi elem jelenlétében beállítani. Ha a T-táplálású sugárzó önmagában áll (1-elemes antenna), akkor a teljes sugárzó hosszának kb. $\frac{1}{3}$ -ban kapjuk a 240 ohmnak megfelelő pontokat. A többi elem jelenlétében az arány megváltozik. Így pl: a HTV által gyártott antennáknál a T-karok teljes hossza a 2-elemes antennák esetében 50 %-a (4. ábra), 4-elemes antennák esetében pedig kb. 43 %-a a sugárzó teljes hosszának (5. ábra).



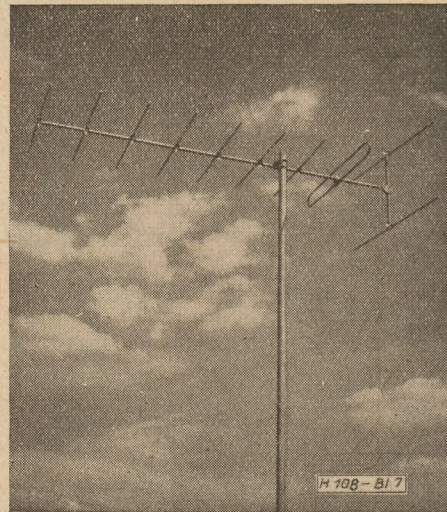
4. ábra



6. ábra



5. ábra

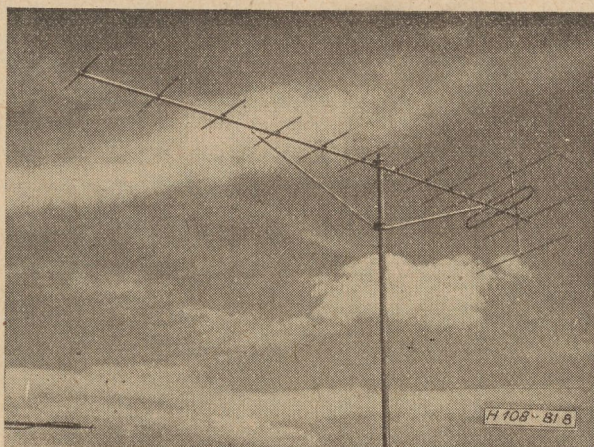


7. ábra

A másik sugárzó fajta a félhullámú hajlított dipol. Ezt általában a magasabb frekvenciákon használjuk, melyeknél a T-táplálású sugárzónak már nincsenek meg azok a gazdasági előnyei, amelyek az alacsonyabb frekvenciákon döntőek voltak, viszont beállítása az esetek többségében nehezebb a változó paraméterek megnövekedett száma miatt. Hajlított dipollal szinte tetszőleges impedancia-transzformáció érhető el, pusztán az elemek átmérőjének változtatásával is. Ma már szinte kizárólag csak a 4:1 áttételű, egyenlő elemátmérőjű hajlított dipolt alkalmazzák világszerte, amelynek ellenállása 280 ohm körüli érték. A tápponti impedanciát a többi elem megfelelő méretezésével állítják be, úgy mint azt az előző fejtegetések során már láthattuk.

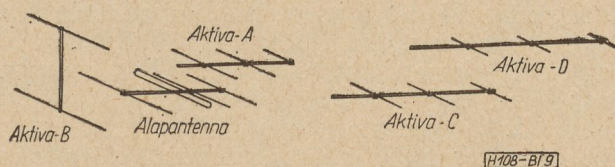
Az elemek hosszmérete a sáv szélesség függvényében erősen változó és nagymértékben eltér a maximális nyereség szempontjából vizsgált elméleti ajánlott értékektől. Így pl.: a HTV által gyártott 2-elemes antennánál a reflektor kb. 11%-kal hosszabb a sugárzónál, a 4-elemes antennák esetén pedig a reflektor csak 4%-kal hosszabb, de az első direktor

15%-kal, a második pedig 22%-kal rövidebb a sugárzónál. Ezeknek az antennáknak 8 MHz sáv szélességük van $\varrho \leq 2,2$ állóhullámarány mellett, nyereségük pedig rendre 3,6 dB (1,5-szörös) és 5,3 dB (1,84-szeres). A vállalat által forgalombahozott szélessávú antennánál (6. ábra) a sugárzóhoz képest a reflektor kb. 30%-kal hosszabb, míg az első direktor mintegy 15%-kal rövidebb. A fenti antenna a TV III. sávjában dolgozik, sáv szélessége 56 MHz $\varrho \leq 2$ állóhullámarány mellett, nyeresége átlagosan 8 dB. A TV III. sávjában működő 2-csatornát átfogó 10-elemes antennánál (7. ábra) a reflektort a sugárzóhoz képest 17%-kal hosszabbra, míg az első direktort 8%-kal kellett rövidebbre választani. Az antenna sáv szélessége $\varrho \leq 2$ állóhullámarány mellett 16 MHz, nyeresége pedig átlagosan 10,5 dB. Az ugyancsak kétsatornás 15-elemes „Dominó” antenna (8. ábra) esetén a viszonyok a következők: a reflektor kb. 50%-kal hosszabb, az első direktor 13%-kal rövidebb a sugárzónál. A $\varrho \leq 2$ állóhullámarányra vonatkoztatott sáv szélesség 16 MHz, a nyereség átlagos értéke pedig 11,5 dB. Ennek az antennának külön érdekes-



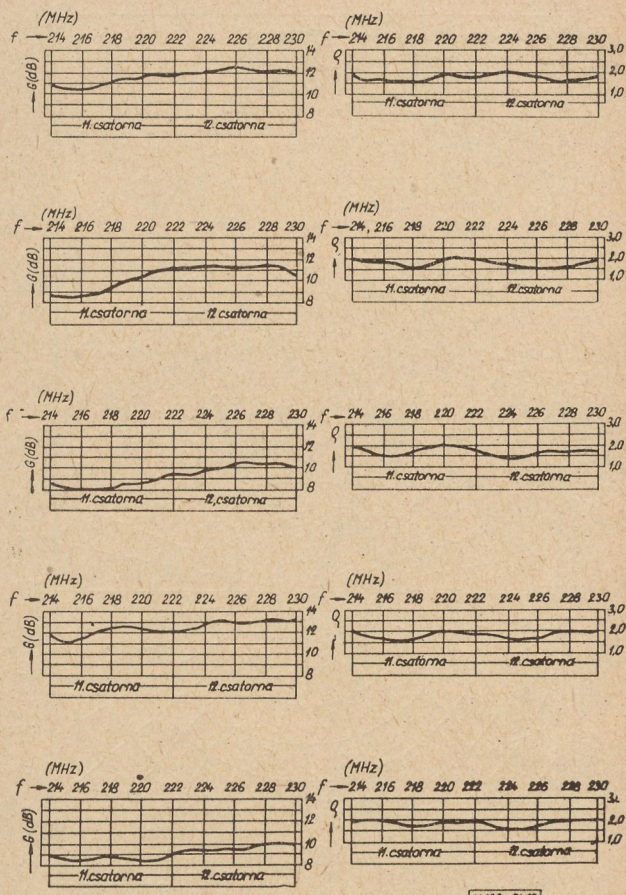
8. ábra

sege az, hogy egyszerű módon 4—7—9—12—15-elemes antenna állítható elő belőle anélkül, hogy a fő specifikációs tényezői — a sávszélesség és a tápponti impedancia — megváltoznának. A konstrukció alapja a 4-elemes antenna, amelynek nyeresége 5 dB. Három direktor hozzáadásával (Aktíva A) 7-elemes antenna lesz 8,5 dB nyereséggel, még két reflektor hozzákapcsolásával (Aktíva B) 9-elemes 9,5 dB nyereségű. További lépésként ismét három direktor pálcza csatlakoztatható (Aktíva C), így állítjuk elő a 12-elemes antennát, amelynek nyeresége 10,5 dB, majd újabb három direktor beiktatása (Aktíva D) szolgáltatja a 15-elemes antennát. A 9. ábrán a Dominó-antenna felépítését, a 10. ábrán pedig a különböző fázisok állóhullámarányának változását és a nyereség alakulását látjuk.



9. ábra. A „Dominó” antenna felépítése

Beszélnünk kell még az egyes elemek között tartandó távolságok optimális adatairól. Az irodalomban leközölt elméletből az tűnik ki, hogy jó reflektor hatás $0,15\lambda$, jó direktor hatás pedig $0,1-0,125\lambda$ távolságok tartásával érhető el. A nyereség a direktorok számának növelésével emelkedik. Ez a tétel, elsősorban a kis elemszámú antennákra vonatkoztatva igaz. Nagyobb elemszám esetén a legújabb elméleti kutatások eredményei szerint megállapítható, hogy egy antenna nyeresége nemcsak a direktorok számától, hanem az antenna geometriai hosszának (L) és a közepes hullámhossznak (λ) a viszonyától is függ. Ezt a viszonytszámot az antenna relatív elektromos hosszának (L_{rel}) nevezzük, s értékét a (8) összefüggésből nyerjük.

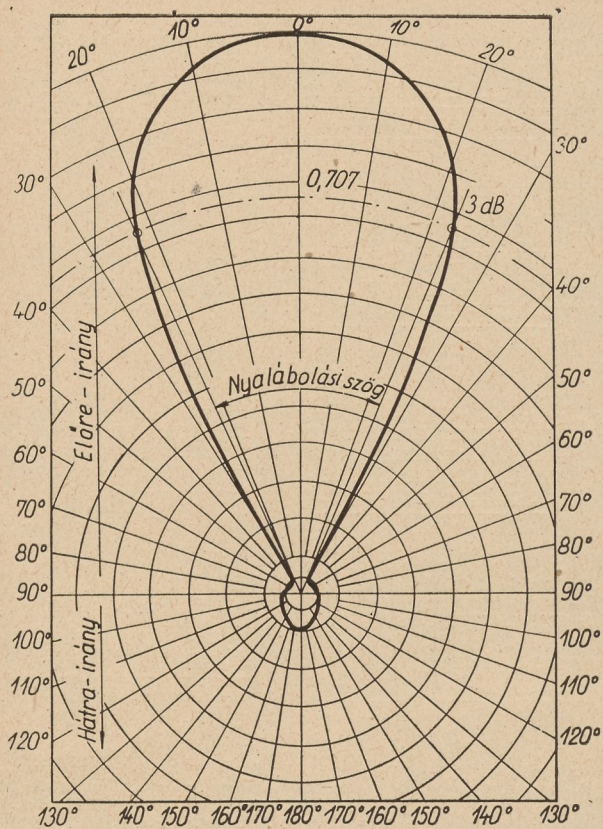


10. ábra. A TETA „Dominó” 1112 típusú antenna fázisainak állóhullámarány és nyereség görbéi
 a) 15 elemes antenna TETA „Dominó” 1112/151
 b) 12 elemes antenna TETA „Dominó” 1112/121
 c) 9 elemes antenna TETA „Dominó” 1112/91
 d) 7 elemes antenna TETA „Dominó” 1112/71
 e) 4 elemes antenna TETA „Dominó” 1112/

$$L_{rel} = \frac{L}{\lambda} \quad (8)$$

Két azonos elemszámú, azonos frekvencián dolgozó antenna közül annak van nagyobb nyeresége, amelyiknek nagyobb a relatív elektromos hossza.

Az előbbi fejtegetések értelmében célszerű lenne a relatív elektromos hosszúságok növelése érdekében az elemeket nagyobb térközre kihelyezni. Az L_{rel} növelésének azonban határt szab egyrészt az, hogy a nagy méretek miatt a szerelés nehézkes, az antenna megfelelő rögzítése pedig komoly mechanikai problémát okoz, másrészt a nagyobb távolságra kihelyezett direktorok között a csatolás csökken, tehát az antenna impedanciája és a sávszélesség romlásához vezethet. A gyakorlatban a nagy elemszámú antennáknál a relatív elektromos hosszúságot 1—3 érték között szokás felvenni. A HTV 15-elemes „Dominó” antennájánál pl. a relatív elektromos hosszúság kb. 2,5. A „Dominó” antenna különböző fázisainak (4—7—9—12—15-elemes) megfelelő impedancia viszonyairól úgy gondoskodtunk, hogy a direktorokat változó térközzel raktuk fel a kereszt-



H 108-BI 11

11. ábra. TETA C 810/101 típusú antenna irányító-görbéje

tartóra. Így az első direktor $0,087\lambda$ -nyira, a második direktor pedig $0,21\lambda$ -ra ($2 \times 0,1\lambda$) került a sugárzótól. Innen kezdve aztán a direktorok közti távolság úgy alakul, hogy minden egymás után következő direktor távolsága kb. $0,02\lambda$ -val nagyobb az öt megelőzőnél. A 10-elemes antennák relatív elektromos hossza kb. 1,25. A kívánt sáv szélességet állandó térközű direktorokkal be lehetett állítani. Itt az optimális direktor-térköznek $0,145\lambda$ adódott. A 4-elemes antennánál a direktorok térköze megközelítőleg $0,1\lambda$. Eltérés mutatkozik az elméleti eredményekkel szemben a reflektorok optimális távolságában is. Míg a 4-elemes antennán a reflektor az irodalomban is ajánlott $0,15\lambda$ -nyira megfelelő, addig pl. az előbb idézett 10-elemes antenna esetében a reflektort $0,21\lambda$ -ra kellett eltolítani. Hasonló a helyzet a 15-elemes antenna esetében is, ahol az optimális távolság kb. $0,23\lambda$ -nyira adódott.

Az antenna iránykarakterisztikája

Az antenna többi specifikálható jellemzője az iránykarakteristikából állapítható meg. Köztudomású, hogy a Yagi antennák irányító tulajdonsággal rendelkeznek. Azt az irányt, amely felől az antenna a legnagyobb teljesítményt képes szolgáltatni, *fő sugárzási irány*-nak nevezzük. Ez az irány a Yagi antennák-

nál a sugárzó tengelyére merőlegesen, a direktorok felőli oldalon van. *Nyalábolási szög*nek azt a két melléksugárzási irány által bezárt szöget értjük, ahol az antenna a fő sugárzási irányból érkező jelteljesítmények felét veszi. Az iránykarakteristikának ezt a kitüntetett pontját 3 dB-es pontoknak nevezzük. Mennél több elemből áll egy antenna, annál kisebb lesz a nyalábolási szöge. Pl.: a már idézett 2-elemes antennák irány szöge közel 90° , a 4-elemeseké 70° körül, a 10-elemes antennáké 46° , a 15-elemeseké pedig 38° körül van, a megfelelő impedancia és sáv szélesség biztosítása mellett. A hátrasugárzási irány a főveteli irányval ellentétes. A főveteli irány erősítésének és a hátraírány erősítésének hányadosa az *előre-hátra viszony*. A viszonyt dB-ben szokás megadni. Célszerű lenne a hátrasugárzási irányt teljesen elnyomni. erre az elméleti adatok alapján egy 10λ átmérőjű ernyőre lenne szükség. Ez még a TV III. sávjában is 200 MHz-es frekvenciára számolva egy 15 m-es átmérőjű reflektor-ernyőt eredményezne. Ez a gyakorlati életben kivitelezhetetlen.

Kisebber nyereségű antennáknál, melyek TV szempontból jól ellátott területen nyerne alkalmazást, kisebb előre-hátra viszonyal is megelégszünk és csak egyetlen reflektorbotot alkalmazunk, amivel átlag 10–16 dB előre-hátra viszony érhető el. A HTV által gyártott 2-elemes antennák előre-hátra viszonya pl. 10,5 dB, a 4-elemes antennáknál 15,5 dB. Nagyobb távolságú összeköttetéseknel nagyobb nyereségű antennát kell használni. Itt a nagyobb előre-hátra viszony biztosítása is indokolt. 20–25 dB-es előre-hátra viszony eléréséhez kettős reflektort kell alkalmazni. A HTV antennáinál az előre hátra-viszony a szélsávú antennánál 23,4 dB, a 10-elemes antennánál pedig 24 dB a megfelelő sáv szélesség biztosítása mellett. A 11. ábrán egyébként a HTV egyik 10-elemes antennájának teljes iránykarakteristikája látható, a vízszintes síkra felvéve. A 15-elemes antennánál három reflektorbotot alkalmaztunk. Az antenna előre-hátra viszonya 28 dB.

Összefoglalás

A Híradótechnikai Vállalatnál az elmúlt 3 év folyamán 7-családban több mint 130 db. TV és URH antennát dolgoztunk ki és közel 1000 különféle mérést hajtottunk végre. Tapasztalataink azt mutatják, hogy

- a) az antenna működési tartományát a sugárzó határozza meg,
- b) az antenna nyeresége a relatív elektromos hosszúságával és elemszámával lesz arányban,
- c) az antenna sáv szélessége elsősorban az első direktor hosszától és a sugárzótól való távolságától függ,
- d) az előre hátra viszony a reflektor hosszával és a sugárzótól való távolságával állítható be.

e) az antenna tápponti impedanciájára főleg a sugárzó, az első direktor és a reflektor van nagy hatással.

Az elemek helyes beállítása a tervezőtől és a mérőszemélyezettől nagy körütekintést és gondos munkát igényel.

Függelék

$I_1; I_2; I_3; \dots; I_n$ a I, II, III, ... n antennaelemekben folyó áramok. Általánosságban az i -edik elemben folyó áram, amelynek értékét a (9) egyenlet szolgáltatja.

$$I_i = 1 + \frac{M(\beta l_i)}{K_a^{(i)}} \sin(\beta l_i) + \frac{N(\beta l_i) - jZ_a(\beta l_i)}{K_a^{(i)}} \cos(\beta l_i) \quad (9)$$

Az egyenletben

$K_a^{(i)}$ az i -edik elem átlagos karakterisztikus impedanciája. Értéke: $K_a^{(i)} = 120 \left[\ln \frac{2l_i}{a_i} - 1 \right]$

l_i az i -edik elem félhossza (vö. 2. ábra)

a_i az i -edik elem sugara

β fázistényező, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$

$Z_a(\beta l_i)$ sugárzási impedancia (βl_i) függvényében.

Értéke:

$$Z_a(\beta l_i) = R_a(\beta l_i) + jX(\beta l_i)$$

ahol

$$R_a(\beta l_i) = 60[C + \ln(2\beta l_i) - \text{Ci}(2\beta l_i)] + 30\{2[C + \ln(2\beta l_i) - \text{Ci}(2\beta l_i)] - [C + \ln(4\beta l_i) - \text{Ci}(4\beta l_i)]\} \cos(2\beta l_i) + 30[\text{Si}(4\beta l_i) - 2\text{Si}(2\beta l_i)] \sin(2\beta l_i)$$

és

$$X_a(\beta l_i) = 60 \text{Si}(2\beta l_i) - 30\{[C + \ln(4\beta l_i) - \text{Ci}(4\beta l_i)] - \ln 4\} \sin(2\beta l_i) - 30 \text{Si}(4\beta l_i) \cos(2\beta l_i)$$

Az egyenletben

$$C = 0,5772 \text{ (Euler-állandó),}$$

$$\text{Si}(x) = \int_0^x \frac{\sin t}{t} dt,$$

$$\text{Ci}(x) = - \int_0^\infty \frac{\cos t}{t} dt,$$

$M(\beta l_i)$ és $N(\beta l_i)$ függvényhelyettesítések, ahol

$$M(\beta l_i) = \beta \int_0^{l_i} \{K_a^{(i)} - K[z(a)]\} \sin(2\beta x) dz = 60[C + \ln(2\beta l_i) - 1 + \cos(2\beta l_i)]$$

és

$$N(\beta l_i) = \beta \int_0^{l_i} \{K_a^{(i)} - K[z(a)]\} \cos(2\beta z) dz = 60[\text{Si}(2\beta l_i) - \sin(2\beta l_i)]$$

ahol

$K[z(a)]$ a névleges karakterisztikus impedancia, $K[z(a)] = 120 \ln \frac{2z}{a(z)}$

$Z_{11}; Z_{22}; Z_{33}; \dots; Z_{nn}$ a I., II., III., ... n antennaelemek saját sugárzási impedanciája.

$Z_{12}; Z_{13}; Z_{2n}$ és általában Z_{ik} az I—II, I—III, II— n , illetve az i -edik és k -adik elem közötti kölcsönös impedancia.

A (4) egyenletben szereplő Z_{ik}^a az áramhasra vonatkoztatott kölcsönös impedancia.

$K_1; K_2; K_3; \dots; K_n$ a 2. ábrán látható jelölésnek megfelelő helyettesítési függvény. Értékük rendre

$$K_1 = \beta(\sqrt{d_{ik}^2 + l_k^2} - l_k)$$

$$K_2 = \beta d_{ik}$$

$$K_3 = \beta(\sqrt{d_{ik}^2 + l_k^2} + l_k)$$

$$K_4 = \beta[\sqrt{d_{ki}^2 + (l_k - l_i)^2} - (l_k - l_i)]$$

$$K_5 = \beta(\sqrt{d_{ki}^2 + l_i^2} - l_i)$$

$$K_6 = \beta[\sqrt{d_{ik}^2 + (l_i - l_k)^2} + (l_k - l_i)]$$

$$K_7 = \beta(\sqrt{d_{ik}^2 + l_i^2} + l_i)$$

$$K_8 = \beta[\sqrt{d_{ik}^2 + (l_i + l_k)^2} - (l_i + l_k)]$$

$$K_9 = \beta[\sqrt{d_{ik}^2 + (l_i + l_k)^2} + (l_i + l_k)]$$

d_{ik} az i -edik és k -adik elem közötti távolság

ϱ állóhullámarány

λ hullámhossz

Z_0 TV kábel hullámellenállása

P teljesítmény

η hatásfok

Egy antenna teljesítmény hatásfoka az alábbi összefüggésből számítható:

$$\eta_P = \frac{P}{P_{\text{mav}}} = \frac{4}{2 + \frac{R_a}{R_t} + \frac{R_t}{R_a} + \frac{X^2}{R_a R_t}} \quad (6)$$

A (6) egyenlethől a feszültségátviteli hatásfok egyszerűen nyerhető

$$\eta_u = \sqrt{\eta_P}$$

IRODALOM

1. L. Brillouin: Sur l'origine de la resistance de rayonnement. Ann Radioélect, 1922/3. 147—152 old.
2. A. A. Pstolkors: The Radiation Resistance of Beam Antennas. Proc. Inst. Radio Engrs, 1929/17 562—579 old.
3. R. G. Medhurst: Dipole Aerials in close Proximity. Wireless Engineer, 1951 dec. 356—358 old.
4. L. Lewin: Mutual Impedance of Wire Aerials. Wireless Engineer, 1951 dec. 352—355 old.
5. R. Bechmann: On the Calculation of Radiation resistance of Antennas and Antenna Combinations. Proc. Inst. Radio Engrs. 1931. aug.
6. G. Barzilai: Mutual Impedance of Parallel Aerials. Wireless Engineer, 1948 nov. 343—352 old.
7. S. A. Schelkunoff—H. T. Friis: Antenna, Theory and Practice. John Wiley and Sons, Inc. 1952.
8. Pattantyús: Matematikai képletek és táblázatok. (Gépész és villamosmérnökök kézikönyve I.) Műszaki Könyvkiadó, 1960.

A magyar televízió képcsőgyártás fejlődése és a váci képcsőgyár ismertetése

FRIED HENRIK

a Híradástechnikai Tudományos Egyesület tagja,
Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt

A cikk összefoglalja a hazai képcsőfejlesztés és a tömeggyártást megelőző kísérletek főbb fázisait és szempontjait. Ismerteti a váci televízió képcsőgyárat, amely a képcső összeépítő üzemen felül tartalmazza az alkatrészgyártó és fényporgyártó üzemeket is. Kiemeli a mérőlánc eredeti, jól bevált konstrukciós megoldását. A tervezés, szerkesztés és kivitelezés munkáját a Tungsram gyár, illetve a Vákuumtechnikai Gépgyár szakemberei végezték.

A modern televízió képcsőveket világszerte — így nálunk is — az oszcilloszkóp célokra használt katódsugárcsővekből fejlesztették ki.

A katódsugárcső fejlesztési kísérleteket az Egyesült Izzóban az 1941—44-es években indítottuk meg a 3"-os (8 cm-es) ernyőméretű oszcilloszkóp csövekkel, azonban ezek a kísérletek gyártási szintre nem fejlődtek fel. A felszabadulás után a Távközlési Kutató Intézetben (TKI), 1949-ben kezdtük el újra a katódsugárcsővek fejlesztését. A nagyobb sorozatú gyártás 1951-ben az Egyesült Izzó speciális elektroncsövek gyártására alakított ME gyáregységében 8 és 12 cm-es ernyőméretű csövekkel kezdőlt meg. Ezek a katódsugárcsővek már elektromos adatokban és minőségben is megfelelték a világpiacon akkor korszerű típusoknak. Kezdetben csak zöld ernyőjű, villemit bevonatú (cinkszilikát) oszcilloszkóp csövekegyártottunk. 1953-ban a TKI kifejlesztette a kétkomponensű, fehér színű fényporokat (ezüsttel aktivált cinkszulfid és ezüsttel aktivált cinkkadmiumszulfid keveréke). Ebben az időben kezdte el az Egyesült Izzó a TKI-val együtt a nagyobb méretű, 7"-os, később 9"-os ernyőátmérőjű oszcilloszkópcsövek kikísérletezését. Ezek a csövek mágneses fókuszálással elektronágyúval és mágneses eltérítő rendszerrel készültek.

Az első, televízió célra is alkalmas, elektromágneses fókuszálással és eltérítésű képcsőtípust a szovjet 31LK2B-nek megfelelően 1955-ben dolgoztuk ki. Ez a csőtípus azonban tömeggyártásba nem került, mert mire elkészült, már nem volt korszerű. Nagy vita volt ebben az időben arról, hogy a következő fejlesztési lépcsőnek, a négyszögletes, 14"-os (35 cm-es) vagy a 17"-os, (43 cm-es) képcsőveket vegyük-e. Az Orion gyár annak érdekében, hogy a televízió készülékek ne csak a hazai piacon legyenek eladhatók, hanem exportálni is lehessen azokat, egy lépésben akarta behozni a televízió készülék gyártásában előállott elmaradásunkat és ezért első készülékébe már 17"-os képcsövet kívánt beépíteni. Ezért kellett a fejlesztési lépcsőből a 35 cm-es ernyőméretű képcsövet kihagynunk és rögtön, az

akkor legkorszerűbb, 43 cm-es és 70°-os eltérítési szögű képcsővek gyártására rátérnünk. Ebben az időben kezdett elterjedni a mágneses fókuszálás helyett, a lényegesen olcsóbb és egyszerűbb, sztatikus fókuszálással működő elektronágyú. Ilyen elektronágyúval fejlesztettük ki 43SP4 néven az első korszerű képcsövet. Ennél a fejlesztésnél mi is szerettük volna mindjárt az akkor legfejlettebb technológiai szintnek megfelelő képcsövet kidolgozni, ezért a képcsövet alumínizált ernyővel, ioncsapda nélkül fejlesztettük ki. Sajnos, ez a lépés túl nagyra bizonyult, mert bár laboratóriumi méretekben a képcső-ernyőt alumíniumtükör-bevonattal el tudtuk látni, de amikor ezen az alapon sorozatgyártást próbáltunk elindítani, a rendkívül magas selejtszázalék miatt ez nem vezetett sikerre. Minthogy az ernyőt nem tudtuk alumínizálni, az ionfolt kikerülése céljából az elektronágyút is át kellett dolgoznunk ioncsapdás kivitelre.* Másfél éves megfeszített kísérleti munkára volt szükség ahhoz, hogy az alumíniumtükör-készítés tömeggyártásra is alkalmas technológiáját kidolgozzuk. Ez nagyon nehéz technológiai feladat és az ME gyáregység fejlesztőinek érdeme, hogy külföldi licencek nélkül, saját erejükből, a baráti államokban elsőként dolgozták ki tömeggyártásra megfelelő módon ezt a technológiát.

Az alumíniumtükör készítése a képcsőernyőn két technológiai lépésből áll. Először kb. 0,5 μ vastag műanyag hártát kell az ernyőre felvinni és csak ezután lehet a hártára vákuumpárolgatással 1—2 μ vastag alumíniumtükört rápárolgatni.

Az alumíniumtükör célja az is, hogy az elektronsugárral fénysugárázóvá gerjesztett fényporszemcsék hátrafelé, a képcső belseje felé irányuló sugárzását előre vetítse, miáltal jelentősen javítja a képcső fényhatásfokát és kontrasztját. Műanyag hártá nélkül az alumínium a vákuumpárolgatás után nem képezne sima reflektáló tükört az ernyőn, hanem csak a fényporszemcséket vonná körül, így a kívánt célnak nem felelne meg.

A probléma elsősorban az első műveletnél, a hártakészítésnél volt. Kezdetben a hártát

* A cső működése közben az elektronok mellett negatív töltésű ionok is keletkeznek, ezeket a nagyobb tömegűknél fogva kisebb mértékben téríti el az elektromágneses eltérítő rendszer, mint az elektronokat. A nagytömegű ionok a világító rétegben károsodást okoznak, és ezért az ernyő közepén egy sötét folt, ionfolt keletkezik. Az ioncsapda megakadályozza az ionok ernyőre jutását. Alumínium tükörrel bevont ernyőnél csapda nem szükséges, mert az ionok az alumíniumrétegen nem tudnak áthatolni.

nitrocellulóz oldatból készítettük oly módon, hogy az ülepítési eljárással elkészített ernyőre kb. 2 cm vastag vízréteget öntöttünk, erre a vízrétegre rácsöppentettük a nitrocellulóz oldatot. Ez megfelelő körülmények között a vízrétegen szétfut és megszáradás után összefüggő hártyát képez a víz felületén. A vizet ezután a hártya alól óvatosan le kellett önteni. Ez a technológia rendkívül kényes, igen nagy mértékben függ a nitrocellulóz minőségétől, amelynek egyenletességét nem tudtuk megfelelően biztosítani. Irodalomból tudtuk, hogy ezek miatt a nehézségek miatt egyes nyugati gyárak áttértek polimerizált metakrilát oldatok használatára. Ezek után mi is ebben az irányban indítottuk el kísérleteinket. Leírásokból tudtuk, hogy kétféle eljárással kísérleteznek, illetve dolgoznak. Az egyik eljárás szerint benedvesített ernyőre ráporlasztják a metakrilátból készített lakkot, a másik eljárás szerint pedig ugyancsak nedvesített ernyőre ráöntik a lakkot. Körülbelül másfél éves kísérletezés után sikerült nekünk az utóbbi eljárással üzemszerű technológiát kidolgozni.

Az alumínizálási technológia birtokában 1958-ban kidolgoztuk az akkor legkorszerűbb AW 43—80 és AW53—80 típusszámú 43 és 53 cm-es ernyőméretű, 90°-os eltérítési szögű, 1959-ben pedig a 110°-os eltérítési szögű AW43—88 és AW53—88 típusszámú képcsőveket. Ezek a képcső típusok a 70°-os eltérítési szögű képcsővekhez képest — azonos ernyőméret mellett — jelentősen kisebb magassági mérettel rendelkeznek, ami lehetővé teszi lényegesen kisebb méretű, kisebb súlyú televízió készülékek gyártását.

Televízió képcsővek nagytömegű gyártására való berendezés kérdésével már az első eredményes kísérletek befejezése után, 1955-ben kezdtünk foglalkozni. Először az Egyesült Izzó ME gyáregységében építettünk fel egy kísérleti képcsőgyártó üzemet. Ennek az üzemnek a gépi berendezései még csak a kisebb szériagyártás szempontjai szerint készültek el, azonban már ezek tervezésénél is arra gondoltunk, hogy a gépek működése közben nyert tapasztalatok alapján később megtervezhetőek legyenek a tömeggyártásnak megfelelő automata-, illetve félautomata gépek. 1955 végén és 1956-58-ban több variációban készítettünk előterveket a tömeggyártó üzemre.

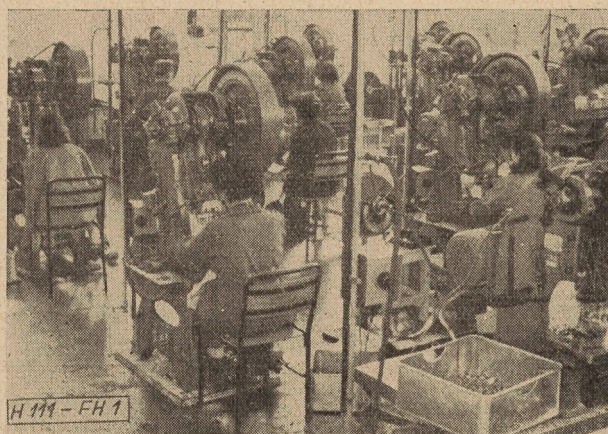
A megvalósított gépsorok 43 és 53 cm-es ernyőméretű képcsővek gyártására alkalmasak. Eredetileg a gépeket csak 70°- és 90°-os eltérítési szögű képcsővek gyártására terveztük. Később ez a terv úgy módosult, hogy a második gépsornak alkalmasnak kell lennie 110°-os eltérítési szögű és a legmodernebb, sarkos ernyőjű (59 cm-es átlóméretű) képcsővek gyártására is.

A váci képcsőgyár ismertetése

Az üzem vertikális kiépítésű. A képcső összeépítő üzemhez tartozik az alkatrészgyártó üzem, valamint a fénypor és egyéb kémiai

anyagok készítésére szolgáló kémiai üzem. A fegfontosabb alkatrész, a képcső-üvegbura gyártását a nagykanizsai üvegyár végzi.

Az elektronoptikához (elektronágyú) szükséges fémalkatrészeket az alkatrészgyártó üzem, a szokásos húzó, sajtoló gépeken állítja elő. A rádiócsőgyártásban használt lemezalkatrészekhez képest eltérés csupán az anyagban és a megkövetelt szűk toleranciákban van. Lemezanyagként antimagnetikus vas-nikkel-króm ötvözetet kell alkalmazni, mert ezzel az anyaggal lehet csak a megfelelő vákuumtechnikai követelményeken felül az elektronoptikai követelményeket is kielégíteni. A fémalkatrészek szűk toleranciájára, a kivágások sorjamentességére igen nagy súlyt kell fektetni, mert csak így biztosítható tömeggyártásban az elektronoptika által megkövetelt pontosság. Az alkatrészgyártó üzem egy részletét az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra. Alkatrészgyártó üzem egy részlete

Fontos alkatrész még a kivezetőkkel ellátott üvegállvány, melyre az elektronoptika van felerősítve. Az üvegállványt egyfejes félautomatán és 12-fejes automata gépen lehet gyártani, megfelelő méretre vágott üvegcsővekből, kivezető elektródákból, összeolvasztás és préselés útján.

Elektronágyú összeszerelés

Az elektronágyú összeszerelése a képcsőgyártás fontos művelete, ennek pontossága döntően befolyásolja a kész képcső elektromos minőségét. Az egyes fémalkatrészek közötti távolságokat századmilliméter pontossággal kell biztosítani. Az elektronsugár útjába eső környilások (blendék) koncentrikusságát igen nagy pontossággal kell betartani. Az alkatrészek közötti szigetelésnek, tekintettel az egyes elektródák közötti igen nagy feszültségre, nagyon jónak kell lennie. Ezeket a követelményeket pontos sablonokkal, mikroszkópos ellenőrzésekkel, igen tiszta és precíz munkával kell biztosítani. A szerelő helyiség egy részletét a 2. ábra mutatja. Az egyes fémalkatrészek összehegesztése, az elektronágyúnak az állványra erősítése, elektromos ponthegeztő gépekkel történik.



2. ábra. Szerelés (elektromos ponthegeztő gépek)

Képcsőösszeépítés

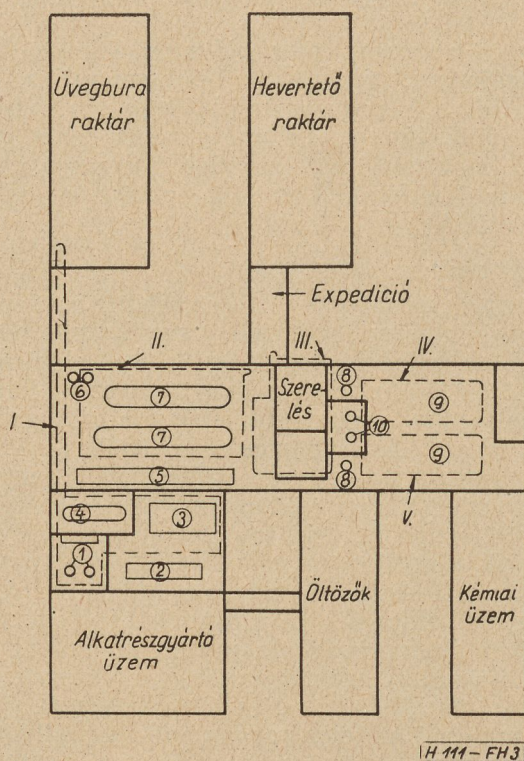
Tekintettel a képcsővek nagy terjedelmére és súlyára, korszerű képcsőgyártó üzemben egyik legfontosabb szempont a gyártás teljes folyamatosságának biztosítása és a gyártó berendezések közötti képcsőszállítás szállítóláncon történő megoldása. A váci képcsőgyár tervezésénél is ezt az egyik legfontosabb szempontnak tekintettük, ezért a gépek teljesítménye úgy van összehangolva, hogy a folyamatosság minden gyártási műveletnél biztosítható legyen, a szállítóláncon pedig a képcsőveknek az egyes gépek között feltétlenül szükséges szállítását a legrövidebb úton és a legkevesebb emberi munkával biztosítsák. A 3. ábrán látható a képcsőgyár elrendezési rajza, a szállítólánccal. Az I. szállítólánc a ballon-

kikészítő műveleteket köti össze, a II. szállítólánc az elektronagyú ballonba beforrasztásának és a szivattyúzásának műveletét köti össze, a III. szállítólánc a szivattyúzott és kész csöveknek a mérőhelyre, illetve onnan a hevertető raktárba történő szállítását végzi és végül a két egymástól független IV. és V. mérőlánc a szivattyúzás utáni befejező műveleteket (fejelés, formálás, mérés) köti össze. Az egyes gyártó berendezések úgy vannak elkészítve, hogy a képcső feltevésén és a szállítóláncre való visszahelyezésén kívül emberi munkára általában nincs szükség, a szükséges műveletet a gép automatikusan végzi el. Ez alól csak néhány kényesebb művelet kivétel, ilyen pl. a képcsőszerelvénynek az üvegballonba való forrasztása, ahol a műveletet maga a dolgozó irányítja.

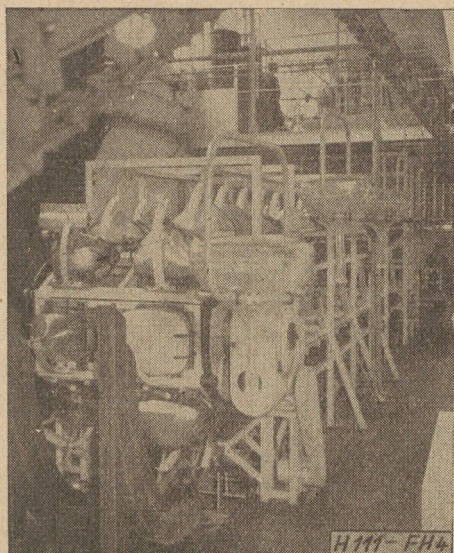
A képcsőgyártási folyamatot legjobban úgy ismerhetjük meg, ha végig követjük az üvegbura útját a szállítóláncon a buraraktártól a különféle technológiai műveleteken keresztül, egészen a hevertető raktárig.

Az I. szállítóláncon viszik be a kész üvegburát a raktárból a mosó helyiségbe. Itt a burát 8-állású körforgó mosógépen (1) mossák ki. A mosás két állásban hígított fluorsavval, a többi állásban meleg és hideg vízzel és ioncserélő vízzel történik. A mosott burát a szállítóláncre visszateszik, amely beviszi az ülepítő helyiségben lévő ülepítő konveyorhoz (2). A világító ernyő készítése a képcsőgyártási technológia egyik fontos és kényes művelete. A világítóréteg felvitele az üvegburára ülepítő eljárással történik, a következőképpen:

A burába először ülepítő oldatot öntenek (néhány %-os stronciumnitrát vagy báriumnitrát és kálvízüveg keveréke). Ezután a fényporadagból vizes szuszpenziót készítenek és beleöntik az ülepítő oldatba, egyenletes elosztásban. Bizonyos idő után (kb. 15 perc), a fénypor leülepszik és a vízüveg segítségével hozzákötődik az ernyőhöz. Ennek megtörténte után az ülepítő folyadékot óvatosan leöntik az ernyőről. Ezután az ernyőt meleg levegő befúvásával megszáritják. Ez a technológiai művelet sor igen nagy gondosságot igényel, az oldatok összetételének pontos betartásán kívül nagyon lényeges az oldat, a ballon és a helyiség hőmérsékletének is meghatározott szinten tartása. Nagyon nehéz feladat az oldatokhoz használt igen nagy mennyiségű ioncserélő víz nagyfokú tisztaságának biztosítása. Egy 53 cm-es képcsőbura ülepítéséhez 13 l ioncserélő vízre van szükség, és ebben a legkisebb szennyezés is már selejtessé teszi az ernyőt. A 4. ábrán láthatjuk az ülepítő automatát. Két kerék között végtelen láncra összefogott kocskák viszik két sorban a kocskira felfogott üvegburákat, ernyővel lefelé, lassú, egyenletes, rezgésmentes mozgással. A felfogóállás után automatikus adagoló berendezés először az ülepítő folyadékot, azután a fénypor szuszpenziót önti be a burába, a nyakon keresztül. 15 perc után a kocsi a leöntő kerékhez ér, ahol a bura nyaka lassan



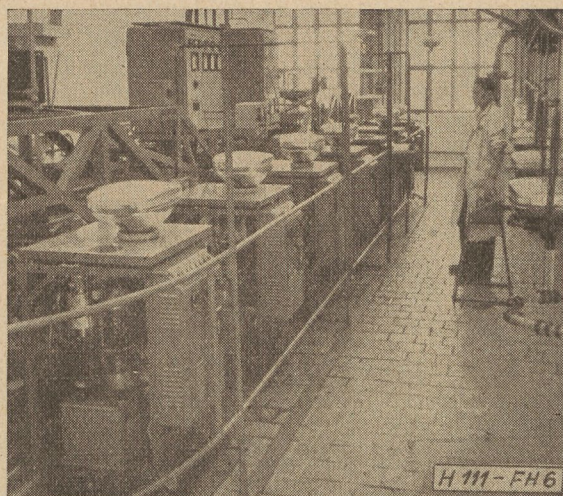
3. ábra. A képcsőgyár elrendezési rajza



4. ábra. Ülepítő automata

lefelé fordul és kiömlik az ülepítő folyadék. Ezután a lefelé fordult ballonnyakon keresztül a berakó állás felé visszatérő úton meleg levegő befújással megszáritják az ernyőt, majd a ballont az ülepítő automatáról levesszük és visszahelyezik az I. szállítóláncre. A szállítólánc mellett elhelyezett ellenőrző munkahelyen ultrahibolya fénnel megvilágítva vizsgálják meg az ülepítés minőségét. Innen a bura a (3) hártya-készítő gépcsoporthoz jut a szállítóláncon. Ezen a gépcsoporton a következő műveleteket végzik:

Ernyőnedvesítés, szikkasztás, műanyaglakkráöntése és egyenletes elosztása az ernyőn, felesleges lakk lemosása a kónuszról, szárítás hideg levegővel, nyak és a nagyfeszültségű bevezető grafit bevonattal való bekenése, szárítás meleg levegővel. Az 5. ábrán a gépcsoport egy része látható. A hártyaázás és grafitozás után az I. szállítólánc beviszi a kikészített burát az alumínizáló automatához (4). Az alumíniumtükrozt vákuumporlasztási technológiával viszik fel az ernyőre. Az alumínizáló automata „lóversenypályán” mozgó 30 önálló vá-



6. ábra. Alumínizáló automata

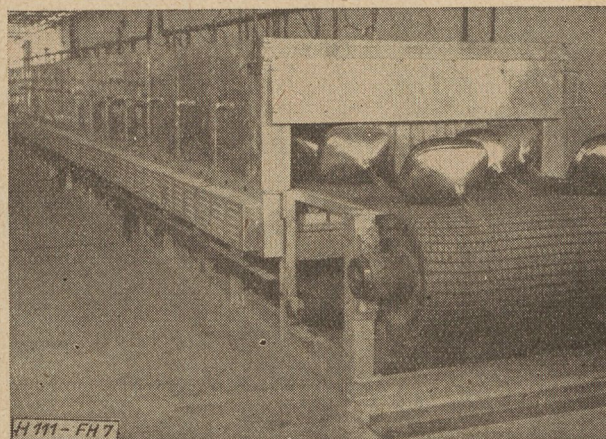
kuumporlasztó kocsiából áll (6. ábra). A vákuumszisztém két fokozatú, 5 m³/óra szívóteljesítményű, forgólapátos olajszivattyúból és 100 l/sec szívóteljesítményű olajdiffúziós szivattyúból áll. A vákuumnak az alumíniumpárolgatás közben jobbnak kell lennie, mint 1×10^{-4} mm higanyoszlop nyomás.

A vákuumérték betartásától függ az alumínizálás minősége. A párolgatás wolframspirálba helyezett alumíniummal történik. Ennek tisztasága legalább 99,99%. A bura, a párolgató wolframspirál és alumínium felrakásán kívül, az automata az egész technológiai műveletet automatikusan végzi.

Ezután az I. szállítólánc a kikészített burát elviszi a beégető kemencéhez (5). A beégetés elektromos fűtésű, 30 m hosszú kemencében történik, 420–430 C° hőmérsékleten (7. ábra). A búrakat a kemencébe tűzálló acél sodronnyal viszik be és vezeti át az előírt hőgörbén. A hőgörbe betartása fontos az ernyőminőség és üvegselejt szempontjából. A beégetés célja az ernyőben, a műanyaghártyaiban és a grafitbevonatban lévő szerves anyagok kiegészése, illetve elbontása.

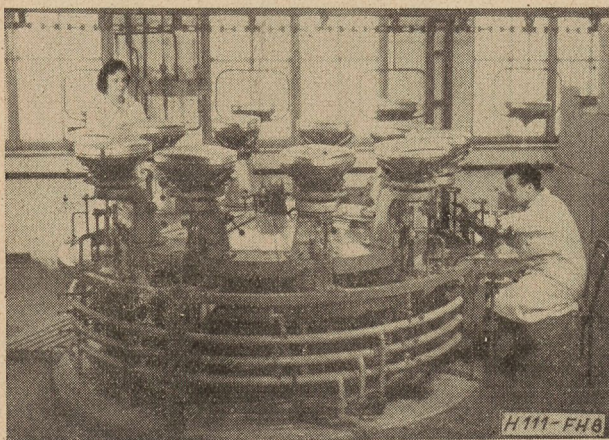


5. ábra. Hártya-készítő berendezések



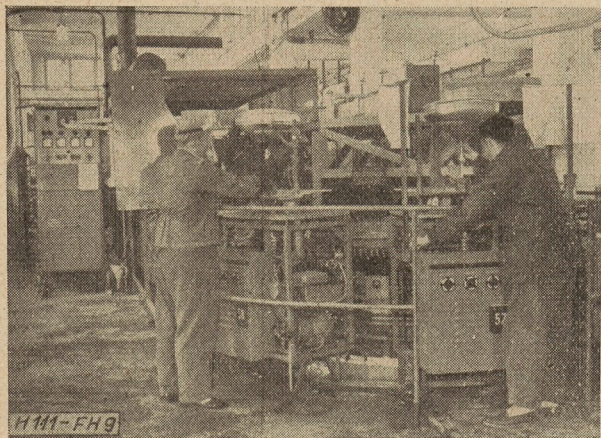
7. ábra. Beégető kemence

A beégető kályhából kijövő, teljesen kikészített képcsőburát ezután a *II.* szállítóláncre teszik fel és ez viszi el a szállítószalag mellett elhelyezett ellenőrző munkahely után a beforrasztó géphez (6). Ezen a gépen történik az összeszerelt elektronágyú beforrasztása a kikészített burába. A beforrasztó automata körforgó, 10-fejes gép (8. ábra). Az állványszerel-



8. ábra. Beforrasztó automata

vény és a bura egyenletes sebességű szinkronforgása a gép lépkedése közben is biztosítva van. A beforrasztó lángot (hidrogén-oxigén keverék) egy dolgozó irányítja, mivel a beforrasztási idő függ a buranyak vastagságszórásától. A gép különben automatikusan végzi az előmelegítési és lehűtési műveleteket. A beforrasztott képcsövet ezután a *II.* szállítólánc a képcsőgyár legnagyobb és legfontosabb gép-egységéhez, a képcsőszivattyúhoz viszi (7). A képcsőgyár elrendezési rajzán két szivattyúegység látható, jelenleg egy működik, a másik elkészítése most folyik az Egyesült Izzó gépgyárában. Ugyanez a helyzet az *V.* mérőlánccal. A meglevő szivattyú automata „lóversenypályán” lépésenként mozgó 62 önálló szivattyúegységből (kocsiból) áll (9. ábra). A vákuumrendszerben alkalmazott szivattyúk azonosak az alumínizáló kocsikban alkalmazottakkal.



9. ábra. Szivattyúautomata

A szivattyúzási folyamatnál fokozatosan melegítik fel 420°C -ra a képcsövet, ezután nagyfrekvenciás generátorral az elektronágyú fémrészeit is gáztalanítják 800°C -ra történő izzítással. Végül a katódot megfelelő fűtéssel elbontják. A gettert (kémiai gázelnyelőt) csak előizzítják a szivattyún, elbontás a szivattyúzás után történik. A szivattyúzás munkamenetét, a képcső megfelelő kifűtését a szivattyúkályhában, az előírt vákuumszinten pontosan kell betartani, a képcső megfelelő elektromos minőségének biztosítására. A szivattyú adja meg az egész képcsőgyártás ütemét. Az épülő szivattyúautomata 74 kocsival készül és ennek megfelelően nagyobb teljesítményű lesz

A szivattyúzás után a *III.* szállítólánc a getterező állás mellett (ahol nagyfrekvenciás izzítással a getter végleges elhajtása megtörténik) elszállítja a kész képcsövet a nyomáspróba félautomatához (8). Ebben a berendezésben minden képcsövet két atmoszféra túlnyomással implozióra megvizsgálunk, későbbi véletlen baleset elkerülése céljából. A nyomáspróba vizsgálat után a képcsövet ráhelyezik a *IV.* vagy *V.* mérőláncre. A mérőláncre a képcsövet, ernyővel lefelé, míg a szállítóláncre ernyővel felfelé helyezik.

A mérőlánc a képcsőgyár egyik legeredetibb konstrukciós megoldása, ezzel egyenértékűt a külföldi képcsőgyárakban nem ismerünk. Hogy elkerüljük a szivattyúzás művelete után szükséges technológiai műveleteknél a képcső emberi erővel való felrakását a láncra és levételét a láncról, a mérőlánc úgy van elkészítve, hogy az összes technológiai műveletek, a méréssel együtt magán a láncra történnek. A mérőlánc ezért nem folyamatosan mozog, hanem lépked. A láncra a következő műveleteket végzik el: fejelés (bakelit fej felragasztása a nyakra és a kivezető elektródák beforrasztása a csapokba), az egyes elektródák közötti nagyfeszültségű leszikráztatás, gázviszony mérés, a katód elektromos formálása és végül különféle elektromos paraméterek mérése, valamint az ernyő megvilágítás közbeni vizsgálata. A technológiai folyamatokhoz szükséges berendezések és eszközök a mérőlánc alatt és mellett vannak elhelyezve (9), a mérőlánc egy részletét a 10. ábrán láthatjuk. Hátterben a mérőberendezés látható, ahol az ernyő tükörből vizsgálható. Mérés után a képcső a festőállásba kerül (10), ahol egy kézzel forgatható festőkeréken a képcső kónuszra külső vezető festéket szórnak fel. Ugyanitt ragasztják fel a képcsőre a cimkét és helyezik rá a *III.* szállítóláncre, mely az expedíció helyiségbe viszi. Itt a képcsövet becsomagolják és elektromos targoncán beszállítják a hevertető raktárba. Az előírt hevertetési idő után visszahozzák az expedíció helyiségbe és kiszállítási előtt a legjellemzőbb elektromos adatokat újra méri. Ezzel befejeződött a képcsőgyártás technológiai folyamata és most már csak a rendeltetési helyre való szállításáról kell gondoskodni.

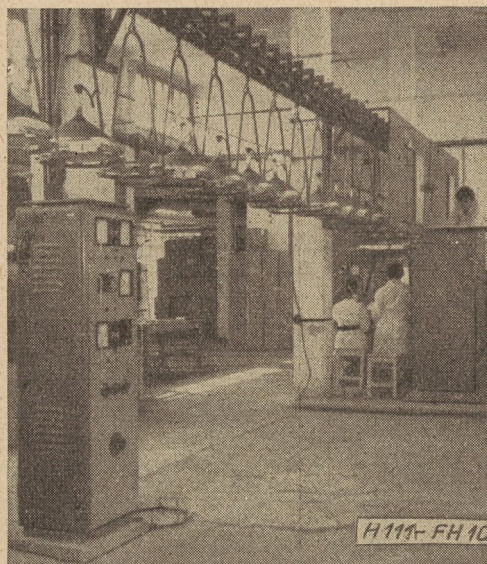
Az elmondott fő technológiai folyamatokon kívül még sok olyan gép és berendezés van, amely a normális folyamatban nem teljesen megfelelő minőségűnek bizonyuló képcsővek javítására, a selejtes csövek értékesebb alkatrészeinek — elsősorban az üvegbura — regenerálására szolgálnak. A minden csőre előírt 100 százalékos vizsgálaton kívül a csöveknek bizonyos százalékat különleges vizsgálatoknak is alávetik. Ezek közül legfontosabb a tartós égetési vizsgálat, ahol üzemi körülmények között több száz, egyes csöveket több ezer órán keresztül vizsgálnak. A tartóségető berendezések egy része a 11. ábrán látható. Igen nagy problémát jelent az általában 3 műszakban működő gépek állandó karbantartása, a többszáz forgó- és diffúziós szivattyú rendszeres ellenőrzése. Ezenkívül a gyárhoz tartoznak a különféle szolgáltató berendezések, mint pl. villamos energia, gőz, gáz, oxigén, hidrogén, ioncserélt víz, nagynyomású levegő stb. előállítására szolgáló berendezések.

Fontos része a képcsőgyárnak a fénypor és a kémiai anyagok előállítására szolgáló kémiai üzem. A képcsőgyárak általában készen vásárolják kémiai nagyüzemektől a fényport. Külön előnye a váci képcsőgyárnak, hogy saját maga állítja elő ezt a képcsőgyártáshoz alapvetően fontos anyagot. A fénypor előállításához egészen különleges tisztaságú anyagokra van szükség, és a kereskedelemben kapható anyagok megtisztítása a megfelelő mértékben a fényporgyártás legnehezebb feladata.

A váci képcsőgyár 1960. év elején kezdett termelni. Egy év utáni üzemeltetés alapján megállapíthatjuk, hogy az üzem, a gépek és a berendezések tervezése alapvetően jó volt, mert azoknak az átmeneti problémáknak megoldása után, amelyek teljesen új konstrukciójú, prototípus gépeknél — szerkesztési és kivitelezési okokból — elkerülhetetlenek, és amelyek vele járnak egy új üzem műszaki és fizikai dolgozóinak betanulásával, a gépek és berendezések a várakozásnak megfelelően működnek. A váci képcsőgyár ma már megfelelő minőségben és mennyiségben, tervszerűen gyártja a képcsőveket.

A gyár tervezésénél saját kísérleti gyártási tapasztalatainkon kívül nagy segítséget jelentett az, hogy 1956-ban és a későbbi években módunkban volt a Szovjetunióban több ízben tanulmányozni a képcsőgyártást. Azok miatt a lényeges eltérések miatt, amelyek a gyártott típusokban és a gyártandó mennyiségben a szovjet és a magyar képcsőgyártás között fennállnak, és azért, mert a Szovjetunió is abban az időben tervezte csak a tömeggyártó gépek nagyobb részét, nem lehetett közvetlenül — egy buramosó gép kivételével — a képcsőgyártás gépi

berendezéseinek dokumentációit felhasználni, így a teljes gyárnak, gépeknek és berendezéseknek tervezését magunknak kellett elvégezni. Most már megállapíthatjuk, hogy ezt a nehéz feladatot eredményesen oldottuk meg. Az Egyesült Izzó műszaki és fizikai dolgozói ennek



10. ábra. Mérőszalag és mérő automata

az üzemnek létrehozásával a vákuumtechnikai iparban, eddigi hírnevüknek megfelelően megmutatták, hogy ebben az új vákuumtechnikai ágazatban is képesek korszerű, magasszínvonalú üzemet tervezni és építeni. A tervezés munkáját az Egyesült Izzó ME gyáregységének képcsőfejlesztő szakemberei, a gépek és berendezések megszerkesztését és kivitelezését az ME gyáregységen kívül az Egyesült Izzó Mintagépgyára és a Vákuumtechnikai Gépgyárának műszaki és fizikai dolgozói végezték el.



11. ábra. Tartós égető berendezés

IPARÁGI HÍREK

TUNGSRAM OA 1180 és OA 1182 aranytűs diódák

Az Egyesült Izzó a közelmúltban megkezdte az OA 1180 és OA 1182 típusú aranytűs germánium diódák gyártását. Az alábbiakban ismertetjük ezen új típusok jellemzőit és főbb felhasználási területeit.

Az aranytűs diódák a germánium diódák sajátos csoportját alkotják. Nálunk meghonosított elnevezésük (angolban gold bonded, németben Golddraht) megtévesztő. Technológiailag és szerkezetileg a rétegdiodákhoz sorolhatók. Elektromos paramétereik alapján közép helyet foglalnak el a tűs és rétegdiodák között. Viszonylag nagy nyitóáram (+1 V-nál 200–500 mA) és kis záróáram (1–2 μ A) jellemzi őket, amely csak kismértékben nő a feszültség növekedésével. Kapacitásuk közepes (2–4 pF) és ez a frekvenciahatárt 10–20 MHz-re korlátozza (tűs diódák 200–300 MHz-ig, míg a rétegdiodák általában csak hangfrekvenciás tartományban használhatók).

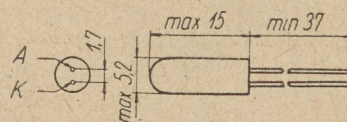
A Tungram OA 1180 nagy nyitóáramú, kis zárófeszültségű, míg az OA 1182 nagy nyitóáramú, nagy zárófeszültségű germánium aranytűs dióda.

Főbb elektromos adatok (25 °C környezeti hőmérsékleten):

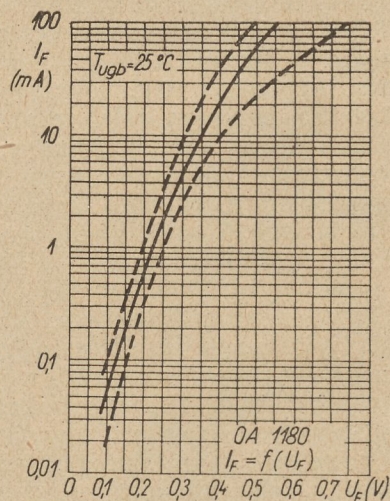
	OA 1180	OA 1182
Nyitóirányú feszültség		
100 mA-nél	max. 0,75 V	max. 0,85 V
Záróáram		
–10 V-nál	max. 20 μ A	max. 6 μ A
–60 V-nál	—	max. 10 μ A
Határértékek:		
Zárófeszültség	–20 V	–80 V
Záróirányú csúcsfeszültség	–30 V	–100 V
Egyenirányított áram	120 mA	100 mA
Nyitóirányú csúcs áram ($f \geq 25$ Hz)	400 mA	500 mA
Áramlökés (időtartama $\leq 0,5$ sec, időköz két áramlökés között ≥ 2 perc)	1 A	1 A
Záróréteg kapacitás	max. 8 pF –1 V-nál	max. 4,5 pF –10 V-nál
Záróréteg hőmérséklet	–50 ... +75 °C	

Mint az adatokból kitűnik, az aranytűs diódákat elsősorban kis feszültségen, közepes áramok (50–100 mA) egyenirányításánál célszerű használni, tehát pl. hálózatról működő tranzistoros készülékek anódpótlójában. Mivel

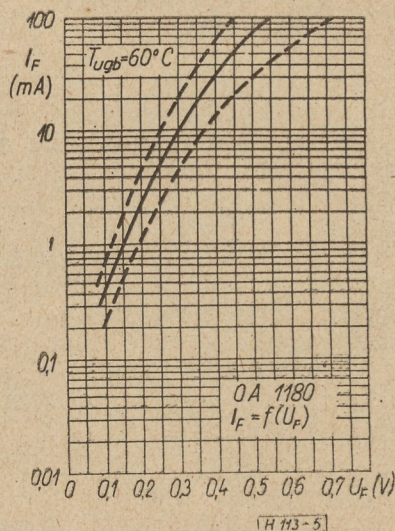
nyitóirányban a diódán fellépő feszültségesés kicsi, igen alkalmas műszeregyenirányítónak. Érdekes alkalmazási lehetőségeket nyújt a kapacitás feszültségfüggése. A ráadott negatív feszültség függvényében nagymértékben változik a dióda kapacitása. Ezt kihasználhatjuk pl. TV és URH vevőkészülékek automatikus élesrehangolásánál. A feléledési idő kihasználása fontos alkalmazási lehetőséget nyújt a kapcsoló áramkörök és elektronikus számológépek területén.



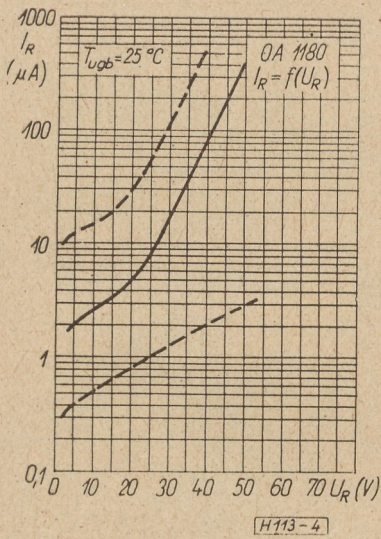
1. ábra



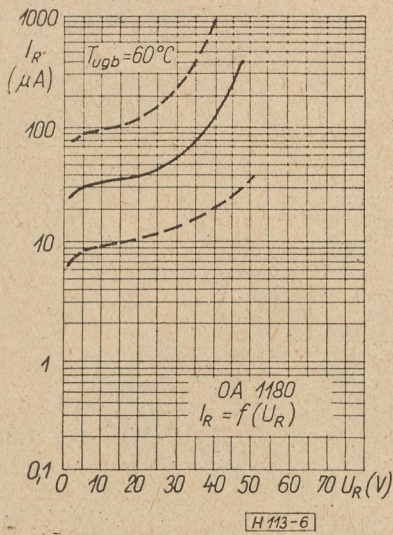
2. ábra



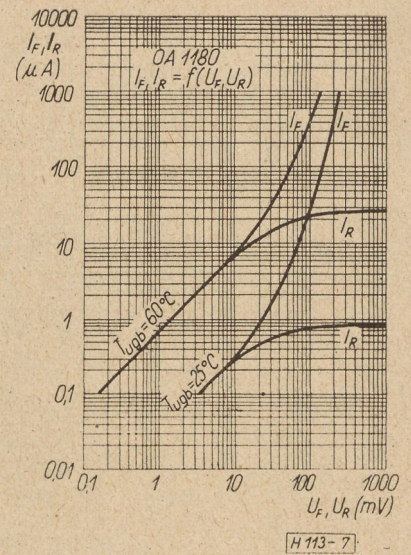
3. ábra



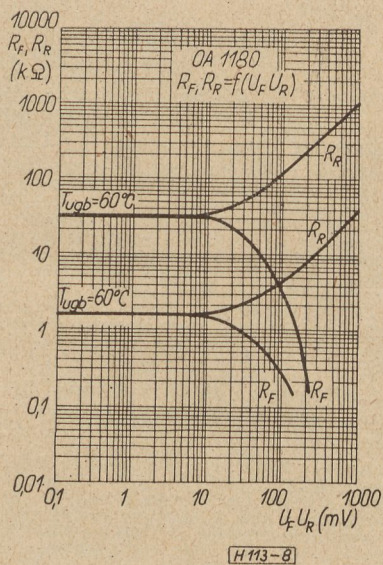
4. ábra



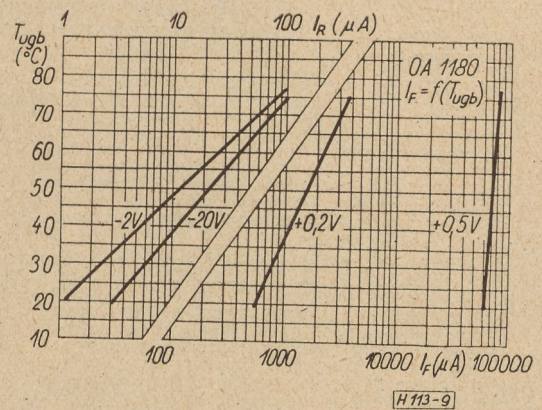
5. ábra



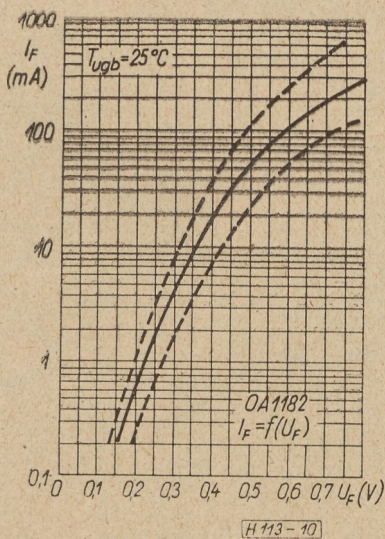
6. ábra



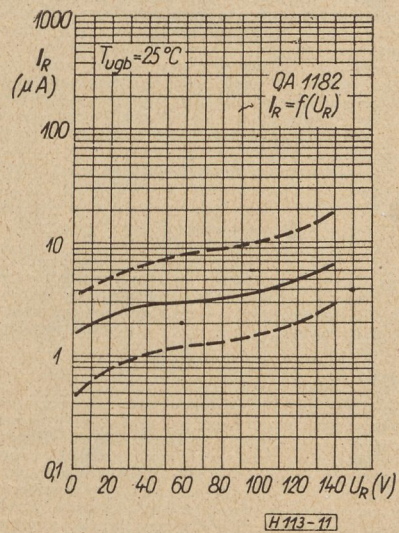
7. ábra



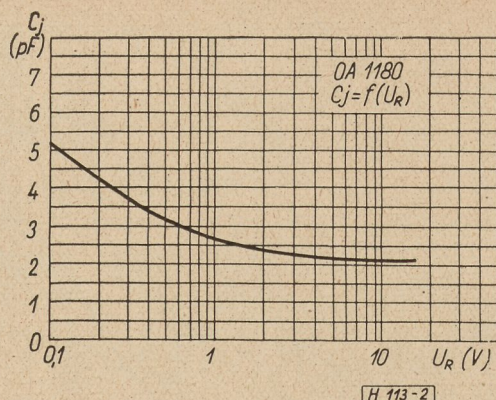
8. ábra



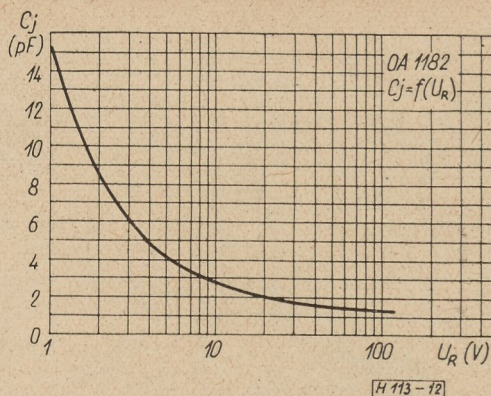
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

JELÖLÉSEK:

U_F nyitóirányú feszültség
 I_F nyitóirányú áram
 U_R záróirányú feszültség
 I_R záróirányú áram

T_{ugb} környezeti hőmérséglet
 R_F nyitóirányú ellenállás
 R_R záróirányú ellenállás
 C_j záróréteg kapacitás

Обобщение

Zusammenfassungen

Э. Кенцлер и др. И. П. Валко: Очественные и заграничные инициативы по введению практического обучения вакуумной техники на университете

Практическая работа по вакуумной технике являлась раньше обучением некоторых специализированных физиков. Имея ввиду потребности промышленности теперь кажется стремление во всем мире, чтобы большая часть студентов участвовали на такой практике. Осуществление этого является очень трудным по самой новой специальной литературе. Описан новый опытный метод принимаемый на Будапештском Техническом Университете и сравнивается заграничными методами.

К. Гехер, Ш. Цигань, М. Форго и О. Виллани: Измерение показателей передачи Будапештской телевизионной цепи

Описаны измерения показателей передачи Будапештской телевизионной цепи. Цепь передачи содержит студию, радиосвязь с микроволновым передатчиком и приемником. Измерения исполнены по нелинейности, передачи прямоугольных импульсов, амплитудной характеристики и времени прохождения сигналов. После описания методов измерения и оценки их результатов даны результаты измерения на отдельных участках телевизионной цепи и на комплект цепи.

К. Болгарфалви: Непосредственный, наглядный метод для определения матрицы цепи линейного обратного четырехполосника

Описан метод расчета, с помощью которого можно быстро определена матрица цепи линейного обратного четырехполосника, если внутренняя структура четырехполосника известна. Из статьи оказывается, что этот метод расчета более выгоден, чем методы до сих пор известны, так как не надо написать уравнения содержающие токи и напряжения для определения матрицы цепи. Целесообразность этого метода расчета оказывается в том, что он может быть применен в случае четырехполосников с распределенными параметрами. Наконец даны несколько примеров, из которых показываются метод расчета и их преимущества.

И. Бондар: Проблемы проектирования приемных антенн телевидения и УКВ

В статье дается обзрение опытов проектирования антенн в течение несколько лет. Изложения пригодны для сравнения теоретических и практических достижений, а также качественных показателей приемных антенн.

Г. Фрид: Завод телевизионных трубок в Вац

В статье описываются основные фазы и точки зрения предварительных экспериментов перед отечественной разработкой и массовым производством. Изложен завод телевизионных приемных трубок в Вац, который содержит кроме цехов сборки тоже цехи деталей и люминофора. Подчеркнуто хорошее самобытное конструктивное решение ряд измерительных блоков. Работы проектирования, конструкции изготовления выполнены специалистами завода Тунгерм и завода Вакуумных Машин.

Ö. Kenczler und I. P. Valkó: Heimische und ausländische Anregungen betreffend der Einführung des vakuumtechnischen Unterrichtes an den Universitäten

Die praktische vakuumtechnische Arbeit gehörte früher an den Universitäten zur Ausbildung einer geringen Anzahl spezialisierter Physiker. Mit Rücksicht auf die Anforderungen der Industrie ist man auf der ganzen Welt bestrebt eine grössere Menge der Hörer in einem solchen Unterricht zu beteiligen. Die Verwirklichung dieses Bestrebens stösst nach der neuesten Fachliteratur auf viele Schwierigkeiten. Der Aufsatz erörtert die auf der Technischen Universität in Budapest versuchsweise eingeführte Methode und vergleicht diese mit ausländischen Lösungen.

K. Géher, S. Czigány, M. Forgó und O. Villányi: Messung der Übertragungskennwerte der Budapester Fernsehketten

Der Aufsatz berichtet über die Messung der Übertragungskennwerte der Budapester Fernsehketten. Die Kette enthält das Fernseh-Studio, die Mikrowellenverbindung, den Sender und den Empfänger. Die Messungen erstreckten sich auf die Nichtlinearität, auf die Übertragung der Rechteckimpulse, auf die Amplitudenkennlinie und auf die Laufzeitkennlinie. Nach Erörterung der Messung sowie der Methode der Wertung der Messergebnisse, werden die auf die einzelnen Teile der Fernsehketten und die auf die ganze Kette sich beziehenden Messergebnisse erörtert.

Bolgárfalvi K.: Eine unmittelbare und anschauliche Methode zur Bestimmung der linearen reziproken Vierpol-Kettenmatrixe

Der Aufsatz erörtert eine Berechnungsmethode, mittels welcher der Kettenmatrix eines linearen reziproken Vierpols rasch bestimmt werden kann, wenn der innere Aufbau des Vierpols bekannt ist. Aus dem Aufsatz geht hervor, dass diese Berechnungsmethode vorteilhafter ist, als die bisher bekannten, dabei der Bestimmung des Kettenmatrixes das Aufschreiben der Ströme und Spannungen enthaltenden Gleichungen überflüssig ist. Die Zweckdienlichkeit dieser Berechnungsmethode geht auch davon hervor, dass dieselbe auch bei Vierpolen mit verteilten Parametern anzuwenden ist. Zum Schluss enthält der Aufsatz mehrere Beispiele, aus denen die Berechnungsmethode und ihre Vorteile hervorgehen.

I. Bondár: Bemessungsprobleme der Yagi-System-Fernseh- und UKW-Empfangsantennen

Der Artikel gibt einen breiten Überblick über die Zusammenfassung der mehrjährigen Antennenplanungsverfahren. Das Erwähnte ist dazu geeignet, dass diejenigen, die für die Antennenplanungsverfahren ein Interesse haben, einen Vergleich stellen sowohl zwischen den theoretischen und praktischen Resultaten, als auch zwischen den qualitativen Kennwerten der Antennen, die in Verkehr sind, oder in Verkehr kommen werden.

H. Fried: Fernsehbildröhrenfabrik Vác

Der Artikel fasst die Hauptphasen und Gesichtspunkten jener Experimente zusammen, die der ungarischen Bildröhrenentwicklung und der Massenproduktion hervorgegangen sind. Er beschreibt die Fernsehbildröhrenfabrik Vác, wo nicht nur die Bildröhren montiert werden, sondern auch Bestandteile und Leuchtstoff hergestellt werden. Er betont die originale gut bewährte Konstruktionslösung des Mess-Transportbandes. Die Projektierung Konstruktion und Ausführung wurde von Fachmännern der Fabrik Tungstam und der Vakuumtechnischen Maschinenfabrik durchgeführt.

Résumés**Ö. Kenczler et I. P. Valkó: Initiatives hongroises et étrangères pour l'introduction aux universités de l'enseignement pratique de la technique du vide**

Jusqu'à présente les travaux pratiques dans le domaine de la technique du vide faisaient partie aux universités de l'éducation des physiciens spécialisés peu nombreux. Étant donné les exigences de l'industrie des efforts sont faits partout au monde pour qu'un grand nombre d'élèves puisse participer à cette éducation. La réalisation de cette initiative rencontre d'après la littérature étrangère beaucoup de difficultés. L'article traite de la méthode introduite à titre d'essai à l'Université Technique de Budapest et la compare avec des solutions étrangères.

K. Géher, S. Czigány, M. Forgó et O. Villányi: La mesure des paramètres de transmission de la chaîne de la télévision de Budapest

L'article expose des mesures effectuées sur les paramètres de la chaîne de la télévision de Budapest. La chaîne contient le studio de télévision, la transmission en micro-ondes, l'émetteur et le récepteur. Les mesures s'étendaient à la non-linéarité, à la transmission des impulsions rectangulaires, à la caractéristique des amplitudes et à la durée de propagation. Après avoir discuté les mesures, ainsi que la méthode d'évaluation des résultats des mesures, l'auteur traite des résultats obtenus sur une partie de la chaîne et sur la chaîne entière.

K. Bolgárfalvi: Une méthode directe suggestive pour la détermination de la matrice de chaîne des quadripôles linéaires réciproques

L'article expose une méthode de calcul à l'aide de laquelle la matrice de chaîne d'une quadripôle linéaire réciproque peut être déterminée, si sa structure intérieure est connue. Il apparaît clairement de l'article que cette méthode de calcul est plus avantageuse que celles connues jusqu'à présent, car au cours de la détermination de la matrice de chaîne il n'est pas nécessaire d'écrire les équations contenant les courants et les tensions. L'utilité de cette méthode de calcul résulte aussi du fait, qu'elle convient pour des quadripôles à paramètres divisés. Enfin l'article contient plusieurs exemples montrant la méthode de calcul et ses avantages.

I. Bondár: Les problèmes de mesure des antennes de réception de TV d'un système Yagi et celles des ondes ultra courtes

L'article donne un aspect d'ensemble de la conclusion des développements de plusieurs années concernant les antennes. Cette conclusion est très appropriée pour ceux-ci qui sont intéressés dans ces problèmes, car ils peuvent faire des comparaisons entre les résultats théoriques et pratiques, puis entre les caractéristiques qualitatives des antennes, qui sont déjà, ou seront prises en usage.

H. Fried: Fabrique de tubes d'image de Vác

L'article fait un résumé sur les principales phases et l'aspect des expériences qui procédaient le développement et la fabrication en série des tubes d'images en Hongrie. Il fait connaître la fabrique de tubes d'image de Vác, laquelle ne possède pas seulement les départements de montage, mais

aussi les usines pour la production des parties constitutives et de matériel luminescent. Il souligne la solution originale bien éprouvée concernant la bande transporteur, de mesure. Le projet, la construction et l'exécution originale bien éprouvée concernant la bande transmettaient faits par des experts de la fabrique Tungstam, respectivement celui de la Fabrique des Installations de Technique à Vide.

Summaries**Ö. Kenczler and I. P. Valko: Hungarian and Foreign Trends in Introduction of Vacuum Technological Teaching on Universities**

The practical vacuum technological work belonged hitherto to the education of a few specialized physicists. With regard to the requirements of the industry on the whole world efforts are made to let participate a great number of pupils in this education. According to foreign literature the realization of this trend encounters many difficulties. The paper deals with the method introduced experimentally on the Technical University in Budapest and compares this with foreign solutions.

K. Géher, S. Czigány, M. Forgó and O. Villányi: Measurement of Transmission Parameters of the Budapest Television Chain

The paper informs on measuring the transmission parameters of the Budapest television chain. The chain comprises the television studio, the microwave link, the transmitter and the receiver. The measurements were extended to nonlinearity, to the transmission of square wave pulses, to amplitude characteristics and to the transit time. After having dealt with the measurement as well as with the method of valuating the measuring results, the measuring results concerning the parts of the television chain as the whole chain are treated.

Bolgárfalvi K.: A Direct and Visual Method for the Determination of linear reciprocal Four Terminal Network Chain Matrixes

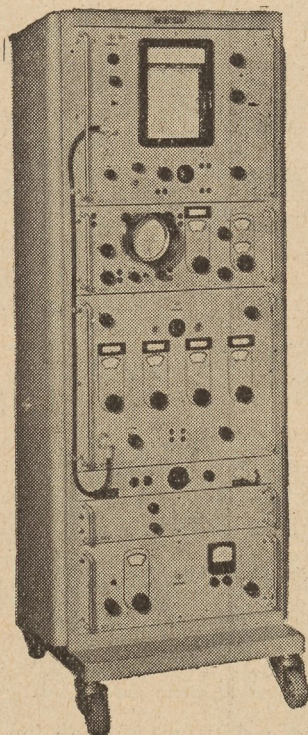
The paper deals with a method of calculation by which the chain matrix of a linear reciprocal four terminal network may be determined, provided that the inner structure of the four terminal network is known. From the paper it will be evident that this method of calculation is more advantageous as those known hitherto because when determining the chain matrix the equations comprising currents and voltages are superfluous. The usefulness of this calculation method results also from the fact that it is adequate, too for four terminal networks with distributed parameters. Finally the paper contains several examples from which the method of calculation as its advantages may be seen.

I. Bondár: Dimensioning Problems of Yagi System TV- and UHF-Receiving Aerials

The paper gives a comprehensive review of the summary of several years work of aerial planning. This is appropriate — for people being interested in this matter — to make a comparison between both the theoretical and practical results, furtherly between the qualitative characteristics of aerials being already and coming into use.

H. Fried: TV Picture Tube Fabric of Vác

The paper summarizes the main phases and aspects of experiments preceding the home development and mass production of picture tubes. It describes the TV-Picture Tube Factory in Vác which involves in addition to the works for assembly of picture tubes those for component parts and phosphor, too. It emphasises the original and well proved constructional design of the conveyor band for measuring. The planning, the construction and the execution was made by the experts of the Tungstam and by those of the Vacuumtechnical Machine Works of Budapest.



SCHOMANDL KG. MÜNCHEN NSZK

Nagy pontosságú dekadikus és regisztráló frekvenciamérő berendezések

Dekadikus frekvenciagenerátorok

Szignál frekvenciamérők

Normál kvarcvezérlésű frekvencia-generátorok

Frekvenciakülönbség regisztrálók

Frekvenciaosztók

Adó-távmérő berendezések

Regisztráló frekvenciamérőhelyek

Rövidhullámú adó-vezérlőkészülékek

Adó vezérlőberendezések

Szelektív felhullámerősítők

Alkalmazásuk:

Frekvencia mérése és gerjesztése legnagyobb pontossággal, minden tartományban ($5 \cdot 10^{-9}/24$ óra), rádióellenőrzés, stabilitásmérés és regisztrálás szerkezeti elemeken, oszcillátorok vezérlése, adók kvarcvezérlése, anyagvizsgálatok, nem-elektromos mennyiségek regisztrálása

MA 3 típusú dekadikus és regisztráló precíziós frekvencia mérőberendezés 100 Hz ultra-nagyfrekvenciás tartományig.

Pontosság: $1:10^{-8}/24$ óra

További felvilágosítással szolgál: Metrimpex, Budapest, 625, osztály
Vezérképviselő a magyar piacon:

INDUSTRIALIMPEX MÜNCHEN (NSZK)



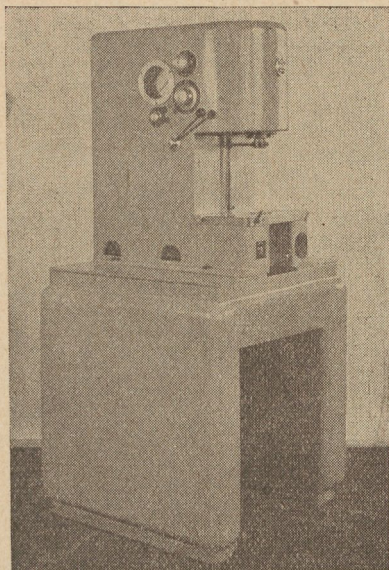
Gyárt és javít

telefontechnikai mérőberendezéseket

Budapest, XVIII., (Pestlőrinc) Marx utca 12.

TELEFON: 146-086, 347-143, 147-063

HÍRADÁSTECHNIKAI GÉPGYÁR LEGÚJABB GYÁRTMÁNYAI:



Hidraulikus asztali prés (1 t)

HAP 1 typ

Megfelelő szerszámok alkalmazása mellett felhasználható egyengetésre, hajlításra, lyukasztásra, mélyhúzásra, szorításra, sajtolásra, szegecselésre, üregezésre, továbbá különböző szerelési műveletek elvégzésére. A gép kézi és automatikus vezérléssel is működtethető.

Műszaki adatok:

Sajtoló erő	100—1000 kg-ig
Munkadugattyú sebessége munkamenetnél	0,8—5 m/perc
Gyorsmenetnél	20 m/perc
Legnagyobb lökethossz	180 mm
Automatikus működés löketszám tartománya	20—400/perc
Asztalméret (szélesség × hosszúság)	330 × 200 mm
Motorteljesítmény	1,3 kW

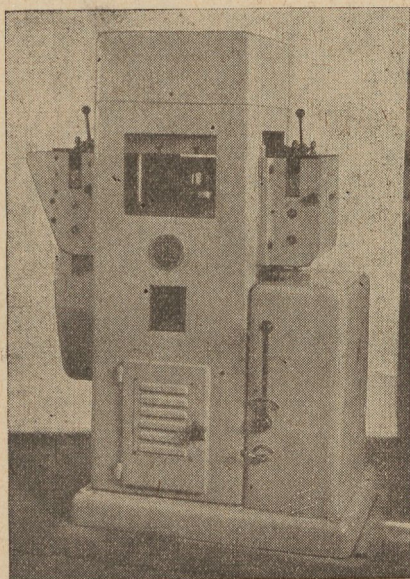
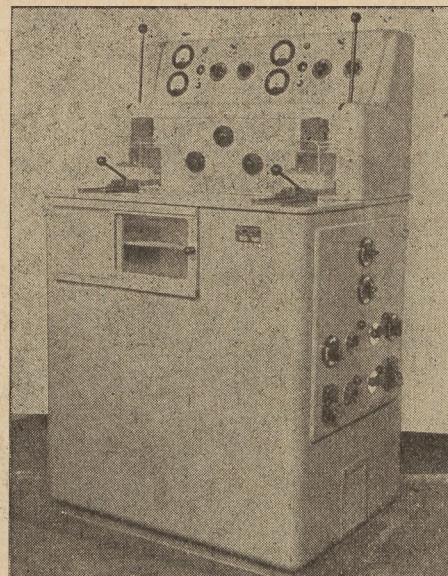
Televízió eltérítő tekercset kisütő és hűtő berendezés

TK 90 TYP

A kétmunkahelyes berendezés folyamatosan biztosítja, hogy a csévélő gépről lekerülő műgyanta bevonatú tekercseket áram hatására melegítve, majd hűtve azt alakjában rögzítse. A fűtés többfokozatú fűtő-transzformátorról történik. A kisütési idő szabályozását elektronikus időrelé végzi, időszabályozó és jeladó egységekkel. A hűtésre elszívó ventilátor van beépítve.

Műszaki adatok:

Kapocsfeszültség	380/220 V
Fűtő feszültség (6 fokozat)	90—300 V
Fűtőáram max.	15 A
Fűtési idő	0,015—1,13 percig
Hűtési idő kb.	4—5 perc



Automata gyórsprés (10 t)

SGA 10 TYP

A gép szalagból különféle alakú munkadarabok sajtolására alkalmas. A két oldalán elhelyezett hengeres adagolók a szerszámon áthúzzák a szalagot, közben a kiperforált hulladékot a daraboló olló felvágja. A szalagot nagy pontossággal továbbító adagoló lehetővé teszi az egyszerű szerszámkonstrukciók alkalmazását.

Műszaki adatok:

Sajtolóerő alsó holtpont előtt 30°-kal	10 t
Asztalfelület	370 × 370 mm
Löket nagysága	16 mm
Percenkénti löket	450/230
A szalag max. szélessége	100 mm
A szalag max. vastagsága	1,5 mm
Szalag előtolás	0—60 mm
Elektromotor teljesítménye	2,2/1,7 kW



TRANSZFORMÁTOR KTSZ.

Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek :

anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikus készülékek

Feszültség gyors szabályozók :

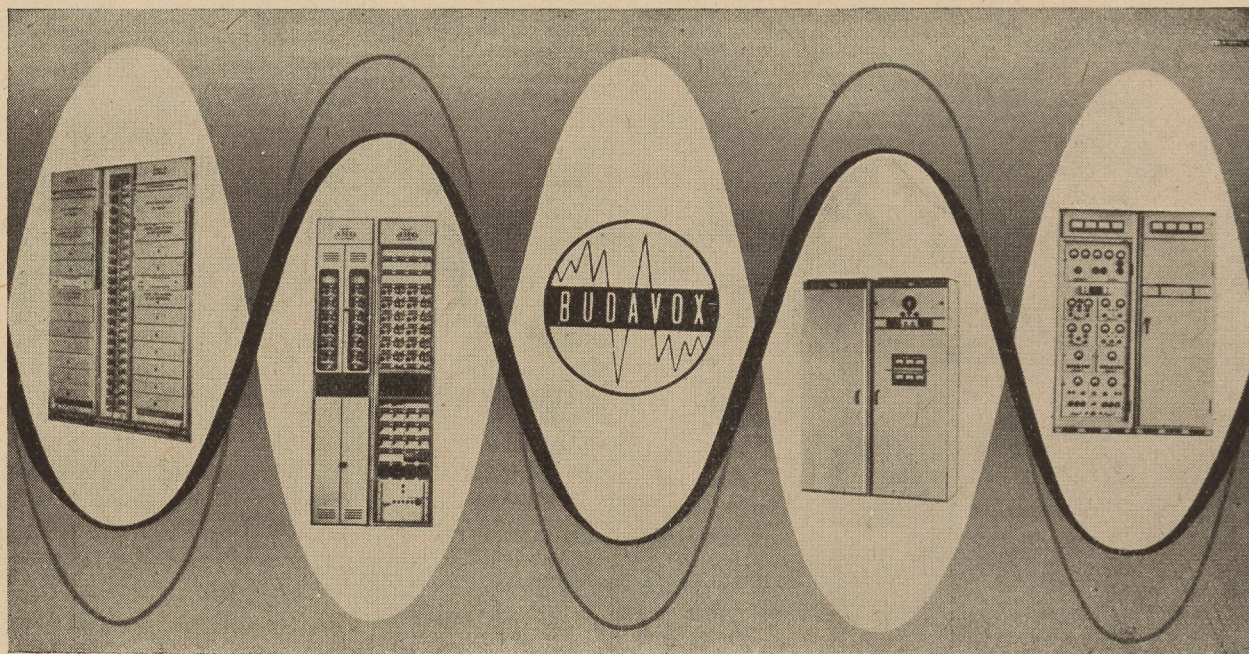
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyors szabályozók

Feszültség szabályozók :

kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekercses
vagy toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok :

egy és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok
100 kVA-ig és híradástechnikai transzformátorok



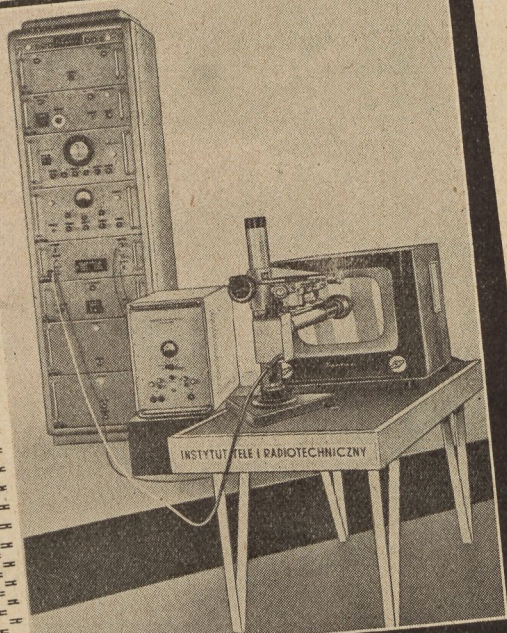
Telefonkészülékek. CB és LB kapcsolótáblák.
Automata telefonközpontok. Átviteltechnikai berendezések.
Átviteltechnikai mérőműszerek. Nagyfrekvenciájú generátorok.

Rövid és középhullámú adóállomások.
Hordozható és beépített adó-vevő berendezések.
Ismétlőállomások. Többcsatornás mikrohullámú berendezések.

BUDAVOX

BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

Budapest, VII., Tanács körút 3/a. Telefon: 426-549, Távírat: Budavox, Budapest



MINDEN kutatólaboratóriumban, amely televíziós problémákkal foglalkozik

MINDEN televízió berendezést és alkatrészt előállító gyárban

MINDEN televíziókészülékek javításával foglalkozó műhelyben

használják a lengyel elektronikus híradástechnikai mérőberendezéseket.

Kiváló minőségű és legmodernebb konstrukciójú készülékek.

Gondosan kivitelezett építőelem-készletek. Leggondosabb összeszerelés. Legegyszerűbb kezelés.

AJÁNLUNK:

TSE-2M típusú, monokromatikus televíziós-képcsövekhez elektrooptikai képminőségvizsgáló berendezéseket

Különböző konstrukciójú televíziós-fűrészfeszítésgenerátorokat

Videó jelgenerátorokat

Alacsonyfrekvenciás és magasfrekvenciás generátorokat

Volt- és ohmmérőket a televíziótechnika számára

Vektoroszkópokat

Fáziseltolókéseket és más televíziós mérőberendezéseket.

Kérjük, forduljon felvilágosításért hozzánk.

Készséggel szolgálunk mindennemű felvilágosítással és részletes ajánlatot teszünk.

Kizárólagos exportőr:

"Elektrim"

Lengyel Elektrotechnikai Külkereskedelmi Kft.,

Warszawa 2, Czackiego 15/17 Lengyelország

Távbeszélő: 662-71

Táviratcím:

"Elektrim"

WARSZAWA

Postafiók: 254



A HÍRADÁSTECHNIKAI ANYAGOK GYÁRA

Vác, Zrínyi utca 17.

- a híradástechnikai és műszeripari vállalatok részére készíti a különböző típusú és formájú M 800-as és M 1100-as permeabilitású ferritanyagokat (eltérítő gyűrű, U-mag, fazékmag, hangolómag stb.)
- gyártmányai közé tartoznak továbbá a nyomtatott áramkörű lemezek, amelyeket üvegszövet alapú és bakelit alapú folírozott lemezekből a megadott típusok, illetve rajzsémák szerint állít elő
- szalagrendszerben gyárt rádió, televízió és más híradástechnikai átviteli berendezésekhez különböző típusú transzformátorokat
- horganylemez hengerdejében minden méretben és minőségben gyártja a horganylemezeket. Gyárt továbbá különböző összetételű tömör és töltetes forrasztóon huzalokat. Gyártmányai közé tartozik a fémszórás továbbá a galvanizálás

Felvilágosításokat szívesen ad a gyár Műszaki és Kereskedelmi Osztálya

GYÁRTMÁNYAINK:



TV és URH vevőantennák
 Antenna szerelvények, szigetelők
 Központi antennák és erősítők
 Híradástechnikai csatlakozók
 Fényjelző, személyhívó berendezések
 TELINFORM vezetéknélküli személyhívó
 berendezés
 Vészlámpák (üzemekhez, raktárakhoz stb.)
 Feszültségszabályozó berendezések
 Tranzisztoros transzverterek
 Telefontechnikai töltőberendezések
 Szikraforgácsoló tápegységek
 Különleges száraz egyenirányító berendezések

HÍRADÓTECHNIKAI VÁLLALAT BP. XI., DARÓCZI ÚT 1/3

ÁTVITELTECHNIKAI MÉRŐKOCSI

Műszaki adatok:

Nagyfrekvenciás generátor

Frekvenciatartomány	I 4 — 150 kHz II 150 — 320 kHz
Finom hangoló	± 4 kHz
Kimenő impedancia szimmetrikus	0—600—150—125 Ohm (külön kívánságra további két tetszőleges értékre beállítható).
Kimenőszint	+ 20 dB (+2N)-től — 60 dB (-6N)
Torzítás	2 %

Vívőfrekvenciás vevő

Szélessávú vétel	
Frekvencia tartomány	I 0,3 — 10 kHz II 4 — 620 kHz
Leolvasható szintek	— 70 dB (—8 N)-től + 20 dB (+2 N)
Szint pontosság	$\pm 0,2$ dB (2 cN)
Bemenő impedancia	0,3 — 60 kHz között ≥ 10 kOhm 4 — 320 kHz között ≥ 5 kOhm 320 — 620 kHz között $\geq 2,5$ kOhm
Kapcsolható lezárások	125 — 150 — 600 Ohm ± 5 %
Szelektív vétel	
Frekvencia tartomány	04 — 620 kHz
Leolvasható szintek	— 110 dB (—12 N) + 20 dB (+2 N)
Bemenő impedancia	10 — 150 kHz között ≥ 10 kOhm 04 — 320 kHz között ≥ 5 kOhm 320 — 620 kHz között $\geq 2,5$ kOhm
Kapcsolható lezárások	135 — 150 — 600 Ohm
Impedancia mérés	
Frekvencia tartomány	4 — 320 kHz
Mérési tartományok	50 — 300 Ohm 100 — 600 Ohm 500 — 3000 Ohm
Pontosság	± 10 %

Reflexiós- és szimmetria-esillapítás mérés:

Frekvencia tartomány	4 — 320 kHz
Mérési tartomány	40 dB
Mérési pontosság	± 1 dB

Hangfrekvenciás generátor 0,2 — 4 kHz

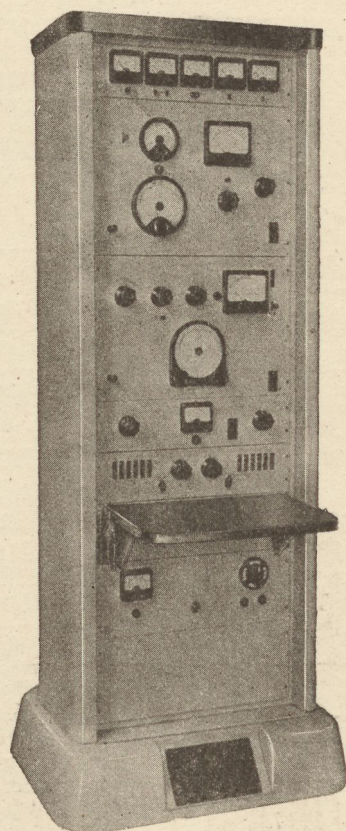
Frekvencia pontosság	± 1 %
Torzítás	1 %
Szintkapcsoló állásai	+ 20, + 5, 0, —4, —6, —10, —15 —20, —25, —30 dB
Kimenő impedancia	600 Ohm

Szűrőegység

800 Hz sávszűrő	impedancia 600 Ohm
60 kHz sávszűrő	impedancia 135 Ohm
60/120 kHz váltó	impedancia 135 Ohm

Méretek

A mérőkocsi teljes magassága	kb 1900 mm
szélessége	„ 600 mm
mélysége	„ 370 mm





TUNGSRAM

tranzisztor típusok

OC 1070, OC 1071 és OC 1075 tranzisztorok adatai

Beállítások	Határértékek								Visszáram		h paraméterek és levágási frekvencia					Zaj
									$-U_{CB} = -4,5V$	$-U_{CE} = -4,5V$	$-U_{CE} = 2V$ $f = 1\text{ kHz}$ $I_E = 0,5\text{ mA}$ (OC 1070) $I_E = 3\text{ mA}$ (OC 1071, 1074)					$-U_{CE} = -2V$ $I_E = -0,5\text{ mA}$
Jelölések	$-U_{CE}$	$-U_{CEM}$	$-I_C$	$-I_{CM}$	I_E	I_{EM}	$-I_B$	$-I_{BM}$	$-I_{CBO}$	$-I_{CEO}$	h_{11e}	h_{12e}	h_{21e}	h_{22e}	$f_{\alpha e}$	F
Mértékegység	V	V	mA	mA	mA	mA	mA	mA	μA	μA	k Ω	—	—	μS	kHz	dB
OC 1070	30*	30*	10	50	12	55	2	5	5	110	2,2	$9 \cdot 10^{-4}$	30	23	15	10
OC 1071	30*	30*	10	50	12	55	2	5	4,5	150	0,8	$5,4 \cdot 10^{-4}$	47	80	10	10
OC 1075	30*	30*	10	50	12	55	2	5	4,5	350	1,3	$8 \cdot 10^{-4}$	90	125	8	10

* $R_{BE} \leq 1\text{ k}\Omega$

OC 1072, OC 1076 és OC 1077 tranzisztorok adatai

Beállítások	Határértékek												Visszáramok				
													$-U_{CB} = -10V$	$-U_{EB} = -10V$	$-U_{CE} = -6V$	$-U_{CE} = -6V$ $I_E = -10\text{ mA}$	$-U_{CE} = -2V$ $I_E = -0,5\text{ mA}$
Jelölések	$-U_{CB}$	$-U_{CBM}$	$-U_{CE}$	$-U_{CEM}$	$-U_{EB}$	$-U_{EBM}$	$-I_C$	$-I_{CM}$	I_E	I_{EM}	$-I_B$	$-I_{BM}$	$-I_{CBO}$	$-I_{EBO}$	$-I_{CEO}$	$f_{\alpha e}$	F
Mértékegység	V	V	V	V	V	V	mA	mA	mA	mA	mA	mA	μA	μA	μA	kHz	dB
OC 1072	32	32	32*	32*	10	10	125	250	125	250	20	125	4,5	4,5	125	>8	<15
OC 1076	32	32	32*	32*	10	10	125	250	125	250	20	125	4,5	4,5	125	>8	<15
OC 1077	60	60	60*	60*	10	10	125	250	125	250	20	125	4,5	4,5	125	>8	<15

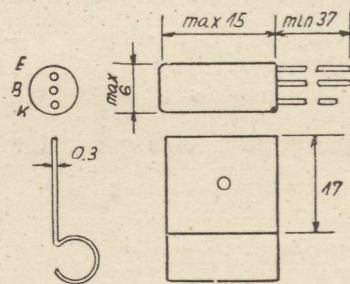
* $R_{BE} \leq 1\text{ k}\Omega$

Maximálisan megengedett kollektor veszteségi teljesítmény

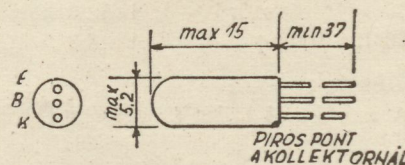
Típus	Hűtőlemez nélkül		12,5 cm ² hűtőlemezen	
	Környezeti hőmérséklet		Környezeti hőmérséklet	
	25 C°	45 C°	25 C°	45 C°
OC 1070 OC 1071 OC 1075	125 mW	75 mW	—	—
OC 1072 OC 1076 OC 1077	125 mW	75 mW	165 mW	100 mW

Nagyjelű áramerősítési tényező az OC 1072, OC 1076 és OC 1077 típusoknál

	h_{21E}		h_{21E}		h_{21E}		h_{21E}	
$-U_{CE}$ I_E	5,4 V 10 mA		0,7 V 80 mA		0,7 V 125 mA		1 V 250 mA	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
OC 1072	45	120	30	90	25	—	15	—
OC 1076	45	330	30	230	25	170	15	125
OC 1077	45	330	30	230	25	170	15	125



Az OC 1072, OC 1076 és OC 1077 tranzisztorok külalakrajza



Az OC 1070, OC 1071 és OC 1075 tranzisztorok külalakrajza