

7
1879

VI

36

1915

Magyar HIRADÁSTECHNIKA



I

Magyar

HIRADÁSTECHNIKA

A HIRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Szerkesztőség:

Budapest VI.
Rudas László u. 45.
Telefon: 113—027

Felelős szerkesztő:

Lévai Pál

Szerkesztőbizottság:

Alkér Tibor
dr. Barta István
Boglár Gyula
Bognár Géza
dr. Dénes Péter
Istvánffy Edvin
Izsák Miklós
Koczka László
Kodolányi Gyula
Komlós István
dr. Orbán György
Sárközy Géza
Székely Mihály
Szigeti György
Szikszay Lajos
Vágó Artúr
Valkó Iván Péter
Winter Ernő

Megjelenik kéthavonta
Előfizetési ár egy évre 30.—
Példányonként 4.— Ft.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Közgyűlése	1
<i>Tiborcz István</i> : A híradástechnikai ipar feladatai a második öt éves tervben	1
Beszámoló	5
<i>Sebestyén László</i> : Modern nagyfrekvenciás erősítő- és keverőcsövek sörétzaja	8
<i>Ipolyi Károly</i> : A magyar páncélos távkábel hálózat korróziós állapotának felülvizsgálata	21
<i>Nemecsek Ferenc—Lajtha György</i> : Vívőfrekvenciás berendezések alkalmazása rövid távolságokra	26
<i>Gál István</i> : A híradástechnikai alkatrészek kérdésének néhány szempontjáról	29
Szemle	B/3
Собрание Научного Общества Техники Связи	1
Иштван ТИБОРЦ: Задачи промышленности средств связи во втором пятилетнем плане	1
Доклад	5
Ласло ШЕБЕШТЪЕН: Шумы современных высокочастотных усилительных и смесительных ламп	8
Кароль ИПОЛЬИ: Проверка коррозионного состояния венгерской сети кабелей дальней связи	21
Ференс НЕМЕЧЕК—Дьердь ЛАЙТА: Применение устройств несущей частоты на коротких расстояниях	26
Иштван ГАЛ: К некоторым вопросам по деталям средств связи	29
Обзор	III
<i>L. Sebestyén</i> : Schroteffekt moderner Verstärker- und Mischröhren	8
<i>K. Ipolyi</i> : Korrosionszustandüberprüfung der armierten Kabel des ungarischen Fernkabelnetzes	21
<i>F. Nemecsek—Gy. Lajtha</i> : Verwendung von Trägerfrequenzanlagen auf kurze Entfernungen	26
<i>L. Sebestyén</i> : Bruit de fond des tubes modernes d'amplification et de changement de fréquences en hautes fréquences	8
<i>K. Ipolyi</i> : Supervision du point de vue de corrosion du réseau de Hongrie des câbles armés à grande distance	21
<i>F. Nemecsek—Gy. Lajtha</i> : L'application des systèmes à courant porteur pour courtes distances	26
<i>L. Sebestyén</i> : Shot-noise of up-to-date high frequency amplifier and convertcer valves	8
<i>K. Ipolyi</i> : Supervision of the corrosion condition of the armoured cables of the Hungarian toll cable system	21
<i>F. Nemecsek—Gy. Lajtha</i> : Carrier telephone equipment for short distance application	26

E
1879

1989



A Híradástechnikai Tudományos Egyesület közgyűlése

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület december 9-én tartotta meg 1955. évi küldöttközgyűlését. A közgyűlést *Barta István* műszaki egyetemi tanár, akadémikus, az Egyesület elnöke nyitotta meg, méltatva a közgyűlés jelentőségét. Ezután *Izsák Miklós*, az Egyesület főtítkára tartotta meg beszámolóját, melyet lapunk e számában közlünk. *Barcza László* az alapszabályok módosítására nyújtott be javaslatot. Az új alapszabály eddigi tevékenységünk alapján helyesebben körvonalazza az Egyesület céljait és feladatait és a vezetőségválasztás módjait szabályozza. A vitában *Garai László*, *Fried Henrik*, *Nádas Tibor*, *Balogh Pál*, *Vigh István*, *Katona János*, *Tiborcz István* és *Makó Zoltán* szólaltak fel, különösen az üzemekben folytatandó egyesületi tevékenységgel és az ifjúság bevonásával kapcsolatban, majd a közgyűlés egyhangúlag tudomásul vette a beszámolót, a régi vezetőségnek a felmentést megadta és elfogadta az alapszabálymódosítást. Ezután a választások lefolytatására *Alkér Tibor* vette át az elnöklést.

Barta István tolmácsolta a KGM Híradástechnikai Igazgatóság elismerését az Egyesület eddigi tevékenységéért és kiosztotta az Igazgatóság elismerő okleveleit eredményes egyesületi munkájuk elismeréséül *Balogh Pál*, *Boglár Gyula*, *Czeglédi Károly*, *Fabényi Ede*, *Garai László*, *Hermann László*, *Istvánffy Edvin*, *Izsák Miklós*, *Katona János*, *Komlós István*, *Lévai Pál*, *Lukács Pál*, *Magó Kálmán*, *Nádas Tibor*, *Novák István*, *Tiborcz István*, *Valkó I. Péterné* és *Vigh István* részére. Ezután *Tiborcz István* tartotta meg alább közölt előadását, majd a közgyűlés megválasztotta az új vezetőséget:

Elnökség: *Balogh Pál*, *Barcza László*, *Barta István*, *Biró Ferenc*, *Gábor Dénes*, *Garai László*, *Hermann László*, *Istvánffy Edvin*, *Izsák Miklós*, *Koczka László*, *Kompordai Aurél*, *Körműves Frigyes*, *Kövesdi Béla*, *Kozma László*, *Lévai Pál*, *Magó Kálmán*, *Molnár Pál*, *Nádas Tibor*, *Natonek László*, *Novák István*, *Réti József*, *Vágó Artur*, *Vaszili György*, *Valkó I. Péter*, *Winter Ernő*.

Választmány: *Adamis Béla*, *Alkér Tibor*, *Bartók István*, *Berecz Bertalan*, *Boglár Gyula*, *Bálint János*, *Bognár Géza*, *Czeglédgyörgy*, *dr. Dénes Péter*, *Egyedy Andor*, *Fabényi Ede*, *Farkas Miklós*, *Fried Henrik*, *Gáspár Miklós*, *Jankovics László*, *Juvancz Endre*, *Katona János*, *Komlós István*, *Kóródi Albert*, *Körös Sándor*, *Mittelholczér Béla*, *dr. Nagy Dezső*, *Palóc István*, *Sárközi Géza*, *Susánszky László*, *Szabó Árpád*, *Szalai Béláné*, *Szelba Vilmos*, *Szigeti György*, *Szikszai Lajos*, *Tarján Rudolf*, *Tiborcz István*, *Vámberri Lőrinc*, *Váraljai Vilmos*, *Verner György*, *Vigh István*.

Fegyelmi bizottság: *Nyári György*, *Bodnár György*, *Ermer Árpád*; póttag *Egri Imre*.
A közgyűlés *Alkér Tibor* zárószavaival ért véget.

A híradástechnikai ipar feladatai a második ötéves tervben

TIBORCZ ISTVÁN

A Híradástechnikai Tudományos Egyesületben hosszú évek óta számos iparági szakember kíséri figyelemmel a magyar híradástechnikai ipar fejlődését és odaadó, lelkes munkájával az eddigi eredmények továbbfejlesztését, a hibák és hiányosságok kiküszöbölését az Egyesület keretén belül is szorgalmazza és elősegíti.

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület munkája számos esetben és kérdésben kritikájával és javaslatával járult hozzá az iparág fejlődéséhez. Ha ezen a közgyűlésen az Egyesület legilletékesebb tagjai előtt a második ötéves terv kezdetének idején visszatekintünk a magyar híradástechnikai ipar fejlődésére, ha vizsgáljuk jelenlegi helyzetét és a második ötéves terv feladatait, az alábbiakat állapíthatjuk meg.

Az első hároméves tervben végrehajtott híradástechnikai újjáépítési feladatok megoldása után

az iparág fejlődése az első ötéves terv kezdetével indult meg.

A mennyiségi termelés fejlődését vizsgálva azt találjuk, hogy 1950-es évet 100%-nak véve, 1954-ben a termelés értéke kétszeresére nőtt meg. Ezen belül jelentős mértékben emelkedett az export részarány, ami jelenleg az iparág termelési értékének mintegy 42%-át teszi ki.

Az első 5 évben megnőtt jelentősen az iparág négy legnagyobb vállalatának, a *Beloianisz*, *Egyesült Izzó*, *Telefongyár* és *Orion* gyárnak a termelési értéke, amelyek együttvéve az iparág termelésének több mint 80%-át teszik ki.

A legnagyobb mértékű felfutás az *Orion* gyárnál, a rádióvevőkészülékekben, található, ahol közel háromszorosára emelkedett a termelt mennyiség, de nem elhanyagolható az *Egyesült Izzó* termelésének 200%-ra való megemelkedése, ezen belül az izzólámpagyártás másfélszeresére, rádiócsőgyártás háromszorosára, a fénycsőgyártás kilencszeresére való felfejlődése sem.

¹ A Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1955. december 9-i közgyűlésén tartott előadás.

A nagyvállalatok termelési értékének emelkedése magával vitte az olyan középüzemek termelésének emelkedését is, mint pl. a Remix gyár, ahol a nagyvállalatok által felhasznált elektromos alkatrészek gyártásának termelése az első 5 éves terv időszaka alatt mintegy négyszeresére fejlődött fel.

Iparágunk ezt a termelési emelkedést az első 5 éves tervben 234 millió Ft-ban megvalósított beruházás segítségével, a műszaki színvonal fejlesztésével és 38,2%-os termelékenységgel emelkedéssel érte el.

Az első ötéves tervben beruházásaink döntő mértékben a termelési kapacitás kibővítésére irányultak, s olyan alapokat teremtettek meg, mint pl. a vákuumtechnikai ipar fejlődését biztosítani hivatott Vákuumtechnikai Gépgyár, vagy az új Kryptongyár. Az első ötéves tervben létesült a Vörös Szikra Gyár, új helyre költözött és jelentősen bővült az Orion és a Remix Rádióalkatrészgyár, a Telefongyár új épületszárnyat, a Beloianisz új nagyadóépületet ruházott be. Az első ötéves terv beruházásai a váci Híradástechnikai Alapanyagok Gyárának átvételével és átalakításával már figyelembevették a híradástechnikai ipar különleges finomkohászati termékeinek iparágon belüli előállítására való felfejlődését.

Az első ötéves terv időszaka alatt iparágunk műszaki fejlődése lényeges lépést tett előre. Ebben az időszakban, mint kiemelkedő új gyártmány-típusok léptek be: a rövidhullámú nagyadók, a középteljesítményű és középhullámú rádióadók, az első magyar közép- és nagyteljesítményű rádióadócsövek és egyenirányítócsövek, a röntgensövek, a korszerű kivitelű távkábel berendezések, a 12-csatornás légvezetékes és kábeles vívőhullámú berendezések, a katódsugárcső, az első automatikus villamos vasútbiztosító berendezés, számos új-típusú rádiókészülék, különböző megbízható minőségű elektromos alkatrészek, mint amilyenek az új-típusú ellenállások és kondenzátorok sorozata és nem utolsósorban a távközléstechnikai célokat szolgáló vaspör gyártásának kifejlesztése és próbagyártásának megindítása.

Az első ötéves tervben született új típusok mennyisége és korszerűsége azonban még közel sem mondható kielégítőnek. Iparágaink gyártmányai között most, a második ötéves terv küszöbén is találhatók még korszerűségben lemaradt, 10–20 éves konstrukciók. Ha a gyártmányainkat a nemzetközi színvonal szempontjából vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy berendezéseink viszonylag elmaradtak. A második világháború után az elpusztult hírközlő berendezések gyorsütemű helyrehozatala mellett a belső szükségleteket kielégítő új konstrukciókban sokszor elhanyagoltuk az esztétikai szempontokat, a jó kikészítést, de nem egyszer a gyártás gazdaságos kivitelével sem törődünk. Ilyen szempontok szem elől tévesztése miatt ma berendezéseink általában az optimálisnál nagyobb anyagfelhasználással készülnek. Régitípusú nagyadó berendezéseink súlya például mintegy 150 tonna volt. Ezt már sikerült 100 tonnára csökkenteni, de még ma sem értük el a hasonló teljesítményű külföldi adók 50–70 tonna között mozgó súlyát.

Az átviteltechnikai berendezések súlya a külföldieknek mintegy kétszerese, magnetofonjaink szintén kétszer olyan súlyosak, mint a világpiacon első osztályúnak nevezett magnetofonok. Rádiókészülékeink 40–50%-kal súlyosabbak, mint a hasonló külföldi típusok. Elektromos alkatrészeink közül a normál ellenállások már megközelítően azonosak a külföldiekkel, de miniatűr ellenállásaink még nincsenek. Papírkondenzátoraink méretei 40–100%-ig terjedően nagyobbak a külföldiekénél.

A nemzetközi színvonal tartása szempontjából hátrányokat jelent iparágunknak, hogy néhány gyártmányunk minősége a háború előtti színvonalhoz képest romlott, mint például telefonberendezéseink és távbeszélő központjaink. Minőségi javulás mutatkozott a nagyadó berendezéseknél, az adócsöveknél, az elektromos alkatrészeknél és a rádiókészülékeknél. Vákuumtechnikai cikkeink minősége gyakorlatilag változatlan.

Lemérve a szomszédos népi demokráciák hasonló gyártmányainak minőségét, megállapíthatjuk, hogy a nagyadók vonalán minőségünk felveszi a versenyt a többi demokratikus államok adóépítésével, bár a fejlesztés a baráti államokban a miénknél erősebb ütemben halad. Vákuumtechnikai gyártmányaink még mindig vezető helyen állnak, rádióvevő készülékeink gyártása jobb minőségű, de kevésbé tetszetős, mint a baráti államok hasonló produktumai. Egyéb berendezéseink kb. hasonló színvonalon állnak. A nemzetközi piacon mindemellett számos gyártmányunk nem éri el az első osztályúnak nevezett szintet. Az ilyen gyártmányokat legtöbbször csak olcsóbb áron tudjuk eladni.

Ha még figyelembe vesszük, hogy berendezéseink súlya, mérete és köbtartalma gyakran lényegesen nagyobb, mint a fejlett ipari országokban előállítottaké, amelyek kis méreteik mellett jórészt szép kiállításúak, jól kezelhetők, akkor beláthatjuk, hogy elmaradottságunk — csak az anyagfelhasználást tekintve is — komoly népgazdasági ráfizetést jelent, nem beszélve az eladás árkülönbözetéről. Nálunk nagy mennyiségben alkalmazott fémanyaggal szemben a külföldi készülékeknél nagy mennyiségű műanyag alkalmazásával találkozunk, ami a különleges tulajdonságú nyersanyagokkal elért miniatürizálással párosulva, nagymértékű súlydifferenciához vezet.

A világpiacon az áruehelyezés mindinkább a trópusi éghajlatú országokra tolódik át. Így a berendezések egyre inkább megkívánják a klimatikus behatások elleni védelmet is. Ezen a területen mi még csak a kezdet kezdetén állunk.

Az első ötéves terv folyamán gyártmányaink fejlesztését nem segítette elő kielégítően az iparág vállalatainak a kutatóintézeteinkkel kialakult kapcsolata sem.

Vállalataink ma is úgy érzik, hogy a kutatóintézeteket népgazdaságunk azért hozta létre, hogy ipari felhasználásra is alkalmas módon megoldják a technika elvi, elméleti kérdéseit. Az első ötéves tervben bizonyos mértékig csalódtunk a kutató intézetekben, ami főleg abból ered, hogy vállalataink műszaki dolgozóinak nagy része nem

ismeri szakmai kutatóintézeteink tevékenységét. és gyárainkban az általuk végzett munka gyakorlati alkalmazására nem kerül sor.

Közismert, hogy a híradástechnikai iparág jelentősége túlmegy a szoros értelemben vett hírközlés jelentőségén. Az exportlehetőségek következtében nagyjelentőségű népgazdasági tényező és fontos tényezője a nagyipari termelés, a közlekedés, a mezőgazdaság technikai fejlődésének, továbbá elengedhetetlen feltétele a néphadsereg korszerű felszerelésének. Az iparág ilyen értelemben vett jelentősége miatt különösen fontos, hogy az korszerű és kiváló minőségű szintre emelkedjen.

Az iparág jelentőségének megfelelően nyert összeállítást a második öt éves perspektivikus fejlesztési terv. A második öt éves terv 170%-kal emelkedő termelési feladata 1955-höz képest, 190%-ra felfutó exportfeladata, a termelékenység 43%-os növekedésének a feladata, nem utolsó sorban az önköltség 25%-os csökkentésének célkitűzése megköveteli, hogy 1960-ban egy helyes műszaki fejlesztési terv végrehajtása következtében a fenti mutatók megvalósuljanak.

E célkitűzések elérése érdekében az iparág második öt éves műszaki fejlesztési terve a műszaki fejlesztés alapkérdéseit az alábbiak szerint foglalja össze:

1. A második öt éves tervben meg kell szüntetni az iparágban a nemzetközi szinthez mért viszonylagos elmaradottságát. Ezért a vállalati fejlesztési gyáregységeket (osztályokat) meg kell erősíteni. A fejlesztési gyáregységek részére, azok sajátosságainak megfelelő elkülönített tervet kell készíteni.

2. Mivel a híradástechnika korszerű megoldásai a legújabb fizikai felismeréseken alapulnak, ezért nagy mértékben meg kell erősíteni az elvi, távlati kutatást, különösen a híradástechnika anyag- és alkatrész bázisának kiszélesítésére, és később a rendszertechnikai területeken is.

Az anyagok, alkatrészecskék, és a vákuumtechnika fejlesztésére a lehető legrövidebb időn belül állandó szakterületeken működő kutató csoportokat kell szervezni.

3. Az iparág fejlődése szempontjából döntő fontosságú az anyagbázis megerősítése és kiszélesítése. Mindenekelőtt biztosítani kell, hogy az iparág azokat az anyagokat, melyekre érvényes szabványok vannak, valóban szabványszerinti minőségben kapja meg. Biztosítani kell továbbá, hogy az iparág megkapja mindazokat a különleges minőségi követelményű anyagokat, amelyek hazailag előállíthatók, de a termelő vállalatok a kis mennyiség miatt a szigorított minőségi követelmények teljesítését nem vállalják.

A kutatás és fejlesztés során számos új speciális híradástechnikai anyag hazai gyártását kell megvalósítani, a fémek, mágneses anyagok, műanyagok, kerámiák és üvegek köréből. Ezek közül kiemelkedően fontosak a különböző ferritek, a kondenzátor-kerámiák és a televíziós képcsövek gyártásához szükséges üvegfajták. Különösen a műanyagok körében, kutatási, fejlesztési és termelési kooperációt kell megvalósítani a baráti országokkal. A finomkohászati, a finom elektrokémiai és híradás-

technikai üvegyanyagok területén nagy mértékben szélesíteni kell a hazai gyártás körét. Ennek érdekében erősen ki kell fejleszteni a Híradástechnikai Anyagok Gyárat és a Kőbányai Porcelángyár nagyfrekvenciás kerámia üzemét.

4. Az iparág megfelelő alkatrészellátása érdekében fokozni kell az elektromos alkatrészecskék minőségét és erősen csökkenteni kell azok önköltségét. Gondoskodni kell a műszeripar különleges követelményeit kielégítő elektromos alkatrészecskék gyártásáról is. Meg kell szervezni az iparágon belül egységesített mechanikai alkatrészgyártást. Ki kell fejleszteni a szélső klimatikus behatásoknak ellenálló elektromos és mechanikai alkatrészecskéket.

5. Fel kell frissíteni az iparág gépparkját és biztosítani kell, hogy a hazai vákuumtechnikai gépgyártás elsősorban a hazai vákuumtechnikai ipart lássa el korszerű vákuumtechnikai gépekkel.

6. Fokozni kell a híradástechnikai berendezések gyártását és a vákuumtechnikai gyártás műszerezettségét. Gondoskodni kell arról, hogy a berendezésekbe a szélső behatásoknak ellenálló, jó minőségű műszerek kerüljenek beépítésre. A híradástechnikai berendezésekkel együtt kell fejleszteni és gyártani az azok üzemeltetéséhez szükséges különleges mérőberendezéseket is. Import műszerek biztosításával meg kell gyorsítani egyes nehezebb ágazatok fejlődését, mint amilyenek a mikrohullámú átviteltechnikai berendezések és a televíziós berendezések.

7. Ugyancsak a fejlesztés meggyorsítása, a felesleges szellemi és kísérleti munka elkerülése érdekében anyagokból, félkésztermékekből, alkatrészecskéből és berendezésekből széleskörű mintaimportot kell megszervezni és a külföldi tapasztalatokat át kell venni a korszerű eljárások hazai meghonosítása érdekében.

Az iparág műszaki fejlesztésének előző alapkérdései keretén belül a második öt éves tervben valósítjuk meg a hazai televíziós adás és vétel lehetőségét, megkezdjük a különleges tulajdonságú kisméretű és nagyteljesítményű thoriumos adócsövek gyártását, valamint az ezekkel készülő korszerű és nagyteljesítményű rádió-adóberendezések gyártását. Megkezdjük a frekvenciamodulált adó- és vevőkészülékek gyártását, a mikrohullámú beszéd- és zeneközvetítő berendezések sorozatgyártását. Teljesen modernizáljuk az átviteltechnikai sokcsatornás berendezéseket. Emellett az eddigi gyártmányokat lényegesen korszerűbb kivitelűekkel váltjuk fel, pl. új típusú rádiókészülékek, többsebességű lemezjátszók, magnetofonok, telefonalközpontok, és új típusú telefonkészülékek tömeggyártását indítjuk meg. A második öt éves terv feladatainak alátámasztása érdekében megvalósítjuk a híradástechnikai finomkohászati termékek iparágon belüli gyártását és erre a célra, mintegy 45 millió Ft beruházást fordítunk. Hasonló erőfeszítést teszünk a különleges híradástechnikai célokat szolgáló finomkerámia- és üvegyártás iparágon belüli fejlesztésére. A második öt éves terv során a rádiókészülékek korszerű kávyártásának érdekében új kávyárat állítunk fel és üzemünk többségében rekonstrukciót hajtunk végre. Ezen belül kerül sor a Beloianisz Híradástechnikai Gyár új csarnokkal való bővítésére és az Orion

Gyár teljes rekonstrukciójára. A második ötéves tervben a híradástechnikai vállalatoknál felhasznált elektromos alkatrészek és vákuumtechnikai termékek jobb minőségű előállítására érdekében megkezdjük az Egyesült Izzó teljes rekonstrukcióját és lényegesen bővítjük a Rémix Rádiótechnikai Gyárat.

A hazai híradástechnika műszaki fejlesztésének irányelveit a következőkben foglaljuk össze:

Az ország erői elégtelenek ahhoz, hogy a híradástechnika valamennyi ágazatát egyenlő mértékben fejlesszük. A baráti országok közötti híradástechnikai nemzetközi profilmegosztásra kidolgozott javaslatnak megfelelően és az adottságok alapján mindenekelőtt a vákuumtechnikai ágazatot és a vákuumtechnikai termékeket alkalmazó ún. elektronikus (átviteltechnika, rádióadó- és vevőtechnika, mikrohullámtechnika) ágazatokat kell fejleszteni. Ezekben a területeken élvonalba kell törni, a többi területen korszerű színvonalat kell biztosítani.

Az iparág valamennyi ágazatában értelemszerűen súlyponti célkitűzés a berendezések ellenállóképességének biztosítása szélső klimatikus behatások ellen (tropizálás). Az erre irányuló fejlesztési munka érdekében a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban vizsgálati állomást kell létesíteni.

A vákuumtechnika területén legfontosabb feladat a tömeggyártás minőségi színvonalának emelése, ezen belül a nagy üzembiztonságú technikai csövek és a televíziós képcsövek gyártásának bevezetése. A rádiótechnikát és a mikrohullámú technikat korszerű adócsövekkel kell ellátni.

Az átviteltechnikában a legfontosabb feladat a világviszonylatban versenyképes, miniatűrített, sokcsatornás távbeszélőberendezések kifejlesztése.

A rádiótechnika feladata korszerű adócsövek alkalmazásával az adóberendezések fajlagos súlyának csökkentése és hatásfokának javítása, valamint a korszerű frekvenciamodulált műsoradók és televíziós kép-hangadó berendezések kifejlesztése. A közlekedés és mezőgazdaság szempontjából nagyfontosságú a megfelelő ultrarövidhullámú adó-vevő berendezések gyártásának bevezetése.

A rádióvevő berendezések gyártásánál gondoskodni kell a vásárlók és a gyártás szempontjainak optimális egyeztetéséről, a választék és a minőség növelése mellett a szerszámozási igény viszonylagos csökkentéséről és az önköltség csökkentéséről.

A mikrohullámú technikának a televíziós műsor közvetítés és a nagy csatornaszámú távbeszélő

átvitel céljait szolgáló szélessávú, frekvenciamodulált, nagy távolságokat áthidaló berendezéseket kell kifejleszteni.

A távbeszélő technikában kísérleti szinten lépést kell tartani a világviszonylatban tapasztalható fejlődéssel, hogy adott esetben a legkorszerűbb rendszer gyártását felvehessük. Emellett ki kell fejleszteni az Ács-féle kapcsológépen alapuló és az SB jelű távbeszélő központrendszert. A közeljövőben a fősúlyt a távvalasztás és a falurendszerű automata berendezések kifejlesztésére, valamint a távbeszélő készülékek és a nagyhálózatok rendszerétől független alközponti berendezések exportképességének fokozására kell helyezni.

Az elektroakusztika körében főfeladat a televíziós stúdiók hazai gyártásának megvalósítása, továbbá a hangsugárzók hatásfokának javítása hazai mágneses anyagok alkalmazása mellett, a jóminőségű lemezjátszók (mikrobarázdás is) és magnetofonok, valamint a panorámikus filmek elektroakusztikai berendezéseinek kifejlesztése.

Mindezen feladatok sikeres végrehajtását támasztják alá azok a vállalati operatív és perspektívus műszaki fejlesztési tervek, amelyek a Központi Vezetőség és a Minisztertanács levele alapján a közelmúltban nyertek összeállítást. E feladatok végrehajtása szükségszerűen megköveteli a műszaki fejlesztéssel kapcsolatban a Párt Központi Vezetőségétől kapott határozatok végrehajtását. Annak érdekében, hogy iparágunk műszaki fejlődése elérje és túlhaladja a kitűzött célokat, nagy szükség van a Híradástechnikai Tudományos Egyesület tagjainak segíteni akaró, lelkes munkájára. Ezekben a kérdésekben kér az ipar segítséget a Híradástechnikai Tudományos Egyesület tagjaitól és vezetésétől. Segítséget kér abban, hogy az elmúlt évekhez hasonlóan a fejlődés döntő láncszemének megoldására irányuló 1956. évi jelszavunk, »A technológiai fejlesztés és az alkatrész előretartás megszerzése«, megvalósuljon, úgy mint ahogy segítséget nyújtott az Egyesület 1953-ban a termelés megszilárdításához, 1954-ben az új gyártmányok fejlesztéséhez és 1955-ben a gazdaságos termelés megszilárdításához.

Biztosak vagyunk abban, hogy iparágunk dolgozóinak zöme a termelés műszaki fejlesztését többnek tekinti, mint egyszerű gazdasági feladatnak, annál is inkább, mivel az emberi munka ésszerű és helyes felhasználása, a munkafeltételek megkönnyítése, a műszaki fejlesztési terveket a szocializmus gazdasági alaptörvényén keresztül a legfontosabb politikai célkitűzések sorába emeli.

Beszámoló¹

A közgyűlés jelentős esemény minden egyesület életében. Ebből az alkalomból felmérjük az elmúlt időszak eredményeit, megállapítjuk hibáinkat és hiányosságainkat, meghatározzuk, hogy mit fogunk tenni azok elhárítása érdekében és kitűzzük a következő időszak céljait. Mostani közgyűlésünknek különös jelentőséget ad, hogy pártunk és kormányzatunk a dolgozókhoz intézett levelében és határozataiban, továbbá az új öt éves tervben a híradástechnikát legfontosabb iparágaink közé sorolta és megállapította fejlesztéseinek legközelebbi feladatait. Pártunk és kormányzatunk levele jogos bírálattal részesítette a MTE Sz-t, amibe bele kell értenünk egyesületünket is, hogy a műszaki fejlesztésben nem nyújtottunk olyan mértékű társadalmi támogatást, amilyenre tagságunk képzettsége és képességei alapján, tekintélyünk és erőnk folytán képesek lettünk volna. E közgyűlésnek fordulópontot kell képeznie egyesületünk életében, hogy az elkövetkező időszakban társadalmi munkánkkal maximális mértékben betöltsük hivatásunkat. Az egyesületi munka számbavételekor nem volna helyes egyszerűen kronológiai sorrendben ismertetni az elmúlt esztendő tevékenységét, mert ez legfeljebb statisztikai eredményeket mutathatna. Helyesebb módszer, ha azt vizsgáljuk meg, mennyiben teljesítettük célkitűzéseinket és vállalt feladataink elvégzésének és eredményeinek a tükrében állapítjuk meg jövő feladatainkat.

Alapszabályaink szerint az Egyesület legfőbb célja a kormányzati szervek támogatása társadalmi úton a nép gazdaság fejlesztése érdekében. Ez a meghatározás elég szűkszavú. Az alapszabályok felsorolnak néhány területet, mint részvétel az oktatásban és a továbbképzésben, a szak-sajtó és a könyvkiadás fejlesztése, konferenciák, előadások stb. rendezése, pályadíjak kitűzése. Az elmúlt évek eseményei megmutatták, hogy számos más terület is van, melyen az egyesület a kitűzött célok végrehajtása érdekében érdemes munkát tud kifejtetni. Későbbi napirendi pontok szerint be fogjuk terjeszteni javaslatunkat az alapszabályok módosítására, melyben tapasztalataink alapján célkitűzéseinket igyekeztünk átfogóbban megfogalmazni. E javaslat szerint az Egyesület célja, hogy a Magyar Dolgozók Pártja és a Magyar Népköztársaság Kormánya célkitűzéseinek megfelelően megszervezze a tagság társadalmi munkáját az ipar, illetve a tudományág fejlesztése, a technikai haladás és a műszaki színvonal állandó emelése érdekében. Az Egyesület feladata, hogy a híradástechnikusoknak lehetőséget adjon műszaki és tudományos téren nézeteik kicseréléséhez, támogassa véleményük kialakítását a szakkérdésekben és felkarolja a helyes kezdeményezéseket, bírálataikat és javaslatukat a párthoz és a kormányzati szervekhez eljuttassa.

A bírálat és önbírálat a szocialista építésben résztvevők fontos eszköze. Ebben rejlik az egyesületi tevékenység egyik legnagyobb jelentősége is, mert az Egyesület az egyetlen olyan hely, ahol a híradástechnikusok a szakma különféle területeiről rendszeresen összejönnek, kifejezhetik egymás között és a nyilvánosság előtt nézeteiket és megvitathatják javaslatukat. Ez a legalkalmasabb hely a tapasztalat-cserére is és nem egy esetben történt meg, hogy tagjaink itt értesültek először fontos szakmai eredményekről.

Az Egyesület tevékenysége az elmúlt években

Az ismertetett célok elérése érdekében számos területen fejítettünk ki az elmúlt években tevékenységét. A szakma különböző ágazataiból sok előadást tartottunk központunkban és néhányat üzemekben, sok klubestet tartottunk, melyeken ugyancsak szakmai kérdéseket tárgyaltunk, évről évre résztvevőnk a Szovjet Barátsági Hónap rendezésében, a könyvkiadás támogatásában, a Mérnöki Továbbképző Intézet évi programjának kialakításában, a középfokú oktatás támogatásában, a felsőfokú oktatás kialakításában. Túl hosszúra nyúlna a tevékenységeink részletezése, nem szabad azonban elhallgatnunk, hogy központi rendezvényeink látogatottságában az utóbbi két

évben igen nagy mértékű visszaesés állapítható meg. Míg azelőtt a résztvevők száma rendszerint meghaladta a százat, addig utóbbi időben ezekről gyakran még a legérdekeltebbek is hiányoznak. Kétségtelen, hogy e jelenségnek objektív okai is vannak, nem utolsósorban az, hogy még mindig nem valósult meg a régen óhajtott technikusok háza, ahol tagjaink barátságos otthonra találnak és ahová nemcsak a rendezvények kedvéért, hanem a klubélethez hasonlóan kedvtelésből is eljárának. Azt hiszem valamennyiünk óhaját fejezem ki azzal, hogy a tervezett új székház létesítését rendkívül kívánatosnak és sürgősnek tartjuk. A részvétel másika oka valószínűleg az, hogy a vállalatoknál tartott rendezvények ideje a miénknél gyakran hosszabb és talán a legdöntőbb ok, hogy a híradástechnikusok nagy része állandó külön munkák miatt nem rendelkezik a szükséges szabadidővel. Meg kell azonban állapítanunk saját hibáinkat is, elsősorban rendezvényeink propagandáját illetően. Igaz, hogy a meghívókat tagjainknak szíjjelküldjük, de az élő propaganda, amely az érdekeltek figyelmét az egyes rendezvények jelentőségére felhívna, úgyszólván teljesen hiányzik. Feltétlenül jobban kell megszerveznünk az egyesületi propaganda érdekében üzemi összekötőink hálózatát. A rendezvényeink iránt tapasztalható csökkent érdeklődés annál sajnálatosabb, mivel azok tárgyát a legidősebben, körültekintően válogatjuk meg és azok nagy mértékben hozzájárulhatnak a szakmai színvonal emeléséhez.

Talán még nagyobb részvétlenség nyilvánult meg az üzemekben tartott előadásaink annak ellenére, hogy azokat lényegesen nagyobb agitáció előzte meg és azok témája közvetlen kapcsolatban volt az illető vállalat termelési kérdéseivel. Az üzemi előadásokról nemcsak nem kívánunk a jövőben lemondani, de feltétlenül szükségesnek találjuk ilyen irányú tevékenységünk fokozását. E rendezvényeinkben a vállalatok közvetlen érdekeit kívánjuk szolgálni, sikereket azonban csak úgy érhetünk el, ha a jövőben a vállalatok vezetősége, az üzemi Pártszervezetek és Szakszervezetek részéről az eddigieknél lényegesen nagyobb támogatást kapunk. Semmiestre sem szabad a jövőben előfordulni annak, hogy amikor a szóbanforgó rendezvényt a vállalat illetékes szerveivel idejében megbeszéljük, ugyanarra az időre később más vállalati rendezvényt tűzzenek ki.

Elismeréssel kell szólnunk a Műszaki Könyvkiadóról és az ennek létesítésekor megszűnt Nehézipari, valamint Közlekedési Kiadó Vállalatról, amelyek minden esetben tekintetbe vették Egyesületünk véleményét és javaslatait.

Ugyancsak elismerés illeti meg a Mérnöki Továbbképző Intézet vezetőségét, amely a tantervek összeállításakor minden esetben Egyesületünk javaslati szerint járt el.

Az elmúlt évben az iparágat érintő különböző kérdésekről sok nyilvános és zártkörű ankétát rendeztünk, melyek mind a látogatottság, mind a viták szempontjából igen sikeresek voltak. E rendezvényeinken mindig megmutatkozott tagságunk szakmai szerete, hazafias lelkesedése és az a törekvése, hogy javaslatával szocialista nép gazdaságunk fejlesztéséhez hozzájáruljon.

Széleskörű ankétákat tartottunk a híradástechnikai iparágunk szállított anyagok minőségéről, az önköltség és a minőség kérdéseiről, a konstrukció feladatairól és a híradástechnika exportkérdéseiről. Zártkörű, majd nyilvános ankétát tartottunk a híradástechnikai gyártmányok tropizálásának a kérdése tárgyában, több zártkörű ankétát a Remix gyártmányok minőségéről. Az ankétán elhangzott határozatokat eljuttattuk illetékes szervekhez és számos javaslat megvalósításra is került. Javaslatunk alapján létesült például a híradástechnikai ipari metallurgiai üzem, a Híradástechnikai Anyagok Gyára, és készülnek tervek tropikus vizsgálólaboratórium és finomkerámiai üzem létesítésére. Az egyesületi munka hiányossága volt azonban, hogy általában nem ellenőriztük kellőképpen az általunk előterjesztett javaslatok sorsát és így több értékes javaslatunk mostanáig sem valósult meg. Ilyen meg nem valósult javaslatunk volt például az, hogy a Híradástechnikai Igazgatóság a technikusok, szerkesztők és minőségellenőrök számára rendszeresen rendeztesse vállalati továbbképző

¹ Izsák Miklós főtítkári beszámolója a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1955. dec. 9-i közgyűlésén.

tanfolyamokat és biztosítsa, hogy a gyártmánytervezésben résztvevők előzőleg gyártási és technológiai gyakorlatot szerezzenek. Nem valósította meg a KGM azt a javaslatunkat, hogy a fejlesztésben dolgozók prímiumának a nagyságát a kifejlesztett berendezés korszerűségétől és minőségétől tegye függővé. Nem valósította meg a Külkereskedelmi Minisztérium azt a javaslatunkat, hogy exportszervei útján fokozott mértékben kísérje figyelemmel a külföldön elért műszaki fejlődést és arról az ipart a KGM útján intézményesen és rendszeresen tájékoztassa. A jövőben feltétlenül biztosítanunk kell, hogy az ankétek előkészítő bizottságai határozataik, javasolataik végrehajtását ellenőrizzék és szorgalmazzák. Itt említjük meg, hogy Pártunk és Kormányzatunk ismert levelével kapcsolatban egy csúcspozíciós bizottságot és 4 albizottságot létesítettünk, melyek a gyártásfejlesztés, a híradástechnikai technológia, a műszaki propaganda, a tervgazdálkodás és a műszakiak érdekeltségének a kérdéseiben javaslatokat dolgoztak ki, melyeket a MTESz útján és közvetlenül az érdekelt felekhez juttattunk. Érdeklődéssel várjuk az illetékes véleményezését az előterjesztésünkben foglalt javaslatok tárgyában.

Igen sikeres és látogatott kiállítást rendeztünk belföldi híradástechnikai alkatrészekből. Azt szerettük volna, hogy a kiállítás magvát képezze egy később létesítendő állandó kiállításnak, amely — anyagát az újabbban megjelent hazai és külföldi korszerű alkatrészekkel folyamatosan bővítve — a tervezők és szerkesztők állandó rendelkezésére és segítségére álljon. A kiállítás anyaga nagyrészt még együtt van a Híradástechnikai Kutató Intézet szekrényeiben és ismételtén felhívjuk a Híradástechnikai Igazgatóság figyelmét, hogy a műszaki fejlesztés érdekében igen célszerű volna a javasolt állandó kiállítás megvalósítása. Szóba jött, hogy az állandó kiállítást magunk rendezzük meg, hely és személyzet hiányában azonban ez Egyesületünkben nem valósítható meg. Javasoljuk, hogy a Híradástechnikai Igazgatóság a kiállítást első lépésként a vállalatoknál szerveztesse meg. Az üzemi csoportok ebben komoly segítséget tudnának nyújtani.

Az elmúlt években többször rendeztünk kiállítást az akkor végzett fiatal mérnökök egyetemi szigorlati tervei-ből és készülékeiből. E rendezvényeink módját adtak egyrészt arra, hogy az új generáció Egyesületünket megismerje, másrészt arra, hogy tagságunk az egyetemi oktatás színvonalát és fejlődését figyelemmel kísérhesse. Igen kívánatos volna, hogy két évi szünet után ezeket a kiállításokat ismét rendszeresítsük és ehhez a Műszaki Egyetem segítségét kérjük.

Az elmúlt évben először, és a közelmúltban másodszor rendeztük meg a Híradástechnikai Konferenciát, múlt évben a vákuumtechnika, ez évben pedig a híradástechnikai anyagok és alkatrészek tárgyában. Mindkét konferencia rendkívül nagy érdeklődést váltott ki, bizonyítva, hogy tagjaink között a nagy jelentőségű szakmai kérdésekben az érdeklődés és lelkesedés nem hiányzik. Mindkét konferenciát a Tudományos Akadémia Műszaki Osztályával közösen rendeztük és azokon igen értékes előadások és hozzászólások hangzottak el. A tavalyi konferencia anyaga már megjelent, az idei pedig a jövő év elején fog megjelenni az Akadémia Osztályközleményeiben. Rendkívül kívánatos, hogy a híradástechnikusok az idei konferenciát tartalmazó kiadványt minél nagyobb számban szerezzék majd be és tanulmányozzák át, mivel ezen az úton legáttekinthetőbben szerezhetnek tudomást az elért hazai és külföldi eredményekről és a hazai ipar közvetlen terveiről. Az idei konferencia megrendezésében végzett odaadó és eredményes munkájukért a legnagyobb elismerést érdemlik meg Balogh Pál és munkatársai, Hargittai Endre és Stiacni Dénes.

Igen örövendetes, hogy az utóbbi időben mind sűrűbben kap Egyesületünk feladatokat a Híradástechnikai Igazgatóságtól. Az igazgatóság felkérésére tartottuk többek között a Remix gyártmányok tárgyában említett ankétsorozatunkat, vettünk részt az anyaggazdálkodás új szervezétének a kialakításában és vitattuk meg a híradástechnikai gyártmányfejlesztés új ötéves tervét. Javaslatunkat a Híradástechnikai Igazgatóság a felvetett kérdésekben minden esetben magáévá tette. Résztvettünk ezenkívül a MTESz által összehívott néhány központi bizottság munkájában, amelyek szintén a KGM által felvetett általános jellegű kérdéseket tárgyalták, mint a prototípus rendelet, a főkonstruktőrök hatásköréről szóló rendelet és az új újítási rendelet.

A MTESz által indított központi rendezés volt a gazdaságos méretezés érdekében indított mozgalom, melyen Egyesületünk aktívan résztvett. Balogh László a Telefongyárból a mozgalom keretében indított pályázaton 5000 forintos díjat nyert. Meg kell emlékeznünk arról is, hogy a KPM és a KGM felkérésére résztvettünk néhány pályázat kiírásának az elkészítésében és a pályázatok elbírálásában. Tervbe vettük, hogy a jövőben nagyobb mértékben fogunk a szakmai színvonal emeléséhez és egyes kérdések megoldásához pályázatok kiírása útján hozzájárulni. Legutóbbi elnökségi ülésünkön elhatároztuk, hogy évenként kiadandó pályadíjat alapítunk, melyet a telefonközpontok magyar felalálójáról Puskás Tivadar-díjnak nevezünk el. Az Egyesületben végzett kiemelkedő tudományos tevékenység (előadás, munkabizottsági működés, folyóiratcikk stb.) jutalmazására a díjat évenként fogjuk kiadni a mindenkor rendelkezésre álló anyagi lehetőségek szerint.

Az elmúlt években sok munkabizottságunk végzett eredményes munkát. Így műszerkapcsoló bizottságunk javaslatot készített híradástechnikai kapcsolók szabványosítására. Munkájukat a BHG tervezői felhasználták az új típusú fokozatkapcsoló megszerkesztéséhez. Egy bizottságunk az iparban használatos huzalok egységesítésére dolgozott ki javaslatot, műszerbizottságunk pedig eredményes munkája után hivatalos megbízatásból folytatta tovább tevékenységét. Ugyancsak egyik munkabizottságunk készített javaslatot az iparigazi szabadalmi figyelő szolgálat megszervezésére. A jövőben iparágunk műszaki fejlesztési terveivel kapcsolatban több alkalmunk lesz munkabizottságok szervezésére, de működésüket azáltal kell az eddigieknél eredményesebbé tenni, hogy fokozottabban ellenőrizzük javaslataik elintézését és eredményeiről a Magyar Híradástechnikában számot adunk.

Központi bizottságaink közül az egész idő alatt jól működött a műszaki és tudományos bizottság Nadas Tibor vezetésével, különösen az egyesületi munkaterv elkészítésének és végrehajtásának az érdekében. A közeli napokban fogja elkészíteni a bizottság Egyesületünk jövő évi munkatervét, melynek az irányvonalairól a későbbiekben még szó lesz. Több ízben végzett eredményes munkát oktatási bizottságunk is, Magó Kálmán vezetésével, főleg a középfokú képzés területén. A jövő évi munkaterv az oktatási bizottság számára is több feladatot fog tartalmazni, különösen a szakmai továbbképzéssel és a híradástechnikai gépelemek felsőfokú oktatásával kapcsolatban. Itt kell megemlíteni, hogy Egyesületünk — ugyanúgy mint a többi MTESz Egyesület is — a jövőben részben át fogja venni a Mérnöki Továbbképző Intézet műszaki továbbképző feladatait és részben központi, részben vállalati szakmai továbbképző tanfolyamokat fog rendezni. Első tanfolyamunkat a szerkesztők számára kívánjuk jövő év elején megindítani.

Az Egyesületünk szerkesztésében megjelenő **Magyar Híradástechnika** most már 6. éve a magyar híradástechnikusok lapja. Lapunk ellen a múltban sok bírálat hangzott el és bár a lap színvonala kétségtelenül nagy javulást mutat, még sok a tennivaló. A szakcikkek terszerűbb irányítása mellett el kell érünk, hogy a lap minden tekintetben kielégítse a híradástechnikusok érdeklődését. A lap útján kell tájékoztatnunk tagságunkat az egyesületi élet legfontosabb eseményeiről, az egyesületi munka eredményeiről és programjáról. Lehetőség szerint minden előadást publikálni kell lapunkban is, de az érdemleges hozzászólásokkal együtt. Lapunkat fel kell használni arra is, hogy népszerűsítsük azokat a híradástechnikusokat, akik az egyesületi munkában, vagy gyakorlati tevékenységükben kiváló eredményeket értek el. Rá kell térnie folyóiratunknak a hazai híradástechnikai gyártmányok, különösen az új gyártmányok szakszerű ismertetésére is. Az eddigieknél sokkal több rövid cikket kell közölni a hazai és a külföldi műszaki eredmények és újdonságok ismertetésére. Röviden összefoglalva: a Magyar Híradástechnikát élénkebb és elevenné kell tenni, hogy valóban a magyar híradástechnikusok népszerű fóruma és az egyesületi élet tükré legyen. A folyóirat aktualitásának és terjedelmének a növelése érdekében jövő évtől kezdve lapunkat havonta kívánjuk megjelentetni, az eddigi 32 oldal helyett 24 oldal terjedelemben, ami a terjedelem 50%-os növelését jelenti. Reméljük, hogy ez irányú kérelmünket a Műszaki Könyvkiadó kedvezően fogja elintézni. A lap eddigi szerkesztéséért elismerésünket fejezzük ki Lévai Pál főszerkesztőnek és közvetlen munkatársainak, Boglár Gyulának és Komlós Istvánnak.

Szólnunk kell még *szakosztályaink* működéséről. Szakosztályaink megalakulásuk után kb. egy évig igen eredményesen dolgoztak és szakmájuk terén jól irányították az Egyesület műszaki tevékenységét. Kb. 2 évvel ezelőtt azonban a szakosztályi munka is ellanyhult, aminek főleg személyi okai voltak. Az Egyesület elnöksége ezzel a kérdéssel több ízben foglalkozott és végül is régebbi tevékenység kiértékelése alapján arra az eredményre jutott, hogy a szakosztályi munkát ismét meg kell indítani. Az Egyesület elnökségének a jövőben ezt a tevékenységet nagyobb mértékben kell irányítania és támogatnia. A szakosztályi vezetőségeket úgy kell összeállítanunk, hogy azok mintegy a szakmai terület szakmai tanácsadói legyenek, akikhez mind az Egyesület, mind a felsőbb szervek szakmai véleményezés tárgyában is fordulhatnak. A szakosztályok vezetőségeinek kell közben tartaniuk mindazokat a társadalmi feladatokat, melyek szorosan egyes szakmai területhez tartoznak. Szakosztályaink közül jelenleg igen eredményesen működik az anyag és alkatrész szakosztály Katona János vezetésével, az átviteltechnikai szakosztály Novák István vezetésével, és a nemrég megalakult vákuumtechnikai szakosztály Fried Henrik vezetésével. Alakulóban van a mikrohullámú szakosztály és megalakításra vár a rádió, a telefonias és a technológiai és a tervezési szakosztály. Utóbbi két szakosztályunk vezetését Vigh István és Bartók István vállalta el.

Egyesületünk kapcsolatai a Magyar Tudományos Akadémiával és a Közlekedés- és Postaügyi Minisztériummal főleg személyi jellegűek ugyan, mégis kielégítőeknek mondhatók. Jók a kapcsolataink és állandóan erősödnek a KGM Híradástechnikai Igazgatósággal, melynek vezetői, nemcsak Réti elvtárs, hanem Kompordai, Tiborcz, Juvancz, Virág, Schönmann elvtársak és mások is, az egyesületi tevékenységet mindenben támogatják és elismerik. Természetesen jók a kapcsolataink a híradástechnikai vállalatok és intézetek vezetőivel is. Különösen ki kell emelni Hermann, Vaszili, Garai, Kövesdi, Bíró, Kőműves és dr. Nagy elvtársakat, akik egyesületünkben komoly aktivitást fejtenek ki. Meg kell azonban emlékeznünk az Orion Vállalatról, melynek vezetőségében az együttműködési készséget a múltban nem tudtuk megtalálni. Reméljük, hogy a jövőben az Orion Gyár vezetősége is szorosabb kapcsolatot fog az Egyesülettel tartani. Az üzemekkel való kapcsolatainkat a jövőben fokozni kívánjuk, hogy a vállalatoknak feladataik teljesítésében az egyesületi társadalmi munka útján közvetlen segítséget nyújthassunk. A többi népi demokráciában az egyesületi tevékenység nagy része a vállalati üzemi csoportokban folyik. Az üzemi csoportok működésétől a jövőben mi is sokat várunk és mindent el fogunk követni annak érdekében, hogy az üzemekben és intézményekben eredményesen működő csoportok alakuljanak. E munkánk megindítása és folytatása érdekében számítunk az üzemi pártszervezetek és szakszervezetek hatékony támogatására. Sok javítani való van kapcsolatainkon a Budapesti Pártbizottság Termelési Osztályával, az üzemi pártszervezetekkel és a szakszervezetekkel. E kapcsolatok kiépítése több ízben megindult, de tartóssá tenni még nem tudtuk. A magunk részéről mindent meg fogunk tenni az együttműködés javítására, aminek társadalmi munkánk eredményessége szempontjából rendkívül nagy jelentősége volna.

Az üzemi munka

Üzemi munkánkkal kapcsolatban az üzemi csoportok megalakításán kívül is igen sok a tennivaló, nagyon sok hiányosságot kell még megszüntetnünk. Legelső tennivalónk hogy minden vállalatnál, intézménynél és intézetnél meg kell találnunk azt a személyt, nevezzük őt üzemi titkárnak, aki azon a helyen Egyesületünket valóban teljes odaadással képviseli és akinek megvan az akarata, önállósága és a kellő tekintélye is ahhoz, hogy a reábizott egyesületi feladatokat végrehajtsa. Az ő feladata, hogy felhívja az érintett dolgozók figyelmét rendezvényeinkre, gondoskodik folyóiratunk számára az üzemi eredményeket és terveket ismertető tudósításokról, általában segítenie kell abban, hogy a tagság minél szélesebb körét, főként a fiatalokat, bevonja az egyesületi munkába. Az üzemi titkár feladata a tagság nyilvántartása és a tagdíjak begyűjtése is. Ebben az évben mindössze 2000 Ft. tagdíj folyt be, holott azoknak a száma, akik Egyesületünkben tagul jelentkeztek, körülbelül 1000. Ebből körülbelül 300 olyan tagunk van, akinek nem kell

tagsági díjat fizetnie, mivel azt más tudományos egyesületben fizeti, vagy tanuló. E számok azt jelentik, hogy a tagdíjnak csupán 15%-a folyik be és ebben legalább annyira hibás az Egyesület maga, mint a nemfizetők. Egyesületünk komoly állami támogatásban részesül, de nyilvánvalóan türethetetlen, hogy kiadásainkhoz a tagság maga még a csekély összegű tagsági díj erejéig se járuljon hozzá. Az egyesületi üzemi titkárok a fent vázolt feladatokat és a többi, fel nem sorolt részletfeladatot csak úgy lesznek képesek végrehajtani, ha maguk mellé kis csoportot szerveznek, melynek résztvevői között a feladatokat szétoszthatják. Ezúttal is arra kérjük a vállalatok vezetőségét, az üzemi pártszervezeteket és szakszervezeteket, hogy nyújtsanak segítséget az egyesületi üzemi titkárok személyének a kiválasztásában és az ő munkájukat állandóan kísérjék figyelemmel és támogassák.

Az Egyesület kiadásaival kapcsolatban meg kell említenünk, hogy csak ebben az esztendőben könyvek beszerzésére 1200 forintot fordítottunk, és ezzel könyvtárunk állománya 255 db könyvvel nőtt, 21 külföldi folyóiratra fizetünk elő, egész napos rendezvényeink költségeire 3400 forintot fordítottunk, reprezentációs kiadásokra 2500 forintot, nagy rendezvényeink gyorsírási és egyéb alkalmi díjazásaira 1500 forintot, postaköltségre 3500 forintot. E kiadásokon kívül ebben az esztendőben tette először lehetővé költségvetési keretünk, hogy a kimagasló egyesületi tevékenységet és a társadalmi munkát meghaladó tevékenységért jutalmakat adhattunk. Ebben a keretben összesen 4600 forintot fizettünk ki. Itt kell megemlítenünk, hogy az utóbbi 3 évben évente egy-egy tagunknak és családjának Balaton-Márián kététhetes üdülésre lakást tudtunk adni.

Egyesületünk évek óta harcol annak érdekében, hogy a híradástechnikusok külföldi rendezvényeken, kiállításokon, vásárokon minél nagyobb számban vegyenek részt, hogy tapasztalataikat a hazai fejlesztésben felhasználhassák. E fáradozásaink eredményeképpen ebben az évben 6 tagunk számára tudtuk lehetővé tenni a lipcei vásár meglátogatását és 1 tagunk számára a bécsi vásár megtekintését. Köszönetet kell mondani ezért a MTEZ vezetőiségének és a Híradástechnikai Igazgatóságnak, akikben lelkes támogatókra találtunk. Nagyon kívánatos, hogy a jövőben ez az akció még nagyobb sikerrel járjon.

Egyesületi eredményeink között említjük meg, hogy tagjaink közül az elmúlt időszakban Kossuth-díjat kaptak Ács Ernő két ízben, dr. Dénes Péter, Dallos András és Fried Henrik, Millner Tivadar, Pósa Jenő és Winter Ernő második ízben. Igen öröndetes, hogy a díjak odaítélésében illetékesek meghallgatják Egyesületünk véleményét is, Kossuth-díjazásaink nagy száma pedig mutatja, hogy a híradástechnika tudománya mind nagyobb elismerésben részesül. Régebbi kitüntetettjeinkkel, Bognár Gézával és Kozma Lászlóval együtt így most már 9 Kossuth-díjasunk van. Igen nagy számmal részesültek tagjaink egyéb kormánykitüntésekben is, de külön meg kell említenünk Nádas Tibort, aki »Szocialista munkáért« kitüntetését egyesületi tevékenységéért kapta.

Meg kell még emlékeznünk halottainkról is. Ebben az időszakban vesztették el életüket Gerő István, Egyesületünk legaktívabb alapító tagja és első elnöke, továbbá Demeter Károly, Krausz Imre, dr. Selényi Pál és Tomics Iván, akiknek emlékét kegyelettel fogjuk megőrizni.

Feladataink

Jövő feladataink közül beszéltünk már az üzemi munka megjavításáról, az üzemi titkárok hálózatának kiépítéséről, és az üzemi csoportok megalakításáról. Ki kell hangsúlyoznunk a fiatalok bevonásának a fontosságát, mert az ő részvételük nem csak az egyesületi tevékenység élénkítését és kiszélesítését, valamint az utánpótlást jelenti, hanem azt is, hogy közreműködésük során fejlődik műszaki színvonaluk, szélesedik a látókörük, növekszik szakmai tudásuk és az egyesületi élet a politikai nevelésnek is igen hatékony eszköze. A fiatalok bevonása érdekében igyekezni fogunk kiépíteni kapcsolatainkat a DISZ-szervezetekkel is és reméljük, hogy az ő részükről hasonlóan igyekezzetek fogunk tapasztalni. A megalakítandó üzemi csoportoknak részt kell venniük, sőt irányító tevékenységet kell kifejteniük a vállalati műszaki körök munkájában.

Be akarjuk vezetni a vállalati tagságot is, ami egyrészt érdekelttér fogja tenni a vállalatokat az egyesületi munká-

ban, másrészt szorosabbá fogja tenni kapcsolatainkat és növelni fogja az Egyesület anyagi eszközeit. Az üzemi munka megindításához a jövő év elején össze fogjuk hívni a vállalatok műszaki, párt és szakszervezeti vezetőit, hogy velük a teendőket megbeszéljük.

Bőven szóltunk szaklapunk, a Magyar Híradástechnika, tervbe vett fejlesztéséről. Meg kell azonban még említenünk, hogy komoly hiányosságok vannak lapunk terjesztésében, amely a Posta Központi Hírlapiroda kezében van. Ez a téma a MTESZ vezetőségét is foglalkoztatja. A lap megjelenése óta 1000 példányban jelenik meg, és fejlődés nincs, pedig valószínűleg igen sok új előfizetőnk is lenne, ha a lapterjesztő az előfizetők számának a szaporítására súlyt helyezne. Nem szorul magyarázatra annak a jelentősége, hogy lapunkat minél számosabban olvassák és mindent el kell követnünk, hogy a jövőben a lapterjesztésben mutatkozó hiányosságot megszüntessük.

Említettük, hogy most készül Egyesületünk 1956. évi munkaterve. Munkatervünk alapját azok az ismert párt- és kormányhatározatok képezik, melyek megszabják a híradástechnika fejlődésének az irányát. E határozatok és az új gyártmányok bevezetésének a tervei minden szakosztály számára kijelölik azokat a témákat, amelyekkel az év során foglalkozniuk kell. Súlyponti feladatnak kell azonban tekinteni a híradástechnika anyagainak és alkatrészeinek a fejlesztését, mivel ezzel kell megalapoznunk a híradástechnika jövőjét, továbbá a híradástechnikai iparban alkalmazott és alkalmazható gyártástechnológia fejlesztését. A technológiai kérdésekkel a múltban igen keveset foglalkoztunk, de ma már mindenki előtt világos, hogy technológiánk nagy arányú fejlesztése nélkül nem fogjuk tudni elérni a magyar híradástechnikai ipart megillető nemzetközi színvonalat. Technológiánk javítása a legfontosabb eszköz gyártmányaink minőségének javításához, korszerűsítéséhez és önköltségének csökkentéséhez. Technológiai szakosztályunk Vigh István vezetésével igen

elkeszen dolgozik a jövő év elején tartandó nagyarányú technológiai ankét előkészítésén és reméljük, hogy ez az ankét további sikeres munka megindítója lesz.

Mindkét súlyponti témánk, tehát az anyagok és alkatrészek, valamint a technológia kérdései szorosan összefüggnek gyártmányaink szerkezetével és ezért számítunk rá, hogy konstruktöreink mindkét területen ki fogják venni részüket az egyesületi munkából.

Hiányossága volt eddigi tevékenységünknek, hogy nem használtuk ki a társegyesületekkel való együttműködésben rejlő nagy lehetőségeket. A kooperáció szükségességét és eredményességét igazolta a nemrég tartott híradástechnikai konferencia is. Az együttműködést a jövőben erősen fokozni kívánjuk, amire különösen az említett súlyponti feladatok tág lehetőséget nyújtanak. Biztosak vagyunk abban, hogy a Gépipari, az Elektrotechnikai és a Kémikusok egyesülete, valamint a többi társegyesület részéről is az együttműködésre a legnagyobb készséget fogjuk találni. Fel akarjuk használni az együttműködést arra is, hogy a híradástechnikának a többi iparágakban is alkalmazható gyártmányait, főleg az automatizálás területén a társegyesületek útján az érdekeltekkel megismertessük.

Munkatervünkkel kapcsolatban meg kell még említenünk azt a tervünket, hogy jövő évi rendezvényeinket ismertessük a híradástechnika területén az év során elért eredményeket, ami bizonyára minden híradástechnikus érdeklődését ki fogja váltani.

Nagy programunk megvalósításához tagságunk odaadó és lelkes támogatására lesz szükség és biztosak vagyunk abban, hogy ebben nem is lesz hiány. Egyesületünk tekintélye évről évre növekszik, és azt hiszem, mindannyiunk nevében ígérhetem, hogy jövő munkánkkal még fokozottabban kívánunk hozzájárulni szocialista népgazdaságunk és ezen belül a híradástechnika műszaki színvonalának a fejlesztéséhez, amivel az eddigieknél még nagyobb mértékben fogjuk kiérdemelni Egyesületünk elismerését.

Modern nagyfrekvenciás erősítő és keverőcsövek sörétzaja

SEBESTYÉN LÁSZLÓ

Távközlési Kutató Intézet

Összefoglalás

Elektroncsövek zajának jellemzésére az ún. »equivalens zajellenállás« R_{eq} használatos. Ismertetjük az equivalens zajellenállás kiszámításának menetét, a mérőberendezésünket és táblázatosan összeállítjuk a fontosabb vevőcsövek számolt és mért R_{eq} -értékeit.

Egyes csőpéldányokon jelentős eltérést találtunk a mért és számolt értékek között; az eltérés tisztázására végzett kísérleteink arra vezettek, hogy ennek oka a tértöltés hiányos kialakulása. A mért, illetve számolt zajellenállás-értékek a katalógusok »ajánlott beállítás« rovatának megfelelő feszültség, illetve áramértékek mellett érvényesek; lehetséges azonban olyan beállítás, amely mellett a szóbanforgó cső zaja lényegesen kedvezőbb. Ismertetjük a zaj szempontjából legkedvezőbb beállítás elveit és néhány csőtípuson végzett mérés eredményét.

Bevezetés

Nagyszámú olyan közlemény mellett, amely elektroncsövek zajkérdéseivel foglalkozik, kevés olyan van, amely kurrens elektroncsövek zajadataival sietne a készülék-konstruktőr segítségére. A csőgyárak egy része ugyan (Philips, Tungstam, Mazda) újabb típusainál megadja az equivalens zajellenállás

értékét, más gyárak viszont (RCA, Sylvánia, Brimár stb.) ilyen adatokat nem közölnek. Ennek pótlására igyekeztünk 1949 óta végzett saját méréseink és idegen publikációk alapján a fontosabb csövek zajadatait összeállítani.

Bár a zajprobléma a lokátortechnika terjedésével a központi kérdések egyikévé válik és így egyszerre szélesebb körben foglalkoznak vele, szükségesnek láttuk a csőzajkérdésről rövid összefoglalást adni és a csőzaj jellemzésére általában használt ún. » R_{eq} « kiszámításának gondolatmenetét ismertetni. Közleményünk lényege a számolt és mért értékeket tartalmazó táblázat, szükségesnek látszik azonban a mérőberendezés és mérési eljárás ismertetése is.

I. A csőzajokról

Minden információ-átviteli rendszerben jelen vannak az erősítendő jelen kívül ezekkel rendszerint semmilyen korrelációt nem mutató »rendezetlen« jelek. Minthogy ezek korlátozzák az adott jelteljesítmény mellett átvihető információt, nagyságuk és jellemzőik ismerete, továbbá mérésük elsőrendű fontosságú. Magának a vevő- vagy erősítő készüléknek a zaja két csoportba osztható: az egyikbe sorolnánk a »technikailag kikészíthető« zajokat, amelyek hibás kontaktusokból, egyenirányítás után fennmaradó bűgás-komponensekből stb. származnak; a másik csoportba tartozók alapvető fizikai okok meg nem szüntethető következményei. Ide tartozik az ellenállások termikus zaja és az erősítőcsövek sörétzaja.

A csöveken belül fellépő zajforrásokat a következő csoportokba sorolhatjuk:

1. *Sörétzaj.* A katódból időegységenként kilépő elektronok száma és sebessége ingadozó. Az ennek következtében fellépő áramingadozás az elektroncsőhöz csatlakozó áramkörökben zavaró jelenségként lép fel és a termikus zajjal együtt a vevő, illetve erősítő készülékeknél a fizikailag elérhető alsó zajhatárt képezi.

2. *Árameloszlási zaj.* Ez csak olyankor lép fel, ha a csőben több pozitív elektróda van. A pozitív elektródák közti árameloszlás ingadozása az újabb zajforrás oka.

3. *Ion-zaj.* A tökéletlen vákuum következménye. Normál vevőcsöveknél a sörétzajhoz képest rendszerint elhanyagolható.

4. *Katódszikrázás.* (*Flicker effect, Funkeeffekt.*) Csak alacsony frekvenciákon fellépő jelenség, amelynek oka, hogy az emissziós felület spontán változásai folytán a katódból kilépő telítési áram ingadozik.

5. *Szigetelő zaj.* (*S-effektus*) A szigetelési ellenállások statisztikus ingadozása, feltöltődése és kiszülése miatt lép fel. Helyes csőkonstrukcióval teljesen kiküszöbölhető.

6. *Indukált rácsezaj.* Rövidhullámú jelenség. A katódból kilépő, a tértöltés által korlátozott és kisimitott elektronáram ingadozásai a rácson feszültségeket influálnak.

7. *Totálemissziós vagy »anomális influencia« zaj.* A potenciálküszöbről visszaforduló elektronáram ingadozása a deciméteres, méginkább a centiméteres hullámok tartományában megnöveli a csőzajt.

Jelenlegi vizsgálatainkat közepes frekvenciákra korlátozzuk, azaz olyan frekvencia tartományra, ahol az elektronok repülési ideje által okozott jelenségek még elhanyagolhatók. Ezen a területen Schottky (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), Rack (9), Spenke (10), (11), Thompson, North, Harris (12), Strutt (13), és még számos más fizikus munkája nyomán a zajkérdésről kielégítő képünk van és az eredmények könnyen kezelhető végképletekre redukálódtak. Ezeknek a bevezetéséhez rövid áttekintést adunk a sörétzajról és az equivalens ellenállásról.

A telített dióda

A csőzaj vizsgálatához a legegyszerűbb csőből, a telített diódból indulunk ki. Telítés alatt azt az állapotot értjük, amikor valamennyi, a katódból kilépő elektron eljut az anódhoz. Ilyenkor feltételezhető, hogy az egyes elektronok kilépése egymástól független, a tértöltés olyan kicsi, hogy az elektronok egymást kölcsönösen nem befolyásolják. A katódból az időegységben kilépő telítési áram intenzitása és kilépési sebessége véletlen ingadozást mutat, a katód és az anód között folyó áram nem teljesen egyenletes. A dióda anódáramában fellépő váltóáramú komponens nagysága (közepes frekvenciára korlátozva),

$$\bar{i}_s^2 = 2e I_a \Delta f \quad (1)$$

Ezt a »Schottky-egyenlet« néven ismert nevezetes összefüggést számos kísérlet ellenőrizte (14), (15), (16), stb. Ezek igazolták azt is, hogy a sörétzaj-áram független a katódanyagától és az emissziós mechanizmustól. Bár oxidkatódos csövek elterjedésével a vevő- és erősítőcsövek jóformán sohasem dolgoznak telítésben, a telített áram zajának meghatározása nem csupán elméleti szempontból jelentős, hanem gyakorlati fontossága ott van, hogy a telített dióda abszolút zajgenerátorként használható.

A tértöltés hatása

Ha a dióda anódja csak annyira pozitív, hogy nem minden kilépő elektron jut el az anódhoz a bőven emittáló katódból, akkor a katódtól x_m távolságban V_m potenciál minimum alakul ki; a cső »tértöltési tartományban« dolgozik. Mindazok az elektronok, amelyeknek a katódra merőleges kezdeti sebessége, illetve ennek megfelelő feszültsége a potenciál-minimuménál kisebb, a potenciál-minimum előtt visszafordulnak, a többi eljut az anódhoz. Az emisszió ilyenkor is statisztikus törvényeket követő rendezetlen folyamat marad, az anódáram ingadozása azonban kisebb lesz, mint a telített áram esetében. A matematikai analízis meglehetősen nagy apparátust igényel; egymástól függet-

lenül Rack (9), Spenke (10), North (12) azonos eredményre jutottak. A mechanizmusról a következő primitív képet lehet alkotni: ha pillanatnyilag a V_m -nél nagyobb sebességű elektronok száma az átlagosnál nagyobb, megnő az anódkatód téren átfutó elektronok száma, ennek következtében a V_m negatívabb lesz és lecsökkenti az anódáramot. Ha pedig a kis sebességű elektronok száma nagyobb, V_m kevésbé negatív lesz, a pillanatnyi anódáram megnő. A potenciál-minimum nagysága tehát olyan értelemben ingadozik, hogy ezáltal »kisimitja« az anódáramot.

A tértöltés által korlátozott dióda zajára a következő módon írható:

$$\bar{i}_s^2 = F^2 2e I_a \Delta f \quad (2)$$

Itt F^2 a tértöltés zajgyengítő hatását kifejező tényező, Schottky szerint a következő közelítő kifejezéssel adható meg:

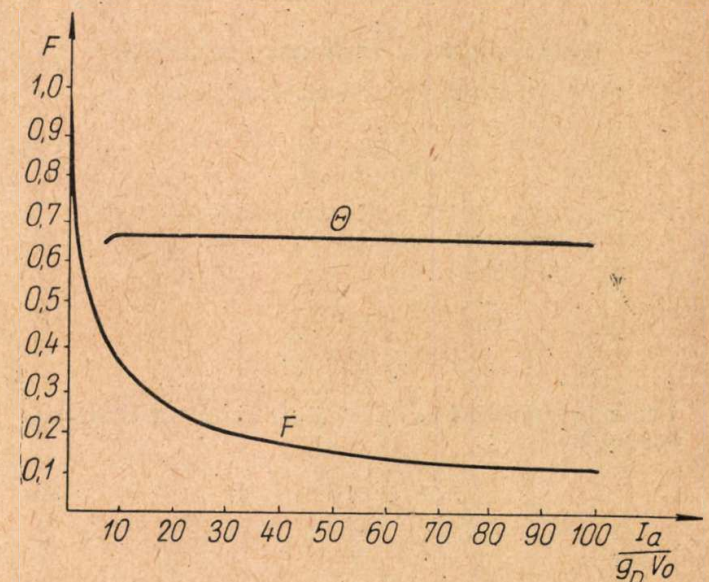
$$F = \frac{3 \sqrt{1 - \frac{\pi}{4}}}{\sqrt{\frac{V_a - V_m}{V_0}}} \quad (3)$$

ahol V_a a dióda anódfeszültsége, V_m a potenciálminimum és $V_0 = \frac{k \cdot T_k}{e}$. Ez az összefüggés numerikus számításokra kevésbé alkalmas; jobban kezelhetővé válik a dióda $\partial I_a / \partial V_a$ váltóáramú konduktanciájának bevezetésével, amely nagy $(V_a - V_m) / V_0$ értékeknél

$$g_D = \frac{3}{2} \frac{I_a}{V_a - V_m} \quad (4)$$

nagyságú.

Az 1. ábra az F gyengítési tényező változását mutatja $I_a / g_D V_0$ függvényében; ezen tényezők mindegyike viszonylag könnyen mérhető és így lehetőséget nyújt a kísérleti ellenőrzésre.



1. ábra

A gyengítési tényező számolt értéke (F) egy tértöltési tartományban dolgozó diódánál.

A dióda konduktanciájának bevezetése lehetőséget ad arra, hogy a tértöltés által korlátozott dióda zaját más formában írjuk. Ismeretes, hogy egy T hőmérsékletű $1/g$ ohmos ellenállás termikus zajára (Johnson zaja)

$$\bar{i}_s^2 = 4k T \Delta f / g \quad (5)$$

nagyágú. Az ellenállás-zaj frekvencia spektruma ugyanolyan jellegű, mint a sörétzajé. Helyettesítsük most — teljesen önkényesen — a tértöltés által korlátozott dióda sörétzaját a dióda $1/g$ váltóáramú ellenállásának zajával és ennek hőmérsékletét állapítsuk meg éppen abból a feltételből, hogy a dióda sörétzaja és az ellenállás termikus zaja éppen egyenlő legyen, azaz (2) és (5)-ből.

$$F^2 2e I_a \Delta f = 4k \Theta T_k \Delta f g_D \quad (6)$$

Itt T_k a katódhőmérséklet, Θ pedig a meghatározandó faktor. Ebből

$$\Theta = \frac{F^2 2e I_a \Delta f}{4k T_k \Delta f g_D} = 3 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \approx 0,644 \quad (7)$$

A tértöltés dióda zaja tehát a következő módon írható:

$$\overline{i_s^2} = 4k 0,64 T_k \Delta f g_D \quad (8)$$

A tértöltés zajcsökkentő hatását kifejező tényező pedig a 3. egyenlet helyett egyszerűbb alakra hozható:

$$F^2 = \frac{4k 0,64 T_k g_D}{2 I_a e} = 1,28 k T_k \frac{g_D}{I_a e} \quad (9)$$

A 9. összefüggésben viszonylag könnyen mérhető dióda-paraméterek szerepelnek. Az eddigi eredményeket a következőkben foglalhatjuk össze:

Egy tértöltési tartományban működő dióda zaja — jó közelítéssel — helyettesíthető egy olyan ellenállás termikus zajával, amelynek nagysága azonos a dióda váltóáramú belső ellenállásával és hőmérséklete a katód hőmérséklet 0,64-ed része.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy a sörétzaj és ellenállászaj közötti összefüggés csupán formai; a termikus zaj a Brown mozgás következménye egy termikus egyensúlyban levő fémes vezetőben, a dióda viszont nincs termikus egyensúlyban, mert az áramforrása energiát szolgáltat. Az ellenállásnál rendezetlen hőmozgásról van szó, a diódában viszont van egy kitüntetett irány. Nem szándékozunk a kérdés részleteibe merülni, csupán megemlítjük, számos szerző (4), (12), (20), (21), stb. foglalkozott azzal a kérdéssel, hogy sörétzaj és ellenállászaj egy és ugyanazon fizikai jelenség különböző megnyilvánulása-e. Egységes álláspont nem alakult ki.

Trióda zaja és az equivalens zajellenállás

Trióda esetén a dióda g_D konduktanciája helyébe

$$\frac{d I_a}{d V_{eff}} = \frac{S}{\delta} \quad (10)$$

kifejezés kerül, ahol S a trióda meredeksége, δ pedig sík triódára (a német irodalomban »Steuerschärfe« néven szereplő tényező)

$$\delta = \frac{1}{1 + \frac{1}{\mu} \left(1 + \frac{4}{3} \frac{d_2}{d_1}\right)} \quad (11)$$

Ennek bevezetésével 8. egyenletünk triódára a következőképpen módosul:

$$\overline{i_s^2} = 4k 0,64 T_k \frac{S}{\delta} \Delta f \quad (12)$$

illetve

$$F^2 = 1,28 \frac{k T_k S}{e \delta I_a} \quad (13)$$

A δ tényező 0,6 és 1 között van, modern csöveken 0,9 fölött úgy, hogy első közelítésben egységnek választható.

A trióda anódkörében folyó, 12. egyenlet szerinti zajáramot célszerű lesz a trióda rácsoldalára képzelhető feszültségű átszámolni:

$$\overline{U_s^2} = \frac{4k 0,64 T_k \Delta f}{S \delta} \quad (14)$$

Ez a feszültség a katód-rács körbe beiktatva ugyanolyan ingadozást idéz elő az anódkörben, mint amilyen az anódkör ingadozása következtében ténylegesen fellép. A sörétzaj ugyanolyan jellegű, mint az ellenállászaj; gyakorlati szempontokból célszerűnek látszik a sörétzaj nagyságát ohmos ellenállásban kifejezni, mégpedig oly módon, hogy megadjuk annak az ellenállásnak az értékét, amelynek zaja ugyanakkora, mint a sörétzajnak rácsoldalra átszámított értéke. Ez az equivalens zajellenállás a 14. és 5. egyenletekből

$$\overline{U_s^2} = \frac{4k 0,64 T_k \Delta f}{S \delta} = 4k T R_{eq} \Delta f \quad (15)$$

ahol T az equivalens ellenállás hőmérséklete. Ebből

$$R_{eq} = \frac{0,64 T_k}{T} \frac{1}{S \delta} \quad (16)$$

Válasszuk T értékét szobahőmérsékletnek, kerekén $300^\circ K$ -nak. A katódhőmérséklet oxidkatódos csöveken 950 és 1200 között, a δ tényező 0,6 és 1 között van. Ha $T_k = 1050$, $T = 300$ és $\delta = 0,9$, akkor

$$R_{eq} \approx \frac{2,5}{S} \quad (17)$$

Az equivalens zajellenállás kizárólag zajgenerátor szerepét tölti be a cső rácskörében; kapcsolási elemként nem szerepel. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy R_{eq} frekvencia független, olyan értelemben, ahogy pl. a meredekség. Rövidebb hullámok felé nem R_{eq} értéke változik meg, hanem újabb zajforrások lépnek fel.

Több pozitív elektródájú cső

Több pozitív elektródájú csőben a pozitív elektródák közötti árameloszlás statisztikus ingadozása következtében az anódkörben nagyobb zaj lép fel; tetródák, pentódák zaja lényegesen magasabb, mint a triódáké. A kérdés vizsgálatát eltérő úton végrehajtva Schottky (7), Bakker (18), North (12) azonos eredményekre jutottak. Eszerint tetszőleges számú pozitív elektróda esetén, az n -edik elektródára folyó zajáram:

$$\overline{i_{sn}^2} = 2e I_n \Delta f \left[1 - \frac{I_n}{\Sigma I} (1 - F^2)\right] \quad (18)$$

ahol I_n az n -edik elektróda áramát jelenti, ΣI pedig a teljes katódáram. A gyakorlatilag legfontosabb esetre, a pentóda esetére alkalmazva az anódkörben fellépő zajáram

$$\overline{i_s^2} = 2e I_a \Delta f \left[\frac{I_a}{I_k} F^2 + \frac{I_{g2}}{I_k}\right] \quad (19)$$

A 18., illetve 19. egyenletekből levonható tanulságok:

1. A zajáram, amelyik az n -edik elektróda körében folyik, mindig kisebb, mintha telített áram folyna az elektródára.

2. Minél kisebb része folyik a teljes áramnak valamelyik elektródára, annál közelebb lesz ennek az elektródának a zaja ahhoz a zajhoz, amely ugyanilyen nagyságú, de telített áram esetén lépne fel.

Ez utóbbi megállapítás pentódára alkalmazva azt jelenti, hogy pentóda tervezésénél, ahol csak az anódköri zaj játszik szerepet, úgy kell eljárni, hogy az áram minél kisebb része folyjon a segédvárcsra. (A fenti megfontolásoknál elhanyagoltuk a szekunder emisszió hatását, illetve feltételeztük, hogy a fékezővárcs ezek hatását kiküszöböli és a többi elektródáról feltettük, hogy váltóáramúlag földelve van.)

A pentóda equivalens zajellenállása a trióda mintájára képezhető:

$$\overline{U_s^2} = \frac{\overline{i_s^2}}{S^2} \quad (20)$$

amelyből a 15. egyenlet segítségével

$$R_{eq} = \frac{2e I_a \Delta f}{S^2 4k T \Delta f} \left[\frac{I_a}{I_k} F^2 + \frac{I_{g2}}{I_k} \right] \quad (21)$$

Ide F^2 13. egyenlet szerinti értékét behelyettesítve:

$$R_{eq} = \frac{2e I_a \Delta f}{S^2 4k T \Delta f} \left[1,28 \frac{I_a k T_k S}{I_k e \delta} \frac{1}{I_a} + \frac{I_{g2}}{I_k} \right] \quad (22)$$

$T = 300^\circ$, $T_k = 1050^\circ$, feltételezésével

$$R_{eq} = \frac{2,5}{S \cdot \delta} \frac{I_a}{I_a + I_{g2}} + 20 \frac{I_a}{S^2} \frac{I_{g2}}{I_a + I_{g2}} \quad (23)$$

Nem egyszer találkozunk azzal a megállapítással, hogy az equivalentis zajellenállásra nyerhető fél-empirikus képletek dimenzióra nem helyesek. Ez a megállapítás — amint ezt éppen ezért részletesen kiírt 21. és 22. egyenlet mutatja — téves. A tévedésre az adhat okot, hogy gyakran csupán a 23. egyenletünket, a végeredményt idézik, amelyben a 20 konstans az $\frac{e}{2kT}$ állandók numerikus értékeinek összevonásából származik és V^{-1} dimenziójú.

Ionzaj

A csőben maradó gázmolekulák és elektronok kölcsönhatása következtében kis mennyiségű töltéshordozó keletkezik. Minthogy az ionok keletkezése statisztikus folyamat, a gázmolekulákból származó áram is rendszertelen ingadozást mutat; az eddig tárgyalt zajkomponensekhez az ionzaj is hozzáadódik. Eltérően a sörétzajtól, ez frekvenciafüggő, olyan módon, hogy növekvő frekvenciánál csökken. Az ionzajra vonatkozólag Thompson és North végzett részletes vizsgálatokat (12). Azzal a feltevessel, hogy a cső gázmolekuláit túlnyomórészt CO alkotja, és egyszeres ionizáció lép fel, meghatározták az elektronáram ingadozásait, amely kifejezhető telített diódaáram ingadozásával, vagy a sörétzaj mintájára equivalentis ellenállással. Első közelítésként a gázmolekulák által okozott ionzajra

$$R_{eq \text{ gáz}} = c \frac{I_a}{S^3} I_g^+ \quad (24)$$

adódik, ahol c állandó értéke $4 \cdot 10^4$, I_g^+ a rács ionárama.

A gázmolekulák által okozott zajnál figyelembe kell venni, hogy ha a cső vezérlőrácsa váltóáramúlag nincsen földelve, a gázáram a rácslevezető ellenálláson feszültségeseést okoz és az ionzaj nagy rácslevezető ellenállású egyenáramú erősítőnél nemcsak úgy jelentkezik, hogy az anódáram ingadozása nagyobb, mint ideális vákuumú csőben, hanem a rácslevezető ellenálláson fellépő feszültség ingadozás vezérli az anódáramot. Mindkét komponens figyelembe vételével a gázmolekulák zaját kifejező ellenállás

$$R_{eq \text{ gáz}} = \left[20 R^2 + c \frac{I_a}{S^3} \right] I_g \quad (25)$$

ahol R a rácslevezető ellenállás; az első tag abból származik, hogy a telített áramnak tekintendő rácsáram R ellenálláson feszültségeseést okoz, ezt a zajfeszültséget is equivalentis ellenállásban lehet kifejezni.

A nagyságrendekről egy számpélda ad tájékoztatást. Legyen pl. egy nagyfrekvenciás erősítő pentódánál $I_a = 10$ mA, $S = 9$ mA/V, a rács gázárama $5 \cdot 10^{-9}$ A, akkor a rövidzárt rács esetén a gázmolekulákból származó zaj

$$R'_{eq \text{ gáz}} = 40 \cdot 10^3 \frac{9 \cdot 10^{-3}}{720 \cdot 10^{-9}} \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cong 2,5 \text{ ohm}$$

ami elhanyagolható a pentóda sörétzajához képest. Ha ellenben a rácslevezető ellenállás $R = 100\,000$ ohm, akkor

$$R_{eq \text{ gáz}} = 20 \cdot 10^{10} \cdot 5 \cdot 10^{-9} + 2,5 = 1002,5 \text{ ohm}$$

amely a pentóda sörétzajával azonos nagyságrendű lehet.

A gázmolekulák által okozott zaj kísérleti vizsgálataira vonatkozólag Thompson és North mérésein kívül igen kevés kísérleti adat áll rendelkezésre.

Van der Ziel (22), North és Thompson számításait reprodukálva úgy találja, hogy a c állandó helyes értéke $C = 7,2 \cdot 10^{-3}$, tehát 1,8 c nagyságú. Thompson és North kísérleti eredményei közelebb fekszenek a Van der Ziel által megadott értékekhez.

Saját tapasztalataink a következőkben foglalhatók össze: Szokásos kapcsolású (tehát nem túlságosan nagy rácslevezető ellenállás alkalmazása esetén) nagyfrekvenciás vagy hangfrekvenciás erősítő kapcsolásban működtetett triódák és pentódák esetén, mindaddig, amíg a cső rácsárama a katalógusban megadott érték alatt van, a gázmolekulák által okozott zaj a sörétzajhoz képest elhanyagolható.

Keverőcsövek zaja

Keverőcsövek equivalentis zajellenállásának kiszámítása lényegesen nagyobb nehézségeket vet fel, mint a trióda vagy pentóda erősítőké. Külön kell választani a multiplikatív keverésre készített hexodákat, heptodákat, októdákat, és pentagridkonvertekét a többnyire additív keverésre használt triódáktól és pentódáktól.

Akár hexodákról, ahol a helyi oszcillátor feszültsége a katódtól távolabb fekvő külső, akár pentagridkonverterről vagy októdáról van szó, ahol az oszcillátorfeszültség a katódhoz közelebb eső vezérlőrácsra kerül, az árameloszlásból származó zaj sokkal nagyobb lesz, mint a pentódáknál, mert a segédrácsáram nem elhanyagolhatóan kicsi az anódáramhoz képest, hanem ellenkezően, rendszerint ez a nagyobb. A rácsoldala átszámítva az anódáramba fellépő zajt, további rosszabbodást kapunk, mert a keverőmeredekség rendszerint 1/3-a, 1/4-e a maximális statikus meredekségnek.

Keverő hexodák zaja első közelítésben azzal a feltevéssel számolható, hogy az anódköri zajáram kizárólag az árameloszlás ingadozásából származik (19). Az árameloszlás statisztikus ingadozása következtében az anódkörben fellépő zajáram a már idézett (7), (11), (18) szerint:

$$\overline{i_{sa}^2} = \frac{I_a I_{g2,4}}{I_a + I_{g2,4}} 2e \Delta f \quad (26)$$

Ezt a helyi oszcillátor periódusára átlagolni kell, azaz

$$\overline{i_{sa}^2} = 2e \Delta f \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{2\pi} I_a d(\omega_0 t) - \int_0^{2\pi} \frac{I_a^2}{I_a + I_{g2,4}} d(\omega_0 t) \right] \quad (27)$$

Az equivalentis zajellenállás az előbbieket mintájára számítható, csupán a meredekség helyébe a keverőmeredekség kerül. A két integrál a statikus karakterisztikákból számítható. ECH21 és ECH42 csőre elvégezve azt kapjuk, hogy

$$R_{eq \text{ ECH21}} \cong 10 \frac{I_a}{S_c^3} = 55000 \Omega \quad (28)$$

$$R_{eq \text{ ECH42}} \cong 17,5 \frac{I_a}{S_c^3} = 100\,000 \Omega$$

Ezek a mért értékekkel jól egybevágnak.

Pentagridkonvertekre és mixerekre Herold (17) hasonló gondolatmenet alapján a következő összefüggést vezeti le:

$$R_{eq} = 20 \frac{I_a I_{g2,4}}{I_a + I_{g2,4}} \cdot \frac{1}{S_c^2} \quad (29)$$

Ennek alapján pl. 6BE6 csőre $R_{eq} = 180\,000$ ohm; a mérések e körül az érték körül szórnak.

Triódás és pentódás keverés esete matematikailag jobban kezelhető (19). Olyan pentóda esetére, ahol a vezérlőrács effektív feszültséget akár a katódra, segédrácsra, vagy vezérlőrácsra alkalmazott második feszültség segítségével

periodikusan változtatni lehet, az equivalens zajellenállás az optimális »folyási szög« mellett :

$$R_{eq} = \frac{10^4}{S_{max}} \left[1,3 + 8 \frac{I_{g2} I_{a max}}{(I_{g2} + I_{a max}) S_{max}} \right] \quad (30)$$

Trióda esetén a második tag értelemszerűen zérussá válik ; a triódás keverés a legkedvezőbb zaj szempontból. Ha pl. 6AC7 csövet olyan kivezérlés mellett használunk, hogy $S_{max} = 11 \text{ mA/V}$, $I_{a max} = 12 \text{ mA}$, akkor a 30. egyenlet szerint számolva $R_{eq} = 3000 \text{ ohm}$ adódik. Heroldnak (17) és Harrisnak (12) mérései szerint a 6AC7 csövet keverőkapsolásban használva, $R_{eq} = 3500$, illetve 3000 ohm , keverőmeredeksége pedig $3,6 \text{ mA/V}$ környékén van ; a mért és számolt értékek tehát jól fedik egymást.

Mérési eljárások

A csőzajmérésre használt eljárások három csoportba sorolhatók :

a) *Szignálgenerátoros eljárás.* A mérendő csövet egy erősítő elé kapcsoljuk és a cső által okozott zajfeszültséget szignálgenerátorból származó jellel hasonlítjuk össze. A sávszélesség ismeretében a cső zaja μV -ban, illetve R_{eq} -ban kiszámítható.

b) *Közvetlen R_{eq} -mérés ohmos ellenállással történő összehasonlítás útján.* A mérendő cső rácába olyan ellenállást helyezünk el, amely a cső után elhelyezett erősítőn indikált zajteljesítményt megkétszerezi ; ilyenkor a cső zaja azonos a rácba kapcsolt ellenállás zajával.

c) *Zajgenerátor-diódás eljárás.* Az összehasonlító zajforrás egy telített dióda, amelynek zaja az anódáramával arányos.

Az első két eljárás, bár egyszerűbbnek látszik, mint a harmadik, számos gyakorlati nehézséget

hoz magával, ezért a telített-diódás eljárást használtuk. Ez a következő előnyökkel jár :

1. A mérés egyenáram leolvasására van visszavezetve.
2. A sávszélesség ismeretére nincs szükség.
3. A telített dióda zaja tág határok közt folyamatosan változtatható.

A telített diódával történő mérési eljárás vázlatát a 2/a és 2/b ábra mutatja.

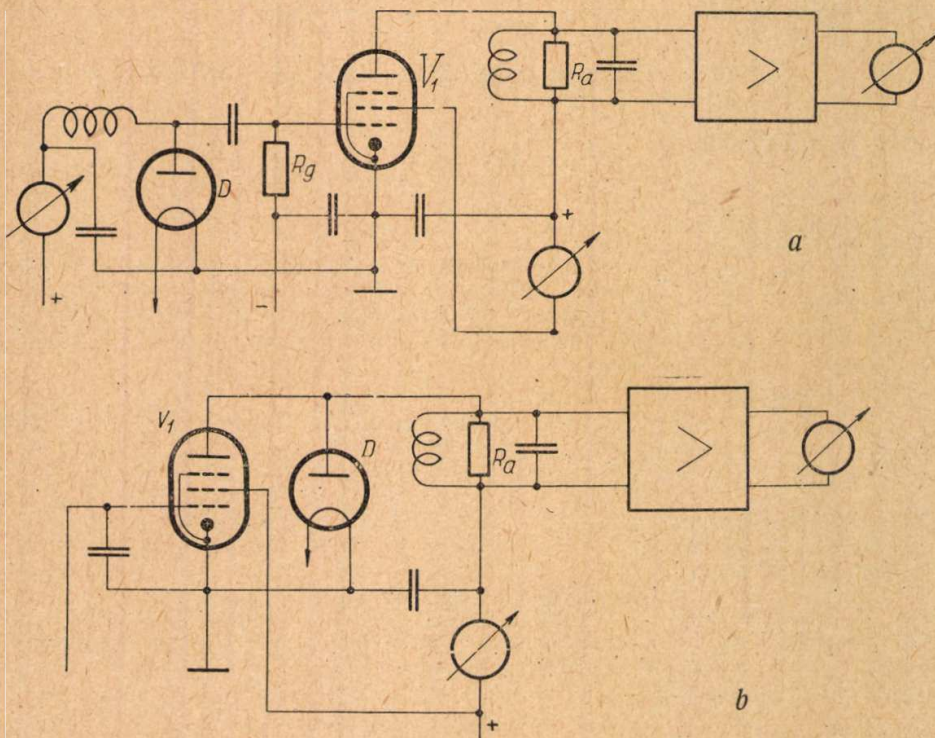
Ha a 2/a ábra szerint rácskörbe helyezük a diódát, a mérési eljárás a következő : Első lépésként a vizsgálandó cső rácát váltóáramúlag földeljük és leolvassuk, hogy az erősítő indikátor műszerén a vizsgált cső zaja mennyi kitérést ad. Utána a rác rövidrezárását megszüntetjük és a diódát annyira fűtjük be, hogy a vizsgált cső zajteljesítménye megkétszereződjék. Az ehhez szükséges dióda egyenáramból R_g rácstevezető ellenállás ismeretében a R_{eq} kiszámítható.

Az R_g ellenállás zaját még le kell vonni az így kapott értékből, minthogy ez egy kis érték (10—100 ohm) lehet, a korrekció rendszerint elhanyagolható. Az eljárás előnye azzal szemben, amikor közvetlenül a R_{eq} ellenállást helyezük el a rácba, éppen az, hogy az ellenállás egészen kis értékű lehet ; nem hamisítják meg a mérést a parallel kapacitások és a rácskörbe helyezett ellenállásnak nem kell folyamatosan változtatható önindukciómentes ellenállásnak lenni ; a mérés a dióda egyenáramának a fűtésel történő szabályozására, áram leolvasására van visszavezetve.

Gyakorlati szempontból azonban célszerű a telített diódával végzett mérést úgy végrehajtani, hogy a cső rácsköre váltóáramúlag állandóan rövidre van zárva és a dióda a 2/b ábra szerint van bekötve. Ilyenkor első lépésként az indikátor azt a feszültséget mutatja, amelyet a vizsgált cső anódárama az $R_a \parallel R_b \approx R_a$ munkaellenálláson okoz. (Az R_a értéket úgy választjuk meg, hogy $R_a \ll R_b$, ahol R_b a vizsgált cső belső ellenállása.) Második lépésként vizsgált cső helyébe a diódát kapcsoljuk és fűtését úgy szabályozzuk, hogy a műszeren az előbbi kitérést kapjuk. A telített dióda az előbbi munkaellenállásra dolgozik, mert saját belső ellenállása $R_{b \text{ dióda}} \gg R_a$.

A két mérésből

$$R_{eq} = \frac{[k\Omega]}{S^2} \frac{2e I_d \Delta f}{4 kT \Delta f} \approx 20 \frac{[mA]}{S^2 [mA/V]} \quad (31)$$



2. ábra

Az equivalens zajellenállás mérésére szolgáló kapcsolás.

2/a. ábra. Az összehasonlító dióda a rácskörben.

2/b. ábra. Az összehasonlító dióda az anódkörben van elhelyezve

V_1 = mérendő cső

D = összehasonlító dióda

a vizsgálandó cső helyére ugyanolyan diódát helyezünk el, mint az összehasonlító dióda; azonos áramnál ezeknek azonos zajt kell mutatni. Ez az egyszerű ellenőrzés számos hiba kiküszöbölését tette lehetővé.

A mérési eljárás igen nagy előnye minden más eljárással szemben, hogy nincs szükség az erősítő kalibrációjára. Külső zavarok a mérést alig befolyásolják, ellentétben a 2/a ábra szerinti elrendezéssel, amikor az erősítő kalibrációjának állandósága, illetve linearitása kritikus követelmény. A mi eljárásunk gyenge pontja a meredekség pontos mérésének követelménye.

A meredekség magában a berendezésben mérhető statikusan, a táblázatba felvett adatoknál ellenben katalógus adatokra vagy a pontosabb dinamikus mérésekre támaszkodtunk.

Súly és térfogat szempontjából a mérőberendezés legnagyobb részét a stabilizált, változtatható áramforrások alkotják, melyek lehetővé teszik különböző típusú csövek vizsgálatát.

Pontosság, megbízhatóság

A mérés megbízhatósága szempontjából felmerülő első kérdés az összehasonlító dióda megbízhatósága. Erre a célra a TKI. 2. sz. laboratóriumában dr. Várad Ferenc 6VD7 és 6VD8 jelzéssel Wolframdiódákat dolgozott ki. A 6VD8 cső az általában szükséges 10 mA alatti igénybevételnél 50 V fölött telítésben van; belső ellenállása 200 V anódfeszültség és 5 mA áramnál 200 000 Ω , 10 mA-nál 100 000 Ω fölött van. A fűtőszál hőmérséklete maximális igénybevételnél is 2400° K-nál kisebb, ami hosszú élettartamát biztosítja. Minthogy felmerült annak gyanúja, hogy különböző secunderemissziójú anódanyagból készült diódák esetleg másképpen viselkednek, azonos geometriai méretű diódákat készítettünk fényes nikkal, krómozott vas, réz és ezüstözött anóddal; azt tapasztaljuk, hogy telített állapotban a zajuk a leolvashatóság határán belül azonos volt. (Tértöltési tartományban ugyanolyan beállítás mellett lényegesen eltérő zajúak voltak; ez a jelenség ismert és North (12) magyarázatát is adja.) A 6VD8 cső egyes példányainak zaja egymásközt a leolvashatóság határain belül azonos volt és 50 V fölötti anódfeszültség esetén csak az anódáramtól függött; a telített diódát primér standardként kell elfogadni.

A berendezés időbeni állandóságának ellenőrzésére etaloncsöveket különböző időpontokban ismételtén megmértünk. Azt tapasztaltuk, hogy a gyengítési tényező mérése +3% pontossággal reprodukálható volt. A meredekségmérés megismétlésénél viszont ennél nagyobb százalékban eltérés adódott úgy, hogy equivalens ellenállásban a szórás 5–15%-ot tett ki. Ez megegyezik más szerzők tapasztalataival (23), akik 10–20% eltéréstől számolnak be. Ha a meredekséget időben teljesen állandónak tételezzük fel, és mérésnél 2%-nál nagyobb hiba nincs, akkor a berendezés az equivalens zajellenállást 10 000 alatti értéknél $\pm 5\%$, ennél nagyobbánál $\pm 10\%$ pontossággal méri. Ez a tömegmérésnél megkövetelt pontosságot illetően kielégítő.

Keverőcsövek mérése

Keverőcsövek mérésénél ugyanazt az eljárást használtuk, mint az erősítő pentódáknál és triódáknál; pentagridkonverterek és októdák esetén mindig maga a vizsgált cső állította elő az oszcillátorfeszültséget is, hexódáknál pedig a készülékbe beépített külső oszcillátor. Az oszcillátor frekvenciáját igen gondosan kell megválasztani, abból a szempontból, hogy semmilyen harmónikus vagy kombinációs frekvencia ne essen bele a készülék átviteli sávjába, mert ez a mérést meghamisítva, a keverőcső zajaként jelentkezhet. Az oszcillátor 10 V nagyságrendű feszültségeket termel az erősítő pedig μV nagyságrendű jelet mér; ez 7 nagyságrendű különbséget jelent. Ezért 4 MHz körüli oszcillátor frekvenciát használhatunk. Rutin-vizsgálatok esetén elegendő a keverőcsöveket is erősítőként vizsgálni; az erősítő, illetve keverőcsőkenti a működésnél fellépő zajfeszültségek egymással egyenesen arányosak. A keverőmeredekség pontos mérésénél fellépő nehézségek miatt pentagridkonverterek equivalens zajellenállás-adatai kevésbé megbízhatóak, mint erősítő triódáké és pentódáké.

Legkedvezőbb beállítás

A táblázatban közölt equivalens zajellenállásértékek a katalógusokban közölt »ajánlott beállítás« mellett mért, illetve számolt értékek. Felmerühet az a kérdés, hogy lehetséges-e zajszempontból kedvezőbb beállítást találni. Ennek eldöntésére triódánál a R_{eq} -ra nyert kifejezés közvetlen választ ad, ti. R_{eq} a meredekséggel fordítva arányos. Ha a bemenő fokozatban a névlegesnél kisebb előfeszültség használható (megfelelően csökkentett anódfeszültség mellett), akkor a meredekség növekedésével R_{eq} megfelelően csökken.

Pentódánál a 23. egyenletünk

$$R_{eq} = \frac{2.5}{S\delta} \frac{I_a}{I_a + I_{g2}} + \frac{20}{S^2} \frac{I_a I_{g2}}{I_a + I_{g2}}$$

azt mutatja, hogy az a beállítás, a legkedvezőbb, amely mellett a segédáram legkisebb az anódáramhoz képest és a meredekség relatíve a legnagyobb. Pontosabban: kiszámítható az az anódáram, amely mellett R_{eq} -nak minimuma van. Tekintve, hogy $S = K \cdot I_a^{1/3}$, írható

$$R_{eq} = \frac{2.5}{K I_a^{1/3} \delta} \cdot \frac{I_a}{I_a + I_{g2}} + 20 \frac{I_a^{1/3}}{K^2} \frac{I_{g2}}{I_a + I_{g2}};$$

a kifejezés szélső értéke:

$$I_a = \left(\frac{K}{8\delta} \frac{I_{g2}}{I_{g2}} \right)^{1/3}$$

nál lép fel, feltéve, hogy az anódáram változtatásával az áramelosztás nem változik. Kísérleteink azt mutatták, hogy bár minimum fellép, de igen lapos és elmosódott. Ezért a legkedvezőbb beállítás megkereséséhez úgy jártunk el, hogy a csőkarakteristikák alapján kedvezőnek látszó különböző beállításoknál rendre megmértük a meredekséget és az

equivalens ellenállást, az előfeszültséget olyan kis értékre választva, amely a rácsáram és a kivezérés szempontjából megengedhető (bemenő fokozatokról lévén szó, rendszerint az előbbi a döntő, esetleg a bemenő csillapítás szempontjait is figyelembe kell venni). Az anód és segédrcsfeszültséget a megengedett disszipációkon belül úgy választottuk meg, hogy az árameloszlás legkedvezőbb és a meredekség a legnagyobb legyen. Ilyen beállítás mellett R_{eq} a katalógus-értéknél kedvezőbb lesz. EF 80 csövön különböző beállítás mellett mért R_{eq} -értékeket mutat pl. az I. táblázat.

I. táblázat

V_{g1}	V_a	V_{g2}	I_a	I_{g2}	s	R_{eq} mért
-0,5	170	90	10	2,4	8,7	780
-0,5	170	65	6,5	1,3	7,5	600
-1	170	105	10	2,3	8,4	860
-2	170	170	10,2	2,6	7,6	1050
-3	170	170	6,9	1,7	6	1500
-3,5	250	200	9	2	7	1400

Zaj szempontjából tehát a -0,5 V előfeszültségű, 65 V segédrcsfeszültségű beállítás a legkedvezőbb. Néhány cső ajánlott beállítását az alábbi táblázat mutatja (10 csövön mért átlagok):

II. táblázat

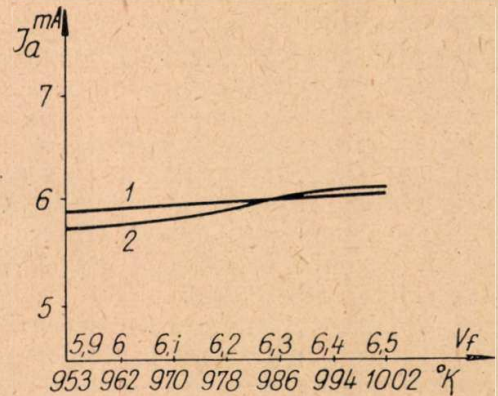
	V_{g1}	V_a	V_{g2}	I_a	I_{g2}	s	R_{eq} névleges	R_{eq} opt. mért.
6AC7	-0,6	270	60	7,5	1,5	9,5	760	550
EF80	-0,5	170	70	6,5	1,6	7,5	1000	650
EF42	-0,5	200	100	7	1,5	7,6	760	510

Hexoda és pentagrid jellegű keverőcsövek zaj-minimuma a keverőmeredekség szempontjából legkedvezőbb beállítás közelében van, úgy, hogy ezeket maximális keverőmeredekségre ajánlatos beállítani.

Rendellenesen nagy zajú csövek

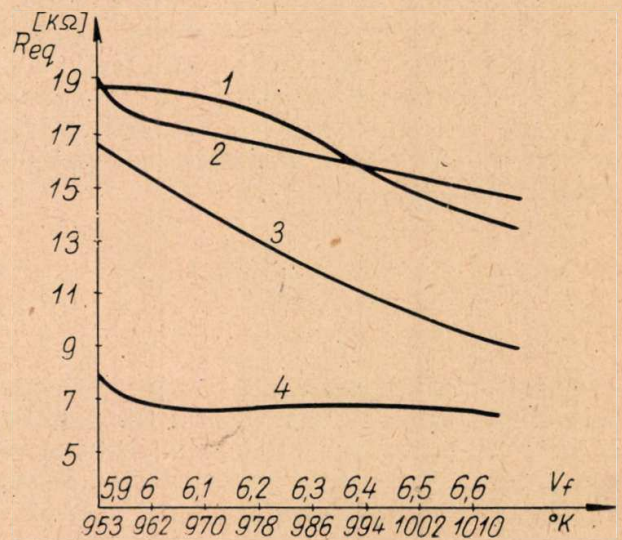
Nagyobb tétel cső vizsgálatánál azt tapasztaltuk, hogy a csövek bizonyos százaléka — típusától függően 0,5—5% — lényegesen nagyobb zajú az átlagnál. Nagyobb tétel EF22 csőből 50 db rendellenesen nagyobb zajú csövet választottunk ki és a szabványokban előírt mindegyik mérés szerint ellenőriztük ezeket. Semmilyen mérés átlaga nem mutatott eltérést a jó csövek megfelelő adatainak átlagától. A gyengítési tényező azonban a nagy zajú csövek 85%-ánál lényegesen eltért a kis zajú csövek ugyanilyen körülmények közt mért adatainak átlagától; ugyanúgy, ha az aláfűtött meredekség vizsgálatát alacsonyabb fűtőfeszültség, illetve katódhőmérséklet mellett végeztük, a kis és nagy zajú csövek szétválaszthatókká váltak, minthogy a nagy zajú csövek aláfűtött meredeksége gyorsabban csökken a katód hőmérséklettel. Ezekből a vizsgálatokból arra lehetett következtetni, hogy a rendellenesen nagy zaj oka a katód körüli tértöltés hiányos kialakulása.

A 4., 5., és 6. ábra néhány nagy zajú EF22 csövön nyert jellegzetes mérési eredményt mutat, összehasonlítva jó csövek megfelelő adataival.



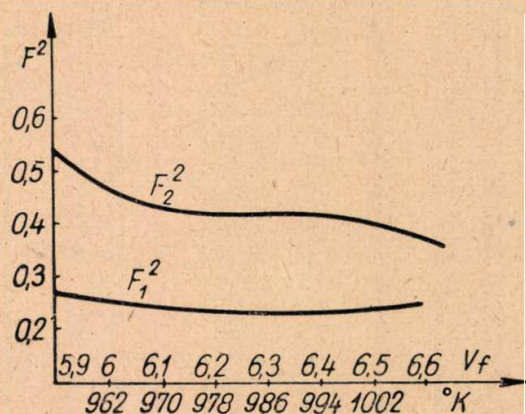
4. ábra

1. Átlagos zajú EF22 csövek anódáram-változása a fűtőfeszültség függvényében, 6 mA névleges anódáramra átszámolva
2. Nagy zajú EF22 csövek anódáram-változása a fűtőfeszültség függvényében 6 mA névleges anódáramra átszámolva, 5 db-on mért átlag



5. ábra

R_{eq} változása EF22 csöveken a fűtőfeszültség függvényében. Átlagos zajú csöveknél a zaj alig változik $V_f = 5,9$ és $6,5$ közt (1/4 jelű görbe, 20 db-on mért átlag). Nagy zajú csöveknél a R_{eq} sokkal gyorsabban változik a fűtőfeszültséggel. (Az 1/1, 2/2, 3/3 görbe három nagy zajú EF22-nél mért értékeket mutat)



6. ábra

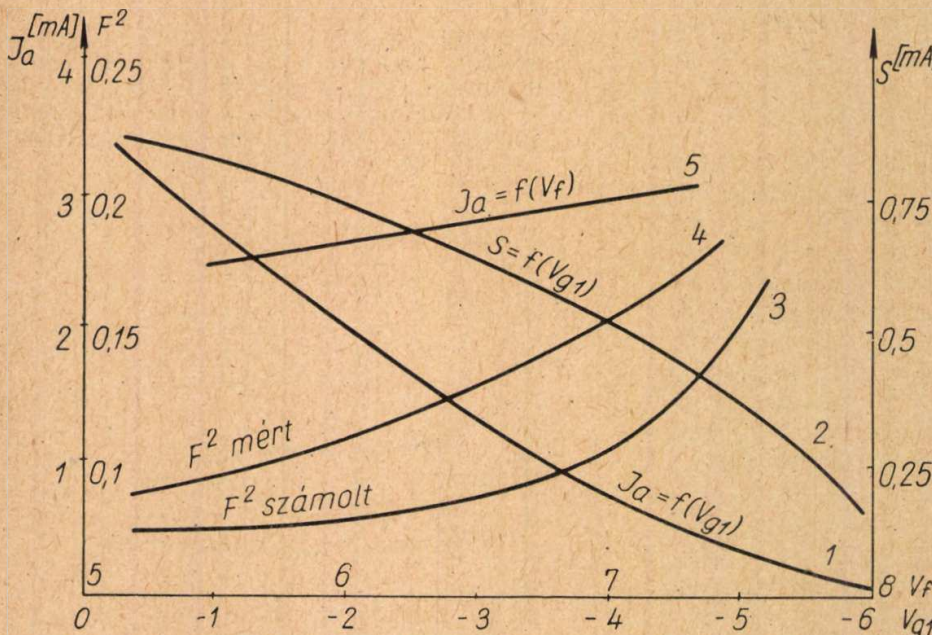
Triódának kapcsolt EF22 csövek gyengítési tényezőjének változása a fűtőfeszültség függvényében normális zajú csövön (F_1) és nagy zajú csövön (F_2). Anódáram mindkettőnél 7,7 mA, meredekségek ($V_f = 6,3$) $S_1 = 2,35$ $S_2 = 2,2$ mA/V

Ugyanilyen jellegű vizsgálatokat ismételtelen végeztünk 6AK5 csöveken, amely típusánál viszonylag magasabb a nagy zajú csövek száma. A nagy zajú csövek mintegy 75%-ánál itt is kimutatható volt, hogy a nagyobb zaj oka a tértöltés hiányos kialakulása. A csövek mintegy 25%-án a nagyobb zaj oka nem tisztázódott egyértelműen; hangsúlyozzuk, hogy a nagy zajú csövek minden adata, így az aláfűtött meredekség értékei is az engedélyezett toleranciákon belül voltak.

Annak érdekében, hogy exakt kísérleti viszonyokat teremtsünk, sík rácscsöves kísérleti triódákat készítettünk, kis meredekséggel és nagy belső ellenállással. A kísérleti csöveknél a rácscatód távolság átlagosan 170 μ , a rácscatód távolság 0,5 mm volt, az egyes példányok adatait pontosan mértük. A 7. ábra egy ilyen trióda mérésének eredményét mutatja; feltüntettük a rácscatód feszültség-anódáram karakterisztikát (1), a meredekség változását az előfeszültség, illetve anódáram függvényében (2), a gyengítési tényező számolt értékét (3) és mért értékét (4), különböző előfeszültségek mellett, végül az anódáram változását a fűtőfeszültség függvényében, ami arról tanúskodik, hogy a cső katódja »egészséges«. Nagyszámú komerciális triódán végzett mérésünk azt mutatta, hogy R_{eq} általában nagyobb, mint az

$$R_{eq} = \frac{2,5}{S\delta} \quad (17)$$

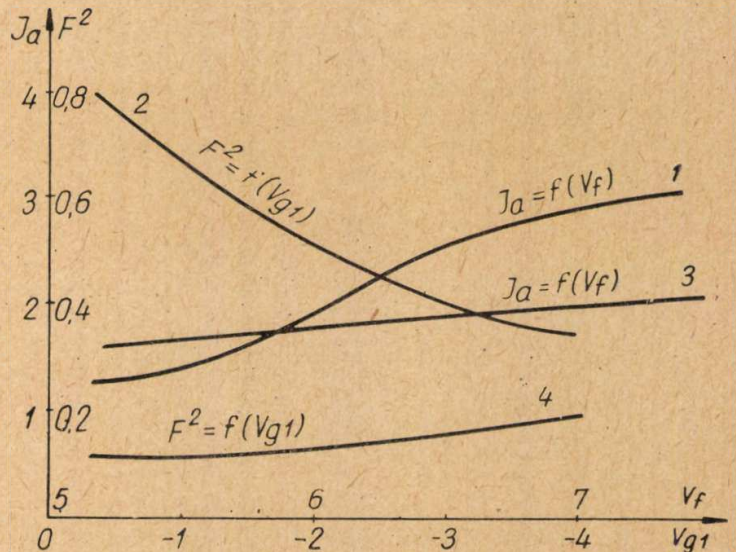
összefüggés alapján számítható volna; a 7. ábra ennek némi magyarázatául szolgál: ti. a gyengítési tényező valóságos értéke a számolhatónál kisebb rosszabb, a 17. egyenlet pedig a gyengítési tényező teoretikus értékének behelyettesítésével származott.



7. ábra

A gyengítési tényező mért (4) és számolt (3) értéke egy síkrácsos kísérleti triódán. Az (1) görbe a cső rácscatód feszültség-anódáram karakterisztikáját tünteti fel $V_a = 250$ mellett; a (2) görbe a meredekség változását az előfeszültség függvényében; az (5) görbe pedig az anódáram változását mutatja a fűtőfeszültség függvényében, állandó rácscatód és anódafeszültség mellett

A 8. ábrában két ugyanilyen trióda adatai szerepelnek: a gyengítési tényező változása az előfeszültség és az anódáram változása a fűtőfeszültség függvényében. Megállapítható, hogy normális zajú csőnél (amelynél tehát F^2 0,12 és 0,2 között



8. ábra

A gyengítési tényező és a fűtőfeszültség-anódáram összefüggés két kísérleti triódán. A kis zajú cső gyengítési tényezőjét a 4. jelű görbe, anódáramváltozását a fűtőfeszültség függvényében a 3. jelű görbe mutatja. A nagy zajú csőnél $V_f = 6,3$ V fűtőfeszültség és ugyanolyan rácscatód és anódafeszültség mellett az anódáram jelentéktelenül nagyobb, mint a kis zajú csőnél (1. görbe); a fűtőfeszültség változtatása esetén gyorsan változik és az $I_a = f(V_f)$ görbénél inflexiós pontja van. A nagy zajú cső gyengítési tényezőjének változását mutatja a 2. görbe az előfeszültség függvényében.

változik), a fűtőfeszültséget 5,2 és 7,3 V közt változtatva az anódáram kb. 13%-ot változik a névleges fűtőfeszültség mellett fellépő értékéhez képest. A nagy zajú csőnél ellenben, amelynél $F^2 = 0,8$ is fellép, az anódáram százalékos változása kb. 47%, illetve 31%, ugyanilyen fűtőfeszültség változás mellett.

Véggöveztetés

A mért és számolt értékek összehasonlítása azt mutatja, hogy triódáknál, pentódáknál és keverőcsöveknél egyaránt a számolható R_{eq} értékek jó közelítéssel a valóságos értéket adják.

Triódák esetén a mért érték mintegy 10–30%-kal nagyobb, mint amennyit az $R_{eq} = \frac{2,5}{S\delta}$ közelítés

Számolt és mért *equivalens* zajellenállás-értékek

Typus	Rendeltetés	V_a	$\frac{V_{g2}}{V_{g2,4}}$	I_a	$\frac{I_{g2}}{I_{g2,4}}$	$-V_1, R_k$	S, S_c	R_{eq} mért	R_{eq} számolt	R_{eq} Idegen publikáció	Megjegyzés
1L4	Meredek levágású pentóda ...	90	90	4,5	2,0	0	1,02		30 000		
1R5	Pentagridkonverter.....	90	67,5	1,6	3,2	$0, V_{g3}=0$	0,3	210 000	240 000		
1S5	Meredek levágású pentóda ...	67,5	67,5	1,6	0,4	0	0,62	20 000	21 000		
1T4(1K1P)	Szabályozó pentóda.....	90	67,5	3,5	1,4	0	0,9		28 000	20 000	8
1T6	Meredek levágású pentóda ...	67,5	67,5	1,6	0,4	0	0,6		22 000		
1U4	Meredek levágású pentóda ...	90	90	1,6	0,5	0	0,9		12 000		
1U5	Meredek levágású pentóda ...	67,5	67,5	1,6	0,4	0	0,62	20 000	21 000		
2Zs27 L	Pentóda	120	45	1,9	0,5	0	1,25		7 000		
2Zs27 P	Pentóda	120	45	1,9	0,5	0	1		11 000		
2Zs28 L	Pentóda	120	45	1,9	0,5	0	1,2		7 000	7000	2
6AB7	Szabályozó pentóda.....	300	200	12,5	3,2	-3	5		2 500	2400	8
6AC7(6Zs4)	Meredek levágású pentóda ...	300	150	10	2,5	160 ohm	9	760	760	600, 760, 720	1, 3, 8
6AG5	Meredek levágású pentóda ...	250	150	6,5	2	180	5		1 680	1640, 1650	8, 3
6AG7(6P9)	Teljesítményerősítő pent.....	300	150	30	7	3	11		1 150	1540	3
6AK5	Meredek levágású pentóda ...	180	120	7,7	2,4	200	5,1	2 000	1 900	1800, 1880	6, 3
6AS6	Pentóda	120	120	5,2	3,5	-2	3,2		4,500	4170	8
6AT6	Nagy erősítésű trióda.....	250		1		3	1,2	2 400	2 400	2100	3
6AU6	Meredek levágású pentóda ...	250	150	10,6	4,3	68 ohm	5,2	2 400	2 640	2000, 2660	6, 3
6BA6(6K4P)	Szabályozó pentóda	250	100	11	4,2	68 ohm	4,4	3 600	3 500	3520	3
6BA7	Pentagridkonverter.....	250	100	3,8	10	-1	0,95		6 500		
6BE6(6A2P)	Pentagridkonverter.....	250	100	2,9	6,8	0	0,475	180 000	180 000		
6BJ6	Szabályozó pentóda.....	100	100	9	3,5	-1	3,65		4 500		
6CB6	Meredek levágású pentóda ...	200	150	9,5	2,8	180	6,2		1 550		
6J5(6S2S2S)	Közepes erősítésű trióda.....	90		10		0	3		1 000	960	8
6J6(6N15P)	Közepes erősítésű trióda.....	100		8,5		100 ohm	5,3		530	470	8
6J7(6Zs7)	Meredek levágású pentóda ...	250	100	2	0,5	-3	1,22		8 000		
6K7	Szabályozó pentóda	100	100	9,5	2,7	-1	1,65		17 000		
6K8	Trióda-hexóda konverter	250	100	2,5	6	-3	0,35		300 000	290 000	1
6L7	Pentagrid keverő	250	100	2,4	7,1		0,375		255 000	210 000*	1
6SA7(6A7)	Pentagridkonverter	250	100	3,5	8,5	-2	0,45		240 000	240 000 210 000	3, 1
6SB7	Pentagridkonverter.....	250	100	3,8	10	-1	0,95		58 00	62 000	3
6SC7(6N10C)	Nagy erősítésű trióda	250		2		-2	1,32		2 200	1 890	3, 8
6SC7(6K4)	Szabályozó pentóda.....	250	125	118	4,4	-2,5	4,7		3 400	3100, 4000	3, 8



Typus	Rendeltetés	V_a	$\frac{V_{g2}}{V_{g2,4}}$	I_a	$\frac{I_{g2}}{I_{g2,4}}$	$-V_{1,Rk}$	S, S_c	R_{eq} mért	R_{eq} számolt	R_{eq} Idegen publikáció	Megjegyzés
6SJ7(6Zs8)	Meredek levágású pentóda ...	250	100	3	0,8	—3	1,65	6 000	6 100	6100, 5800	3, 1
6SK7(6K3)	Szabályozó pentóda	100	100	13	4	—1	2,35		12 000	11 000, 9 400 11 500	1
6SL7(6N9C)	Közepes erősítésű trióda.....	250		2,3			1,6		1 750	1 560	3, 8
6SN7(6N8Sz)	Közepes erősítésű trióda.....	90		10			3		950	960	3, 8
6U8	Trióda-pentóda keverő	250	110	10	3,5	68 ohm	5,2		6 200		
6Zs1P	Pentóda	120	120	7,5	3,5	200 ohm	5,2		2 200	1 800	2
6X8	Trióda-pentóda keverő	250	150	77	1,6	200 ohm	4,6		7 500		
EAF41	Szabályozó pentóda	250	100	5	1,6	$\frac{-2}{300}$ ohm	1,8	9 400	8 800	9 000	4
EAF42	Szabályozó pentóda	250	85	5	1,5	$\frac{-2}{310}$ ohm	2	7 500	7 000	7 500	4
EBF80	Szabályozó pentóda	250	85	5	1,75	—2	2,2		6 400	6 800	4
EC91	Nagy erősítésű trióda	250		10		—1,5	8,5		350	400	4
EC92	Nagy erősítésű trióda	250		11,5		—1	6,4		470		
ECH4	Trióda-heptóda keverő	250	100	3	6,2	$\frac{-2}{150}$	0,75	58 000	55 000	55 000	4
ECH21	Trióda-heptóda keverő	250	100	3	6,2	—2	0,75	58 000	55 000	55 000	4
ECH41	Trióda-hexóda keverő	250	105	3	2,2	$\frac{-2}{200}$	0,5		160 000	170 000	4
ECH42	Trióda-hexóda keverő	250	85	3	3	$\frac{-2}{180}$	0,75	90 000	100 000	100 000	4
ECH71	Trióda-hexóda keverő	250	100	3	6,2	—2	0,75		55 000	55 000	4
ECH81	Trióda-heptóda keverő	250	102	3,25	6,7	—2	0,77		62 000	70 000	4
EF8	Szabályozó pentóda	250	250	8	0,2	—2,5	1,8	2 800	2 400	2 500	4
EF9	Szabályozó pentóda	250	100	6	1,7	—2,5	2,2	6 800	6 500	3 000	7
EF11	Pentóda	250	100	6	2		2,2		7 200	9000; 3000	5, 7
EF12	Pentóda	250	100	3	1		2,1		4 800	5 000	5
EF13	Pentóda	250	100	4,5	0,6		2,3		3 100	2 500	5
EF14	Pentóda	200	200	12	3		7		1 300	850, 900	5, 7
EF22	Szabályozó pentóda	250	100	6	1,7	—2,5	2,2	6 600	6 300	6 200	4
EF41	Szabályozó pentóda	250	100	6	1,7	320	2,2		6 300	6 500	4
EF42	Meredek pentóda	250	250	10	2,4	—2	9	800	760	840, 675	4, 5
EF43	Pentóda	250	135	15	3,5		6,4		1 750	1 700	4
EF51	Pentóda	250	250	14	2,8	—2,25	9,5		780	1 000	4
EF72	Pentóda	100	100	7	2,2	—1,4	5		1 750	1 600	4
EF80	Pentóda	250 170	250 170	10	2,8 2,5	—2	6,8 7,4	1200 1000	1300 1050	1200 1000	4 6*

Typus	Rendeltetés	V_a	$\frac{V_{g2}}{V_{g2,4}}$	I_a	$\frac{I_{g2}}{I_{g2,4}}$	$-V_1, R_k$	S, S_c	R_{eq} mért	R_{eq} számolt	R_{eq} Idegen publikáció	Megjegyzés
EF85	Pentóda	250	100	10	2,4	-1,9	6		150 0	1 500	4
EF86	Hangfrekvenciás pentóda	250	140	3	0,55	-2	1,85		4 100		
EF89	Szabályozó pentóda	170	100	1,2	4,4	-1	4,4		3 900		
EF91	Pentóda	250	250	10	2,55	-2	7,65		1 040	1 200	4
EFF50	Ikerpentóda	250	200	10	1,5	2	11	530	480	600	4*
EFF51	Ikerpentóda	250	200	6	1,2	-2	7,5		690	800	4
UAF42	Szabályozó pentóda	170	85	5	1,6	-2	1,8		8 800	9 000	4
UBF80	Szabályozó pentóda	100	60	2,8	1	-1,15	1,9		4 500	4 600	4
UCH21	Trióda-heptóda	200	100	3,5	6,5	-2	0,75	58 000	56 000	55 000	4
UCH42	Trióda-hexoda keverő	170	70	2,1	2,6	-1,85	0,67	88 000	90 000	85 000	4
UF9	Szabályozó pentóda	200	100	6	1,7	-2,5	2,2		6 300	6 200	4
UF21	Szabályozó pentóda	200	100	6	1,7	-2,5	2,2		6 300	6 200	4
UF41	Szabályozó pentóda	170	87	6	1,75	-1,8	2,2		6 600	6 500	4
UF42	Meredek levágású pentóda ...	170	170	10	2,8	-2	8		1 000	1 060	4
RV 2 P800	Pentóda	120	80	3,5	0,8	-1,5	1		15 000	11 000	5
RV 2,4 P700	Pentóda	150	75	1,7	0,35	-1,5	0,9		10 000	8 000	5
RV2, 4P1400	Pentóda	110	110	5	0,7	-1	3,3		2 400	2 000	5
RV12 P2000	Pentóda	210	75	2	0,4	-1,7	1,3		5 800	4 000	5

* 10-nél kisebb darabszámon végzett mérés.

mutat. Az eltérés modern, nagymeredekségű, kis rács-katód távolságú és nagy katódáramsűrűségű csöveken nagyobb, mint nagyobb rács-katód távolságú régebbi csöveken. Az eltérés magyarázatául az szolgálhat, hogy kis rács-katód távolság esetén, amikor a rács tere behatol a potenciál-minimumba, a potenciálminimum-katód távolság a katód hosszában erősen változó, aszerint, hogy a rácsmenettel vagy két menet közti hézaggal áll szemben. Emiatt a tértöltés zajcsökkentő hatása kisebb a számoltnál. Feltevésünk alátámasztásául szolgálhat, hogy nagyobb rács-katód távolság, vagy nagy negatív előfeszültség esetén is ugyanaz a jelenség lép fel, és növekvő negatív előfeszültséggel növekszik a különbség a gyengítési tényező mért és számolt értéke közt. Pentódáknál a mért és számolt R_{eq} értékek közötti eltérés nem egyértelmű. Egyes csőtípusoknál (6AC7, EF42, EF80, 6AK5) külön megvizsgáltuk az eloszlási zajt, mégpedig kétféle módon mérve: egyszer ugyanazt a csövet felváltva triódának, illetve pentódnak kapcsoltuk, egyszer pedig közvetlenül a segédrcs áram zaját mértük. A két mérés az első három csőtípuson $\pm 8\%$ -ra egyezett; az eltérés nyilvánvaló oka mérési pontatlanság. A mért és számolt értéket összehasonlítva azt a következtetést vontuk le, hogy a mért eloszlási zaj 5–15%-kal kisebb, mint a számított.

Azonos típusú és gyártási sorozatú csövek közt azonos anódáram és meredekség mellett is jelentős szórás léphet fel R_{eq} -ban. Ennek okát a katód-tulajdonságok eltéréseiben találtuk. *Úgy látszik, hogy a zajmérés minden más eljárásnál érzékenyebben mutatja azt, hogy a katód kezelése, aktiválása helyesen történt-e; a katód jóságának vizsgálata a telítésmérés és aláfűtött meredekség mérés helyett zajméréssel történhet.*

A nagy zajú csövek száma típusonként erősen változó. Különböző gyártmányú 6BA6, 6BE6, 6AK5, EF22, ECH21, EF42, 6AU6, 6AC7 (6 ж 4) csövekből rendre 100–100 darabot megvizsgálva, azt találtuk, hogy

6AK5-ből	12%
EF22-ből	4%
6BE6-ből	2%
6BA6-ből	2%
6AU6-ből	1%
ECH21-ből	1%
EF42-ből	2%
6AC7-ből	0

volt rendellenesen nagy zajú. Ahhoz, hogy ebből következtetéseket lehessen levonni, nagyobb darabszámon végzett mérésre volna szükség.

A nagyobb zaj és egyéb paraméterek közötti összefüggést keresve, azt találtuk, hogy a nagy zajú

csövek aláfűtött meredeksége kisebb, mint a normális csöveké, de a különbség kicsi és a szétválasztás nem éles és nehezen mérhető. Egyszerűbben mérhető összefüggés mutatkozik a fűtőfeszültség-anódáram karakterisztika felvételénél; nagyobb zajú csövek anódárama gyorsabban változik a fűtőfeszültséggel, illetve katódhőmérséklettel, mint a kis zajúaké.

Megfelelő beállítással az equivalens zajellenállás lényegesen kisebb lehet a táblázatban közölnél. Ha a kapcsolás egyéb szempontból megengedi, ilyen beállítás célszerű lehet olyan erősítők bemeneti fokozataiban, ahol a kis zajtényező elérése a döntő szempont.

Megjegyzések a számolt és mért eredményeket feltüntető táblázathoz

A méréseket mindig 50-nél nagyobb darabszámon végeztük. A táblázatban ezek átlaga szerepel, ahol kisebb darabszámon végeztük a méréseket, ott »Megjegyzés« rovatba ezt feltüntettük. Az átlagolásból a »rendellenesen nagy zajú« csöveket kihagytuk. Rendellenesen nagy zajúnak minősítettük azt a csövet, amelynek zaja a számolt névleges R_{eq} érték 2,5-szörösénél több volt.

A számolt értékek az előbbieken ismertetett gondolatmenetből levezethető összefüggések alapján készültek, a katalógusban feltüntetett csőadatok felhasználásával. Az irodalmi adatok rovatában szereplő értéknél feltüntettük a forrást. Itt két eset lehetséges: számolt és mért értékek. Ahol meg tudtuk állapítani, ott ezt feltüntettük, ahol a publikációból nem derült ki, hogy mért, vagy számolt eredmények, ott az »irodalmi adat« rovatba nem tettünk semmilyen megjegyzést.

A R_{eq} értékek egyértelműsége kedvéért feltüntettük a táblázatban, hogy milyen beállítás mellett számoltuk, illetve mértük. A jelek: anódfeszültség (V_a), a segéd-feszültség (V_{g2} , $V_{g2,4}$, illetve keverőcsöveknél a többi pozitív rács árama, az oszcillátor-anód kivételével, anód (I_a) és segédrács (I_{g2}) (pozitív rácsok) árama, előfeszültség (V_{g1} , R_k) vagy katódelőállás, aszerint, hogy a katalógus mit ad meg, meredekség (S), illetve keverőmeredekség (S_c). Az idegen publikáció, illetve megjegyzés rovatban szereplő szám azt mutatja, hogy honnan származik az adat.

1. Harris, W. A.: R. C. A. Rev. 6 1941—42, 114—124, 505—524.
2. Szovjet katalógus.
3. Radio Designers Handbook. Langford—Smith Iliffe, London, 938 old. Számolt értékek.
4. Philips katalógusok.
5. Rothe—Kleen: Elektronenröhren als Anfangsstufenverstärker A.V.G. Leipzig 1953.
6. J. Dalbert, Le Vide No 52—53, 1954. szept. 200—202. old.
7. Strutt, M. J. O. Verstärker u. Empfänger Springer, Berlin, 1948.
8. Vacuum Tube Amplifiers Edited by G. E. Valley and H. Wallmann. M. I. T. Rad. Lab. Series 18. Számolt értékek.

Fontosabb jelölések

e = elektron töltése
 Δf = sávszélesség

\bar{i}_s^2 = zajáram négyzetes átlaga
 I_a = anódáram
 I_{g2} = segédrácsáram
 I_{g1}^+ = rács ionáram
 I_D = dióda-áram
 V_a = anódfeszültség
 $V_0 = \frac{kT_k}{e}$
 V_{g2} = segédrácsfeszültség
 V_m = potenciálminimum
 k = Boltzmann állandó
 T = szobahőmérséklet
 T_k = katódhőfok
 F^2, F = gyengítési tényező
 g_D = dióda konduktanciája
 V_{eff} = rács-elektroda effektív feszültsége
 S = meredekség
 R_{eq} = equivalens zajellenállás
 S_c = keverő meredekség
 R_g = rácslevezető ellenállás
 R_a = anódköri munkaellenállás
 R_b = belső ellenállás (elektroncsőnél)
 μ = erősítési tényező
 I_k = katódáram
 ω_0 = helyi oszcillátor körfrekvenciája
 R_k = katódelőállás
 K = állandó

IRODALOM

- 1 Schottky W. Ann, Phys. 57 1918, 541—567
- 2 Schottky W. Ann, Phys. 68 1932, 157—176
- 3 Schottky W. Phys. Rev. 28 1926, 74—103
- 4 Schottky W. Z. Phys. 104 1937, 248—274
- 5 Schottky W. Physica 4 1937, 175—80
- 6 Schottky W. Wiss. Veröff. Siemens—Konzern 16 1937, 1—18
- 7 Schottky W. Ann. Phys. 32 1938, 195—204
- 8 Schottky W. Telefunken Röhre 2 H8 1936, 175—195
- 9 Rack A. J. Bell. Syst. T. J. 1938, 592—619
- 10 Spenke, E. Wiss. Veröff. Siemens—Konzern 16 1937, 19—42
- 11 Spenke, E. Wiss. Veröff. Siemens—Konzern 17 1938, 85—93
- 12 Thompson, B. J. North, D. O. Harris, W. A. R. C. A. Rev. 4 1939—40, 269—85, 441—472, 5 1940—41, 106—124, 244—260, 371—388, 6 1941—41 114—124, 505—524
- 13 Strutt, M. J. O. Moderne Mehrgitter Elektronenröhren Springer Verlag, 1948
- 14 Hartmann C.A. Ann. Phys. 65 1921, 57—78
- 15 Williams, N. H. Vincent, H. B. Phys. Rev. 28 1926, 1250—1264
- 16 Rothe H. Plato, G. Telefunken—Röhre 2 H7 1936, 94—108
- 17 Herold, E. W. R. C. A. Rev. 4 1940, 324—337
- 18 Bakker C. J. Physica 5 1938, 581—591
- 19 Kleen, W. Telefunken Röhre 6 H 19—20, 1940, 160—170
- 20 Moullin E. B. Spontaneous Fluctuation of Voltage Oxford; Clarendon Press 1938.
- 21 Fremlin, J. H. Proc. I. E. E. Pt. III. Vol. 100 No 64, 1953. márc. 91—92
- 22 Ziel, A. van der Noise. Prentice Hall, 1954.
- 23 Houlding, N. Wireless Engineer 31, 1, 1954. jan. 15—26.

A magyar páncélos távkábel hálózat korróziós állapotának felülvizsgálata

IPOLYI KÁROLY
Posta Kísérleti Intézet

Hazánkban az első távkábel vonal az 1926. évben készült. Azóta fokozatosan kiépült az ország távkábel hálózata.

A távkábeleknél eredetileg a páncélnak csak a kábelkorrózió és a mechanikai védelmet volt hivatva biztosítani. A mindjobban előrehaladó villamosítás következtében azonban a páncélnak több szerep jutott, nemcsak a korrózió elleni, hanem az erősáramú befolyások elleni védelem is. Az újonnan készülő kábeleknél tehát a páncélnak is éppen úgy kell megvédeni, mint ahogy azt azelőtt az ólomköpenyvel tettük.

Hogy a jövőben beszerzésre kerülő kábelek korrózió védő rétegeit optimális szerkezettel és minőségben vihesük a kábelekre, célul tűztük ki, hogy felülvizsgáljuk a régi távkábel vonalakon fekvő kábeleket, hogy a talajban való időállóságukat és jelen állapotukat megismerjük és a tanulságokat hasznosíthassuk. E célból négy távkábel vonalat vizsgáltunk felül, melyeket I., II., III., IV. számmal jelöltünk.

A I. vonalat 1926. évben a II-öt 1928. évben, a III-at 1937. évben, a IV-et 1941. évben építették. A IV. vonal két egymás mellett futó kábelből áll, ezeket A és B betűvel jelöltük. Az egyes felülvizsgálati helyeket a rómaisám mellé írt arab számmal jelöltük.

Az 1930. év előtt készült kábelekre sajnos nem állnak rendelkezésre olyan adatok, melyekből megtudhatnánk, milyen minőségű védőanyagokat használtak kábelgyáraink a kábelek páncélozásánál.

Így kénytelenek voltunk a I. és II-es vonalak kábeleinél kinyert védőbevonatokból mintákat venni, s azokat kémiai is megvizsgálni, hogy utólagosan következtethessünk a felhasznált anyagok minőségére. A III. és IV. vonalak készítésénél felhasznált bitumen anyagok minősége már ismert volt, ezeken tehát csak a kábelek korróziós állapotát kellett felülvizsgálni.

A kábelek páncélozásánál a I., II., III., vonalak kábeleinél jutafonalat, a IV. vonal kábeleinél pedig kenderfonalat használtak.

A vizsgálati helyek és módszerek

A távkábeleket a kábelvonal különböző helyein feltártuk. Igyekeztünk olyan helyeket is kiválasztani, ahol a talaj agresszív hatása előreláthatóan nagyobb lehetett, így pl. a keserűvízes és a szikes vidékeken. Általában olyan helyeken végeztük a vizsgálatokat, ahol a környezet nedvesebb volt és így a kábel inkább lehetett a talaj váltakozó nedvesség hatásának kitéve.

A felülvizsgálati helyen gödröt ásattunk, hogy a kábelhez hozzáférhessünk. Feljegyeztük a kábel fekvésének mélységét, a talaj minőségét és az esetleges talajvíz jelenlétét.

Megnéztük, milyen a páncél feletti védőréteg állapota. Lebontottuk a külső védőréteget és a páncélozó acélszalagokból 20–25 cm hosszú darabkákat kifűrésztettünk. Megnéztük a páncél alatti jutaréteg állapotát. Megvizsgáltuk milyen az ólomköpenyt burkoló papírszalagok tapadása és hogy milyen állapotban van az ólomköpenyen levő bitumenes, vagy kátrányos védőréteg.

A laboratóriumi vizsgálat alkalmával a páncélnak szerves oldószerrel megtisztítottuk és puha drótkefével az oxidos szennyezéseket eltávolítottuk. A páncélnak legvalószínűbb eredeti vastagságából kiindulva, jelen súlyából következtettünk a korrózió következtében elszorított súlyvesztésre.

A jutafonal és a papírszalag védőrétegekből a bitumenes, vagy kátrányos anyagokat szénkénnel kivontuk. Az oldószer elpárolgása után a maradékot megvizsgáltuk. E módszerrel a papírszalagok, illetve jutafonalak előítatására és bevonására szolgáló anyag együttes mennyiségét kaptuk meg. A kétféle anyagot szétválasztani nem lehet, így nem lehet a felhasznált alapanyagok minőségét külön-külön megadni. E helyzetet a kőszénkátránytermékeknek még különösen nehéz. A kőszénkátrány ugyanis sok, 10–20% szerves oldószerben oldhatatlan részt tartalmaz. Így az oldószerrel kivont anyag nem azonos az eredetileg felhasználttal, annál sokkal lágyabb, hiányzanak belőle a keménységet adó oldhatatlan alkatrészek.

A bitumen, ill. a kőszénkátrány-tartalom mennyiségi vizsgálatára is alkalmas módszert kellett keresni. E módszer elve, hogy tömény kénsav melegen a kőszénkátrányt szulfonálja, oldatba viszi, míg a bitumen változatlan marad.

A vizsgálat végrehajtására 4 g kivont anyagot 10 ml tömény kénsavval vízfürdőben 100 C° hőmérsékleten 1½ órán át kevertünk. Lehűlés után az elegyet vízbe öntöttük és állás után szűrtük. A maradékot szárítás után mértük.

Az eljárást ismert kőszénkátrány-bitumen keverékekkel kipróbáltuk. A bitumen mennyiségére vonatkoztatva 5%-ra egyező értékeket kaptunk.

A páncél feletti védőréteg és a páncélnak állapota

A I. és II. vonalból származó 10 mintában a páncél feletti védőréteg 5 esetben tisztán kőszénkátránytermék volt, 2 esetben tisztán bitumen és 3 esetben kőszénkátrány és bitumen keveréke volt.

A páncél feletti jutafonal a kőszénkátrány-tartalmú védőanyagok használata esetében teljesen kifogástalan ép állapotban megmaradt. A jutafonal eredeti szilárdságának jelentős részét még évtizedek után is megtartotta. A kőszénkátrány-tartalmú

1. sz. táblázat
A páncél feletti védőrétteg védőanyagai. A páncélozó acélszalagok korróziós súlyvesztése

A kábel fekvése helyének jele:	I.1	I.2	I.3	I.4	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6
A páncél feletti védőréttegben: Kátránytartalom %	100	100	0	40	58	100	53	100	0	100
Bítumen tartalom %	0	0	100	60	42	0	47	0	100	0
A felső/alsó páncélszalag vastagsága mm	0,95/0,96	0,94/0,96	0,92/0,96	0,96/0,97	0,94/0,97	0,95/0,98	1,05/0,86	0,98/0,94	0,90/0,90	0,82/0,80
A felső páncélszalag korróziós súlyvesztése %	7,1	5,5	22,2	11,0	27,6	7,8	8,0	6,7	8,4	7,8
Az alsó páncélszalag korróziós súlyvesztése %	6,2	4,4	8,8	5,5	7,0	6,5	3,3	5,2	7,8	5,7
A felső páncélszalag korróziós súlyvesztése 0,5 mm vastagságra számítva %	13,5	10,3	40,8	21,1	52,0	14,8	16,8	13,1	15,1	12,8
Az alsó páncélszalag korróziós súlyvesztése 0,5 mm vastagságra számítva %	11,8	8,4	16,9	10,7	13,5	12,7	5,7	9,8	14,0	9,1

A kábel fekvése helyének jele:	III.1	III.2	III.3	III.4	IV.A.1	IV.B.1	IV.A.2	IV.B.2	IV.A.3	IV.B.3
A páncél feletti védőréttegben: Kátránytartalom %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bítumen tartalom %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
A felső/alsó páncélszalag vastagsága mm	0,56/0,51	0,57/0,53	0,55/0,52	0,55/0,53	1,05/1,04	0,48/0,50	0,93/0,85	0,50/0,50	0,93/0,93	0,56/0,53
A felső páncélszalag korróziós súlyvesztése %	12,0	7,5	8,1	17,2	9,1	10,2	7,9	10,4	10,7	11,4
Az alsó páncélszalag korróziós súlyvesztése %	2,7	5,7	8,2	6,8	7,8	5,7	8,0	9,8	9,9	11,3
A felső páncélszalag korróziós súlyvesztése 0,5 mm vastagságra számítva %	13,4	8,5	8,9	18,9	19,1	9,8	14,7	10,4	19,9	12,6
Az alsó páncélszalag korróziós súlyvesztése 0,5 mm vastagságra számítva %	2,8	6,0	8,5	6,1	16,2	5,7	13,6	9,8	18,4	12,1

védőréteg alatt a páncélzat aránylag a legkisebb korróziós veszteséget szenvedte.

Bitumen és bitumen-kőszénkátrány keverék alkalmazásánál találtuk a legkedvezőtlenebb körülményeket. A I. 3. vizsgálati helyen a juta úgyszólván teljesen eltűnt, a I. 4. és II. 1. helyeken pedig nagymértékben elkorhadt. Ugyanezen helyeken volt a páncélzat korróziója is a leg-erősebb.

Jó állapotban találtuk a II. 5-ös helyen a páncélfeletti védőréteget. Ez esetben azonban szokatlanul vastag volt a páncél feletti bitumenréteg és így a jutafonalat a nedvesség behatásától jól elszigetelhette. Jó volt még a II. 3-as helyen is a külső védőréteg, ahol e célra kb. 1 : 1 arányú bitumen-kőszénkátránytermék keveréket alkalmaztak. Itt valószínűleg a kőszénkátránytermék minősége és mennyisége elegendő volt a kellő antiszeptikus, korhadást védő hatás biztosítására.

A III. és IV. vonalaknál csak egyetlen helyen, a IV.B 1. vizsgálati helyen találtuk a külső védőburkolatot jó állapotban. Itt azonban a két egymás mellett fekvő kábel közül az egyiknél a külső kenderfonalréteg már kezdődő rothadás jeleit mutatta. A III. és IV. vonal összes többi vizsgálati helyén a fonalak már többé-kevésbé elkorhadtak, szilárdságukat elvesztették. A páncél feletti védőréteg a fonalak keresztirányában is kézzel könnyen törhető volt. Nagyon érdekesek e szempontból a II. 6. és III. 1. feltárások. Itt két kábel szorosan egymás mellett halad, s így ugyanazon viszonyok között lehetett egy kőszénkátrányos és bitumenes páncél feletti védőréteggel készült kábel viselkedését felülvizsgálni. A II. 6-ot 1928-ban fektették kőszénkátrányos páncélfeletti védőréteggel. A III. 1-et 1937-ben fektették, tehát 9 évvel később, bitumenes külső védőréteggel. Mégis az előbb fektetett kőszénkátrányos védőbevonatú kábel külső védőrétege jobb állapotban volt, mint a bitumenes bevonatúé.

A páncélzat korróziója, rozsdásodása is nagyobb-mérvű volt a III. és IV. vonalakon, a tisztán bitumenes páncél feletti bevonatok alatt, mint a I. és II. vonalakon a kőszénkátrányos védőrétegek alatt. Az I. és II. vonalakon a bitumenes páncél feletti védőréteg esetében a helyzet a III. és IV. vonalakhoz hasonló volt. Több esetben a külső juta, illetve kenderfonal-as védőburkolat rozsdafoltosodást mutatott. Az elkorhadt fonalak helyén a víz jobban a páncélzathoz juthatott és elősegítette annak rozsdásodását.

A kábelek két páncélszalaga közül a felső szenvedett jobban. Az alsó páncélzat azon a középső sávon mutatott korróziót, melyet a felső páncélszalag szabadon hagyott.

A I., II. és IV.A vonalak kábelei 1,0 mm, a III. és a IV.B vonalak kábelei 0,5 mm vastag acélszalag páncélzattal készültek. Hogy a korróziós súlyvesztések összehasonlíthatók legyenek, az eredményeket közös nevezőre kellett hozni. Mivel a kábelek most túlnyomóan 0,5 mm vastag acélszalag páncélzattal készülnek, célszerűnek látszott, ha a korróziós súlyvesztéget a 0,5 mm-es páncélzatra számítjuk át.

Az 1. sz. táblázat tartalmazza a kábelek páncél feletti védelmére használt anyag minőségét és a %-os korróziós súlyvesztéseket az eredeti vastagságukhoz viszonyítva és ezen értékeket 0,5 mm vastag páncélzatra átszámítva.

Mivel egy-egy vizsgálati hely korróziós súlyvesztésének igen sok változó eredője lehet (pl. a kábel fekvése helyén a talaj nedvességtartalma, a talajvíz ingadozása, a talaj minősége, stb.), célszerűnek látszott, ha a teljes kábelvonalak páncélzata korróziós súlyvesztésének átlag értékeit hasonlítjuk össze. Ezen belül is külön csoportosítottuk a kőszénkátrányos, a kőszénkátrányos + bitumenes és a bitumenes védőbevonatok korróziós súlyvesztéseit. Ezen számításoknál, hogy jobb megközelítő átlagértékeket kapjunk a I. vonal 29, a II. vonal 27 év beépítési idejét átlagosan 28 évvel számoltuk és a két vonalat egynek tekintettük.

Hogy az összes korróziós súlyvesztés érték közös nevezőn legyen, a III. és IV. vonalak értékeit is átszámítottuk a I.+II. vonalak átlagos 28 év beépítési idejére (lásd: 2. sz. táblázatot).

Ez esetben feltételeztük, hogy a korróziós súlyvesztés a beépítési idővel arányos.

A páncél alatti védőréteg állapota

A I. és II. vonalakon a páncél alatti jutafonal tisztán kőszénkátrányos anyaggal volt itatva, egyedül a I. 3. munkahelyen találtunk bitumenes itatást.

A páncélzat alatti jutafonal-réteg általában teljesen ép, kifogástalan állapotban volt, csak a I. 3. helyen szenvedett. Itt a jutafonal erő behatására könnyen szakadt. Okozhatta ezt az is, hogy a jutafonalak átítatottsága gyenge volt.

A III. vonalon a páncélzat alatti jutafonalak, a IV. vonalon a kenderfonalak itatása tisztán bitumenes anyaggal történt. Valamennyi felülvizsgált helyen a fonalak átítatottsága jó volt, azok a páncél alatt kifogástalan és ép állapotban megmaradtak.

Az ólmon levő papír- és bitumenréteg állapota

A I. és II. vonalakon az ólmon igen vékony, 0,5 mm vastagságot meg sem közelítő kőszénkátrány-termék bevonatokat találtunk.

Bitumenes bevonat egyetlen esetben sem volt.

Az esetek túlnyomó részében a papírszalag nem tapadt jól az ólomköpenyhez, könnyen le lehetett fejteni, vagy csak az ólomköpeny felületének egy részén volt jó tapadása. Találtunk azonban olyan kábelt is, ahol a vékony védőrétegen a papírszalag igen jól tapadt, de volt olyan is, ahol az ólmon a védőbevonat úgyszólván hiányzott, a papírszalagot is könnyedén le lehetett tekerceselni. Ezzel szemben a III. és IV. vonalakon mindenütt bitumenréteg volt, melynek vastagsága is jó volt, a 0,5 mm-t bőven meghaladta. A papírszalagok kitűnően tapadtak az ólomköpenyhez és egymáshoz. Egyetlen esetet találtunk, a III. 2. vizsgálati helyet, ahol a papír

II. sz. táblázat

A kábelvonalak páncélozó acélszalagjainak átlagos korróziós súlyvesztése

A súlyvesztés %-os értékei 0,5 mm vastag páncélzatra átszámítva.

A kábel vonalak A védőanyag	I+II átlaga kőszénkátrány	I+II átlaga kőszénkátrány+ bitumen	I+II átlaga bitumen	III. átlaga bitumen	IV.A+IV.B.átlaga bitumen	I+II+III+IV.A +IV.B átlaga bitumen, kőszénkátrány + bitumen
Átlagos korróziós súlyvesztés % a tényleges beépítési idő alatt	28 év alatt 11,6	28 év alatt 20,0	28 év alatt 21,7	18 év alatt 7,13	14 év alatt 13,5	—
Átlagos korróziós súlyvesztés % az I+II vonalak 28 évi beépítési idejére s számítva	116	20,0	21,7	14,2	20,7	21,2

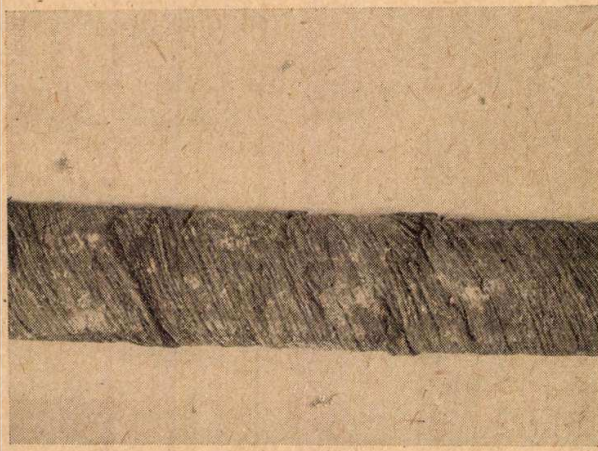
tapadása gyenge volt, mert az alatta levő bitumennél túl híg volt.

A papírszalagrétegek mind a kőszénkátrányos, mind a bitumenes védelem esetében jó állapotban megmaradtak, a talajban nem korhadtak el.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a III. és IV. vonal belső védőrétegei lényegesen jobb állapotban voltak, mint a I. és II. vonaléi. Az ólomköpenyen a bitumenréteg vastagsága, tapadása kifogástalan. Ezzel szemben a régebbi gyártású I. és II. vonalaknál jobb a külső védőréteg állapota.

A I. és II. vonal kábeleinél az ólmon levő védőréteg több esetben kifogásolható állapota az elégtelen gyártási technológia következménye lehetett. Abban az időben, mikor e kábelek készültek, az ólomra kerülő első védőréteget csak egy itatófürdővel és túl melegen vihették fel. A III. és IV. vonal kábeleinek készítésénél az első bitumenréteget is már két itatófürdővel vitték fel, gondosan ügyelve arra, hogy a kellő vastagságú védőréteg kialakuljon. Ebben nem csekély szerepe volt az állandó postai gyártási ellenőrzésnek is.

A kábelek védőbevonatainak állapotát jól láthatjuk az 1—5. sz. ábrákon.



1. ábra. Az I. vonal páncélzat feletti védőrétegének állapota

Az 1. ábrán a I. vonal páncélfeletti védőburkolatának állapotát láthatjuk.

A 2. ábrán a I. vonal páncélzatról lefejtett, teljesen ép állapotban megmaradt jutafonal réteg látható.



2. ábra. Az I. vonal páncélzatról lefejtett ép állapotban megmaradt jutafonal rétege



3. ábra. A IV. vonal páncélzatról lefejtett elkorhadt kenderfonal rétege

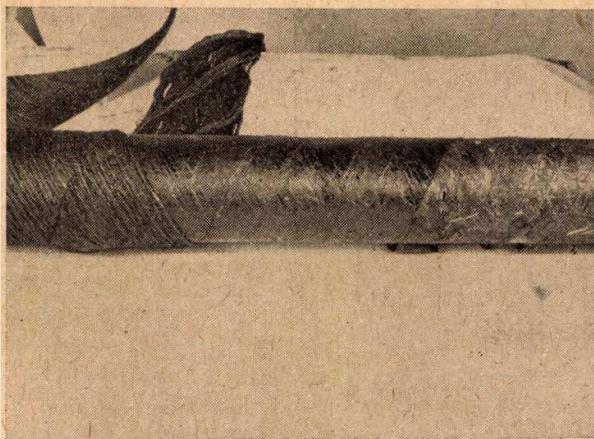
A 3. ábrán a IV. vonal páncélzatról lefejtett, elkorhadt kenderfonal-réteg törmelék látható.

A 4. ábrán az I. vonal páncélzat alatti ép jutafonalréteg látható.

Az 5. ábrán a IV. vonal páncélzat alatti ép kenderfonal és papír rétege látható.

Az eredmények kiértékelése

Az üzemben levő, talajban fekvő páncélos kábelek juta-, illetve kenderfonal védőrétegein a fonalak korhadása megindul, ha azokban a bomlasztó mikroorganizmusok életműködésére lehetőség nyí-



4. ábra. Az I. vonal páncélzat alatti ép jutafonal rétege



5. ábra. A IV. vonal páncélzat alatti ép kenderfonal és papír rétege

lik. Ennek előfeltétele, hogy a mikroorganizmusok a megtámadható anyaghoz hozzáférjenek és hogy kellő mennyiségű nedvesség álljon rendelkezésre. Ha a mikroorganizmusok bejutását és a nedvesség behatolását kizárjuk, a bomlás nem következik be.

A védőanyagok közül a kőszénkátrány-termékek összetételüknél fogva hatásos gombaölő anyagok, s így a fonalaknak gombák által előidézhető korhadását megakadályozzák. A kőszénkátrány-termék tehát akkor is véd, ha a fonalréteg sok nedvességet vett fel. A bitumen anyagok nem gombaölők, nem antiszeptikumok. A bitumen a bomlasztó mikroorganizmusok káros hatását csak akkor tudja kizárni, ha a fonalakat tökéletesen elszigeteli. Ha tehát a bitumenes itatás nem olyan mérvű, hogy a nedvesség bejutását meggátolja, a korhadás előbb-utóbb megindul.

Az üzemben levő kábelek felülvizsgálata azt mutatta, hogy a kábelek páncélzat alatti korrózió védelmét a bitumenes itatás teljes egészében kifogástalanul biztosította, az ólomköpenyt jól elszigetelte és megvédte. A páncélzat alatt a bitumen kellő védelmet nyújtott, mert a páncélszalag burkolat megakadályozta a nedvesség nagyobb mérvű behatolását és az alsó védőréteget szinte légmentesen lezárta. A korhadáshoz pedig levegőre is szükség van.

A kőszénkátrány termékek esetében is a páncél alatti réteg jutafonalai ép állapotban maradhattak,

mert a védőitató anyagok még antiszeptikus hatást is kifejtettek. Hogy viszont a kátránytermék használata ellenére fenolkorrózió nem lépett fel, annak az lehet az oka, hogy a páncélburkolat a víz és levegő behatását távoltartotta, vagy pedig, mert a kátránytermék valószínűen nem tartalmazott alacsony forráspontú anyagokat.

A páncél feletti védőrétegnél a tisztán bitumenes anyag a juta-, illetve kenderfonalak tartós védelmét nem tudta biztosítani, mert a fonalak a nedvesség közvetlen behatásának állandóan ki voltak téve. A mikroorganizmusok, mivel az itatóanyagok antiszeptikus hatása nem volt, az itatás gyenge pontjain bomlasztó hatásukat megkezdhették. A külső juta-, illetve kenderfonal réteg bomlása a felülvizsgálat szerint 14 év alatt is már meglehetősen előrehaladt. Ennek következtében a páncélzat korróziójának sebessége is a kőszénkátrányos termékekkel szemben kb. másfélszeresére nőtt.

A bitumen bevonat hatásos korhadásvédőnek bizonyult oly esetekben, mikor a bitumen védőréteg rendkívül vastag volt. Ilyen bevonatok készítése azonban általában nem szokásos, mert más hátránnyal jár.

A kőszénkátrány termékek oly hatásos antiszeptikumok voltak, hogy a páncél feletti burkolat jutafonalainak védelmét még 29 évig földben fekvő kábeleknél is biztosították. A juta a kábeleken fonal alakjában épen, egészségesen megmaradt.

A fentiek alapján láthatjuk, hogy a kábelek megvédésében milyen nagy szerepe volt a páncélzatnak. A páncélzat mintegy védőburkolatként szerepelt, mely alatt a kábelek juta, illetve kenderfonal rétegei épen megmaradtak függetlenül attól, hogy azok tartalmaztak-e antiszeptikumot vagy sem. Ez igen értékes tapasztalat, mert azt mutatja, hogy a kábel páncélzat nemcsak mechanikai és elektromos védelmet nyújt, hanem a korróziós védelem szempontjából is igen fontos a szerepe.

A felülvizsgálat tapasztalatai alapján a jövőben gyártásra kerülő kábeleknél a páncél alatti burkolat gyártásánál továbbra is bitumenes védő-itató anyagok használata javasolható. A bitumen e célra a kőszénkátrány termékeknel előnyösebb, mert kevésbé rideg és egyéb fizikai tulajdonságai is előnyösebbek.

A külső védőburkolatnál azonban olyan itató, védő anyagot kell használni, mely kellő antiszeptikus hatásokkal is rendelkezik. E célra a kőszénkátrány-termékek — miként ezt a felülvizsgálat mutatta — alkalmasak lennének. A kőszénkátrány-termékek alkalmazásánál azonban, ha a kis molekulású fenolok nincsenek kellőképpen eltávolítva, a fenolkorrózió veszélye állhat fenn. Ki kellene választani azt a kőszénkátrány-termék minőséget, mely a kenderfonalakat a korhadástól megvédi és már csak olyan fenoltermékeket tartalmaz, melyek a kábel ólomköpenyére nem korrózió hatásúak.

A páncél feletti bevonat előreláthatólag megvédhető úgy is, hogy a kenderfonal előitató anyaghoz 10% réznaftenátot adunk. A réznaftenát gombaölő tulajdonságainál fogva kifejtene kellő

védőhatását. Ez esetben a szokásos bitumenes előítató és a bevonó bitumen anyagok megmaradhatnak.

A páncél feletti kenderfonalak védelme az erősáramú kábeleknél különös fontosságú. Itt a kábel felmelegedése gyorsítja a korrózió sebességét, ezért a páncélzat hamarabb tönkremehet. A gyengeáramú kábeleknél csak a fokozott élettartam kívánja meg a páncélzat jobb korrózió védelmét. Amennyiben a páncélzat feletti védőréteg készítésénél tovább is az eddigi gyártásmódot tartjuk fenn, úgy a fentiekben ismertetett tapasztalatok alapján megállapítható, hogy 30 év eltelte után sem következik be a páncélzat oly mértékű korróziója, hogy az a kábel megvédése szempontjából aggályos lenne.

ÖSSZEFOGLALÁS

A páncélos távkábelhálózat felülvizsgálatával megállapítottuk, hogy

1. A páncélos kábelek korrózió védelmére, páncél alatti itató-, védőanyagként jó minőségű, kellő vastagságban felvitt bitumenrétegek a legalkalmasabbak.

2. A páncélzat feletti burkolat védelmére a bitumen egymagában nem a legmegfelelőbb anyag, a kenderfonalak korhadás elleni védelmére előítatóanyagként alkalmas kőszénkátrány terméket kellene alkalmazni, vagy pedig a használt bitumenes előítatóanyaghoz réznaftenátot kellene adni.

3. 0,5 mm vastag páncélozó acélszalagok használatánál, 30 év beépítési idő alatt, a páncélzat korróziós súlyvesztése, ha a páncél feletti kenderfonal réteg itatása tisztán bitumenes anyagokkal történik, kb. 15–25%, ha e célra kőszénkátránytermékeket használnak, kb. 10–15% lehet. Réznaftenátos-bitumenes előítatóanyag alkalmazása minden bizonnyal a kőszénkátrányos védelemmel egyenértékű.

Vívőfrekvenciás berendezések alkalmazása rövid távolságokra

NEMECSEK FERENC és LAJTHA GYÖRGY
Posta Kísérleti Intézet

Az utolsó öt évben külföldön egymásután jelentek meg az új vívőfrekvenciás távbeszélő rendszerek, melyek egyszerűségük és csekély áruk miatt igen rövid (20 km) távolságokon is gazdaságosan használhatók. Ilyen rendszerek kifejlesztése hazai viszonylatban is célszerűnek látszik, mert Magyarországon az áramkörök zöme rövid és 200 km-nél hosszabb áramkör csak kis százalékban található. Különösen időszerűvé teszi a kérdést a mezőgazdaság fejlesztése, ami számos megyén, sőt járásokon belüli rövid áramkör kiépítését írja elő.

A külföldi rendszerek olcsó gyártását részben a korszerű technológia, másrészt viszont egészen újszerű tervezési elvek tették lehetővé. Ebben a cikkben először ezeket az új elveket tárgyaljuk meg, majd áttekintjük a rövid távolságokra is gazdaságos fontosabb vívőfrekvenciás távbeszélő rendszereket. Végezetül hazai viszonyokhoz alkalmazásra javasolt berendezés frekvencia kiosztását és elvi felépítését vázoljuk.

I. Irányelvek vívőfrekvenciás berendezések tervezésénél

A korszerű vívőfrekvenciás berendezéseknél a fő törekvés az, hogy előállítási áruk minimális legyen. Természetesen ennek az irányzatnak a kedvéért a minőség rovására történő módosításokat végrehajtani, tehát a sávzélességet csökkenteni, a zajszintet növelni nem szabad. A megtakarítást a zajszint előírásból adódó pontos csillapítás igény előírásával, a psophometrikus szűrő-méretezéssel lehet elérni. A kivitelezésnél pedig a sávszűrők minimális elemiből való megvalósítása és egyszerű jelzésátvitel készítése rejt nagy gazdasági előnyöket magában.

1. A zajszintre vonatkozó előírások értelmezése

A CCIF rövid távolságokra használatos berendezéseknél nem határozza meg a megengedhető zajfeszültség értékét, de előírja ezt nagytávolságú nemzetközi áramkörökre. Az ez idő szerint érvényben levő ajánlások szerint egy 2500 km hosszú vívőfrekvenciás áramkörnél szimmetrikus kábelérpárokra 2,0 mV (psophometrikus) zajfeszültség engedhető meg a relatív nullszintre vonatkoztatva 600 ohmnál. Ezzel egyenértékű az az egyes tervekben felvetett újabb javaslat, amely az előbb körülírt összeköttetésnél 10 000 pW zajteljesítményt enged meg. Ebből 600 pW-ot vesznek a két végberendezésre, amiből 100 pW teljesítményt engednek meg a csatorna-szűrőknél fellépő érthetetlen áthallásra.

Ezt a javaslatot általánosítani lehet, és így rövid távolságon használt berendezéseknél is 100 pW lehet az adó- és vevő szűrőre együttesen megengedhető áthallás. Egy végberendezés szűrőjére tehát 50 pW-tal számolhatunk. A vevő oldalon egy csatornában keletkező zajteljesítményt a rendszer összes többi csatornájából áthallatszó beszéd okozza. Így a vevőszűrőnek az összes saját csatornáján kívüli feszültséget annyira kell csökkentenie, hogy ezek együttes zajteljesítménye 50 pW-nál kisebb legyen.

Az adóoldal csatornaszűrőit hasonlóképpen úgy kell méretezni, hogy a rendszer összes adószűrőjén átengedett azon zavarteljesítmény, ami egy vizsgált csatornába juthat, ne lehessen nagyobb 50 pW-nál.

A szokásos sokcsatornás rendszereknél a vizsgált csatornától távol eső csatornák zavaró befolyása elhanyagolható és így a méretezésnél elegendő M zavaró csatorna számításba vétele. A vívőtől

hasznosított oldalsáv felé eső oldalon eggyel kevesebb csatorna zavar, mint az ellenkezőn.

A keletkező zajteljesítmény az R impedancián

$$N_z = \frac{\dots U_{-2}^2 + U_{-1}^2 + U_{+1}^2 + \dots}{R} = \frac{U^2}{R}$$

ahol U_{-1} , U_{-2} és U_{+1} összesített maximális zajfeszültségek, vagyis az egyes csatornában előálló lehetséges valamennyi frekvenciájú egyidejű zajfeszültségeknek az a max. összege, ami a vizsgált sávba esik, vagyis

$$U_i^2 = \left[\int_{\omega_1}^{\omega_2} U_i^2(\omega) d\omega \right]_{\max}$$

Itt ω_1 és ω_2 a vizsgált zavaró csatorna által létrehozott zavarok két határfrekvenciája.

A megszokottabb szóhasználat kedvéért a relatív értékek logaritmusára térünk át. Először az 50 pW-nak megfelelő szintet számítjuk ki

$$a_{zaj} = \log \frac{N_z}{1 \text{ mV}} = \log \frac{50 \cdot 10^{-12}}{10^{-3}} = \log 5 \cdot 10^{-8}$$

(ami decibelben kifejezve

$$a_{zaj} = -73 \text{ dB})$$

Jelöljük a szűrő csillapítását a frekvencia függvényében $a_0 = a_0(\omega)$ -val, ennek bevezetésével felírhatjuk a zajteljesítmény megengedhető értékét:

$$a_{zaj} \geq \int_{\omega_1}^{\omega_2} \log \left[\frac{U(\omega)}{U_0} \cdot \exp(-a_0) \right] d\omega$$

ahol ω_1 és ω_2 azoknak a frekvencia intervallumoknak határai, amelyiken belül a vizsgált szűrőnek a zavarok ellen védenie kell.

$$a_{zaj} \geq \int_{\omega_1}^{\omega_2} \log [U_r(\omega) \exp(-a_0)] d\omega$$

Ebben a kifejezésben $U_r(\omega)$ változik a frekvenciával és ennek figyelembevételéje jelenti az első megtakarítást a konstans nivójú zavar figyelembevételéhez képest. A másik még ennél is lényegesebb megtakarítás abban rejlik, hogy a zavaró feszültségek zaj (psophometrikus) értékeit vesszük figyelembe a zavarás szempontjából.

A fenti integrált szétbontva a következő alakú lesz

$$a_{zaj} \geq \int_{\omega_1}^{\omega_2} \log U_r(\omega) d\omega - \int_{\omega_1}^{\omega_2} a_0(\omega) d\omega$$

A csatornaszűrő csillapítás igénye tehát:

$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} a_0(\omega) d\omega \geq \int_{\omega_1}^{\omega_2} \log U_r(\omega) d\omega - a_{zaj}$$

Végül a megengedhető zajszintet beírva

$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} a_0(\omega) d\omega \geq \int_{\omega_1}^{\omega_2} 20 \log U_r(\omega) d\omega + 73 \text{ [dB]}$$

Ez a kifejezés azt jelenti, hogy a szűrők csillapítás-területét meghatározhatjuk, ha minden egyes frekvenciánál megállapítjuk az ott fellépő U zavaró feszültség zajértékét és azt összegezzük, majd hozzáadjuk a 73 dB-es alapszinthez. Minthogy a gyakorlatban $U < U_0$, s így $U_r < 1$, ennek logaritmus negatív, ezért a szűrőket 73 dB-nél kisebb követelménnyel méretezhetjük.

A fentiekben M csatornával számoltunk. A korábbi szűrő-méretezésnél csak egy zavaró csatornát vettünk figyelembe, és ez jogos is, ha a szűrő csillapítása egyenletes, mert akkor a zaj leginkább az elnyomott oldalsáv helyén lévő szomszéd csatornából származik.

A fentebb ismertetett korszerű méretezés már követi a zavaró feszültségek frekvencia karakterisztikáját, s ilyenkor, mint ahogy azt az előbbiekben leírtuk, vivőfrekvenciáik távolságától függően több csatorna is együttesen szolgáltathatja az 50 pW zajt. Azonban itt sem valamennyi, hanem csak M szomszédos csatornával számolunk, mert távolabbi frekvenciáknál zavar már egyáltalán nem jöhet számításba.

M zavaró csatorna esetén, egy csatorna csak a zaj M -ed részével szerepelhet. A szokásos 12 csatornás berendezéseknél elég lenne $M=5$, mégis biztonsággal számolva $M=10$, ami -10 dB további szigorítást jelent, s így az alapszint 83 dB lesz.

$$\int a_0(\omega) d\omega \geq \int \log U_r(\omega) d\omega + 83 \text{ [dB]}$$

Ennek alapján kétféle méretezési mód ismeretes, az egyszerűbb Fr. Tropf [7] cikkében található. Ez teljesen kihasználja a számítási módban rejlő előnyöket, és szigorúan matematikailag veszi alapul a fenti kifejezést.

Ez azt jelenti, hogy ha valamelyik keskeny frekvenciasávban nagyobb a csillapítás az ott szükségesnél, akkor ennek fejében másutt kisebb csillapítással elégedhetünk meg.

Ennél sokkal szigorúbb elvek alapján vizsgálták a franciaországi berendezéseket. Az előbbit magában foglaló, de annál szigorúbb követelményt írtak fel:

$$a_0(\omega) \geq \log U_r(\omega) + 83 \text{ [dB]}$$

Tehát a csillapítás igény görbét a szűrő csillapításának minden pontban fedni kell. Ezt az eljárást fogjuk követni a méretezésnél, azonban csekély számú helyen megengedve, hogy a szűrő csillapítása a követelmények alá csökkenjen, de a terület nem lehet kisebb a $\int_{\omega_1}^{\omega_2} \log U_r(\omega) d\omega + 83$ dB kifejezésből számíthatónál.

A szűrők tervezésénél tehát az újszerű lépés a csillapítás igény frekvencia függő felrajzolása. Az ábrázoláshoz szükséges értékek kiszámítása táblázatosan történhet. A táblázat a következő rovatokat tartalmazza, lineáris átvitelt feltételezve, vagyis ha az átvitel függvénye frekvencia független:

a) Adó oldalon

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| A kiadott frekvencia (kHz) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Ezzel a frekvenciával megjelenő hang viszonyított szintje (dB) | | | | | | | | | | | | |
| A távbeszélő készülék adó rendszerének viszonyított csillapítása (dB) | | | | | | | | | | | | |
| Alul áteresztő szűrő csillapítása (dB) (Ha alkalmazunk) | | | | | | | | | | | | |
| A zavart csatorna megnevezése | | | | | | | | | | | | |
| A zavart csatornában megjelenő frekvencia értéke (kHz) | | | | | | | | | | | | |
| Vevő alul áteresztő szűrő csillapítása (dB) (Ha alkalmazunk) | | | | | | | | | | | | |
| A távbeszélő készülék vevőrendszerének viszonyított csillapítása (dB) | | | | | | | | | | | | |
| A fül érzékenysége a vett frekvencián (dB) | | | | | | | | | | | | |
| $\log(U_r(\omega))$: A 2., 3., 4., 7., 8., 9. rovatok összege (dB) | | | | | | | | | | | | |
| 83 — $ \log U_r(\omega) $ (dB) | | | | | | | | | | | | |

Ugyanez a csillapítás **CD** vagy **N** értékben

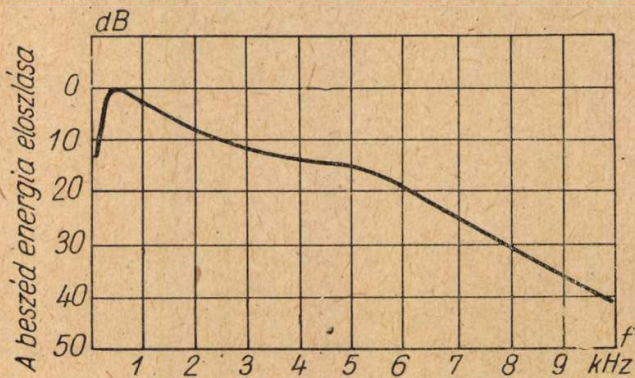
b) Vevő oldalon

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

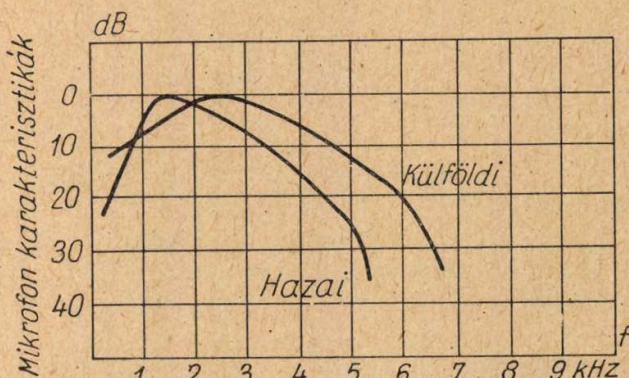
| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| A vett frekvencia (kHz) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A fül érzékenysége ezen a frekvencián (dB) | | | | | | | | | | | | |
| A távbeszélő készülék vevő részének viszonyított csillapítása (dB) | | | | | | | | | | | | |
| Vevő alul áteresztő szűrő csillapítása (dB) (Ha alkalmazunk) | | | | | | | | | | | | |
| A zavart okozó csatorna megnevezése | | | | | | | | | | | | |
| A zavará csatornában az előállított frekvencia (kHz) | | | | | | | | | | | | |
| Adó alul áteresztő szűrő csillapítása (dB) (Ha alkalmazunk) | | | | | | | | | | | | |
| A távbeszélő készülék adó részének viszonyított csillapítása (dB) | | | | | | | | | | | | |
| A zavaró frekvenciát adó hang szintje (dB) | | | | | | | | | | | | |
| $\log(U_r(\omega))$: A 2., 3., 4., 7., 8., 9. rovatok összege (dB) | | | | | | | | | | | | |
| 83 — $ \log U_r(\omega) $ (dB) | | | | | | | | | | | | |

Ugyanez a csillapítás **CD** vagy **N** értékben

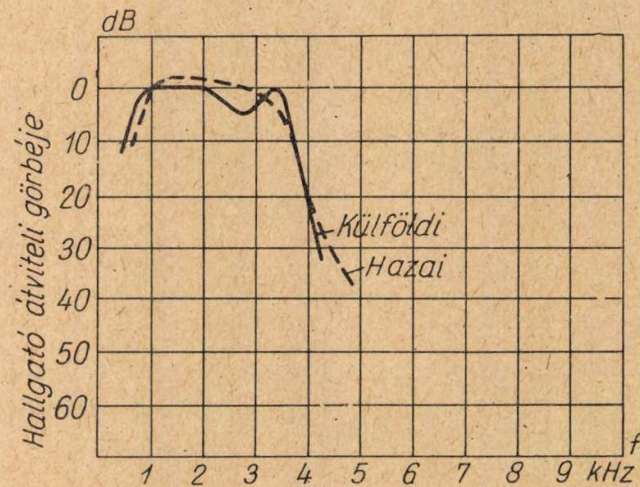
A hallgató és mikrofon karakterisztika rovataiba az előreláthatólag használatba kerülő legjobb készülék átviteli adatait írtuk be. Az 1. ábrán látható a hang súlygörbéje. A 2. ábrán a jelenleg elkészült legjobb hazai és egy külföldi mikrofon karak-



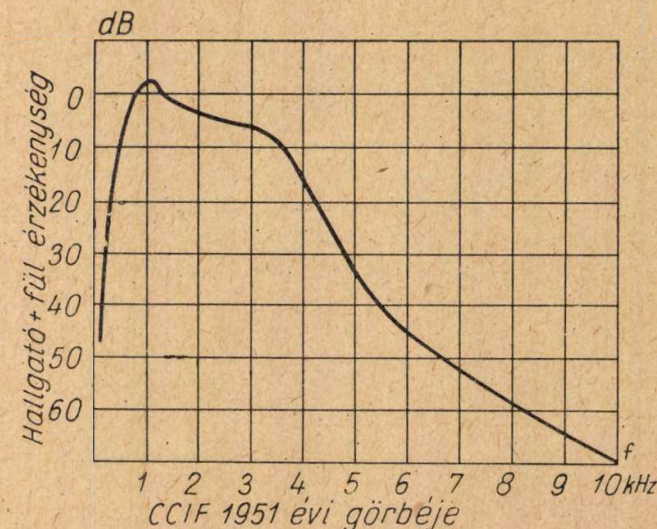
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

terisztikája látható. A 3. ábra mutatja két jöminőségű hallgató átviteli karakterisztikáját. A 4. ábra a hallgató- és fülérzékenység együttes görbét mutatja, amelyet a CCIF elfogadott. Fontos megjegyezni, hogy az adó szűrő számításánál a vevő szűrő csillapítását — és hasonlóképpen

fordítva — egyáltalában nem vesszük figyelembe, mert a tervezésnél még nem ismeretesek a többi szűrő tulajdonságai, viszont az átmeneti tartományokban a két szűrő csillapítása együtt számít, ami további biztonságot jelent.

(Folytatása következik.)

A híradástechnikai alkatrészek kérdésének néhány szempontjáról*

GÁL ISTVÁN

Ha egy híradástechnikai berendezés belsejét megtekintjük, nagyszámú alkatrészt figyelhetünk meg benne. A szorosán vett »híradástechnikai alkatrészek« fogalomba nem számítjuk bele az általánosan használt részeket, így a kábelezést, a mechanikus részleteket, a mérőműszereket és az esetleges aktív elemeket (csövek, telepek).

A híradástechnikai alkatrészekről első pillantásra megállapítható, hogy különlegesek és különleges tudományos, technológiai, gyártási és gazdasági szempontok szerint készültek a nemrég született híradástechnikai alkatrészipar termékeiként.

A fejlődés

Az elektronika jelenleg egyre nagyobb tért hódít és később e századnak alapvető történelmi jellemzője lesz. Példa erre a fejlődésre katonai téren a távvezérelt gép és lövedék, de polgári vonatkozásban is minden hónapban új alkalmazás születik. Természetesen az egyre fokozódó mennyiségi igény megköveteli, hogy az elektronikus berendezések súlya, helyszükséglete, kezelhetősége, üzembiztonsága és alkatrészeinek az ára az alkalmazási feltételekkel összhangban legyen. E feltételek is — arányosan az alkalmazás terjedésével — állandóan bővülnek és egyre szigorúbbak lesznek. Így figyelembe kell venni már a klimatikus viszonyokat, a nagy magasságot, nagy gyorsulásokat, valamint azt, hogy a berendezés kezelője minimális tevékenységet fejtsen ki. Ezenkívül elengedhetetlen a teljes üzembiztonság.

Ilyen bővülő követelmények a gazdaságos fejlődést a felépítés egyszerűsítésére és az alkatrészek számának a csökkentése felé irányítanak, azonban ez az út még nem járható, mert az elektronikus berendezés egyre jobban az »idegközpont« szerepét játssza, ami egyre több alkatrész alkalmazását teszi szükségessé.

Jelenleg a leglényegesebb eredmény tehát az alkalmazott alkatrészek méreteinek a csökkentésétől, a miniatürizálástól várható. Az ilyen módon elért helyszükségletcsökkentés azonban csak akkor eredményes, ha egyidejűleg az új alkatrészek az egyre szigorúbb klimatikus és mechanikus követelményeket is kielégítik és egyúttal olcsóbbak is lesznek.

* A L'Onde Électrique 1955 márciusi száma közli a Société des Radioélectriciens múlt év októberi konferenciájának a korszerű híradástechnikai anyagokról és alkatrészekről szóló előadását.

E cikk A. DANZIN bevezető előadásának a kivonata.

Miniatürizálás

A híradástechnikusok jól ismerik ezt az irányzatot, hiszen mintegy tíz éve folyik nagy munka e téren. Ábrákon mutatja be a szerző az elektroncsövek méretcsökkentésének jellemző fázisait és a hozzájuk tartozó foglalatokat. Jellemző, hogy a legkisebb cső — a szubminiatűr — kisebb, mint a régi cső foglalat volt és ennél foglalat nem is szükséges. Hasonló fejlődést mutat be a szerző a kondenzátorok és az ellenállások terén.

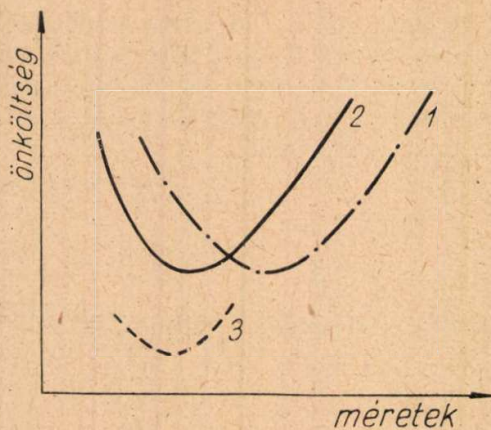
Úgy tűnik, hogy a technikusok büszkéek lehetnek ezekre az eredményekre és joguk lenne pihenésre. Azonban időközben egy sor új aktív elem jelent meg, melyek közül legismertebb a tranzisztor. Ezek az elemek teljesen megváltoztatják a méretkérdést és messze maguk mögött hagyják a szubminiatűr alkatrészeket, amelyekről azt hitték, hogy végső fejlődést jelentenek. A szerző ábrán mutatja be a szubminiatűr cső mellett a germánium tranzisztort és annak aktív elemét. Utóbbi olyan kicsiny, hogy további méretcsökkentéséről már nem is kell beszélni, inkább gyártási kérdések jöhetnek csak szóba. Másik képen a tranzisztor foglalat körül néhány miniatűr alkatrész látható. Ugyancsak itt mutatja be az új technika vívmányát, a forrasztott kivezetésű ellenállást és az elektrolitikus tantálcikkondenzátort. Csak e két utóbbinak a méretei vannak már összhangban az új félvezető elemekével.

E példák jól mutatják, mekkora fejlődésben van ez az új technika és milyen meglepetéseket tartogathat a közeljövőben.

A miniatürizálás következményei

A miniatürizálás leglényegesebb követelménye az, hogy a berendezések kimenő teljesítménye ne változzék. Az energiafogyasztás ezért ugyanolyan nagyságrendű marad, sőt esetleg növekszik, egyre csökkenő térfogat mellett. Miután a híradástechnikai berendezések határfoka messze van a 100%-tól, a berendezések üzemi hőfoka kisebb térfogat miatt jelentősen megnövekedett. Az alkatrészek környezeti hőfoka néha eléri a 150—200 C°-ot is.

Ugyancsak fokozódik állandóan az éter zsúfoltsága, ami a stabilitás feltételeit szigorítja. Az alkatrészeknek ezért nemcsak egyre növekvő hőfokot kell kibírniuk, hanem hőmérsékletváltozásokra is érzéktelenebbnek vagy jobban kiegyenlíthetőbbnek kell lenniük.



1. ábra

1. Klasszikus technika
2. Új anyag bevezetése
3. Új anyag és eljárás bevezetése

A hőmérséklet növekedésének határt kell szabni. Egy bizonyos küszöbhőmérsékleten túl az alkalmazható plasztikus anyagok ritkák és drágák lesznek, a természetes és mesterséges szigetelők átvezetési ellenállása nem lesz kielégítő és a legstabilabb félvezetőkben is parazita jelenségek mutatkoznak. Ezzel szemben a hőmérséklet növekedésével egyre könnyebb lesz a hűtés megoldása. A kettő közötti kompromisszum sokáig $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül volt, a jövőben pedig valószínűleg $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ között lesz, ami összeegyeztethető a szilíciumtriódák $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ alkalmazási határával. Valószínű az is, hogy új hűtőmegoldások bevezetésével a jövő berendezései (legalábbis egyes katonai berendezések) teljesen zárt, szabályozható hőmérsékletű tartályban kerülnek elhelyezésre.

A legdöntőbb eredmény azonban a határfok javításától és az elektromos paraméterek számának a csökkentésétől lesz várható, mert ezek akadályozták eddig legjobban a miniatürizálást. Előtérbe fog lépni tehát a funkcionális miniatürizálás, ellentétben az eddigi technológiai miniatürizálással, amelynek egyedüli célja az volt, hogy ugyanazt a berendezést azonos jellemzőkkel valósítsa meg, de csökkentett helyszükséglettel.

A funkcionális miniatürizáláshoz sok olyan új aktív alkatrész áll rendelkezésre, amely alkalmasnak látszik az elektroncsövek helyettesítésére anélkül, hogy az izzókatódos rádiócsövek energiapazarlását igényelné a működéséhez. Sok esetben ezeknek az alkatrészeknek a saját hatásfoka, a fűtésfogyasztást nem tekintve, is sokszorosan felülmúlja a klasszikus alkatrészekét.

A teljesség kedvéért idézzük mindazokat a nonlineáris többpólusokat, amelyek elektroncsövek módjára viselkednek: germánium és szilíciumdiódák és triódák, magnetostrikciós ferritek, telíthető ferritek, mágneses memória anyagok, dielektromos erősítők, termisztorok, nonlineáris ellenállások, fototranzisztorok stb.

Ezek közül az elemek közül igen sok — ellentétben a csövekkel — kicsiny, néha néhány volt feszültséggel működik, ami alapvetően megváltoztatja a miniatürizálásnak két rendkívül nehéz kérdését: a táplálást (elem, telepnyereség, új rendszerek lehetősége), valamint a dielektrikumok

és szigetelők átütését (kondenzátorok, bevonó anyagok stb.)

Várható az is, hogy az elektronika alkalmazásának bővülése az elemek szerelésében is új fejlődést fog előidézni. El fog tűnni a forrasztópáka az önműködő forrasztási eljárások mellett és a kábelezés nem áll majd szigetelt huzalokból, hanem új eljárások, pl. nyomtatott áramkörök lépnek helyükbe. Az alkatrészek erősen meg fogják érezni ezt a fejlődést, méreteik és tulajdonságaik illeszkedni fognak a konstruktőrök új követelményeihez, alkalmasak lesznek például szerelőgépeken önműködő szétosztásra és merítéses forrasztásra.

Ilyen fejlődés mellett is állandó követelmény marad a működési biztonság. Az alkatrész meghibásodásának a valószínűsége rendkívül kicsiny kell, hogy legyen. Példaképp nézzünk egy televíziós vevőt, amely kb. 150 ellenállást tartalmaz. Tegyük fel, hogy minden ezredik vevő 3 évenként egyszer lesz üzemképtelen ellenálláshiba következtében. Ez 150 000-ból 1 megengedhető hibát jelent kb. 2 000 óra működés és 25 000 óra élettartam mellett! Kevés olyan ipar van, amelyik ilyen óriási követelményt igényel.

Tévedés lenne az elektronika technológiájának leírt fejlődését előlegezettnek, vagy a szakember képzetének tartani. Az alkatrészek önműködő szétosztásának a terve már létezik, a forrasztópáka nélküli szerelést a televíziós vevők néhány futószalagján már bevezették. A teleses gépkocsi-rádiók tranzisztoros kivitele tulajdonságaiban és időtartamban már kiállotta a próbát. Üzemben vannak olyan igen bonyolult számológépek, amelyekben az aktív elemek 90%-a ferrit memória anyag az elektroncsövek helyett. A szilíciumtranzisztorok is megjelentek kísérleti berendezésekben. Ezek az újdonságok már a katonai berendezések egyes prototípusaiban is megtalálhatók.

Alkatrész kutatás

A nagy jelentőségű felfedezések által az utóbbi években meggyorsított fejlődés egyre nyilvánvalóbban szükségessé teszi a kutatás megerősítését. E tevékenységnek át kell fognia a szilárd testek elméleti fizikájától a sorozatgyártásig terjedő nagy területet. A rádióelektromos alkatrészek kérdése ezen a téren is különleges, ezért vizsgáljuk meg a főbb jellemzőket.

Ne tárgyaljuk az elméleti kutatást. E téren az ipar jogosan várhatna sokat el egy jól irányított egyetemi kutatástól. Mégis, gyakorlati tény, hogy az utóbbi 10 év legjelentősebb felfedezései (tranzisztorok, ferritek, ferroelektromos anyagok, transzduktorok stb.) ipari laboratóriumokban születtek. Úgy tűnik, hogy még az Egyesült Államokban is, ahol nem sajnálják tőlük a hitelt, az egyetemeknek nehézségeik vannak az eszközök megszerzésében és nem tudják biztosítani az anyagok kutatásának befejezéséhez szükséges szakemberek láncolatát. Az ipar felelőssége ezért az alkalmazott kutatásban elvitathatatlan. Bármilyen legyen is a fejlesztendő alkatrész, a feladat jó megítélésére figyelembe kell venni a klimatikus és mechanikus követelményeket, az elektromos feltételeket, az elérendő méreteket

és a piac várható fogyasztását. Mint minden ipari kérdésben, itt is közvetlen látható, hogy 1. a megoldás csak kompromisszumos lehet, mert az egyes feltételek egymásnak ellentmondóak, 2. a kutatást komoly piackutatással kell összekötni. Ez utóbbi csak akkor nem szerepel, ha a kutatás állami támogatással folyik, mint ahogyan az sok helyen külföldön így van. Ilyenkor az állam adja közre a prototípust. Az is előfordulhat, hogy ilyenkor igen drága, de elkerülhetetlen anyagról van szó, amelyet mindenképp biztosítani kell.

Ne feledjük azonban el, hogy a végcél az elektronika széleskörű kiterjesztése, ez pedig megköveteli, hogy a gyártási költségek csökkentésének az irányában tegyünk meg minden erőfeszítést. Kimondhatjuk, hogy néhány ritka katonai alkalmazás kivételével minden olyan műszaki eredmény, amely az alkatrész árát emelné és az üzembiztonságot csökkentené, ellentétben állana az ipar irányelveivel. Ezért már az alkalmazott kutatás stádiumában a felelős műszaki vezérkarnak igen jól kell ismernie a gazdasági paramétereket, ami talán a legnehezebb kérdés, mert egyetlen egyetem sem készíti elő hatásosan a mérnököket arra, hogy fordítsák műszaki nyelvre a gazdasági adottságokat.

Az új alkatrész anyagának a megválasztása az első feladat. Vegyük a miniatürizálást példaképpen. A feladat abból áll, hogy a meglévő alkatrészrel kapcsolatban tartani kell valamennyi műszaki feltételt, kivéve a méreteket. A helyszükséglet csökkentése miatt valószínűleg a klimatikus (max. hőmérséklet pl. $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra nő) és az elektromos (nagyobb stabilitás, szélesebb hőfokskálán) tulajdonságok is megváltoznak.

Az 1. ábra 1. görbéje mutatja az alkatrész önköltségének a változását, ha méreteit megváltoztatjuk. Ha az alkatrész terjedelmes, anyagköltsége túlsúlyban van és a méretcsökkentés csökkenti az árat. A görbe minimuma jó szerelésnek és kicsi anyagköltségnek felel meg. További méretcsökkentéssel az ár gyorsan növekszik, különösen ha az anyag műszaki határához közeledünk, mint például egy filmdielektrikum rétegződési határvastagságához. A modern fizika forrásaiból kell merítenünk, hogy olyan új anyagot vagy eljárást találjunk, amely kiterjesztheti a műszaki lehetőségeket. Ilyen új elem bevezetése teszi lehetővé az 1. görbéről a 2. görbére való átmenetet. Az ár optimuma (vagy pontosabban az önköltség műszaki részének optimuma) a kisebb térfogatok felé tolódik el. További ugrás érhető el a szerelési eljárás megváltoztatásával, például az alkatrész méreteihez illő önműködő szerelés bevezetésével. Így nyerhető a 3. görbe. Példaképp említhető az alumíniumfóliás papírkondenzátorról a fém papírkondenzátorra való átmenet, vagy az elektrolitikus kondenzátornál az alumíniumnak tantállal való helyettesítése.

Az anyagok tanulmányozása a korszerű fizika és kémia minden kényes és nehéz eszközét és kérdését érinti. Bór, titán, germánium ionok szénrétegbe való bevittele például műszakilag nem megoldható a reakciók kémiai mechanikájának tökéletes ismerete nélkül. Bizonyos félvezetők csak akkor használhatók, ha a szennyezéseket tonnánként néhány milli-

grammra sikerül szorítani, ami túlhaladja az atomtechnika pontosságát. Szóba került bizonyos plasztikus filmanyagok dielektromos tulajdonságainak a megjavítása atommáglya besugárzással, stb. Általában ilyen problémákra nyersanyaggyártót nem lehet találni, az elektronikus kutatóknak tehát mindent magának kell megoldania.

Azonban a munka azután kezdődik igazán, ha az anyag már olyan, hogy az alkatrésznek új tulajdonságokat kölcsönözhet. Mintegy ismét a földre kell szállni és megvizsgálni, hogy minden követelmény teljesíthető-e különösen pedig

- az üzembiztonság (üzemi és klimatikus feltételek), és
- az ár (gazdasági feltétel).

Fejlesztés és eljárások

A kutatás ilyen fázisában megkezdődik a fejlesztő mérnöki tevékenység, amely a kutatás teljes technológiai részét tartalmazza, beleértve a gyártó szerszámok tanulmányozását, a feltétfüzetek, gyártási dokumentációk, vizsgálati utasítások elkészítését.

A piacra bocsátásnak azt az alapvető munkáját, amely a prototípustól a sorozatgyártásig terjed, a fiatal mérnökök igen gyakran nem szeretik, mert egyrészt nem látnak benne érvényesülési lehetőséget, másrészt pedig nem is képezték ki őket arra. Meg kell jegyezni, hogy külföldön az egyes igazgatóságok a gyártmány ipari születésének ezt a fázisát fontos szerződésekkel igyekeznek biztosítani. Elfogadható eredmény csak úgy érhető el, ha kitartó munka, a gyakorlati siker erős akarása, a technológiai és nem az elvi részekre irányított képzelet, szilárd, jó érzék egy bizonyos lemondással párosul, mert ez a munka nem eredményez sem dicsőséges szabadalmat, sem cikkeket. Ez elfoglaltság, nem irányító tevékenység, idő és eszközök kellene hozzá.

A gyártás ezután pontosan meghatározott körülmények között folyik. Irányítójának konzervatív szellemű, műhelyfegyelmet tartó egyénnek kell lennie, aki le tud mondani a gyártásban való kísérletezésről és csak a fejlesztőkkel való értekezés után kezdeményez. A sorozatgyártás tehát három fázis eredménye. Ezek mindegyike más tulajdonságú embert igényel; e tulajdonságok: a feltaláló, a konstruktőr és a gyártó a legkritikább esetben található csak meg egyetlen személyben.

Újra hangsúlyozni kell, hogy a kis önköltség csak kisebb mértékben érhető el jó műhelyvezetéssel, a lényeges eredményt már előzőleg, a fejlesztés során kell kialakítani. Egyszerű példa erre a régi ellenállás oldalkivezetésének és a miniatűr típus tengelyirányú kivezetésének az összehasonlítása. Maga az a tény, hogy az utóbbi tengelyszimetriát mutat, megkönnyít minden későbbi műveletet, a csomagoláson át a fogyasztó felhasználásáig. Az időnyereség 2 mp-re becsülhető, ha két teljesen azonos sorozatgyártást veszünk figyelembe. Elérhető 4–8 mp-et, ha az ellenőrzés, értékjelzés, csomagolás, átvételkorai újra ellenőrzés, behelyezés hivatásos üzemekben játszódik le. Vegyük a francia sorozatgyártás nagyságrendjét (100 000 db naponta),

vagyis 22 millió db-ot évente és számítsuk ki önműködő gyártás esetén a 3 év alatti megtakarítást. Eredmény $22,10^6 \times 3 \times 2 = 132$ millió mp, vagyis 37 000 óra, vagy közelítőleg a következő csoport egy évi munkája:

1 mérnök, 2 technikus, 1 rajzoló, 3 szakmunkás.

Más szóval ez azt jelenti, hogy nem nevetséges dolog 6 hónapig foglalkoztatni egy ilyen összeállítási fejlesztő csoportot olyan technológiai eredmény elérésére, amellyel a sorozatgyártásban 1 mp megtakarítás érhető el.

Ha az amerikai piacot vesszük alapul, a példa olyan eredményt ad, hogy az eredmény jóhiszeműségében szinte kételkedni lehet. A két nagy ellenállásgyár mindegyike naponta kb 2 milliót, vagyis 3 év alatt egy milliárdnál többet gyárt. Ha minden darabnál csak 1 mp-et takarítunk meg, ez 278 000 órának felel meg, ami 10 mérnök, 30 technikus és rajzoló és 40 szakmunkás egy évi munkaidejét szabadítja fel, ami újra a kutatás szolgálatába állítható.

Akkor értékelhetjük jól az előkészítő munka fontosságát, ha belátjuk, hogy az alkatrész kivitelezési rajza meghatározza a gyártási idő mimimumát és egyúttal az automatizálás lehetőségét. Más szóval, gazdasági felfogásban, reménytelen azt hinni, hogy az automatizálás révén behozható a kezdeti elgondolás hibája. A gyártás vezetője behozhatatlan hátránnyal indul a konkurencs szemben, ha az egészségesebb megoldást választott és képes ő is az eszközeinek fejlesztésére.

Világos azonkívül, hogy a piac kiterjedése is döntő. A gyártó ipar kísértésbe eshet, hogy megtakarítsa a fejlesztést, ha a nemzeti piac kicsiny és nem folyamatos. Ekkor a gyártás lesz a kísérleti nyúl, mindazzal a veszéllyel, ami ebből a minőség szintjére várható.

A fejlesztési munka egyik részét alkotó gazdasági paramétereknek a műszaki nyelvre való fordítása figyelembe kell, hogy vegye a helyi adottságokat is. A piac terjedelmén kívül a kézi munka, az energia, nyersanyagok ára országok szerint igen különböző. Franciaországban például gazdasági szempontból előnyös volt bizonyos kerámikus anyagok kiégetési hőmérsékletének csökkentésére különleges vizsgálatok elvégzése. 50–100 C° nyereség 1400 C° körül jelentős előnyt jelentett az önköltségben. Ez a megoldás csaknem érdek nélküli az Egyesült Államokban, ahol az energia 3–10-szeresen olcsóbb aszerint, hogy elektromos áramról vagy földgázzal van szó. Megfordítva, az amerikai tervek szerinti nagy hőmérsékletű kemencék kivitelezése nem alkalmas az európai feltételekre, mert a megtakarítás nem állana arányban a drágán fizetett kalóriavesztésekkel.

Végül, a fejlesztő mérnöki munka felelős a minőségért is. Megválasztja a nyersanyagforrást a piac kínálata szerint és meghatározza az átvételi feltételeket. Megadja a gyártásközi ellenőrzés módját és a minőségi ellenőrzés eljárásait.

Minőségi ellenőrzés

A minőségi ellenőrzés független szerv munkájának az eredménye. Szerepe a szűrőpróba a gyártás kritikus fázisaiban, a normáliával való összehasonlítás, a gyártás engedélyezése vagy leállítása. A gyártásvezetőnek rendelkeznie kell bizonyos mérőműszerekkel, amelyek gyártási eszközként szerepelnek, de nem lehet befolyással a minőségi ellenőrzésre, amelynek határozatai fölötte állnak. A két szerv között az igazgatás dönt.

A minőségi ellenőrzés felszerelése, amely a gyártmány egyezését a normáliával biztosítja, igen jelentős részét teszi ki a gyár berendezésének. Nemcsak a sorozatvizsgálatokat kell rendszeresen elvégezni, hanem a szűrőpróbákat is, amelyek mindenféle jellegű típusvizsgálatot igényelnek. Nem valószínű, hogy folyamatos minőség biztosítható, ha a minőségi ellenőrzés nem rendelkezik minden olyan eszközzel, amit a specifikáció előír.

Ez olyan igényt támaszt, amely csak akkor fogadható el, ha bizonyos számú feltétel biztosítva van, és pedig:

- a piac elegendő nagy;
- a specifikációk világosak, nem túlzottak, kivitelezhetők és a vevők elfogadják;
- a specifikációk módosítása nem változtatja meg a vizsgálat berendezést (klimatikus szekrény, rázógép stb.).

A piac elégtelensége bizonyos fokig ellensúlyozható a drága berendezések központosításával, központi laboratórium kialakításával.

Specifikációk

Az alkatrészek összes kérdéseinek megvizsgálásával lehetővé válik a specifikációk gyakran összezárt, nehéz problémájának a megvilágítása.

1. Figyelembe kell venni, hogy az elektronika fejlődése olyan gyors, hogy minden feltétfüzet elavul kb. 5 év alatt. Következésképp:

a) Külön kell választani az állandó jellegű részspecifikációkat (klimatikus és mechanikus vizsgálatok, biztonsági szabályok, stb.).

Szerencsére ezek a legdrágábbak.

b) szükséges, hogy a specifikáció, még a kiviteli formáját tekintve is, könnyen változtatható legyen.

2. A műszaki feltételeknek figyelembe kell venniük

- az alkatrészek használati körülményeit,
- a gyártmány önköltségét, melyet nem szabad túlságosan megnövelni.

— a vizsgálat árát és kiviteli lehetőségeit.

3. Mivel a vevő és eladó közötti szerződésről van szó, a szerződés értelme és kifejezései világosak és egyértelműek legyenek. El kell kerülni minden műszakilag vitatható vizsgálatot.

A fentiek valóban óriási feladatot jelentenek. Szerencsére számtalan nemzeti és nemzetközi előírás áll rendelkezésre. A szerző ezeket külön-külön is megemlíti.

Szemle

A CCIR a VIII. teljes ülését 1956-ban Varsóban tartja. A tanácskozást a rendező lengyelek kérésére a tervezettnél kissé előbb, aug. 9-től szept. 13-ig rendezik meg.

*

A Szovjetunió hatodik öt éves tervéből a híradástechnika jellemző adatai: Az ötödik öt éves tervhez képest hozzávetőleg kétszeresére kell növelni az új kábelvonalak hosszát, s széleskörűen meg kell hosszítani a koaxiális kábeleket. Szerkeázgató rádióközvetítési hálózatot kell kiépíteni s öt év leforgása alatt legalább 10 000 kilométernyi ilyen vonalat kell átadni rendeltetésének.

Biztosítani kell, hogy az automata távbeszélő állomások kapacitásának növekedése hozzávetőleg kétszer akkora legyen, mint az ötödik öt éves tervben volt.

Ki kell szélesíteni a postai távközlés hálózatát. A falvakban tovább kell fejleszteni a telefon- és rádióhálózatot.

*

N. Tesla születésének 100. évfordulóját (1956. július) Jugoszláviában is megünneplik. Ebből az alkalmából nemzetközi műszaki találkozót terveznek Belgrádban számos tudományos és műszaki előadással egybekötve.

*

Görögországban 1954-ben mintegy 2000 km hosszúságban helyeztek üzembe mikrohullámú rádiótelefon összeköttetést. A sok sziget és a számtalan hegység különösen indokolttá teszi az irányított sugárzású rendszerek alkalmazását.

A helyzetmodulációs impulzusrendszerek kihasznált frekvenciasávja 300—5000 MHz között van. Adóteljesítmény kb. 40 watt. Az összeköttetések szétágazóak és 144 db azonos adót és vevőt, 88 db 3 m átmérőjű, 29 db 2 m átmérőjű parabolaantennát igényeltek. A mérési eredmények szerint a jel-zaj viszony az idő 99%-ában jobb mint 50 dB. Üzemkiesés — bármilyen oknál fogva — kisebb volt, mint az idő 1%-a.

*

Kalkuttában 1957-re tervezik a manuális telefonközpontok automatizálását. Mintegy 15 központ épül kb. 55 000 vonal kezdő kapacitással.

*

A háború után végzett rádióelektromos mérésekkel és a molekuláris állandók módszerével végzett mérésekkel megállapították, hogy az elektromágneses hullámok terjedési sebessége az addig mért 299 777 + 4 km/s értéknél nagyobb, éspedig 299 793 + 1 km/s. A méréseket a National Bureau of Standards végezte és a megadott eredmény 110 különböző időközökben végzett független mérés súlyozott középértéke.

*

Az 1956. évi ausztráliai olimpiai sportvetélkedések a tervek szerint Londonban — és így Európa más részein is — láthatók lesznek távolbalató készülékeken. Bár a

közvetítés 27 országon fog keresztül menni, bíznak a ki-elégítő minőségi vételben — jelentette ki egy előadásban a BBC vezetője.

*

1955 végén fejezték be az első telefonkábel fektetését az Atlanti Óceánon át, mintegy 3600 km hosszúságban. A hozzácsatlakozó részekkel kiegészítve, a kábelen jelenleg mérések folynak. A kétoldali összeköttetést lehetővé tevő második kábelt 1956-ban fektetik le.

*

Dr. Balth. van der Pol professzor felhívta a figyelmet arra, hogy az előjelek szerint a legközelebbi napaktívítás maximuma nagyobb lesz minden eddiginél. A rádióösszeköttetéseket erősen érintő zavaró hatás periodusa kb. 11 év és 1954 közepén kezdődött egy új ciklus. Az eddigi megfigyelések szerint a napaktívítás erőssége növekszik, ha a ciklus kezdetén a napfoltok száma növekszik. Ez a növekedés az új ciklus kezdetén rendkívül nagy mértékű — ez indokolja a rendkívüli maximumra vonatkozó előjelzést. A jelzett maximum jelentkezése 1957 közepére várható.

*

»Hiperfrekvenciás csövek« címmel nemzetközi konferenciát rendez Párisban 1956 május végén a francia vákuumtechnikai mérnökök egyesülete a híradástechnikusok egyesületével közösen. Tárgyalásra kerülnek az 500 MHz felett működő rádiócsövek és az ilyen frekvenciákkal táplált elektrongyorsítók.

*

A francia posta négy éves tervéről a francia postaminiszter sajtókonferencián kijelentette, hogy 1956-tól 1959-ig a telefonelőfizetők számát 1 830 000-ról 2 280 000-ra emelik, de még további hitelekre van szükség. Fejlesztik a párizsi interurbán hálózatot is, kiterjesztik mintegy 20 helységekre a közvetlen hívást. Kísérleti postaládákat helyeznek el, melyeket fluoreszkáló bevonattal tesznek este is feltűnően láthatóvá.

*

A múlt év őszén létesítették az első kísérleti napteleppel működő rurál központot Amerikában. A napteleppel működtetett új típusú rurál rendszerben az elektronsövek helyett tranzisztorokat alkalmaztak.

*

Angliában is megkezdődtek a múlt év őszén a színes televíziós kísérleti adások. Az adások megfigyelésére és kiértékelésére London környékén számos vevőt helyeztek el.

*

Új távirógép könnyíti meg a hírközlést Japánban. A távirógép a kínai jelekkel megegyező 1476 különböző »betűt« továbbít és működési elve megegyezik az ismert távirógépekével.

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

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

Felelős kiadó: Solt Sándor. — Megjelent 800 példányban

Előfizetés: a Posta Központi Hirlapiroda Vállalatnál, Budapest V., József nádor tér. Távb.: 180—850. Előfizetési díj 30,— Ft (egész évre) egyes szám ára 4,— Ft. Csekk számlaszám: 61.254.

Akadémiai Nyomda, Gerlőczy u. 2. 38486. — Felelős vezető: Puskás Ferenc

MEGJELENT

N. K. Ignatyov :

Távolbalátás

A távolbalátás — televízió — korunk egyik legfigyelemreméltóbb technikai vívmánya. Abban a hatalmas kutatómunkában, amely ezt a felfedezést létrehozta és állandóan továbbfejleszti, a Szovjetunió tudósai elsőrendű szerepet visznek. A most megjelent kiadvány ezeknek az eredményeknek alapján foglalkozik a televíziós műsorszám alapelveinek, technikai eszközeinek vizsgálataival. Ismerteti a távolbalátás lehetőségét előidéző fizikai és fiziológiai jelenségeket, az elektronok mágneses térben és elektromos térben végzett mozgásának alaptörvényeit, a szekunder elektron emissziót, a televíziós képfelvevőcsövek és képcsövek működését. Részletesen foglalkozik a televíziós jelek adása és vétele alkalmával használt eljárásokkal és kapcsolás elrendezésekkel. Befejezésül röviden a korszerű távolbalátás megoldandó feladataira mutat rá. Az egyes fejezetek minden vonatkozásban segítséget nyújtanak a távolbalátással foglalkozó hazai szakembereknek, akiknek ebből a könyvből alkalmuk van megismerni az ezen a területen elért legkorszerűbb eredményeket.

211.1

177 ábra.

Ára kve: : 25.- Ft

Magyari Béla :

Villamos mérőműszerek és mérések a híradástechnikában

(3. bővített és átdolg. kiadás)

A nagy érdeklődésre szert tett könyv, amely már több jelentős újításhoz adott ösztönzést, három részre tagozódik. Az első — általános — rész a villamos mérőműszerek szabványait, a villamos mértékegységeket, a mérőműszerek általános jellemzőit és közös elemeit ismerteti. A második rész részletesen foglalkozik a villamos mérőműszerek különböző fajtáival, míg a harmadik a villamos műszerekkel való méréseket közli. A most megjelent 3. kiadás nagy szerepet juttat a gyakorlati mérőtechnikusok részére fontos anyagnak és sok gyakorlati tapasztalatot közöl. Az utóbbi egyre gyakrabban kerülnek alkalmazásra az igazán hasznos egyetemes mérőműszerek és ezek jellegzetes tulajdonságainak ismertetése nagy segítséget jelent a gyakorlati szakember részére. Az általános jellemzőkre vonatkozó anyagot a szerző lényegesen bővítette és ezzel a legújabb kiadást még jelentősebbé tette.

287 l.

264 ábra.

Ára fve: : 34.50 Ft

★

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az :

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesbolt : Műszaki Könyvesbolt, Bp. VII., Lenin krt. 7.