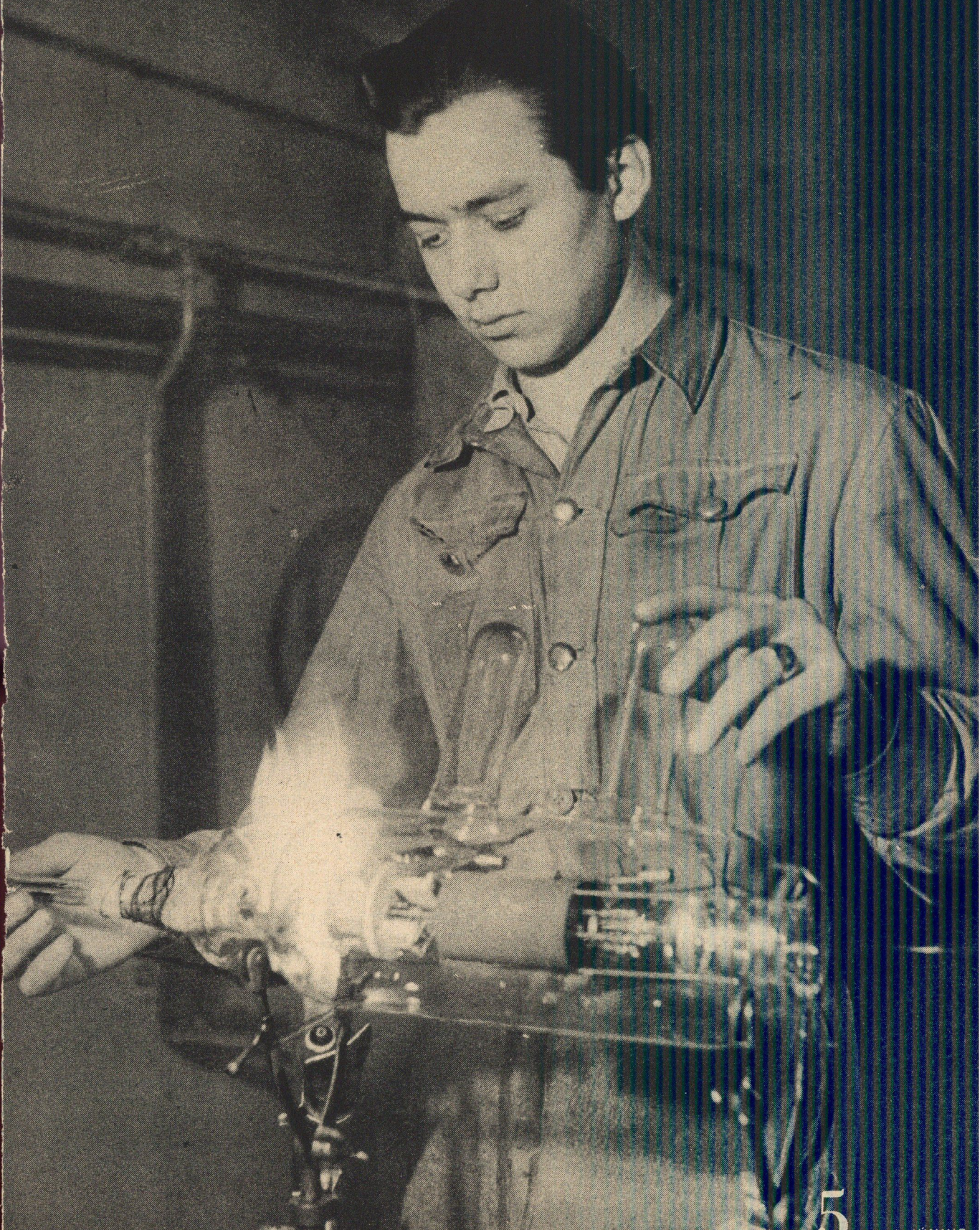


MAGYAR

HIRADÁSTECHNIKA



HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök
és Technikusok Szabad Szakszervezete
Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIÓ * TÁVÍRÓ

Cimképünk: Adóeső beforrasszása (Magyar Lépszolgálat felv.)

A NEMZETKÖZI TELEFONFORGALOM KORSZERŰSÍTÉSE ÉS ENNEK KIHATÁSA AZ ORSZÁGOS TÁVBESZÉLŐ HÁLÓZATOKRA

E. P. G. WRIGHT CIKKE* NYOMÁN ISMERTETI KOZMA LÁSZLÓ

621.395 (160 + 439)

A cikk két főrészből áll; az elsőben foglalkozik a címben jelzett problémákkal, a második részben ismerteti néhány országos hálózat főbb jellemvonásait.

E. P. G. Wright neve szakkörökben jól ismert; kb. 1935 óta foglalkozik a nemzetközi távbeszélőszolgálat problémáival és a háború óta a Standard Koncern londoni híradástechnikai laboratóriumának vezetője, ahol főleg távolsági kapcsolások jelzési rendszereivel foglalkoznak. Ezekről és rokon tárgykörökről szóló számos szakcikke jelent meg úgy az *Electrical Communication*, mint más szakmai folyóiratban. Jelenlegi cikke nem hoz lényegében újat, hanem áttekintő képet ad a háború utáni helyzetről. A bevezetőben azt írja, hogy a nemzetek közötti megegyezés csak kölcsönös megértésen alapulhat és ennek egyik legfontosabb alappillére a nemzetközi távbeszélő szolgálat. Minthogy valószínűleg az országos és nemzetközi hálózat egyidejű jövőbeni fejlődésével kell számolnunk, sajnálatos lenne, ha a nemzetközi szolgálat hátrányt szenvedne az országos hálózatok aránytalan fejlesztése következtében.

Az 1939-es évben már létező nemzetközi szolgálatok jellemzése után a szerző méltatja a C. C. I. F. (Comité Consultatif International Téléphonique) fontos szerepét, amely hatáskörének terjedelmében az UNO-hoz hasonlítható. A nemzetközi szolgálat lassúsága elsősorban a vonalak hiányának tudható be, de más okok is felemlíthetők, mint pl.

a nemzetközi hívás bejelentése tovább tart;

a kezelőnek a beszédjegyen a kapcsolás részletes adatait fel kell tüntetni; nyelvi nehézségek a hívás továbbításakor; a kezelők összeműködésekor;

a valószínűsége annak, hogy a kis csoportokat képező sorbakapcsolandó áramkörökből egyidőben szabadokat találunk, kicsi.

Az országos hálózatok gépesítésének eredményessége megmutatta a köve-

tendő fejlődés irányát. Kérdés azonban, hogy műszaki szempontból eljött-e már az alkalmas időpont egy ilyen nagymérvű nemzetközi szolgálat létrehozására. Az új szolgálatnak ugyanis legalább 25–30 évig kell üzemben maradnia és miután ezen idő alatt a távközlési technika fejlődni fog, biztosítani kell a fejlődés eredményeinek felhasználásának a lehetőségét. A nemzetközi távbeszélő szolgálat megtervezésénél figyelembe veendő szempontok a következők:

1. Újfajta és olcsóbb távolsági összeköttetések, érnélküli kábelek (hullámvezető csövek) koaxiális kábelek, rádió révén.

2. Új kapcsolószervek felhasználása, pl. elektronikus kapcsolók.

3. Az előfizetői készülékek módosítása szélesebb frekvenciasáv átvitelére.

4. Az előfizetői számozás módosítása.

5. A beszélgetési díjak és díjelszámolási módszerek korszerűsítése.

6. Kiegészítő szolgálatok bevezetése.

Ennek a 6 problémacsoportnak alapos vizsgálata nehéz feladat. Senki sem vonja kétségbe, hogy fejlődés minden vonalon várható, de ez még nem ok arra, hogy elodáztassék egy megfelelő nemzetközi szolgálatnak a megindítása. A koaxiális átvitel biztosít kitűnő jövőjű, gazdaságosan nagy áramkör-csoportot. Nem valószínű, hogy az elkövetkező évtizedben egy hasonlóan kimagasló teljesítményű új rendszer bevezetésére fog sor kerülni. A kapcsoló szervek értéke aránylag alacsony és éppen ezért lehetséges különleges kapcsolási módszerek bevezetése. Ugyancsak ez okból nem lenne oly komoly probléma a kapcsológépek kicserélése, ha valamilyen új, modern kapcsológép születne.

Természetesen, ha egy modern nemzetközi szolgálat alapelveit műszaki szempontból el is fogadhatjuk, megoldásra várnak a pénzügyi szempontok. Kizárólag rideg üzleti szempontokat figyelembevéve, a terv nehezen valósulna meg. A nemzetközi együttműködés szükségességének erkölcsi érve kell, hogy érvényesüljön.

A cikk ezután röviden érinti az USA

és Anglia távközlési helyzetét, majd rátér cikkének lényeges részére, a korábbival szemben módosított európai távközlési tervezetre.

Elsősorban minden európai országnak (számuk ma 28) ki kell dolgoznia a saját egységes országos számozási rendszert. Szükséges, hogy az előfizető hívószáma ugyanaz maradjon, az ország bármelyik pontján is fut be a nemzetközi vonal. A kapcsolási diagram kialakításának vezérelve ismertek (gyors kapcsolás, kerülő út áramkörök, nagy áramkör-csoportok stb.)

Az európai kábeltervnek 3 kiviteli lehetősége van:

A) Egyetlen fő tranzit központ a különböző országok felé sugár irányban menő kábelekkel. (Az 1939-es csillagrendszerű terv.)

B) Néhány tranzit központ, amelyek egymással közvetlen összeköttetésben állanak. (USA-rendszer.)

C) A már ismert tranzit gyűrű terv.

A szerző 23 európai ország forgalmát véve alapul, megvizsgálja a fenti három lehetőséget kábelhosszak szempontjából és az eredményeket táblázatokban ismerteti. Az 1952-ben feltételezett nemzetközi forgalom meghatározása az 1938-as forgalom alapul. (Pl. Magyarországnak a napi teljes nemzetközi forgalmát 1952-re 125 hívásórára, azaz 3750 AFOH-ra becsülik.) Erre a forgalomra leméretezi a szükséges kábeleket az A) és C) változatoknak megfelelően és mindenütt a tranzit gyűrűs megoldás előnyét mutatja ki. Pl. Magyarországnak 1952-ben szüksége lenne csillagrendszerben 173.820 km áramkörre, tranzit gyűrűs megoldás esetén 152.920-ra. (Ezek a számok önmagukban még nem mértékadók, mert egy km áramkör értéke függ az egy irányban menő áramkörök számától.) Egy merev rendszer azonban úgysem fog megvalósulni, hanem valamilyen vegyes megoldás.

A koaxiális kábelekkel kapcsolatban nagyon gondosan kell a hálózatot megtervezni. Nagy előnyt jelent, ha a tranzit pontokban nem kell a hívó frekvenciát megváltoztatni, hanem azonnal tovább lehet vezetni. A szerző különböző

* Megjelent a *Journal of the Inst. of Electrical Eng.* 1947 szeptemberi számában. (Vol. 94 Part 3 NO 81,391 old.)

képleket ismert, amelyben vonalköltségek és áramkórszámok szerepelnek és amelyek a kábel minimális hosszára utalnak.

Fontos körülmény a kapcsolások gyors felépítésének lehetősége. A mai lassú módszerek helyett a kezelői távvalasztás lényeges javulást hozhat e téren. A gyorsszolgálat jellemző vonásai: a hívó előfizető automatikus azonosítása számjelző gépen, a számjegyek küldése billentyűzettel, nagysebességű „Code” jelzés a vonalon át, a beszédjegy gépi úton történő kiállítása stb. A szerző hangsúlyozza a különböző indító impulzusok fontosságát. (Pl. London—Milánó elérhető közvetlenül, vagy Zürichen át; ugyanakkor a London—Zürich és a London—Milánó forgalom egyazon áramkör csoporton bonyolódik le, de London a Zürichbe vezető áramkörön kétféleképpen hív, attól függően, hogy a hívás Zürichbe, vagy Milánóba megy.)

Valószínű, hogy az elkövetkező 25 évben a helyi központok kapcsolásában is lényeges fejlődés fog bekövetkezni. Sokkal gyorsabb kapcsolási módszerek, újfajta gépekkel várhatók és ennek megfelelően a nemzetközi kapcsolásoknak is gyorsnak kell lenniük. A kapcsoló berendezések ára amúgyis eltérül az átvívó berendezések ára mellett.

A következő lényeges pont a jelzőáram megválasztása. Elvileg kétféle megoldás van: hangfrekvenciás áramok használata és a jelzéseknek külön csatornán való továbbítása. A kétféle megoldás előnyeit és hátrányait táblázatokban állítja össze. A C. C. I. F. egyelőre még a régi 600/750 frekvenciás rendszert ajánlja, de egyidejűleg beható vizsgálatot folytat a többi hangfrekvenciás rendszerekkel (2000, 2400, 2700, 3000 frekvenciás áramok). A prefix használatának nagy előnye, hogy a különböző országos jelzéseket egymástól szét lehet választani.

A továbbiakban a cikk foglalkozik a különböző jelzőhangok használatával (csengetési, foglaltsági stb. hangok). Miután ezen a téren már megszokott, egymástól nagyon különböző hangok vannak használatban, a jövőben a fejlesztési munkáknak oda kell irányulni, hogy a nemzetközi vonalakon ne a hangokat vigyük át, hanem jeleket és a hívó előfizető a saját országában bevezetett jelzőhangokat hallja.

A nyelvi nehézségekkel kapcsolatban kiemeli a szerző annak fontosságát, hogy távvalasztás esetén is meg kell lennie annak a lehetőségnek, hogy a hívott ország kezelőnőjét szükség esetén be lehessen hívni. (Egyébként a különböző délkelet-európai országokban használatos nyelvek számáról szóló táblázata nem árul el valami nagy tájékozottságot!)

A díjszabás és a különböző út megoldások problémái általában ismertek.

A cikk második része 9 állam jelenlegi távbeszélő helyzetét ismerteti, köztük Magyarországot is. A táblázatokban összefoglalt adatok érdeklődésre tarthatnak számot.

A cikk 32 oldal terjedelmű és 18 táblázatot tartalmaz.

A MAGYAR RÁDIÓCSŐGYÁRTÁS IDŐSZERŰ KÉRDÉSÉRŐL

KATONA JÁNOS

621.385.1 (439)

A magyar rádiócsőgyártás igen sok nehézséggel küzd. Ezeknek a nehézségeknek egyik része összefügg azokkal az általános gazdasági problémákkal, amelyek a felszabadulás után a magyar ipar egyéb szektoraiban is felléptek. E problémák súlyossága azonban gazdasági kérdéseinkkel mindinkább enyhül, a 3 éves terv megvalósítása után pedig általában a háború előtti némi lényegesen kedvezőbben fog alakulni.

A problémák második csoportja azonban már többé-kevésbé speciális jellegű. Az alábbiakban elsősorban ezekről a sajátos kérdésekről fogunk részletesebben foglalkozni.

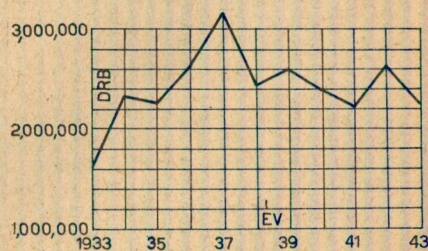
A magyar rádiócsőgyártás, különösen a vevőcsőgyártás, a második világháború előtti években, termelési érték cca 10%-al bőven fedezte a belföldi szükségletet, a többi, export révén, főképpen a nyugati és északi államokban talált felvevő piacot.

Az eladási kontingenst és az árakat kartellmegállapodások biztosították, illetőleg írták elő. A hazai termelés elérte a 2,5 millió darabot évi termelésben. (1. ábra.)

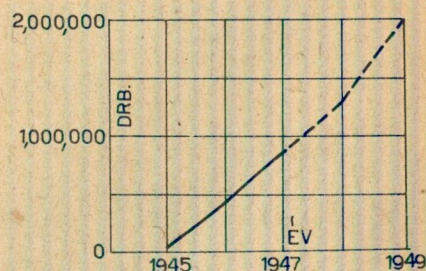
Európát főképpen európai gyárak látták el rádiócsővel és ezek között a vezető szerepet a holland Philips, a német Telefunken és a magyar Tungsram gyár játszotta. Az amerikai gyárak, elsősorban az R. C. A. és Sylvania, már csak kisebb szerephez jutottak és főképpen Angliába, Franciaországba és Svájcba exportáltak. Az amerikai csövek ára már a háború előtt is alacsonyabb volt az európai csövek áránál. Jóval nagyobb méretű gyártásuk biztosította számukra az alacsonyabb önköltségi árakat. Az európai csőgyárak ezt a különbséget jobb minőségű csövek gyártásával igyekeztek kompenzálni. Ez alatt azt kell értenünk, hogy az európai csövek nagyobb erősítéssel, jobb meredekségi adatokkal és kombinált csőtypusok bevezetésével, vég eredményben tehát kevesebb csővel hozzájuttatták a készülékkonstruktorokat azokhoz az előnyökhöz, amiket az amerikai szériákkal csak több cső segítségével lehetett elérni. Az európai csőgyárak ezeket a jobb elektromos adatokat úgy igyekeztek elérni, hogy konstrukcióikat e kívánalmaknak megfelelően beállítva, a csőméreteket és főképp az alkatrészméreteket (ill. az alkatrészek egymástól távolságát) nagy mértékben csökkentették. A jobb meredekség elérésére a katódarácstávolságokat le kellett zsugorítani az amerikai csöveknél szokásos 0,3–0,4 mm-ről 0,1–0,2 mm-re. Ez természetesen

az első időkben nehezen ment. A kis távolságok biztos, zárlatmentes tartása a tömeggyártást igen nagy problémák elé állította. Le kellett szűkíteni az alkatrészek, elsősorban a katódák és rácsok méretszórásai adatait és új szerelési metódusokat kellett bevezetni. Jelentett ez még egyéb problémákat is. Tekintve, hogy a rádiócsöveket csak hőkezeléssel lehet gyártani (az aktiválás alatt a csőalkatrészek cca 1000° C hőfokon vannak), olyan anyagokra lett szükség, melyek anynyira szilárdak, hogy elmozdulásaik e magas hőfokon se haladják meg az újonnan előírt toleranciákat.

A magyar Tungsram Művek dolgozóinak a felszabadulás után bekövetkezett jóvátételi leszerelés után igen gyors ütemben indították meg az újjáépítést állami támogatással és a felszabadulás után megmaradt műszaki gárda óriási erőfeszítéseivel. Ma már eljutottunk a béketermelés 50–60%-ig (l. 2. ábra), megindítottuk az exportot, miután a belföldi szükséglet bőven kielégített. Be kellett illeszkednünk azonban a megváltozott piaci helyzetbe. Az amerikai rádiócsőipar a háború alatt nem szenvedett károkat, sőt tovább fejlődhetett. Újabb gyártási módszerek bevezetésével, további mechanizálással és racionalizálással, újabb, nagyobb teljesítményű gépek és automaták segítségével önköltségi árakat lényegesen csökkentették. Míg az általános amerikai ipari ár-



1. ábra. A rádió vevőcsőgyártás termelése 1933–1943-ig.



2. ábra. A rádió vevőcsőgyártás termelése a felszabadulás óta.

emeikedés egyes cikkekben az 50, sőt a 100%-ot is elérte, a rádiócsövek ára nagyjából a békeben értéken maradt, egyes típusok ára még olcsóbb is lett, különösen exportviszonyban. Azok a nyugateurópai országok, amelyek az Egyesült Államok dollárpolitikájának gyűrűjébe kerültek, saját rádiócsőiparukat sem tudták kellőképpen védeni, bár az utóbbi hónapokban a kifogyóban lévő dollárkölcsonkészetek rászorították ezeket az országokat is, hogy európai gyártmányokkal lássák el magukat. Külön kérdés a délkelet- és keleteurópai piacok helyzete. Ide a dollárimperializmus hatása már nem ért el és itt az európai csőgyáraknak, elsősorban a magyar Tungstammak már könnyebb a helyzete. Ezeknek a piacoknak a felvételképessége a fejlődő életszínvonalal állandóan növekedőben van és igen nagy lehetőségeket rejt magában, éppen a most fejlődőben lévő magyar rádiócsőipar számára. A most megkötött kereskedelmi szerződések ezt az együttműködést lehetővé teszik.

A rádiócsőgyártás sok szempontból különbözik egyéb iparoktól. Nagy műszaki felkészültséget, megfelelő számú gyártási és kísérleti berendezést, megfelelő számú mérnököt, technikust és szakmunkást igényel. Csőgyártásunk főerőssége az, hogy a feladataink megoldásához szükséges jól képzett műszaki gárda rendelkezésünkre áll. Rentabilis egy ilyen nagy apparátust igénylő gyártás természetesen csak akkor lehet, ha a gyártás nagy tömegeket produkál és apparátusa jól van kihasználva. Ez már magában rejtí az alaptétőt, hogy egy ilyen fejlődésben lévő gyártás a felfejlődés stádiumában csak kevésbé lehet rentabilis. Jelenti ez azt is, hogy a felfejlődést megfelelően támogatni, finanszírozni kell. És itt válik a 3 éves terv számunkra döntő jelentőségűvé. A 3 éves terv beruházási lehetőségei nélkül rádiócsőgyártásunk fejlődése megakadt volna és nehezen találánánk kiutat arra, hogy a ma még némileg ráfizetéses gyártásunkat aránylag rövid idő alatt racionális gyártássá fejlesszük.

A másik tényező, amely gyártásunkat súlyosan terheli, a rádiócsőtípusok kérdése. A háború pusztító hatása a rádiókészülékekben elsősorban a csöveket érte. Ez pedig azt jelentette, hogy most a háború után a csőszükséglet igen sokféle. Sokféle típust gyártani pedig természetesen sokkal kevésbé rentabilis, sokkal drágább és neheze-

sebb. Rendelkezésre álló gyártási kapacitásunkat úgy kell tehát felosztani, hogy egyes típusszériákat lehetőleg hosszú szakaszokban és sokáig tudjunk gyártani, lehetőleg kevés megszakítással vagy átállítással.

Ez a sokféle típus pedig onnan adódott, hogy az elmúlt időkben a világpiacot diktáló csőgyárak minden évben más típusokat dobtak piacra, legtöbbször az előző évi szériáktól csak jelentéktelen változtatásokban különböztek e típusok (más fűtési adatok, változó fej és bekötés, stb.) és jelentőségük az volt, hogy a régebbi készülékek már ne legyenek velük felcsövezhetők. A rádiócsőiparban tehát a típuszabványosításnak nyomain sem látjuk. A csőtípusok változtatásának csak technikai előnyök esetén van létjogosultsága és tervszerű termelési rendszerben ez el sem képzelhető másképp. Itt a szükségletek kielégítése az irányadó szempont és nem a profit-szerzés.

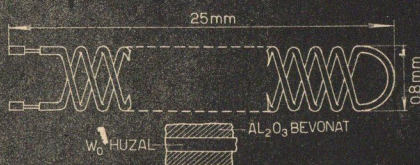
A harmadik súlyos probléma anyagellátásunk kérdése. Kevés olyan iparágat ismerünk, ahol a különféle anyagoknak olyan széles skálája szükséges, mint éppen a rádiócsőgyártásnál. A fő nehézségek pedig ott vannak, hogy ezeknek az anyagoknak a túlnyomórésze csak külföldről szerezhető be és a mai nehézkes külföldi anyagbeszerzés miatt fél- vagy egészeves készleteket kell beszerezniük, mivel egy-egy anyag kifogyása az egész gyártásukat megbéníthatná. Ez a probléma az anyagbeszerzésünkre óriási feladatot ró.

Ha a rádiócsőgyártás műszaki problémáit vizsgáljuk, úgy be kell tartanunk azt a rendszeres utat, amely az alkatrészyártásoktól a felépítésen keresztül a kész csövek vizsgálatáig vezet.

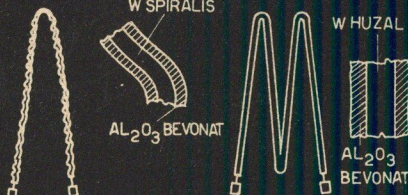
a) Fűtőtestek: A rádiócső legkényesebb alkatrésze. Állandó üzemi temperaturája a közvetett fűtésű csövek-nél 1100°C — 1200°C között van. A fűtőtestek anyaga általában Wolfram. A váltóáramú fűtésű (fűtőfeszültség: 4 V., 6,3 V.) csövek fűtőtest konstrukciója a legutóbbiakig bifiláris alakú spirális volt (l. 3. ábra). Ez a konstrukció abból az elgondolásból származott, hogy a fűtőtest lehetőleg kis önindukciójú legyen, minél kisebb legyen a hálózati bűgás, ami a fűtőtestről átkerülhet a katódára vagy a vezérlőrácsra. A spirális kolloidumban oldott Al_2O_3 szigetelő bevonattal látjuk el; ezt a bevonatot beszóró

pisztollyal szórjuk a fűtőtestre. A szigetelő bevonatot az Al_2O_3 szinterelési hőfokán (1700°C — 1800°C) ráégetjük a wolfram spirálisra. Ezzel a fűtőtestkonstrukcióval különösen az utóbbi nyersanyagszegény és bizonytalan helyzetben sok bajuk volt, úgy az európai, mint az amerikai csőgyáraknak. Erre a ritka menetű és spriccelés szempontjából kedvezőtlen formájú fűtőtestre egyenletes bevonatot rá-szorítani igen nehéz. Nehéz jó tapadást elérni, ez pedig zárlatveszély miatt okvetlen szükséges. Ha a bevonat könnyen leválik, úgy a csőben katódafűtőszálzárlat lép fel és a cső kiég. Eppen ezért próbálkoztak két új fűtőtesti típust bevezetésével, amelyek fenti hibákat megszüntetik. Az egyik ilyen a hajtűalakú egyszeres spirális, a másik a hajtogatott fűtőtest (l. 4. ábra). Ez utóbbit legelőször Amerikában kezdték használni. Bár mindkét fűtőtest típus önindukciója magasabb, mint a bifilárisé, a bűgásveszély még nem nagy, viszont úgy tömeggyártási szempontból, mint minőség szempontjából mindkettő jobb kivitelű biztosít.

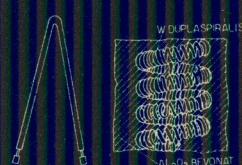
A legtöbb probléma azonban az univerzális fűtésű, széria kapcsolású csövek fűtőtesteinél lép fel, különös-kép az 50, 55, 62 Volt fűtésű fűtőtesteknél. Az eddig használatos konstrukció itt egy duplaspirálisból alakított hajtű alakú fűtőtest volt (l. 5. ábra). Mivel a fűtőtestek fűtési árama általában 100 mA, a méretezés egy igen vékony (pár század mm) wolframhuzalt ír elő. Ennek a vékony huzalnak a mechanikai szilárdságával, törekenységével igen sok baj volt. A lejátszódo kémiai folyamat nem egészen egyszerű. A fűtőtestre rászórt Al_2O_3 bevonat rászinterelése után a wolframszál szilárdsága már megromlik, függően attól, hogy a ráégetés, rászinterelés milyen hőfokon történik, de függ a fűtőtest szilárdsága attól is, hogy az Al_2O_3 anyag szemcse nagysága mekkora. A finom szemcsés Al_2O_3 intenzívebben érintkezve a wolfram felülettel, jobban megta-madja és csökkenti a wolfram és ezzel együtt az egész fűtőtest szilárdságát, mint a durvább szemcséjű anyag. Ez a ridegedési folyamat azonban a további hőkezelések folyamán folytatódik. Úgy az aktiválás alatt, mint a későbbi üzemi használat folyamán a fűtőtestvégek közötti feszültségkülönbségek hatása alatt egy elektrolitikus folyamat indul meg a nikkel



3) ábra. Bifiláris fűtőtest.



4) ábra. A hajtűalakú szimpla spirális.



5) ábra. Hajtűalakú duplaspirális fűtő.

katódcsőben, ahol az Al_2O_3 mint elektrolit a katódcső nikkelanyagát kezdi átszállítani a wolframfűtőtestre és ott egy igen rideg nikkel-wolfram ötvözetet képez. A jelenség a legnagyobb feszültségkülönbségű helyen, tehát a fűtőtest kezdeti pontján mutatható ki a legerősebben. Egyenfeszültségű fűtés esetén pedig csak a pozitív ág válik erősen rideggé. E problémát a Telefunken úgy próbálta megoldani, hogy olyan konstrukciót készített, ahol a fűtőtest wolframfonala mechanikailag tehermentesítve lett. Egy magas hőfokon kiégetett vékony alumínumpálcára tekercselte fel a wolframspirális és az egész konstrukciót két bandázsspirális talpra építette fel (l. 6. ábra). Ez azonban igen költséges konstrukció és a problémát tulajdonképpen nem oldja meg, csak megkerüli.

A probléma helyes megoldása ott keresendő, hogy a folyamatot magát kell megakadályozni. Erre pedig legalkalmasabb út a nagy feszültségkülönbségek fűtőtestágankénti megosztása. Így oldottuk meg mi is a kérdést, midőn áttértünk egy négyágú egyszerű spirális konstrukcióra (l. 7. ábra), ahol a feszültségkülönbségek megfelelően áganként és a törekénység kérdése is megoldódott.

A fűtőtest problémák az Al_2O_3 anyagának minőségétől igen jelentősen függenek. Bármilyen furcsán is hangzik: annak ellenére, hogy országunkban hegyekben áll az Al_2O_3 , illetőleg timföld, mégis kénytelenek vagyunk ezt az anyagot külföldről importálni. A vegytiszta Al_2O_3 olvadási pontja 2050°C , szinterelési hőfoka 1900°C , mint ilyen, közvetlenül nem alkalmas fűtőtestszigetelésre, mert magas szinterelési pontja miatt tönkretenné a wolframspirális. Nem alkalmas ezenkívül azért sem, mert mint minden keramikusan anyagnak, úgy ennek is igen nagy a zsugorodása a kiégetés után. Ezt a zsugorodást egy előzetes kiizzítással, előzsugorítással lehet csak, még nyersanyag formájában megszüntetni. Az előzsugorításhoz pedig egy olyan hőtechnikai felkészültségre van szükség, amellyel egy magyar gyár sem rendelkezik. A feladat az lenne, hogy egy olyan 1600°C hőmérsékletet előállító kemencét kellene felépíteni, ahol az anyag kiizzítása szennyezés-mentesen történne, vagyis, ahol az izzítás alatt az anyag sem a tüzelőtérből, sem a tüzelést biztosító tüzelőanyagokból nem

venne fel bizonyítan szennyezést. Ennek felépítése sem sikerülne hazai anyagokból és így jelenleg célszerűen gazdasági mérleget készítve, az Al_2O_3 -t már kész, feldolgozásra alkalmas módon importálni.

Fontosabb feladatnak látszik azonban havi 300–400 kg Al_2O_3 szükségletünk csökkentése. A ma használt gyártási módszerünk ugyanis a beszállási eljárás, amidőn is a nitrocellulózával oldott Al_2O_3 -t rászórjuk a fűtőtestre. Ekkor azonban az anyag cca 90%-át a levegőbe szórjuk szét és csak 10% a tulajdonképpen hasznos anyag. A szétszórta anyag regenerálása pedig költségesebb, mint új anyag vásárlása.

Egy másik, új eljárás, melynél az Al_2O_3 anyag 100%-ban hasznosítható, az elektroforézis jelenségén alapszik. Az elektroforézis jelensége pedig az, hogy egy elektromos erőterben elhelyezett igen kis tömegű szigetelő szemcsék feltöltődve, töltésükkel ellenkező polaritású helyre igyekeznek vándorolni. Ha a bevonandó fűtőtesteket pozitív feszültségre kapcsoljuk, úgy az Al_2O_3 részecskék megfelelő térkialakítása mellett ráakódnak a fűtőtestre, az erőter és az idő megfelelő beállításával igen egyenletes bevonás nyerhető (l. 8. ábra).

E módszer nemcsak az Al_2O_3 és a hozzá szükséges, ugyancsak külföldről beszerzendő drága oldószerek fogyasztását csökkenti minimálisra, hanem egy sokkal egyenletesebb minőséget is biztosít.

Katódák:

A fűtőtestek mellett a rádiócső legkényesebb alkatrésze a katóda.

A közvetett fűtésű csövek katódái úgy készülnek, hogy pontos méretű, tiszta nikkelcsőre egy kollodiumban szuszpendált Ba.Str.CaCO_3 oldatot szórunk. Gyártástechnikai szempontból a legfőbb gond ennek az anyagnak a tisztasága mellett a katódcsőre kerülő bevonat struktúrája. Tekintve, hogy a cső emittáló képessége egy megfelelő aktiválás esetén állandó hőmérsékletet feltételezve, az effektív felület függvénye, igen lényeges, hogy a felületet jól használjuk ki. Egy simára beszórt felület kétségtelenül gyengébb eredményt ad, mint egy szemcsés, hegyes-völgyes struktúrájú. A struktúrát elsősorban a Ba.Str.CaCO_3 szemcsékkel, a feloldó anyag minőségével és mennyiségével

és a beszórás technikájával lehet lényegesen befolyásolni. Igen fontos kérdés ez, mert a probléma nem tökéletes megoldása azt jelenti, hogy pl. egy sima bevonatú katóda esetén a csőtől kívánt meredekségi adatok nem teljesíthetők, vagy csak szűkebb vagy vékonyabb huzalú vezérlőrácsokkal érhető el a kívánt eredmény, ugyanis kevesebb elektron esetén csak kis katódrács távolságokkal érhető el kedvező vezérlő hatás.

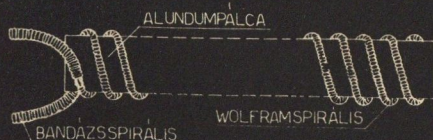
Fontos feladatunk tehát nagy fajlagos emisszió elérése. Igen sok gyártási gondtól tudunk így megszabadulni. A többi alkatrészek, elsősorban a vezérlőrácsok mérettoleranciái bővíthetők így, csökken a selejtmennyiség és amellett így kedvezőbb, jobb minőségű csöveket tudunk produkálni.

Igen lényeges kérdés az alapanyagok és oldószerek tisztasága is. Pl. 0.001% klór jelenléte már lényegesen befolyásolja a katóda emisszió képességét.

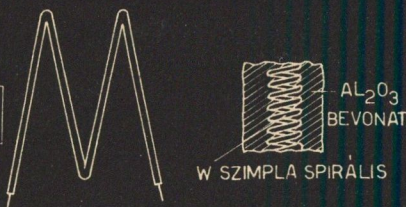
Az anyagtakarékosság és a minőség javításának útja itt is az elektroforetikus bevonás. Bár itt az anyagfogyasztásunk nem olyan jelentős, mint a fűtőtesteknél volt, mégis tervbe kell vennünk a katóforetikus katódák bevezetését, ami még azzal az előnnyel is járna, hogy egyenletesebb rétegvastagságot és struktúrát tudnánk biztosítani.

Külön problémát jelentenek az egyenirányító csövek katódái. Itt a specifikus nagy emisszióképességnél is fontosabb kérdés az anóda és katóda közötti átütési biztonság. Az egyenirányító csöveknél fel kell adni a nagy szemcséjű, durva felületű katódbevonat elvét és a nagy feszültségkövetkeztében fellépő nagy erőter miatt lehetőleg csúcsoktól mentes, sima bevonatú katódát kell készíteni, hogy az átütési szilárdság az anóda és katóda között emelhető legyen. Itt is a katóforetikus bevonás a fejlődés további útja, mivel a felületi struktúra legjobban így tartható kézben.

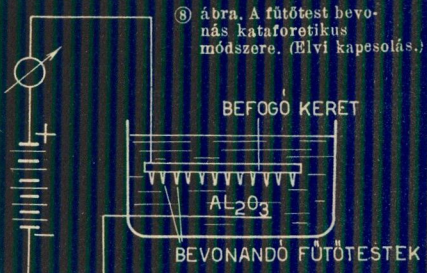
A közvetlen fűtésű, telepes csöveknél a katóda kérdése már előbbre haladt stádiumban van. Itt az alacsony fűtőenergiafogyasztás eléréséhez igen vékony (11μ) vastagságú wolframszállra kellett az emittáló bevonatot rávinni cca 10μ rétegvastagságban. A spricelési eljárás itt csődöt mondott és szükségszerűen azonnal a katóforetikus bevonást kellett megoldani. A bevonás itt folytonos bevonó módszer (l. 9. ábra), méteráruban készül a ka-



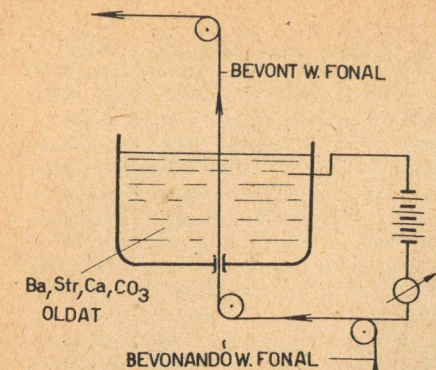
6. ábra. Alumínumpálcára tekercselt Wolfram bifiláris spirális alsó bandázsspirálissal.



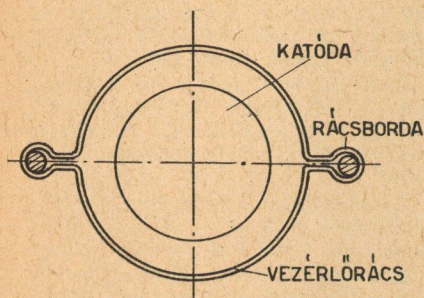
7. ábra. Négy ágú szimplaspirális fűtőtest.



8. ábra. A fűtőtest bevonás katóforetikus módszere. (Elvi kapcsolás.)



9. ábra. Kataforetikus bevonási módszer katódfonalak számára. (Elvi kapcsolás.)



10. ábra. Hullámosított rács.

tódfonál. A teleses fűtésű csövek gyártásánál előbbre tartunk, mint a külföldi gyárak, mert kisebb fűtőenergiafogyasztás mellett jobb, nagyobb emisszióképességű, jobb meredekségű csöveket (különösképp végerősítő csöveket) tudunk gyártani, mint az eddig piacon levők és nagyon valószínű, hogy a teleses csövek konstrukciójában és típuskidolgozásában a világpiacon is vezetőszerepünk lesz.

Rácsok:

Az utolsó évek csőkonstrukciós fejlődése rácsgyártásunkat súlyos feladatok elé állította. Egyrészt a nagymerekségű csövek elektromos adatai (a nagy meredekségek kis katódrács távolságokat jelentettek) igen szűk határokat tartottak, másrészt a homogénebb erőter elérése nem csak a mérettartások szigorítását jelentette, hanem a rácsok profiljára is különleges előírások betartását tette szükségessé.

Rácsgyártásunknak tehát elsősorban minőségi fejlődést kellett felmutatni ahhoz, hogy selejtszázálékunkat csökkenteni tudjuk és így racionálisabbá tegyük gyártásunkat. Meg kell állapítanunk, hogy eddig is jelentős eredményeket értünk el, de ezeket tovább kell fokoznunk.

Rácsgepeink nagyjából a régi elveken épültek fel és lényegük az, hogy a rácsbordába bevágott hornyokba a rácsvezeték egy adott profilsablonon gépi úton tekercseljük fel. A bevágás egy vezetett kés segítségével történik és ennek pontatlan vezetése és csapágyazása a menetemelkedések egyenlőtlenségét is okozza. Az újjáépített gépeink kétségtelenül precíze-

bec és menetemelkedésszórásunk is kisebb. Javítottunk a rácsok minőségén azzal is, hogy rácsvezetékaink 1,5 μ átmérőszórás szerint osztályoztuk, a különböző osztályozású rácsvezetéseket pedig megfelelő menetszám ill. menetemelkedés korrekcióval tekercseljük előzetes számítások szerint.

A legkényesebb rács típusunk az ú. n. hullámosított rács (l. 10. ábra). Ezt a rács típust körkeresztmetszetű katódákhoz használjuk és különleges formát azért alakítunk ki, hogy a teljes katódfelület kihasználását biztosíthassuk. Ezeknek a rácsoknak formaadása ma egy melegített alakítószerszámmal történik és pontos kis méretszórású rácsokat kapunk, azonban tekintve, hogy a rács típusoknál a katóda-rács távolság mindössze 0,08 mm minimum esetben a szórás csökkentésével még tovább kell foglalkoznunk. A rácsátmérő szórása itt nem lehet nagyobb, mint +0,03 mm és a toleranciából kieső rácsokat utólagos műveletekkel tudjuk csak részben megjavítani.

Nem elhanyagolható kérdés a rácsanyagok problémája sem minőségi, sem gyártásolszobíttási szempontból. A tekercselő huzal állatában eddig molibdén vagy az ú. n. „A” huzal (20% Mo, 58% Ni, 22% Fe) ötvözet. A molibdén és „A” huzal beszerzése igen körülményes. Csak külföldről tudjuk beszerezni igen kis tételekben és nem a legjobb minőségben. Szükséges ugyanis, hogy a molibdén megfelelően hőkezelt, jó nyúlású anyag legyen, hogy rudakban, vagy vastag huzal formájában beszerzett anyagot itthon a szükséges 0,04–0,08 mm átmérőre lehúzhassuk. A rossz nyúlású molibdén részben a húzásnál, részben a tekercselésnél szakad, sok selejtet és lassú munkafolyamatot jelent. Az „A” huzal alkalmazásának pedig legfőbb akadálya cca tizenötösörös elektromos ellenállása és ezzel együtt járó tizenötöd akkora hővezetőképessége, mint a molybdénnek. Egyes vezérlőrácsok ugyanis, ahol a rács igen közel van a meleg katódhoz, maguk is emittálni képesek, ha a gyártás folyamán a katódáról emittáló anyag rájuk párolog. Ezt a káros, sőt a cső működését tönkretévő rács emisszió meg kell szüntetni, mégpedig úgy, hogy a rácsot hűtenünk kell, a rásgárgzott meleget el kell vezetnünk a rácsvezetéről a rácsbordán keresztül a rácsra hegesztett hűtőszárnyakra. A rácsborda anyaga a vezérlőrácsnál az előbb mondottak miatt a jó hővezetésű vörösréz volt, azonban különösképp magas hőfokon mutatózó alacsony mechanikai szilárdsága miatt sok torzulás lépett fel a gyártás folyamán. Legújabbban rézköpenyes vashuzalt (ú. n. dumet) alkalmazunk, ahol a hővezetőképesség elhanyagolhatóan kis csökkenése mellett az igen jó mechanikai szilárdság és formartartóság magas hőfokon is elérhető.

Rácsgyártásunk munkafolyamatát is átszerveztük; a rácsgyártás a csőgyártással a legszorosabb kapcsolat-

ban van, ami azt jelenti, hogy minden csőgyártási szórásváltozást a rácsgyártásban azonnal korrigálni tudunk.

A csövek minőségi fejlődésével egyidejűleg a rácsprofilok kérdése is mindinkább előtérbe került. Az ideális csőkarakterisztikát csak homogén v. közel homogén erőter kialakítással sikerül megközelíteni.

Ezért különösképp végerősítőknél, ahol nagyobbak a kivezélrések és a karakterisztika teljes hossza ki van használva, kezdünk alkalmazni a profil katódát, a vele együttthaladó rácsokkal. A rácsprofilok pontos betartása tehát újabb feladat elé állítja a rácsgyártást; ez a technológiai feladat pedig további precizitást és a szigorú előírások miatt további selejtnövekedést jelentett.

Anódák, árnyékoló lemezek:

Az anódák és árnyékoló lemezek gyártása présgepeken történik. Itt a mechanikai pontosság a trioda anódák kivételével már nem olyan szigorú követelmény. Présgepeink és szerszámaink az amerikaiakétól teljesítmény szempontjából egyelőre még elmaradtak. Náluk kis mozgó tömegű, gyorsmozgású és egyszerre sok elemet mozgató présgepek használatosak, ahol az órateljesítmények természetesen jóval magasabbak. Ilyen présgepek beszerzése még, sajnos, a mai méretű gyártásunkhoz nem volna időszerű.

Az anódák és az árnyékolók anyaga a háború előtt általában nikkelt volt. A háború alatt kezdtünk foglalkozni a vasanyag bevezetésével. A legtöbb nehézség itt a csövek szivattyúzásánál mutatkozott. A csőszivattyúzásnál alkalmazott nagyfrekvenciás kiizzításnál a vas a növekvő hőfokkal fokozatosan elveszti a permeabilitását. A lágyvas permeabilitási tényezője hidegen tudvalevőleg cca több ezerszerese a nikkelenek, melegen pedig az ú. n. transzformációs pontnál a vas permeabilitása a nikkellel egyenlővé válik (cca 1). Ugyanakkor az elektromos ellenállása pedig, amely hidegen egyező a nikkellel, melegen annak kétszerese lesz, tekintve, hogy a vas temperaturaellenállás egyenlő a kétszerese a nikkelenek. Ezen két tényezőváltozás tehát egész más kiizzítási módszereket jelent a vas számára. Másrészt kell az anóda, ill. árnyékoló és egyéb alkatrészek formáit választani vas esetén és meg kell változtatni az erőter kialakító tekercsformákat, illetőleg áramerősségeket. Egy másik probléma-csoport a vasanyag káros szennyezéseivel függ össze. Ha ezeket a vas kohászati eljárásánál fertőzött, kis mennyiségű, szennyező anyagokat előzetes kezelésekkal el nem távolítjuk, úgy ezek a szivattyúzás és aktiválás alatt szabadulva fel, a katóda emisszióját rontják le, a katódát részlegesen v. súlyosabb esetekben teljesen dezaktiválják. Hosszas kísérletsorozatokat után ma ott tartunk már, hogy előzetes kezelésekkal, kiizzításokkal és nikkelt-

fedőréteg rávitelével e káros jelenségeket ki tudtuk küszöbölni és más számos típusunkkal sikerült a vasanyagot úgy alkalmazni, hogy az a nikkelanyaggal teljesen egyenértékű eredményeket ad. Ezzel az anódak és árnyékolók anyagköltségét cca 1/4-re csökkenthetjük. Megfelelő lemez, illetőleg szalag előállítása pedig már hazai probléma.

Üvegállványok, felépítés:

A rádiócső konstrukció az izzólámpa-konstrukcióból indul ki. Egy üvegcsövet, melybe elektródákat helyezünk, melegen meglapítunk és erre az állványzatra építjük fel a rádiócsövet. Ez a konstrukció nem tűzoltan cél-szerű, mivel az elektródák síkjukra merőleges irányban csak igen kis tehetlenségi nyomatékot képviselnek, a konstrukció bizonytalan szilárdságúvá válik. Elektromos szemmel nézve sem látszott célszerűnek, mivel a kivezető elektródák hosszú kivezető útja a cső elektróda kapacitásokat növeli meg és rontja a cső rövidhullámú csillapítását, érzékenységet és rezgőképességét. A 30-as évek vége felé két új irányban történtek próbálkozások. Az egyik az amerikai fémcső volt, amely nehéz és bizonytalan technológiája miatt megbukott, a másik a préselt színűveg-alizatra szerelt tömbszerű konstrukció, ahol körben elhelyezett nyolc chrómvas elektródát préselünk egy üvegtárcsába és erre építjük fel a csövet. Ezt az utóbbi konstrukciót fejlesztettük ki idehaza is és ez a konstrukció gyártásunknak ma is gerincét képezi. Emellett természetesen gyártjuk a lapítós állványú csöveket is, de a készülék-konstruktorok ma már új készülékek építésénél leginkább a színűveg-sorozatot választják, annál inkább is, mivel az egy felületen adódó kivezetések a készülékszerelést megkönnyítik.

Használó szerkezeti elvei vannak az új n. miniatűr csőszorozatnak is. A miniatűr csövek gyártását úgy az amerikai, mint az európai csőgyárak egy-két évvel ezelőtt kezdték kidolgozni. Lényegében ez is a színűveg préselt alizatu csövekhez hasonló, csak lényegesen kisebb méreteekkel.

Az összeszerelés munkafolyamatában a felszabadulás után új módszert vezettünk be. A csőfelépítést, a cső-konstrukció felépítését az állványra, eddig az új n. fázisszerelési módszerrel végeztük. A szerelő munkások régebben a felépítésnek csak egy-egy kis szakaszát végezték. A teljes felépítés a szükséges hegesztésekkel együtt egy 10–15 lépéses folyamat után fejeződött be, egy-egy szerelőnél csak egy egyszerű műveletet készített a csővön. A felszabadulás után ráértünk az egyéni szerelési módszerre. Egy szerelő ma elejétől kezdve felépíti és összeszereli a teljes csövet.

Ez a kísérlet kedvezően végződött, a teljesítmények feljavultak a felszabadulás előttiekhez képest és jelentős minőségi javulás is mutatkozott. Min-

den rádiócsőről meg tudjuk állapítani, hogy ki szerelte fel, így az egyéni teletelőség tudata is megnőtt és mivel a jobb munkát a jobb minőség szerint is premizáltuk, verseny indult el a jobb eredmények elérésére.

Külön technikai tanulmányt jelent a csőfelépítésnél a ponthegeztés problémája. Csőminőségi szempontból igen lényeges az, hogy a hegesztésnél az összehegesztendő alkatrészek torzulást ne szenvedjenek, a hegesztést pedig biztos elektromos kontaktusokat adjon. Ehhez a ponthegeztés feszültségbeállítását, a hozzá szükséges transzformátorok megfelelő méretezését, a hegesztő elektródák megfelelő választása és a hegesztési idő pontos beállítása szükséges.

Beforrasztás, szivattyúzás:

A fenti módon elkészült csőállvány a beforrasztó és szivattyú automatára kerül. Ez talán a legkényesebb munkafázis, mert itt öntünk életet a csőbe és ennek az automatának tökéletessége döntő jelentőségű a cső minőségi adataira. A legfontosabb részei ennek a gépnek a finom vákuumszivattyúk, csővezeték és szeleprendszer. Szivattyúautomatánk konstrukciója is, mint sok rádiócsőgyártó gépünké, az izzólámpagyártógépek konstrukciójából fejlődött ki. Tekintve, hogy az izzólámpák vákuumigénye sokkal kisebb, mint a rádiócsöveké a szivattyúk számát, minőségét és a vezetékek méretezését kellett megfelelően javítani. Bár szivattyúink végvákuum szempontjából nem esnek súlyos kifogás alá, a vezetékrendszer hidraulikus ellenállása volt túl nagy és a recipiens és a szivattyú között jelentős nyomáskülönbség mutatkozott. Tekintve, hogy magas vakuum esetén a csőrendszer hidraulikus ellenállása arány-

L
 $\frac{1}{d^5}$ -al, ahol L a hossz és d az átmérőt jelenti, szükséges volt a vezetékek átmérőinek növelése, mert így hidraulikus ellenállásuk volt lényegesen csökkenthető. Szükséges volt a recipienstől kis távolságra elhelyezni a szivattyút és lehetőleg minél nagyobb átmérővel rendelkező csővezetéseket építeni. A szivattyúkkal szemben a jó végvákuum mellett a nagy szívósebesség is fontos követelmény. Ez utóbbi talán még a jó végvákuumnál is fontosabb, mivel a jelentékeny vezetéknyomásesés miatt a recipiensben megközelítően sem érhető el a szivattyú végvákuuma. A legutóbbi hónapokban üzembehelyezett nagy szívósebességű szivattyúk komoly javulást eredményeztek úgy vákuumnívó, mint emissziós nívó szempontjából.

A jól kigázaltanított cső és alkatrészei döntő befolyást gyakorolnak a cső minőségére. Az alkatrészek kigázaltanítását a szivattyúzással egyidőben végzett nagyfrekvenciájú izzítással sikerül elérni. Ujjáépítésünk első szakaszában szikraközös generátorokkal áll-

tottuk elő a szükséges nagyfrekvencia energiát. Ennek hátrányai közismertek.

Később eljutottunk már addig, hogy elektroncsöves nagyfrekvenciájú generátorokat építettünk. További célunk, hogy egy-egy szivattyúautomatához két, esetleg három generátort kapcsolva, több független áramkört biztosíthassunk, miáltal az alkatrész izzítások sokkal kedvezőbben lesznek beállíthatók, mint szériesz kapcsolásban, egy áramkörben.

Mérések, minőségi vizsgálatok.

A leszivattyúzott, megfajult cső még egy utólagos aktiválás (aging) után elektromos vizsgálat alá kerül. Méréseink a multiban túlnyomórészt csak statikus karakterisztika pontok, emisszióképesség, szigetelés és vákuumvizsgálataiból álltak. Ujjáépítésünk során új mérőállomásokat terveztünk és új mérési módszereket vezettünk be a 100%-os csővizsgálatok céljaira. Az új tömegmérőállomásokkal a statikus mérések meggyorsultak és pontosabbak lettek és a mérőállomás egyszerű konstrukciójánál fogva az egyes típusváltozások átállítása is egyszerűbb lett. (Jellemzősül: új mérőállomásaink teljesítőképessége 300 drb keverőcső mérésre óránként; csővenként 14 mérest végzünk el.) Új mérőállomásaink egyszerűsítési elve az, hogy a karakterisztika pontok beállítása, a vákuum és segéd elektródaáramok mérése egy helyzetben egyszerre történik. Kézi, közvetlen kapcsolás helyett pedig egy jelfogó rendszerrel dolgozunk, amely cca 20 áramkört kapcsol egy-egy gomb lenyomására. Kibővítettük méréseinket dinamikus csővizsgálatokkal is. Minden csövet a statikus adatokon felül készülék-érzékenységi vizsgálatnak is alávetünk külön erre a célra készített vizsgálgó berendezéssel. Így nemcsak hogy egy tökéletesebb minőségi szelekciót végzünk, hanem olyan hibákat is könnyebben kianalizálunk, melyek a statikus adatokból egyszerűen nem vehetők észre.

Ha a csőveink minőségi fejlődését vizsgáljuk, meg kell állapítanunk, hogy a felszabadulás óta jelentős lépéseket tettünk. Számos rejtett és bonyolultabb csőhibát (pl. az „U” széria fűtőtest törékenysége, keverőcsövek érzékenységi hibái, rövidhullámú rezgőképesség-hibák, színűvegcsövek finom húzóadási jelenségei stb.) sikerült kianalizálnunk és legtöbbet már ki is küszöböltük.

Rendelkezésre álló adatainkból megállapítható, hogy a magyar rádiócsőgyártás termékei világpiaci viszonylatban is jól megállják a helyüket. Bizonyos csőtípusoknál pedig már előbbre vagyunk minőségi szempontból a külföldi gyártmányoknál.

A legutóbbi hónapokban elért eredmények és a fokozódó lendület a munkában reményt ad arra, hogy a magyar rádiócsőgyártás a közeljövőben az eddigieknél is lényegesen gyorsabban fejlődjen úgy minőségi, mint mennyiségi szempontból.

AZ ATOMFIZIKA HÍRADÁSTECHNIKAI SEGÉDESZKÖZEI IV.

539.15 : 621.39

TARI LÁSZLÓ

MULTIVIBRATOROK.

A III. közleményben már sok szó esett a multivibrátorokról. Most rövid áttekintést szeretnék adni a multivibrátorok különböző fajairól. Az összeállításban az a szempont vezetett, hogy kiválogassam és logikusan csoportosítsam az atomfizikai méréseknél használatos multivibrátor-csoportokat.

Abraham és Bloch 1918-ban ismertették először ezt az igen fontos és a gyakorlatban oly sokszor alkalmazott kapcsolást. (Notice sur les lampes-valves à trois électrodes et leurs applications címen jelent meg a francia hadügyminisztérium 27. közleményében 1918 áprilisában.)

Ez az eredeti multivibrátor típus azóta sok fejlődésen ment át és ma már megfelelő módosításokkal a legkülönbözőbb műveletek elvégzésére vált alkalmassá.

Felépítésük szerint három főcsoportot különböztethetünk meg:

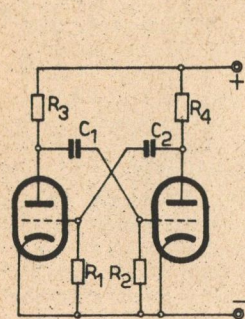
a) Oly kapcsolásokat, melyeknek két instabil állapotuk van, ezek a tulajdonképpeni multivibrátorok (Relaxation oscillator);

b) oly kapcsolásokat, melyeknek egy stabil és egy instabil állapotuk van, ezek az ún. „lökődő” (flip-flop) kapcsolások, végül

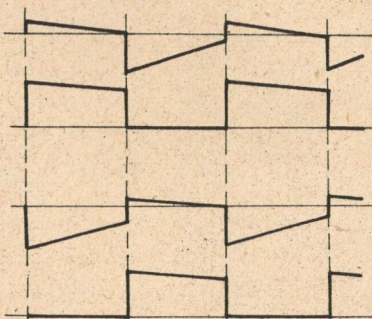
c) oly kapcsolásokat, melyeknek két stabil állapotuk van. Utóbbiak a „billegő”-k. (flip-flop with two stable limiting conditions).

Ez a csoportosítás érthetővé válik majd, ha az egyes típusokat külön-külön megvizsgáljuk. Mindenekelőtt vegyük tehát az eredeti kapcsolást, az Abraham—Bloch-féle multivibrátort.

a) Két instabil állapottal bíró multivibrátorok. A multivibrátor két csőből áll, legegyszerűbb esetben triódából (1. ábra). Mindkét cső anódja blokkon keresztül csatlakozik a másik cső rácshoz és mindegyik rác egy-egy levezető ellenálláson át a katódhoz és a földhöz. A kapcsolat működése a következő: ha az első cső anódárama valamilyen okból megnő, a C_1 csatoló kondenzátoron keresztül egy negatív lökés jut a másik cső rácására.



① ábra.



② ábra.

Az első cső anódáramának a növekedése az anód potenciáljának a csökkenését eredményezi, az R_4 ellenálláson létrejött megnövekedett feszültségesés miatt. A negatív lökés következtében csökken a második cső anódárama, csökken R_4 -en a feszültségesés is, ílymódon C_2 csatoló kondenzátoron keresztül egy pozitív lökést juttatunk vissza az első cső rácására. Ennek következtében tovább növekszik az első cső anódárama. Az első cső a maximális áramát hirtelen eléri, a második cső pedig hirtelen lezár. Ez a folyamat természetesen fordítva is előállhat, amikor a második cső vezet és az első zár le. Az előbbi állapot most mindaddig fennmarad, amíg C_1 kondenzátor töltése R_4 ellenálláson keresztül ki nem sül. Ekkor azonban a második csővön keresztül megindul az anódáram és a fent leírt jelenség fordított irányban játszódik le. Látható, hogy ilyenformán a multivibrátornak két instabil állapota van: az egyik cső lezárva, a másik 0 rácsheszültséggel. Mivel ez nem lehet tartós állapot, éppen a kondenzátor töltésének a kisülése miatt, a vezetés mechanizmusa átbillen a másik rendszerre. Itt most a feltételek felcserélődnek az egyes csövek között, de ez az állapot sem marad fenn.

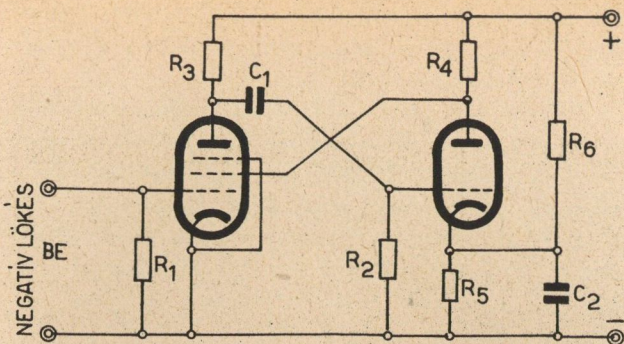
A multivibrátor lehet szimmetrikus és lehet asszimmetrikus. A szimmetrikusnál $C_1 = C_2$ és $R_1 = R_2$, míg az asszimmetrikusnál különböző. Vizsgáljuk meg egy diagramon az egyes rácsheszültség és anódáramváltozásokat. A szimmetrikusnál mindkét cső ugyanannyi ideig vezet, mint amennyi ideig le van zárva. A második ábrán látható két cső anódáram-rácsheszültség hullámformája szimmetrikus állapotot feltételezve. Ha a rácshörök időkonstansai nem egyenlők, akkor egy teljes rezgésen belül a két félhullám nem lesz egyforma időtartamú. Ugyanez elérhető azáltal is, hogyha a két cső közül az egyiknek egy kis negatív előfeszültséget adunk.

A multivibrátorok rezgésidejét Vecchiacchi számította ki, figyelembe véve a szórt kapacitásokat is. Jó közelítéssel azonban egyszerűbb és használatosabb a következő összefüggés: $T = C_1 R_2 + C_2 R_1$ sec.

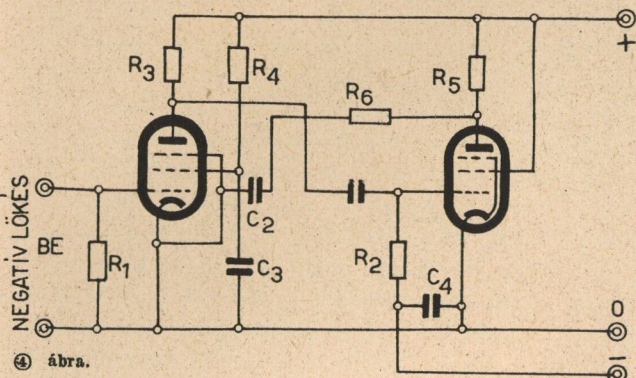
Ennek megfelelően különböző rezgésidőket állíthatunk elő a csatoló kondenzátorok értékének fokozatos, míg a rácsheszültség ellenállások értékének folyamatos szabályozásával.

Jóllehet ezt a multivibrátor típust a magfizikai mérésekben nem használjuk, a teljesség kedvéért és a továbbiaknak könnyebb megértése végett szükségesnek tartottam bemutatni.

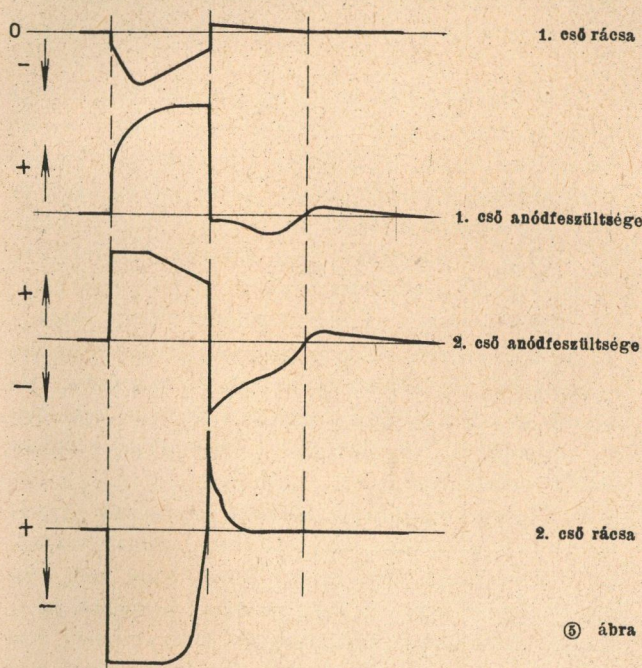
Mivel az anód és rácsheszültsé-



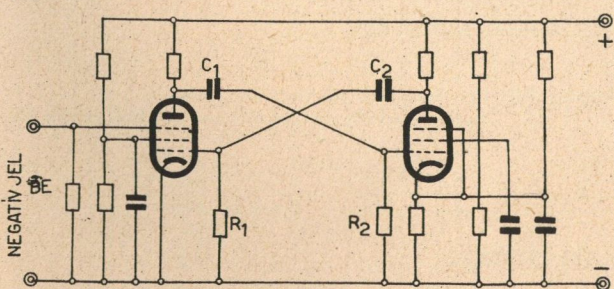
③ ábra.



④ ábra.



⑤ ábra



⑥ ábra.

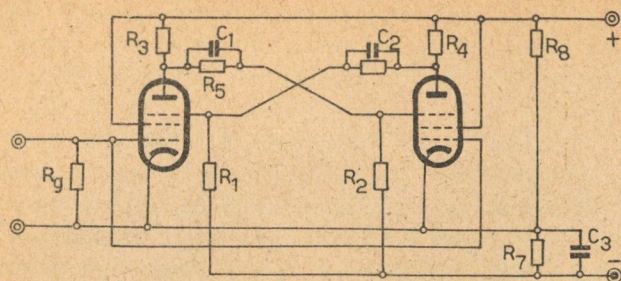
gek hullámformái szögletesek, igen nagy a harmonikus tartalmuk. Ezért harmonikus generátoroknak igen jól használhatók, amelletts külső jel segítségével szinkronizálhatók is.

b) Egy stabil és egy unstabil állapottal bíró multivibrátorok. Ezek az ú. n. flip-flop kapcsolások abban különböznek egy folyamatosan működő multivibrátortól, hogy a fix tápfeszültség és az egyes csövek előfeszültségei úgy vannak beállítva, hogy egyetlen bemenő impulzus csupán egyetlen rezgésperiódust válthat ki. A bemenő jel hatására a rendszer stabil állapotából az unstabil állapotba „lökődik” át, majd a beállított időkonstansoknak megfelelően visszaáll az eredeti stabil állapotba. Ekkor ismét alkalmas a rendszer egy újabb bemenő jel fogadására.

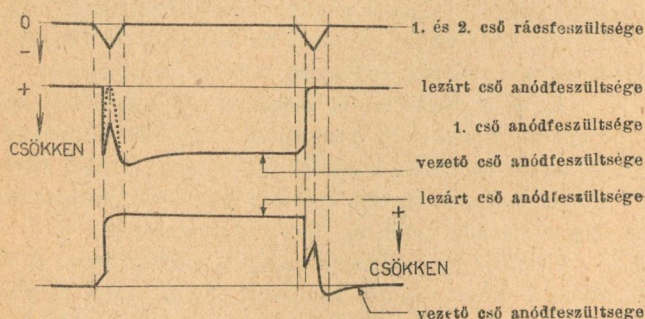
Ez a kapcsolás is két csőből áll. Megvalósítható két triórával, triórával és pentórával, vagy két pentórával. Az egyes fokozatok közötti csatolás lehet tisztán váltóáramú, de lehet az első csőről a másodikra váltóáramú, míg a második csőről az elsőre egyenáramú is.

Nézzük kapcsolástechnikailag a megoldásokat. A 3. ábrán 2 csöves flip-flop kapcsolást látunk, ahol az első cső pentóda, a második cső pedig trióda. A pentóráról a csatolás a trióda rácására C_1 kondenzátoron csak váltóáramú, míg a trióda anódról a pentóda segéd rácására egyenáramú. Az első cső, a pentóda nyugalmi állapotában vezet, míg a második cső, a trióda negatív előfeszültséggel le van zárva. A fokozat működése a következő: az első cső rácására nagy negatív lökést adva, anódfeszültsége felugrik és a C_1 csatoló kondenzátoron át nagy pozitív lökést ad a lezárt második cső rácására. Ez a cső hirtelen vezetni kezd, nagy áram folyik át rajta, az R_4 anódmunkaellenálláson nagy feszültségesés keletkezik, így az első cső segéd rácása alacsony feszültséget kap. Az első cső segéd rácása igen alacsony potenciálon lévén, anódfeszültsége tovább növekszik és a C_1 csatoló kondenzátor még tovább nyitva tartja a második csövet. Mihelyt azonban a C_1 kondenzátor töltése az R_2 ellenálláson át lefolyt, a második cső ismét lezár. Anódfeszültsége ismét felugrik, felugrik ezáltal az első cső segéd rácásfeszültsége is, az első cső tehát újból vezetni kezd. Jól megkülönböztethető itt is a két állapot. A stabil állapotot az jellemzi, hogy az első cső vezet és a második cső lezárt. Az unstabil állapotot csak a stabil állapotot ideiglenesen megszüntető bejövő külső negatív lökés válthatja ki, amikor is a második cső vezet. A $C_1 R_2$ időkonstanssal állítható be az unstabil állapot időtartama. Ha ez a szorzat nagy, hosszú ideig tartható fenn az unstabil állapot.

Gyakrabban alkalmazott a kétpentódás megoldás, tisztán váltóáramú csatolással. (4. ábra.) Itt is az első cső 0 előfeszültségével és a második cső lezárt állapotával lehet jellemezni a stabil állapotot, míg az unstabil állapot a bejövő negatív lökés hatására áll elő. A $C_1 R_2$ és a $C_2 R_4$ időkonstansokkal jól beállítható itt is az unstabil állapot időtartama. Az 5. ábrán az első és második cső anód és rácásfeszültségeinek a változását láthatjuk. Az időkonstansok megfelelő beállításával elérhető, hogy pl. az 1/1000 mp tartamú bejövő lökések a második cső anódkörében 1/100—1/50 mp tartamú lökések nyerjünk.



7. ábra.



8. ábra.

E kapcsolásokat tudjuk felhasználni arra, hogy a részecske számlálásoknál a számoló szerkezeteket működtessük a második cső anódáramával. Időtartam növelésére azért van általában szükség, hogy a kis számolási sebességű mechanikus szerkezetek kellő ideig kapják az áramot, hogy elegendő idejük legyen a meghúzásra.

Használatos még olyan megoldás is, amikor két pentodát használnak ilyen „lökődő” kapcsolásban, de a bemenő lökést nem az első cső vezérlő rácsára, hanem a szupresszorára adják (6. ábra). Tisztán váltóáramú csatolást alkalmaznak az egyes fokozatok között, mindkét esetben anódról vezérlő rácsra. E kapcsolat előnye, hogy a bemenő kört jól szét lehet választani a multivibrátor körtől. Ha pedig a második cső szupresszorát ellenálláson keresztül kötjük a katódhoz, akkor egy külső jellel megoldható az is, hogy a cső instabil állapotát kívülről befolyásoljuk és az időkonstansoktól függetlenül visszaállítsuk a rendszert a stabil állapotba.

c) Két stabil állapottal bíró multivibrátorok. E kapcsolások eredeti típusát Eccles—Jordan fejlesztették ki (Radio Review 1919. I. sz.). Eredetileg triodákat használtak. Reich módosította a kapcsolást és pentodákat alkalmazott. (Reich: A New Vacuum Tube Counting Circuit, Rev. Sci. Instr. 1938. 9. sz.) A jellemzője ezeknek a kapcsolásoknak, hogy két stabil állapotuk van: vagy az egyik

cső vezet, vagy a másik. Ha bejövő lökés éri a kapcsolást, a vezető cső megszűnik vezetni, átbillen az egyensúly és a másik cső vezet.

Nézzük a 7. ábrát. Két pentodát látunk, melyeknek közös rácsvezető ellenállásuk az összekötött katódokhoz vezet. A visszacsatoló körök az egyik cső anódjáról a másik cső szupresszorára vezetnek, a szupresszorok pedig R_1 és R_2 ellenállásokon keresztül negatív előfeszültséget kapnak. A kapcsolás működésének a megértéséhez célszerű, ha a kapcsolás anód-rácsfeszültség változásait diagrammon követjük végig (8. ábra).

A bejövő negatív lökés egyszerre éri mindkét rácsot. A lökés előtt azonban az egyik cső vezetett, a másik le volt zárva. Tegyük fel, hogy az első cső vezetett. Ekkor a második lezárt állapotban volt, anódfeszültsége nagy lévén, az első cső szupresszora pozitívban volt. A negatív lökés hatására azonban a vezető cső már kevésbé vezet, növekszik tehát az anód feszültsége, így a második, tehát lezárt csőnek a szupresszora is kap egy pozitív lökést. Vezetni kezd a második cső is. Az ezzel együttjáró anódfeszültségcsökkenés azonban az első cső szupresszorát erősen negatívba hajtja, ezáltal a rendszer átbillen. A lezárás következtében felugrik az első cső anódfeszültsége, így a második cső még magasabb szupresszor feszültséget kapva teljesen kinyílik, míg az első cső szupresszora alacsony feszültségbe kerül, lezár. A jelenség egy újabb negatív lökés beérkezéével a másik irányban játszódik le.

A 8. ábrából jól látható, hogy a bejövő negatív lökés hatására eleinte a lezárt cső nem reagál, míg a vezető cső hirtelen lezár. Az átbillenés folyamán az eredetileg lezárt cső anódpotenciája leesik, a cső vezetni kezd, de ekkor már megérzi a rácsán még jelenlévő negatív lökést. Ha a lökés túl nagy, akkor egy nagyobb anódfeszültség ugrást kapunk az átbillenés folyamán. A következő negatív lökés a rendszert az első állapotában billenti vissza.

Ez a berendezés alkalmas nagy szaporaságú részecske számlálásánál a lökések számának a felezésére. Ha ugyanis az egyik csőről csatoljuk ki a lökéseket, csak minden második bejövő lökés vált ki ugyanabban a csőben negatív kimenő jelet.

Ha négy ilyen billegő fokozatot kapcsolunk egymás után, akkor elérhetjük, hogy a lökések számát leosztoztuk a $2^4 = 16$ arányban. Ez azt jelenti, hogy csak minden 16. bejövő impulzus tudja meghúzni a számoló szerkezetet. A billegőből kijövő negatív lökés meghajt egy stabil és egy instabil állapottal rendelkező rendszert, egy lökődőt és ennek a második csőve működteti a mechanikus számoló szerkezetet.

IRODALOM: Rev. Sci. Instr. ide vonatkozó cikkei.

Puckle: Time Bases. Chapman and Hall Ltd. London 1946

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezete Híradástechnikai Szakosztályának lapja. — Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó Iván Péter. — Szikra Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, V., Honvéd-utca 10. Felelős nyomdavezető: Nedeckzy László műszaki igazgató.