

A Híradástechnikai Konferencia megnyitója

OSZTROVSZKI GYÖRGY

A magyar híradástechnikai ipar a felszabadulás előtt az ország iparában kiemelkedő helyet foglalt el. Gyártmányaink megfeleltek a hazai és külföldi követelményeknek és jelentős exportot bonyolítottunk le. Nagy híradástechnikai gyáraink külföldi érdekeltségek kezében voltak; ennek következtében a gyártás külföldi dokumentáció alapján történt. Volt azonban kivétel is; az Egyesült Izzó keretében történő önálló fejlesztés. Ennek köszönhető, hogy gyártmányai felvették a versenyt az egész világ legfejlettebb ipari országainak gyártmányaiával. *Just* és *Hahnemann* wolfram-szálas izzólámpája, amely forradalmasította a világítás-technikát, Újpesten született meg 1903-ban. Magyar találmány *Bródy Imre* műve, a kryptonlámpa, valamint *Winter Ernő* alkotása, a bárium-katódás elektroncső. Igen értékesek voltak *Czukor Károly* találmányai is.

A második világháború szörnyű rombolást végzett a magyar híradástechnikai iparban. Nemcsak a gyárak és létesítmények berendezései estek áldozatul, hanem ami mindennél súlyosabb volt: a háború és a fasiszta dühöngés megsemmisítette a híradástechnikai szakma legkiválóbb magyar művelőinek nagyobb részét. Kegyelettel emlékezünk meg az áldozatokról, akik közül sokan baloldali meggyőződésük vértanúi lettek. *Beck Ernő*, *Bródy Imre*, *Dallos György*, *Gábor József*, *Glasner Imre*, *Glóziósz Tibor*, *Grünwald Géza*, *Krassó Tibor*, *Löbl Ferenc*, *Lukács Ernő*, *Marton Mátyás*, *Pillitz Dezső*, *Pintér Jenő*, *Preisach Ferenc*, *Stolzer Gábor* és *Stolzer Pál*, *Sarkadi Vilmos*, *Terebesi Pál* és még sok kiváló kutató és mérnök, valamint egyéb szakember neve van veszteségünk listáján.

Felszabadulásunk után az elszenvedett anyagi veszteségek pótlásával együtt indult meg az új káderek nevelése. A magyar híradástechnikai ipar hamarosan visszanyerte régi gyártási kapacitását és mennyiségi termelése túlszárnyalta a háború előtti színvonalat. Híradástechnikai vállalataink nagy része az eddigieknél sokkal hatalmasabb gyártelepekkel bővült, mint pl. a Magyar Adócsőgyár és az Orion Gyár. A régiékek mellett új gyárak is létesültek, mint a Vákuumtechnikai Gépgyár.

Ahhoz azonban túl kevés volt az erőnk, hogy egyidejűleg széles alapon tudjuk elindítani az önálló magyar híradástechnikai fejlesztést és kutatást is. Nem változtatott ezen a Távközlési Kutató Intézet létesítése, mert az a híradástechnikának csak egyes kérdéseivel foglalkozik, de a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet alapítása sem, mert ez utóbbi intézet nem kapta még meg a jó

működést biztosító helységet és személyi keretet, és egyébként is csak rövid ideje áll fenn. Ugyanakkor az egész világon soha nem látott méretekben fejlődött a híradástechnikai kutatás, amely szinte napról-napra hoz eredményeket. A Szovjetunióban és a világ más fejlett iparú államaiban népgazdaságilag óriási mértékben megnőtt a híradástechnika jelentősége más iparágakhoz képest. Ezt a fejlődést az elmúlt esztendőben Magyarország — mint tudjuk — nem követte, hanem főleg nehéziparát fejlesztette nagy beruházásokkal. Így azután a híradástechnika fejlesztésének előfeltételei nem voltak meg és bekövetkezett, hogy a jelenlegi gyártmányaink nagy része elavult és korszerűtlen lett. Most az a veszély fenyeget, hogy nem találunk exportpiacot azoknak a termékeinknek, amelyek kivitelünk jelentős hányadát tették ki.

Szem előtt kell tartanunk, hogy a külföld országai is iparkodnak fejleszteni saját iparukat. Akik valamikor izzólámpát vásároltak tőlünk, később lámpaalkatrészeket kerestek, ma pedig izzólámpagyártó gépeket. A jövőben pedig csak azokat a cikkeket fogják tőlünk vásárolni, amelyek iparuk fejlesztéséhez szükségesek, vagy amelyek előállítására a legmagasabbrendű technikát kívánja meg.

Ma már sokak előtt világos, hogy a híradástechnika hazai fejlesztését döntő mértékben meg kell gyorsítani. Kormányprogramunk minden szempontból alátámasztja ennek szükségességét. A híradástechnikai és a vele kapcsolatban álló műszeriparnak a távközlési berendezések gyártása mellett nagy szerepe van mind a lakosság kulturális szükségleteinek közvetlen kielégítésében a rádiótelevízió és hangosfilm útján, mind pedig a korszerű technológiai folyamatok bevezetésében és a legfejlettebb technika alapját képező automatizálás megvalósításában. Az átmenetileg elhanyagolt ipart kedvező adottságai és a multban elért jelentős eredményei különösen alkalmasá teszik arra, hogy ismét legnagyobb volumenű exportiparunkká váljék és így kevés nyersanyagot és sok munkát tartalmazó cikkek külföldi értékesítésével járuljon népünk jóléte anyagi alapjainak gyarapításához.

Az első magyar híradástechnikai konferencia megrendezésével a Magyar Tudományos Akadémia és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület a híradástechnikára kívánja irányítani kormányzatunk és a magyar műszaki közvélemény figyelmét. Nem véletlen, hogy a meghirdetett előadások túlnyomó része az elektronikával kapcsolatos. Az elektroncső alapanyagkérdései, alkalmazásuk a mikrohullámú átvitelben és a televízióban, valamint az új félvezető-erősítők: ezek a kérdések

nemcsak a vákuumtechnikai ipar, hanem egész híradástechnikai iparunk jövőjét döntően befolyásolják.

Önökre, mint a magyar híradástechnika legkitűnőbb szakembereire vár a feladat, hogy a beszámoló meghallgatása után megvitassák és kitérjék a fejlesztés irányait. Bizonyos, hogy az

utolsó években sokat mulasztottunk és sok a pótolni valónk, de azt hiszem, az elhangzott előadások és az azok keretében megemlített hazai eredmények arról fogják meggyőzni Önöket, hogy még nem késtünk el, és kellő erőfeszítéssel, kormányzatunk támogatásával elérhetjük, sőt egyes területeken túl is haladhatjuk a világszínvonalat.

Televíziós berendezések elektroncső igényei*

Dr. BARTA ISTVÁN, az Akadémia levelező tagja

A napjainkban egyre jobban terjedő televízió új feladatok elé állította a híradástechnikai ipart. Nemcsak újfajta szerkezetek (pl. képfelbontó- és képviassaadócsövek) tervezése és gyártása vált szükségessé, hanem az átviendő jóval szélesebb frekvenciasáv és a magas vivőfrekvencia miatt új kapcsolástechnikát és ennek megfelelő alkatrészeket kellett kidolgozni. Az előadás a továbbiakban csak az elektroncsövekkel szemben támasztott új követelményekkel foglalkozik.

Az itt szükséges csövek 2 csoportba oszthatók.

1. Erősítő és jelformáló csövek.
2. Különleges feladatot végző csövek.

1. Ezeket a csöveket elsősorban a vevőkészülékben, ezenkívül az adó- és stúdióberendezésekben alkalmazzák. Igen nagy mennyiség szükséges belőlük, ezért a hazai tömeggyártásuk igen fontos. Mint video erősítők és hangolt szélessáverősítők kerülnek alkalmazásra. Erre a célra oly csövek alkalmasak, melyek csőindexe magas. A csőindex, a meredekség és a be- ill. kimenő kapacitások középértékének hányadosa, legyen nagyobb mint 300 MHz.

Az elektronrepülési idő és az elektródabevezetések induktivitása okozta bemenő csillapítás kicsi legyen. Az előadó ismertette, hogy ezt hogyan lehet megvalósítani. Fontos követelmény még az előfokozatokban használt csövek kis zajossága.

Az eltérítő áramkörök működtetéséhez szükséges olyan cső, mely kb. 10 W teljesítményt tud szolgáltatni, záróirányban 10 kV nagyságrendű feszültséget bír el és emellett igen kicsiny méretű. Video detektor céljaira kis kapacitású és kis belső ellenállású dióda szükséges. A hangvevő részben a frekvenciamodulációs detektor vagy különkatódás igen szimmetrikus kettősdiodát, vagy speciális detektorcsövet igényel; a hangvevő rész további csőigénye a képvevőnél említett csövekkel és a normál csövekkel megoldható.

Az adóberendezésben szükséges csövek közül először a végerősítők kérdésével foglalkozott az előadó. Ismertette a velük szemben támasztott követelményeket. Ezek a csövek a nagy erősítés céljából legyenek nagy anódáramúak, a nagy katód-

teljesítmény miatt tóriumos wolfram-katóddal készüljenek. A működési tartományuk 50—200 MHz. A csövek léghűtésűek legyenek, kis elektróda kapacitással és rövid bevezetésekkel. A magyar televízió megvalósításához 4 adócsőtípus szükséges:

Hasznos teljesítmény kW	Működési frekvenciatartomány MHz-ig	Hűtés
1	120	léghűtés
5	50	«
20	30	«
20	30	vízűtés

Ezután az előadó ismertette az előfokozatokban és a kisteljesítményű adókban felhasználásra kerülő kisebb csöveket. Ezenkívül megemlítette a mikrohullámú televíziós összekötő láncban szükséges csöveket (nagy teljesítményű klisztron, haladóhullámú cső).

2. A második csoportban nagy számuk miatt a legfontosabbak a képviassaadó csövek. Külföldi tapasztalatok alapján legalább három különböző méretű 23 és 43 cm közötti átmérőjű csőtípus kidolgozása szükséges. A cső többi mérete, elsősorban a hossza, kicsiny legyen. Négyzetes ernyő további helymegtakarítást jelent. Súly szempontjából lényeges csökkenés érhető el, ha a cső kúp alakú részét fémből készítjük. Ezután az előadó még néhány szempontot ismertetett az üveganyaggal, anódfeszültséggel és a fókuszálással kapcsolatban. Ezenkívül említette a vetítő (projekciós) csövek jövőbeni szélesebb alkalmazásának lehetőségét.

Az előadás utolsó része a felvevőcsövekről szólt. A típusok rövid ismertetése után a hazai gyártás kérdéséről beszélt még az előadó.

Befejezésül a gyártás és kutatás problémáit ismertette. Ezek: a megfelelő típusok megválasztása, kutatása és fejlesztése, a gyártási eljárások kidolgozása és a gyártás megindítása.

Ebben a munkában jelentős segítséget jelent a baráti országokkal, elsősorban a Szovjetunióval való együttműködés, ill. közös fejlesztési program kidolgozása.

* A Híradástechnikai Konferencián tartott előadás kivonata.

Hozzászólások

Dr. Barta István: Televíziós berendezések elektroncső igényei c. előadásához

Laszip Sándor:

Véleménye szerint legelső teendő a televíziós csövek élettartamát felemelni, tízezer, majd ötven-ezer órára. Számítása szerint ugyanis átlagos ezer-üzemórás élettartam esetén egy átlagos televíziós készülék karbantartási költsége műsor-óránként tizenöt forint. A cső-meghibásodás szempontjából döntően figyelembeveendő további tényező, hogy a készülékben lévő csövek körülbelül ötven százaléka ikercső, továbbá, hogy három-négy darab a normálnál sokkal nagyobb igénybevételnek van kitéve. Ez utóbbiak közé sorolható többek között a vízszintes képeltérítő generátor végcsöve, valamint a feszültség-visszanyerő dióda (300 mA katódcsúcsáramok, nagy záróirányú feszültség).

A csőmikrofónia akusztikus begerjedéseket és úgynevezett visszacsatolási (csillapítási) torzításokat okoz. Ezért a minőségi hangátvitel szempontjából fontos, különösen a nem intercarrier vevők esetén, az alacsony nívón erősítő kép- és hangjelerősítő-csövek, valamint oszcillátorcsövek csőmikrofóniáját a minimumra csökkenteni.

A csövek adatai közötti szórást a mainál szűkebb határok közé kell szorítani. Ebből a szempontból különösen veszélyes csövek: a képdemodulátor dióda (katód-anód, katód-fűtőszál kapacitás), aránydetektor dióda (elektromos szimmetria), továbbá a nagyfrekvenciás erősítőcsövek (optimálisan elérhető szerelési kapacitás).

A képvisszaadó katódsugárcsövek legkisebb méretéül a 12"-os (31 cm \varnothing) csövet tartja elfogadhatónak.

Sárközy Géza:

Véleménye szerint televíziós vevőkészülékek felcsövezésére a novál szériát kell alkalmazni.

A frekvenciamodulált hangvevőrésznek oly csövekkel és áramkörökkel kell bírnia, amelyek alkalmasak a később tervbevett frekvenciamodulációs hírszórás 87,5—100 MHz-ig terjedő sávjának a vételére.

A rendelkezésre álló erők koncentrációja miatt helyesnek tartja csak egy képfelvető típus hazai kidolgozását.

A televíziós adócsövekkel kapcsolatban kiegészíti dr. Barta előadását a következőkkel: A földeltrácsú erősítőkapsolás miatt igen nagy fontossága van az anód-katód kapacitásnak, amelynek igen kicsinynek kell lennie. A kidolgozandó tóriumos wolframkatódú adócsöveknél erre nagy gondot kell fordítani.

A dr. Barta előadásában felsorolt csőtípusokkal egyetért azzal a megjegyzéssel, hogy a leg-sürgősebb az 1 kW anódveszteségű adócsőtípus kidolgozása. Ennek alkalmasnak kell lennie mind a televíziós sávban, mind a frekvenciamodulációs hírszórósávban való működésre, tehát felső frekvenciahatárának legalább 100 MHz-nek kell lennie.

Dr. Dallos András:

Felhívja a figyelmet, hogy a speciális alkalmazásokra, tehát például a televíziós fokozatok különböző részeire készítenő csövek számára a megfelelő vizsgálatokat — a követelményeket inkább pesszimizistán ítélve meg — dolgozzák fel, mert ez feltétlenül szükséges mind a hazai televíziós vevők csövekkel való ellátásánál, mind pedig az exportnál.

Dr. Koncz István:

Figyelembe kell venni, hogy adócsőgyártásunk 1946-ban nulla-szintről indult és a fejlesztés helyett elsőrendű feladat volt a már működésben lévő berendezések folyamatos üzemeltetéséhez szükséges csőtípusok gyártása. Egyébként a 20 kW-os teljesítményig készítenő csövek elkészítésében nem lát nehézséget, de felhívja a figyelmet az ezzel kapcsolatban fellépő nyersanyagellátási nehézségekre.

Striker György:

Az elektronikus műszergyártás szempontjából szól a csőkérdéshez. Felhívja a figyelmet a hazai csöveknek műszerekbe való beépíthetőségét akadályozó tényezőkre: elsősorban az állékonyság és egyenletesség követelményeire. Döntő tényezőnek tartja, különösen csőcsere szempontjából a nem specifikált adatok (kontaktopotencial, levágási feszültség, mikrofónia stb.) betartását. Ezt a kérdést az exportra kerülő készülékek csőcserejénél különösen figyelembe kell venni. Nagy lépésnek tartaná a csövek szabványosítását, mind a televízió, mind az ipari elektronika szempontjából.

Winter Ernő akadémikus:

Az erők egy célra való koncentrációja mellett — véleménye szerint — mégsem szabad csak a normál csöveket fejlesztenünk, mert ez annyit jelent, hogy végkép rögzödni fogunk azon a helyen, amelyen jelenleg állunk.

Az elkészítendő kutatási terv azt jelenti, hogy a csőtechnológiára és a gyártó berendezések fejlesztésére is igen nagy súlyt kell helyezni.

Dr. Barta István válasza:

A konferencián elhangzott hozzászólások alapján nyilvánvaló, hogy igen nagy munkát kell végezni ahhoz, hogy a csövek minősége javuljon. Mindehhez természetesen fokozott támogatás, megfelelő beruházás és újabb gyártási berendezések szükségesek.

Feltétlenül kívánatosnak tartja, hogy a hazai második műsor sugárzásába a televíziós adóállomás hangadóóját is vonják be. Az erre a célra felhasznált frekvenciamodulált kiváló minőségű adónak a vételére az intercarrier rendszerű vevőkészülékek nem volnának használhatók, ezért nem javasolja ezt a rendszert, annak számos másirányú előnye ellenére sem.

Különleges erősítőcsövek televíziós készülékekben*

ZAKARIÁS IMRE

A korszerű televíziós rendszerek többszázoros képfelbontással dolgoznak. A mi kísérleti adásunk is az Európában legáltalánosabban használt 625 soros képfelbontással dolgozik. Ez a sorszám 4—8 Mc/s sávzélességű erősítést követel meg a nagy-, közép- és képfrekvenciás fokozatokban egyaránt.

A nagyfrekvenciás előerősítő 60 vagy 180 Mc/s körüli sávon dolgozik. A középfrekvenciás erősítés Európában 25—35 Mc/s-on történik. A sávzélesség 20—30%-a a középfrekvenciának, ezért az alkalmazott kört erősen csillapítani kell. A használatos elektroncsövek bemenő- és kimenő-kapacitásai néhány (2—10) pF értékűek, tehát aránylag kis ohmikus értékű munkaellenállásokat (1000—3000 ohm) kell alkalmazni. Ezért itt nagymeredekségű (6—7 mA/V) erősítőcsöveket használnak, hogy fokozatonként kb. 10—15-szörös erősítés elérhető legyen. Nagyobb meredekségű (8—10 mA/V) erősítőcsövek háttérbe szorultak, egyrészt az egyes példányok közötti nagyobb szórás, másrészt a kisebb üzembiztonság miatt; egyúttal a kisebb meredekség kisebb bemenő csillapítást is jelent (a cső bemenő admittanciája ugyanis

$$G_g = S\omega^2 K).$$

Nagyfrekvenciás előerősítésre, legalábbis az első fokozatban, újabban nagymeredekségű triódát alkalmaznak, mivel ennek kicsi az ekvivalens zajellenállása; ez a készülék érzékenységének megemelését teszi lehetővé. Általában kettős triódát találunk ebben a fokozatban, úgynevezett cascade kapcsolásban, ami egyesíti a trióda kis bemenő zajellenállását a pentóda kis anód-vezérlőrács visszahatásával. Európában a miniatűr kivitelű EC 92 triódát és a novál típusú ECC 81 kettős triódát majdnem teljesen kiszorította a PCC 84 novál típusú kettős trióda, mint speciális igen nagy frekvenciás előerősítő. Amerikában a 6BK7 és 6BZ7 novál típusú kettős triódát használják.

Az oszcillátor és keverőfokozat részére nagymeredekségű kettős triódákat és trióda-pentódákat dolgoztak ki, de használják a nagyfrekvenciás triódákat, kettős triódákat és pentódákat is. Szinte kivétel nélkül a kisebb zajtényezőjű additív keverést alkalmazzák.

Európai készülékekben régebben az EC 92 triódát, vagy ECC 81 kettős triódát használták, újabban erősen tért hódít a PCC 85 kettős trióda — ezt speciálisan erre a célra alakították ki — valamint a PCF 82 trióda-pentóda. Amerikában ebben a fokozatban gyakori a 6J6 kettős trióda mellett a 6U8 és 6X8 trióda-pentóda is. Érdekes, hogy míg az európai csövek külön katódkivezetéssel készülnek az oszcillátor, illetve keverőrés számára, és ezzel az oszcillátorfeszültség kisugárzását csök-

kentik az antenna felé, addig az amerikai csövek közös katódjúak.

A középfrekvenciás erősítő, valamint a képfrekvenciás előerősítő fokozatokban nagyfrekvenciás pentódát találunk. Régebben igen el volt terjedve a 6AC7 oktál típusú nagymeredekségű pentóda. Újabban az igen rövid elektródakivezetésekkel gyártott és ezért kis induktivitású miniatűr és novál típusú csövek kerültek előtérbe. Európában a leghasználatosabb cső erre a célra az EF 80 novál típusú nagymeredekségű pentóda, továbbá az EF 94 (= 6AU6) miniatűr pentóda. Amerikában a középfrekvencia magasabb: 45—50 Mc/s, a leggyakrabban használt cső a 6CB6.

A középfrekvencia demodulálására szolgáló diódák a széles sáv miatt szintén kis munkaellenállásra dolgoznak, ezért ezeknek kis belsőellenállásúaknak (1000 ohm) kell lenniük, továbbá nagyobb anódáramterhelést (5—20 mA) kell bírniok. Leghasználatosabb demodulátorcső a miniatűr EB 91, ami teljesen megfelel a 6AL5-nek.

A képfrekvenciás előerősítő fokozatban nagyfrekvenciás pentódákat találunk (EF 80, EF 94). A képfrekvenciás végerősítő fokozatban ezzel szemben igen nagy meredekségű (11 mA/V), nagy teljesítményű (9 W) pentódára van szükség, hogy a 100 V körüli kimenő feszültséget elérjük. Igen használatos csövek erre a célra az oktál típusú 6AG7 és novál típusú PL 83; amerikai készülékekben újabban a 12BY7 novál típusú teljesítmény-pentóda.

A képfelbontás — helyesebben a képfelépítés — a jelenleg használatos képcsövekben szinte kivétel nélkül mágneses eltérítéssel történik. A mágneses eltérítés nagysága az eltérítőtekercsre adott ampermenetekkel, azaz az árammal arányos. Ezért ezekben a fokozatokban kis erősítésű tényezőjű (15—25), de nagy áramokat (10—40 mA) szolgáltatató kettős triódákat, mint az oktál típusú 6SN7-et, a novál típusú ECC 82-t (= 12AU7), és trióda-pentódákat, mint az ECL 80-at, találunk.

Az igen jó minőségű képet eredményező 625 soros képfelbontást csak akkor lehet tényleg kihasználni, ha a szinkronizálás biztonsága igen nagy és az eltérítő áramok időbeli lefolyása állandóan azonos. A sorfrekvenciás eltérítésnél ez a követelmény számszerűen 1/10 μ s-nál kisebb relatív idő-toleranciákat jelent, a felhasznált erősítőcsöveknél ennek megfelelően mikrofóniamentességet, valamint a kontaktpotenciál nagyfokú állandóságát kell elérnünk.

A sorfrekvenciás (15 625 c/s) végerősítő fokozatban a visszafutáskor az anódon igen nagy feszültség (2—4 kV) lép fel, mivel az eltérítő tekercsben az áramnak rövid idő (6—10 μ s) alatt kell átváltani. Az erre a célra szerkesztett végerősítő pentódák, mint az oktál típusú 6BQ6 és a novál típusú PL81 anódlemezét a nagy feszültségre való tekintettel

* A Híradástechnikai Konferencián tartott előadás kivonata.

külön kerámiai szigeteléssel és felső kivezetéssel látták el.

A sorvisszafutáskor fellépő nagy feszültség-lökést egy külön diódával csillapítják, ilyen pl. a PY 81.

A sorvisszafutáskor fellépő feszültség-lökést felhasználják a képcső részére szükséges anódfeszültség (7—12 kV) előállítására is. Erre a célra különleges egyenirányító csöveket szerkesztettek, melyek nagy anódfeszültséget kis áramerősségnél (0,5 mA) szolgáltatnak. Mivel a fűtőtéljesítményt is a feszültség-lökésből veszik, ezért ezen csövek fűtőáramát korlátozni kell. Használatos csövek az oktál típusú 1B3, a novál típusú DY 80, melyek közvetlen fűtésűek, valamint a közvetett fűtésű szubminiatűr típusú EY 51, mely csövet foglalat nélkül közvetlenül beforrasztják a helyére.

A hangrészben a frekvenciamoduláció demodulációjára leginkább a ratiidetektor kapcsolást alkalmazzák. Ez a kapcsolat amplitudókorlátozást is ad bizonyos mértékig, azonkívül önműködő erősítésszabályozáshoz megfelelő feszültséget szolgáltat. Ehhez a kapcsoláshoz két külön katódával bíró dióda szükséges, melyeknél további követelmény a katód jó szigetelése és kis kapacitása a fűtőszálhoz képest. Leginkább a miniatűr kivitelű EB 91-et (= 6A15) találjuk ebben a fokozatban, elég gyakori az EABO 80 két diódája is. Az erre a célra készült novál típusú EO 80 fázisdetektáló cső nem vált be, mivel amplitudókorlátozásra legalább 8 V bemenő feszültséget igényel és a bilaterál induktív csatolás a két vezérlő rác között a behangolást is megnehezíti. Ezzel szemben amerikai készülékekben az elektronoptikai kiképzésű miniatűr típusú 6BN6 nemcsak tartja magát, hanem újabb időben tért hódít. Ez a »kapuzott sugarú elektroncső« (gated beam tube) a különleges elektronoptikai felépítése folytán már 1 V bemenő feszültségnél hatékony amplitudókorlátozást ad, másrészt a két vezérlő rác között felhasznált unilaterális tértöltéscsatolás folytán igen könnyen beállítható, sokkal könnyebben, mint a ratiidetektor vagy a fázisdetektor.

Általánosságban vizsgálva a csőtípusokat, azt találjuk, hogy a szovjet- és tervállamok készülékeiben igen gyakoriak az oktál típusú erősítőcsövek, ritkábban használatosak a miniatűr vagy a novál típusúak. A többi európai készülékek a novál típusú csöveket akarják egységesen alkalmazni, néhány miniatűr típus mellett. Amerikai készülékekben viszont a miniatűr típusú csövek dominálnak, emellett azonban úgy oktál, mint novál típusúak is gyakoriak.

El nem döntött kérdés a televíziós készülékekben alkalmazott erősítőcsövek fűtése. Míg a szovjet

és tervállamok, valamint az amerikai készülékekben kizárólag parallel fűtéssel találkozunk, addig az egyéb európai készülékekben kevés kivétellel a kb. 200 W-os hálózati transzformátor megtakarítását lehetővé tevő soros fűtés az általános.

Szélessávú erősítés szempontjából megközelítőleg egyenértékűek a 6AC7 típusú, 6AK5, 6CB6, 6AH6 miniatűr típusú, EF 42 rimlock és EF 80 novál kivitelű csövek, amennyiben a szórt (huzalozási) kapacitást 6 pF körüli értékűnek tekintjük. Ebben az esetben a viszonylagos (1 pF kapcsolási kapacitásra vonatkoztatott) meredekség a felsorolt csöveknél 0,4—0,5 mA/pF között ingadozik csupán. Nagyfrekvenciás erősítés szempontjából azonban igen nagy különbségeket találunk. Egyrészt a 6AC7 aránylag hosszú és így nagy induktív kivezetésekkel bír, másrészt a 6AK5 és EF 80 két külön katódkivezetéssel van ellátva. A rezgőkörök szétválasztását tekintve a legjobb típus az EF 80, mivel ennek az anód-rácskapacitása is kis értékű ($C_{ag} < 0,007$ pF). Üzembiztonság szempontjából a legkényesebb a 6AK5, mivel ennél a legkisebb a katód-rács távolság; ezután következik az EF 42, míg az EF 80 ezen a téren erősen megközelíti a 6AH6-ot és a 6AC7-et, melyeknél a legnagyobb a katód-rács távolság. Természetesen ennél nagyobb a katód-rács távolság, annál kisebb az egyes csövek közötti szórás is.

Az ismertetett különleges csőkonstrukciók közül többet az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumában kezdeményeztek, illetve dolgoztak ki. Így a többszörös katódkivezetés, az elektronoptikai vezérlésű cső és a tértöltés-csatolás felhasználásának kidolgozása is innen indult ki.

Hozzászólás Zakariás Imre előadásához

Szekely Mihály:

A televíziós kapcsolástechnika figyelembe vette fejlődése folyamán a csőgyártástechnológiai lehetőségeket és többnyire egyszerűen gyártható csöveket alkalmaz. A csövekkel szemben feltétlenül támasztandó követelményeket meg kell állapítani, erre egy csőalkalmazási kérdésekkel foglalkozó laboratórium hivatott.

A televíziós készülékek megbízható, hosszú élettartamú csöveket igényelnek. Az európai televíziós vevők főként a novál csöveket alkalmazzák, fejlesztésük nálunk is folyik. Előnyös lenne a novál csöveket széles körben alkalmazva, a jelenleg túl nagy típusválasztékot csökkenteni. Így a nagy szériák miatt javulna a csőminőség.

A tranzisztorok felhasználásának kérdései*

KLATSMÁNYI ÁRPÁD

Az első híradások a tranzisztor-hatás felfedezéséről 1948-ban láttak napvilágot. Bár az első kísérletek sokat ígértek, a tranzisztorok hosszú időn keresztül nem terjedhettek el reprodukálhatatlanságuk miatt. Erre az időre esik a különféle szerkezeti megoldások keresése is. A kísérleti típusokból mindössze kettő, a tús- és a rétegtranzisztor vált be, melyeket közel két éve sikerül csak a csőgyártásnál szokásos toleranciákon belül gyártani. A reprodukálhatóság kérdésének megoldása után a tranzisztorok alkalmazása mind szélesebb körűvé vált. Rohamos elterjedését elősegítette az is, hogy a kapcsolástechnikai problémák megoldásánál a csőkapcsolástechnika tapasztalatai és elmélete már rendelkezésre álltak. Így az elmúlt két-három év alatt az elektroncsövek jóformán minden alkalmazási területén megszülettek a csövekkel ekvivalens tranzisztor kapcsolások. Ezen felül a tranzisztor egy-két különleges tulajdonsága folytán egészen új kapcsolások is keletkeztek és az elektroncsőtechnika számára eddig még ismeretlen területeket is sikerült meghódítani.

Ennek a rohamos térhódításnak okai a következőkben foglalhatók össze:

A tranzisztor szerkezeti felépítése egyszerű. Méretei kicsinyek, köbtartalma nem több átlagban $\frac{1}{4}$ cm³-nél. A készülékben nem foglal el több helyet egy $\frac{1}{4}$ W-os rétegellenállásnál. Helyszükséglete a ceruzacsövekéknél kisebb. Ez természetesen előnyös tulajdonság, de önmagában még nem döntő tényező.

Sokkal fontosabb, hogy fűtött elektródája, katódja nincs. Fogyasztása — különösen előerősítő fokozatokban — mW nagyságrendű, táplálásához kisméretű áramforrás szükséges. Az alkalmazott áramköri elemeket ezért szintén kis wattvesztésű — miniatűr elemekként készíthetjük. Ezáltal lehetővé válik a nyomtatott áramköri technika és kis teljesítményű telepek alkalmazása. Köztudomású, hogy kisméretű telepek gyártása egyszerűbb, olcsóbb, az Aó kapacitásra eső súlyuk is kedvezőbb, mint a csövek működtetéséhez szükséges nagyfeszültségű anódelepeké.

A telepek mérete és súlya tehát még kedvezőbben alakul a tranzisztoros készülékekénél, mint azt az energiafogyasztás alapján megítélhetnénk. Azonos üzemidőt és azonos működési feltételeket alapul véve, a tranzisztoros készülék a csöves készülékhez szükséges telepsúlynak 10—30%-ával üzemeltethető.

Egyrészt az alkatrészek kicsiny mérete, másrészt a telepek csökkent súlya és térfogata miatt a tranzisztorok kiválóan alkalmasak miniatűr, hordozható készülékek építésére és ilyen készülékekben a csöveknél feltétlenül előnyösebbek.

A tranzisztorok egyszerű szerkezeti felépítéséből adódik nagy mechanikai szilárdságuk. A műanyagba

tokozott tranzisztor mechanikai igénybevételekkel szemben ellenálló, nem törékeny, nem kényes. Pl. a rétegtranzisztor szilárdságára jellemző, hogy 20 000 g gyorsulás hatására még nem sérül meg és rázás esetén is 100-g gyorsulást bír ki.

A mechanikai szilárdság különösen hordozható készülékekben kedvező, különleges célú katonai készülékekben pedig szinte nélkülözhetetlen.

Az elektronika egyes ágaiban még hálózati üzem esetén is a tranzisztorok előreláthatóan teljesen ki fogják szorítani a csöveket. Ezek a területek az üzembiztos működést, nagy élettartamot kívánó alkalmazások. Ilyenek a nagy fokozatszámú dolgozó készülékek, pl. a számológéptechnikai, a feltétlenül üzembiztonságot követelő ipari elektronikai, vezetékes híradástechnikai alkalmazások.

Az 1952-ben közzétett adatok szerint az újabb gyártású tranzisztorok élettartama előírt üzemi viszonyok közt meghaladja a 70 000 üzemórát, ami folyamatos — éjjel-nappali — üzemeltetve, közel tíz évnek felel meg. Bár az élettartam mérése még elméletileg nincs kellőképpen alátámasztva, a fenti adat, mint óvatos becslés, mégis jellemző értéknek tekinthető. Ez egyik legfőbb előnye a tranzisztoroknak, mely az alkalmazásával járó esetleges kapcsolástechnikai nehézségek ellenére is feltétlenül használata mellett szól.

Az ipari elektronika kérdéseinek megoldása természetesen nemcsak élettartam kérdése. Itt feltétlenül szükséges, hogy nagy teljesítményű fokozatokat is lehessen készíteni.

Bár a tús tranzisztor 100—200 mW teljesítménynél többre nem alkalmas, és a rétegtranzisztor is általában kis teljesítményre készül, megvan a lehetősége annak is, hogy ipari frekvenciákra akár többszáz wattos teljesítményű egységeket lehessen készíteni, melyek alkalmasak erősáramú készülékek vezérlésére, szabályozására. Hasonló technikával nagy teljesítményű és az eddigieknél jobb hatásfokú egyenirányítók is készíthetők germániumból, melyek az ipari elektronikában szükséges kiegészítői a teljesítmény-tranzisztoroknak. Ezek hatásfoka eléri a 95%-ot.

Az eddig felsorolt előnyök mellett vannak hátrányai is a tranzisztoroknak.

Nézzük először a frekvenciafüggés kérdését. Klasszikus csöveknél egy készülék felső frekvenciahatárát főleg a kapcsolási elemek szórt kapacitása és a belső elektróda kapacitás határozza meg. Ezzel szemben tranzisztoroknál jelentősebb szerepet játszik a töltéshordozók mozgékonyasága, futási ideje. Tústranzisztorok felső frekvenciahatára emiatt erősen függ a kontaktusok távolságától. Ez általában 50 μ körül van. Az elérhető felső frekvenciahatár az áramerősítési tényező 3 dB-es csökkenésénél mérve 5—10 Mc/s körül van. Gondos

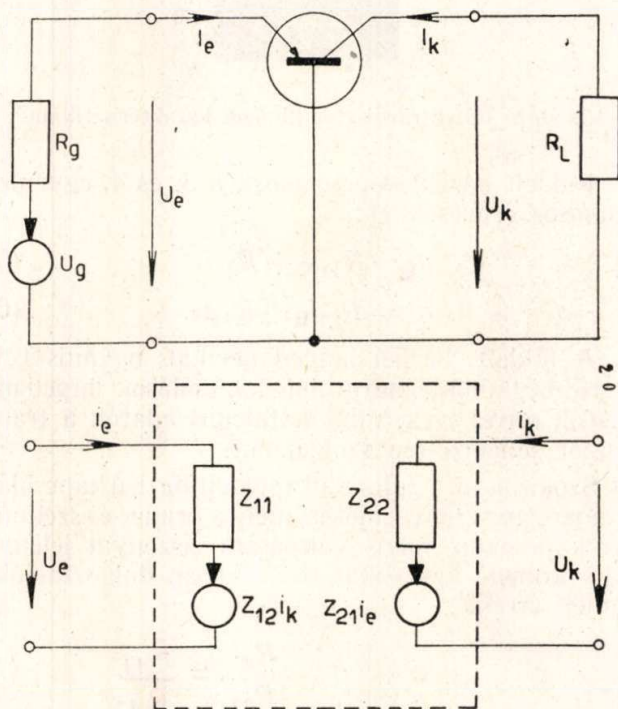
* A Híradástechnikai Konferencián tartott előadás.

szereléssel, esetleg válogatással a felső határfrekvencia 20—30 Mc/s-ig emelhető.¹

Rétegtranzisztoroknál a helyzet kedvezőtlenebb. Itt a bázisréteg vastagsága veszi át a kontaktustávolság szerepét. Az első rétegtranzisztor-típusok felső határfrekvenciája 100—500 kc/s volt a szokásos 100—120 μ bázisréteg vastagság mellett.

Még kedvezőtlenebb a helyzet, ha az áramerősítési tényező helyett az egyes kapcsolások frekvenciaátvitelét vizsgáljuk. Gyakori eset, hogy az első típusok egyes kapcsolásai csak hangfrekvenciákra használhatók.

A határfrekvencia növelésére fejlesztették ki a rétegtranzisztorokból — különösen keverési célokra



1. ábra. Tranzisztor váltóáramú helyettesítő képe.

— a tranzisztor tetródákat és a közelmúltban a maratási eljárással készült nagyfrekvenciás, felületi záróréteges tranzisztor triódákat.

Mindkét kezeléssel kiterjeszhető a tranzisztorok felső frekvenciahatára kb. 60 Mc/s-ig. Az így készített, egyelőre kísérletezés alatt álló tranzisztorokkal² gyakorlatilag minden nagyfrekvenciás kérdés megoldható lesz. A tranzisztorok kutatása még fejlődésben van, ezért feltehető, hogy a fenti nehézségek csökkenni fognak.

Hátrányos tulajdonságuk még nagymértékű hőfokfüggésük, mely előreláthatóan maradandó hibája lesz a germánium tranzisztoroknak. Esetleges javulást hozhat más tranzisztorgyártás céljára alkalmasabb alapanyag kidolgozása. Egyrészt a környezet hőfokának megváltozása, másrészt a tranzisztorban keletkező hővesztés hatására a bázis és kollektor közt kialakuló záróréteg nagy-

mértékben változtatja ellenállását. Így sem az egyenáramú munkapont, sem a váltóáramú impedanciák és ezzel a fokozat erősítése nem állandóak. A tranzisztorok kis méretei miatt hőtehetetlenségük kicsiny, kis frekvenciákon egy perióduson belül is megváltozhat melegedés következtében a karakterisztikájuk. A keletkező hőfokingadozás hiszterézisre vezethet, mely a jel torzulását okozza. Sem a munkapont melegedés okozta elvándorlása, sem a fokozat erősítésének megváltozása nem kedvező. Ezeket csöves fokozatokhoz hasonlóan negatív visszacsatolással kell meggátolni.

A tranzisztorok zaja erősen eltér természetében is a csövek, ellenállások zajától. A tústranzisztor tulajdonságai zaj szempontjából kedvezőtlenebbek, zajtényezőjük 40—50 dB, a rétegtranzisztoroké kedvezőbb, mindössze 10—20 dB. A tústranzisztorok az erősítéstechnikából lassanként teljesen kiszorulnak és csak oszcillátor és multivibrátor kapcsolásokban maradnak meg, itt viszont a zaj teljesen elveszti jelentőségét.

A fentiekben foglaltam röviden össze azokat a szempontokat³, melyek az alkalmazásokban nagyrészt eldöntik azt a kérdést, hogy egy készüléket csövel, vagy tranzisztorral oldjunk-e meg. Szándékosan kerültem a gazdaságosság kérdésének tárgyalását, melyről ma még nem lehet teljesen kimerítő képet adni. Tény az, hogy a tranzisztorokkal szerkesztett készülékek beruházási költségei ma még jelentősen nagyobbak a csöves készülékek áránál, de üzemeltetésük és karbantartási költségeik még ezt a többletköltséget is kiegyenlítik. A beruházási költségei a mind jobban fejlődő gyártástechnika, a germánium alapanyag előállításának várható olcsóbodása folytán és más, olcsóbb tranzisztor készítésére alkalmas alapanyag kikísérletezése esetén feltehetően csökkenni fognak.³

Mindezen szempontokat egybevetve egyes szerzők arra a megállapításra jutottak, hogy a tranzisztorok a mikrohullámok, a nagyteljesítményű, nagyfrekvenciás berendezések, továbbá egyes speciális alkalmazások területét kivéve a csöveket fokozatosan ki fogják szorítani. A tranzisztorok eljövendő térhódítását 60%-ra becsülik.

Ha ez a számérték csak egyes szerzők esetleg eltúlzott megállapítása is, akkor is fel kell figyelniük rá, hiszen híradástechnikai iparunkban az elektroncső-ipar igen számottevő és exportunk jelentős részét képezi. Meg kell tehát fontolni az elektroncső-ipar jövőbeni helyzetét és meg kell határozni a magyar tranzisztor-gyártás feladatait.

Megismerkedve mindazon körülményekkel, melyek a tranzisztor alkalmazása szempontjából számottevőek, foglalkoznunk kell még kapcsolástechnikai kérdéseivel. Az alkalmazási területek szerint feloszthatjuk a kérdést erősítő, oszcillátor, nem lineáris és különleges kapcsolások csoportjára.

Bár erősítésre mindkét tranzisztor-típus alkalmas, általános elterjedésre erősítő fokozatban csak a rétegtranzisztor tarthat számot. A tranzisztor a csőhöz hasonlóan három kivezetéssel rendelkező

¹ Tústranzisztorok erősítőekben való alkalmazása mindjobban háttérbe szorul a kifejlesztett nagyfrekvenciás rétegtranzisztorok bevezetése óta.

² A legújabb közlések szerint a közeljövőben piacra kerülnek ezek a típusok is.

³ A legújabb közlemények szerint a tústranzisztorok ára lecsökkent a vevőcsövek közepes árszintjére.

aktív elem. Úgy mint a csövet, ezt is háromféle kapcsolásban használhatjuk erősítésre. A három alapkapcsolás a földelt bázisú, a földelt emitteres és a földelt kollektoros kapcsolás, melyek a csőtechnikában a földelt rácsú, a földelt katódos és földelt anódos, azaz katódcsatolású erősítő-kapcsolással analógok. Közülük időrendben első a földeltbázisú kapcsolás volt, mely tranzisztor karakterisztikák felvételére, váltóáramú jellemzők meghatározására a legalkalmasabbnak bizonyult és így, különösen a tűstranzisztorok tulajdonságait ebben a kapcsolási elrendezésben szokás megadni.

A tranzisztor áramvezérelt elem. Ezért jellemzésére a csővektől eltérően impedancia-paramétereket használunk, azaz a feszültségeket adjuk meg az egyes elektródaáramok függvényében.

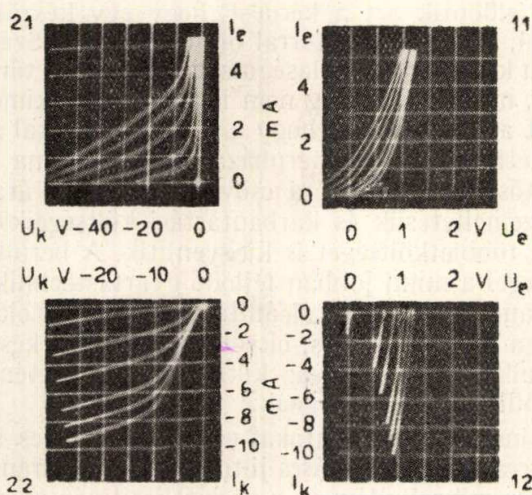
Igy :

$$U_1 = f(I_1, I_2) \quad (1)$$

$$U_2 = g(I_1, I_2) \quad (2)$$

alakban írható a karakterisztika egyenlete.

A szokásos cső koordináta-rendszerben a bemenő, illetve kimenő kapcsok áram, illetve feszültség



2. ábra. Tűstranzisztor teljes karakterisztikája.

- 11 bemenő karakterisztika ;
paraméter : $I_k = 0, -2, -4, -6, -8, -10$ mA
- 12 visszacsatoló karakterisztika ;
paraméter : $I_e = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ mA
- 21 átviteli karakterisztika ;
paraméter : $I_k = 0, -2, -4, -6, -8, -10$ mA
- 22 kimenő karakterisztika ;
paraméter : $I_e = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ mA

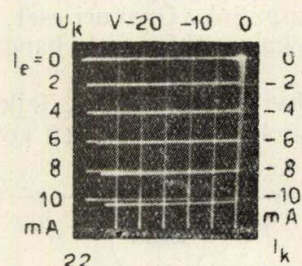
értékeire a 2. és 3. ábra karakterisztikáit kapjuk. A fent említett okból paraméterként az áramértékeket választjuk. Jellemző, hogy a bemenő vagy kimenő kapcsok árama vagy feszültsége nem hanyagolható el, mint pl. a csövek rácsáram-értéke. Ezért a tranzisztor jellemzésére legalább két karakterisztika szükséges. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a bemenő és kimenő kapcsok közt mindkét irányban csatolás lép fel, így a tranzisztort mindig teljes négy-pólusnak kell tekinteni, szemben a csővel, mely gyakran mint egyszerű aktív kétpólus tárgyalható.

Váltóáramú szempontból kis jelek esetén írható :

$$u_1 = \frac{\partial U_1}{\partial I_1} i_1 + \frac{\partial U_1}{\partial I_2} i_2 = Z_{11} i_1 + Z_{12} i_2 \quad (3)$$

$$u_2 = \frac{\partial U_2}{\partial I_1} i_1 + \frac{\partial U_2}{\partial I_2} i_2 = Z_{21} i_1 + Z_{22} i_2 \quad (4)$$

Itt u_1, u_2, i_1, i_2 a feszültségek és áramok váltóáramú komponensei. $Z_{11} \dots Z_{22}$ a tranzisztort jellemző differenciálhányados impedanciák, melyeket a megfelelő indexű karakterisztikákból grafikus differenciálással határozhatunk meg.



3. ábra. Rétegtranzisztor kimenő karakterisztikája.

Földelt bázisú kapcsolásban a 3. és 4. egyenlet szokásos jelölésekkel :

$$u_e = R_{11} i_e + R_{12} i_k \quad (5)$$

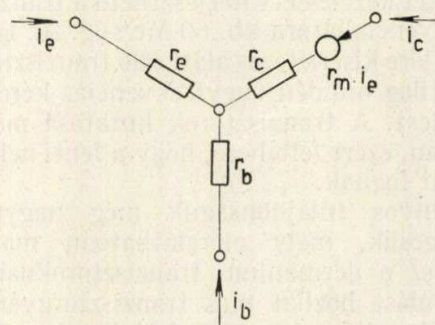
$$u_k = R_{21} i_e + R_{22} i_k \quad (6)$$

A földelt bázisú impedanciákat ugyanis célszerű megkülönböztetni más kapcsolások impedanciáitól, mivel ezek, mint katalógus adatok a tranzisztor jellemzésére szolgálnak.

Szokásos még definiálni a földelt bázisú kapcsolás áramerősítési tényezőjét is, mely a primér és szekundér kapcsokon folyó váltóáram viszonyát jelenti, ha a kimenő kapcsokat rövidzárban dolgoztatjuk. Ennek értéke :

$$a = \left| \frac{i_2}{i_1} \right| = \frac{R_{21}}{R_{22}} = \frac{R_{11}}{R_{12}} \quad (7)$$

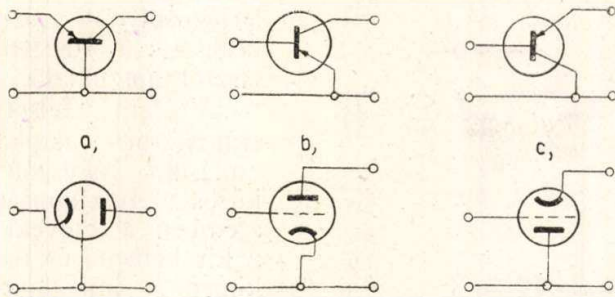
A földelt bázisú tűstranzisztor kimenő karakterisztikája pentóda jelleget mutat, aránylag nagy kimenő impedanciával. Ezzel szemben a bemenő karakterisztika egyen- és váltóáramú szempontból kis ohmosnak tekinthető.



4. ábra. Tranzisztor csillaghelyettesítő képe.

Rétegtranzisztorok kimenő karakterisztikája ideális pentóda karakterisztikájához hasonló. A kimenő impedancia jelentősen nagyobb a tűstranzisztorokénál és $M\Omega$ nagyságrendű is lehet. A bemenő karakterisztika hasonló a tűstranzisztorok bemenő karakterisztikájához.

A tranzisztorok számára a gyakorlatban legjobban bevált helyettesítő kép látható a 4. ábrán, mellyel ekvivalens más helyettesítő képek is használhatók. Ennek a helyettesítő képnek előnye, hogy bármelyik elektróda földelése esetén jól



5. ábra. Tranzisztorok alapkapcsolásai és az analóg csőkapcsolások.
 a földelt bázisú,
 b földelt emitteres és
 c földelt kollektoros kapcsolás

használható. A helyettesítő kép váltóáramú impedanciaértékei tús- és rétegtranzisztorokra a következők:

	tús (VS 200)	réteg (CK721)
$r_e = R_{11} - R_{12}$	300 Ω	40 Ω
$r_b = R_{12}$	100 Ω	200 Ω
$r_k = R_{22} - R_{12} \approx R_{22}$	15 kΩ	230 kΩ
$r_m = R_{21} - R_{12} \approx R_{21}$	30 kΩ	207 kΩ
$a = \frac{R_{21}}{R_{22}}$	2	0,9

Az áramerősítési tényező a tranzisztor stabilitására jellemző érték. Ha ez 1-nél nagyobb, könnyen okozhatja a rendszer instabilitását is, melyet sok kapcsolási elrendezésben ki is használunk. Érdekesképpen említem, hogy azelektroncső a tranzisztor határeseteként fogható fel, ha annak áramerősítése egységnyi.

Ha a csillaghelyettesítő kapcsolással rendre végigszámoljuk valamennyi lehetséges elrendezést (5. ábra), akkor a következő eredményeket kapjuk:

A földelt bázisú kapcsolás földelt rácsú csővel tekinthető analógnak. Jellemzője az elérhető aránylag nagy felső frekvenciahatár, a kis bemenő és nagy kimenő impedancia. Tús tranzisztoroknál a bemenő és kimenő impedancia erősen függ a lezáró ellenállások értékétől és kis ohmos lezárás esetén könnyen negatívvá is válhat.

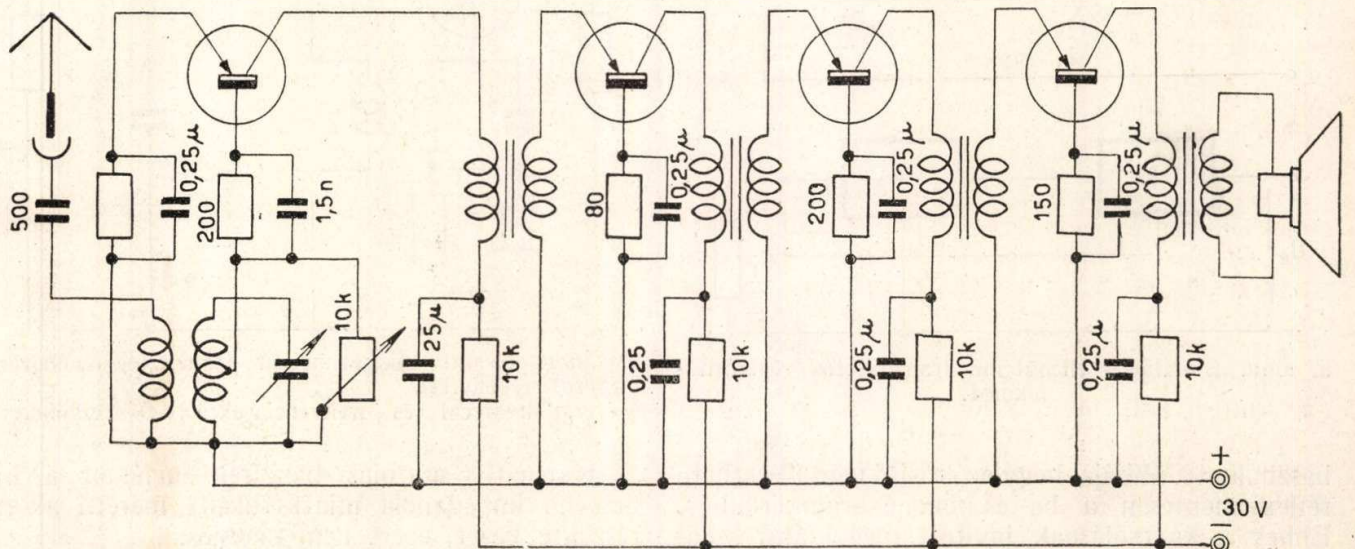
A rétegtranzisztorok kimenő impedanciája és bemenő impedanciája közötti különbség erősítő láncoknál a fokozatok illesztését nagymértékben megnehezítené, ezért a rétegtranzisztoroknál ez a kapcsolás nem szokásos. Az elérhető teljesítményerősítés tús tranzisztoroknál 16—23 dB között van, rétegtranzisztoroknál egészen 50 dB-ig terjedhet.

A tús tranzisztort ma még használják hangolt nagyfrekvenciás erősítőfokozatokban, mert határfrekvenciája meghaladja a rétegtranzisztorokét. Hátránya, hogy a rezonanciafrekvenciától távol gerjedésre hajlamos lehet a fokozat. A nagyfrekvenciás rétegtranzisztorok elterjedése esetén a tús tranzisztor erősítőkből való alkalmazása erősen csökkeni fog.

Földelt emitteres kapcsolás a földelt katódos csőkapcsolással rokon. Bemenő impedanciái az előző kapcsoláshoz hasonlóan kis értékűek és tús tranzisztoroknál negatívvá is válhatnak. Az erősítés 3—4 dB-el nagyobb lehet a földeltbázisú kapcsolásnál, ezzel szemben nagyfrekvenciára nem használható. Tús tranzisztorok használata ebben a kapcsolásban nem is indokolt.

Rétegtranzisztoroknál a kimenő impedanciák kisebbek a földelt bázisú kapcsolásénál. Így az egyes fokozatok közötti illesztés kérdése ebben a kapcsolásban oldható meg legkönnyebben. Kis frekvenciákon ez az alapkapcsolás a leghasználatosabb.

A földelt kollektoros kapcsolást a katódcsatolású erősítőkhöz lehetne hasonlítani. A rétegtranzisztor földelt kollektoros kapcsolása a katódcsatolású erősítő fokozattal rokon tulajdonságú, azt annál



6. ábra. Tranzisztoros rádióvevőkészülék tranzisztorokkal. Egy audionfokozat és három transzformátoros csatolású hangfrekvenciás erősítőfokozat.

jobban közelíti meg, minél inkább 1-hez közeledik az alkalmazott tranzisztor áramerősítési tényezője.

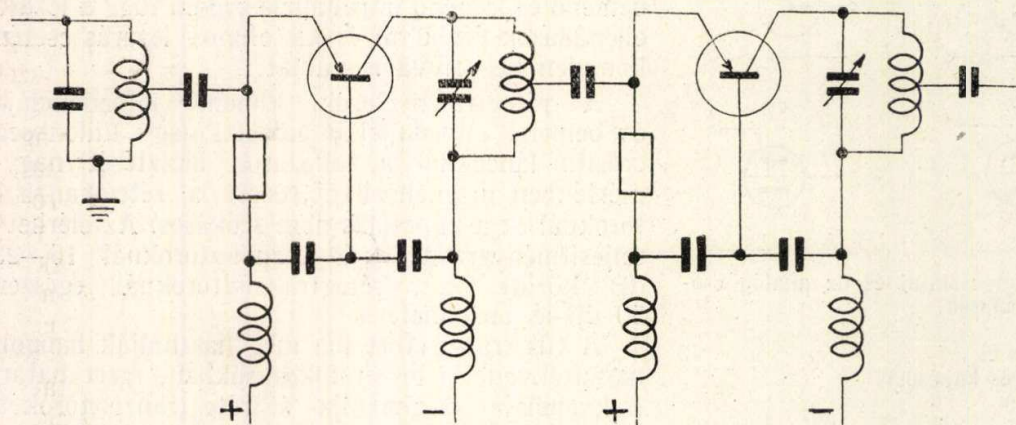
A tús tranzisztor-technikában ennek a kapcsolásnak külön érdekessége van. Kimutatható, hogy kétszeres áramerősítés esetén a teljesítmény-erősítés mindkét irányban egyforma nagyságú. Ha a

egyszerű eszközökkel, kis fogyasztással megvalósíthatják a hosszú élettartamú, üzembiztosan működő kéthuzalos vonal és mikrofon erősítőket.

Az elhangzottakat figyelembe véve, erősítés céljára általában a réteg tranzisztor alkalmasabb és csak egyes nagyfrekvenciás alkalmazásokban

létjogosult — ideigőráig — a tús tranzisztor használata.

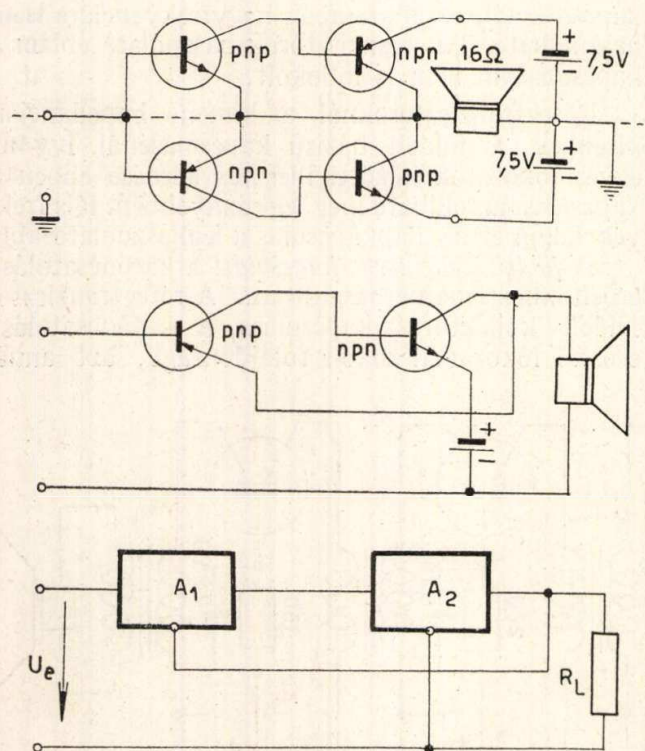
A fent felsorolt tranzisztor alapkapcsolások úgyszólván közös tulajdonsága, szemben a csövekkel, a kis bemenő és nagy kimenő impedancia. Ha a fokozatokból erősítőláncot építünk, meg kell oldanunk a fokozatok közötti csatolás kérdését. Hangfrekvenciákon transzformátoros csatolást szokás alkalmazni (6.



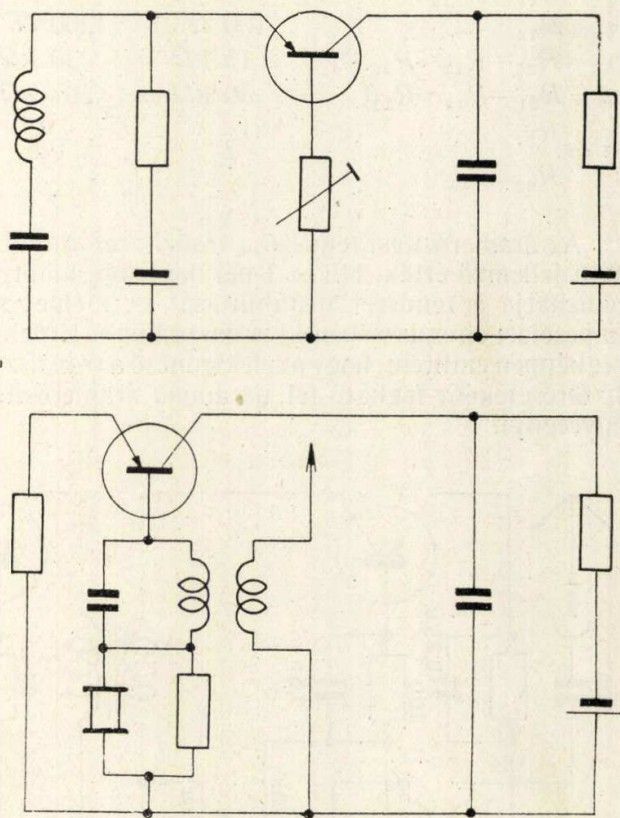
7. ábra. Televíziós készülék középfrekvenciás erősítőfokozatai.

bázist vezéreljük és az emitter a kimenő kapocs, akkor a jel fázishelyesen, ellenkező irányban pedig fázisfordítással jut át a rendszeren. Az áramkör helyes tervezése esetén mindkét irányban kb. 10 dB teljesítmény-erősítés érhető el. A földelt kollektoros kapcsolás tehát kétirányú erősítőnek

ábra). A készülékek méreteire való tekintettel az alkatrészgyárak külföldön már megoldották a miniatűr, kb. 1 cm³ térfogatú csatoló transzformátorok gyártását.



8. ábra. B-osztályú ellenütemű tranzisztoros végerősítő-fokozat.



9. ábra. Negatív impedanciájú tranzisztor-oszcillátor: a soros rezgőkörrel, b rezgő kvarccal és frekvenciasokszorozó rezgőkörrel.

használható. Hibája, hogy az erősítő nem illeszthető reflexiómentesen a be- és kimenő áramkörökhöz. Ennek a kapcsolásnak javított megoldásai különösen jelentős szerepet kaphatnak távbeszélő-technikában és a vivőhullámú hírközlésben, mert

Kapacitív csatolás hangfrekvenciákon a kis bemenő impedancia miatt túlzott méretű alkatrészekre vezet, ezért nem előnyös.

Nagyfrekvenciákon a kapacitív, vagy induktív csatolás egyaránt lehetséges (7. ábra). Hangolt

körös erősítők használatánál a rezgőkört rendszerint megcsapolással kell illeszteni a tranzisztor impedanciáihoz, ez egyúttal a fokozatok közötti impedancia transzformációt is megvalósíthatja.

Az erősítőtechnikában a csatolási nehézségek megszüntetésére egy a csőtechnikában ismeretlen mód kínálkozik: Mint ismeretes, a tranzisztor kristály alapanyaga n típusú, vagy p típusú szennyezést tartalmazhat. Ha a tranzisztor » npn » típusú, azaz n típusú alapkristályból készült, akkor üzem közben a kollektorra negatív, az emitterre pozitív potenciálra kötendő, a bázisfeszültsége pedig az emitter feszültség közelében áll be. Az » npn » típusú tranzisztornál a működtetésre szükséges polarítások az ellenkezőek. Ha tehát egy erősítőláncot felváltva » npn » és » pnp » típusú komplementer tranzisztorokkal építünk, akkor a vezérelt emitter, vagy báziselektroda egyenáramú szempontból is összeköthető az előző fokozat kollektorával. Ilyen esetben tehát csatoló elem nem szükséges és minden erősítő fokozat munkaellenállása maga a következő fokozat. Ezek az erősítő láncok a legsajátságosabb tranzisztor áramkörök. A telepeken, vagy tápáramforrásokon kívül csak tranzisztorokat és az utolsó fokozat munkaellenállását tartalmazzák. A 8. ábrán látható egy olyan B-osztályú, ellenütemű tranzisztor végfokozat, mely mindössze 2—2 komplementer tranzisztorból és két telepéből áll, fázisfordítást nem igényel, és hangszóró működtetésére, kimenő transzformátor alkalmazása nélkül alkalmas. A teljes szimmetriából következik, hogy alaphelyzetében a rendszer áramot alig fogyaszt és egy-egy fél hullámnál mindig csak 2 tranzisztor működik. A bemenő tranzisztor fogyasztása mindössze mW nagyságrendű és a második teljesítmény tranzisztor bázis áramából, hulladék energiájából ellátható. A rendszer összfogyasztását tehát egyáltalán nem növeli. Ha a fél oldalt kissé átrajzolva ábrázoljuk, rögtön feltűnik, hogy mindkét fokozat földelt emitteres kapcsolásban dolgozik. Ennek a kapcsolásnak bemenő impedanciája kicsi, de az alkalmazott 100%-os áramvisszacsatolással nagyra tehető. Így a fokozat bemenő impedanciája kb. 100 k Ω értékű, kimenete pedig 17 Ω -ra illeszthető. Ezzel szemben feszültség erősítése 1, teljesítmény erősítése 28 dB. Teljes kivezérlésnél 0,5 W-ot szolgáltat 2% torzítással.

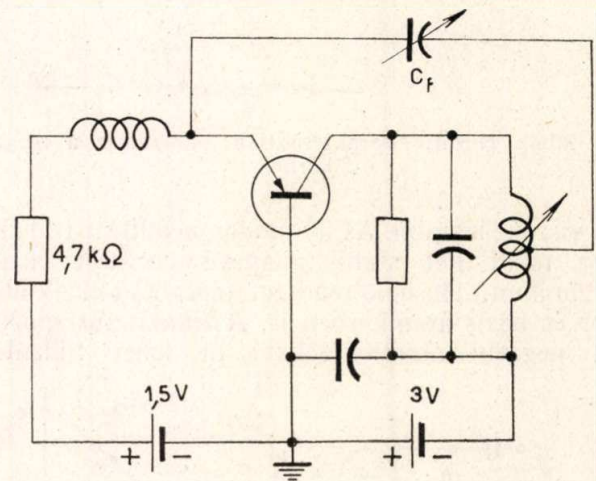
A komplementer elv még számos más kapcsolásban nagyon egyszerű megoldást tesz lehetővé.

A következőkben néhány szót az oszcillátor kapcsolásokról. Mint az erősítő fokozatok tárgyalásánál láttuk, tústranzisztorok negatív impedanciájúvá válhatnak, ha bemenő, vagy kimenő kapcsait váltóáramú szempontból rövidre zárjuk. Ez a báziskörbe helyezett és pozitív visszacsatolást okozó ellenállással mindig elérhető. Az így kapott negatív impedanciájú elem oszcilláció fenntartására alkalmas. Nagy előnye, hogy két kivezérléssel ellátott rezgőkörök is rezgésben tarthatók vele. Nincs szükség tehát visszacsatoló tekercsre, vagy visszacsatoló láncre. A bemenő kör negatív impedanciája kis értékű. Ezért soros hangolt körök berezgetésére alkalmas. A kollektor körök negatív impedanciái nagyobb értéket is felvehetnek, ezekkel kvarc oszcillátorok is készíthetők. A 9. ábrán látható

kvarc oszcillátor egy további hangolt kört is tartalmaz, mely a frekvencia sokszorozás feladatát is elvégzi egyúttal. A tús tranzisztorokkal készült kapcsolások általában ilyen negatív impedanciájú kapcsolások.

Rétegtranzisztor oszcillátorok csak a visszacsatolás elvén működhetnek. Elvben minden olyan oszcillátor típus megépíthető tranzisztorral, mely csöves oszcillátornak is alkalmas. Példaképen bemutatunk egy nagyfrekvenciás rétegtranzisztorral épített hárompont kapcsolású 70 Mc/s frekvenciájú oszcillátort (10. ábra).

A fenti oszcillátorkapcsolások kis energiájuk miatt főként helyi oszcillátorokként alkalmazhatók célszerűen. Itt viszont fogyasztásuk egészen kis



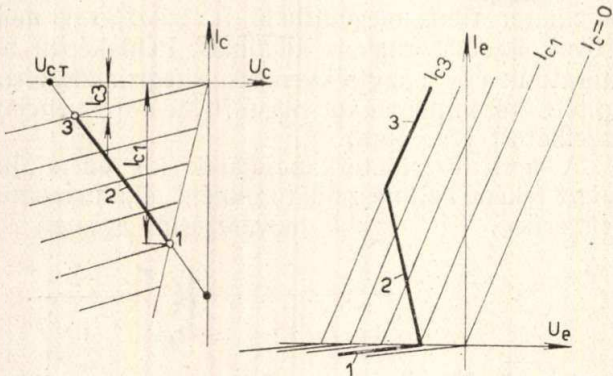
10. ábra. Hárompont-kapcsolású oszcillátor rétegtranzisztorral.

értékre szorítható le. Mini különlegesség említhető meg, hogy rétegtranzisztorral készíthető olyan oszcillátor is, mely 0,16 V tápfeszültség mellett 80 μ A áramfogyasztással, tehát közel 10 μ W disszipációval oszcillál és 30% hatásfokkal 3 μ W nagyfrekvenciás energiát szolgáltat. Természetesen ez csak kuriózum, de rávilágít a tranzisztoros áramkörök kis fogyasztására.

A tús- és rétegtranzisztorokkal előállítható negatív impedanciákat az átviteltechnikában is jelentős sikerrel lehet alkalmazni. Szűrőkörökbe beépítve, kompenzálhatjuk velük a passzív elemek (induktivitások) veszteségeit. A beépített tranzisztor kis fogyasztású, nagy élettartamu, és a szűrő karakterisztikái a kvarc-szűrők jóságával vetekszik.

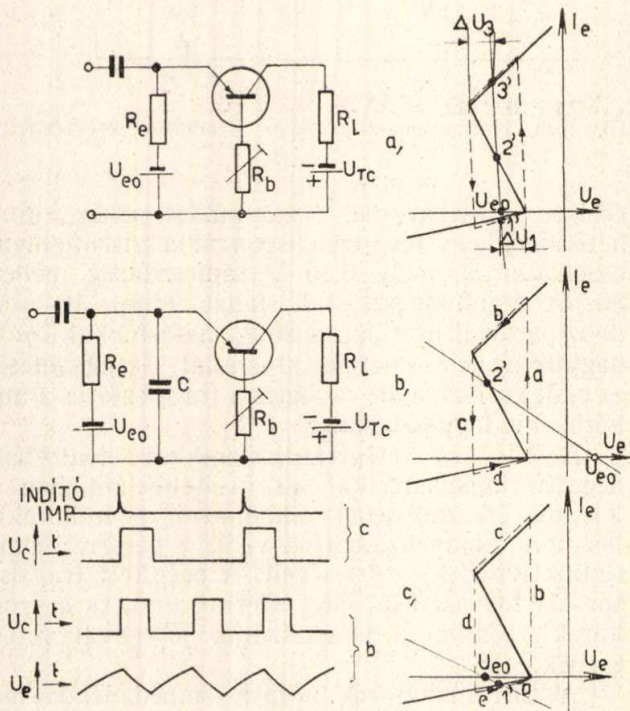
A tústranzisztorok negatív impedanciája még egy további lehetőséget rejt magában. A negatív impedancia önmagában instabilitást jelent. Az a munkapont tehát, melyen a bemenő, vagy kimenő impedancia negatívvá válik, egyenáramú szempontból is instabillá tehető. Egy ilyen munkapont, vagy munkaszakasz két határán azonban mindig találunk stabil karakterisztika részeket a telítés és lezárás miatt. Egy tús tranzisztor bemenő és kimenő karakterisztikáit látjuk idealizálva a 11. ábrán. Ha a kollektorkört U_i telepfeszültséggel tápláljuk kis ohmos ellenálláson keresztül, akkor a cső munkapontjai rendre a berajzolt munkaegyenesre esnek. A munkaegyenes egyes pontjaiból a bemenő karak-

terisztika lehetséges állapotait pontról pontra megszerkesztve, bázisköri pozitív visszacsatolás esetén »s« alakú munkagörbét kapunk. Ha a bemenő kapcsokra U_{eo} feszültségű telepet és kis ellenállást kapcsolunk, akkor a munkagörbe 3 lehetséges munkapontja közül az 1. és 3. stabil pont lesz, a



11. ábra. Negatív karakterisztika kialakulása a bemenő körben.

2. viszont instabil. Az ily módon beállított tranzisztor tehát két stabil állapotú rendszert képez (12/a ábra.). Hasonló rendszer képezhető ki a kollektor és bázis áramkörben is. A tranzisztort pozitív és negatív áramlökésekkel át lehet billenteni



12. ábra. Tranzisztoros multivibrátorkapcsolások és karakterisztikáik:

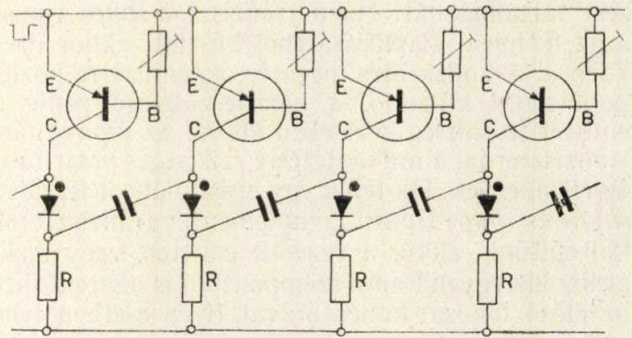
- a két stabil állapotú,
- b szabadon futó,
- c egy stabil állapotú multivibrátor.

mindkét stabil helyzetébe. A rendszert kristály diódákkal kombinálva kettes számrendszerű számlálófokozatot nyerünk.

Ha az emitter telepet nagy emitter ellenállással kötjük sorba, akkor a rendszernek csak egy lehetséges munkapontja lesz. Ha ezt az ellenállást kondenzátor segítségével rövidre zárjuk, akkor

tranzien szempontból a rendszer ismét instabillá tehető. Ha pl. a munkapontot az 1-es pontban választjuk meg a telepfeszültség kellő beállításával (12/c ábra), akkor egy stabil állapotú, impulzussal indítható multivibrátort nyerünk.

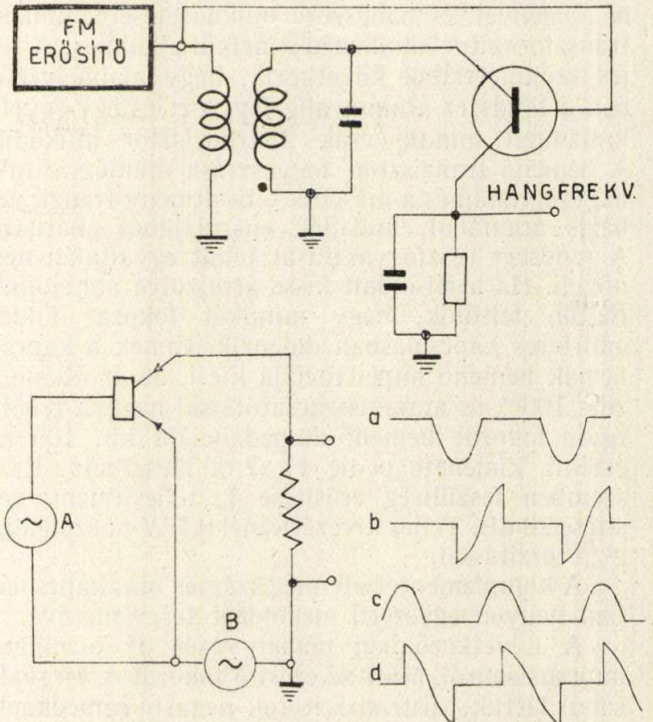
Ha a munkapontot az instabil 2-es pontban választjuk meg (12/b ábra), szabadonfutó multi-



13. ábra. Kettes számrendszerű tranzisztoros számlálólánc.

vibrátorként működik a fokozat. Ennek folyamatos munkagörbéjét és a keletkező hullámalakot is a 12. ábrán láthatjuk.

A fenti három működési mód egyszerű, üzembiztos, nagy élettartamú számolóberendezések,



14. ábra. FM-demodulátor fokozat és fázisdetektor szimmetrikus tranzisztorokkal. A fázisdetektor hullámalakjai:

- a 0° fáziskülönbségnél,
- b 90° „
- c 180° „
- d 270° „

impulzustechnikai áramkörök tervezését teszi lehetővé. Ilyen kettes számrendszerű számlálólánc felépítése látható a 13. ábrán.

A multivibrátor áramkörökkel elérhető leg-
rövidebb időtartamok 1 μ sec körül vannak, az elérhető homlokmeredekségek 0,1 μ sec-osak. Hosszú impulzus időket, vagy ismétlődési idő-

tartamokat ezzel a rendszerrel előállítani nehéz.

Az eddig ismertetett kapcsolások az elektroncsőkapcsolástechnikában szintén megvalósíthatók és ismeretesebbek. Egyes áramköri egyszerűsítések csövekkel szemben már eddig is mutatkoztak, mint pl. a negatív impedanciájú oszcillátor, a komplementer elemeket tartalmazó közvetlen csatolású erősítő, továbbá a mindössze 1 tranzisztorból álló multi- vibrátor rendszerek.

Végezetül a tranzisztorkapcsolások egy különleges lehetőségével érdemes foglalkozni, mely elektroncsövekkel megoldhatatlan áramköri megoldásokra vezet. Ez a szimmetrikus tranzisztorok felhasználásának lehetősége. Ilyen szimmetrikus tranzisztort rétegztranzisztor formájában készítenek. Ha ugyanis az emitter és kollektor elektródát teljesen szimmetrikusra készítjük és a gyártás folyamán azonos kezelésnek vetjük alá, akkor működés közben a két elektróda akár szerepet is cserélhet.

A szimmetrikus tranzisztor tehát két, egymással szembekapcsolt csővel egyenértékű. Hasonló technikával készíthetők az ipari elektronika területén alkalmazható nagyteljesítményű tranzisztorok is.

A szimmetrikus tranzisztorok általában mint vezérelt kapcsolók használhatók. A báziselektróda segítségével ugyanis mindkét irányban lezárhatjuk,

vagy nyithatjuk az áramfolyást. Zárási irányban a tranzisztor ellenállása igen nagy értékre szökik fel, nyitási irányban majdnem fémes rövidzárnak tekinthető. Nyitási és zárási irányú árama akár 4 nagyságrenddel is különbözhet egymástól. Az ilyen kapcsoló áramkörök energia hatásfoka meghaladja a 90%-t.

Szimmetrikus tranzisztorokkal működő fázisdetektor és FM demodulátor kapcsolás látható a 14. ábrán. Mindegyik kapcsolás közös tulajdonsága, hogy a báziselektróda meghatározott, rövid időtartamokra vezérli a szimmetrikus tranzisztorokat, mely idő alatt a tranzisztorokon keresztül mindkét irányú áramfolyás lehetséges.

Ezekben lehetett röviden összefoglalni a tranzisztorok újszerű kapcsolástechnikáját és annak lehetőségeit. A felsorolt kérdések sokoldalúsága mutatja, hogy a mindössze 4—5 éves multra visszatekintő tranzisztor-kapcsolástechnika gyorsan behatolt az elektronika minden ágába és ott rövid idő alatt meglepő eredményeket mutatott fel.

A tranzisztorok térhódításának egyelőre határt szab az előállító ipar kis kapacitása, de rohamos fejlődését figyelmen kívül hagyni nem szabad. Ezért a helyzet alapos mérlegelése után meg kell határozunk iparunk ezirányú feladatait is, hogy az elektronika területén megállhassuk helyünket a világversenyben.

A Híradástechnikai Konferencia határozata

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület által 1954. május 6, 7 és 8-án rendezett Híradástechnikai Konferencia a következő határozati javaslatot fogadta el:

1. A tömeggyártásból kikerülő, valamint a speciális célokat szolgáló elektroncsövek minősége, megbízhatósága és élettartama jelentősen a mai szint fölé emelendő.

2. Megkülönböztetett figyelmet kell fordítani az izzólámpák és elektroncsövek gyártásához szükséges wolframfém, valamint a többi felhasznált nyersanyag minőségének javítására, ezenkívül anyagminősítő módszerek és eljárások kidolgozására.

3. Korszerűsíteni kell a vákuumtechnikai gyártó berendezéseket és vizsgáló módszereket.

4. A legnagyobb tömeggyártási perspektívát mutató új gyártási ágként szükséges a televíziós képcsövek kifejlesztése a legkorszerűbb kivitelben. A fejlesztés végrehajtásához a legszélesebb együttműködést kell biztosítani a szakterületen kívülálló kutató és fejlesztési intézményekkel (Üvegipari Kutató, Műanyagipari Kutató, Fémipari Kutató stb.).

5. A tranzisztor megjelenése nagy elvi és minőségi átalakulást idéz elő az elektronikus készülékek területén. Ezért mind kutatásával, mind fejlesztésével, beleértve az alapanyagkutatás kérdését is, fokozott erővel foglalkozni kell.

6. A mikrohullámú sokcsatornás és televíziós összeköttetések létesítése érdekében szükséges ezen berendezések kifejlesztése. Ezen belül mikrohullámú erősítőcsövek, elsősorban haladóhullámú csövek kifejlesztése szükséges.

7. Szükséges a klasszikus elven működő elektroncsövek további fejlesztése. A következő feladatok megoldása különösen lényeges: a működés kiterjesztése minél rövidebb hullámhossz felé; szubminiatűrösövek, elektronoptikai elvek felhasználásával működő vevőcsövek, nagyteljesítményű kisméretű adócsövek fejlesztése.

8. Nagyszemélyű a közép- és rövidhullámú nagyteljesítményű adócsövek perspektivikus fejlesztése.

9. Haladéktalanul meg kell kezdeni elektroncsöveink szabványosítását, a Szovjetunió szabványaival összhangban.

10. Mindezek érdekében feltétlenül szükséges az egész híradástechnikai ipar fejlesztése. Különös gondot kell fordítani a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet fejlesztésére, hogy az kellőképpen el tudja látni feladatát.

11. Erősíteni kell a vállalatok fejlesztési gyáregységeit is és biztosítani kell valamennyi kutató és fejlesztő szerv szoros együttműködését.

12. A fenti célkitűzések megvalósítása nem oldja meg a híradástechnika hazai fejlesztésének minden fontos kérdését. Tekintettel erőink korlá-

tozott voltára, a további fontos feladatok megoldása csak úgy érhető el, ha a legnagyobbmértékű nemzetközi együttműködést valósítjuk meg a baráti államok kutató és fejlesztő intézményeivel.

13. A határozatban kitűzött célok megvalósításának biztosítására a híradástechnika területén dolgozó műszaki káderek száma nem elegendő. Ezenfelül az ipari kutatás területén dolgozó szakképzett káderek jelentős része feleslegesen adminisztrációval van terhelve. A fejlesztéshez biztosítani kell a műszaki káderek szükséges létszámát. Ennek

megfelelően kell meghatározni a híradástechnikai technikumokba és a Műszaki Egyetem gyengeáramú tagozatára felveendő létszámát.

14. A Konferencia megbízza a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Híradástechnikai Főbizottságát és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Elnökségét, hogy a fenti határozatok megvalósítása érdekében szükséges részletes javaslatokat dolgozza ki és az Osztályvezetőség jóváhagyása után illetékes szervek elé terjessze.

A korszerű stúdiómagnetofonok fejlődésének és tervezésének egyes kérdései

HECKENAST GÁBOR

A mágneses hangrögzítés fejlődése, bár az utóbbi években meglassult, nem állt meg és egyes részletproblémák hosszabb munkát és kutatást igénylő megoldása a magnetofonok célszerűbb kialakítását, gazdaságosabb kihasználását és jobb hangminőség elérését tette és teszi lehetővé. A magnetofonok rádióstúdiókban történő nagyarányú felhasználása a nemzetközi műsorcsere műszaki szempontból kifogástalan lebonyolítása érdekében egyre sürgetőbben veti fel a szabványosítás kérdését. A felvételi-lejátszási eljárás, a szalag mágnesezésének normalizálása után nyilván fel fog vetődni a géppark legalább főbb típusok szerinti egységesítésének célszerűsége is. Ezeknek a szempontoknak figyelembevétele már a tervezésnél és a gyártásnál szükséges, s az itt felmerülő fontosabb problémákat kívánjuk az alábbiakban nagy vonalakban áttekinteni.

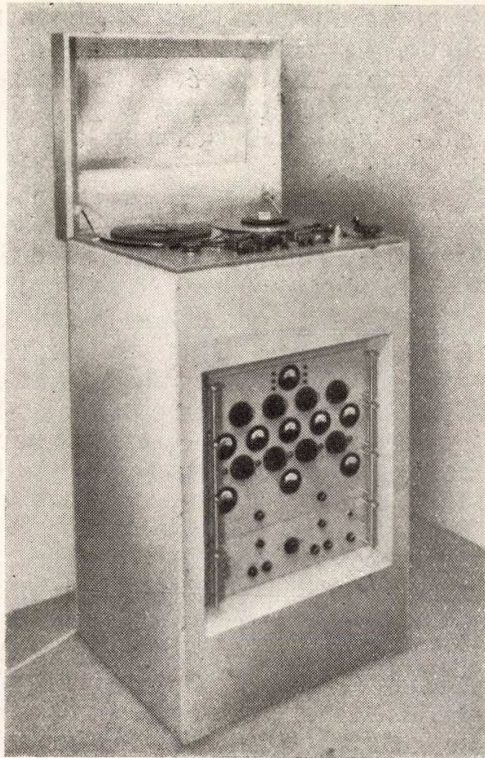
A tervezés és gyártás egyik általános kérdését a szalagsebesség csökkentésének egyre inkább előtérbe kerülő lehetősége veti fel. A sebességcsökkentés nemcsak azzal a gazdasági haszonnal jár, hogy azonos műsoridőhöz kevesebb szalag szükséges és a fejek élettartama hosszabbodik, hanem rendszerint a mechanizmus felépítése is egyszerűbbé válik. Ennek ellenére a közeli jövőt tekintve valószínű, hogy a stúdiómagnetofonok szalagsebessége Európában előreláthatóan még több évig 76,2, illetve 77 cm/s marad. Ennek oka részint az, hogy a jelenlegi géppark jelentős értéket képvisel, s lecserélése sem műszakilag, sem gazdaságilag nem menne zökkenő nélkül, részint pedig az, hogy a meglévő nagymennyiségű és sokszor rendkívül értékes felvétel használata megnehezedne, illetve ezeknek az átjátszása válna szükségessé. A kisebb szalagsebességre való áttérés tehát nem történhet meg máról holnapra, hanem ehhez hosszabb átmeneti időszak szükséges, amely alatt mindkét sebesség használata megengedett. Mindenesetre a gépek konstrukciójánál a fejlődésnek ezt az irányát feltétlenül figyelembe kell venni, s lehetőséget kell biztosítani a sebességváltoztatás nagyobb átalakítások nélküli végrehajtásához.

A jelenleg használatban lévő berendezéseknél már több ilyen megoldással találkozunk. Az egyik megoldási mód az a gépek átkapcsolásával rövid idő alatti átállást tesz lehetővé. Itt a főmotor pólusszáma változtatható, forgórésze pedig nagy remanenciájú mágneses anyagból készül, így abban az állórész pólusainak megfelelő számú permanens pólus keletkezik. Az erősítők korrekciós tagjai átkapcsolhatóak, s ezeknek az átkapcsolása esetleg a kezelőlapról vezérelt jelfogók segítségével is történhet. A másik eljárás lényegesen egyszerűbb. A főmotor fordulatszámában ebben az esetben a szokásos 1500/perc helyett 750/perc s a tengelycsonkon elhelyezett hüvely átmérője 76,2 cm/s sebességnél 19,414 mm, 38,1 cm/s-nél pedig 9,707 mm. A korrekciók megváltoztatásának nem kell feltétlenül kapcsolók segítségével történnie, hanem az néhány alkatrész cseréjével is megoldható. Ez az utóbbi eljárás kétségkívül egyszerűbb és olcsóbb az elsőnél, s az a tény, hogy a sebességváltoztatás hosszabb időt vesz igénybe, nem jelent különösebb hátrányt, mert az áttérés átmeneti időszakában nyilvánvalóan egyes gépek csak az egyik, más gépek csak a másik sebesség használatára lesznek alkalmasak, s így üzem közbeni gyors átállítás nem válik szükségessé.

A magnetofontechnika egy másik jelentős új irányzata a kétcsíkos hangfelvételi eljárás alkalmazása. Rendkívül sok előnye ellenére a stúdiómagnetofonoknál általában nem alkalmazzák ezt a módszert és valószínűleg nem is fogják. Ennek műszaki és adminisztratív okai vannak. Műszaki szempontból egyrészt a 76,2 cm/s sebességnél a két hangcsík közötti áthallás az átviteli sávba beleszó egészen mély hangfrekvenciáknál a hosszú hullámhossz miatt a megengedhető mértéknél nagyobb, másrészt a kéthangcsíkos szalagok nem vágathatók és ragaszthatók tetszés szerint. Adminisztratív szempontból a tekercek nyilvántartása nehezebb és egyes műsorszámok felcserélésének, vagy a véletlen törlésnek a veszélye nagyobb.

A nagysebességű gépek széleskörű használata mellett az utóbbi időt a 19, illetve 19,05 cm/s sebes-

ségű kis gépek térhódítása jellemzi. Ezek a könnyű, hordozható berendezések elsősorban a külső közvetítések céljára szolgálnak. A kis súly, könnyű



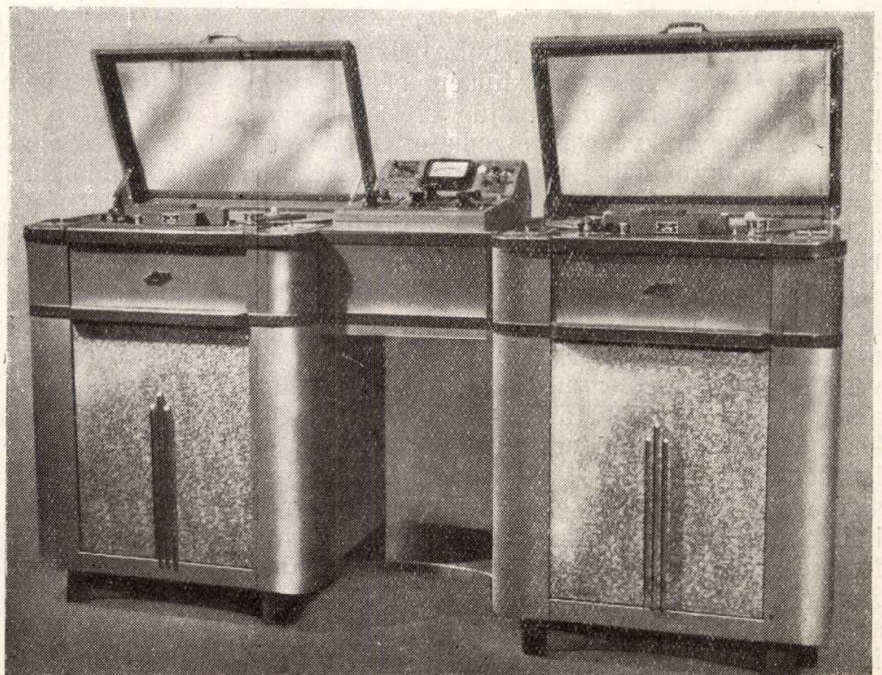
1. ábra. A svájci Motosacoche gyár stúdiómagnetofonja.

kezelés, viszonylag olcsó ár, a kis teljesítményfelvétel és szalagszükséglet indokolja, hogy ilyen magnetofonokat egyre nagyobb számban használnak a riportműsorok felvételére. Tekintettel arra, hogy a felvételek lejátszása vagy külön 19 cm/s sebességű gépeken történik, vagy pedig a riportokból és összekötő szövegekből összeállított műsort 76,2 cm/s sebességű szalagra játsszák át, nincs akadálya annak, hogy a kéthangcsíkos felvételi eljárást itt alkalmazzák. A kisebb szalagsebességnél az áthallásból eredő zavarok is elhanyagolhatók. A riportmagnetofon főbb jellemvonásai tehát a következők: 19,05 cm/s szalagsebesség, kéthangcsíkos eljárás, továbbá kombinált felvevő-lejátszófej és kombinált erősítő.

A magnetofonok tervezésének egyik kiindulópontja a használni kívánt szalag. A szalag jellemzői szabják meg a mágnesezéshez szükséges hangfrekvenciás és nagyfrekvenciás, valamint a törsléhez szükséges nagyfrekvenciás tér nagyságát, a lejátszófej üresjárási feszültségét, a lejátszóerősítő erősítését és a szükséges hangszinkorrektiót. A szalag

mechanikai jellemzőit (szakítószilárdság, nyúlás) a mechanizmus tervezésénél a szalagra ható húzóerő és a fékezésnél fellépő maximális erők megválasztásánál kell figyelembevenni. A Közép-Európában ma általánosan elterjedt Agfa C szalag mágneses jellemzői a 76,2 és részben a 38,1 cm/s szalagsebességnél az átmásolóadási csillapítás kivételével általában megfelelnek, mechanikai tulajdonságai azonban javításra szorulnak. Nem így áll a helyzet a 19,05 cm/s sebességű gépeknél, ahol a magasabb hangfrekvenciák jobb visszaadása végett nagyobb koercitív erő/remanencia viszonyú, finomszemcsés szalag szükséges. Ilyen célra szolgáló általánosan elfogadott szalagtípus még nincs.

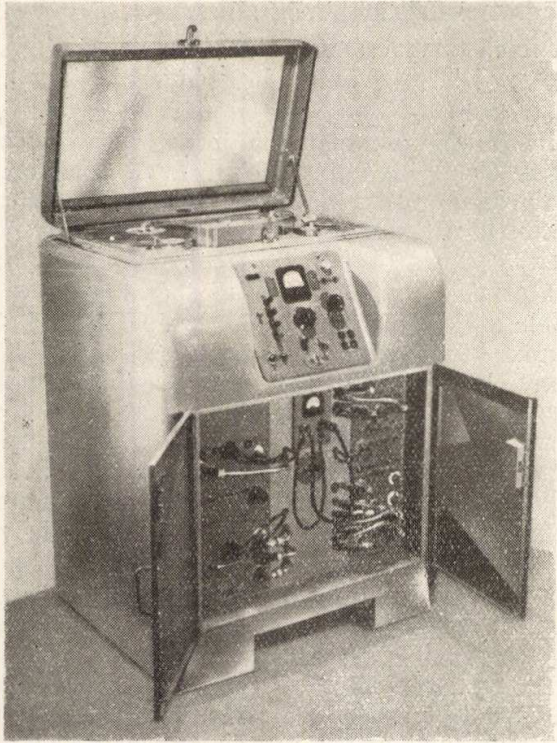
A fejek tervezésénél a stúdiómagnetofonok számára az 1,5 mH önindukciótényezőjű 0,2 mm légrésű törllő, a 7 mH, 28 μ felvevő és 80 mH, 14 μ lejátszófejek már majdnem szabványosnak tekinthetők. A kis impedanciájú fejek alkalmazása megengedi, hogy az előerősítők és a fejek között hosszabb csatlakozókábelt lehessen elhelyezni. A fejeknek valamint a lejátszóerősítő bemenő transzformátorának gondos elektromos és mágneses árnyékolása különösképpen olyan gépeknél, ahol a motorok közel vannak a fejekhez, a jó jel/zaj viszony elérése végett elengedhetetlenül szükséges. A nagy impedanciájú fejek alkalmazása ott előnyös, ahol a bemenő, illetve a kimenő transzformátor elhagyása a súly és a méretek, esetleg a költségek csökkentése végett célszerű, vagy pedig a transzformátor csak erős zavaró térben volna elhelyezhető. Ilyen esetben azonban az is szükséges, hogy az erősítő a futóművel közös egységbe legyen építve, mert így a fejek és az erősítők között csak rövid csatlakozó vezetékkel kell alkalmazni, s a vezetékkapacitás söntölő hatása még a nagyimpedanciájú fej mellett is elhanyagolható. A dinamika a nagyimpedanciájú fejek használata esetén nem jobb, mint a kisimpedanciájúaknál, mert



2. ábra. Szovjet RMSz-16 típusú stúdiómagnetofon.

amilyen arányban megnövekszik a fej sarkain kapott hasznos hangfrekvenciás feszültség, ugyanolyan arányban nő a zajfeszültség is. Javulást eredményez viszont az, ha a fejek méretét minél kisebbre sikerül lecsökkenteni, mert így a zavaró tér kevesebb számú erővonala halad át a fejen. A fejek részének a szalag mozgására merőleges beállításához könnyű és egyszerű megoldású lehetőséget kell teremteni.

Az erősítőknél a felvevőerősítő megoldása okozza a legkevesebb problémát. Az utóbbi időben több helyen alkalmazzák azt a kapcsolást, hogy



3. ábra. Az angol EMI gyár BTR 1/C típusú stúdiómagnetofonja.

a korrekciós tagokat közvetlenül a felvevőfej előtt helyezik el, s így felvevőerősítőként bármely egyes frekvenciakarakterisztikájú erősítő használható. A nagyfrekvenciás oszcillátor tervezésénél több szempontot kell figyelembe venni. Az interferenciahangok kiküszöbölése végett előnyös, ha az előmágnesező áram frekvenciája minél nagyobb. Ugyanakkor a törlőáram frekvenciáját a veszteségek növekedése és ezáltal a törlőfej fokozottabb felmelegedése miatt nem célszerű 50—60 kc/s-nál nagyobbra választani. Ezeket a követelményeket alkalmazását elkerülhetővé teszi az a megoldás, ahol a törlőáram második, vagy harmadik felharmónikusát kiszűrjük és ezt használják előmágnesezés céljára. Az előmágnesező áram szimmetrikus hullámformája, páros felharmónikusoktól való mentessége a zajszint szempontjából rendkívül fontos. A páros felharmónikusok kiküszöbölhetőek szűrők segítségével, vagy pedig — miként azt az utóbbi időben egyre több helyen alkalmazzák — ellenütemű oszcillátorokkal. Az egyszerű berendezéseknél az oszcillátorcső teljesítménycső, s a rezgés-

keltésen kívül a törléshez és előmágnesezéshez szükséges energiát is szállítja. Ez azzal a hátránnyal jár, hogy a terhelésváltozás (melegedés következtében) visszahat — ha kis mértékben is — a rezgőköri elemekre, s az oszcillátor stabilitása így romlik. A törlőáram szabályozása is meglehetősen nehéz. Bonyolultabb, de biztosabb üzemet ad, ha a rezgékeltető csupán mint vezéroszcillátor szerepel, s hangolt körös erősítőfokozat, vagy fokozatok állítják elő a törléshez és előmágnesezéshez szükséges teljesítményt.

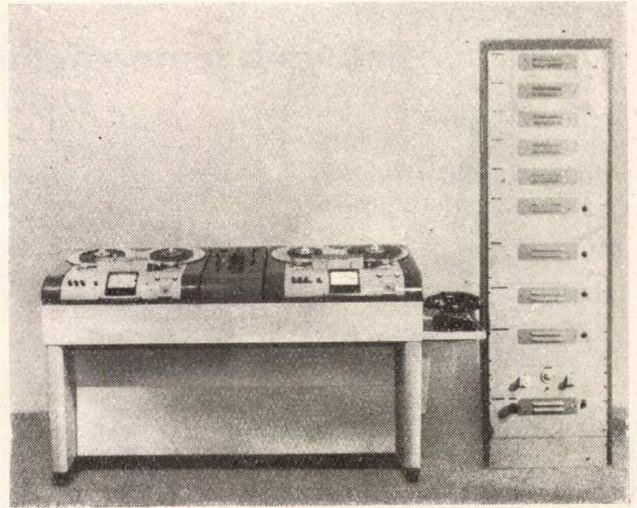
A lejátszóerősítőknél régebben a lejátszófej majdnem üresjárásban dolgozott, s a frekvencia-korrekciót az egyes erősítőfokozatok közötti frekvenciafüggő feszültségosztókkal végezték el. Ezt a módszert a fejlődés során majdnem teljesen kiszorították azok a kapcsolások, ahol az első cső körében alkalmazott frekvenciafüggő visszacsatolással a korrekcióhoz a fej impedanciáját is felhasználják, vagy a lejátszóerősítő bemenő impedanciája a frekvenciától függő mértékben terheli a lejátszó fejet. Ezeknek a kapcsolásoknak előnye, hogy a korrekció tisztán RC-tagokkal megvalósítható, amelyek tömeggyártásban készülnek, s így minden méretben könnyen kaphatók, míg az önindukciós tekercseket a szükségletnek megfelelően rendszerint a gyártás során kell elkészíteni.

A magnetofonok tervezésénél és gyártásánál a legnagyobb körültekintést és pontosságot a mechanizmus kívánja. A stúdiómagnetofonok mechanizmusa — amint azt hosszú évek gyakorlata bizonyítja — három motor alkalmazásával oldható meg a legtokéletebben. A motorok helyes megválasztása döntő fontosságú. Főmotorként a szinkronizált aszinkron, tekercselő motorként pedig az örvényáramú aszinkron indukciós motorok bizonyultak a legmegfelelőbbeknek. A motorok mechanikai megmunkálása rendkívül nagy pontosságot igényel. Célszerű a tengelyek köszörülése. A csapágycsák számára igen előnyösen alkalmazhatók a szinterizált fém csapágycsák. A fejekre ható zavaró tér lecsökkentése végett előnyös, ha a motorok nem a szerelőlapon vannak elhelyezve, hanem lejjebb foglalnak helyet, s rugalmas tengelykapcsolókkal csatlakoznak a hajtótengelyhez, illetve a szalagcsévéző tárcsákhoz. A motorok ilyen elhelyezése abból a szempontból is kedvező, hogy a főmotor tengelye nincs kitéve a gumigörgő radiális nyomásának, hanem azt a hosszú csapággal el látott külön hajtótengely veszi fel. A nem mágnesezhető anyagból készült hajtótengely felületnemesítéssel (keménykrómozással) megfelelő keménységre képezhető ki s pontos méretre köszörülhető. A gumigörgő elhelyezésénél ajánlatos ügyelni arra, hogy a tengely és a görgő közötti súrlódásból eredő erőhatás forgató nyomatéka a görgő kar forgáspontjára a gumigörgő szorítását ne csökkentse, hanem inkább növelje. A szalag megcsúszásának elkerülése végett jó, ha a szalag minél hosszabb ívben fekszik fel a gumigörgőn, azonban figyelemmel kell lenni arra, hogy a lejátszófejet elhagyó szalag először a pontosan megmunkált hajtótengelyt érintse és csak a tengely és görgő érintkezésének függőlegese után fusson fel a gumigörgő palástjára. Így a gumigörgőnek a kopás során

keletkező esetleges excentricitásából, valamint a gumipalástnak a nyomóerő következtében keletkező deformációjából eredő sebesség-ingadozás nem hat vissza a fejek előtt tartózkodó szalagra. Ugyancsak előnyös, ha a főtengely középpontja nem fekszik a gumigörgő középpontja által leírt íven, hanem azon kívül helyezkedik el.

A főmotor és a görgő tengelyének párhuzamosága a szalagra ható függőleges irányú erőhatás kiküszöbölése végett döntő fontosságú, s a tervezésnél a beállítás számára ajánlatos lehetőséget biztosítani. Az egyenletes szalagsebesség szempontjából igen kritikus a szalagterelő görgők ütésmentes futása. Különösen az adagoló orsó és a fejek között helyetfoglaló görgő okozhat sebesség-ingadozást, mivel a görgő után közvetlenül a fejek következnek. A másik görgő excentricitása kevésbé hátrányos, mert a gumigörgő és a hajtótengely közé szorított szalag a sebesség-ingadozást nem adja át olyan mértékben a fej előtt tartózkodó szalagszakaszra. A terelőgörgők csapágyazásánál precíziós golyóscsapágyak alkalmazása látszik a legcélszerűbbnek. A nagy inercianyomatékkal rendelkező terelőgörgőnek rugózott szalagvezetőkarral történő kombinálása lehetőséget ad arra, hogy a szalag rezgéseit az így keletkező mechanikus szűrőlánc csillapítsa. A szűrő rezonáns frekvenciája a lehető legalacsonyabb legyen. A kisebb gépeknél a szalagterelő görgők elhagyására több lehetőség van, s a kisebb szalagsebesség mellett álló szalagvezetők is alkalmazhatók.

A szalag meglazulásmentes és túlzott megfeszülés nélküli megállítása a legegyszerűbb és legüzembiztosabb módon szalagfékek segítségével történik. A fékek oldását és a gumigörgő karjának elfordítását vagy elektromágnesek, vagy mechanikus közvetítőszervek (bowden-kábel) végzik. Kétségtelen, hogy a mechanikus működtetéshez bonyolultabb kapcsoló szükséges, azonban az sem vitatható, hogy ez a módszer üzembiztosabb és a váltóárammal táplált elektromágnesek zavaró tere



4. ábra. A Magyar Rádió által készített SM 2/52 studiómagnetofon.

nem okozhat árnyékolási gondokat. Ha az elektromágnesek táplálásához külön egyenirányító egységet alkalmaznak, akkor ez a berendezést bonyolultabbá és zsúfoltabbá teszi. A kis sebességű magnetofonoknál a már említett célokat (olcsóság, hordozhatóság) szem előtt tartva az egymotoros szalagtovábbítás látszik a legindokoltabbnak. A számtalan megoldási módozat közül feltétlenül azokat kell előnyben részesíteni, amelyek minél kevesebb mechanikai kapcsoló elemmel a legüzembiztosabban végzik a szalag állandó sebességű továbbítását, valamint biztosítják a gyors előre- és visszatekerés lehetőségét. A sok áttétellel, dörzshajtásokkal, bonyolult tengelykapcsolókkal felépített mechanizmus a sokszor mostoha üzemeltetési viszonyok, rázás, por és szennyeződés miatt a riportcélokra szolgáló magnetofonoknál nem garantálja a gép hosszú élettartamát.

A studiómagnetofon néhány korszerű típusát az 1—4. ábrákban mutatjuk be.

Könyvszemle

Sz. I. Katajev: **Televíziós eltérítő impulzusgenerátorok.**

C. M. Катаев: Генераторы импульсов телевизионной развертки.

»Goszenergoizdat«, Moszkva-Leningrad, 1951, 272. oldal.

A könyv foglalkozik az adott fajtájú eltérítéshez szükséges impulzusformák számításával és grafikus úton való meghatározásának módszereivel, továbbá megadja azokat a méretezési formulákat, amelyek az elektromos és mágneses eltérítésnél előforduló impulzusok amplitúdóinak kiszámításához szükségesek. Ismerteti az egy energiatárolót tartalmazó relaxációs generátorok méretezésének elméletét különböző eltérítő impulzusformák esetében. Tárgyalja a leginkább használatos, fűrészfogalakú áramot és fűrészfogalakú feszültséget előállító impulzusgenerátorok működésének elméletét. Különös figyelmet szentel a tömeggyártásban előállított távolbalátókészülékek eltérítő generátorai gazdag kapcsolásának.

A szerző a könyvet a televízióval foglalkozó mérnökök és felsőbbéves egyetemi hallgatók széles körének szánja. Témafelosztása a következő:

Bevezetés.

I. fej. Az eltérítéshez szükséges elektromos impulzusok formája és nagysága.

II. fej. Adott formájú impulzusok előállítására alkalmas egyszerűbb generátorkapcsolások megszerkesztésének és méretezésének módszere.

III. fej. Fűrészfogalakú eltérítő feszültséget előállító generátorok.

IV. fej. Fűrészfogalakú áramot előállító eltérítő generátorok.

V. fej. Egycsöves fűrészfogaram-generátorok.

VI. fej. Impulzusformáló kapcsolások.

VII. fej. Az eltérítő generátorok szinkronizálásának néhány sajátossága.

Irodalom.

Romhányi Miklós

Jelfogók lemeZRÚGÓinak tervezési kérdései*

SIMON FERENC

Eredményünk kiértékeléséhez helyettesítsük vissza a és b értékeit (22)-ből:

$$\frac{\Delta|B|}{\Delta f} = E \frac{1}{2 \frac{l_0^3 + 3Ll_0l}{3J_0} + \frac{l^3}{3J}} \cdot \frac{\frac{l_0^3 + 3Ll_0l}{3J_0}}{\frac{l^3}{3J}}$$

A jobboldal egyszerűsítésére vezessük be a lemeZRÚGÓ és egy ág szélességének viszonyát kifejező

$$k = S_0/S \quad (29')$$

faktort (lásd a 14. ábrát). A keresztmetszetek másodrendű nyomatékai az előző fejezet (3) képlete szerint a RÚGÓSZÉLESSÉGGEL arányosak, így

$$J_0 = kJ$$

Ezt felhasználva:

$$\frac{\Delta|B|}{\Delta f} = E \frac{3J_0}{2l_0^3 + 6Ll_0l + kl^3} \cdot \frac{1}{k} \left(\frac{l_0^3}{l^3} + 3 \frac{Ll_0}{l^2} \right)$$

Vezessük be az

$$\frac{l_0}{l} = n \quad (29'')$$

jelölést. Ezzel — és még az $L = l_0 + l$ helyettesítéssel:

$$\frac{\Delta|B|}{\Delta f} = E \frac{3J_0}{l^3(2n^3 + 6n^2 + 6n + k)} \frac{1}{k} (n^3 + 3n^2 + 3n)$$

Végülis:

$$\frac{\Delta|B|}{\Delta f} = \frac{n(n^2 + 3n + 3)}{2n(n^2 + 3n + 3) + k} \frac{3JE}{l^3} \quad (29)$$

A jobboldalon az első tényező annál nagyobb, minél kisebb k és minél nagyobb n .

A második tényező az előző fejezet (10) formulájában már felírt D_1 RÚGÓÁLLANDÓ reciprok értéke.

E második tényező szerint az ágak függetlensége — a $\Delta|B|/\Delta f$ hányados reciprok értéke — fordítottan arányos a h lemeZvastagság 3-ik hatványával és az s lemeZszélességgel (J).

k a gyakorlatban előforduló jelfogóknál 4 körül szokott lenni.

n értéke 2—5 között változik.

* A 96. oldal (5—6. sz.) folytatása.

k és n szélső értékeivel (27) jobboldalának első tényezője 0,46 és 0,5 értékek között változhat.

A lemeZRÚGÓK konstrukciójának jóságát mérő következő jellemző az előírt $|B|$ érintkezőnyomást létesítő P erő viszonylagos nagysága. P kifejezhető (27)-ből:

$$P = \frac{f_{sz} - \frac{B}{E}(2a + b)}{c} = \frac{f_{sz} + \frac{|B|}{E}(2a + b)}{c} \quad (27'')$$

Írjuk be ide $(2a + b)$ -re (29) levezetése kapcsán nyert

$$2a + b = \frac{l^3(2n^3 + 6n^2 + 6n + k)}{3J_0}$$

részleteredményünket, valamint c értékét (26)-ből:

$$P = \frac{E f_{sz} + |B| \frac{l^3(2n^3 + 6n^2 + 6n + k)}{3J_0}}{\frac{l_p^2}{2J_0} \left(L - \frac{l_p}{3} \right)}$$

A számláló és nevező $3J_0$ -val való szorzása és némi átrendezés után végülis

$$P = \frac{3J_0 E f_{sz} + |B| l^3 [2n(n^2 + 3n + 3) + k]}{\frac{l_p^2}{2} (3L - l_p)} \quad (30)$$

Formulánk jobboldalán a számláló első tagja kicsi a második tag mellett, amit az (I) és (II) deformációs módok RÚGÓÁLLANDÓJA közti nagy különbség magyaráz. De elhanyagolhatjuk k értékét is a zárójelen belüli másik tag mellett, s végül a nevezőben $L \approx l_p$ közelítéssel élhetünk. A felsorolt elhanyagolásokkal (30) az egyes változók befolyásának kvalitatív vizsgálatára alkalmasabb

$$P \approx 4|B|n(n^2 + 3n + 3) \left(\frac{l}{l_p} \right)^2 \frac{l}{3L - l_p} \approx 2|B|n(n^2 + 3n + 3) \left(\frac{l}{l_p} \right)^2 \frac{l}{L} \quad (30')$$

alakba rendezhető át.

A mágneses húzóerő szempontjából a lemeZRÚGÓK kialakításának jóságára nem P_1 nagysága, hanem ennek az érintkezők helyére redukált

$$P_{red} = \frac{P}{L} l_p$$

értéke mértékadó. Az ágankénti $|B|$ érintkezőnyomás létesítéséhez ugyanis nem P peceknnyomással egyenlő mágneses húzóerőre, hanem Pl_p nagyságú mágneses nyomatékra van szükség. Statikai szempontból a RÚGÓK kialakítása nyilván annál

jobb, mennél kisebb az előírt, összesen $2|B|$ érintkezőnyomást létesítő redukált P_{red} peceknyomás, számszerűleg: mennél kisebb a

$$\frac{P_{red}}{2|B|} \approx n(n^2 + 3n + 3) \left(\frac{l}{l_p}\right)^3$$

viszony értéke. A jobboldali közelítő kifejezést elemezve, ez azt kívánja, hogy

n legyen kicsi, tehát az ághossznak a hasítatlan rúgószakaszhoz viszonyított hossza kicsi legyen; l/l_p hányados kicsi legyen.

E két kívánság l ághossz csökkentését ajánlja az erőviszonyok javítására, viszont (29) l növelésére az ágak nagyobb mechanikai függetlenítését ígéri. E két ellentétes következménnyel járó szempont jelentékenyen korlátozza a (II) rúgóműködtetési módszer hatékonyságát a kettős érintkezők előnyeinek hasznosításánál. l_p növelése konstrukciós szempontból l csökkentésével vág össze, mivel a mozgópecek még a hasíték előtt kell elhelyezni, tehát $l_p < l_0$, a különbség azonban a lehető legkisebb.

P és B összetartozó értékeinek ismeretében kiszámíthatjuk a rúgó f_p behajlását e pecek közep-vonalában.

Az alátámasztás és B reakcióerő megszüntetésekor a P erő

$$j(P) = \frac{P l_p^3}{3 J_0 E}$$

behajlást okozza. Ha viszont csak a két érintkezőt terhelné egyenként B erő, a befogástól l_p távolságban (13) szerint

$$j(B) = \frac{B l}{J_0 E} l_p^2 \left(L - \frac{l_p}{3}\right)$$

rúgódeformáció lépne fel. A teljes behajlás e kettő összege, mikor is

$$j_p = \frac{P l_p^3}{3 J_0 E} - \frac{|B|}{3 J_0 E} l_p^2 (3L - l_p) \quad (31)$$

A rendszer rúgóállandója:

$$D_{II} = \frac{j_p}{P} \quad (31')$$

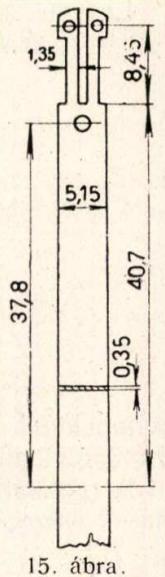
az érintkezőnyomás létesítésének (II) esetére vonatkozik. Ha azonban a kétérintkezős rúgókat az (I') módszer szerint működtetjük, — amint ez az UB és AF típusú jelfogóknál történik — a leemelés alkalmával áganként $|B|$ érintkezőnyomásra vezető előfeszítő deformáció értékét a (22) kifejezések valamelyikéből kapjuk:

$$f = \frac{|B|}{E} (2a + b) = \frac{|B| l^3}{3 J_0 E} [2n(n^2 + 3n + 3) + k] \quad (32)$$

Ezzel a kétérintkezős rúgók (I') módszert követő működésénél a rúgóállandó:

$$D_I = \frac{j}{2|B|} = \frac{l^3}{3 J_0 E} [2n(n^2 + 3n + 3) + k] \quad (32')$$

Levezetett formuláink alkalmazásaként vizsgáljuk meg mindjárt a 15. ábra rúgójának jelfogós szempontból érdekes jellemzőit. Rúgónk főméretei az U-típusú jelfogó rúgójának főméreteivel egyeznek, alakja azonban az EM-típusú jelfogóéval egyezik.



$$J_0 = \frac{s v^3}{12} = \frac{0,515 \text{ cm} \cdot 0,035^3 \text{ cm}^3}{12} =$$

$$= 1,84 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^4$$

$$3 J_0 E = 3 \cdot 1,84 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^4 \cdot 1,2 \cdot$$

$$10^9 \text{ gr cm}^{-2} =$$

$$= 6,63 \cdot 10^3 \text{ gr cm}^2$$

$$n = \frac{l_0}{l} = \frac{40,7 \text{ mm}}{8,45 \text{ mm}} = 4,82$$

$$\text{és } k = \frac{s_0}{s} = \frac{5,15 \text{ mm}}{1,35 \text{ mm}} = 3,82$$

értékekkel:

$$n(n^2 + 3n + 3) = 4,82(4,82^2 + 3 \cdot 4,82 + 3) = 196,5$$

$$2n(n^2 + 3n + 3) + k = 2 \cdot 196,5 + 3,82 = 396,82$$

$$l^3 = 0,845^3 \text{ cm}^3 = 0,605 \text{ cm}^3$$

Ezekkel az adatokkal az ágak függetlenségét jelző mennyiség (29)-ből:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta |B|}{\Delta j} &= \frac{n(n^2 + 3n + 3)}{2n(n^2 + 3n + 3) + k} \frac{3 J E}{l^3} = \\ &= \frac{196,5}{396,82} \frac{6,63 \cdot 10^3 \text{ gr cm}^2}{3,82 \cdot 0,605 \text{ cm}^3} = \\ &= 0,495 \frac{3 J E}{l^3} = 1420 \text{ gr cm}^{-1} \end{aligned}$$

Nullára csökken az érintkezőnyomás, ha már

$$\Delta j = \frac{12,5 \text{ gr}}{1420 \text{ gr cm}^{-1}} = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 0,088 \text{ mm}$$

átmérőjű porszem kerül valamelyik érintkezőpár közé, feltéve, hogy az érintkezők együttes nyomása eredetileg 25 gr nyomás volt.

Legyen az érintkezőpár együttes nyomása: Határozzuk meg a 25 gr nyomást létesítő P pecek-
 $2|B| = 25$ gr, a szigetelő légrés pedig: $f_{sz} = 0,2$ mm. nyomóerőt!

$$P = \frac{3 J_0 E f_{sz} + |B| l^3 [2n(n^2 + 3n + 3) + k]}{\frac{l_p^3}{2} (3L - l_p)} =$$

$$= \frac{6,6^3 \cdot 10^3 \text{ gr cm}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ cm} + 12,5 \text{ gr} \cdot 0,605 \text{ cm}^3 \cdot 396,82}{0,5 \cdot 3,78^2 \text{ cm}^2 (3 \cdot 4,915 - 3,78) \text{ cm}} =$$

$$= \frac{132,6 + 3000}{0,5 \cdot 157} \text{ gr} = 40,0 \text{ gr}$$

Számpéldánk is igazolja a (30') közelítő formula számlálójában tett elhanyagolások indokolt voltát.

A redukált peceknymomásnak az érintkezőnyomások összegéhez való viszonya:

$$\frac{P_{red}}{2|B|} = \frac{P}{2|B|} \frac{L}{l_p} = \frac{40 \text{ gr}}{25 \text{ gr}} \frac{3,78 \text{ cm}}{4,915 \text{ cm}} = 1,23.$$

Ugyanannyi, mint az egyérintkezős E-típusú jelfogóknál.

A rúgó f_p behajlása a pecek helyén (31)-ből:

$$f_p = \frac{P l_p^3}{3 J_0 E} \frac{|B|}{3 J_0 E} \frac{l_p^3}{(3L - l_p)} =$$

$$= \frac{40,0 \text{ gr} \cdot 3,78^3 \text{ cm}^3}{6,63 \cdot 10^3 \text{ gr cm}^2} \frac{12,5 \text{ gr}}{6,63 \cdot 10^3 \text{ gr cm}^2} \frac{157 \text{ cm}^3}{157 \text{ cm}^3} =$$

$$= (0,326 - 0,296) \text{ cm} = 0,30 \text{ mm}.$$

A rúgóállandó:

$$D_{II} = \frac{0,030 \text{ cm}}{40,0 \text{ gr}} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm gr}^{-1}$$

Az érintkezőnyomás létesítésének (I') módszerére (32')-ből:

$$D_I = \frac{l^3}{3 J_0 E} 0,5 [2n(n^2 + 3n + 3) + k] =$$

$$= \frac{0,605}{6,63 \cdot 10^3} 0,5 \cdot 396,82 \cdot \text{cm gr}^{-1} = 0,02 \text{ cm gr}^{-1}$$

A rúgóállandók viszonya:

$$D_I/D_{II} = 0,02/6,95 \cdot 10^{-4} = 26,7.$$

3. Rúgópárok helyes kialakítása

A zárórúgópárok működtetésének két módszerét ismertük meg. Az elsőnél az állórúgó az előírt érintkezőnyomással felfekszik a cséveoldallapon. A zárt érintkezők közti nyomást azzal biztosítjuk, hogy a mozgórúgó érintkezőjével leemeltetjük az állórúgót. E módszernek hátránya az, hogy a mozgórúgónak viszonylag merevnek kell lenni, viszont a kettős érintkezők előnyeinek hasznosítása éppen fordítva, hajlékony, rugalmas lemezrúgót kíván.

A másik módszernél az állórúgó viszonylag merev, vastagabb rúgó, melyet olyan előfeszítéssel fektetünk fel a cséveoldallapon, hogy a mozgórúgó ne tudja leemelni. Ez esetben csak a mozgórúgó deformálódik. A mozgórúgó behajlása a deformáció

természeténél fogva vékony rúgónál is viszonylag kicsi, így hajlékony mozgórúgót alkalmazhatunk, eleget téve a kettős érintkezők jó működése által előírt kívánalomnak.

Az eddigiek szerint a (II) módszer előnyösebbnek látszik az (I')-nél.

A legutóbbi időkig ez is volt a hiedelem. Az üzemi tapasztalatok azonban arra mutattak, hogy a (II) módszer alapján felépített jelfogók beállítási stabilitása és az érintkezés minősége nem várt mértékben romlik.

A bekövetkező bajokra az előző fejezetek alapján már következtethetünk. A bajok forrása az, hogy a mozgórúgó deformációjának módja és ezzel a rúgóreakciók is függenek az érintkezők magasságától. A viszonyok vizsgálatára helyettesítsük P -nek (27'')-vel kifejezett értékét (31)-be, nyerjük:

$$f_p = \frac{f_{sz} + \frac{|B|}{E} (2a + b)}{c} \frac{l_p^3}{3 J_0 E} -$$

$$- \frac{|B|}{3 J_0 E} \frac{l_p^3}{(3L - l_p)} = \frac{f_{sz}}{c} \frac{l_p^3}{3 J_0 E} +$$

$$+ |B| \left(\frac{2a + b}{E c} l_p - 3L + l_p \right) \frac{l_p^3}{3 J_0 E}$$

f_{sz} faktora c értékének (26)-ból történő behelyettesítésével a következő lesz:

$$\frac{1}{2 J_0 E} \frac{l_p^3}{\left(L - \frac{l_p}{3} \right)} \frac{l_p^3}{3 J_0 E} = \frac{2 l_p}{3 L - l_p}$$

$|B|$ faktorát K -val jelölve, f_p a következő alakot nyeri:

$$f_p = f_{sz} \frac{2 l_p}{3 L - l_p} + |B| K \quad (31'')$$

A jelfogó használata közben (31'')-ben előforduló mennyiségek a következőképpen változnak:

f_p — melynek nagyságát a pecek útja megszabja — folyton csökken a pecek rövidülése miatt. E rövidülésnek oka lehet a hőmérsékleti dilatáció, a pecek anyagának kiszáradása és lassú kémiai átalakulása miatt fellépő zsugorodása, a gyakori ütészerrű igénybevétel okozta tömörülés, felületi kopás s végül a gyártási tökéletlenségekből származó pecekelferdülés. A pecek anyaga természetes

keménygumi s ha ezt fém-betét nem keményíti, idővel a felsorolt okok miatt erősen zsugorodik.

f_{sz} — az érintkezők közti távolság a jelfogó elengedett állapotában — az elkerülhetetlen szikrázás és az érintkezőanyag kopása miatt állandóan nő. f_{sz} és $|B|$ faktorai a használat miatt már nem változnak.

(31'') baloldala: f_p értéke állandóan csökken, a jobboldalnak is csökkenni kell tehát. Itt azonban az első tag: f_{sz} folytonosan növekszik, így f_p csökkenését és f_{sz} növekedését egyaránt $|B|$ érintkezőnyomás csökkenésének kell kiegyenlíteni.

f_{sz} változását nem kell teljes súllyal figyelembe venni. Szorzója ugyanis az előző pont végén tárgyalt lemeZRúgó esetén:

$$\frac{2l_p}{3L - l_p} = \frac{2 \cdot 37,8}{3 \cdot 49,15 - 37,8} = \frac{75,6}{109,65} = 0,69$$

(31'') segítségével meghatározhatjuk adott f_p -hez f_{sz} -nek azt az értékét, melynél az érintkezőnyomás már nulla lesz. Ekkor ugyanis $|B| = 0$ és (31'')-ből f_{sz} kritikus értéke:

$$(f_{sz})_{krit} = \frac{f_p}{\frac{2l_p}{3L - l_p}}$$

Számpéldánk esetén, ha f_p nem változik, tehát a mozgótepeczek kifogástalan marad:

$$(f_{sz})_{krit} = \frac{0,30 \text{ mm}}{0,69} = 0,44 \text{ mm}$$

$f_{sz} = 0,2$ mm kezdeti értékkel csupán 0,24 mm érintkezőkopás engedhető meg.

f_p és f_{sz} változásának másik következménye a rúgók reakciójának csökkenése. (30) formulánk jobboldalán ugyanis az f_{sz} -szel szorzott tag elhanyagolható a második tag mellett, így P változásának iránya kiolvasható (30')-ből. Eszerint azonban P a használat folyamán állandóan csökken $|B|$ érintkezőnyomással arányosan.

Az érintkezőnyomás csökkenése az érintkezés megbízhatóságát csökkenti, a rúgóreakciók csökkenése pedig a jelfogó működési stabilitását rontja le. P csökkenése ugyanis azt eredményezheti, hogy a rúgók reakcióereje kisebb lesz a remanens indukció létesítette mágneses húzóerőnél és a jelfogó — bár könnyedén meghúzott — nem akar elengedni. Ezt a hatást még csak fokozza a vas ú. n. öregedése, amikor is a maximális indukció csökken és a koercitív erő növekszik. A jelfogók stabilitásának csökkenése különösen a sokrúgós U-típusú jelfogóknál figyelhető meg.

A most tárgyalt hibától mentes az (I') módszer. Ennél ugyanis az előírt érintkezőnyomás mindaddig megmarad, amíg a mozgó rúgó leemel az állórúgót. A helyes kialakítású jelfogónál tehát a leemelé nagyságának valamivel nagyobbak kell lenni, mint az érintkezőpár együttes magasságában és a mozgótepeczek hosszában a használat folyamán megengedhető csökkenés.

Az előző pontban levezetett formuláink birtokában számszerűleg is kiértékelhetjük azt, hogy mit jelent az (I') módszerrel járó nagyobb rúgóvastagság

a kettősérintkezők hatásosságában. Térjünk át tehát számpéldánk lemeZRúgójának (I') módszer szerinti használatára és növeljük a lemeZvastagságot 0,35 mm-ről 0,45 mm-re. Kérdés, hogy mennyi lesz most ama porszem Δf átmérője, melynek hatására az épen maradt érintkezők közti nyomás éppen nullára csökken?

(29) és számpéldánk összevetéséből:

$$\begin{aligned} (\Delta f)_{0,45} &= \frac{J_{0,35}}{J_{0,45}} (\Delta f)_{0,35} = \\ &= \frac{0,35^3}{0,45^3} 0,088 = 0,041 \text{ mm} \end{aligned}$$

Eredményünk szerint a 0,45-ös lemeZRúgó kettős érintkezői már félakkora szigetelőrétegnél felmondják a szolgálatot.

A tapasztalat szerint a (II) módszert alkalmazó jelfogók érintkezői megbízhatóbbak, vagyis az érintkezőnyomás csökkenése nagyobb hátrányt jelent, mint a kétérintkezős rúgók ágainak nagyobb függetlenségével járó előny. Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy az érintkezők működését zavaró por stb. mérete túlnyomórészt 0,04 mm alatt van, így az ágak nagyobb függetlenségének kihasználására csak ritkábban kerül sor.

Sokkal lényegesebb hátránya a (II) módszernek az, hogy a használat folyamán a rúgók deformációja által ébresztett P reakcióerők állandóan csökkennek. Ez legelőször a marginális jelfogókat teszi használhatatlanná. A (II) módszert alkalmazó RU-típusú jelfogókkal szemben például állandó panasz volt az, hogy beállításukat hamarosan elvesztik, vagy pedig egy ideig jól, aztán rosszul működnek. E zavarokat magyarázza a mozgótepeczek hosszváltozása és az érintkezőmagasság csökkenése miatt bekövetkező rúgóreakció változása. Az RU-típusú jelfogó e tekintetben érzékenyebb, mint az EM-típusú jelfogók. Az érintkezők kopási viszonyai körülbelül azonosnak vehetők a két jelfogónál, a mozgótepeczek szempontjából azonban az RU-típusnál lényegesen rosszabb a helyzet. Mozgótepecke ugyanis vékonyabb, nincs fémbetéttel megerősítve s amellet hosszabb is. Az EM-típusú jelfogók tömzsi mozgótepeckei biztosan ülnek a hornyon, az RU-típusnál azonban a rúgóba vannak erősítve és a befogás bizonytalansága miatt gyakran elferdülnek. Számpéldánk eredményei, melyek a mechanikai számítások szokott mértékében közelítik meg a valóságot, jól mutatják, hogy a (II) működtetési módszernél viszonylag kis deformáció-változás a terhelő-erőnek, ill. rúgóreakciónak nagy változást okozza, tehát az ütközőtepeczek kis hosszváltozása jelentékeny előállítódást okozhat.¹

Az EM-típusú jelfogók további előnye még, hogy mindig némi leemeléssel dolgoznak. Ez f_p és f_{sz} amúgy is kisebb változását bizonyos határig kompenzálja. A leemelés nem okozza a mozgó rúgó túlzott többlet-deformációját, mert a 0,35 mm-es lemeZRúgót megkeményíti a lemeZRúgó mozgó-

¹A kifejtett indokokra hivatkozva az RU jelfogótípus felszámolását javasoltuk. Ezt a P. M. elfogadta és jövőben az EM típusal való helyettesítését írta elő.



pecek alatti szakaszához símuló ú. n. támasztórúgó (l. az 1. ábrát).

A támasztórúgóval a rúgó l_p méretet kívánjuk lecsökkenteni. A vastagabb támasztórúgó ugyanis az eredeti elképzelés szerint a befogási helyet mintegy előretolja a mozgó pecek felé. Ez az eltolódás l_p csökkenését jelenti, ami viszont (31) szerint f_p igen hatásos csökkenésére vezet.

A támasztórúgó azonban l_0 rövidülését is okozza, ezzel n csökkenését is, következésképpen az ágak függetlensége csökken. Ez a csökkenés azonban nem jelentős. Tegyük fel ugyanis, hogy a 16. ábra



16. ábra

mozgórúgójánál a támasztó-rúgó alkalmazása azonos hatású a befogási helynek 20 mm-rel való eltolásával. Ez esetben

$$n = \frac{l_0}{l} = \frac{(40,7 - 20) \text{ mm}}{8,45 \text{ mm}} = 2,45,$$

amivel

$$n(n^2 + 3n + 3) = 2,45[2,45(2,45 + 3) + 3] = 40$$

$$2n(n^2 + 3n + 3) + k = 2 \cdot 40 + 3,82 = 83,82$$

$$\frac{\Delta |B|}{\Delta f} = \frac{40}{83,82} \cdot \frac{3JE}{l^3} = 0,477 \frac{3JE}{l^3}$$

Támasztórúgó nélkül az előző fejezet számpéldájában a jobboldali számfaktor 0,495 volt, így az ágak függetlensége csupán 3,6%-kal csökkent.

Ha támasztórúgó helyett a rúgóvastagság 0,45 mm-re való növelését választjuk, az új függetlenség a régiek

$$\frac{J_{0,35}}{J_{0,45}} = \frac{0,35^3}{0,45^3} = 0,47\text{-szerese,}$$

a csökkenés tehát 53%-os. Ha most figyelembe vesszük, hogy f_p is csak felére csökkent, meg kell állapítani, hogy a rúgóvastagítás módszerénél lényegesen jobb megoldás az alátámasztó-rúgós rúgókeménnyítés, mégpedig azért, mert

a) az érintkező ágak függetlensége közel kétszeres, következésképpen a jelfogó működését megbénító szigetelő por vastagsága kétszer akkora;

b) a rúgó keményebb, ugyanazon érintkezőnyomás csak nagyobb deformációval, tehát nagyobb horgonyúttal érhető el.

Ezen előnyökkel szemben áll a megoldás drágább volta.

A zárórúgópárok működtetésének (I) és (II) módszerével járó hibák egyikét sem mutatja a

bontóérintkezőpárok (I') módszert követő megoldása. Elvét a 17. ábrára hivatkozva ismertetjük.

Az R_1 állórúgó nem deformálódik, érintkezője helyben marad. R_2 rúgó terheletlen állapotban a szaggatott vonallal rajzolt alakot veszi fel. E terheletlen alak olyan, hogy ha a rúgót a teljes vonallal rajzolt egyenes helyzetébe hozzuk és érintkezőjével felfektetjük az R_1 rúgó érintkezőjén, az érintkezők nyomása az előírt 25 gr lesz. Az elv tehát ugyanaz, mint a zárórúgók (I')-vel jelzett elrendezése kapcsán leírt előfeszítésnél, csak most az előfeszített R_2 rúgót nem cséveoldallapon, hanem érintkezőn fektetjük fel.

Az R_1 rúgó merevségét ugyancsak előfeszítésselbiztosítjuk. Felfektetése a cséveoldallapra történik.

A jelfogó elengedett állapotában a horgonyhoz erősített mozgópecek átnyúlik az R_1 lemeztörőbe vágott nyíláson. A pecek és R_2 közötti 0,05 mm légrése azért van szükség, hogy R_2 csak az érintkezőn fekdjön fel. A mozgópeceken és az érintkezőn való egyidejű felfekvés ugyanis a deformáció által létrehívott rúgóreakció megoszlását s ezzel az érintkezőnyomásnak bizonytalan kis értékre való csökkenését eredményezné.

A horgony mozgásakor a mozgópecek leemelik az R_2 rúgót R_1 -ről. A horgony útját az szabja meg, hogy a szétválasztott érintkezők közötti távolság a biztonságos szigetelést nyújtó minimálisan 0,2 mm legyen.

A zárórúgópár (I) megoldásával járó nehézség itt nem kísért. R_2 olyan vékony lemezből készíthető, amit a rugalmas deformáció határa — figyelemmel a terhelés hosszú ideig tartó voltára — megenged. Az érintkezőpárok függetlenítése tehát ugyanolyan mértékű lehet, mint a (II) megoldásnál. Ennek ellenére elmaradnak a (II) megoldás hibái. Az 1,0 mm együttes érintkezőmagasság ugyanis a 25 gr érintkezőnyomáshoz szükséges 5—10 mm-es nagyságú előfeszítésnek ötöd-tizedrésze. Ha már most az érintkezőmagasság felére is csökken, az előfeszítés az eredeti érték öt-tíz százalékaival csökken csupán. Ennek megfelelően az érintkezőnyomás a minimális 20 gr-ról legfeljebb 18 gr-ra esik le.



17. ábra

A bontóérintkezőpár e minden szempontból kedvező működését célszerű volna a zárórúgópárokra is alkalmazni. Kézenfekvő megoldásként az kínálkozik, hogy megtartva a 17. ábra rúgóit, a mozgópecek működését fordítjuk meg. Még pedig, ha a jelfogó elenged, akkor emelje le a pecek R_2 -t R_1 állórúgóról, ha pedig a jelfogó meghúzó, akkor hagyja ott a pecek R_2 -t, hogy az felfekdhessen érintkezőjénél fogva R_1 -re. A 17. ábrán feltüntetett helyzet eszerint éppen a meghúzott állapotot mutatja. Ezt az elvet zárórúgókra a Western Electric Co. UB-típusú jelfogója alkalmazta.¹

¹Lásd H. M. Knapp: The UB relay. (Bell Lab. Rec. 1949 okt. 355. old.)

(29) formulánk szerint az érintkezőpárok mechanikai függetlenítésének a lemeztűgővel azonos hatású módszere az ágak l hosszúságának növelése. Sok szempontból e módszer előnyösebbnek is látszik. A lemez túlságos levékonyítása ugyanis az előfeszítő deformáció csökkentését kíváná, viszont a rúgóvékonyítás az előfeszítés megtartásakor deformációnöveléssel jár. De a gyártást is olcsóbbítaná, ha csak azonos vastagságú rúgók lennének alkalmazva.

A hasíték növelésének útjában áll a mozgatópecek. Akár a rúgóra erősítjük, akár a horgonyra, a hasíték csak a mozgatópecek felett kezdődhet. A mozgatópecek hátrahúzósa, vagyis l_p csökkentése nem ajánlatos, mert j és P_p kedvezőtlen nagy értékre vezetne.

Megoldásként az UB-típusú jelfogónál a pontszerűen támadó ütközőpeceket egy fenolfiber »fésűnek« él mentén támadó fogaival helyettesítik. A fésűfogak elég szélesek ahhoz, hogy áthidalják az ágak közti hasítékot és így mindkét ág fel tudjon rajtuk feküdni. A fogak felülről nyúlnak be az érintkezők közé és a lemeztűgők vége fekszik fel rajtuk, következésképpen a hasíték hosszát nem befolyásolják.

Az UB-típusú jelfogók rúgó-működtetési módszerét még tovább javítva találjuk meg a Western E. C. legújabb AF-típusú jelfogójánál.¹ E típus egy részben hasított lemeztűgő helyett két huzalból hajlított rúgót alkalmaz, az összetartozó érintkezőpárok függetlenítését tehát teljessé teszi. A rúgópárok működésmódja egyébként megegyezik az UB-jelfogóéval. Mindkét jelfogótípus különös előnye, hogy az érintkezőnyomás létesítéséhez szükséges erő és az érintkezőnyomás viszonya legjobban megközelíti az 1-et.

Az üzemen gyakran előforduló jelfogó-hiba az érintkezők összeakadása. Ez legtöbbször az érintkezők felületi egyenetlenségeire vezethető vissza. Az érintkezők zárását, de főleg nyitását kísérő szikraképződés ugyanis anyagvándorlással van egybekötve; az egyik érintkező anyaga a másikra vivődik át és az érintkezőfelületen kráterek, ill. csúcsok képződnek. Ha az érintkezők leemelése, ill. nyomás alatti érintkeztetése úgy történik, hogy közben az érintkezőfelületek el is csúsznak egymáson, gyakran előfordul, hogy az egyikén lévő csúcs a másikon lévő kráterben megakad és az érintkezők nem válnak szét. A leemeléssel dolgozó rúgóknál az érintkezők elmozdulásának mindig van tengelyre merőleges irányú komponense is.² Erről a 3. ábra szemlélete közvetlenül meggyőz. A 4. ábra rúgópárjánál csúszás helyett érintkezőelfordulást találunk. Mindkét mozgás elősegíti az érintkezők összeakadását.

Az UB-típusú jelfogóknál a tapasztalatok szerint az összeakadások száma kisebb. Ennek okául részben az érintkezők csúszásának elmaradása tekinthető. Ha azonban mégis előfordul fennakadás, az

¹Lásd A. C. Keller: A new general purpose relay for telephone switching systems. (The Bell Syst. Techn. Journ. 1952. nov. 1023 old.)

²Az irodalom nem egy helyen a leemelés (»kiemelés«) egyik célját a »főmozgási irányra merőleges« csúsztatás létesítésében vélik. A csúsztatásnak érintkezőtisztító hatást tulajdonítanak.

elengedő jelfogó mozgásba lendült horgonya a »h« holtjáték után már bizonyos kinetikai energiára tett szert, ami az R_3 és R_4 rúgók nyomásán felül még fokozza a fennakadt rúgót letépő erőt.

Összefoglalás

Az előző pontokban ismertetett vizsgálataink alapján rúgókonstrukciós szempontból véleményünk alkothatunk a hazai jelfogótípusokról.

A »Rúgópárok helyes kialakítása« című fejezetben megállapítottuk, hogy az RU- és U-típusú jelfogók stabilitását és az érintkezők közti nyomóerőt az érintkezők kopása megengedhetetlenül lecsökkenti. Ez a romlás a rúgómozgatás módjával együttjáró alapvető sajátság, így nem javítható, kiküszöbölése csak a típustól való megválással történhet.

Az érintkezők kopásával járó rúgóreakciócsökkenés veszélye egyébként minden olyan jelfogónál fennáll, amelynél több rúgó helyezkedik el egymás mögött a horgonymozgás irányában. Ilyenkor ugyanis a viszonylag kis kopások összeadódása esetleg már jelentékeny elmozdulás-különbségeket okozhat. Tipikus példáját mutatja ennek az U-típusú jelfogó. E hibák elkerülésére a modern jelfogókon már egymásmellé sorakoznak az érintkezők és egymásmögött legfeljebb két érintkezőpár áll.

Az EM-típusú jelfogó e hibák egyikét sem mutatja. Ha kellő kiemeléssel dolgozik, az érintkezőkopással szemben gyakorlatilag érzéketlen. Az érintkezők maximális száma 14, egymásmögött legfeljebb 6 rúgó állhat, így kopás-összeadással sem kell számolni. Ezt egyébként a mozgatás speciális módja is akadályozza. Különös előnye e típusnak, hogy a rúgók külön-külön könnyen megközelíthetők.

Az E-típusú jelfogók gyártása is olcsóbb, mint az RU- vagy U-típusúaké annak ellenére, hogy az utóbbiak cséveoldallap-kiképzése előnyöket, mégpedig elsősorban gyártásbeli előnyöket rejt magában. Az U-típus egyetlen előnyének a jobb mágnescörrel járó nagyobb rúgókapacitása, illetőleg kisebb áramfogyasztás látszik. Azonban közelebbi vizsgálat azt mutatja, hogy ez az előny jelenlegi rendszereinknél nem hasznosítható. Valóban; jelenleg gyártott rendszereink az E-típusú jelfogóra épültek, így a nagyobb rúgókapacitású jelfogók hasznosítására a jól átgondolt tömegáramkörök lényeges, a rendszer felforgatásával járó megváltoztatása nélkül nincs lehetőség. Legfeljebb a regiszterekben, vezérlőáramkörökben vagy a segédáramkörökben lehetne őket szórványosan hasznosítani. Ez azonban olyan kevés haszon, hogy nem éri meg egy külön jelfogótípus fenntartását, különösen akkor nem, ha ez különben is bizonytalan stabilitású, a vas minőségére, öregedésére erősen érzékeny típus.

Ezzel azonban már részben ítéltünk a jelfogófejlesztés kérdéséről is: amíg nem térünk át olyan rendszerre, amely önmagában hordja a nagy rúgócsomagú jelfogók iránti igényt, a jelfogófejlesztésnek nem szabad a rúgókapacitás növelését célul

tűzni maga elé. Ha még a megengedhető működés-számok kérdésére is figyelemmel vagyunk, kézenfekvő az a megállapítás, hogy a jelfogó kérdése is rendszerkérdés, nemcsak a kapcsológép, kapcsolásmód és áramkörfajta kérdése az.

A jelfogó áramfogyasztása a mágneskör jóságának függvénye és jobb mágneskörben kisebb ampermenetszámmal, végső eredményben kisebb fogyasztással dolgozhatunk. Rúgókapacitásnövelés nélkül azonban adott rendszerrel nem biztos, hogy ilyen változtatás valamirevaló haszonnal jár. A fogyasztás legnagyobb részét okozó jelfogók: táp-, vizsgáló és tartó jelfogók ellenállását ugyanis

nem a mágneses kör jósága, hanem egyéb szempontok szabják meg.

Nézetünk szerint csak a rúgók felfektetésének javítása és a leemelés minden esetben való biztosítása tekintetében érdemes az EM-típushoz nyúlnunk, új jelfogótípust pedig csak új központrendszer kialakításával kapcsolatban érdemes fejleszteni, feltéve, hogy ez is szükségesnek mutatkozik. Addig azonban a jól bevált, olcsó EM-típusú jelfogót nyugodtan használhatjuk: *mert nem a legújabb jelfogó a legkorszerűbb, hanem az, amelyikkel az adott feladatokat előírt minőségben a legolcsóbban tudjuk megoldani.*

Frekvencia- és feszültségfüggetlen frekvenciaviszony-mérőhíd

Dr. techn. MAGYARI ENDRE

Az elektroakusztikában elég gyakori az a feladat, hogy adott *viszonyszámra* kell két frekvenciát egymáshoz rendelni akár ismert, akár ismeretlen legyen a két frekvencia abszolút c/s értéke.

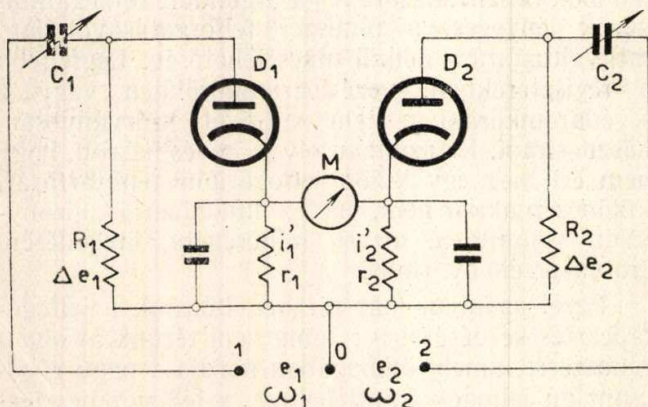
Ilyen esetek a természetes hangközök viszonzyszámai, pl. kvint 2 : 3, szext 3 : 5, stb.

Ha egyszerű egészszámú viszonzyszámok vannak, akkor oszcillográfon a *Lissajou*-görbék segítségével aránylag könnyen lehet a kívánt arányt beállítani. Ha a viszony nem fejezhető ki egyszerűen, pl. a

temperált skála $1:\sqrt{2}$ intervallumára gondolva, akkor a *Lissajou*-görbék semmiféle módon nem használhatók fel. De nem használhatók fel tetszőszerinti viszonyok és lépések beállítására se, mert az ábra »fut«, ami azt jelenti, hogy nem lehet leolvasásra alkalmas álló ábrát kapni.

Ez lesz a helyzet akkor is, ha ismert ismétlődési idejű fűrészfűrészes-időtengellyel akarjuk az oszcillográfon a leolvasást eszközölni. Itt is csak bizonyos egyszerű viszonzyszámok mellett áll az ábra, különben »fut« és nem olvasható le.

Lényeges könnyebbséget jelent a feladat megoldásához az 1. ábrán látható hidkapcsolás, amelyik szinte prototípusa a korszerű méréstechnikai irányzatnak: váltakozó áramú jelenségeket egyenáramú indikációra visszavezetni.



1. ábra

A híd felépítése szinte maga magyarázza működését:

az e_1 és e_2 feszültségek ω_1 és ω_2 körfrekvencia mellett $C_1 R_1$, illetve $C_2 R_2$ körön át $i_1 = e_1 C_1 \omega_1$ illetve $i_2 = e_2 C_2 \omega_2$ áramot szállítanak, feltételezve, hogy $R_1 \ll \frac{1}{\omega_1 C_1}$ illetve $R_2 \ll \frac{1}{\omega_2 C_2}$ amely feltétel egész könnyen betartható.

Az i_1 és i_2 hatására keletkező Δe_1 és Δe_2 feszültségesések gerjesztik a D_1 és D_2 diódákat, amelyek $r_1 i_1$, és $r_2 i_2$, egyenáramú feszültségeséseket okoznak a katódelenállásokon. Ezek egyenlősége esetén az érzékeny M árammérőműszer 0 értéket mutat, azaz $\Delta e_1 = \Delta e_2$ vagy $i_1 = i_2$, amiből $i_1/i_2 = e_1 \omega_1 C_1 / e_2 \omega_2 C_2$ összefüggés adódik a műszer 0 állása esetén, alapulvéve azt is, hogy $R_1 = R_2$ és $r_1 = r_2$ legyen, ami szintén könnyen biztosítható.

Ha $e_1 = e_2$, amit könnyűszerrel lehet ellenőrizni, akkor a hídgyensúly feltétele:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

Ezzel az összefüggéssel megszabadulhatunk a *Lissajou* és egyéb ábrák racionális frekvenciaviszonyszámú előfeltételétől, mert a $\frac{C_2}{C_1}$ viszony beállítása bármely irracionális viszonzyszámra is teljesen kézbentartható.

A kapcsolás jelentős előnye, hogy a frekvenciák abszolút értéke nem játszik bele a mérésbe, azaz, amíg a $\frac{C_1}{C_2}$ viszonyt nem változtatjuk (maradó $e_1 = e_2$ mellett), mindig ugyanily viszony mellett áll be a hídgyensúly akármennyi az ω_1 ill. ω_2 tényleges értéke.

Előnye még a kapcsolásnak, hogy feszültségfüggetlen, mert csak az $e_1 = e_2$ könnyen mérhető előfeltétel kielégítése fontos, e_1 ill. e_2 tényleges értéke nem befolyásolja a mérést.

A híd sokféle mérést tesz lehetővé:

1. Két frekvencia azonosítása

Mérésnél $C_1 = C_2$ legyen és ω_1 vagy ω_2 addig változtatandó, amíg a hidat kiegyensúlyozzuk. C_1 és C_2 tényleges értéke nem fontos, amíg

$$R_1 \ll \frac{1}{\omega_1 C_1}$$

2. Két ismeretlen frekvencia viszonyának megállapítása

A C_2 kapacitás addig változtatandó, amíg a híd egyensúlyba kerül. Ekkor $\omega_2 : \omega_1 = C_1 : C_2$

3. Két frekvenciaérték adott frekvenciaviszonyba hozása.

Előre beállítandó a $\frac{C_1}{C_2}$ viszony, és az ω_1 vagy ω_2 addig változtatandó, amíg a műszer 0-ra kerül.

4. Frekvenciaérték meghatározása

Az ω_1 vagy ω_2 közül az egyik ismert, pl. a hálózati $\omega_2 = 50$ frekvencia $\omega_1 = \frac{C_2}{C_1} \omega_2$ kiegyensúlyozás esetén.

Két ismert frekvenciájú hanggenerátorral a 4. megfordításával kapacitásmérés is végezhető volna, de ezt egyszerűbben is lehet mérni.

Különösen a 3. esetnek van nagy gyakorlati jelentősége, pl. hangszerhangolásoknál, ahol az egyenletes lebegésű intervallumok beállításánál mai napig is a hangoló személy fülének halláspontosságán nyugszik a behangolás tisztasága.

A híd felépítéséből következik, hogy épp itt a kis intervallumok beállításánál lehet igen nagy pontosságot és érzékenységet egyidejűleg elérni. Kivitelezett esetben még $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 1 : 50$ viszonyra is

%-on belüli pontosságot sikerült elérni, a kis intervallumok egész pontos mérésétől kezdve. 1 : 50 frekvenciaviszony oszcillográfon még álló ábra esetén sem értékelhető ki egyszerű módon.

A temperált skála pontos bemérésére a rendszer különösen alkalmas, mert magát tudja ellenőrizni.

A mérést ekkor így folytatjuk le:

A két $C_1 = C_2 = C$ kondenzátort nagyon pontosan kiegyenlítjük egymáshoz képest, úgy, hogy $\omega_1 = \omega_2$ eset mérhető legyen. Az egyik kondenzátorhoz egy kis kapcsoló segítségével

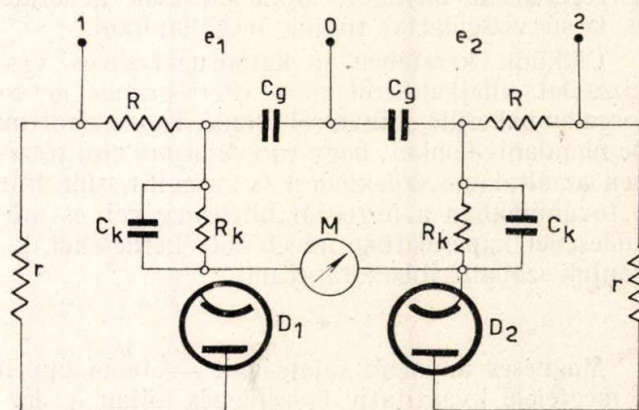
$\Delta C = C(\sqrt{2} - 1)$ kapacitást kapcsolhatunk. Ekkor

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{2}C}{C} = \sqrt{2}$$

intervallum (= temperált félhang) beállítható. Most a ΔC kapacitástöbbletet lekapcsoljuk és a változatlanul hagyott frekvenciát beállítjuk a már emelt frekvenciával egyezésre. Ismét a ΔC bekapcsolásával tovább mehetünk a következő félhangra és így tovább. A 12. lépés után kontrollálható az alapprofrendia és az oktáv akár oszcillográfon *Lissajou*-görbével, vagy a hiddal $C_2 = 2C_1$ viszonyonnyal, vagy akár füllel is, hiszen az oktáv-viszonyra a fül nagyon érzékeny.

A műszer használhatósági tartománya emelhető e_1 és e_2 részére beépített erősítőkkel, mert így függetleníteni lehet a mérést a hangforrás típusától is.

Az e_1 és e_2 feszültség egyenlőségének állandó ellenőrzését a 2. ábrán látható hídkapcsolással végezhetjük.



2. ábra

A híd felépítése két diódás egyenirányító, amely tiszta ohmikus tagokból épült. Az M műszer 0 helyzetben van, ha a két feszültség egyenlő nagy és így a két R_k ellenálláson egyenlő nagy egyenáramú feszültségés létesül.

A két C_k katódkondenzátorra feltétlenül szükség van, mert különben 1 : 1 frekvenciaviszonynál, ami gyakran kerül mérésre, erős lebegés zavarja meg a 0 helyzet megállapítását. Nagyságuk $\tau_k = C_k R_k$ szorzatból ismert módon adódik.

A két C_g kapacitásérték, ami ezt a mérőkört elválasztja egyenáramulag a mérőhídtól és generátoroktól, szintén nagy, több μF értékre választandó meg.

R ellenállás értékei ne terheljék érzékenyen a hanggenerátorokat.

Ezzel a kiegészítéssel mérés alatt is folyton lehet az $e_1 = e_2$ értéktartást figyelni, ami a mérés pontosságát nagymértékben emeli.

Kivitelezett esetben 6 egészhangú temperált intervallum átléptetésével a 440/880 c/s oktáv-érték 0,25 c/s különbséggel volt elérhető, ami $3,10^{-4}$ pontosságot jelent.

Mágneses anyagok katódsugáresöves vizsgálata

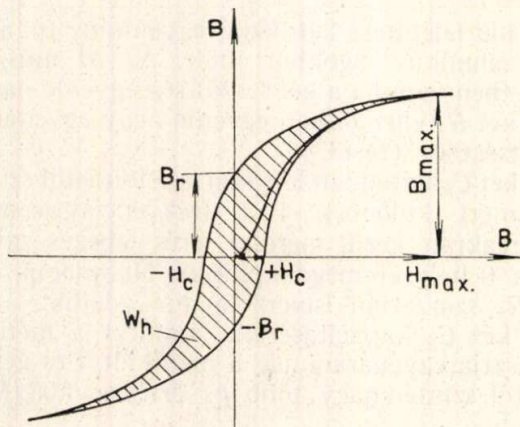
GOBBI ISTVÁN
(BHG átviteltechnikai laboratórium)

A híradástechnika egyik leggyakrabban használt mágneses alapanyaga a vas. Annyira szerteágazó már a vasanyag alkalmazása, hogy a »vas« csupán gyűjtőfogalom. Transzformátorok, átvivőcsévék, magnetofonfejek, magnetofonszalagok, pupincsévék, hangszórómágnesek mindegyikében más-más tulajdonságú és összetételű vasanyaggal találkozunk. Hogy ezek célunknak valóban megfelelnek-e, helyesen hajtottuk-e végre az edzést, vagy lágyítást, mechanikus igénybevétel nem rontotta-e lényegesen az anyagot, általában csak nehézkes és lassú vizsgálattal tudjuk megállapítani.

Cikkünk keretében a katódsugárcsöves vasvizsgálat kifejlődéséről és a »Ferrograph« néven forgalombakerülő műszerről írunk. Úgy osztottuk be mondanivalónkat, hogy tárgyalásunk első részében az általános érdeklődést is kielégíthessük, míg a továbbiakban a ferrográf hitelességével és működésével kapcsolatban felvetődött kérdéseket kívánjuk szabatosabban tárgyalni.

*

Mágneses anyagok sajátságait — talán éppen a megfelelő kvantitatív összefüggés híján — legjobban a hiszterézishurok jellemzi. Átala ugyanis



1. ábra

az anyag öt legfontosabb jellemzője egységes képként tárul szemünk elé (1. ábra). Az első két legjellemzőbb érték a mágnesezhetőség megszünte után elért *telítési indukció* (B_{max}) és ezt létrehozó maximális gerjesztés (H_{max}), mint csúcskoordináták. Harmadik fontos érték a gerjesztő tér megszünte után is megmaradó indukció, a *remanencia* (B_r) negyedik pedig a remanenciát megszüntető tér-intenzitás nagysága, a *koercitív erő* (H_c). Végül említjük a legszembetűnőbbet, a hurok »kövérségét«, azaz területét, mely az átmágnesezési ciklus folyamán felhasznált energiával arányos.

Azt, hogy mekkora a hiszterézisterület, az anyag sajátságai szabják meg. Lágyabb anyag hiszterézis-

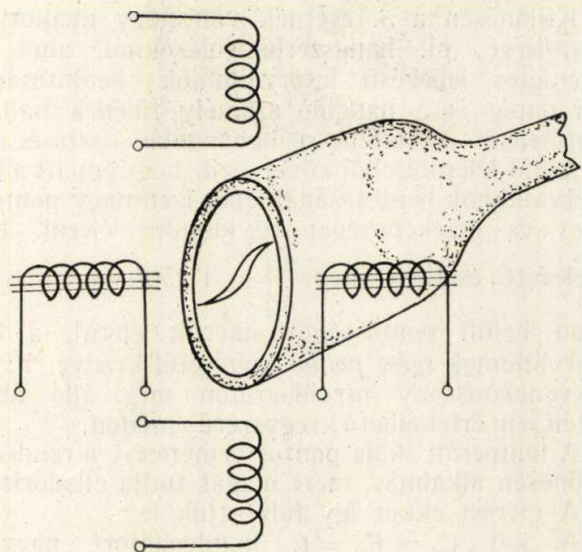
területe kisebb, a hurok »soványabb«, míg pl. acél-mágneseké jellegzetesen »kövér«.

A mágnesezési *hurok* létrejöttét azzal magyarázhatjuk, hogy az első mágnesezési görbe csúcsától visszafelé indulva az indukció értéke fázisban elmarad a térerősség értékének változása mögött. (A görög jellegű »hiszterézis« szó az »elmaradás« kifejezésből ered.)

Kernsten »idegentest elmélet«-e szerint az említett fáziseltolódást mikrostrukturájú, nem mágnesezhető zárványok okozzák, amik módosítják az elemi mágneses zónák (domen-ek) mozgását.¹

A hiszterézis hurok ballisztikus galvanométerrel pontonként történő felvétele már a klasszikus fizikában elterjedt módszer volt és újabb metódusra csak akkor gondoltak, amikor mágneses anyagok váltakozóáramú térben való viselkedését kívánták tanulmányozni. Ez volt az alapprobléma: megváltoznak-e a mágneses anyagok tulajdonságai a frekvencia függvényében?

Még a múlt század utolsó negyedében nagy érdeklődéssel kutatott kérdés csak a századforduló



2. ábra

tájékan nyert egyértelmű megoldást, amikor is az addigi módszerekkel szemben *Angström*² majd vele közel egyidőben *Corbino*³ a Braun-féle csövet használták mágnesezési hurok kirajzolására.

A 2. ábrán látható *Corbino* egykori módszerének vázlatja. A katódsugárra és páronként egymásra is merőleges tekercsek egyik párja a mágnesező áram által idézi elő a vízszintes kitérést. A másik tekercspárba helyezett vas szőtt mezeje pedig a

¹ *Kernsten*: Zur Theorie d. Ferromagn. Hyst. — Phys. Zschr. Bd. 44. 1943.

² *Angström*: Phys. Rev. 1900— Vol. 10.

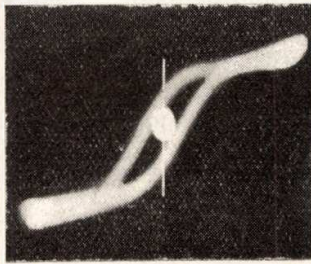
³ *Corbino*: Electricittá 1900 és Phys. Zschr. Bd. 6. 1905.

függőleges kitérést okozza. Az ilymódon egymásra merőlegesen szuperponált erőterek eredőjeként a mágnesezési hurkot ismerhetjük fel a Braun-cső ernyőjén. A 3. ábra *Corbino* egykori felvételét mutatja.

A Braun-csőves vizsgálatok egyértelműen azt a választ adták, hogy a mágneses tér frekvenciájával megnövekszik a vasvesztés és módosulnak a veszteségtől függő jellemzők. Akkoriban a még szinte csak fizikai jelentőségű probléma megoldásán kívül korszerű mérés módszer alapjaival is gazdagodott a tudomány. Mielőtt a legújabb időkben forgalombahozott műszereket ismertetnénk, röviden tekintsük át módszerünk egyik közbelső fejlődési stádiumát, melynek gyakorlati jelentősége ma sem enyészett el.

Lényegében fizikai demonstrációs kísérletről lesz szó, mérés technikai szempontból azonban részletesebben foglalkozunk ezzel a kérdéssel.

A vizsgálandó lemezvasat szalag, esetleg préselt lemez formájában gyűrűmaggá képezzük ki. 1:1 áttételű toroidot tekereselünk a magra (1 cm²-esre kb. 100—150 menetet). A 4. ábrán látható módon a szabályozható áramerősségű primerkörben az R' feszültségejtő ellenálláson létrejött feszültség-



3. ábra. A Braun-csővel készített első hiszterézis-oszcillogrammok egyike.

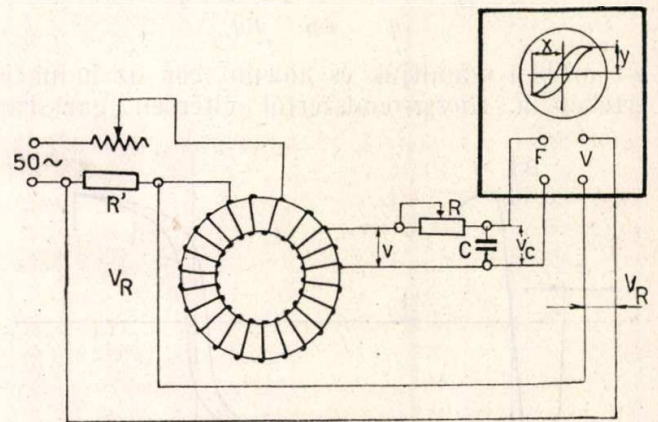
esést használjuk a kipp nélkül működő oszcilloszkóp elektronsugarának vízszintes kitérésére. Minthogy a gerjesztő tér arányos az áramerősséggel, az R' -ről vett feszültség is arányos lesz a térintenzitással az esetben, ha $\omega L/R' \approx 0,02$. A vízszintes kitérés fele (X) és a térerősség H között az alábbi összefüggés érvényes:

$$H = \frac{n}{\dot{e}_H \cdot R' \cdot l} X$$

Képletünkben n a primertekercs menetszáma, \dot{e}_H a katódsugárberendezés mm/V-ban számított érzékenysége, mint a képhosszúság felének és az erősítőbe jutó feszültség maximális értékének viszonya, R' a feszültségejtő ellenállás Ω -ban kifejezett értéke, l pedig a toroid közeves erővonalhossza m-ben számítva. Ilyen egységekben számolva H értéket A/m-ben fejeztük ki. Ettől a korszerűbb *Giorgi*-féle mértékegységtől könnyen eltérhetünk, ha az A/m-ben kifejezett értéket $4\pi/1000$ -rel szorozzuk. Ekkor H -t a már régebben elterjedt oersted értékben kapjuk.

A függőlegesen vezérlő feszültségnek a fluxussal kell arányosnak lennie, de ezzel szemben a szekunder feszültség a fluxus időbeli változásával $d\Phi/dt$ -vel

arányos. (A primer és szekunder feszültség alap hulláma között ezért 90°-os a fáziseltolódás. Minthogy a primer oldalon H -val, a szekunderen $d\Phi/dt$ -vel arányos rezgések eredőjeként még nem



4. ábra

a hiszterézisgörbe jelennék meg az ernyőn, ezért R és C integrálóelemek közbeiktatásával a szekunder feszültségét arányosítjuk a fluxushoz.

RC -tagok által végzett integráció feltétele: $R \gg 1/\omega C$. (A viszony kb. 30:1 — 50:1.) Ilyen feltételek mellett a függőleges kitérést okozó V_c feszültség már arányossá lesz a fluxussal és a következőképpen határozható meg:

$$V_c = \frac{1}{C} \int i_2 dt$$

mivel: $R \gg 1/\omega C$

ezért: $i_2 = \frac{V}{R}$

figyelembevéve még, hogy: $V_2 = n \frac{d\Phi}{dt}$

végülis:

$$V_c = \frac{n}{RC} \int \frac{d\Phi}{dt} dt = \frac{n}{RC} \Phi$$

V_R és V_c vezérlőfeszültségek eredőjeként a katódsugárcső ernyőjén váltakozófeszültség okozta »dinamikus hiszterézishurok« jelenik meg, mint az alaprezgés ($H_0 \omega \sin \omega t$) és egy felharmonikusokban gazdag, az előbbihez képest pedig csakis a veszteségtől függő fázisú rezgés eredője (5. ábra).

Katódsugárcsőves hiszterézisvizsgálatunk tehát általában a katódsugárcsőves fázisszög mérés elvére vezethető vissza azzal a különbséggel, hogy itt az egyik rezgés nem tisztán harmónikus rezgés. Ezért nem ellipszist vagy kört, hanem a hiszterézishurkot látjuk az ernyőn megjeleneni.

A vasban keletkezett fluxus nagyságát a függőleges kitérésből határozhatjuk meg

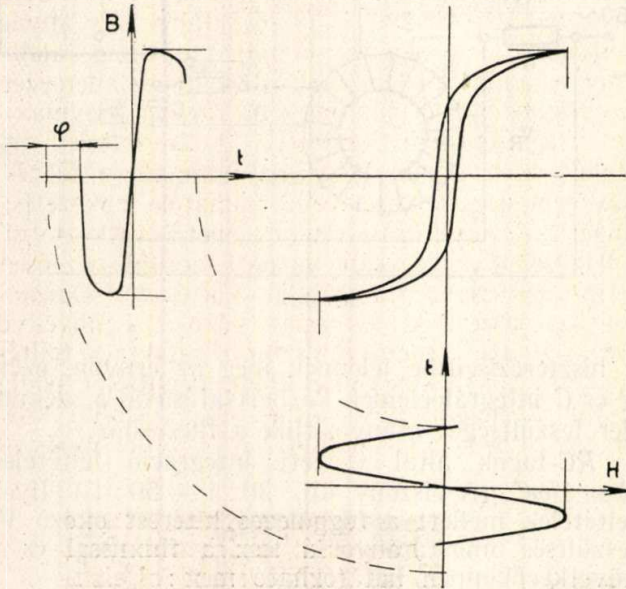
$$\Phi = \frac{1}{\dot{e}_\Phi} \cdot \frac{RC}{n} \cdot Y$$

képlettel, ahol \dot{e}_Φ a fluxustengely mm/V-ban mért érzékenysége és R Ω -ban, C pedig F-ban helyettesítendő, hogy Φ -t Vsec-ban kapjuk.

Gyakorlatban többnyire az indukció értéke iránt érdeklődünk és előbbi képletünket így módosítjuk:

$$B = \frac{\Phi}{q} = \frac{1}{\epsilon\phi} \cdot \frac{RC}{nq} \cdot \gamma$$

q -t m^2 -ben számítjuk és amennyiben az indukció értékét a *Giorgi*-rendszerrel eltérően gaussban

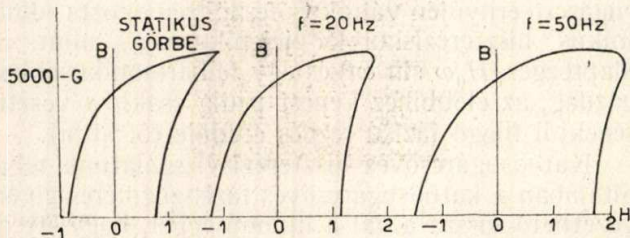


5. ábra

kívánjuk megállapítani, úgy ($10^{-4} \text{ Vsec/m}^2 = 1 \text{ gauss}$ egyenértékét figyelembevéve) 10^4 -nel szorozzuk az előbbi képlettel kapott végeredményt⁴.

Könnyen meghatározhatjuk a permeabilitás (szabatosan: relatív permeabilitás) értékét is: $\mu_r = B/\mu_0 H$

A katódsugárcső ernyőjén megjelenő hurok területéből az adott gerjesztéshez (vagy indukcióhoz) tartozó *vasvesztés*et határozhatjuk meg. Azért nem pusztán a hiszterézisvesztés, mert a mérendő tekercs fázisszögét az örvényáramvesztés is befolyásolja. Hogy milyen mértékű hatást vált ki az örvényáramvesztés, azt a 6.



6. ábra

ábrán látható diagrammok szemléltetik.⁵ Éppen ezért nem beszélhetünk a ballisztikus módszer szerint mért remanenciáról, vagy koercitív erőről

⁴ A *Giorgi*-mértékrendszer alapegységei V, A, m és sec. $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ -rel való szorzás akkor szükséges, ha B értékét Vsec/m^2 -ben, H -t pedig A/m -ben számítjuk. Ekkor a permeabilitás valóban pusztán szám, míg c. g. s. rendszerben gauss/oerstved viszony nem értelmezhető.

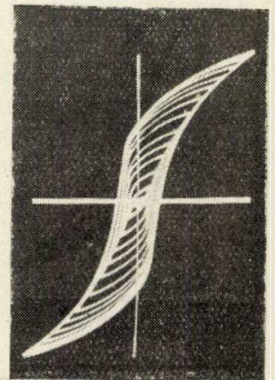
⁵ *Geiger-Scheel*: Hdbch. d. Phys.

sem, csak azt mondhatjuk, hogy pl. 50 periódusnál mért dinamikus koercitív erőt, vagy remanencia adatát közöljük.

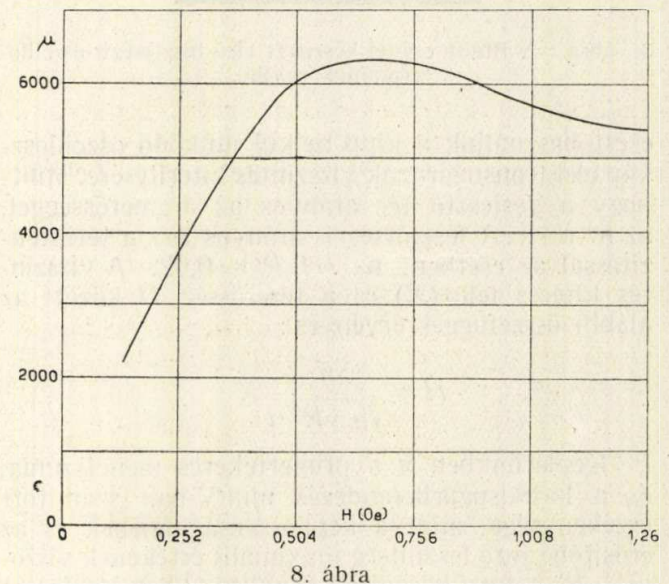
A vasvesztés nagyságát a görbe területének planimetrálásával, vagy a következő egyszerűbb módszerrel állapítjuk meg: ki kell vágnunk az ábra képét papírosból és ennek súlyát ugyanarra a papíryanagra rajzolt megfelelő méretarányú, 1 Vsec/m^2 -szer 1 A/m ($= 1 \text{ W/m}^3$) »területű« papírdarab súlyával hasonlítjuk össze.

7. ábránk különböző térerősségeknél felvett mágnesezési görbék sorozatát mutatja. A csúcspontok összekötése 50 periódusnál mért első mágnesezési görbe (szűzgörbe). E görbe csúcskoordinátáinak viszonyából a totális permeabilitás (más néven váltóáramú permeabilitás) görbéje határozható meg (8. ábra).

Ha vizsgálatainkat nem nagyobb mennyiségű mintán végezzük, akkor az egyes darabokat külön-külön tekercseljük meg és a fentemlített képletekkel a menetszámot könnyen kiszámíthatjuk. Nagyobb mennyiségű minta vizsgálatához célszerű szétnyitható toroidot szerkeszteni, ezáltal a filmszalagszerűen egymáratekercselt és ezután hőkezelt lemezanyagot rövid idő alatt megvizsgálhatjuk.



7. ábra

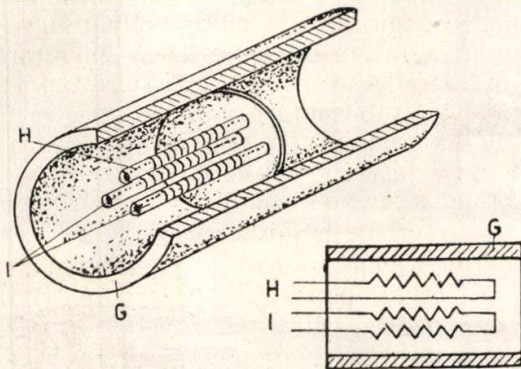


8. ábra

A katódsugárcsöves vasvizsgálati módszerek egyik legszemlésebb megoldása a *Förster* által kvalitatív vizsgálatokra alkalmazott összehasonlító berendezés.

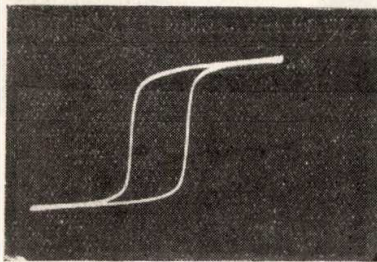
Förster készülékének két lényeges része a kipp-nélküli oszcilloszkóp és a mintaanyag befogadására alkalmas mérődoboz. A mérődobozban elhelyezett gerjesztőtekercs három egyenlő méretű és menetszámú vizsgálócsévé tartalmaz (9. ábra). A ger-

jesztőtekercsbe váltakozóáramot vezetünk és így a H mérőtekercs végein dH/dt -vel arányos feszültség keletkezik, viszont az ábrán látott egymás ellen kapcsolt J tekercszek feszültségei egymást kompenzálják. Ez utóbbi valamelyikébe helyezzük a



9. ábra

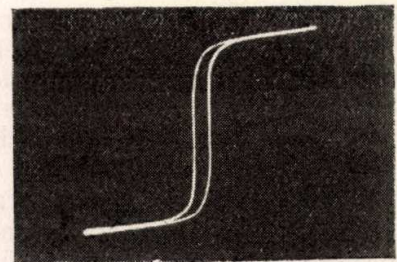
vizsgálendő ferromágneses anyagot. Ennek következtében a tekercszek közötti szimmetria megbomlik és a szabad végeken dJ/dt -vel, a mágnesezés intenzitásának változásával arányos feszültség kelet-



10/a ábra



10/b ábra



10/c ábra

kezik.⁶ Mind a H tekercsben, mind pedig a J tekercsben indukált feszültségek integrációja után a katódsugárcső ernyőjén hiszterézisábra jelenik meg, melynek alakja a vizsgált vas minőségére jellemző. A 10/a-c ábrán hőkezeletlen permalloy C, ugyanez hőkezelés után és hőkezelt permalloy B lemez oszcillogrammjá látható.

A szóbanforgó összehasonlító berendezést Förster először pormagok alapanyagának vizsgálatára dolgozta ki.⁷

Ha a J tekercszek valamelyikébe ismert tulajdonságú vasport helyezünk, a másikba pedig a vizsgálandó anyagot, a katódsugárcső ernyőjén a két anyag különbözőségétől függő differenciagörbét látjuk.

Összehasonlításra alkalmas mintaanyagok birtokában azonnal megállapíthatjuk, megfelel-e a

⁶ $\mu_0 H$ a szabad levegőben, B a vasban keletkezett indukció, J pedig a felületegységre eső erővonalátlóbblet, mely a vasban az eredeti $\mu_0 H$ indukcióhoz adódik. ($J = B - \mu_0 H$. Technikai számításokban szokásos kifejezés $4\pi J = B - \mu_0 H$.) Mivel az ellencsatolt tekercszekben $V = nq \cdot dH/dt$ feszültségek eredője zérus, ezért $B = J + 0 = J$, a mágnesezés intenzitása lesz arányos az integráció utáni feszültséggel.

⁷ Zeitschrift für Metallkunde 1940. Bd. 32.

vizsgált anyag vagy sem. Természetesen nem csupán vaspor vizsgálatát végezhetjük ily módon, megfelelő méretű (mintegy 200×10 mm-es) szalag-alaku vaslemezek minőségét is elbírálnhatjuk. (11. ábra).

Az említett »durva« vizsgálat fotografikus eljárással finomítható volt. Az egyik J tekercsbe etalont helyeztek, míg a másikon keresztül a szalag-, vagy drótalakú mintát folyamatosan végig-húzták és eközben az ernyőn lévő képet nyitott zárú fényképezőgép állandóan fotografálta. Az anyag tulajdonságától függően mindig más-más alakú »diferenciagörbe« jelent meg az ernyőn és a lemezen ezek összességéből jól meghatározható fénymaximum, ill. minimum keletkezett. A fényfoltok helyzetéből, azaz abból, hogy maximumaik a telítés, vagy remanencia közelében található, hőkezelési, hengerlési, vagy húzási hibákra lehet következtetni.

Ha vékony üvegcsőbe vasport szórunk, a csövet pedig elektromos fűtőtesttel körülvéve Dewar-palacka helyezzük, vizsgálat közben a növekvő hőmérséklettel eltorzul a hiszterézis alakja, a telítés csökken. A kritikus Curie hőfok beálltakor pedig eltűnik a mágnesezési görbe. Egy későbbi közleményünkben beszámolunk a hasonló módszer

szerint ellenőrzött permalloy hőkezelési és hűtési kísérletekről is.

Az említett módszert nemcsak vasipari célokra, vagy híradástechnikai alapanyagok gyártásánál használhatjuk fel. Igen nagy hasznát vesszük be-



11. ábra. A jobboldali mérőtekercsbe helyezett magasabb telítésű permalloy B és a baloldali tekercsbe tett magasabb permeabilitású permalloy C differenciagörbéje. A nagyobb kezdeti permeabilitásra az origo közelében lévő emelkedés irányából lehet következtetni.

rendezésünknek hőkezelt anyagok vizsgálatánál is, mikoris a hőkezelt anyaggal együtt lágyított 200×10 mm-es mintákat megfelelő etalonokkal hasonlítjuk össze.

*

Az összehasonlítás elvén működő mérődobozt és a hozzátartozó oszcilloszkópot ma már úgy

külföldön, mint hazánkban iparilag készítik. Nálunk részben a külföldi RFT »Ferrograph« van használatban, részben pedig a budapesti Gyengeáramú Műszerjavító KTSZ (GYEM.) által készített, kétsugaras oszcilloszkóppal kombinált berendezés (12 és 13. ábra).

Különösen az RFT készülékének üzembehelyezésével kapcsolatban merült fel több helyen néhány megoldatlan kérdés.

Első probléma az ernyőn megjelenő kép állandó nyugtalanága, ami miatt az ábra megfigyelése teljesen lehetetlen. Ez a zavar a készülék nagy erősítésével és erősítőinek magas időállandójú rácskomplexumaival magya rázható, ugyanis a legkisebb hálózati impulzus hatására a kép szertelen mozgásba jön, hiszen az 1 μ F értékű rácskondenzátorok a lassúbb lefolyású impulzusjelenségeket is szinte akadálymentesen közvetítenek. Egyetlen megoldás a stabilizátor alkalmazása.

Nem minden esetben felel meg a hálózat és a készülék közé iktatott váltakozóáramú stabilizátor. (Szórótranszformátoros készülék szóba sem jöhet.) Célunknak jobban megfelel, ha a ferrográf anódpótlóját követő szűrőtekeres negatívabb végére STV stabilizátorcsöveket kapcsolunk, vagy még tökéletesebb eredményt érünk el elektronikusan stabilizált anódpótló alkalmazásával. Ez utóbbi esetben a 14. ábrán látható módon az erősítőket anódpótlójukról leválasztjuk és külső, stabilizált anódpótlóhoz kötjük. A stabilizált anódpótló kimenő feszültségét 350 V értékre állítjuk. (Igen megfelelő két sorbakapcsolt Orion gyártmányú anódpótló, melyek egyenként maximum 280 V stabilizált egyenfeszültséget szolgáltatnak.)

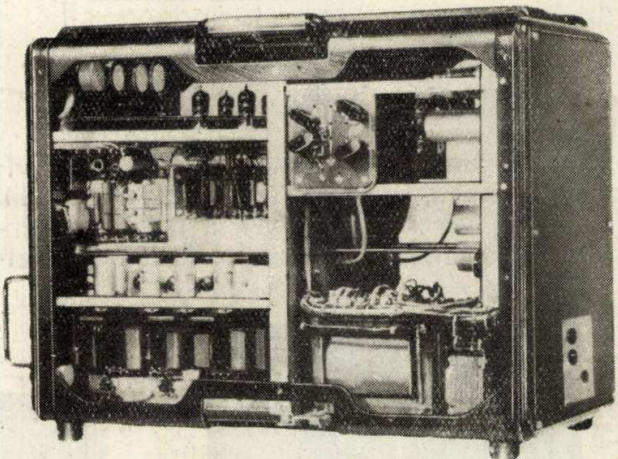
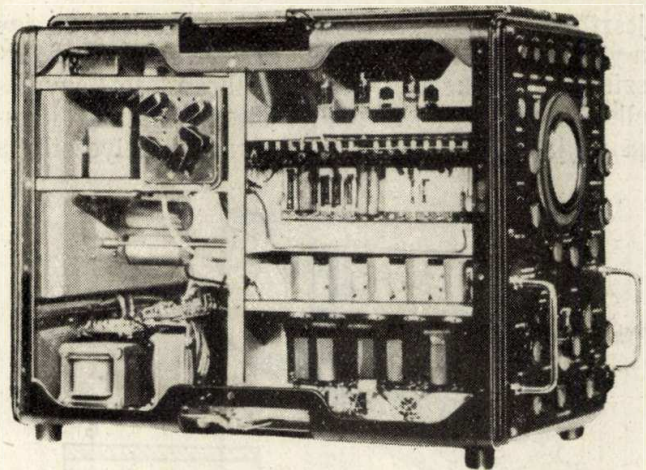
Oszcillogrammjaink egy részét az általunk használt RFT berendezés ernyőjéről készítettük. Az imént említett stabilizálás mellett nem kellett tartanunk a kép elmozdulásától.⁸

A gyártó cég közlése szerint a készülék kvantitatív mérésre is alkalmas. A berendezés előlapján a fényerőt, fókuszot és érzékenységet állító szokásos gombokon kívül a gerjesztést fokozatosan és finoman szabályzó gombokat is láthatjuk, ezenkívül két, számskálával ellátott feszültségosztót is találunk. Egyik feszültségosztó a függőleges képtengelyhosszat szabályozza, másik a vízszinteset. A leosztás mértékét M_y -nal és M_x -szel jelöljük. J és H adatok kiértékelésére az RFT gyár az alábbi képletet közli:

$$J = k_y \frac{Y}{M_y q} \text{ és } H = k_x \frac{X}{M_x}$$

J képletében q a vizsgált vas keresztmetszete mm²-ben kifejezve. J értékét gauss-ban, H értékét

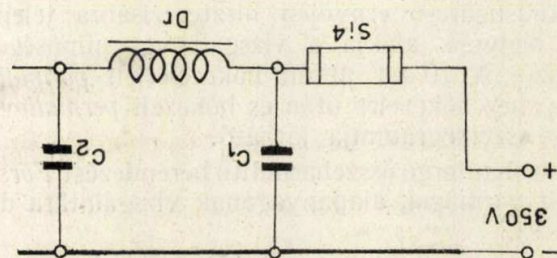
⁸ Oszcilloszkóp felvételeink 1:2,9 Trioplan optikájú készülékkel készültek. A zöld színű katódsugárcső-ernyőn fényudvarmentes képet állítottunk be és 11-es fényrekesznyílás mellett orthofort filmre 4—8 mp-ig exponáltuk.



13. ábra. GYEM ferrográf, nyitott dobozzal.

oerstedben kapjuk a készülékenként külön-külön megállapított faktorok behelyettesítésével.

Meg kell jegyeznünk, hogy kvantitatív kiértékelés csupán a telítési adatokra lehetséges, itt is csak nagyobb gerjesztés mellett. Kisebb tererősségtételeknél a nyitottvégű vas karakterisz-



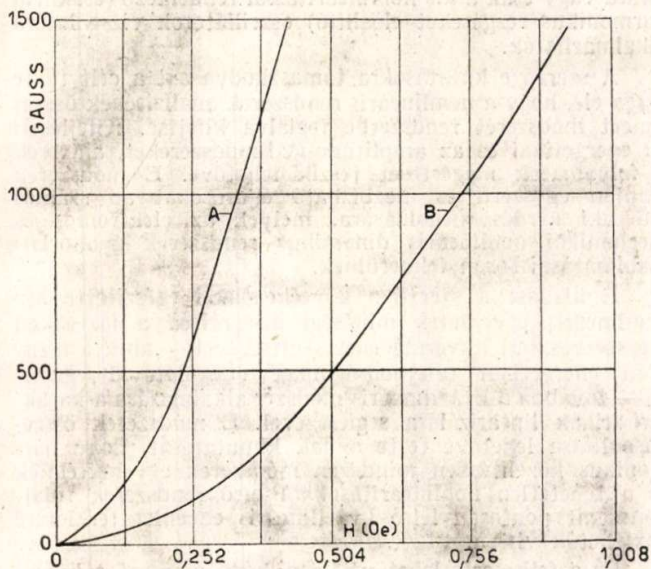
14. ábra

tikája (első mágnesezési görbéje) nagy mértékben tér el a valóságos értéktől. Ezt a tényt konstatálhatjuk a 15. ábrán. Az »A« jelzésű görbét 10 mm széles szilíciumos transzformátorlemezen mérték a Műszaki Egyetem Villamosgépek Tanszékének Epstein-készülékével. Maximális hibalehetőség $\pm 4\%$. A »B« jelzésű görbét ugyanarról az anyagról vettük fel ferrográffal. Látható, hogy a szabad-

⁹ Vizsgálatunkat szántszándékkal végeztük szilíciumos vason, mert permeabilitásának frekvenciafüggősége elhanyagolhatóan csekély és így különösen az 50 Hz-nél mért adatoknak egyezniük kellett volna a statikus módszer szerint megállapított értékekkel.

Pólusú vas adatai jóval a valóságos érték alatt maradnak.⁹

A »B« jelű görbe elvileg korrigálható lenne, de a gyakorlatban a korrekció csak nagyon körülménye-

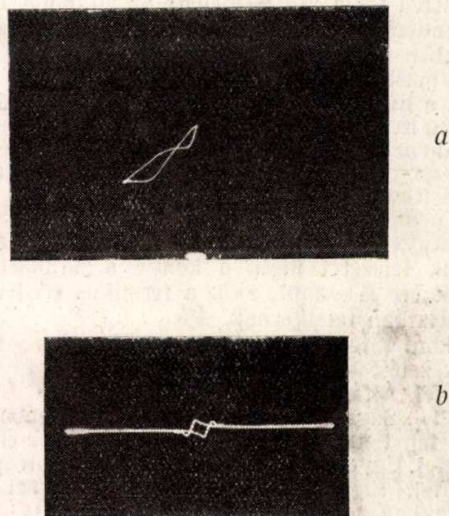


15. ábra

sen valósítható meg, ezért a megoldást mellőztük is.

Meg kell elégednünk azzal a rendkívüli előnnyel, hogy a nagyságrendileg megfelelően beállított térintenzitás mellett igen gyors és megbízható összehasonlítást végzünk. Bár csupán a telítési-indukció értékét tudjuk megközelítő pontossággal meghatározni, összehasonlítás kisebb télerősségeknél is lehetséges. Különösen az 50—100 mOe tartományban megállapított differenciagörbék jellemzik jól a vasat híradástechnikai szempontból. A 16/a ábrán látható különbségi ábrát 80 mOe körüli térintenzitás mellett készítettük, amikor is jól hőkezelt *permalloy C* lemezt hasonlítottunk össze hő-

kezelés után hajlítással deformált *permalloy C* lemezzel. Látható a differenciagörbe jobbra emelkedő tendenciája. Ez arra vall, hogy a jobboldali *J* tekercsbe helyezett anyag kezdeti permeabilitása



16. ábra. Sértetlen és meghajlított *permalloy C* lemez differenciagörbéje. A rugalmasság határán túl igénybevett anyag kezdeti permeabilitása és telítési indukciója csökken: a kis télerősséggel, b telítés közelében felvett görbe

nagyobb. A jó anyag telítési indukcióját mintegy 300 Oe körül 9000 gaussnak mértük, ami meg is felel a *permalloy C* telítési értékének. A 16/b. ábrán az előbb említett *perm. C* anyagok differenciagörbéjét láthatjuk telítés közelében felvéve. A sér tetlen anyag a jobboldali mérőtekercsben volt. Ennek kezdeti permeabilitása nagyobb, valamivel telítési értéke is. Világosan kitűnik, hogy a mechanikus igénybevétel legnagyobb mértékben a kezdeti permeabilitás értékét rontja. (Egyszeri hajlítás kb. 30%-os csökkenést okoz.)

Könyvszemle

V. I. Bunyimovics: **Ingadozási folyamatok rádióvevő készülékekben.**

B. И. Бунимович: Флюктуационные процессы в радиоприемных устройствах.

»Szovjetszkoje Radio«, Moszkva, 1951, 360. oldal.

A könyv a rádióveteltechnika zajkérdéseivel foglalkozik. Olvasásához komoly elméleti felkészültség szükséges.

A könyv nyolc fejezetből áll, amelyek három részre vannak csoportosítva. Az első részben a szerző a továbbiak megértéséhez szükséges elméleti alapokat fejti ki: a Fourier-transzformációt, egyes tételket az áramkörök elméletéből és modern felfogásban a valószínűségszámítás tömör összefoglalását.

A második részben a lineáris áramkörökben lejátszó ingadozási folyamatok általános elméletét, továbbá azt a kérdést fejti ki, miképpen lehet az ingadozási folyamatot lassan változó amplitudójú és fázisú rezgéseként kezelni.

A harmadik részben azokat a módszereket ismerteti, amelyek lehetővé teszik a jel- és zajkeverék nemlineáris rendszerekre való hatásának vizsgálatát. Részletesen foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy a zaj miképpen

halad át a különböző karakterisztikájú detektorokon, továbbfejleszti a modulációs elven működő inkoherens sugárzások kimérésére alkalmas sugázmérő (radiométer) elméletét, megvizsgálja a zaj és jel együttes hatását a kvadratikusság és lineáris detektorra. A könyv utolsó részében a zajelmélet néhány érdekes, elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos kérdésével foglalkozik.

Romhányi Miklós

Sz. M. Rütov: **Az elektromos ingadozások és a hő-sugárzás elmélete.**

С. М. Рытов: Теория электрических флуктуаций и теплового излучения.

»Akademija Nauk SzSzsZR«, Moszkva, 1953, 232. oldal.

E könyv igen alapos elméleti felkészültséget igényel az olvasótól. Azokhoz szól, akik a témával tudományos elmélyültséggel kívánnak foglalkozni.

A szerző e monográfiában az elektromos ingadozások elméletét a statisztikának a makroszkopikus elektrodinamikára való alkalmazásával építi fel. Ily módon az elektromos ingadozások mikroelméletének számos kérdéséről, amelyekben a fő szerepet a mikrotöltések viselkedését jellemző

paraméterek játsszák, e könyv nem érinti. Viszont a kérdések igen széles körét — az optika területére eső hősugárzás elméletétől kezdve egészen a kvázistacionárius áramkörökben fellépő elektromos zajok elméletéig — melyek a dolog természetéből kifolyólag nem teszik szükségessé a statisztikus elektronikába való elmélyülést, a szerző egységes szempontból fogja át. E mellett az általános elektrodinamikai módszer lehetővé teszi olyan feladatok vizsgálatát is, amelyekben sem a kvázistacionaritás feltétele, sem a geometriai optika alkalmazhatóságának feltétele nincs meg (például a hullámvezetők és üregrezonátorok hősugárzása).

A mű írója figyelmét elsősorban a kérdés fentebb vázolt megfogalmazására és az ebből következő elmélet kifejtésére összpontosítja. Ezért a könyv nem tartalmazza az alapvető irodalom rendszerezett felsorolását és teljességre e téren nem is tart igényt.

A negyedik fejezet kivételével, főleg ami a harmadik és ötödik fejezetet illeti, a könyv a híradástechnikusok érdeklődé-ére is számít, akik a termikus eredetű zajokkal a gyakorlatban találkoznak.

A könyv témafelosztása a következő:

Bevezetés.

I. fej. Általános megállapítások.

II. fej. Sugárzás homogén izotrop közegben.

III. fej. Felületi esetleges elektromotoros erők.

IV. fej. Egyensúlyban lévő sugárzás anizotrop közegben.

V. fej. Elektromos ingadozások a kvázistacionárius

tartományban.

Zárószó.

Függelék. Ebben különböző formulák levezetését találjuk meg.

Romhányi Miklós

K. F. Teodorcsik: **Öngerjesztésű rezgőrendszerek.**

K. Ф. Теодорчик: Автоколебательные системы

Harmadik javított és bővített kiadás. »Gosztyehizdat«, Moszkva—Leningrád, 1952, 271 oldal.

A könyv az önrezgő és potenciálisan önrezgő rendszerek elméletének van szentelve. Ezek olyan dinamikus (elektromos, mechanikai és elektromechanikai) rendszerek, melyekben ismert feltételek mellett az egyensúlyi helyzet stabilitása felborulhat és olyan mozgás jöhet létre, mely a rendszert stacionárius periódikus rezgések állapotába hozza.

A könyv tárgyalásmódja igen mély, a tudományos igényeket messzemenően kielégítő. A szerző főképpen az elektronsöves oszcillátorok részletes vizsgálatával foglalkozik. A könyv megírásánál azokra a széleskörű kutatásokra támaszkodott, amelyeket a rezgések nemlineáris elmélete terén a Szovjet tudósok végeztek.

E tudományos kutatások eredményeképpen egymással párhuzamosan a vizsgálati módszerek két csoportja alakult ki.

Az első csoportba azok a módszerek tartoznak, amelyek segítségével tetszésszerű nemlineáris rendszerek — akár kis, akár nagymérvű nonlinearitással rendelkeznek is — vizsgálata elvégezhető. Ezen általános módszerek közé tartozik elsősorban az A. A. Andronov által kezdeményezett módszer, mely igen széles körben elterjedt. E módszer lényege abban áll, hogy az önrezgő rendszer viselkedését leíró egyenleteket minőségileg integráljuk oly módon, hogy a fázisírában megszerkesztjük az integrálgörbéket. A másik ilyen módszer a görbe karakterisztikának szakaszonkénti linearizálásából áll; a megoldásokat a lineáris szakaszok

határain egymással össze kell fűzni. E módszert elsőnek N. D. Papalekszi kezdeményezte.

A másik csoporthoz a korlátozott méretekben alkalmazható módszerek tartoznak, amelyek vagy csak a nagy nonlinearitásokkal bíró (relaxációs) oszcillátorok vizsgálatára vagy csak a kis nonlinearitással rendelkező (csaknem harmonikus rezgéseket előállító) oszcillátorok vizsgálatára alkalmazhatók.

A szerző e kutatásokra támaszkodva azt a célt tűzte maga elé, hogy a nemlineáris rendszerek analízisének összes ismert módszerét rendszerbe foglalva kifejtsse. Kifejleszti az energetikai és az amplitúdó-fázismódszereket, amelyek a folyamatok megértését teszik lehetővé. E módszerek alapján egyszerű és megbízható eljárásokat ad számos műszaki kérdés megoldására, melyek az elektromos és mechanikai nemlineáris dinamikus rendszerek gyakorlati alkalmazásai során felmerülnek.

E kiadást a szerző a következőkkel egészítette ki: nemlineáris egyenletek minőségi integrálása a fázisírákon megszerkesztett integrálgörbék segítségével — amit a fázis-ábra energetikai tulajdonságainak vizsgálatával egészít ki — továbbá a kvázilineáris módszer alkalmazása a karakterisztikák linearizálása segítségével. E módszerek összehasonlítása lehetővé tette annak kimutatását, hogy harmonikus közelítésben mindezen módszerek egyenértékűek és a tehetetlen nonlinearitásokkal bíró rendszerek tulajdonságait pontosan leíró kvázilineáris egyenlet területére vezethetők vissza.

Ez a felismerés lehetővé tette, hogy a szerző a kvázilineáris módszerek alapján álló harmonikus közelítések alkalmazhatósági határát pontosan megállapítsa. E határt az szabja meg, hogy az önrezgő rendszerek egy sor fontos és világosan szembeutó tulajdonsága (periódikus mozgások lehetőség, az alapfrekvenciával való szinkronizálás, stb.) egyáltalán nem függnek a nonlinearitás jellegétől, többek között annak tehetetlen vagy tehetetlenségmentes voltától, és ezért ezek viselkedését a kvázilineáris egyenletek helyesen írják le. Magukat e tulajdonságokat éppen ezért kvázilineárisoknak lehet nevezni, ellentétben a lényegesen nemlineáris tulajdonságokkal. Ezeket teljes mértékben az szabja meg, hogy a gerjesztett rezgésformák a harmonikusoktól eltérnek, vagyis felhangok vannak jelen (például a harmonikusokkal való szinkronizálás). Az utóbbi tulajdonságokat nem lehet harmonikus közelítéssel és kvázilineáris módszerekkel tárgyalni.

A tudományos szempontból igen értékes és kimagasló munka magyar fordítása az Akadémiai Kiadó kiadásában megjelent és kutatóink rendelkezésére áll.

Témafelosztása a következő:

Első rész. *Autonom rendszerek.*

I. fej. Rezgő- és önrezgő rendszerek vizsgálatának általános módszerei.

II. fej. Csaknem harmonikus önrezgések közelítő vizsgálatának kvázilineáris módszerei.

III. fej. A visszacsatolási diagramm módszere.

IV. fej. Harmonikus közeli önrezgések (késleltetett rendszerek).

V. fej. Relaxációs önrezgő rendszerek.

Második rész. *Nemautonom rendszerek.*

VI. fej. Nemlineáris rezgő- és önrezgő rendszerek viselkedése külső erők hatására.

Alapvető irodalom.

Romhányi Miklós