

VI 1879

# *Magyar* **HIRADÁSTECHNIKA**



**3**



*Magyar*

# HIRADÁSTECHNIKA

A HIRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

*Felelős szerkesztő:*

Balogh Pál  
VI., Eötvös u. 11/a.  
(HIKI)  
Telefon: 420—536

*Szerkesztők:*

Boglár Gyula  
Gál István  
XI. Szigethy Gyula u. 11  
(BHG)  
Telefon: 259—660 és  
458—718

A Híradástechnikai  
Tudományos Egyesület  
Titkársága:  
VI., Rudas László u. 45  
Telefon: 113—027

Megjelenik kéthavonta  
Előfizetési ár egy évre 24.—  
Példányonként 4.— Ft.

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Содержание и обобщение на русском языке .....                   | 94 |
| Inhaltverzeichnis mit Zusammenfassungen in deutscher Sprache    | 94 |
| Contents and Summaries in english .....                         | 95 |
| Table des matières avec résumé des articles en langue française | 95 |

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lévai Pál .....                                                                                                                                                      | 57 |
| Valkó Iván Péter: Mechanikai fehérzaj alkalmazása elektroncsövek mikrofóniájának vizsgálatára. I.rész. Elmélet.                                                      | 58 |
| Valkó I. P., Kemény Ádám, Szécsi László: Mechanikai fehérzaj alkalmazása elektroncsövek mikrofóniájának vizsgálatára. II. rész. Mérőberendezés és mérési eredmények. | 64 |
| Kiss Ernő: Korszerű műsorvevő rádiókészülékek .....                                                                                                                  | 72 |
| Dr. Radványi László: Termisztoros csillapításkiegyenlítők ..                                                                                                         | 75 |
| Gál István: Korszerű csengetés- és jelzésátvitel sokcsatornás vivőáramú összekötéseken .....                                                                         | 79 |
| Gobbi István: Hazai gyártású mágneses lágy lemezanyagok                                                                                                              | 84 |
| Ipolyi Károly: Páncélos kábelek védelmére használt bitumen hidegfolyásának vizsgálata. ....                                                                          | 88 |



## LÉVAI PÁL

A Magyar Híradástechnikai Egyesület és a Magyar Híradástechnika fájdalommal jelenti, hogy *Lévai Pál*, az Egyesület Elnökségének tagja és a Magyar Híradástechnika főszerkesztője aug. 25-én hosszas betegség után 65 éves korában elhunyt.

Halálával nagy gyász érte a műszaki életet, egy kiváló képességű, rendkívül tevékeny kollégánkat és jó barátunkat veszítettük el.

Lévai Pál 1914-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet. Az első világháború Angliában érte. A világháború utáni időtől kezdve az akkor még gyermekcipőben járó híradástechnika egyik leglelkesebb úttörője volt. Először az Egyesült Izzó telefonszerkesztési Osztályán dolgozott, majd néhány év múlva az Ericsson Magyar Villamosági RT-nál vezette a Szerkesztési Osztályt. Az ő vezetésével számos, a magyarországi telefontechnika szempontjából alapvető jelentőségű berendezést dolgoztak ki, így többek között az ikertelefont, a szelektoros társvonalszerkezt, a párhuzamos mellékállomás rendszert, több automatikus telefonközpontot és az első zsinór nélküli interurbán központot. E mellett a rádióknak a huszas évekkel kezdődő rohamos fejlődésében is közreműködött műszaki tudásával. 1938-tól, midőn az Ericsson és Standard Villamosági RT egyesült, Lévai Pál a megnagyobbodott vállalat szabadalmi ügyeinek vezetését vette át. E munkára rendkívül sokoldalú technikai műveltsége tette különösen alkalmassá. 1948-tól haláláig a Magyar Szabványügyi Intézet főmérnöke volt. Számos ipari szempontból igen jelentős szabvány

készült az ő vezetésével és sokrétű tevékenysége az egész magyar híradástechnikai ipart átszötte.

Lévai Pál széleskörű társadalmi tevékenységet fejtett ki. A Magyar Híradástechnikai Tudományos Egyesület alapításában tevékeny részt vett, majd

később hosszú éveken át tagja volt az Egyesület Elnökségének. Az Elnökség megbízásából vállalta a Magyar Híradástechnika felelősszerkesztői tisztjét. Rendkívül sok nehézség közepette szerkesztette a folyóiratot és csakis lelkes, szívós munkájának, valamint szakértelmének köszönhető, hogy a lap rendszeresen megjelent. Betegségének legsúlyosabb óráiban is a Magyar Híradástechnika ügyei foglalkoztatták.

Lévai Pál igen nagyfokú általános műveltséggel is rendelkezett. A tudomány minden ága, zene, irodalom, a természet, az emberek és a politika egyaránt érdekelte. Műszaki nyelvünket számos elnevezéssel gazdagította. Tőle származnak a „hangszóró” és „iker-telefon” szavak is. Munkatársai Lévai Pált rendkívül szerették. Egyénisége szerény volt, mások ügyesbajos dolgait mindig szívén viselte, magának előnyöket és elismerést soha sem keresett. Munkatársait szívesen nevelte, tanította, olyan sok szeretettel és türelemmel, amivel csak kevés ember rendelkezik. Számos szakmai tanítványa ért el sikereket és a Magyar Híradástechnikának is felnevelt szerkesztő munkatársakat.

Lévai Pálnak, a nagytudású kollégának és szeretett barátunk emléke azok szívében, akik ismerték, kiolthatatlanul élni fog.





# Mechanikai fehérzaj alkalmazása elektroncsövek mikrofoníájának vizsgálatára

## I. rész. Elmélet

VALKÓ IVÁN PÉTER Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

A mikrofonia tárgyalása nagy munkaellenállások feltételezése esetén vagyis ha az elektroncsövet feszültséggenerátornak fogjuk fel — egyszerűsödik. Az eddig ismert vizsgálati módszerek összehasonlítása után itt ismertetett elvileg új módszer alapja a mechanikai fehérzaj alkalmazása.

### 1. A mikrofonia keletkezése

Csővek mikrofoníáján azt a jelenséget értjük, hogy az elektroncső anódáramkörében mechanikai hatás következtében zavaró elektromos jel lép fel.

A rádiócső felépítése az utolsó évtizedekben nagy változáson ment keresztül és a mai csövek szerkezete sokkal szilárdabb, mint a régiek típusoké volt. A mikrofonia azonban ma is ugyanolyan veszélyt jelent, mint a múltban, mert a csövekkel szemben támasztott követelmények ugyancsak megnövekedtek. A csőgyártó iparban a mikrofonia ellenőrzése ma is olyan probléma, amelynek tökéletes megoldása várat magára. Az eddig elterjedt mérési módszerek vagy nem adnak reprodukálható eredményeket, vagy hosszú időt vesznek igénybe és ezért nem alkalmasak tömegmérésre. Fennáll tehát a szükséglet olyan új módszer kidolgozására, amely a csövet egyetlen jól reprodukálható számértékkel jellemzi, olyan vizsgálati feltételek mellett, amelyek egyértelműen meghatározhatók.

Ebben a tanulmányban olyan új módszert ismertetünk, amely eleget tesz ezeknek a követelményeknek. A módszer elvben a modern elektroakusztikai mérés technikához kapcsolódik. Elvileg maga a csőmikrofonia is elektromechanikai, illetve elektroakusztikai jelenség, amit az is bizonyít, hogy ezen az elven már sok elektroakusztikai átalakítót is terveztek. Az ilyen eszközökben azonban különleges elektroncsövek kerülnek alkalmazásra, mert az átalakítók legfontosabb tulajdonsága a lineáris működés; a közönséges csövek mikrofoníája pedig a legkevésbé sem tekinthető lineárisnak. A továbbiak megértéséhez végig kell követnünk, hogy mikrofonia következtében hogyan keletkezik jel.

A mechanikai erők az elektródrendszer vagy a csőfogalaton keresztül, vagy (hanghullámok esetében) a ballonon keresztül támadják. Az egyes alkatrészek nem tökéletesen merevek. A rugalmas felfüggesztés következtében minden elem önmagában egy-egy rezgőrendszer. Az egyes elektródák ezenkívül még pálcá- és lemezszerű kontinuumrezgéseket is végezhetnek. Anélkül, hogy részletesen vizsgálnánk a lehetséges rezgéseket, általában feltételezhetjük, hogy ezek lineárisak. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon a frekvencián a kilengés arányos a hatóerővel. Ezt a feltevést azzal támaszthatjuk alá, hogy a kilengések általában kicsinyek.

Az elektroncső konstrukciójának ismeretében az egyes elektródák mozgása mechanikai számítások-

kal meghatározható, azonban ezek a számítások túlságosan sok egyszerűsítést tartalmaznak és ezért a tapasztalatokkal nem jól egyeznek meg. Annyi bizonyos, hogy periodikus erő hatására minden elektróda periodikus rezgést végez, amelynek amplitúdója a frekvenciától függ, és a frekvencia függvényében egy vagy több éles maximumot mutat. Kontinuumrezgések esetében ez a közepes kilengésre vonatkozik. Az egyes elektródák mozgása változást hoz létre a cső áram és feszültség értékeiben. Mivel ezt a kérdést már több tanulmány tárgyalta [1], elegendő, ha itt röviden utalunk egy érdekes elektroakusztikai analógiára, amelynek segítségével a tárgyalás egyszerű alakra hozható.

Idézzük fel ebből a célból a kondenzátormikrofon ismert egyenletét. Legegyszerűbb formáját akkor nyerjük, ha a munkaellenállás végtelen nagynak tekinthető. Ebben az esetben a töltés állandó marad, ha a kapacitás változik:

$$UC = U_0 C_0 = Q_0 \quad (1)$$

ahol  $U_0$  a polarizációs feszültség,  $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$  a nyugalmi kapacitás,  $A$  a felület,  $d$  a nyugalmi elektróda távolság és  $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ . Ha az elektródatávolság változik, a feszültségváltozás  $x$  kilengés függvényében kifejezhető:

$$\Delta U = \frac{Q_0}{\epsilon_0 A} x \quad (2)$$

Végtelen kicsi ellenállás esetében a feszültség állandó marad és a töltésváltozás Taylor-sor segítségével kifejezhető.

$$\Delta Q = -\frac{Q_0}{d} x + \frac{Q_0}{d^2} x^2 \dots \quad (3)$$

$x/d$  kicsinysége folytán a magasabbrendű tagok többnyire elhanyagolhatók ugyan, de mindenestre tény az, hogy az üresjárás felől a rövidzárással felé haladva növekszik a torzítások szerepe.

Hasonló módon vizsgálható az elektroncső is. Legegyszerűbb esetként síktrióda rendszert tételezzünk fel és az anódnak saját síkjára merőleges irányú rezgéseit vizsgáljuk. A tértöltési törvény sorbafejtése az alábbi ismert közelítő képletre vezet:

$$I_0 = A \frac{2,33 \cdot 10^{-6} (U_g + U_a/\mu)^{3/2}}{d_{kg}^2 \left( 1 + \frac{d_{ga}}{d_{kg}} \frac{4}{3\mu} \right)} \quad (4)$$



Itt  $d_{kg}$  a katód-rácstávolság,  $d_{ra}$  a rács-anód-távolság,  $U_r$  a rácsfeszültség,  $U_a$  az anódfeszültség,  $A$  a katódfelület,  $\mu$  az erősítési tényező jelölése.

Az erősítési tényező meghatározására az irodalomban számos egyenlet ismeretes, ezek azonban többnyire bonyolultak. Céljainknak megfelelő durva közelítés található például Vlaszov művében [2]:

$$\mu \approx 80 d_{ag} c/s^2 \quad (5)$$

$c$  a rácsdrótok átmérője,  $s$  pedig egymástól való távolságuk. A (4) és (5) egyenlet alapján

$$I_a = K_1 (U_g + K_2 U_a/d_{ag})^{3/2} \quad (6)$$

A legegyszerűbb kifejezéseket akkor nyerjük, ha nagy munkaellenállást, tehát állandó anódáramot tételezünk fel. Mellékfeltételként állandónak tekintjük a rácsfeszültséget is. Ebben az esetben az anódfeszültség változása közelítően

$$\Delta U_a = \frac{U_a}{d_{ag}} x \quad (7)$$

szabatos analógiában a (2) egyenlettel.

Feltételezhetjük azonban azt is, hogy az anódfeszültség állandó marad, de a rácsfeszültség változik meg, változása pedig éppen akkora, hogy az áthatás változását egyensúlyban tartja és így az anódáram állandó marad. Ez esetben tehát azt a rácsra adandó jelet határozzuk meg, amely rövidzáras esetében éppen akkora áramváltozást keltene, mint az elektródmozgás:

$$\Delta U_g = \frac{U_a}{\mu} \frac{X_a}{d_{ag}} + \frac{U_a}{\mu} \frac{X_a^2}{d_{ag}^2} \dots \quad (8)$$

A magasabbrendű tagok annál inkább eltűnnek, minél messzebb vagyunk a rövidzáras esetétől.

Gyakorlati szempontból fontosabb a hengeres felépítésű csövek vizsgálata. A tértöltési áram és az erősítési tényező a fentiekhez hasonló egyenletekkel fejezhető ki. Fontos körülmény azonban az, hogy a cső felépítése szimmetrikus. Ha tehát az anód merev testként rezeg, akkor az anód-rácstávolság a cső egyik oldalán megnő, a másik oldalán pedig csökken. Ez lényegileg azt jelenti, hogy a (8) egyenletben meghatározott sor első tagja és valamennyi páratlan magasabb harmonikus eltűnik. A páros harmonikusok azonban nem tűnnek el, hanem, azonos fázisban lévén, összeadódnak. (Ugyanez történik például egy ellenütemű fokozat katódellenállásában.) Elektroakusztikai helyettesítő kép gyanánt olyan kondenzátor mikrofonra gondolhatunk, amelynek mozgó elektródája két álló elektróda között rezeg és kimenő feszültségei azonos fázisban kerülnek összeadásra. Aszimmetrikus szerelés esetében természetesen nem tűnik el a (8) egyenletben szereplő összes alapharmonikus, csupán nagysága csökken  $\frac{d_{ag} - d'_{ag}}{d_{ag} + d'_{ag}}$  arányban. Tökéletes szimmetria esetében a második tag a leglényegesebb. A magasabb harmonikusok jelentősége csekély [3, 4].

Állandó anódáramot feltételezve a katód- és rácsmozgás esetét is egyszerű eszközökkel tárgyal-

hatjuk. Ehhez azonban tovább kell egyszerűsíteniünk a (4) egyenletet, amennyiben elhanyagoljuk a nevező második tagjában fellépő változásokat. Így katódmozgás esetére az alábbi helyettesítő jelfeszültséget nyerjük:

$$\Delta U = \frac{4}{3} \frac{U_g + U_a/\mu}{d_{gk}} X_k + \frac{28}{9} \frac{U_g + U_a/\mu}{d_{gk}^2} X_k^2 \quad (9)$$

Rácsmozgás esetére pedig

$$\Delta U = \left( \frac{4}{3} \frac{U_g + U_a/\mu}{d_{gk}} - \frac{U_a/\mu}{d_{ag}} \right) X_g + \left( \frac{U_a/\mu}{d_{ag}} + \frac{28}{9} \frac{U_g + U_a/\mu}{d_{gk}^2} \right) X_g^2 \quad (10)$$

Fenti két egyenlet pentódákra is vonatkoztatható, ha  $X_g$  helyébe a segéd-rács  $X_{g2}$  kilengése kerül.

További mikrofonia keletkezik, ha a rácsmenetek a rács felületében rezegnek. Itt az alapharmonikus már síkelektródás cső esetében is elhanyagolható a második harmonikus mellett. Ennek oka az, hogy a rácsmenetek helyenként sűrűsödnek, helyenként pedig ugyanolyan mértékben ritkulnak,  $s$  változása tehát a cső egyik részében pozitív, másik részében negatív. Ha például a cső  $n$ -ed részében sűrűsödés és ugyanakkora részében ugyanolyan mértékű ritkulás lép fel, úgy a fellépő feszültség az (5) egyenlet értelmében:

$$\Delta U = \frac{2}{n} \frac{U_a}{\mu} \frac{\Delta s}{s^2} \quad (11)$$

Hogy a fellépő nagyságrendeket megbecsüljük, tételezzük fel egy triódánál, hogy az elektródák egyik oldalon mereven vannak a csillámlemezbe ékelve, a másik oldalon azonban 10–20  $\mu$  nagyságú szabad játékkal bírnak. Ez a legnagyobb kilengési amplitúdó.  $X/d$  értékét tehát az anódnál 1%-ra, a rácsnál és katódnál 3%-ra becsülhetjük. Az erősítőcsövek szokásos adatai mellett ez körülbelül 1 mV nagyságrendű jelfeszültségnek felel meg. Ha feltételezzük, hogy a cső szimmetriája 1–3% körül van, körülbelül egyforma nagyságban várhatjuk az alap és a második harmonikus fellépését.

## 2. Az ismert mérési módszerek összehasonlítása

Az eddig elmondottak azt is megmagyarázzák, hogy miért nem lehet a hideg csővön mért változásal minden esetben kimutatni a mikrofonit. Teljes szimmetria esetében ez már azért is lehetetlen, mert kapacitásváltozás ki sem mutatható.

A hídkapcsolás erre teljesen alkalmatlan. Kedvezőbb a helyzet, ha az elektróda kapacitásokat a kondenzátormikrofon kapcsolásához hasonlóan egyenfeszültséggel polarizáljuk, mert így a keletkező magasabb harmonikusok is kimutathatók. A tényleges helyzetet akkor közelíthetjük meg, ha az egyes elektródákra különböző nagyságú feszültségeket adunk. A kapott jel azonban rendkívül kicsiny értékű. Gyakorlati szempontból azért sem várhatunk sokat ettől a méréstől, mert meleg csőben a mechanikai rezonanciák más értéket vesznek fel, mint fűtetlen állapotban. A mikrofonia meg-



határozását általában üzemszerű körülmények között működő csőnél szokás megejteni. Legkézenfekvőbb az a módszer, amelynél megállapítják, hogy mekkora erősítés esetében vezet begerjedésre a csőmikroфонia. A vizsgálandó csövet erősítő első fokozatába helyezik. A hangszóró által kibocsájtott rezgések akusztikus visszacsatolása vagy a levegő hanghullámain, vagy a készülék alvázán keresztül történik [5].

Bármilyen egyszerű és természetes is ez a módszer, sajnos kevésbé megbízható. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy az akusztikai visszacsatolás mértéke túlságosan függ a hangszóró és a cső helyzetétől és egyéb nehezen reprodukálható kísérleti feltételektől. Különböző időben és helyen azonos csővel megismételt mérések tehát egészen különböző eredményeket adnak.

A második módszer mely évtizedek óta használatos, eredeti formájában abból áll, hogy az üzemi feltételek között működő csőnek fakalapáccsal kis ütést adnak. Ennek folytán lecsengő rezgés keletkezik, amelynek kezdeti amplitudóját és csillapítási tényezőjét mérik. Ezt a vizsgálatot újabban bizonyos mértékig korszerűsítették. Az ún. kongatási próbánál meghatározott tömegű fémgolyós ingával ütik meg a csövet. Az ingát elektromágnes segítségével engedik el bizonyos megszabott ferde helyzetből.

A mérés azonban még így sem eléggé reprodukálható. Egy-egy csőpéldány ismételt vizsgálatánál óriási szórás jelentkezik. A mérést rendszerint többször megismétlik és a kapott eredményeket statisztikai módszerekkel értékelik ki. A nagy szórás oka elsősorban az, hogy még a gépesítés sem biztosítja eléggé, hogy minden ütés pontosan egyforma legyen.

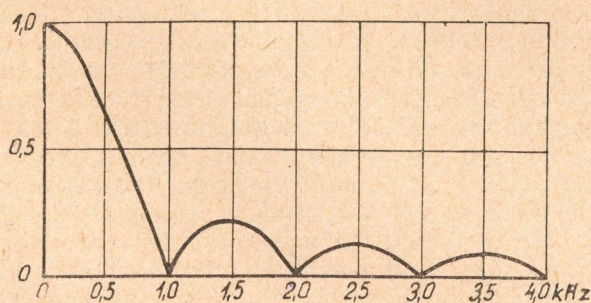
Vizsgáljuk meg ezt a módszert közelebbről. Az ütést elvileg úgy kell tekintenünk mint végtelenül rövid ideig ható gyorsulást. Mint ismeretes, végtelenül rövid ideig tartó impulzus Fourier spektruma olyan kontinuum, amely minden frekvenciánál ugyanakkora értékű. Az ilyen impulzus minden esetleges rezonanciát egyidejűleg gerjeszt. A keletkező összetett rezgésben tehát mindenféle frekvencia olyan amplitudóval van jelen, ami a teljes elektródarendszer összetett rezonanciagörbéjének megfelelne. A mérés elvileg a rezonanciagörbe integrálását jelenti. A valóságban azonban figyelembe kell venni, hogy az ütés időtartamát a keletkező rezgések periódus idejéhez képest nem lehet végtelenül kicsinek tekinteni. A valóságos időtartam 0,001 sec. nagyságrendben van, a magasabb

rezgésszámú összetevők tehát a spektrumban már gyengén vannak képviselve (1. ábra).

A mikroфонia-vizsgálatok harmadik módszere az összetett rezonanciagörbe önműködő felrajzolásából áll. Itt a csövet szinuszos mechanikai gerjesztésnek vetik alá, miközben a frekvenciát folyamatosan változtatják. Eközben felrajzolják a keletkező jel nagyságának frekvenciafüggését. Van példa az akusztikus gerjesztésre is: a csövet kisméretű térben kiteszik a hanghullámok hatásának. Ezeket a hanggenerátorral működtetett hangszórókból nyerjük [6]. A cső és a hangszóró között nincsen visszacsatolás. Az erősítést úgy kell szabályozni, hogy a hangszín, amelyet ellenőrző mikrofonnal mérnek, minden frekvenciánál állandó maradjon. Meg kell azonban jegyezni, hogy zárt helyiségben a hangnyomás értéke pontonként is változik, ami a beállítást meglehetősen bizonytalanná teszi. Egy újabb közlemény viszont azzal korszerűsíti a módszert, hogy a gerjesztés irányát változóvá teszi. Ennek módja az, hogy egyidejűleg két egymáshoz képest fázisban  $90^\circ$ -ra eltolt, de egyébként azonos hangteret gerjesztenek. A fázisban eltolt rezgések összetétele mechanikai forgómezőt kelt.

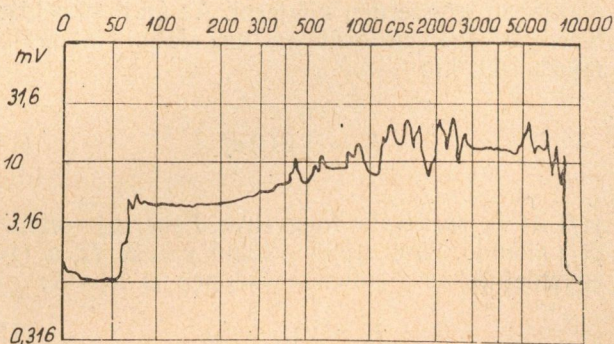
A gyakorlatban jobban elterjedt ennek a módszernek egy más változata, amelynél a csövet elektrodinamikus vibrátor segítségével rázzák. A vibrátort hanggenerátor táplálja, amely széles frekvenciasávban hangolható. Itt rögtön felmerül az a kérdés, hogy a frekvencia változtatásánál melyik mennyiséget kell állandó szinten tartani a kilengés, sebesség, és gyorsulás közül. A feleletet a mechanikai rendszer vizsgálata adja meg, ami például az analóg elektromos áramkör megszerkesztésével történhet. Tekintettel a viszonylag nagy tömegre, azt a célt, hogy a rendszerre állandó erő hasson, legjobban a gyorsulás állandó szinten való tartásával biztosíthatjuk. Nem is ütközik különösebb nehézségbe ennek a feltételnek a betartása, ha a vibrátor önfrekvenciája a vizsgálati sáv alá kerül. Önrezgése fölött a vibrátor tömeggel gátolt rezgőrendszernek tekinthető, amelyben a gyorsulás az áramerősséggel arányos. Magasabb frekvencián azonban ez az egyszerű kép már eltér a valóságtól. A berendezés egyes részeiben magasabbrendű önrezgések keletkeznek, amelyek eltorzítják az átviteli görbét. Többnyire szükség van tehát valamilyen dinamikus vagy piezoelektromos elven működő gyorsulásmérőre, amelynek segítségével úgy szabályozzák az áramerősséget, hogy a szint közel állandó maradjon [8].

A cső anódkörében keletkező jelet logaritmikus regisztráló berendezésekkel szokták feljegyezni. Hasonló készülékeket használnak hangszórók, erősítők és más készülékek frekvenciagörbéinek felvételére. Természetesen minden mechanikai feljegyzőkészüléknek van bizonyos tehetetlensége, és ennek következtében az írás sebessége korlátozott. Az egyes elektródák rezonancia-görbéiben azonban gyakran túlságosan magas csúcsok is fellépnek. Ha túlságosan gyorsan változtatják a frekvenciát, ezek a csúcsok elvesznek. További torzítást jelent az, hogy a frekvencia állandó változtatása folytán nem is állhat be a stacioner állapot és az arra jellemző

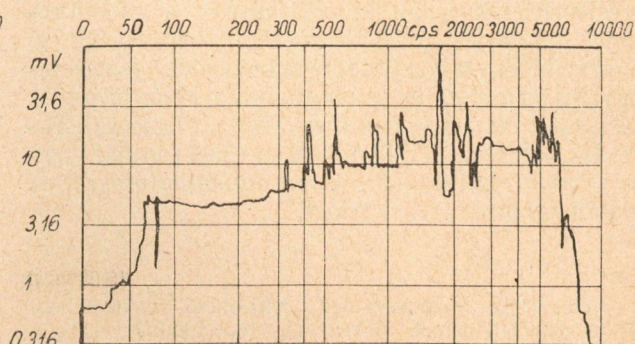


1. ábra





2. ábra



3. ábra

amplitudó. Megbízható eredményeket csak akkor kaphatunk, ha a frekvenciaváltozás sebességét csökkentjük. (Felvételenként fél perc helyett 2—3 percre van szükség (2. és 3. ábra).

A feljegyzett görbe minden frekvenciánál megadja a teljes keletkező jelet, de nem ad felvilágosítást az alapharmonikus és felharmonikusok viszonyára. Az akusztikus begerjedés azonban első sorban a lineáris összetevők nagyságától függ. Hogy ezt kimutassuk, a berendezést hangfrekvenciás spektrométerrel vagy a beadott jellel együtt hangolható torzításmérő berendezéssel kellene kiegészíteni. Ez azonban már túlságosan bonyolulttá tenné a berendezést, amely még fent leírt egyszerűbb alakjában sem alkalmas tömeges vizsgálatokra. A görbék értékelése sok időt és fáradságot vesz igénybe. Az ilyen vizsgálatok helye nem a tömeggyártás, hanem a kutatás és fejlesztés.

### 3. A mechanikai fehérzaj alkalmazása

Tekintettel arra, hogy az ismert módszerek nem oldották meg a mikrofóniának gyors, tömeges, jól reprodukálható vizsgálatát, a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet elektroncsőlaboratóriumában új módszert dolgoztunk ki. A módszer bizonyos szempontból a golyós kongatás idealizált továbbfejlesztésének tekinthető. Kiindulása az a tény, hogy az ún. fehérzaj teljesítményének spektrális függvénye minden frekvenciánál azonos állandó érték. Így pl. a termikus zajra, amely egy  $R$  ellenállás sarkain  $\Delta f$  frekvenciasávban fellép, áll az, hogy a zajfeszültség négyzete

$$U^2 = 4kTR\Delta f \quad (12)$$

ahol  $k = 1,37 \cdot 10^{-23}$  Joule/fok a Boltzmann-féle állandó és  $T$  az abszolút hőmérséklet. A zaj tehát éppen annyira alkalmas egy frekvenciafüggő rendszer teljes frekvenciaérzékenységeinek megállapítására, mint az impulzus. Mivel azonban rövid, jól reprodukálható mechanikai impulzusokat nehéz előállítani, a mechanikai fehérzaj alkalmazása jelentős előnyökkel jár.

Míg az elektromos és elektroakusztikus mérés-technika a fehérzajt szívesen alkalmazza, addig ugyanilyen jellegű mechanikai mennyiségek (erő, sebesség, gyorsulás, stb.) felhasználása még igen ritka. A mi céljainknak legjobban az felel meg, ha a vizsgálati sávban egyenletes intenzitású fehérzaj jellegű

gyorsulást keltünk. Ez felel meg az előbb említett feltételnek, hogy a rezonanciagörbe felvételénél a szinuszos jellegű gyorsulás amplitudója minden frekvenciánál azonos legyen. Mivel a fehérzaj keletkezését a villamosságtan mind ellenállásokban, mind csövekben impulzusszerű jelenségek (elektronátmenetek) statisztikus sorozatára vezeti vissza és másrészt a golyós kongatás a gyakorlatban mindig úgy történik, hogy egymásután több próba eredményéből közepelelnék, az új módszert úgy lehet tekinteni, mintha a közepelelést most végtelen sok apró ütésre terjesztenénk ki.

Figyelembe kell azonban venni, hogy a zajjal való rázás nem lecsengő, hanem közel stacioner rezgéseket gerjeszt. Úgy is tekinthetjük tehát ezt a módszert, mint a rezonanciagörbe felvételének a módosítását. Itt ugyanis a különböző frekvenciájú rezgések nem időbeli egymásutánban, hanem egyszerre hatnak a csőre.

A szükséges mérőberendezés a következő részekből áll:

1. Zajgenerátor és erősítő, amely előírt széles sávban több amper erősségű állandó spektrális intenzitású zajáramot szolgáltat.

2. Elektrodinamikus vibrátor, amely a szóbanforgó sávban végig mint tömeggel gátolt merev rendszer működik. Ez biztosítja

$$\ddot{X} = \frac{F}{M} = \frac{Bl}{M} I \quad (13)$$

feltétel betartását. A rendszer alprezonanciájának tehát a sáv alá kell kerülnie. Az egyes elemek állóhullámaiból eredő magasabb önrezgéseknek pedig semmiképpen sem szabad beleesni a vizsgálati sávba, mert semmiféle olyan visszaszabályozásra nincsen lehetőség, amely a frekvenciagörbe átvitelnél lehetséges volt.

3. Rázóasztal a fehérzajos gyorsulásnak kitett cső részére. A cső, mint szabályos kisfrekvenciás erősítő működik.

4. Torzításmentes erősítő és effektív értéket mérő műszer a jel mérésére.

A berendezés részleteit a II. részben ismertetjük. Itt csak azt jegyezzük meg, hogy vizsgálatainkban 80 Hz és 5000 Hz alkotta a frekvenciasáv két határát. A megépített berendezés által szolgáltatott eredmények meglepően jól reprodukálódtak. Ha mutatkozott is néha számottevő eltérés a mérés



megismétlésekor, az kimutathatóan a csőmikrofonia tényleges megváltozásából, nem pedig a mérés bizonytalanságából származott. Ismeretes ugyanis az a tény, hogy a mechanikai rázás bizonyos csöveknél maradandóan megváltoztathatja az elektródák befogását a csillámban, és ezzel ronthat vagy javíthat a mikrofonian. A reprodukálhatóságról az alábbi táblázat nyújt képet.

1. táblázat

Mikrofonia feszültség egy elektroncső anódkörében, 10 megismételt mérés. (6AU6 cső,  $R_a = 100 \text{ k}\Omega$ ;  $R_{g2} = 420 \text{ k}\Omega$ .)

| Mérés             | 0,25 g | 0,5 g | Gyorsulás |
|-------------------|--------|-------|-----------|
| 1 .....           | 23     | 43    | 65        |
| 2 .....           | 24     | 49    | 63        |
| 3 .....           | 25     | 45    | 60        |
| 4 .....           | 23     | 43    | 60        |
| 5 .....           | 27     | 50    | 60        |
| 6 .....           | 21     | 47    | 59        |
| 7 .....           | 21     | 48    | 60        |
| 8 .....           | 23     | 47    | 55        |
| 9 .....           | 27     | 48    | 60        |
| 10 .....          | 28     | 47    | 56        |
| Átlag .....       | 24,2   | 47,2  | 59,8      |
| Közepes szórás .. | 2,36   | 2,6   | 2,75      |
| Százalékos szórás | 9,75   | 5,5   | 4,6       |

A műszer által mutatott érték a mikrofonia jeleknek az egész frekvencia tartományban képzett négyzetes integráljával arányos. A műszer megfigyelése azonban pontosabb felvilágosítást is nyújt arról, hogy milyen természetű a mikrofonia. Ismeretes, hogy ha egy hangolt kört szélessávú zajjal gerjesztünk, közelszínuszos lefolyású áramot kapunk, amelynek amplitúdója szabálytalanul ingadozik. Minél nagyobb a kör jósága, annál nagyobbak az ingadozások. Az elektroncső mechanikai rendszerét is úgy tekinthetjük, mintha különböző frekvenciákra hangolt rezgőkörökből állna. Ha tehát a jel nagysága erősen ingadozik, feltételezhetjük, hogy igen élesek az egyes rezonancia csúcsok, ha viszont a mért érték állandó, erősen csillapított görbével van dolgunk. Magától értetődő, hogy eközben figyelembe kell vennünk a műszer időállandóját is.

Érdekes görbéket nyerünk, ha a keletkező jel nagyságát a gyorsulás függvényében ábrázoljuk. Az összefüggés többnyire nem lineáris, egyes esetekben az elektródák kis gyorsulásnál a sűrűlódás következtében mozdulatlanok maradnak és csupán bizonyos küszöbérték fölött lép fel a mikrofonia. Vannak viszont csövek, amelyeknél a mikrofonia eleinte a gyorsulással nő, nagyobb értékeknél azonban telítést mutat. Feltehető, hogy ezekben a csövekben az elektródák mozgását a csillámlemezbe fűrt lyukak átmérője korlátozza.

#### 4. Elméleti megfontolások

Amint ismeretes, a fehérzaj esetében nem az intenzitásjelző mennyiségeket (áram, feszültség, eleven erő, sebesség stb.), hanem ezek négyzetét, illetve a teljesítményt tudjuk Fourier-integrál

alakjában egyszerűen kifejezni. Az áramot például bizonyos frekvenciasávban az alábbi integrállal fejezhetjük ki:

$$I_R^2 = \int_{f_1}^{f_2} y(f) df \quad (14)$$

$y(f)$  itt  $I_R$  spektrális függvénye. Fehérzaj esetében  $y(f)$  állandó. Sörétzajnál például  $y = 2e I_a$ , a (14) egyenlet tehát a következőképpen is írható:

$$I_R^2 = y(f_2 - f_1) \quad (15)$$

Ha ezt az áramot olyan elektrodinamikus vibrátorba vezetjük, amely  $f_1$  és  $f_2$  között, mint tömeggel gátolt anyagi pont rezeg, a hatóerő négyzete

$$F^2 = B^2 l^2 y(f_2 - f_1) \quad (16)$$

A fellépő gyorsulás négyzete pedig

$$\ddot{X}^2 = \frac{B^2 l^2}{M^2} y(f_2 - f_1) = C(f_2 - f_1) \quad (17)$$

Ami a gyorsulás és az elektródák kilengése közötti összefüggést illeti, azt nem analizáljuk; feltételezzük, hogy azt valamilyen bonyolult  $g(f)$  frekvenciagörbe fejezi ki. Így például a katód kilengését az alábbi egyenlettel írhatjuk le:

$$X_k = \ddot{X}(f) g(f) \quad (18)$$

Mivel a katód nem önmagával párhuzamosan mozog,  $X_k$  alatt a katódfelület közepes kilengését kell érteni. A (16) egyenlet alapján tehát

$$X_k = C \int_{f_1}^{f_2} g^2(f) df \quad (19)$$

Mint az 1. szakaszban látjuk, a kilengés következtében a cső anódkörében olyan jel lép fel, amely nem lineárisan függ a kilengéstől. A bemenetre vonatkoztatva a jel a következő összeggel fejezhető ki:

$$U = A_1 X_k + A_2 X_k^2 \quad (20)$$

Az egyes állandók egy részét az 1. szakaszban megadtuk. Síktrióda esetében például

$$A_1 = \frac{4}{3} \frac{U_g + U_a/\mu}{d_{gk}} \quad (21)$$

Ha csak a sor első tagját vesszük figyelembe, a jelre a következő összefüggést kapjuk:

$$U^2 = C A_1^2 \int_{f_1}^{f_2} g^2(f) df \quad (22)$$

A csőben azonban egyszerre több elektróda mozoghat és minden mozgás másféle jelet idéz elő. Ugyanazon frekvenciánál ezek a jelek egymással meghatározott fázisviszonyban állnak, mivel mind-egyiket ugyanaz a gyorsulási összetevő gerjesztette.



Éppen ezért minden egyes frekvenciánál a fázisviszonyok figyelembevételével kell őket összegezni:

$$U_1^2 = C \int_{f_1}^{f_2} \left\{ A_{1k} g_k(f) + A_{1g} g_g(f) + A_{1a} g_a(f) \right\}^2 df \quad (23)$$

Itt  $g_k$  a katódmozgás frekvencia görbéje,  $g_g$  a rácsmozgás,  $g_a$  az anód, illetve segédrácsmozgás frekvenciagörbéje,  $A_{1k}$ ,  $A_{1g}$ ,  $A_{1a}$  pedig az egyes elektródákra vonatkozó állandók a (20) egyenlet értelmében. Nyilvánvaló, hogy a négyzetre emelendő függvény abban az esetben, ha a folyamat valóban lineáris, azonos a mikrofonia teljes frekvenciagörbéjével, úgy ahogy azt folyamatosan változó frekvenciával meghatározhatjuk. A valóságban nincs jogunk arra, hogy a (20) egyenlet és a többi hasonló egyenlet magasabbrendű tagjait elhanyagoljuk. A magasabbrendű tagok figyelembevétele azonban igen bonyolult összefüggéseket tesz szükségessé. Gondoljunk csak arra, hogy négyzetes jellegű görbe esetében már két különböző  $f_1, f_2$  frekvencia egyidejű jelenléte a bemeneten négy különböző frekvencia fellépését vonja maga után a kimenetben ( $2f_1, 2f_2, f_1 - f_2, f_1 + f_2$ ). Ha a bemenő jel Fourier-integrállal ábrázolható, a négyzetes összefüggés folytán a kimenetben minden lehetséges összeg- és különbségű frekvencia fellép. A keletkező jel egyes frekvencia összetevőit úgy határozhatjuk meg, hogy integráljuk mindazokat az összegezési és különbségi folyamatokat, amelyek eredményei az illető frekvenciát adják. Ha tehát  $U$  és  $A$  között az alábbi összefüggés áll fenn

$$U = A_2 X^2 \quad (24)$$

ahol  $X$  Fourier-integrállal határozható meg:

$$X^2 = \int_0^\infty \Phi(f) df \quad (25)$$

úgy  $U^2$  az  $\int_0^\infty F(f) df$  Fourier-integrállal írható le, amelyben a spektrális függvényt az alábbi egyenlet szolgálhatja:

$$F(f) = A_2^2 \left[ \int_{v=0}^{v=0} \Phi(v) \Phi(v+f) dv + \int_{v=0}^{v=\infty} \Phi(v) \Phi(v-f) dv \right] \quad (26)$$

Az egyenlet bizonyítását illetően a szakirodalomra utalunk [9]. Ebben az egyenletben  $v$  a változó,  $f$  pedig a pillanatnyilag vizsgált frekvenciát jelenti. A mi esetünkben  $\Phi(v) = \zeta g^2(v)$  csupán a  $v_1 - v_2$  frekvenciasávban különbözik 0-tól. A feszültség négyzete tehát a következőképpen írható fel:

$$U_2^2 = C A_2^2 \int_0^\infty \left[ \int_{v_1}^{v_2} g_2(v) g^2(v+f) dv + \int_{v_1}^{v_2} g^2(v) g^2(v-f) dv \right] df \quad (27)$$

A spektrális függvény csupán 0 és  $2v_2$  között különbözik 0-tól. Ezért az integrálálást ezen határok között kell végrehajtani.

A (27) egyenletben csupán egyetlen elektróda mozgását vettük figyelembe. Az általános tárgyalás kedvéért minden elektródára külön be kell vezetnünk a  $g_i$  függvényt és  $A_i$  állandót. Így nyerjük az alábbi új egyenletet:

$$U_2^2 = C \int_0^{2v_2} \left[ \sum_i A_{2i}^2 \int_{v_1}^{v_2} g_i^2(v) g_i^2(v+f) dv + \sum_i A_{2i} g_i^2(v) g_i^2(v-f) dv \right] df \quad (28)$$

ahol  $i$  a  $k, g, a$  indexek bármelyikét jelenti és  $\sum_i$  algebrai összegezést jelent.

Az 1. szakaszban említettük, hogy szimmetrikus csőfelépítés esetében a (20) egyenlethez hasonló sorfelbontások első tagja eltűnik. Ez magyarázza meg azt, hogy még első közelítés gyanánt sem tételezhetünk fel lineáris működést. Legalábbis a második tagra feltétlenül szükségünk van. Ha azonban a cső szimmetriája nem tökéletes, a (23) és (28) egyenletnek megfelelő feszültségek egyidejűleg fellépnek. Ha az  $U_1$  és  $U_2$  feszültségek valamilyen azonos frekvenciájú összetevőit vizsgáljuk, nem találunk ezek között fáziskorrelációt, mert az eredeti zajnak különböző összetevőiből származnak. Éppen ezért ezek az összetevők négyzetesen adandók össze. Az összeadás a teljes frekvenciasávban való integrálás után történhet:

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 \quad (29)$$

Magasabbrendű kombinációs integrálok elvileg felléphetnek, de rendszerint elhanyagolhatók.

Említettük már, hogy a frekvenciagörbe felvétele és a fehérzajjal történő integrálás módszerek között szoros kapcsolat áll fenn. Tulajdonképpen azt kellene várnunk, hogy a kettő eredménye azonos legyen. Ez azt jelenti, hogy a fehérzajos vizsgálat esetén nyert kimenő feszültség frekvenciaanalizátorral vizsgálva, ugyanolyan görbét adna, mint a szinuszos rázás görbéje. A szinuszos rázással felvett görbe négyzetes integrálja viszont a fehérzajjal kapott jelnek felel meg. Ha azonban pontosabban megvizsgáljuk a (23, 28, 29) egyenleteket, azt látjuk, hogy kizárólag a teljes linearitás esetében várható megegyezés a kétféle módszer eredménye között. Más esetben nem teljesül az úgynevezett ergodikus feltétel, amely szerint az egymás mellettiség és időbeli egymásutánság felcserélhető. Négyzetes összefüggés esetében egy  $f$  frekvenciával gerjesztett rendszerben  $2f$  frekvenciájú jel keletkezik, amelyet természetesen  $f$  frekvenciánál regisztrálunk. Ha ugyanezt a rendszert fehérzajjal gerjesztjük és a jelet analizáljuk,  $f$  frekvenciánál a



(29) egyenlet által meghatározott összetevőket regisztráljuk. A két eredmény tehát különbözik. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kettő közül az egyik hibás. Mindkét mérés különleges feltételek mellett történik. Egyik sem adja vissza híven a gyakorlati viszonyokat. A valóságban fellépő mechanikai gerjesztések nem szinuszos és nem is zajjellegűek. Lényeges az, hogy a két módszer minőségileg hasonló eredményeket szolgáltat. A frekvenciagörbe felvétele inkább egyes csőpéldányokon végzett kimerítő vizsgálatokra, az új módszer pedig csövek tömeges osztályozására alkalmas.

Megjegyezzük, hogy az utolsó szakaszban kifejtettek minden esetben érvényesek, amikor széles frekvenciasávban fehérzaj segítségével valamilyen elektromechanikus, mechanikus vagy elektromos rendszer viselkedését vizsgáljuk és a rendszer nem teljesen lineáris. Ez vonatkozik például hangszóró-vizsgálatokra, amelyeknél eddig a kombinációs frekvencia keletkezését nem vettük figyelembe [10, 11].

## IRODALOM

- [1] Sebestyén G. L.: Elektroncsövek mikrofóniája. Magyar Híradástechnika, 1953.
- [2] Vlaszov V. F.: Elektroncsövek 40 §, 137. egyenlet. Budapest 1954.
- [3] Cohen, Bloom: Microphonism in Subminiature-Triode. Proc. IRE 1948, 1043. o.
- [4] Wenzel, Waynick: Microphonism in Planar Triode. Proc. IRE 1950. 384 o.
- [5] Handley, Welch: Valve Noise Produced by Electrode Movement. Proc. IRE 1954. 565. o.
- [6] Bird: The Measurement of Microphony in Valves. Electronic Eng. 1951. 429. o.
- [7] Goldman, Weisman: Microphonics in Vacuum Tubes. Tele-Tech. 1955. május. 72. o.
- [8] Alport: Microphonics Tester. Electronics 1950. március. 78. o.
- [9] Rice S. O.: Bell System Techn. J. 1944. 282. old.
- [10] Brittain, Williams: Loudspeaker Reproduction of Continuous Input. Wireless Eng. 1938. 16. o.
- [11] Hopkins, Stryker: Loudness Efficiency Rating for Loudspeaker Proc. IRE 1948, 315. o.
- [12] Valkó: Application of Mechanical White Noise for Measurements of Microphonism in Electron Tubes. Acta Technica, 1956. XV. 229. o.

## II. rész. Mérőberendezés és mérési eredmények

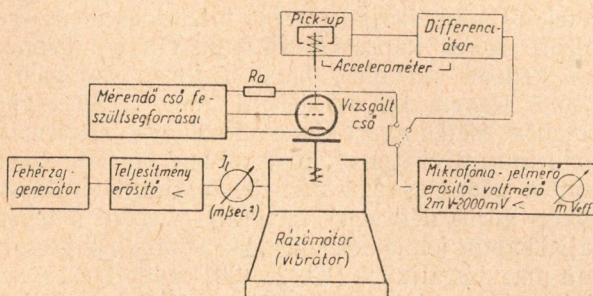
VALKÓ IVÁN PÉTER, KEMÉNY ÁDÁM és SZÉCSI LÁSZLÓ, Híradástechnikai Ipari Kutatóintézet

A mérőberendezés részeire (zajgenerátor, erősítő, vibrátor, csővoltmérő) előírt követelmények és alkalmazott megoldások.

Az új vizsgálati módszer az eddigieknél jobban reprodukálható eredményeket ad, melyek a gyakorlatilag egyeznek.

### 1. Általános ismertetés

Amint az I. részben említettük, a vibrátor elektrodinamikus elven működik és frekvenciafüggetlen gyorsulást állít elő. A vizsgálandó cső kisméretű erősítővel kapcsolásban működik. A fellépő mikrofónia jelet csővoltmérővel és termokeresztel mérjük. A berendezés tömbvázlatán (1. ábra) a vékonyabb vonallal feltüntetett gyorsulásmérő nem tartozik a tulajdonképpeni berendezéshez, csupán hitelesítések esetében alkalmazandó.



1. ábra

A vizsgált frekvenciasáv kiválasztásánál tekintettel voltunk arra, hogy a csőmikrofónia szempontjából a legfontosabb frekvenciák gerjesztése biztosítva legyen. A berendezéssel miniatűr és novalcsöveket, peremcsapos csöveket, valamint szubminiaturcsöveket vizsgáltunk. Az eddigi tapasztalatok szerint az 1000 és 5000 Hz közötti tartományban

éles túszerű rezonancia-csúcsok láthatók, a 100 és 1000 Hz közötti tartományban pedig laza alkatrészekből eredő zajok. A sáv határait tehát 80 és 5000 Hz-ben választottuk meg. Megállapítottuk, hogy az éles rezonancia-csúcsok vizsgálatára kis gyorsulást kell alkalmazni, míg a zajszerű mikrofonia nagyobb gyorsulások alkalmazásánál jobban kibontakozik. Ennek a magyarázata az, hogy túlságosan erős gerjesztés esetében a kiemelkedő csúcsok telítés-szerű tünetet mutatnak; a laza alkatrészek viszont túlságosan gyenge gerjesztés következtében a sűrűlódások következtében nem jönnek mozgásba. Mozgó berendezésekben alkalmazott csöveket természetesen nagyobb gyorsulásokkal kell vizsgálni. Erre való tekintettel a berendezést úgy képeztük ki, hogy 0,05 g és 2 g ( $g = 9,8 \text{ ms}^{-2} = \text{nehézségi gyorsulás}$ ) közötti értékeket lehessen rajta beállítani.

Figyelembe kell vennünk, hogy a megadott gyorsulási értékek a teljes, mintegy 5000 Hz széles sávra vonatkoznak. Valamely éles rezonancia gerjesztésénél azonban a zajnak csupán azon összetevőit lehet számításba venni, amelyek a rezonancia-csúcs keskeny sávjának megfelelnek. Tételezzük fel, hogy egy ilyen csúcs sávszélessége 10 Hz. Ez a teljes sávszélességnek 1/500 részét jelenti. Fehérzajról lévén szó, a teljesítmények lineárisan, a gyorsulások négyzetesen adódnak össze. A keskeny sávban hatásos gyorsulás tehát a teljes gyorsulásnak mintegy 4%-a.

Ezek az értékek igen kicsinyeknek tűnnek. A valóságban megépített erősítőkhöz és rádiókészülékekhez azonban a csövek általában soha sincsenek  $10 \mu_{\text{bar}}$  hangnyomásnál nagyobb szintnek kitéve, továbbá az erősebb hangok általában bonyolult frekvenciakeveréket tartalmaznak. Ha



feltételezzük, hogy a cső tömege  $10^{-2}$  kg és a hangnyomásnak kitett hatásos felülete  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>, a hangnyomásból származó gyorsulás értéke kb.  $0,1$  ms<sup>-2</sup>, tehát kb.  $0,01$  g. A fellépő hangtér viszonyait tehát megfelelő módon utánozzuk, ha kb.  $0,25$  g gyorsulást állítunk be a teljes zajsávban. Mozgó berendezésekben természetesen nagyobb gyorsulások lépnek fel, ezek azonban igen messze vannak a szinuszos alaktól, tehát ugyancsak összetett frekvenciakeveréket tartalmaznak. Így  $1-2$  g gyorsulás itt is megfelelően megközelíti a valóságos viszonyokat.

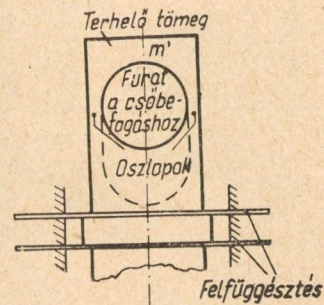
## 2. A vibrátor

Az elektrodinamikus vibrátor mozgó részének tömege  $0,260$  kg. Ez a viszonylag nagy tömeg biztosítja azt, hogy különböző kisebb-nagyobb csőtípusok vizsgálatánál a gyorsulás értéke 5%-nál kevesebbet változik.

A nagy tömeg szükséges továbbá ahhoz, hogy a teljes frekvenciasávban biztosítva legyen a tömeggátolt működés. A pillék rugalmasságának megfelelő megválasztásával sikerült az egész rendszer alaprezonanciáját  $20$  Hz értékre levinni. Ezzel azonban még nem volt megoldva a gyorsulás frekvenciafüggetlen menete. Magasabb frekvenciákkal szemben semmiféle test nem tekinthető tökéletesen merevnek. Különösen nagy veszélyt jelenthetnek a longitudinális állóhullámok. Ilyen hullámok lépnek fel egy egyik oldalán befogott pálcában, amelynek hossza  $\frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f}$ . Tévedés azon-

ban azt hinni, hogy kiküszöbölhetők az önrezgések azzal, ha a vibrátor méretezésénél ügyelünk arra, hogy minden mérete rövidebb legyen a fenti értéknél. Rövidebb pálcá is rezeghet ugyanezzel a frekvenciával, ha egyik végén még külön tömeg terheli. Így pl. a cső befogása (2. ábra) rezeghet mint

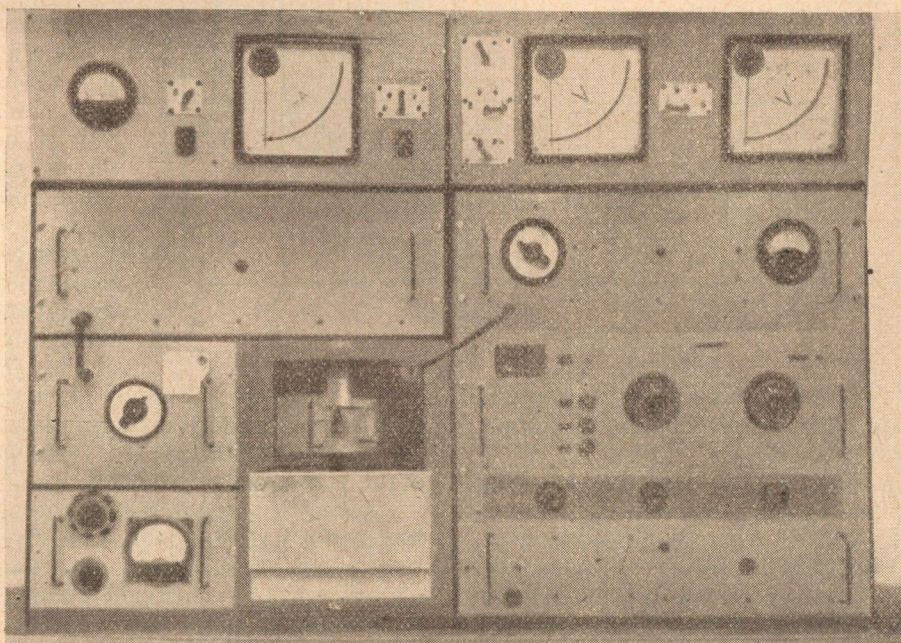
tömeggel terhelt rövid pálcá. A méretek helyes megválasztásával, a tömeg gondos elosztásával és a forma megfelelő legömbölyítésével sikerült ezeket a veszélyeket sorjában kiküszöbölni és végül is elérni azt, hogy a frekvenciamenet  $80$  és  $5000$  Hz között  $\pm 2$  dB-en belül állandó maradjon.



2. ábra

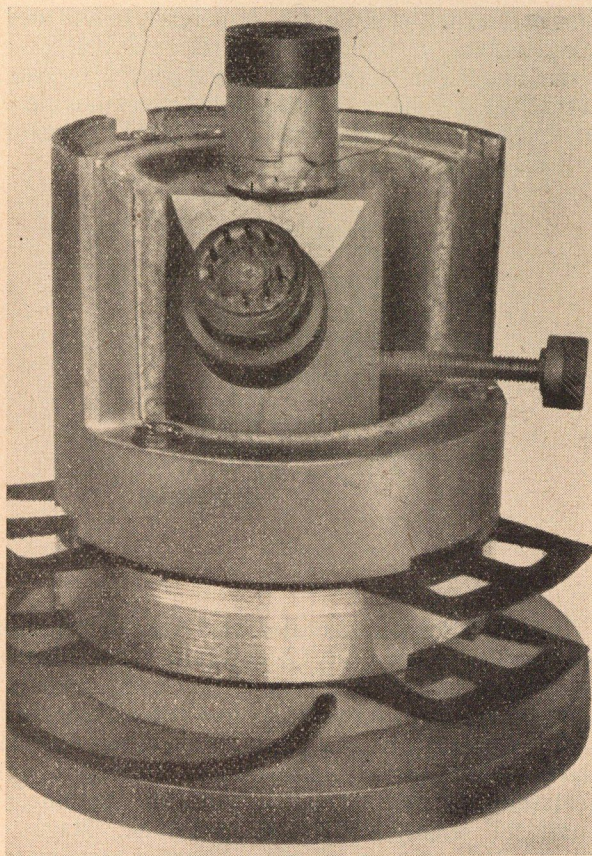
A vibrátort a 4. ábra mutatja be. A rázófej siluminból készült; külön előnyt jelentett az, hogy ebben az anyagban magas a hang terjedési sebessége emellett, hogy kis fajszűrű. A gyorsulás frekvenciamenetét az 5. ábrán mutatjuk be,  $2$  g és  $0,2$  g esetében.  $6000$  Hz alatt a két görbe párhuzamos, amiből következtethetünk arra, hogy a vibrátor nemlineáris torzításai elhanyagolhatóan csekélyek. Magát a teljes vibrátort nem mereven, hanem rugalmasan erősítjük fel alapjára, hogy elszigeteljük az épületrezgésektől.

A gyorsulás mérése elektrodinamikus elven történik. Az elektrodinamikus elv a sebességgel arányos feszültséget szolgáltat, ezért utána elektromos differenciálásra van szükség. A differenciált feszültség közvetlenül arányos a gyorsulással, és kisfrekvenciás csővoltmérővel mérhető. A berendezés hitelesítése  $100$  Hz-en történt, szinuszos gerjesz-

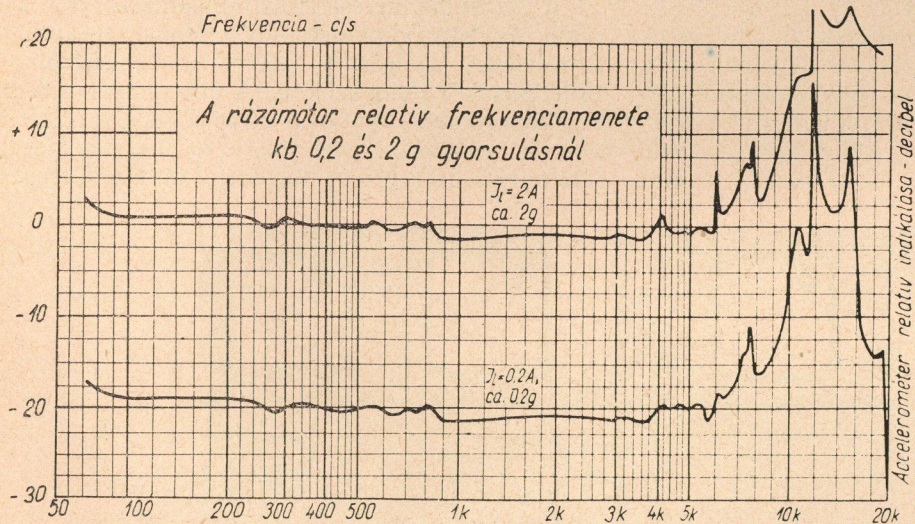


3. ábra





4. ábra



5. ábra

téssel, olyan módon, hogy a kilengés amplitudóját mérőmikroszkóp segítségével mértük és abból a gyorsulást kiszámítottuk.

Különösen fontos, hogy a dinamikus gyorsulásmérő állórésze ne legyen mereven összekötve a vibrátor állórészeivel. Az állórész tömege nem végtelenül nagy, tehát a szó szoros értelmében nem tekinthető állónak, hanem maga is felvehet bizonyos csekély értékű gyorsulást. A kisebb frekvenciáknál ennek nincsen jelentősége, nagyobb frekvenciáknál azonban meghamisíthatja a mérést, mert az álló

részben esetleg valamilyen ellenőrizhetetlen rezonancia léphet fel. A felszerelés nemezgyűrűk segítségével történik; ez pedig éppen a magasabb frekvenciáknál tökéletesen csillapítja az egyébként esetleg átmenő rezgéseket.

A gyorsulásmérőt kizárólag hitelesítéskor kell alkalmazni. Üzemszerű méréseknél elegendő, ha a lengőtekercs áramát állítjuk be, mivel az arányos a gyorsulással. Ennek megkönnyítését szolgálja egy közvetlenül gyorsulás értékekre hitelesített skálával ellátott beállítógomb.

### 3. A vizsgálandó cső befogása és elektromos beállítása

Nagyon fontos, hogy a függőleges irányban mozgó rázófej a cső minden alkatrészét megfelelő módon gerjessze. Ha a csövet egyszerűen tengelyével függőleges irányban állítjuk be, a rácsmenetek a rác felületének irányában erős gerjesztést kapnak, de a rác bordák, az anód, a katód stb. az elektronpályára merőleges irányban alig fognak kimozdulni. Kedvezőbb az elrendezés, ha a cső tengelye merőleges a rázás irányára. Ha azonban a cső felépítése nem hengersizmetrikus, meg kell még vizsgálnunk a rácstartók irányát. Válasszunk olyan derékszögű koordináta-rendszert, amelyben az egyik tengely a cső tengelyével, a másik pedig a rácsmenetek tengelyének irányával esik össze. Kívánságunk most az, hogy ebben a koordináta-rendszerben a rázóerő három egymásra merőleges összetevője egyforma nagy legyen. A

$$P^2 = P_x^2 + P_y^2 + P_z^2$$

$$P_x = P_y = P_z$$

feltételekből a következő összefüggést nyerjük

$$P_x = P_y = P_z =$$

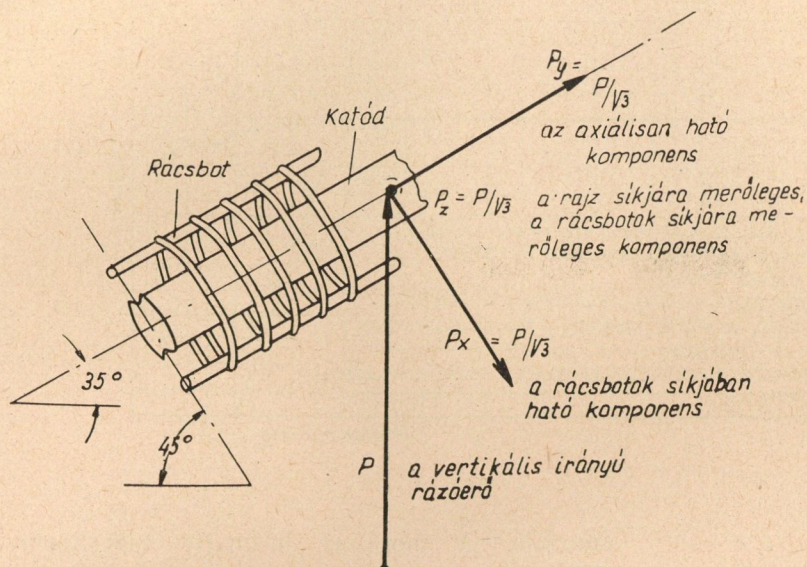
$$= \frac{P}{\sqrt{3}} \approx P \cos 55^\circ$$

A cső tengelyének tehát  $55^\circ$ -os szöget kell bezárnia a rázóerő irányával és a rác bordáknak  $45^\circ$ -os szögben kell állni a vízszintes irányhoz képest. A rázófejben elhelyezett csőtartó tömbben ennek megfelelő furat van, amelyben a csövet két felhasított pofa közé fogjuk be (7. ábra).

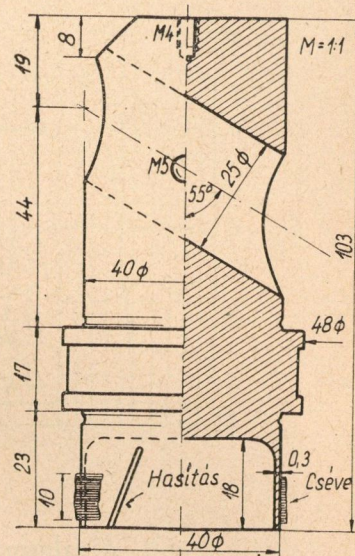
A vizsgálandó csövet szelénegyenirányítóból nyert, erősen megszárt egyenfeszültséggel fűtjük. Az anód-, segéd- és vezérlőrács feszültséget stabilizált feszültségforrások szolgáltatják.

A csövet kisfrekvenciás feszültségerősítőként kapcsoljuk. Amennyiben a cső ilyen jellegű adatai nem állnak rendelkezésre és a felhasználó különösebb előírásokat nem közöl, kisebb csöveket  $0,1 M\Omega$  anódmunkaellenállással, végcsöveket lényegesen kisebb munkaellenállással működtetünk. Az alkalmazott kapcsolás befolyását a mért mikrofonia





6. ábra



7. ábra

értékre kiküszöbölhetjük, ha a mikrofóniát az ekvivalens vezérlőrács feszültséggel fejezzük ki. Ebben az esetben kikapcsoljuk a rázást és nyomógomb segítségével 1000 Hz-es jelet adunk a vezérlőrácsra, ennek nagyságát pedig úgy állítjuk be, hogy a mikrofónia-jelnek megfelelő nagyságú kimenő jelet kapjunk. Azonos típusú csövek vizsgálatánál általában az erősítés szórása sokkal kisebb, mint a mikrofónia-jel szórása, úgy, hogy összehasonlító vizsgálatoknál erre az eljárásra nincsen szükség.

#### 4. A jel indikálása

Felvetődik a kérdés, hogy a mérőerősítő kimenetén effektív értéket, vagy csúcsértéket kell-e mérnünk. Elvileg természetesen csak az effektív érték mérése lehet helyes.

Általában véve a mikrofónia-jel néhány többkevesbé éles rezonancia-csúcsból áll, amelyek bizonyos általános fehérzajszintből emelkednek ki. Ezeket a rezonancia-csúcsokat úgy tekinthetjük, mint különálló harmonikus rezgéseket, amelyek között semmiféle meghatározott frekvencia- vagy fázis-korreláció nem áll fenn. Ilyen esetben négyzetes karakterisztikájú mérőműszer (pl. termokereszt) olyan értéket mutat, amely a fázisviszonyoktól függetlenül az egész teljesítménnyel arányos. Másképp áll a dolog csúcsértékmérő alkalmazása esetében. A zajban fellépő pillanatnyi értékek nagysága Gauss-féle eloszlásnak felel meg. Ennek értelmében annak a valószínűsége, hogy a zajfeszültség bizonyos pillanatban éppen  $U$  értéket vesz fel:

$$p(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{U^2}{2\sigma^2}}$$

ahol  $\sigma$  az effektív értéket jelenti. Ezek szerint magas csúcsértékek fellépése rendkívül kevésbé valószínű. Így pl. olyan csúcsérték, amely az effektív érték négyszeresét felülmúlja, csupán az időnek

0,01%-ában lép fel. Gyakorlati szempontból tehát azt mondhatjuk, hogy a legmagasabb csúcsok 12 dB lel magasabb szintet jelentenek, mint az effektív érték. Ezt a 12 dB-es összefüggést számos vizsgálat igazolta [pl. 2.].

A mi esetünkben nem volt eleve feltételezhető, hogy a Gauss-féle eloszlás érvényes a keletkező mikrofónia jelre is, mivel a zajban fellépő minden egyes csúcs egy-egy lökést jelent. A lökések a csőben gyengén csillapított rezgéseket keltenek, amelyek között semmiféle fázisösszefüggés nincsen. Hasonló esetet vizsgált Slack [3], aki azonban feltételezte, hogy a különböző fázisú rezgések amplitúdója azonos értékű. Azt találta, hogy a csúcsértékmérő műszer által mutatott érték és a valóságos csúcsérték, vagyis az amplitúdók összege között az eltérés  $R_r/R_b$  viszonytól függ, ahol  $R_r$  az egyenirányító belső ellenállását,  $R_b$  pedig a kondenzátor töltőellenállását jelenti.

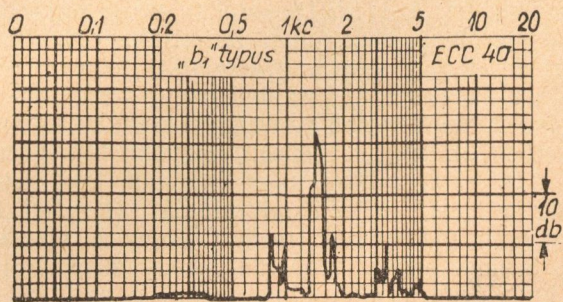
Méréseink azonban azt mutatták, hogy az effektív mérés és a csúcs egyenirányítós mérés között szoros korreláció van. Az egyenirányítós műszer kétszer akkora értéket mutatott, mint a termokereszt; a szórás kb. 30% volt. Az arányossági tényező értékéből arra kell következtetnünk, hogy az egyenirányító kis időállandója miatt nem valódi csúcsokat mér. A talált arányosság azonban mindenesetre lehetővé teszi azt, hogy szükség esetén egyenirányítós műszerrel végezzük az összehasonlító méréseket. A mikrofónia feszültséget tehát akár termokeresztos voltmérővel, akár diódás csővoltmérővel mérhetjük, természetesen mindkét esetben megfelelő erősítés után.

A mérőerősítő a vizsgálandó cső anódjához csatlakozik. Speciálisan antimikrofonikus cső-típusok esetében 2 mV legkisebb végkitérésű méréstartomány ajánlatos. Erősen mikrofonikus csövek esetében többszáz mV zajfeszültség léphet fel az anódon, ajánlatos tehát legnagyobb mérési tartományként 2 voltot választani.

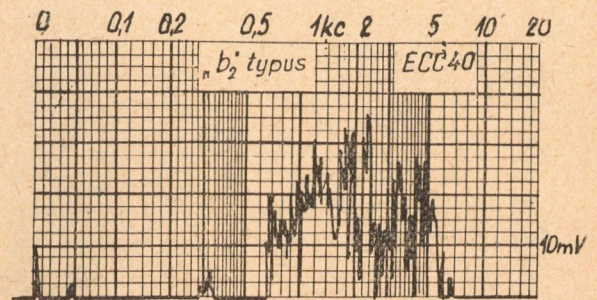








12. ábra



13. ábra

esetben pedig a fent ismertetett zajgenerátor szolgáltatta.

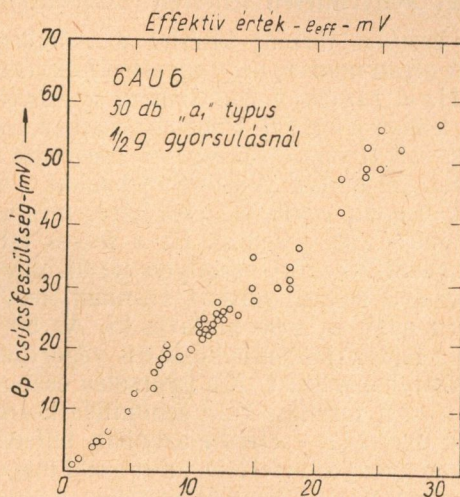
A spektrum felvételét szolgáló, önmagában jól ismert elrendezést a 9. ábra mutatja be. A feljegyzés Radiométer gyártmányú szintiróval történt, amely a hanggenerátor hangolásával kényszerkapcsolatban mozgott. Az ilyen berendezések írássebessége általában eléggé nagy (az alkalmazott készüléknél 30 mp) és ennek következtében a rezonanciagörbe finom szerkezete nem ismerhető fel. Ezért az írássebességet az eredeti érték 1/5-ére csökkentettük és ezzel kielégítőbb berezgési és kirezgési időt biztosítottunk a tûhegyes rezonancia-csúcsok felvételére is. Nagyobb mennyiségű cső vizsgálata után megállapítottuk, hogy a kapott felvételeket két osztályba lehet besorozni. Az a) osztályban túlnyomó a

mikrofonia zaj-jellege („hash-type”). A spektrum a fehérzajnak felel meg, rezonancia-csúcsokat alig lehet találni. A spektrális intenzitás vagy egyenletes ( $a_1$ ), vagy a magasabb frekvenciák felé csökken ( $a_2$ ).

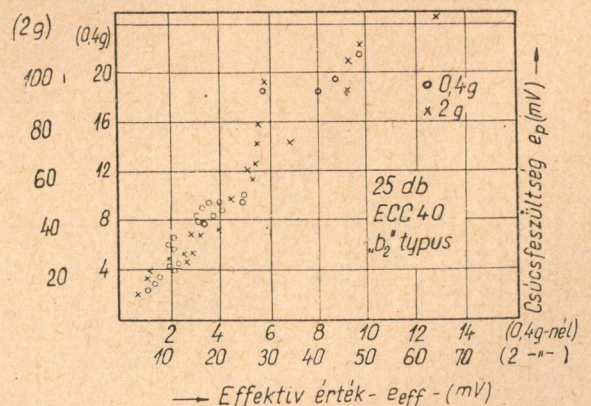
A b) osztályba sorolt csöveknél a zaj jellegű folytonos spektrum gyöngé, vagy nem is ismerhető fel. A spektrum e helyett egy ( $b_1$ ) vagy több ( $b_2$ ) tûszerű rezonancia-csúcsból áll, amely egyes alkatrészek csillapítatlan rezgéséből ered. Amint említettük, a csúcsfeszültség és effektív feszültség viszonya független ettől az osztályozástól és általában 2 értékű. A 14. ábrán bemutatjuk ezt az összefüggést 50 db a) osztályba sorolt csőre különböző nagyságú gyorsulások esetében. A 15. ábra ugyanezt mutatja 25 db b) osztályba sorolt csőre. A további eredményeket az I. táblázat foglalja össze:

I. táblázat

| Típus                           | 6 AU 6          |                 |       |                 | ECC 40          |                 |           |                 |           |                 |           |                 | 1 T 4 T         |                 |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Jelleg .....                    | „szuper $a_1$ ” |                 |       |                 | „ $a_1$ ”       | „ $a_1$ ”       | „ $a_1$ ” | „ $a_1$ ”       | „ $b_1$ ” | „ $b_2$ ”       | „ $b_1$ ” | „ $b_2$ ”       | „ $b_1$ ”       | „ $b_2$ ”       |
| Rázóerő .....                   | $\frac{1}{2}$ g | $\frac{1}{2}$ g | 1 g   | $\frac{1}{2}$ g | $\frac{1}{2}$ g | $\frac{1}{2}$ g | 2 g       | $\frac{1}{2}$ g | 2 g       | $\frac{1}{2}$ g | 2 g       | $\frac{1}{2}$ g | $\frac{1}{2}$ g | $\frac{1}{2}$ g |
| Darabszám ....                  | 50              |                 |       |                 | 85              | 12              | 14        | 10              |           | 25              |           | 25              | 25              | 25              |
| $e_p/e_{eff}$ átlaga            | 2,07            | 2,12            | 2,26  | 2,19            | 2,03            | 2,04            | 1,99      | 2,09            | 1,99      | 2,29            | 2,22      | 2,06            | 2,0             | 2,0             |
| $\sigma$ standard szórás        | 0,165           | 0,194           | 0,191 | 0,219           | 0,28            | 0,167           | 0,165     | 0,222           | 0,13      | 0,295           | 0,285     | 0,238           | 0,247           | 0,247           |
| $e_p/e_{eff}$ legkisebb értéke  | 1,7             | 1,8             | 1,9   | 1,7             | 1,9             | 1,7             | 1,7       | 1,7             | 1,7       | 1,9             | 1,7       | 1,7             | 1,7             | 1,7             |
| $e_p/e_{eff}$ legnagyobb értéke | 2,5             | 2,5             | 2,6   | 2,7             | 2,6             | 2,3             | 2,5       | 2,4             | 2,2       | 2,3             | 3,0       | 2,6             | 2,8             | 2,8             |

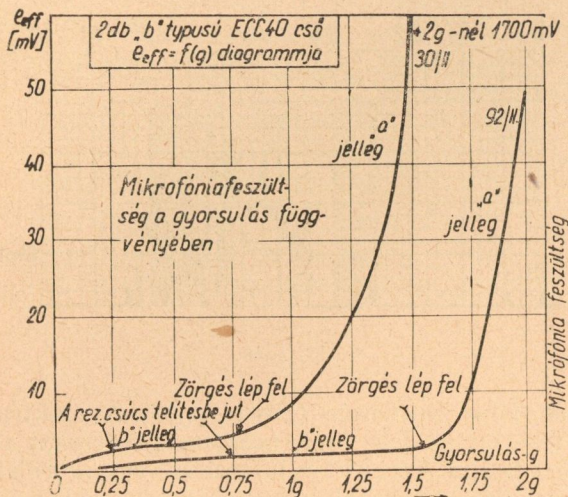


14. ábra



15. ábra





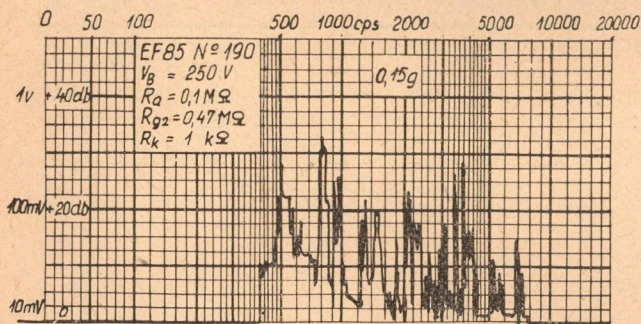
16. ábra

A táblázatban „Super a<sub>1</sub>” teljesen egyenletes spektrumot jelent, amely a fehérzajnak felel meg.

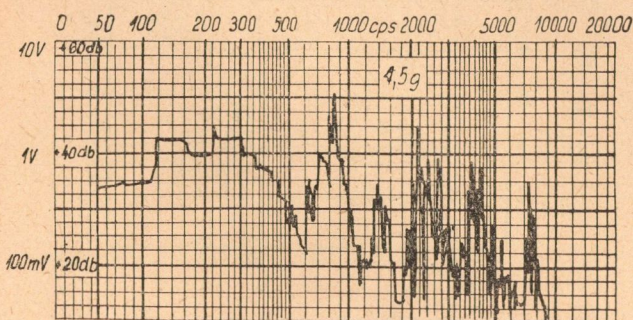
- a<sub>1</sub> megfelel a 11. ábrának.
- a<sub>2</sub> megfelel a 10. ábrának.
- b<sub>1</sub> megfelel a 12. ábrának.
- b<sub>2</sub> megfelel a 13. ábrának.

Érdekes itt megfigyelni a csúcstérték és effektív érték viszonyának szórását. A szórás természetesen az a) típusú csöveknél kisebb, mint a b) típusú csöveknél. Növekvő gyorsulásnál csökken a szórás; növekvő mechanikai gerjesztés ugyanis növeli az általános zajszerű mikrofóniát, a „tűs” spektrumú mikrofóniához viszonyítva.

Ennek igazolása a 16., 17. és 18. ábrákon látható. A 16. ábrán tipikus mikrofónia görbékét láthatunk, amelyeket a gyorsulás függvényében fehérzajjal



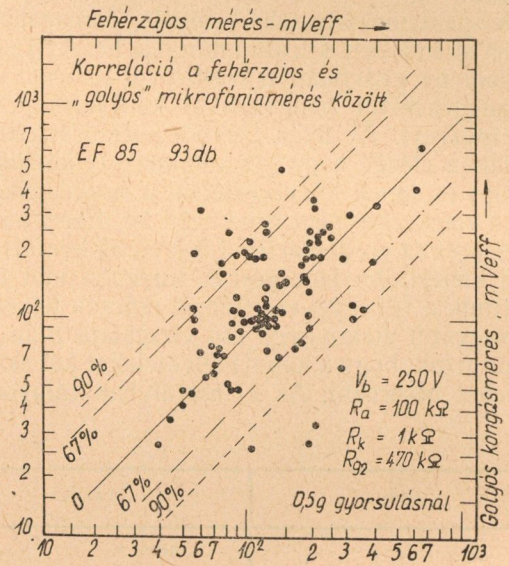
17. ábra



18. ábra

vettünk fel. A 17. és 18. ábrákon pedig ugyanazon cső mikrofónia-spektrumát láthatjuk, egyszer nagyobb, egyszer kisebb gyorsulással felvéve. Nyilvánvaló ezekből az ábrákból, hogy a vizsgálatoknál célszerű minél kisebb gyorsulást használni abban az esetben, ha a „tűs” jellegű, nagyobb frekvenciájú ( $f \approx 500$  Hz) mikrofóniára vagyunk kíváncsiak; míg a „zaj” jellegű mikrofóniát ( $f \approx 500$  Hz) nagyobb gyorsulások mellett érdemes vizsgálni.

Számos mérést végeztünk, hogy megállapítsuk a korrelációt új mérési módszerünk és az I. részben részletesebben ismertetett „kongatás” között. A 19. ábrán mutatjuk be a korrelációt egy 93 csőből álló tételen. Meg kell jegyezni, hogy a kongatás rosszul



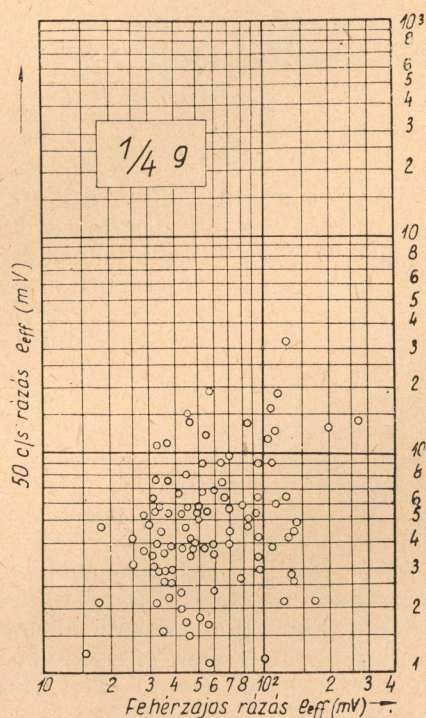
19. ábra

reprodukálható eredményeket ad. Tízszéri ismétlés esetében kongatásnál az eredmények közötti maximális eltérés kb. 1:3, míg a fehérzajos vizsgálatnál a maximális eltérés kb. 1:1,3.

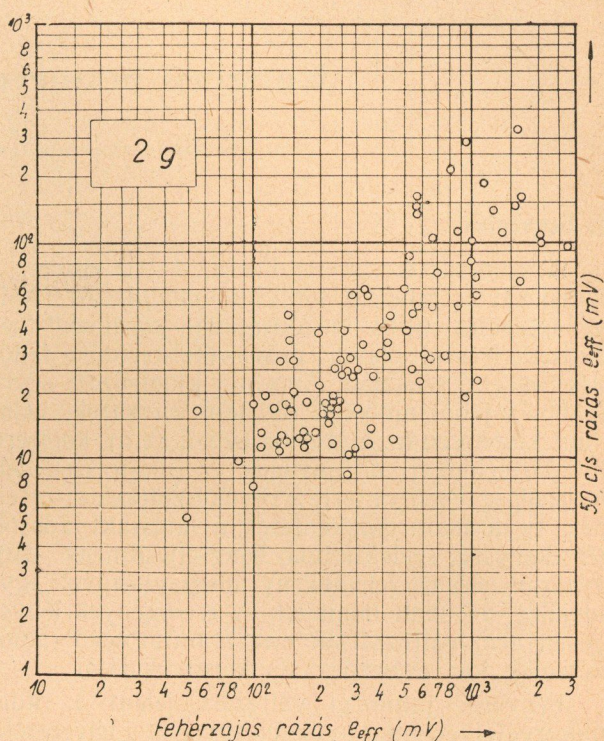
A 20. és 21. ábrákon látható kongatási értékek 10 mérésből nyert középértékek. A fehérzajos gyorsulást úgy választottuk meg, hogy a mérési értékeket kényelmesen lehessen összehasonlítani.

Sok esetben történt kísérlet a csőmikrofónia mérésére olyan módon, hogy egyetlen frekvenciával, pl. 50 Hz-el rázzák magas szinten a csöveket és mérik a fellépő jelet. [4]. Ebben az esetben azonban az egyes alkatrészek önzörgései nincsenek kellő mértékben gerjesztve. A kapott jel tehát a mikrofóniának csupán egyik összetevőjére, mégpedig a „hash type”-zajra jellemző. Ez a mérés tehát jó eredményeket ad az a) osztályba sorolt csöveknél, a b) osztályú csövek hibáját azonban, legyen az bármilyen nagy is, nem mutatja ki. Az 50 Hz-es rázás és a fehérzajos rázás között is végeztünk 100 csövön összehasonlítást. Kis gyorsulás esetén egyáltalában nem tapasztalható semmiféle korreláció. Nagyobb gyorsulás esetében azonban felfedezhető valamilyen gyenge korreláció, amit azzal magyarázhatunk, hogy nagy gyorsulás esetében minden cső mikrofóniája az a) osztályú jelleghez közeledik.





20. ábra



21. ábra

Utoljára hagytuk a közvetlen gyakorlati tapasztalatokkal való összehasonlítást. Ennek próbaköve a fogyasztók által mikrofonia miatt kifogásolt és visszaküldött csövek vizsgálata a csőgyárban. Ennél a vizsgálatnál a régebbi módszerek nem mindig hoznak kielégítő eredményt és számos esetben maradt vita fogyasztó és a csőgyár között. Eddigi tapasztalataink azt mutatják, hogy a fehérzajos rászás a tényleges gyakorlati felhasználásban fellépő viszonyokat igen jól közelíti meg. Ennek

illusztrálására mutatjuk be az alábbi mérést (II. táblázat), amelyben 8, a fogyasztó által kifogásolt és 9 jónak minősített ECC 40 típusú elektroncsövet hasonlítottunk össze.

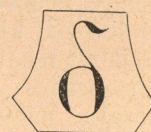
## IRODALOM

- [1] Valkó Iván Péter: Mechanikai fehérzaj alkalmazása elektroncsövek mikrofoníájának vizsgálatára. I. rész. Magyar Híradástechnika, 1957.
- [2] Jansky: An experimental investigation of characteristics of certain types of noise. Proc. IRE 27 (1939). 763—768. o.
- [3] M. Slack: The probability distribution of sinusoidal oscillations combined in random phase. J. I. E. E. III. 93 (1946) 76—86. o.

2. táblázat

| Kifogásolt csövek sorszáma .....         | 1  | 2   | 3  | 4 | 5  | 6  | 7  | 8  |
|------------------------------------------|----|-----|----|---|----|----|----|----|
| Első rendszer mikrofoníája (mV) ...      | 40 | 2,5 | 3  | 7 | 4  | 26 | 25 | 8  |
| Második rendszer mikrofoníája (mV) ..... | 5  | 74  | 44 | 3 | 24 | 26 | 55 | 40 |

| Kifogástalan csövek sorszáma .....       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Első rendszer mikrofoníája (mV) .....    | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 5 | 6 |
| Második rendszer mikrofoníája (mV) ..... | 2 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |

KÖBÁNYAI PORCELÁNGYÁR  
(DRASCHE)BUDAPEST, X., TÁRNA UTCA 4  
TELEFON: 148-514

## Gyárt:

nagyfrekvenciás „ELIZOLIT” szigetelőket „RUTIKOND” és „ELIZOLIT” cső- és tárcsakondenzátorokat alacsony veszteségi tényezővel 3—500 Pf értékig. Szállítás rak-tárról is.



## Korszerű műsorvevő rádiókészülékek

KISS ERNŐ

Az Orion Rádió és Villamossági Gyár Fejlesztő Laboratóriumának közleménye

### I. Bevezetés

A szuperheterodin rendszerű, 4 + 2 csöves, 3 hullámsávon működő amplitudómodulációs (AM) vevőkészülék típus kialakításával körülbelül két évtizede lezárult a rádió műsorvétel technika fejlődésének első szakasza. Az azóta kidolgozott egyre újabb és jobb minőségű rádiócső sorozatok, valamint különösen az utolsó tíz évben az új, korszerű híradástechnikai alapanyagok és alkatrészek felhasználása lehetővé tette a vevőkészülékek méreteinek és árának csökkentését a műszaki adatok (érzékenység, szelektivitás, hangteljesítmény stb). gyakran eléggé jelentékeny megjavításával egyidejűleg, azonban mindezek az eredmények lényegében nem változtatták meg a műsorvevő rádiókészülék két évtizedes alapkonstrukcióját.

Lényeges minőségi változást jelent a rádió műsorvétel technika területén egyrészt a félvezetők, elsősorban a tranzisztorok felhasználása a rádió vevőkészülékekben elektroncsövek helyett, vagy azokkal együtt, másrészt pedig az ultrarövidhullámú frekvenciamodulációs (URH-FM) műsorvétel technika általános elterjedése.

Az első sorozatban gyártott tranzisztoros rádiókészülékek 1954 végén kerültek forgalomba. Az elmúlt néhány év alatt világszerte számos nagy rádiógyár fejlesztő laboratóriuma foglalkozott különböző tranzisztoros rádió vevőkészülék típusok kidolgozásával. Ennek eredményeként a tengerentúli tranzisztoros rádiókészülékek versenytársaként ez év tavaszán már több nagy európai rádiógyár is megjelent a nemzetközi piacon egy-egy sorozatban gyártott tranzisztoros rádió vevőkészülék típussal.

Ezek a tranzisztoros rádiók kisméretűek, könnyen hordozhatók, telepes üzeműek, de ma még csupán a középhullámú sáv vételére alkalmasak. Hangfrekvenciás kimenő teljesítményük általában 500 mW-nál kisebb, a műsorvétel minősége szempontjából tehát csak a hordozható, telepes üzemű elektroncsöves rádiókkal hasonlíthatók össze; a hálózati, nagyteljesítményű, több hullámsávon működő, URH-FM műsor vételére is alkalmas elektroncsöves rádiókészülékeket azonban nem helyettesíthetik. A tranzisztor kutatásban elért újabb eredmények alapján ma már elvileg megépíthető olyan tranzisztoros rádiókészülék, amely a közép- és rövidhullámú állomásokon kívül az URH-FM adók vételére is alkalmas, s műszakilag egyenértékű a korszerű AM-FM műsorvevő elektroncsöves, rádiókészülékekkel. Az eddigi fejlődés során kialakult műszaki megoldások arra engednek következtetni, hogy a tranzisztoros AM-FM műsorvevő rádiók az elektroncsöves vevőkészülékekkel azonos elvek szerint építhetők fel. A tervezésnél azonban figyelembe kell venni azt, hogy a tranzisztorok több szempontból lényegesen eltérnek az elektroncsövektől. Így pl. a szokásos földelt emitter kapcsolásban

működő tranzisztoros erősítő fokozat bemenő impedanciája általában több nagyságrenddel kisebb, mint a földelt katódú kapcsolásban működő elektroncsöves erősítőé. Ez azt jelenti, hogy a tranzisztoros erősítő fokozatok vezérléséhez teljesítmény szükséges, míg a korszerű elektroncsöveknél ez a jelenség általában csak 20 MHz frekvencia felett kezd mutatkozni. Hangolt tranzisztoros erősítő fokozatok bemenő- és kimenő kapcsai között nem hanyagolható el a csatolás, ezért már néhány száz kHz frekvenciától felfelé szükségessé válik az erősítő fokozat neutralizálása. Az elektroncsövektől eltérően különös gondot kell fordítani a tranzisztoros erősítő munkapontjának stabilizálására hőmérséklet- és tápfeszültségváltozással szemben. Egy-egy tranzisztoros erősítő fokozattal általában kisebb feszültség erősítés érhető el, mint egy elektroncsöves pentóda erősítő fokozattal, ezért a tranzisztoros rádiókészülékek rendszerint 2—3 erősítő fokozattal többet tartalmaznak, mint az azonos teljesítményű elektroncsöves rádiókészülékek.

A rövidhullámú, különösen pedig az ultrarövidhullámú erősítésre alkalmas tranzisztorok ma még általában csak laboratóriumi kísérleti példányokként állnak rendelkezésre, így előreláthatólag több évnek kell eltelnie addig, amíg olyan tranzisztoros rádiók kerülnek forgalomba, amelyek műszakilag és árrban is felveszik a versenyt a korszerű elektroncsöves AM-FM műsorvevő rádiókészülékekkel.

Ez a cikksorozat elsősorban beszámoló jellegű. Az a célja, hogy jó átfogó képet adjon a rádió műsorvétel technika mai állásáról. Azokat a műszaki megoldásokat kívánja részletesebben ismertetni, amelyek már túl vannak a laboratóriumi kutatás, illetőleg fejlesztés állapotán, tömeggyártásra alkalmasak, s a gyakorlatban is bebizonyult használhatóságuk. Az előzőekből nyilvánvaló, hogy a több hullámsávon működő, különösen pedig az URH-FM vételre is alkalmas tranzisztoros rádiókészülékek ma még csupán a laboratóriumi kutatás, legjobb esetben pedig a fejlesztés stádiumában vannak, tömeggyártásukról még nem állnak megbízható adatok rendelkezésre, ezért ezekkel jelen cikksorozatunk nem foglalkozik.

A tranzisztoros rádiókészülékektől eltérően az elektroncsöves, több hullámsávon működő, amplitudómodulációs műsorvevő készülékek gyártása több, mint két évtizedes multra tekint vissza. Az elmúlt hat év folyamán az ultrarövidhullámú frekvenciamodulációs műsoradás bevezetésével együtt Európa csaknem minden fejlettebb híradástechnikai iparral rendelkező országában megindult az elektroncsöves, URH-FM műsor vételére is alkalmas, kombinált AM-FM műsorvevő rádiókészülékek gyártása. Az utóbbi két-három év alatt forgalomba hozott kombinált AM-FM vevő-



készülékek felépítésében, kapcsolástechnikájában már bizonyos tipizálódás is jelentkezik. Az URH-FM vétel céljára szolgáló kapcsolástechnikai megoldások néhány részletkérdést nem tekintve csaknem az összes készüléktípusban azonosak, ez pedig azt jelenti, hogy az AM vételtechnikához hasonlóan ma már az URH-FM vételtechnika fejlődése is csaknem lezártnak tekinthető, s néhány kisebb jelentőségű részletmegoldáson kívül csak akkor számíthatunk új, az eddigiektől lényegesen eltérő kapcsolástechnikai megoldásokra, ha az elektroncsöveket tranzisztorokkal, vagy erősítés céljára felhasználható más kapcsolástechnikai elemekkel helyettesítjük.

Az Orion Rádiógyár Fejlesztő Laboratóriuma már több év óta foglalkozik kombinált AM-FM vevőkészülékek konstrukciójával. Mult év őszén megindult az első 5 + 2 csöves AM-FM műsorvevő rádiókészülék típus gyártása. Ez év első felében újabb URH-FM vételre is alkalmas készüléktípusok gyártása kezdődött meg, jövő évtől kezdve pedig néhány egészen olcsó készüléktípus kivételével az összes forgalomba kerülő rádiókészülék egyaránt alkalmas lesz az AM és az URH-FM adók vételére.

Beszámolónkban az Orion által kidolgozott, részben már gyártott, részben pedig prototipizált AM-FM vevők alapján ismertetjük a korszerű műsorvevő rádiókészülékekben leggyakrabban alkalmazott műszaki megoldásokat. Mivel az AM vételtechnika a kombinált AM-FM vevőkben is ugyanaz, mint a régebbi, jól ismert, csak AM vétel céljára szolgáló szuperheterodin rendszerű vevőkben, ezért elsősorban azokkal a műszaki megoldásokkal foglalkozunk, amelyek az URH-FM vétel céljára szolgálnak. Az AM vevőrész kapcsolástechnikáját csak abból a szempontból tárgyaljuk, hogyan oldható meg legkisebb költséggel, műszakilag legegyszerűbben a kombinált AM-FM vevő felépítése. Külön foglalkozunk a készülék hangfrekvenciás részének tervezésekor felmerülő fontosabb követelményekkel, valamint a legcélszerűbb megoldásokkal. Végül külön fejezetben tárgyaljuk a készülékek szerkezeti felépítését, a korszerű gyártástechnológiai szempontokat, valamint a külső felépítéssel kapcsolatos esztétikai és stílusproblémákat.

## II. Az URH-FM vételtechnika korszerű AM-FM műsorvevő rádiókészülékekben

Az URH-FM vételtechnika egyes részletkérdéseinek tárgyalása előtt röviden emlékeztetbe idézzük az URH-FM műsoradási rendszer azon legfontosabb előnyeit, amelyek indokoltá teszik általános elterjedését.

Elsőként említendő az FM műsoradási rendszer nagymértékű érzéketlensége külső nagyfrekvenciás zavarokkal szemben. Az FM rendszer csak azokra a külső zavarokra érzékeny, amelyek frekvenci moduláltak. Mivel a külső nagyfrekvenciás zavarok túlnyomórészt amplitúdómodulációs jellegűek, csak kismértékben zavarják az FM vételt. Több elméleti vizsgálat, elsősorban azonban *Armstrong*

kísérletei minden kétséget kizáróan bebizonyították, hogy FM esetén azonos külső zavarsszint mellett jóval nagyobb vételi jel/zaj viszony érhető el, mint AM üzemben, ha elég nagy a frekvenciamodulációnál használt frekvencialöket a maximális moduláló hangfrekvenciához viszonyítva. Ha figyelembe vesszük, hogy a zavarok csökkentésére adó oldalon 50  $\mu$ s időállandójú magashangkiemelést alkalmaznak, valamint azt a körülményt, hogy ugyanazon adó végfokozat FM üzemben nagyobb teljesítményt tud kisugározni, mint AM üzemben, kb. 30–32 dB jel/zaj viszony növekedés érhető el frekvenciamodulációval az AM rendszerhez viszonyítva, 75 kHz max. frekvencialökettel, 15 kHz moduláló frekvencián. Még 12 kHz frekvencialökettel is kb. 16 dB jel/zaj viszony növekedés mutatkozik az AM jel/zaj viszonyra vonatkoztatva.

Az URH-FM műsoradás másik előnye, hogy sokkal jobb hangminőséget nyújt, mint pl. a középhullámú AM műsoradási rendszer, mivel nagyobb az átvitt hangfrekvenciás spektrum szélessége és nagyobb a műsor dinamikája is. Ez azonban nem kizárólag az FM rendszer tulajdonsága. Amplitúdómodulációval is elérhető jobb hangminőség, ha az adót szélesebb hangfrekvenciás spektrummal modulálják. Az URH adásnál pl. AM rendszerrel ugyanolyan hangminőség biztosítható, mint FM rendszerrel, csak a jel/zaj viszony lesz kedvezőbb FM esetén. Középhullámú adóknál azért nem valósítható meg az URH műsoradásnál megszokott hangminőség, mivel a sávban sűrűn elhelyezkedő adóknak nem áll rendelkezésre elegendő nagyfrekvenciás sáv szélesség a modulációs frekvencia-spektrum kisugárzására.

Az URH műsoradási rendszer harmadik előnye az ultrarövid hullámok különleges terjedési viszonyaival kapcsolatos. Az ultrarövidhullámú adók télerőssége a látóhatáron túl rohamosan csökken, ennek következtében azonos frekvencián működő, egymástól legalább 300–400 km távolságban levő URH adók sokkal kevésbé zavarják egymást, mint olyan közép- vagy hosszúhullámú adók, amelyek ugyanolyan távolságra vannak egymástól és azonos teljesítményt sugároznak ki, mint az URH adók. Természetesen hasonló a helyzet akkor is, ha nem közös frekvencián sugároz a két adó. Fentiek alapján nyilvánvaló, hogy URH-FM műsorvétel esetén sokkal kisebb az interferencia zavarok veszélye, mint pl. középhullámú AM vételnél. Az elmúlt néhány év során az ultrarövidhullámok és a mikro-hullámok terjedésére vonatkozó kutatások eredményei megdöntötték azt a régebben általánosan elfogadott nézetet, amely szerint az ultrarövidhullámok a fénysugárhoz hasonlóan terjednek és a látóhatáron túl általában nem vehetők üzembiztosan. Ma már több olyan URH, illetőleg mikro-hullámú sokcsatornás átviteli rendszer működik, amely az ultrarövidhullámok és a mikro-hullámok transzhorizontális terjedését használja fel. Messze, a látóhatáron túl azok az ultrarövid-, illetőleg mikro-hullámú jelek vehetők, amelyek a troposzférában, ill. az ionoszféra alsó rétegeiben elhajlanak, vagy szóródást szenvednek. Az ilyen transzhorizontális átviteli rendszerek csak különleges, igen



nagy nyereségű, éles irányítású sugárzó rendszerekkel s rendszerint diversity vétel esetén nyújtanak megbízható összeköttetést, és a rádióhallgató nagyközönség számára a közvetlen URH-FM műsorvétel technika szempontjából csak másodrendű jelentőségűek. Az ultrarövidhullámok terjedésére vonatkozó újabb ismeretek alapján is érvényben marad az a régebbi tapasztalat, hogy 300–400 km távolságban levő URH adók nagy érzékenységű készülékekkel is csak időszakonként vehetők elfogadható zavarsszinttel. Megbízható, kifogástalan üzembiztonsággal és zavartmentesen azok az adók vehetők, amelyek a látóhatáron belül, a vétel helyétől maximum 80–100 km távolságra vannak.

Európában az URH-FM adóállomások a 87,5–100 MHz frekvenciasávban helyezkednek el. A szomszédos adócsatornák frekvenciatávolsága 300 kHz. A max. frekvencialöket  $\pm 75$  kHz, az adóban a magashangkiemelés időállandója  $50 \mu s$ ; 1000 Hz moduláló frekvencián 100% modulációnak 40 kHz frekvencialöket felel meg. A vevőkészülékek érzékenységét 30% modulációnak megfelelő 12 kHz frekvencialöketnél szokásos megadni 1000 Hz-en. A közepes nagyságú adók által kisugárzott hatásos teljesítmény kb. 10 kW. Ezzel az adó 100 km sugarú környezetén belül kb.  $50 \mu V/m$  térerősség biztosítható, ha az adóantenna magassága 300 m, a vevőantennáé pedig 10 m. Ez a térerősség 90 MHz frekvencián kb.  $50 \mu V$  kimenő feszültségnek felel meg egy 240 Ohm-os hurokdipol kapcsain. Olyan környezetben, ahol a különböző gépi berendezések által keltett zavarsszint nem számottevő és interferencia zavaroktól sem kell tartanunk,  $50 \mu V/m$  térerősség már elegendő ahhoz, hogy egy korszerű közepes érzékenységű URH-FM vevőkészüléket 40–60 dB jel/zaj viszony mellett kivezéreljen. Nagy városokban, ahol nagy a külső gépi eredetű elektromos zavarsszint, kb. 1–3 mV/m térerősség szükséges a zavartmentes vétel biztosításához. Előzőekben röviden összefoglaltuk az URH-FM műsoradás legfontosabb előnyeit, valamint azokat az előírásokat, illetőleg műszaki adottságokat, amelyek az adástechnika részéről befolyást gyakorolnak az URH-FM vevőkészülékek konstrukciójára. A következőkben ismertetjük a korszerű URH-FM vevőkészülékben leggyakrabban alkalmazott kapcsolástechnikai megoldásokat.

Az URH sávban az egyes adócsatornák csak 300 kHz távolságban vannak egymástól, ezért a vevőkészülékben csak szuperheterodin rendszer biztosítja több fokozatú szelektív középfrekvencia erősítéssel az interferencia zavarok kiküszöbölését.

Mivel az URH-FM vevő az AM vevőkhöz hasonlóan szuper rendszerű, ezért elvi felépítése a demodulátor rész kivételével az AM vevőkhöz hasonló. Kombinált AM-FM vevőkben az AM és az FM vevő rész szerves egység. A szerkezeti felépítés példaként bemutatjuk az Orion AR 702 F készüléket, amely tipikus képviselője a nagy érzékenységű, kitűnő szelektivitású, nagy távolságú URH-FM vételre is alkalmas kombinált AM-FM műsorvevő rádióknak (1. ábra).

A készülék 6 + 2 csöves, AM üzemben 8, FM üzemben pedig 11 rezgőkörös vevő. Az URH erősítő- és keverőfokozat külön zárt egység, s az Orion által gyártott összes hálózati üzemű AM-FM vevőbe ezt az egységet építik be. Az URH erősítő- és keverő részben felhasznált ECC 85 kettős trióda kizárólag az FM vétel céljára szolgál, az összes többi cső azonban AM és FM vételnél egyaránt üzemben van. Ezzel a megoldással a nagyteljesítményű AM-FM vevő ára csak kb. 15%-kal nagyobb, mint egy azonos teljesítményű AM vevőé.

Hasonlóan az AM vevőkhöz, az URH-FM vevők minőségét is néhány fontosabb műszaki adat mérése alapján szokás eldönteni. Ezek a legfontosabb jellemző adatok a következők:

1. Érzékenység a készülék kimenő kapcsain mért 26 dB jel/zaj viszony nál.

2. Szelektivitás.

3. Középfrekvenciás sáv szélesség.

4. AM zavar elnyomás.

5. URH sugárzás.

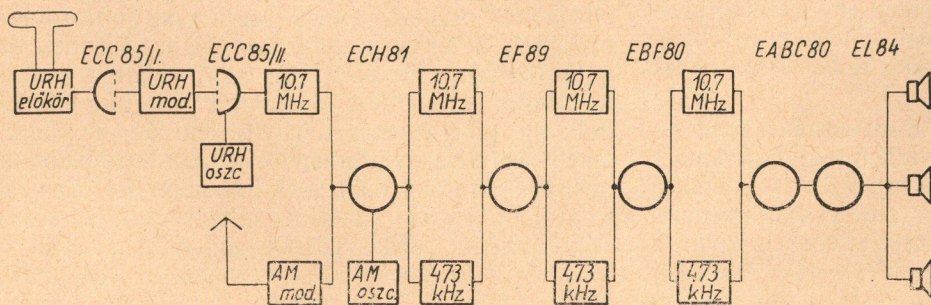
A felsoroltakon kívül természetesen ellenőrizni kell a készülék hangfrekvenciás erősítő részének az érzékenységét, átviteli karakterisztikáját, maximális kimenő teljesítményét, valamint a dipolkapcsokról mért teljes átviteli karakterisztikát is.

Ha a hangfrekvenciás erősítő rész bemenő kapcsain szükséges vezérlőfeszültség adott, az FM vevő érzékenységét az URH erősítő- és keverőfokozat, továbbá a középfrekvenciás erősítő fokozatok együttes erősítése, valamint az FM demodulátor határfoka szabja meg.

Ha ismeretes a hangfrekvenciás erősítő sáv szélessége, ideális FM demodulátort feltételezve a készülék kimenő kapcsain mérhető jel/zaj viszonyt adott bemenő feszültség és frekvencialöket esetén az URH erősítő rész zajszáma határozza meg.

A középfrekvenciás erősítő fokozatok száma és felépítése szabja meg az FM vevő szelektivitását, a kf. erősítő sáv szélességét, valamint bizonyos mértékig az érzékenységet és az AM zavar elnyomást is.

A készülék sugárzását az oszcillátor frekvencián és annak második harmonikusán az URH erősítő és keverő egység felépítése dönti el. Következő közleményekben külön tárgyaljuk az URH erősítő és keverőegység, a kf. erősítő rész és az FM demodulátor fokozat felépítésében leggyakrabban alkalmazott megoldásokat.



1. ábra



## Termisztoros csillapításkiegyenlítők

Dr. RADVÁNYI LÁSZLÓ

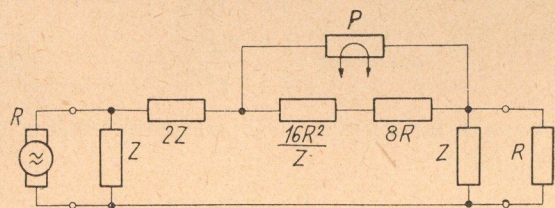
A sokcsatornás rendszerek változó meredekségű szabályozó kiegyenlítőit a használt termisztor minőségének megfelelően kell tervezni.

A kiegyenlítő áramkör és a termisztor egymáshoz a maximális gyakorlati kiegyenlítési tartomány elérése érdekében illeszthető. A kiegyenlítő elméleti kiegyenlítési tartománya a gyakorlati követelményekből és a rendelkezésre álló termisztor adataiból tervezhető.

A termisztor jóságának csökkenése növeli a kiegyenlítő alapszabályozását. A termisztor iránti követelményeknek a gyakorlati igények alsó határt szabnak.

### Bevezetés

Légvezetékes sokcsatornás vivőáramú távbeszélő rendszerekben általában arra törekszünk, hogy az időjárás változásainak kitett vonal frekvenciafüggő csillapítás ingadozása a rendszer csatornáinak a maradékcillapításában csak elhanyagolható változást okozzon. Ezért e rendszerekbe olyan kiegyenlítőket iktatunk, melyeknek a csillapítás/frekvencia-karakterisztikája a rendszeren átvitt pilót-áramok hatása alatt önműködően úgy változik, hogy a mindenkor frekvenciafüggő vonalcillapítást egy gyakorlatilag frekvenciafüggetlen állandó értékre egészítse ki. Az ilyen kiegyenlítők iránti



1. ábra

követelményeket az 1. ábrában bemutatott négy-pólussal elégíthetjük ki, hol  $R$  a négy-pólus ohmos lezárásainak értéke,  $Z$  a kiegyenlítő frekvenciafüggését meghatározó impedancia,  $P$  pedig a kiegyenlítő áramkör változtatható eleme. Ez utóbbi a gyakorlatban indirekt fűtésű *termisztor*, melyben a változó ellenállású termisztorrestet a vezérlő-áramkörbe iktatott fűtőszál melegíti.

A Magyar Híradástechnika 1951. augusztusi száma\* részletesen tárgyalja az 1. ábra szerinti változó meredekségű kiegyenlítő tulajdonságait arra az esetre, amikor a kiegyenlítő csillapításkarakterisztikájának a meredekségét vezérlő  $P$  ohmos ellenállás zérus és végtelen között változik és kimutatja, hogy  $R$  ohmos lezárások között a kiegyenlítő  $\alpha$  üzemi csillapítása a következő egyenletből határozható meg:

$$e^{\alpha} = \left| \frac{R+Z}{R} \cdot \left( \frac{2R+Z}{Z} \right)^2 \cdot \frac{1 + \frac{P}{8R} \cdot \frac{2R+Z}{Z}}{\frac{P}{8R} + \frac{2R+Z}{Z}} \right| \quad (1)$$

Ez az egyenlet nem veszi figyelembe azt a tényt, hogy a termisztor ellenállása nem zérus és végtelen között, hanem két véges határérték között változik. A termisztorrest ellenállása ugyanis a hőmérséklet növelésével csak addig csökkenthető, amíg a fűtőteltjesítmény el nem éri a vezérlőáramkörből kivethető, illetőleg a termisztorban üzembiztosan disszipálható teljesítmény felső határát, viszont az sem engedhető meg, hogy a fűtőteltjesítmény csökkenése következtében a termisztor állapota a külső tér hőmérsékletingadozásainak a befolyása alá kerüljön.

Az (1) egyenlet tehát a kiegyenlítő áramkörnek csupán az elméleti (maximális) kiegyenlítési tartományát határozza meg. A gyakorlati kiegyenlítési tartomány meghatározásához ismernünk kell az alkalmazott termisztor ellenállásának két határértékét.

Az alábbiakban megvizsgáljuk, hogy az adott korlátozások mellett hogyan lehet az áramkör elméleti kiegyenlítési tartományát a legjobb hatásokkal kihasználni; hogyan lehet az 1. ábra szerinti áramkör méretezéséhez előírandó elméleti kiegyenlítési tartományt a megkívánt gyakorlati szabályozási tartományból és a rendelkezésre álló termisztor adataiból meghatározni; végül, hogy különböző minőségű termisztorok alkalmazása az elméleti és gyakorlati kiegyenlítési tartományok különbözősége folytán mekkora csillapítás-vesztést okoz.

### Fogalommeghatározások

A fejtegetések szabatos tétele érdekében néhány fogalmat vezetünk be.

*Elméleti kiegyenlítési tartomány* valamely rögzített frekvencián a kiegyenlítő üzemi csillapításában beálló növekedés, ha a kiegyenlítő  $P$  vezérlő ellenállása zérusról végtelenre változik.

*Gyakorlati kiegyenlítési tartomány* adott frekvencián a kiegyenlítő üzemi csillapításában beálló növekedés, ha a termisztor ellenállása a megengedett legkisebb  $P_a$  értékről a megengedett legnagyobb  $P_f$  értékre változik.

A kiegyenlítő  $\alpha_k$  közepes csillapítása adott frekvencián a  $P=0$  és  $P=\infty$  szabályozóellenállás-értékekhez tartozó üzemi csillapításértékek számtani közepe.

A levezetésekben a  $P$  szabályzóellenállás relatív értéke

$$p = \frac{P}{8R}, \quad (2)$$

vagy logaritmus alakban

$$\varphi = \log p, \text{ ill. } p = e^{\varphi}. \quad (3)$$

\* Dr. Radványi L.: Változó négy-pólusok. M. H. II. évf. 7—8. sz. 25—31. old.



Az (1) egyenletből könnyen belátható, hogy  $\alpha = \alpha_k$ , ha  $p = 1$ .

Elméleti szabályozási mérték az a csillapításérték, amennyivel a kiegyenlítő üzemi csillapítása a szabályozó ellenállás zérusra vagy végtelenre változása folytán a közepes  $\alpha_k$  érték alá csökken, illetőleg az  $\alpha_k$  érték fölé nő. Az (1) egyenletből kitűnik, hogy az elméleti szabályozási mérték

$$a = \log \left| \frac{2R + Z}{Z} \right|. \quad (4)$$

Nilvánvaló, hogy az elméleti kiegyenlítési tartomány az elméleti szabályozási mérték kétszerese.

A kiegyenlítő  $\alpha_v$  változó csillapítása az (1) képlet azon tényezőjének logaritmus, amely  $P$ , — vagy  $p$  — függvényében változik:

$$\alpha_v = \log \left| \frac{1 + \frac{P}{8R} \frac{2R + Z}{Z}}{\frac{P}{8R} + \frac{2R + Z}{Z}} \right| = \log \left| \frac{1 + pe^g}{p + e^g} \right|, \quad (5)$$

ahol

$$g = a + jb = \log \frac{2R + Z}{Z}. \quad (6)$$

Látjuk, hogy  $p = 0$  esetén  $\alpha_v = -a$ ;  $p = 1$  esetén  $\alpha_v = 0$  és  $p = \infty$  esetén  $\alpha_v = +a$ . Az  $a$  érték tehát  $\alpha_k$  és  $\alpha_v$  algebrai összege.

Ha  $P$  értékét az (1) egyenletben 0-val, 1-gyel és végtelennel helyettesítjük, megkapjuk a kiegyenlítő legkisebb  $\alpha_a$ , közepes  $\alpha_k$  és legnagyobb  $\alpha_f$  csillapítását:

$$\alpha_a = \log \left| \frac{R + Z}{R} \cdot \frac{2R + Z}{Z} \right|, \quad (7)$$

$$\alpha_k = \log \left| \frac{R + Z}{R} \cdot \left( \frac{2R + Z}{Z} \right)^2 \right|, \quad (8)$$

$$\alpha_f = \log \left| \frac{R + Z}{R} \cdot \left( \frac{2R + Z}{Z} \right)^3 \right|, \quad (9)$$

vagy a szabályozási mértékekkel

$$\alpha_a = a + \log \left| \operatorname{cth} \frac{g}{2} \right|, \quad (10)$$

$$\alpha_k = 2a + \log \left| \operatorname{cth} \frac{g}{2} \right|, \quad (11)$$

$$\alpha_f = 3a + \log \left| \operatorname{cth} \frac{g}{2} \right|. \quad (12)$$

**Termisztor illesztése  $R$  ohmos lezárások között üzemeltetendő kiegyenlítő áramkörökhöz**

Az (1) egyenlet az 1. ábra szerinti kiegyenlítő elméleti kiegyenlítési tartományát adja meg. Ha a termisztor ellenállása  $P_a$  alsó és  $P_f$  felső határ között változhat, a használt termisztor minőségét a

$$q = \frac{P_f}{P_a} = \frac{p_f}{p_a} \quad (13)$$

hányados jellemzi, hol  $p_f$  és  $p_a$  a termisztor legnagyobb és legkisebb relatív ellenállása. A  $p_f$  és  $p_a$  értékeket az (5) egyenletbe helyettesítve megkapjuk a kiegyenlítő változó csillapításának a gyakorlati határait:

$$\alpha_{vf} = \log \left| \frac{1 + p_f e^g}{p_f + e^g} \right|, \quad (14)$$

$$\alpha_{va} = \log \left| \frac{1 + p_a e^g}{p_a + e^g} \right|, \quad (15)$$

A gyakorlati kiegyenlítési tartomány e két érték különbsége:

$$\alpha_{vf} - \alpha_{va} = \Delta a = \log \left| \frac{1 + p_f e^g}{1 + p_a e^g} \cdot \frac{p_a + e^g}{p_f + e^g} \right|. \quad (16)$$

A (16) egyenlet szerint  $\Delta a \rightarrow 0$ , ha  $P_f \ll 8R$ , azaz  $p_f \ll 1$ , de akkor is, ha  $P_a \gg 8R$ , azaz,  $p_a \gg 1$ , azaz szavakban: ha a termisztor legnagyobb ellenállása is túlkicsiny, vagy legkisebb ellenállása is túlnagy. Keressük tehát meg, hogy adott minőségű termisztorral mikor érhető el maximális gyakorlati kiegyenlítési tartomány.

A vizsgálatot legegyszerűbben az  $e^{2\Delta a}$  függvény maximumának a keresésével végezhetjük el. Vezessük be  $g$  konjugáltjaként a  $\bar{g}$  mennyiséget.  $p_f$  helyébe a (13) egyenlet értelmében  $qp_a$ -t írva a következő függvényhez jutunk:

$$e^{2\Delta a} = \frac{1 + qp_a e^g}{1 + p_a e^g} \cdot \frac{p_a + e^g}{qp_a + e^g} \cdot \frac{1 + qp_a e^{\bar{g}}}{1 + p_a e^{\bar{g}}} \cdot \frac{p_a + e^{\bar{g}}}{qp_a + e^{\bar{g}}}. \quad (17)$$

Ebből rövid számolással

$$\begin{aligned} \frac{d e^{2\Delta a}}{d p_a} = (1 - qp_a^2)(q - 1) & \left[ \frac{e^g (e^{2g} - 1)}{(1 + p_a e^g)^2 (qp_a + e^g)^2} \cdot \frac{1 + qp_a e^{\bar{g}}}{1 + p_a e^{\bar{g}}} \cdot \frac{p_a + e^{\bar{g}}}{qp_a + e^{\bar{g}}} + \right. \\ & \left. + \frac{e^{\bar{g}} (e^{2\bar{g}} - 1)}{(1 + p_a e^{\bar{g}})^2 (qp_a + e^{\bar{g}})^2} \cdot \frac{1 + qp_a e^g}{1 + p_a e^g} \cdot \frac{p_a + e^g}{qp_a + e^g} \right]. \end{aligned} \quad (18)$$

Ezzel az  $e^{2\Delta a}$  függvény  $p_a$  szerinti deriváltját három tényezőre bontottuk. Minthogy feladatunk

értelmezése a  $q = 1$  és  $g = 0$  eseteket kizárja, a  $\Delta a$  gyakorlati kiegyenlítési tartománynak akkor



van  $g$ -től független legnagyobb értéke, ha

$$1 - q p_a^2 = 0, \quad (19)$$

azaz, ha

$$p_a = \frac{1}{\sqrt{q}}. \quad (20)$$

Ezek szerint adott minőségű termisztorral akkor tudjuk a kiegyenlítő elméleti kiegyenlítési tartományának legjobb gyakorlati kihasználását biztosítani, ha a legkisebb és legnagyobb gyakorlati termisztorellenállás-érték mértani közepe éppen  $8R$ . Ekkor ugyanis

$$q = \frac{P_f}{P_a} = \frac{P_f}{8R} \cdot \frac{8R}{P_a} = \left( \frac{8R}{P_a} \right)^2 = \frac{1}{p_a^2} = p_f^2. \quad (21)$$

Ezen feltétel kielégítése esetén a termisztor a kiegyenlítő áramkörhöz illesztettnek tekintjük. Ez esetben

$$p_f p_a = 1 \quad (22)$$

és a (14) és (15) alattiakból az  $\alpha_v$  változó csillapítás felső és alsó határértéke

$$\alpha_{vf} = \log \left| \frac{1 + p_f e^g}{p_f + e^g} \right| = \log \left| \frac{p_a + e^g}{1 + p_a e^g} \right| = -\alpha_{va}, \quad (23)$$

ami azt jelenti, hogy a legnagyobb termisztorellenállás ugyanannyival növeli a kiegyenlítő üzemi csillapítását a közepes érték fölé, mint amennyivel a legkisebb termisztorellenállásérték a közepes érték alá csökkenti.

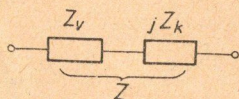
### Kiegyenlítő tervezése adott minőségű termisztorokhoz

Gyakorlatban a változó meredekségű kiegyenlítő tervezése iránti igényt a frekvencia függvényében megkívánt csillapításváltozással adják meg. Legyen a megkövetelt gyakorlati kiegyenlítési tartomány  $2A$ . Mivel a termisztorral elérhető maximális gyakorlati kiegyenlítési tartomány a (23) alatti egyenlet szerint  $2\alpha_{vf}$ , a kiegyenlítőt úgy kell terveznünk, hogy

$$A = \alpha_{vf} \quad (24)$$

legyen, azaz

$$e^A = \left| \frac{1 + p_f e^g}{p_f + e^g} \right|. \quad (25)$$



A gyakorlatnak megfelelően tételezzük fel, hogy  $Z$  egymással sorosan kapcsolt tiszta ohmos  $Z_v$  és tiszta reaktáns  $jZ_k$  részekből áll (2. ábra). Azon a frekvencián, ahol a megkívánt  $A$  szabályozási mérték értéke a legnagyobb ( $A_m$ ), a  $Z_k$  reaktanciának rezonanciát kell mutatnia, tehát a komplex

$e^g$  mennyiség helyébe a valós  $e^{a_m}$  mennyiséget írhatjuk. Eszerint

$$e^{A_m} = \frac{1 + p_f e^{a_m}}{p_f + e^{a_m}}, \quad (26)$$

vagy  $p_f$  relatív ellenállás helyett logaritmikus változót vezetve be a (3) alatti definíciónak megfelelően:

$$e^{A_m} = \frac{1 + e^{\varphi_f} e^{a_m}}{e^{\varphi_f} + e^{a_m}}. \quad (27)$$

Ebből

$$e^{a_m} = \frac{e^{A_m + \varphi_f} - 1}{e^{\varphi_f} - e^{A_m}} = \frac{\operatorname{sh} \frac{\varphi_f + A_m}{2}}{\operatorname{sh} \frac{\varphi_f - A_m}{2}}. \quad (28)$$

Ha a termisztor minősége adott  $q$  érték, akkor a (3) és (21) egyenletekből

$$\left. \begin{aligned} p_f &= \sqrt{q}, \\ \varphi_f &= \log p_f = \frac{1}{2} \log q \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

és ezzel (28) alapján  $e^{a_m}$  is adottnak tekinthető. De (4) szerint

$$e^{a_m} = \frac{2R + Z_v}{Z_v}, \quad (30)$$

amiből a  $Z$  impedancia  $Z_v$  valós része egyértelműen meghatározható. A következő lépésben a (25) alatti

$$e^A = \left| \frac{1 + p_f e^g}{p_f + e^g} \right| \quad (25)$$

egyenletet használjuk oly módon, hogy az

$$e^g = \frac{2R + Z_v + jZ_k}{Z_v + jZ_k} \quad (31)$$

helyettesítéssel az  $e^A$  és  $e^a$  függvényeket  $Z_k$  zérus és végtelen között változó értékeikre előállítjuk. Így minden frekvencián megkapjuk az elméleti és gyakorlati szabályozási mérték 0 és  $a_m$ , illetőleg 0 és  $A_m$  között változó összetartozó értékeit. A 0 értékek mind az elméleti, mind a gyakorlati szabályozási mérték esetén  $Z_k$  végtelen értékéhez tartoznak. Ezzel célunkat el is értük, mert az előírt  $A$  szabályozási mértékhez, mint frekvenciafüggvényhez a  $Z$  impedancia tervezése céljára előállítottuk az  $a$  frekvenciafüggő elméleti szabályozási mértéket.

A gyakorlati tervezésben figyelembe kell venni a kiegyenlítő  $\alpha_a$  „alapcsillapításának” alakulását is. Az alapcsillapítást a (10) alatti

$$\alpha_a = a + \log \left| \operatorname{cth} \frac{g}{2} \right| \quad (10)$$

egyenlet határozza meg. Ez az egyenlet azt mutatja, hogy  $g = 0$  esetén  $\alpha_a$  értéke végtelen, majd — mint



az  $a$  szerinti differenciálással kimutatható — egy minimumon való áthaladás után  $a$  növekedésével az  $a$  értéket felülről közelíti meg.  $a_a$  minimumának értéke, ha  $e^g$ -t tiszta valósnak vesszük, 1,76 N. Mivel  $e^g$ -nek a minimum frekvenciáján a gyakorlati feltételek mellett jelentős képzetes összetevője van, a helyzet kedvezőbb. Ha a  $Z$  impedancia tiszta képzetes lenne, a minimum értéke 1,1 N-ig csökkenne. A gyakorlatban 1,3 N körüli minimum-értékek számolhatunk. Az  $a_a$  alapszabályítás illetően alakulása, különösen a  $g = 0$ -hoz tartozó végtelen alapszabályítás nem engedi meg, hogy a  $Z_k = \infty$  értékhez tartozó frekvencia a kiegyenlítő átviteli sávján belül essék és így az  $A = 0$  környezete kiegyenlítésre nem használható. A hasznos frekvenciasávban  $A$ -nak mintegy 0,2 N-t már el kell érnie. Ez azt jelenti, hogy a gyakorlati szabályozási mértékre nem írhatunk elő 0,2 N-nél kisebb értéket. A kiegyenlítő csillapítását tehát egy frekvencia-független értékkel meg kell növelnünk.

### Előírt gyakorlati kiegyenlítési tartomány gazdaságos megvalósításához szükséges termisztorminőség

A (28) egyenletből látható, hogy  $\varphi_f$  értékének a növekedésével  $e^{a_m}$  értéke egyre közelebb kerül az  $e^{A_m}$  határhoz, azaz minél jobb minőségű termisztort használunk, annál kisebb az a többlet, amivel az elméleti kiegyenlítési tartománynak a gyakorlatit meg kell haladnia. Mindazonáltal az elméleti kiegyenlítési tartománynak nem szabad a gyakorlatinál számottevően bővebbnek lennie, mert — mint láttuk — a kiegyenlítő alapszabályítása  $a$ -val növekszik. Az elméleti és gyakorlati szabályozási mérték különbségét a legnagyobb csillapításingadozást kívánó frekvencián a következő egyenlet határozza meg:

$$e^{a_m - A_m} = \frac{e^{\varphi_f} - e^{-A_m}}{e^{\varphi_f} - e^{A_m}} = \frac{1 - e^{-(A_m + \varphi_f)}}{1 - e^{A_m - \varphi_f}}. \quad (32)$$

Ebből elsősorban nyilvánvaló, hogy  $\varphi_f$ -nek  $A_m$ -nél nagyobbnak kell lennie, ami annyit jelent, hogy a termisztor legnagyobb és legkisebb ellenállása viszonyának meg kell haladnia a kiegyenlítő kimenetén megkívánt legnagyobb relatív feszültségváltozást. Mindazonáltal ez csak elméleti korlát, mert ha a termisztor éppen csak kielégítené ezt a követelményt, akkor a kiegyenlítő elméleti szabályozási mértékének végtelennek kellene lennie.

A szabályozási mérték ( $a_m - A_m$ ) többletére felírt (32) egyenletben figyelembe vehetjük, hogy nagy  $A_m$  és nagy  $\varphi_f$  értékek esetén nem követünk el számottevő hibát, ha az 1 mellett  $e^{-(A_m + \varphi_f)}$ -et elhanyagoljuk. Ezzel

$$e^{a_m - A_m} \approx 1 - e^{A_m - \varphi_f} \quad (33)$$

A tényleges veszteség, ami abból származik, hogy a termisztorral a zérus és végtelen helyett csak véges ellenállásértékek állíthatók elő, a gyakorlati követelményeket kielégítő kiegyenlítő és az elméleti kiegyenlítő alapszabályítása közötti különbséggel, mint csillapításnövekménnyel mérhető. A gyakorlati kiegyenlítő alapszabályítása  $A_m$  frekvenciáján  $2a_m + \log \operatorname{cth} \frac{a_m}{2} - A_m$ ; az elméletileg

szükséges alapszabályítás pedig  $A_m + \log \operatorname{cth} \frac{A_m}{2}$ .

A termisztor használatából eredő csillapításnövekmény e két érték különbsége:

$$\Delta a_{am} = 2(a_m - A_m) + \log \operatorname{cth} \frac{a_m}{2} - \log \operatorname{cth} \frac{A_m}{2}. \quad (34)$$

Az alábbi táblázatban előírt ( $a_m - A_m$ ) értékek függvényében kiszámítottuk a szükséges ( $\varphi_f - A_m$ ) értékeket, továbbá néhány gyakorlati nagyságrendű  $A_m$  értéket figyelembe véve, a szükséges  $q$  értékeket és a  $\Delta a_{am}$  csillapításnövekményt.

A táblázat szerint az  $A_m$ -nek megfelelő frekvencián a  $\Delta a_{am}$  csillapításnövekmények viszonylag nagyok. Az értékek kedvezőbbé válnak olyan frekvenciákon, ahol  $e^g$  nem tiszta valós, hanem komplex. Ennek megfelelően helyesen járunk el, ha  $Z_k$  rezonáns frekvenciáját is a hasznos frekvenciasávon kívül vesszük fel, ugyanúgy, mint az  $A = 0$  értéknek megfelelő antirezonáns frekvenciát.  $e^g$  komplex mivoltának hatását egyszerűbben követelhetjük, ha bevezetjük az  $e^g = e^a/b$  és  $\bar{e}^g = e^a/\bar{b}$  jelöléseket. Ezekkel (25)-ből:

$$e^{2A} = \frac{(1 + p_f e^a/b)(1 + p_f e^a/\bar{b})}{(p_f + e^a/b)(p_f + e^a/\bar{b})} = \frac{1 + p_f(\underline{b} + \bar{b})e^a + p_f^2 e^{2a}}{p_f^2 + p_f(\underline{b} + \bar{b})e^a + e^{2a}} \quad (35)$$

| $a_m - A_m$ | $\varphi_f - A_m$ | $A_m = 1,2 \text{ N}$ |       |                 | $A_m = 1,8 \text{ N}$ |        |                 | $A_m = 2,4 \text{ N}$ |      |                 |
|-------------|-------------------|-----------------------|-------|-----------------|-----------------------|--------|-----------------|-----------------------|------|-----------------|
|             |                   | $\varphi_f$           | $q$   | $\Delta a_{am}$ | $\varphi_f$           | $q$    | $\Delta a_{am}$ | $\varphi_f$           | $q$  | $\Delta a_{am}$ |
| 0,2         | 1,708             | 2,908                 | 335,6 | 0,281           | 3,508                 | 1114,3 | 0,338           | 4,108                 | 3700 | 0,367           |
| 0,4         | 1,110             | 2,310                 | 101,5 | 0,587           | 2,910                 | 337,0  | 0,688           | 3,510                 | 1119 | 0,740           |
| 0,6         | 0,796             | 1,996                 | 54,2  | 0,912           | 2,596                 | 179,8  | 1,048           | 3,196                 | 597  | 1,107           |
| 0,8         | 0,597             | 1,797                 | 36,4  | 1,250           | 2,397                 | 120,8  | 1,415           | 2,997                 | 401  | 1,500           |
| 1,0         | 0,459             | 1,659                 | 27,6  | 1,600           | 2,259                 | 91,7   | 1,788           | 2,859                 | 304  | 1,885           |
| 1,2         | 0,358             | 1,558                 | 22,6  | 1,960           | 2,158                 | 74,9   | 2,155           | 2,758                 | 249  | 2,273           |
| 1,4         | 0,283             | 1,483                 | 19,4  | 2,327           | 2,083                 | 64,5   | 2,548           | 2,683                 | 214  | 2,663           |



és ebből

$$e^a = \frac{p_f (\sqrt{b} + \sqrt{\bar{b}}) (e^{2A} - 1) + \sqrt{p_f^2 (\sqrt{b} + \sqrt{\bar{b}})^2 (e^{2A} - 1)^2 + 4 (p_f^2 - e^{2A}) (p_f^2 e^{2A} - 1)}}{2 (p_f - e^{2A})} \quad (36)$$

E képletben a  $(\sqrt{b} + \sqrt{\bar{b}})$  kifejezés  $b$  értékétől függően 0 és 2 között változik, illetőleg a 0 értéket el nem érheti, mert  $e^a$  valós része mindenesetre legalább 1. Az értékek alakulását nézzük meg  $p_f = 9$  és  $e^A = 5$  felvétellel, ha  $(\sqrt{b} + \sqrt{\bar{b}})$  értéke rendre 0, 1 és 2. E felvétellel  $A = 1,6$  N;  $a$ -ra kapott értékek pedig 1,8, 2,1 és 2,4 N. A középső 2,1 N érték lesz az, ami már a gyakorlatban is elfogadható.

### Összefoglalás

A termisztoros csillapításkiegyenlítők tervezéséhez a rendelkezésre álló termisztor minőségének előzetes ismerete szükséges. Az elméleti kiegyenlítési

tartomány gazdaságos kihasználása érdekében olyan termisztor alkalmazására kell törekednünk, melynek ellenállása tág határok között változik. A termisztor legnagyobb és legkisebb ellenállásai hányadosának jelentősen meg kell haladnia a kiegyenlítő kimenő feszültségében a szabályozással elérendő legnagyobb relatív változást is. A termisztor alkalmazásából származó csillapításnövekmény a termisztor minőségének romlásával rohamosan növekszik. A tervezést a kiegyenlítőn átviendő hasznos frekvenciasáv határain kívül eső frekvenciákra is ki kell terjeszteni, hogy az előírt követelményeket gazdaságosan kielégítő kiegyenlítő tervezhessünk.

## Korszerű csengetés- és jelzésátvitel sokcsatornás vivőáramú összeköttetésekben

GÁL ISTVÁN, BHG Átviteltechnikai Gyártmányfejlesztés

A sokcsatornás berendezések távvalasztásra is alkalmas, hazai fejlesztésű jelzőrendszerének ismertetése. Az új, sávon kívüli rendszerben a jelátvitel a beszélgetéssel egyidejű lehet.

A berendezés elvi felépítésének és konstrukciójának tárgyalása. Összehasonlításul néhány más rendszer elve.

### 1. Bevezetés

A nagytávolságú távbeszélő összeköttetések sokcsatornás berendezéseinek üzemeltetésével kapcsolatban a beszédátvitel minősége mellett nagyfotosságú a *csengetőrendszer* helyes megoldása és hibátlan működése is. Minden távolsági beszélgetés előtt ugyanis a hívó helyközi központ éppen úgy csengetéssel közli az összeköttetés létesítésének a szándékát a hívott helyközi központtal, mint az például egy gépi kapcsolású távbeszélő központ két helyi előfizetője között történni szokott.

Az előfizetők számának a növekedésével egyre jobban előtérbe kerül nálunk is a *távvalasztás* bevezetése, vagyis annak a feladatnak a megoldása, hogy két egymástól nagy távolságban levő előfizető a nagytávolságú átviteli rendszereken át közvetlen tárcsázással hívhassa egymást. Ez a hívási mód a korszerű távolsági berendezésektől tárcsa-impulzusok átvitelét kívánja meg.

Ugyancsak szükséges lehet — és ezeknek az eddig rendkívüli eseteknek gyakorisága egyre növekszik — *jelzésátvitel* biztosítása a legkülönbözőbb célokra, így például a távolsági beszélgetések időtartamának a mérésére vagy például egy olajforrás adatainak (nyomás, hőmérséklet stb.)

önműködő és állandó továbbítására egy távoli ipari központhoz.

Az eddigi áramköri megoldások szerint az átviteltechnikai végberendezések vagy a helyközi központok tartalmazták ugyan a csengetés- vagy jelzésátvitel lebonyolításához szükséges szerelvényeket és az átviteli rendszerek (vonalak + közbelső erősítők) is biztosították a jelek átvitelét, a jelzőrendszer azonban csak akkor volt működtethető, ha a jelzésre igénybe vett áramkörön (csatornán) beszélgetés nem folyt. A beszélgetéssel *egyidejű* jelzésátvitelhez külön távbeszélő- vagy távírócsatorna használata volt szükséges, ami esetleg új összeköttetések építésének szükségességét vonta maga után.

A korszerű sokcsatornás átviteltechnikai berendezésekben a *beszédátvitellel egyidejű jelzésátvitelhez külön csatorna használata nem szükséges*, mert a távjelzés jelei a beszédcsatornában, de a beszéd-sávon kívül kerülnek átvitelre. Ezt a jelzésátviteli módot röviden *sávonkívülinek* mondjuk. Természetesen az így kialakított „jelzőcsatorna” csengetésre is felhasználható. Ma már ilyen jelzésátvitelt ír elő szinte minden postaigazgatás már a háromcsatornás vivőáramú berendezésekre is. A CCIF ajánlástervezte erre a jelzésátvitelre ugyancsak elkészült.

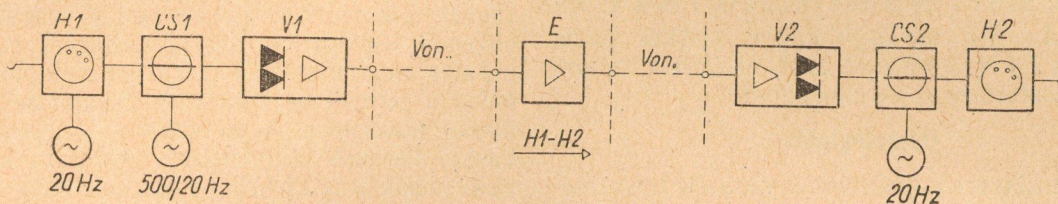
Célunk a továbbiakban a régi jelzőrendszerek rövid áttekintése után az új fejlesztésű hazai jelzésátviteli módszer ismertetése. Összehasonlításul néhány más rendszert is bemutatunk.



## 2. A csengetés- és jelzésátvitel eddigi megoldása

A csengetés legáltalánosabban elterjedt és a CCIF eddigi ajánlásainak megfelelő módszere nagytávolságú áramkörökön az 500/20 Hz-es hangfrekvenciás rendszer (1. ábra). A rajz egyvonalas vázlatos ábrázolásban egy sokcsatornás összeköttetés egyetlen csatornáját tünteti fel. A  $H1$  helyközi központ felcsengetése végett a hívó  $H1$  helyközi központ 20 Hz-es jelet küld a  $CS1$  csengető egységnek, amely jelfogók segítségével a  $V1$  vég-

berendezéséhez jut, amely ismét a jelzőfrekvenciát továbbítja a  $JV$  jelvevő felé. A jelvevő a beérkező jelzőfrekvenciát erősítés után szelektíven érzékeli és az eredeti egyenáramú jeleket juttatja el a hívott helyközi központba. A működés az ellenkező irányban azonos. A jeladó rendszerint statikus modulátor, melyet a bejövő egyenáramú jel nyit, míg jelmentes állapotban a modulátor nem engedi ki a jelzőfrekvenciát a csatornára. A jelvevő rendszerint szelektív erősítő, amely az egyenáramú impulzusokat jelfogóval állítja vissza.



1. ábra. 500/20 Hz-es csengetés  $H1$  és  $H2$  helyközi központok között a vivőáramú berendezés egy csatornáján

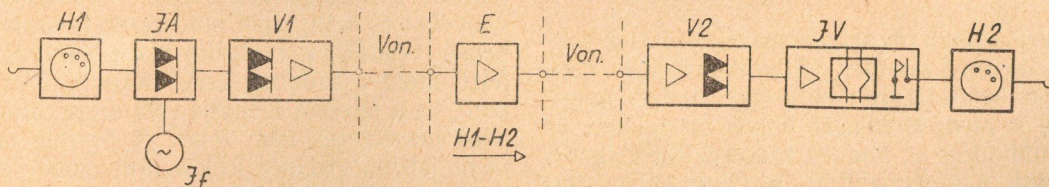
berendezéshez 20 Hz-cel szaggatott 500 Hz-et továbbít. Az 500/20 Hz frekvenciájú jelet a végberendezés a csatornának megfelelő vivőfrekvenciákkal, tehát a beszédsávval együtt, transzponálja. A jel átvitele után az ellenállomás  $V2$  végberendezésében visszanyerjük az eredeti hangfrekvenciás csengetőjelet, melyet a  $CS2$  csengetőegység erősítés után szelektíven érzékelve, jelfogókkal 20 Hz formájában juttat el a hívott  $H2$  helyközi központba, ahol ezzel jelzést ad. Az ellenkező irányú működés azonos és az összeköttetéstől függően lehet akár két-, akár négyhuzalos.

A jelzésátvitel megoldása a CCIF eddigi ajánlása szerint lehet egy- vagy kétfrekvenciás rendszerű. Az egyfrekvenciás rendszert a vivőberendezés egy csatornájára a 2. ábra tünteti fel vázlatosan. A hívó

A helyközi központ egyenáramú impulzusait helyettesíthetik a gépi kapcsolású távbeszélő központ előfizetőinek tárcsaimpulzusai és így ezzel a rendszerrel a távválasztás kivitelezhető.

A kétfrekvenciás rendszer ezzel a módszerrel lényegében megegyezik.

A csengetés és a távjelzés eddigi módjainak a frekvenciaképéből (3. ábra) könnyen belátható, hogy a beszéd hamis jelzést okozhat annak ellenére, hogy a szelektív vevőkben ennek lehetősége ellen a legkülönbözőbb módszerekkel és áramkörökkel védekeznek, mert valamennyi csengetésre, illetve jelzésre használt frekvencia az átvitt frekvenciasávba esik. A CCIF a hamis hívások megengedett gyakoriságát ezért elő is írja. A hamis hívás elleni védelmet szándékozták fokozni az 500 Hz 20 Hz-es



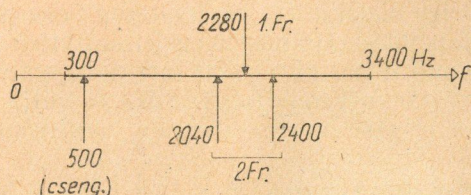
2. ábra. Egyfrekvenciás jelátvitel  $H1$  és  $H2$  helyközi központok között a vivőáramú berendezés egy csatornáján

$H1$  helyközi központ egyenáramú jeleket ad a  $JA$  jeladónak, amely az egyenáramú jelzés ütemében  $J_f$  jelzőfrekvenciát továbbít a  $V1$  végberendezésnek. A megfelelő csatornába transzponálva a jel az átviteli rendszeren keresztül az ellenállomás  $V2$  vég-

szaggatásával, valamint az egyfrekvenciás mellett a kétfrekvenciás rendszer bevezetésével (a CCIF eddigi vizsgálataiban azonban nem igazolták a kétfrekvenciás rendszer előnyét az egyfrekvenciással szemben, ezért a választás tetszőleges maradt).

## 3. Sávonkívüli csengetés- és jelátvitel

Már eddig is használatos volt olyan jelzésátviteli módszer, amely jelzéskor nem vette igénybe a sokcsatornás rendszer beszédsávját. Így működik a különösen Franciaországban elterjedt zérus frekvenciás jelzés, amely a szóban forgó csatorna képzetes vivőfrekvenciáját használja fel a csengetésre. Ez az eljárás nem terjedt el, mert a jelzés frekvenciája közel esik a csatornához.



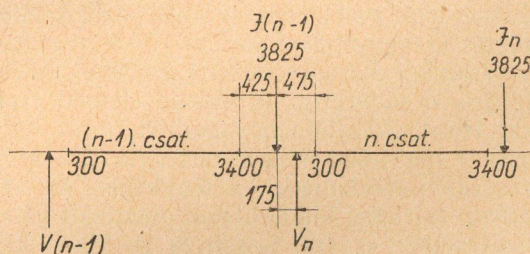
3. ábra. A hangfrekvenciás csengetés és az egy-, illetve kétfrekvenciás jelátviteli frekvenciaképe a hangfrekvenciás csatornában



A CCIF a sávonkívüli jelátvitel előnyeinek kihasználására jelenleg a beszédfrekvenciák felett megválasztott jelzőfrekvencia alkalmazásának ajánlását tervezi.

### 3.1 Jelzőfrekvencia

A CCIF munkabizottságaiban résztvevő legtöbb ország a 3,825 kHz jelzőfrekvencia bevezetését javasolja. A két szomszédos  $[(n-1)$  és  $n$ -edik] beszédcsatornát feltüntető frekvenciaképből (4. ábra) kitűnik, hogy eszerint az ajánlott, például



4. ábra. A sávonkívüli jelátvitel frekvenciahelyzete

$J_{(n-1)}$  jelzőfrekvencia csaknem a csatornaközi rész közepére esik és távolsága a szomszédos  $V_n$  vivőtől 175 Hz. Ha a vivőfrekvencia nem túl nagy, akkor a jelzőfrekvencia kiszűréséhez szükséges szűrők megvalósíthatók, mert relatív sávzélességük még elegendő marad. A közvetett modulációs módszerrel előcsoportokat előállító sokcsatornás berendezésekben a csatornavivők frekvenciája 12, 16, és 20 kHz, így csatornamoduláció után 15,825; 19,825 és 23,825 kHz jelzőfrekvenciák keletkeznek, melyek például ferritmagos sávszűrőkkel a csatornától különválaszthatók.

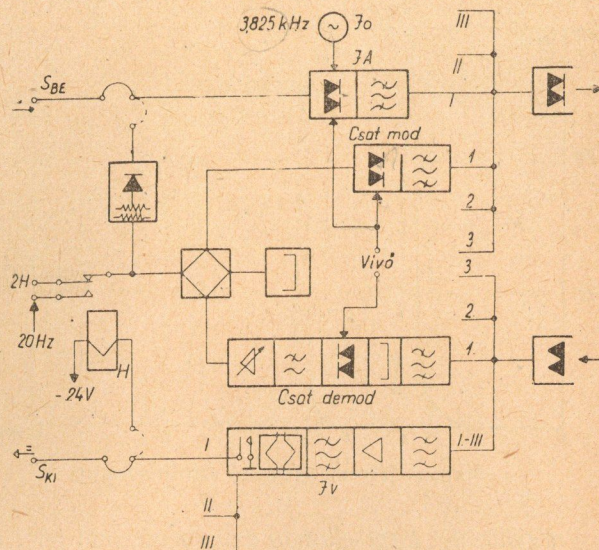
### 3.2 Az új jelzőáramkör felépítése

A korszerű sokcsatornás rendszerek végberendezései tartalmazzák mind a jel adásához, mind pedig a vételéhez szükséges szerelvényeket. A végberendezéstől végberendezésig haladó jelzések ilyen rendszerét saját jelzőrendszernek szoktuk nevezni. A saját jelzés kapcsolása lehet akár két-, akár négyhuzalos. Az átkapcsolás, rendszerint dugaszolással, gyorsan végezhető el.

Az alábbiakban ismertetett áramköri felépítés a hazai fejlesztésű ferritszűrős, közvetett modulációs sokcsatornás gyártmánycsalád valamennyi típusában alkalmazásra kerül. Más megoldási módokat — rövid összehasonlítással — a hazai fejlesztésű rendszer tárgyalása után ismertetünk (3.6 fejezet).

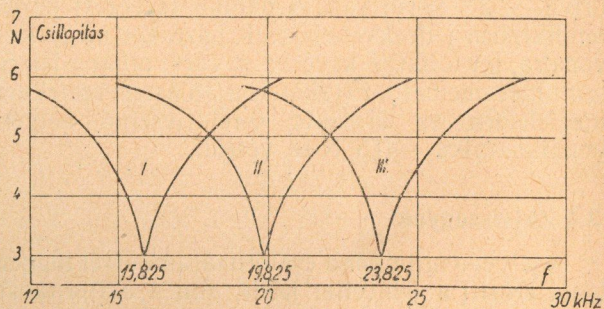
#### 3.2.1 Jelzésadás

Négyhuzalos kapcsolásban (5. ábra) a helyközi központból a végberendezés  $S_{BE}$  kapcsára érkező egyenáramú jel közvetlenül vezérli a  $J_A$  jeladó statikus modulátorát, amely a bejövő jel hatására — sávszűrőn keresztül — kiengedi az előcsoport felé a csatornavivővel modulált jelzőfrekvenciát. A három csatorna sávszűrőjének csillapításgörbéjét egyberajzolva a 6. ábra mutatja be — 3 N, 150 ohm



5. ábra. A sávonkívüli jelátvitel áramkörei

beadás esetén. A párhuzamosan kötött sávszűrők a beszédáramkörre nagy impedanciával csatlakoznak és így ott számottevő csillapítást nem okoznak. A statikus modulátor — ha jel nem érkezik — lezárt (nagy csillapítású) állapotban van és ilyenkor a  $J_0$  jeloscillátor jelét nem továbbítja. Az adásirány a továbbiakban megegyezik a sokcsatornás rendszer adásirányával.



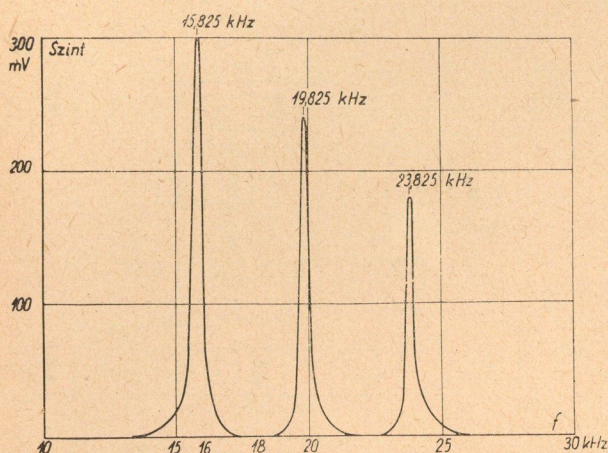
6. ábra. A jeladó sávszűrők csillapítása

Kéthuzalos kapcsolásban a helyközi központból a végberendezés  $2H$  kapocspárjára érkező 20 Hz-es jelzés (csengetés) egyenirányítás után már egyenáramú jellel vezérli a statikus modulátort, éppen úgy, mint azt a négyhuzalos kapcsolás leírásában említettük.

#### 3.2.2 Jelzésvétel

Az előcsoport demodulátor felől a három beszédcsatornával együtt érkező három jelzőcsatorna jeleit (15,825; 19,825; 23,825 kHz) a jelvévő sávszűrője választja ki, és pedig egyszerre mindhármát. A nagyimpedanciájú — és így sönthetést ki nem fejtő — szűrő kimenő feszültségének a görbéi 600 ohm, 0-szint beadása esetén a 7. ábrán láthatók. A három jelzőcsatorna közös erősítés után a jelvévő anódköri sávszűrőiben válik külön és csatornánként külön polarizált jelfogót működtet. Ez





7. ábra. A jelvevő sávszűrő szintdiagramja

négyszakos kapcsolásban az egyenáramú jelet a végberendezés  $S_{KI}$  kapcsára adja,

kétszakos kapcsolásban pedig a  $H$  jelfogót működteti, amely a helyközi központ felé a  $2H$  kapcsolókon át 20 Hz-et továbbít.

### 3.3 Jelzésszint

A sávon kívüli jelzésátvitel szintje a csatornázás csökkentésére mindig kisebb, mint a beszédjel szintje. Ha a jelzésrendszer munkaáramú, vagyis ha jelszűnet szolgáltatja a jelzést, akkor a szokásos jelzést az áramkör 0-relatív szintű helyére vonatkoztatva —  $2N$  körül van. A nálunk tervezett jelzésrendszerben jelfrekvencia csak jelzéskor megy ki a vonalra, így a hatás kevésbé zavaró, tehát a jelzésszint megemelhető. Értékét az ajánlástervezeteknek megfelelően az áramkör 0-relatív szintű helyére vonatkoztatva —  $0,5 N$ -re vettük.

### 3.4 Zajviszonyok

A jelvevő áramkör a csatornaáramkörtől függetlenül erősíti a jelátvitel jeleit, ami a csatornában okozott zaj szempontjából kedvező. Az előcsoport demodulátor felől jövő jelzések azonban a jelvevő áramkörtől függetlenül tovább haladnak a csatorna-demodulátor felé is és a hangfrekvenciás végen zavaró 3,825 kHz-es jel formájában jelennek meg. A csatorna vevőszűrője, amely 3,4 kHz-nek megfelelő frekvencia felett meredeken vág — sőt a jelfrekvencián pólusa van — ezt a zavaró hatást nagymértékben korlátozza. További jel/zaj javulást eredményez a csatorna-demodulátorba beépített egyszerű aluláteresztő szűrő, amelyre a vivőszívárgás elnyomására egyébként is szükség van. Ezen óvintézkedések eredményeképpen a rendszer saját csatornájában, a demodulátor erősítő kimenetén, a jel/zaj távolság nagyobb, mint 8 N.

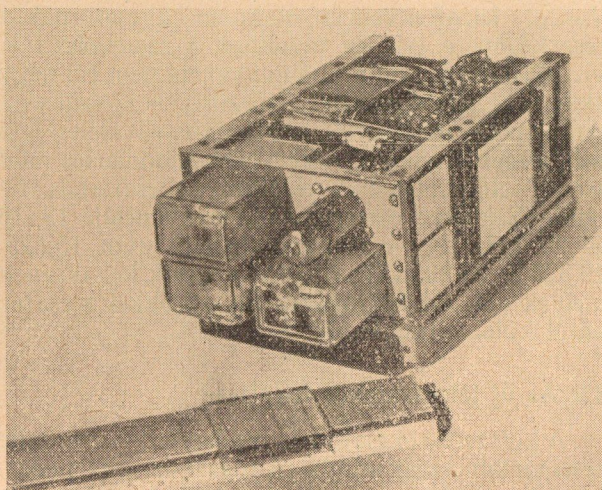
A szomszédos csatornában okozott jelzést a csatorna vevőszűrője elegendő mértékben korlátozza. A zajfeszültség értéke a csatorna  $+1 N$  szintű kimenetére vonatkoztatva legfeljebb 1,3 mV.

Figyelembe kell még venni a sokcsatornás berendezések további modulációs fokozataiban alkalmazott csoportvivő- és pilotfrekvenciák és a jelző-

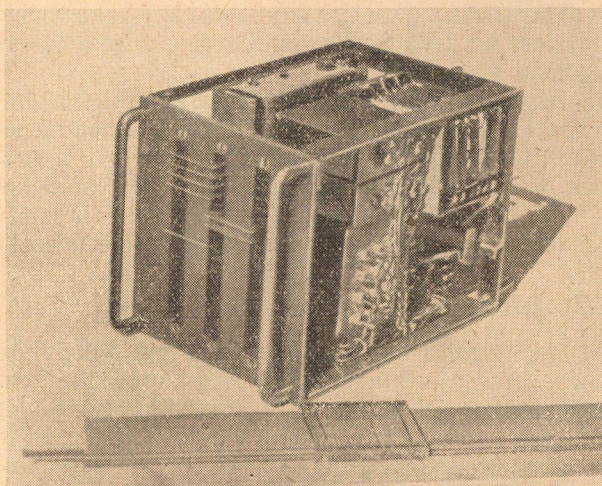
frekvenciák esetleges zavaró egymásrahatását, különösen az első és az utolsó csatorna esetében. A rendszer csoportszűrőit ennek figyelembevételével kell elkészíteni és — ahol szükséges — a zavaró pilotjel elnyomására sávzáró kristálysűrőt kell alkalmazni.

### 3.5 Konstruktív kivitel

A jelző- és csengetőberendezés konstrukciója beleilleszkedik a VT—24 hangfrekvenciás táviróberendezésre már korábban elkészült korszerű, dugaszolható rendszerbe. A sokcsatornás berendezés végállomásának az 5. ábrán vázolt jelzőáramkört elrendezés szempontjából három részre osztottuk. Az adóáramkör három csatorna statikus modulátorait, jeladó sávszűrőit és illesztő elemeit tartalmazza. Helyszükséglete ugyanannyi, mint három csatorna teljes jelvevőjének térfogata. Ez utóbbi laboratóriumi modelljének a fényképén (8. ábra) jól látható a jeleket kiadó három polarizált jelfogó. A jelzőáramkör egyéb részeit (a 20 Hz-et kiadó  $H$  jelfogókat és a 20 Hz-es egyenirányítókat) egybeépítettük a megfelelő csatorna hangfrekvenciás



8. ábra. Három csatorna jelvevőjének laboratóriumi modellje



9. ábra. A hangfrekvenciás csatorna végződésének laboratóriumi modellje



végződésével. Ugyancsak itt találhatók a jelzés-mód (két- vagy négyhuzalos) átkapcsoló dugaszai, melyek a csatornavégződés laboratóriumi modell-jének a fényképén jól kivehetők (9. ábra).

Jellemző az új konstrukciós kivitelre, hogy ebben három csatorna jelvivőjének a térfogata a régi, 500/20 Hz-es rendszer egyetlen csengetőegységének csak mintegy 1/5 részét teszi ki. Természetesen ebben a térfogatcsökkenésben az új jelzőrendszer áramköri megoldásának is szerepe van.

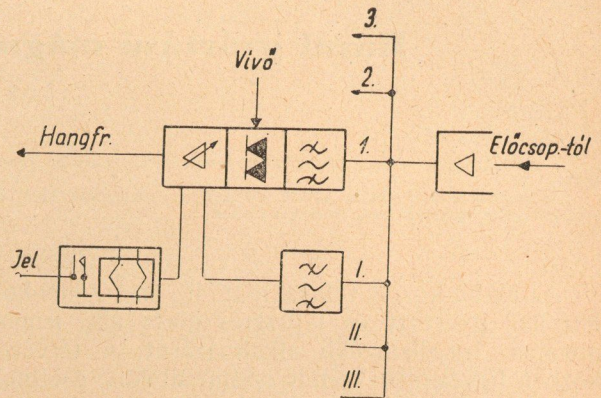
Az új rendszerben az áramköri részkonstrukciók trópusi használatra is alkalmas módon, egyéni burázással készültek.

### 3.6 A sávonkívüli csengetés más megoldásai

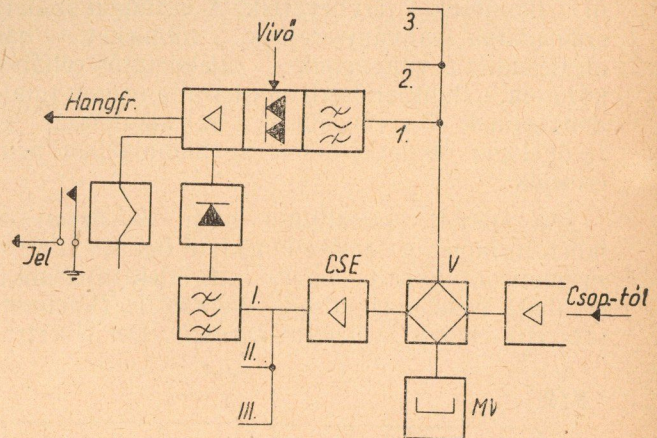
A jelátvitel *adásirányának* a szempontjából a különböző gyártmányú rendszerek csak igen kevésbé — részletmegoldásokban — eltérőek. Van például olyan megoldás, ahol nem modulátor szolgáltatja (a 3,825 kHz jelzőfrekvencia és a megfelelő csatornavivő felhasználásával) a transzponált jelzőfrekvenciákat, hanem külön oszcillátorok. Ez gazdaságossági kérdés.

A *jelzés vétele* a Siemens-cég megoldásában a következő (10. ábra): Az előcsoporthoz a három beszédcsatornával együtt érkező három jelzőcsatornát sávszűrőkkel különválasztják és egyenként betáplálják a megfelelő csatorna demodulátor erősítőjébe, amely a hangfrekvenciás csatorna mellett a jelzést is erősíti. Az erősítő anódkörében rezgőkör választja ki a jelfrekvenciát, amely egyenirányítás után jelfogót működtetve adja ki a jelzést a helyközi központ felé. Előnye ennek a rendszernek az általunk kifejlesztett külön erősítés rendszerrel szemben a berendezés kisebb csőszükséglete, de a csatornával közös erősítés hátrányos a keletkező zajok szempontjából.

Érdekes megoldás a jelzésvétel a Philips-cég rövidtávolságra alkalmazható sokcsatornás berendezésében. Ebben a rendszerben (11. ábra) a csoporterősítő a V villaáramkörre csatlakozik. Az MV művonal helyesen egyensúlyozza ki a párhuzamosan kötött beszédcsatornák sávszűrőit, így beszédjel nem jut a villaáramkörhöz csatlakozó csengető erősítőbe. A sávszűrők átviteli sávján kívül azonban, ahol a jelfrekvenciák helyezkednek el, nincs meg a kiegyensúlyozás és így a három jelzőfrekvencia a csengetőerősítőbe is átjut. Az erősítés után sávszűrőkkel különválasztott jelzőfrekvenciák egyenirányítva a csatornademodulátor munkapontját helyezik át és így jelzéskor meghúz a szóbanforgó csatorna demodulátorerősítőjének anódkörébe iktatott jelfogó, amely a vett jelet továbbítja a helyközi központ felé. E rendszer egyszerű, de hátrányos zajszempontból, valamint a villaáramkörben keletkező szintvesztesség miatt is. Döntő hátrány, hogy a munkaponteltolás megakadályozza a beszédátvitellel egyidejű jelzésátvitelt.



10. ábra. Jelzésvétel a Siemens rendszerekben



11. ábra. Jelzésvétel a Philips rövidtávú rendszerben

## 4. Összefoglalás

A sávonkívüli jelátvitel előnyei a sávonbeli jelzésmóddal szemben:

- egyszerűbb műszaki felépítés, zavarmentesebb jelvétel,
- egyidejű beszéd- és jelátvitel,
- hamis hívás nem fordulhat elő, ezért védőáramkörök nem szükségesek.

Hátrányos azonban, hogy minden egyes tranzit központban a jeleket ismételni kell, ami esetleg torzítással járhat.

Összevetve a fentieket, megállapítható, hogy a sávonkívüli jelátvitel bevezetése előnyös. A korszerű sokcsatornás vivőáramú berendezések ma már — hazánkban is — ilyen saját jelzésrendszerrel készülnek, bár a beszédcsatornák a régi hangfrekvenciás módszerrel is üzemeltethetők.

## IRODALOM

- Philips Comm News, Vol. XIV. No 3—4, 1954.
- Siemens kiadványok Z 3 F, Z 12 F stb.
- CCIF. Livre Jaune. Tome V.
- Signalisation téléphonique.



# Hazai gyártású mágneses lágy lemezanyagok

GOBBI ISTVÁN

A jelenleg Magyarországon gyártott mágnesesen lágy lemezanyagok ismertetése.

Az állandók leírását táblázat követi, melyben a jellemzőkön kívül az alkalmazásokra vonatkozó megjegyzések is vannak.

Az alább közölt táblázatban, ill. diagrammokon hazailag gyártott és fejlesztés alatt álló lemezanyagok legjellemzőbb alkalmazását, a tervezés közben figyelembe veendő szempontokat, a célnak megfelelő anyagfajtákat és ezek jellemzőit állítottuk össze. A már gyártásban levő anyagok nevei vastagon szedettek; a dölten szedetteket fejlesztik, ill. fejlesztésüket tervbevették. A vastagon szedett számadatok szabvány-erejük, a többiek — bár megfelelnek a valóságnak — tájékoztatás céljából közöljük. Célunk elsősorban a hazai anyagok tulajdonságainak összefoglalása; az alkalmazás és technológia részleteit az alábbiakban nem érintjük.

Az adatok összeállítása során az üzemi és laboratóriumi tapasztalatokon kívül *Bozorth*: Ferromagnetism, *Espe*: Hmoty pro elektrotechniku (Praha), *Weichmagnetische Werkstoffe* (Vacuum-schmelze-Hanau), valamint *Domsch*: Der Übertra-

ger der Nachrichtentechnik című munkák adataira is támaszkodunk.

A táblázat kiegészítésére szolgál a lágyított anyagok mágnesezési görbe-serege (1. ábra), a színvas (svédvas) térerősség-koercitiverő diagramja (2. ábra), a *permalloy B*, *C* és *Si-Fe* lemezek permeabilitás-csökkenését jellemző görbék (3. ábra), valamint a lemezanyagok permeabilitásának frekvenciafüggését ábrázoló görbesereg (4. ábra).

Ezekkel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a mérési adatok toroid magokra vonatkoznak. A mágnesezési görbéket általában ballisztikus mérési módszerrel vettük fel, kivéve a hidrogénben lágyított hazai permalloy C és a nyugatnémet Permenorm 5000 Z görbéit. Ezek mérése 50 Hz frekvencián ferrográffal, ill. ferrométerrel történt.

## Megjegyzések a táblázat számadataival kapcsolatban

A táblázatban elsősorban az anyag alkalmazása során felhasznált adatok szerepelnek, ui. elégséges számú mérés eredményeit csak ezekkel kapcsolatban szokás megadni.

$\mu_0$  jelölés a ballisztikus módszerrel megállapított

permeabilitásgörbe 0 Oe térerősségre extrapolált értéke,  $\mu_5$  viszont pl. induktivitásmérésből 50 Hz frekvencián 5 mOe mellett meghatározott érték. Ez utóbbit főként a német szakirodalomban találjuk a „kezdeti permeabilitás” helyett jellemzőként. Gyakorlati szempontból a két érték közel esik egymáshoz. Felhasználás szempontjából  $\mu_0$ , ill.  $\mu_5$  az alábbi formulákban jönnek számításba:

Zárt vasmagú cséve induktivitása:

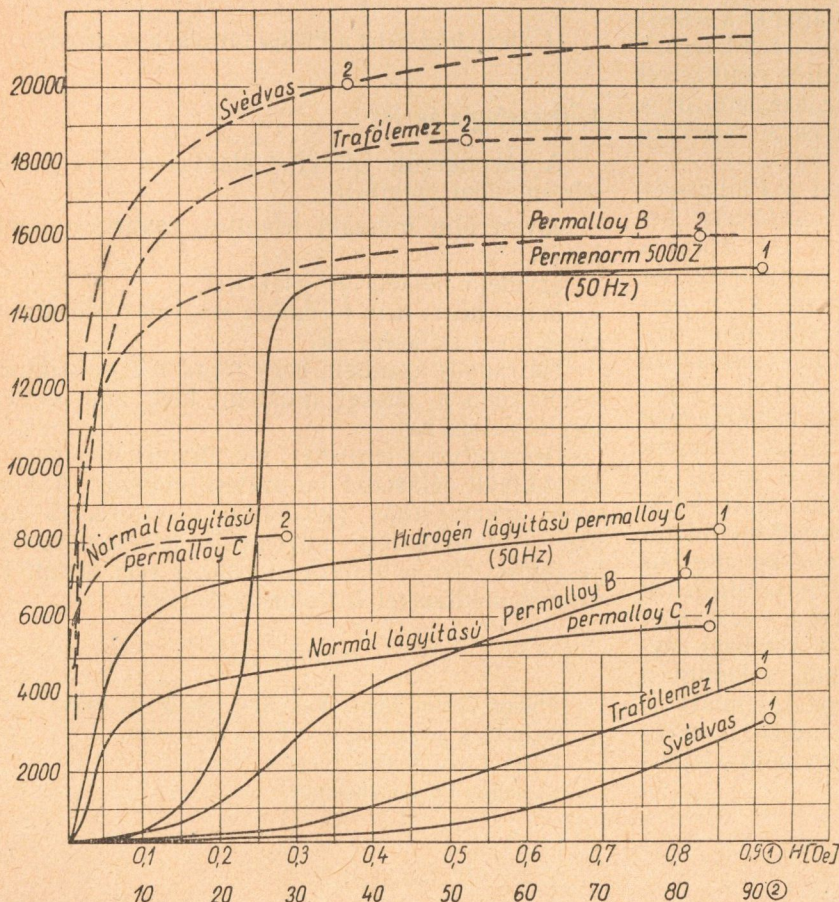
$$L = \mu_v \mu_0 \frac{Q_v}{l_v} n^2 [H],$$

ahol  $\mu_v = 1,26 \frac{\mu H}{m}$ ;  $\mu_0 \approx \mu_5$ ;

$Q_v$  a vasmag  $mm^2$ -ben mért keresztmetszete,  $l_v$  a vasmag közepes erővonal-hosszúsága  $mm$ -ben,  $n$  pedig a menetek száma.

Mágneses árnyékolóhatás számításánál  $\mu_0$  vagy  $\mu_5$  értékkel csak az esetben számolhatunk, ha a zavaró külső erőter  $H_k \leq 5$  mOe. Ennél nagyobb térintenzitás mellett a mágnesezési görbéből állapítjuk meg a permeabilitás értékét. A  $d$  mm falvastagságú és  $D$  mm átmérőjű körbura belsejében a  $H_b$  erőter a külső térhez viszonyítva:

$B [Gs]$



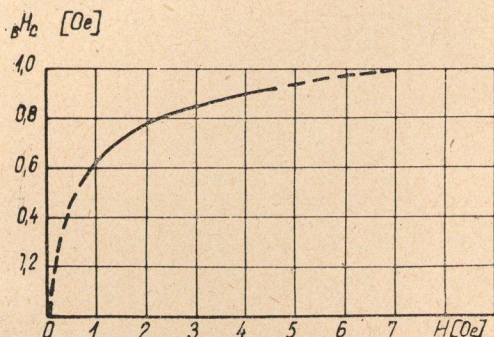
1. ábra. Lemezanyagok mágnesezési görbéi



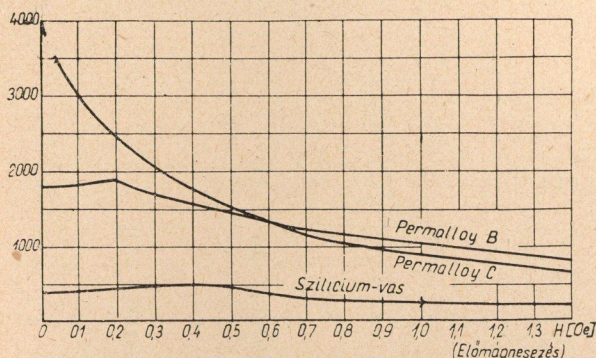
| A vasanyag alkalmazása                                                         | A tervező szempontjai                                                                    | Célszerűen felhasználható anyag                            | Az anyag lágyítási módja                          | $\mu_0$    | $\mu_s$       | $\rho_{\max}$    | $B_{\max}$ KG | $B_r$ KG   | $H_c$ Oe          | $V_s$ W/kg        | $V_{10}$ W/kg | $V_{10}$ W/kg | $\frac{q}{\Omega \text{mm}^2}$ $\frac{q}{\mu-10^3}$ m | $\gamma'$ kg/dm | $\delta$ 20<br>$\delta$ 100 | $\square$  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|---------------|------------------|---------------|------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|------------|
| <b>Jelfogók</b>                                                                | A közönséges lágyvasnál kisebb koercitív erejű anyag                                     | Kismértékben szennyezett lágyvas Svédvas                   | 800—900 C°-on, 2 <sup>h</sup> normál atm.-ban     | 100—250    |               | 5000—70000       | $\geq 21,5$   | 13,0       | 0,8<br>1,0<br>1,2 |                   |               |               | 0,11                                                  | 7,88            |                             |            |
| <b>Hálózati trafó, fojtó</b>                                                   | Svédvasnál kisebb veszteségű anyag                                                       | 3,5—4,5 Si + Fe<br>Trafolemez, vagy:                       | 800 C°-on, 2 <sup>h</sup> zárt edényben           | 250—400    |               | 4500—6500        | $\geq 18,0$   |            | ~0,4              | 1,1<br>1,2<br>1,3 |               |               | 0,60                                                  | 7,48            |                             |            |
| <b>Hangszóró trafó</b>                                                         | Svédvasnál kisebb veszteségű és nagyobb permeabilitás                                    | 2,5 Si + Fe<br>Hipersil                                    | 1200 C° 40 <sup>h</sup> H <sub>2</sub> atm.-ban   | 800—1500   |               | $\geq 20000$     | ~20           |            | ~0,1              | 0,75              | 1,75          |               | 0,45                                                  | 56—30           |                             |            |
| <b>Átvívócsévék</b>                                                            | A trafolemezeknél nagyobb permeabilitású anyag, előmágnesezés iránti érzéketlenség       | 2,5—4,5 Si + Fe<br>Hírad. t.-i tr. lemez, vagy<br>Hipersil |                                                   | $\geq 800$ |               |                  | $\geq 19,5$   |            |                   |                   |               |               | 0,50                                                  | 62,5            |                             |            |
| <b>Hang- és vívő-frekv. trafók</b>                                             | Igen nagy kezdeti permeabilitás                                                          | 78,5 Ni + 3 Mo + Fe<br>Permalloy C                         | 1000 C°-on 2 <sup>h</sup> norm. atm.-ban          |            | $\geq 8000$   |                  | $\geq 8,0$    | $\geq 6,0$ | ~0,05             |                   |               |               | 0,55                                                  | 6,9             | A DIN 41301 nem köti meg.   | *<br>~0,75 |
| <b>Magnetofonfejek</b><br>Mágneses árnycoló                                    | Kis gerjesztésre is nagy fluxussűrűség                                                   |                                                            | 1100 C°-on 1 <sup>h</sup> H <sub>2</sub> atm.-ban |            | $\geq 16000$  | $\geq 80000$     | $\geq 8,0$    | $\geq 6,0$ | $\leq 0,05$       |                   |               |               | 0,55                                                  | 3,45            |                             | *<br>~0,78 |
| <b>Hang- és vívő-frekv. trafók</b><br>előmágnesező hatású (egyen-áramú) körben | Előmágnesezés hatására a permeabilitás kisebb mértékben változik, mint a permalloy C-nél | 45 Ni + 55 Fe<br>Permalloy B                               | 900 C°-on 2 <sup>h</sup> normál atm.-ban          |            | $\geq 1800$   |                  | $\geq 16,0$   |            | ~0,3              |                   |               |               | 0,45—0,50                                             | 25—27,7         | $\frac{3}{\sqrt{2}}$        |            |
| <b>Subminiatur hang- és vívő-frekvenciás trafók</b>                            | A permalloy C-t felülmúló kezdeti permeabilitás                                          | Supermalloy                                                | 1100 C°-on 1 <sup>h</sup> H <sub>2</sub> atm.-ban | ~100,000   | $\geq 2500$   | ~10 <sup>6</sup> | ~7,9          |            | 0,002             |                   |               |               | 0,45—0,50                                             | 18—20           | 8,17                        |            |
| <b>Telefonmembrán</b>                                                          | Permanens erőter hatására sem lényegesen csökkenő permeabilitás                          | 49 Co + 2 Va + Fe<br>Vanadium-Permendur                    |                                                   | 800        | $\mu$ rev 400 | ~5000            | ~24           | ~14        |                   |                   |               |               | 0,60                                                  | 0,6             | 8,77                        |            |
| <b>Impulzustrafók</b><br>Számoló áramkörök<br>Mágn. erősítők                   | Derekszüges hiszterezishurok                                                             | 50 Ni + 50 Fe<br>Permenorm 5000Z (Texturás anyag)          |                                                   | ~400       |               | $\geq 50000$     | 15,0          |            |                   |                   |               |               | 0,26                                                  | 32,6            | 8,10                        | $\geq 0,9$ |

\* A négyzetjegységet permalloy C esetében csupán összehasonlításként adjuk meg  $B_r/B_{\max}$ -ból számítva.





2. ábra. Jelfogóvas koercitív erejének összefüggése a térerősséggel



3. ábra. Normál atmoszférában lágyított permalloy B, C és Si-Fe ötvözet (trafólemez) permeabilitásának függése az egyenáramú előmágnesezéstől (Standard katalógus nyomán)

$$\frac{H_k}{H_b} = \mu \frac{4}{3} \frac{d}{D}$$

$\mu_{\max}$  és  $B_r$  többnyire tájékoztató jellegű adatok.

A  $H_c$  koercitív erő a jelfogók számításánál mérendő adat. A remanencia okozta húzó-erő  $P_r$  ui. a légrés-hatás miatt arányos a koercitív erővel:

$$P_r = k \cdot Q_v \cdot B_r^2$$

$$B_r = k^2 \cdot H_c$$

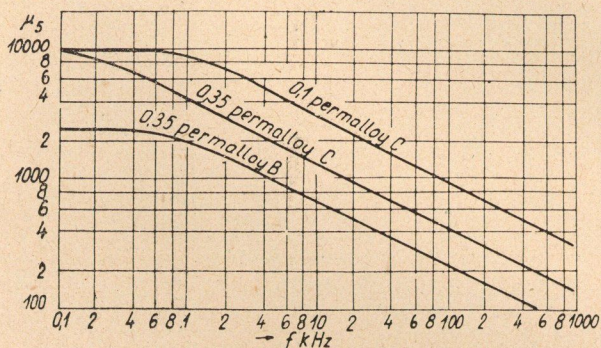
$Q_v$  a szembenálló vasfelület;  $B_r$  a remanencia;  $k$  és  $k^2$  arányossági tényezők;  $\mu_{\max}$ ,  $B_r$ ,  $H_c$  adatai ballasztikus mérés eredményei.\*

A táblázatban szereplő adatok közül még három, eddig kevésbé elterjedt adat meghatározását is megadjuk:

A fajlagos ellenállás és a kezdeti permeabilitás  $\varrho/\mu_0$  viszonya arra a frekvenciára jellemző, melynél a vasmag permeabilitása a 0 Hz-en mért értékhez képest  $\sqrt{2}$ -ed részére esik. Ez a „határfrekvencia” az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$f_h = \frac{10^4}{\pi^2} \cdot \frac{\varrho}{\mu} \cdot \frac{1}{d^2} \text{ kHz,}$$

\* Az utóbbi időkben egyre inkább terjed el az 50 Hz-en történő mérés és ennek eredményei némileg eltérnek a kevésbé praktikus ballasztikus módszer eredményeitől. Az eltérés különösen a max. permeabilitásban, vagy nagy kezdeti permeabilitású anyagok adatainál lehet jelentős (ATM. März, 1934. J60-1).

4. ábra. Trafólemez, permalloy B és C permeabilitásának frekvenciafüggősége Domsch: „Der Übertrager...” c. munkája nyomán. (Az ábrából meghatározható határfrekvencia a szövegben közölt formulával számított értékektől elvi okokból eltér. A számítás ennek ellenére alkalmas  $f_h$  becslésére.)

ahol  $d$  a mm-ben mért lemeztávastagság (L. Domsch: Der Übertrager der Nachrichtentechnik 24. old.)

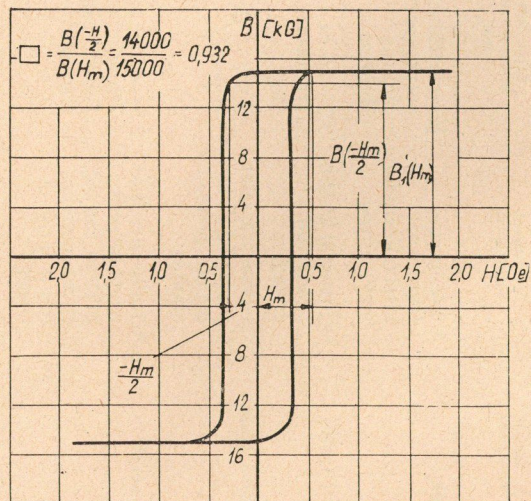
$\delta$  a térerősség növekedéssel járó átlagos permeabilitás-növekmény. Ezt az értéket a DIN 41 301 (Magn. Werkstoffe für Übertrager) 20 mOe-ről 5 mOe-re és 20 mOe-ről 100 mOe-re való térerősségváltozás előidézte  $\Delta\mu/\mu$ -ként definiálja:

$$\delta_5 = 66,7 \frac{\mu_{20} - \mu_5}{\mu_{20}} \text{ Oe}^{-1} \text{ és } \delta_{100} = 12,5 \frac{\mu_{100} - \mu_{20}}{\mu_{20}} \text{ Oe}^{-1}$$

Ez az adat elsősorban a torzítás (Klirrfaktor) számításánál fontos. Értéke nagymértékben függ a lágyító-eljárást követő hűtési folyamatától. Mivel Magyarországon tömeges lágyítással foglalkozó üzem még nincs, a táblázatban megadott adat magyar anyagokra csak tájékoztató jellegű.

□ a hiszterézis hurok négyszögességi tényezője.

A hiszterézishurok „négyszögességére” jellemző szám kétféle, nem egyértelmű meghatározása szokásos. Egyik szerint a remanencia és telítés viszonya jellemző a hurok derékszögességére. Mihelyt azonban egybeolvadni látszik a remanencia a telítés értékével, a hibalehetőség igen nagy (5. ábra).



5. ábra. Permenorm 5000 Z telítési hiszterézis karakterisztikája



A hiba elkerülése végett mások ugyancsak az 5. ábrán feltüntetett módszerrel állapítják meg a négyzetesség tényezőjét. Eszerint a telítés kezdetéhez tartozó gerjesztés fél-értékét mérik a negatív  $H$  tengelyre. Azt az indukció értéket viszonyítják a telítéshez, ahol a  $-H_m/2$ -ből emelt ordináta a hurkot metszi. Persze ez a „reális metszés” csak „derékszöges” anyag hiszterézis hurokján lehetséges.

Táblázatunkban a feltüntetett *permenorm* 5000 Z tényezőjét az utóbbi módon állapítottuk meg.

## Az anyagokkal kapcsolatos megjegyzések

### Jelfogó-vas (színvas)

A jelfogók céljára gyártott ózdi, színvas nagy általánosságban eddig is megfelelőnek bizonyult. Az utóbbi idők fejlődésének eredménye, hogy a vas P-, S- és C-tartalmának csökkentésével, de főként a kristályszerkezet kialakításának figyelembevételével, a koercitiv-erő legmagasabb értéke 1,2 Oe-ről 1 Oe-re csökkenthető.

### Trafólemez

Ez az erőáramú szempontból elfogadható minőségű anyagunk híradástechnikai szempontból — különösen átvivőcsévék szempontjából — a 400-nál gyakran jóval kisebb kezdeti permeabilitása miatt csak igen sok nehézség árán használható. A gyártó üzem szakemberei szerint nincs technológiai akadálya a híradástechnikai célra is elfogadható anyag előállításának. Nehézséget csupán abban az adminisztrációs akadályban látunk, mely szerint a borsodnádasdi üzem nem kap külön megbízatást gondosabban kidolgozott híradástechnikai anyagokra.

A valóságnak megfelelően a táblázatban és diagramokban a trafólemezek legszokásosabb értékeit tüntettük fel, tehát nem a kellő adatokat.

### Hipersil

Megfelelő hengerlési módszerekkel úgy rendezik az anyag kristályszemcséit, hogy a kristályok zömének „előnyös mágnesezési iránya” a hengerlés irányába essék. Ezáltal válik az anyag „anizotróppá”. Az anizotróp anyagok (mint pl. az alább említendő *permenom* 5000 Z is) a hengerlés irányában mutatják legkiválóbb mágneses tulajdonságaikat, melyek felülmúlják a hasonló összetételű izotróp anyag tulajdonságait.

A *Hipersil* a híradástechnikában viszonylag nagy  $\mu_0$  miatt különösen átvivőcsévék gyártására alkalmas anyag. Kényes esetekben mint hangszóró-trafó anyag is igen jól használható kis wattvesztése miatt. Gyártástechnológiai szempontból nehézség, hogy a hengerlés iránya által megszabott

kedvező értékek kihasználása végett a szalagot spirál-mag formában célszerű feldolgozni.

Az ilyen magok viszont csak toroidként tekercselhetők. Nézetünk szerint ez mégsem jelenthet hátrányt az anyag elterjedése szempontjából.

### Híradástechnikai trafólemez

Kidolgozását nemrég vették tervbe. Kisebb *Sitartalmú* lenne, mint a közönséges trafólemez. A *Hipersil* és a trafólemez közt foglalnak helyett jellemző értékei.

### Permalloy C

Kezdeti permeabilitása és egyéb jellemzői semmiben nem maradnak el a külföldi gyártmányok mögött. Mint a permalloy-csoportba tartozó minden anyag, ez is kényes a lágyítás módjára, valamint a lágyítást követő esetleges mechanikai hatásokra (pl. rázás, szerelés). Ezt a két tényezőt figyelembe véve 0,1—0,35 mm vastagságú lemezek importja teljes mértékben felszámolható. A 0,1 mm-nél vékonyabb szalagok gyártása ez év során kezdődik meg.

### Permalloy B

A nemzetközi piacon megfelelő minőségű. Alkalmazása a 3. ábra szerint akkor célszerű, ha 0,2—0,3 Oe-nél nagyobb az egyenáramú előmágnesezés.

### Supermalloy és Vanádium permendur

Hasonló anyagok kidolgozás alatt. Helyettesítés esetleg permalloy B-vel.

### Permenorm 5000 Z

Kísérleti gyártása folyamatban.

Hasonlóan „texturás”, mint a *Hipersil*. A hengerlés megfelelő technológiájával párhuzamosra állítja az anyagot alkotó kristályok előnyösen mágnesezhető irányait. Ilyenformán a mágnesezhetőség meglehetősen jó, bár érdekes, hogy a kezdeti  $\mu$  mindössze 400, a  $\mu_{\max}$  viszont 50 000. Az optimálisan mágnesezhető tengely mentén a telítési mágneszettség állapota is tartós, tehát nagy a remanencia értéke, melyet viszont a  $H_c$  hirtelen tör le s ebből adódik a „derékszöges” hiszterézis hurok.

Ez az anyag éppen azért alkalmazható jól memória-elemként, mert a remanens mágnességgel mintegy „emlékezetében marad” a felmágnesezettség állapota. A hirtelen felső-könyök a szinuszos gerjesztés hatására számos felharmonikust idéz elő, tehát harmonikus generátorban is előnyösen alkalmazható. Jellemzője a 0,9-nél nagyobb négyzetesség tényezője.



## Páncélos kábelek védelmére használt bitumen hidegfolyásának vizsgálata

IPOLYI KÁROLY, Posta Kísérleti Intézet

Páncélos kábeleket meleg, napsütéses helyen tárolva, a páncélzat feletti bitumen védőréteg a kábelekről lecsuroghat.

A használt bitumen folyási hajlamának vizsgálatára H. Nüssel adatai alapján aluminium lemezre 3 mm vastag bitumenrétegeket vittünk fel. Mértük ezek elmozdulását a hőmérséklet és a hajlásszög függvényében. Vizsgálatainkat nagylengyelű eredetű bitumenekkel végeztük.

Megállapítottuk, hogy a fűtőlajból fűvott bitumen folyt a legkevésbé. Magasabb lágyuláspontú bitumennek kábelipari célokra a fűtőlajból fűvott bitumen a legalkalmasabb.

A páncélos kábelek korrózióvédelmét bitumen rétegek biztosítják. E bitumenek minőségétől függ, hogy a kábel a használati körülmények között a korróziós behatásoknak kellőképpen ellenállhasson.

A bitumen termoplasztikus természetű anyag, ezért növekvő hőmérséklet hatására meglágyul, míg végül is többé-kevésbé valódi folyadék állapothoz megy át.

A bitumen azon hőmérséklet közöttben, melyekben használják — a szélső alacsony hőmérsékletet nem tekintve — nem merev, hanem plasztikusan formálható. Ezen alapszik sokrétű alkalmazása olyan termékek előállítására, melyek a különböző külső formáló erőknek (húzó, nyomó és hajlító igénybevételek) engednek, s így nem könnyen mennek tönkre. E tulajdonsága teszi lehetővé, hogy a kábelek védőrétegei a fektetésnél és a használatban fellépő igénybevételek ellenére is kifogástalan állapotban megmaradnak.

A bitumen anyagok bizonyos körülmények között külső erők behatása nélkül, egyedül önsúlyuk hatására is elformálódhatnak, mert a felsőrétegek az alattuk levőkre eltoló erőt fejtenek ki, melyeket ezek — éppen plasztikus jellegüknél fogva — esetleg nem bírnak ki. A formálódás ezen fajtáját folyásnak nevezzük. Bitumenes anyagok részére ez éppen olyan jellemző tulajdonság, mint a külső erővel való hajlíthatóság, vagy nyújthatóság. Vékony bitumen rétegek csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem hajlamosak a folyásra. A folyás kérdése akkor válik jelentőssé, ha a rétegek vastagabbak, vagy nagyobb az anyagmennyiség. Vékony bitumen film közepkemény bitumenből (pl. mázolás merőleges falfelületen) a legerősebb napsugár hatását

is kibírja anélkül, hogy lecsurogna, míg ugyanaz a bitumen nyitott, vízszintesre fektetett tároló hordóból lassan, de biztosan kicsurog.

A bitument viszonylag vastag rétegben használják a kábelek páncélozásának a bevonására, ezért a folyásjelleg tanulmányozásának figyelmet kell szentelni.

A bitumen anyagok szokásos vizsgálati eljárásaival megállapítható adataink a folyáshajlamoság számszerű vizsgálati értékeire vonatkozóan hiányosak. A Fraass-féle töréspont vizsgálat pl. alacsony hőmérsékleten úgy állapítja meg a bitumen hajlíthatóságát, hogy azt a hőmérsékletet keresi, ahol az már merev. E meghatározás és a folyási hajlam között nincs közvetlen összefüggés. Ugyanez vonatkozik a nyújthatóságra, a duktilitásra, melynél erős húzófeszültség működik.

A lágyuláspont és a penetráció tényleges összefüggésben vannak. Ezek mértékei: a keménység megszűnésének a lágyuláspont, a tényleges keménységnek a penetráció. Itt ténylegesen fennáll bizonyos összefüggés a folyási hajlammal, mert a lágyabb bitumen folyásra hajlamosabb, mint a keményebb minőség. Más kérdés, milyen mértékben fog egy bizonyos lágyuláspontú bitumen adott körülmények között folyni; erre a vizsgálat nem válaszol.

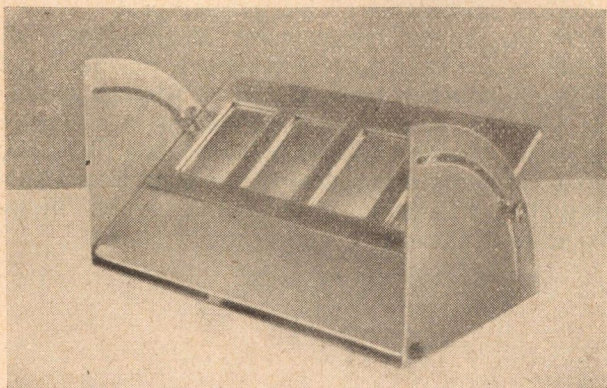
E hiányosság volt az oka, amiért korábban különleges eljárások fejlődtek ki, hogy a bitumenek folyási hajlamát megvizsgálják. E vizsgálatok nem voltak az általános bitumen vizsgálat részei, hanem mindig egy-egy adott esetre használták, ezért az irodalomban csak szétszórva találhatók meg.

Kialakult vizsgálati módszerre pedig szükség lenne. A páncélos kábeleknél a páncél fölé vitt bitumenréteg meleg, napsütéses időben huzamos ideig tartó szabadban állás után a kábeltől lecsuroghat, ha a bitument nem alkalmas minőségben választják meg. Ismernünk kell tehát a kábelek páncélozására használt bitumenek folyási hajlamát, hogy a már kész kábeleknél ne érjen kellemetlen meglepetés.

A bitumen hidegfolyására alkalmas vizsgálati módszert H. Nüssel dolgozta ki. Ez az alábbiakban ismertetett módszer alkalmas arra, hogy a bitumen folyáshajlamát, bizonyos rétegvastagság mellett, a hőmérséklet, az idő és a hajlásszög függvényében megállapítsa.

### A vizsgálat elve

Sablon segítségével fémlapra a vizsgálandó bitumenből rétegeket viszünk fel és a fémlapot a bitumen rétegekkel különböző hajlásszögre állítható készülékre helyezük.



1. ábra. Készülék a bitumen hidegfolyásának vizsgálatára



A készülék és a felvitt anyag fényképeit az 1. és 3. ábrák mutatják.

A bitumen próbatesteknek a vizsgálati idő alatt bekövetkező meghosszabodását mm-ben, mint folyási hosszt adjuk meg.

### Vizsgálati eszközök

A próbatestek előállítására használt forma (1. ábra) a következő részekből áll:

Fényes, 2 mm vastag  $20 \times 30$  cm nagyságú alumínium alaplemez, melyen négy tűske van a sablon rögzítése végett.

Különböző hajlásszögre állítható készülék az alaplemez elforgatására.

Fényes, 3 mm vastag alumíniumlemez sablon  $30 \times 13$  cm nagyságban, négy  $80 \times 50$  mm nagyságú ablaknyílással és ezek között 20 mm-es nyílásközzel, melyek keskenyebb oldala egyvonalban fekszik és a hosszabb oldalak párhuzamosan futnak. A lap sarkaiban négy lyuk van, melyekbe az alaplemez tűskéi beleillenek. A sablon két beépített fogantyúval leemelhető.

7 mm széles spatulya, acéllemezből.

### A vizsgálat végrehajtása

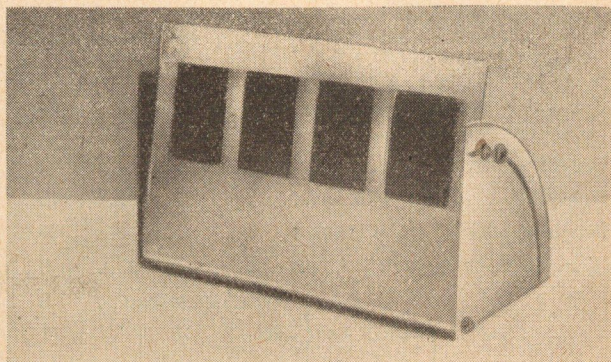
Az öntőformák elkészítésére az alapot és a sablont jól megtisztítjuk, s a sablont a tűskékkel az alaphoz illesztjük. Kb.  $80^\circ\text{C}$ -kal a gyűrűsgolyós lágyuláspontja fölé melegített bitumennel a sablon kiöntő nyílásait kiöntjük oly módon, hogy ezek egyenletesen legyenek feltöltve és a massa azokat jól túlfedje. Lehűlés után a bitumen felesleget a spatulyával levesszük, hogy a próbatest egyenletesen síma felületű legyen. Ezután a sablont óvatosan leemeljük. Ez általában nehézségbe nem ütközik, ha a sablon bevágásának oldalfületeit glicerín és dextrin 3:1 arányú keverékével előzetesen vékonyan bekenjük, hogy a bitumen odatapadását megakadályozzuk.

Az alaplemezt a rajta maradt próbatestekkel (2. ábra) a kívánt hajlásszögre állíthatjuk be és 1 vagy 2 órai időtartamra a már előzetesen a vizsgálati hőfokra beállított szárítószekrénybe helyezzük, s utána a vizsgálati testek meghosszabodását (3. ábra) megmérjük.

A folyási hossz az a hosszúság mm-ben, amennyire a próbatest a legtávolabb eltolódott. Ha két vagy több előretolt ék keletkezett, akkor ezek mért hosszabodásainak a középértékét kell számítanunk. A hibahatár ugyanazon körülmények között végzett méréseknél legfeljebb  $\pm 5\%$ .

A folyási hossz a kísérleti idővel általában egyenesen arányos. A folyási hajlam a hajlásszöggel általában arányosan növekszik.

A folyási hossz növekvő hőmérséklettel kezdetben csak lassan emelkedik, majd gyorsabban, s egy bizonyos hőmérsékleten túl egyenes arány van a folyási hajlam és a hőmérséklet között. Ez a hőmérséklet kb.  $5-10^\circ\text{C}$ -kal alacsonyabb a gyűrűsgolyós lágyuláspontnál.



2. ábra. Készülék a próbatestekkel a sablon leemelése után

### Az elvégzett kísérletek

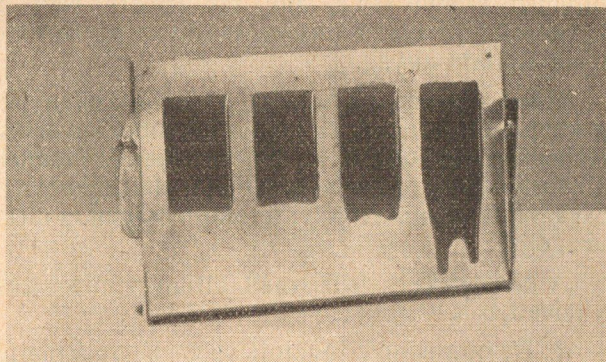
A kábelek külső burkolatának a bevonására az MNOSZ 3266  $K_3$  bitument\* használják. A  $K_3$  bitumen csak nagylengyeli nyersolajból készül, egyéb hazai nyersolajfélésegekből kábelipari célokra alkalmas bitumenek nem állíthatók elő. A továbbiakban is csak nagylengyeli nyersolajból készült termékekről lesz szó.

A  $K_3$  bitumen gyártására az egyik lehetőség, hogy  $K_1$ , tehát lágyabb bitumenből fúvatják. A  $K_1$  bitumen vákuumdesztillációs maradék. A másik lehetőség, hogy nagylengyeli nyersolajból készült fűtőolajból fúvatják. Két éven keresztül a  $K_1$  bitumenből való gyártásnak technikai akadályai voltak. Az akadályok elhárultak, s így a  $K_3$  bitumen mindkét technológiával gyártható.

A fűtőolajból fúvatott bitumeneket gyengébb minőségűnek tartottuk, mert alacsonyabb lágyuláspontú fajtáinál a szokásos vizsgálati jellemzői kedvezőtlenek voltak. Ezért a vákuumdesztillációs maradékból fúvatással való gyártást választottuk végleges megoldásnak. A fűtőolajból fúvatott bitumen előállítását aránylag sok olajosrész-tartalma miatt csak arra az átmeneti időre terveztük, amíg az ásványolajipar adottságai lehetővé teszik a vákuumdesztillációs maradékból történő fúvatással való gyártást.

\* Az MNOSZ 3266 „Ásványolajbitumen villamosipari célra” szabványban háromféle bitumenminőség szerepel. Ezek közül:

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| a $K_1$ bitumen lágyuláspontja | 49—54 $^\circ\text{C}$ , |
| a $K_2$ „ „                    | 59—65 „                  |
| a $K_3$ „ „                    | 80—100 „                 |



3. ábra. A szárítószekrényből kivett készülék



1. táblázat

**K<sub>3</sub> bitumen és fűtőolajkeverékek vizsgálata**

| A bitumen minősége<br>A keverékben a fűtőolaj kb. mennyisége % |          | K <sub>1</sub><br>25 | FK <sub>3</sub><br>25 | TK <sub>3</sub><br>25 | K <sub>2</sub><br>0 | K <sub>3</sub><br>33 | FK <sub>3</sub><br>33 | TK <sub>3</sub><br>33 | K <sub>3</sub><br>40 | FK <sub>3</sub><br>40 | TK <sub>3</sub><br>40 |
|----------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lágyuláspont, C° .....                                         |          | 65                   | 65                    | 65                    | 65                  | 59                   | 59                    | 59                    | 55                   | 55                    | 55                    |
| Duktilitás 25 C°-on, mm .....                                  |          | 110                  | 64                    | 270                   | 140                 | 240                  | 100                   | 780                   | 370                  | 156                   | 1000                  |
| Penetráció 25 C°-on, 0,1 mm .....                              |          | 49                   | 73                    | 30                    | 35                  | 71                   | 95                    | 46                    | 100                  | 110                   | 70                    |
| Ólomcsikpróba megfelelő C°-on .....                            |          | ±0                   | ±0                    | 10                    | 5                   | ±0                   | ±0                    | 5                     | ±0                   | ±0                    | ±0                    |
| Folyási hossz<br>mm-ben<br>1 óra alatt                         | 40 C°-on | 30° szögállásban ..  | 0                     | 0                     | 0                   | 1,0                  | 0,3                   | 1,0                   | 1,8                  | 1,3                   | 3,5                   |
|                                                                |          | 60° „                | 1,0                   | 0,5                   | 0,9                 | 1,0                  | 2,8                   | 1,0                   | 1,8                  | 4,9                   | 2,0                   |
|                                                                |          | 80° „                | 1,8                   | 0,8                   | 1,8                 | 2,3                  | 3,9                   | 1,5                   | 2,3                  | 7,5                   | 3,8                   |
|                                                                | 50 C°-on | 30° „                | 1,4                   | 1,2                   | 3,0                 | 1,0                  | 2,0                   | 1,8                   | 5,5                  | 2,8                   | 2,3                   |
|                                                                |          | 60° „                | 3,7                   | 2,0                   | 10,1                | 2,2                  | 9,0                   | 5,1                   | 17,0                 | 10,3                  | 7,5                   |
|                                                                |          | 80° „                | 5,5                   | 2,8                   | 14,8                | 3,0                  | 13,7                  | 7,5                   | 24,7                 | 25,5                  | 13,7                  |
|                                                                | 60 C°-on | 30° „                | 4,3                   | 2,5                   | 6,2                 | 4,6                  | 7,0                   | 6,5                   | 17,6                 | 19,5                  | 14,1                  |
|                                                                |          | 60° „                | 12,3                  | 7,3                   | 22,7                | 12,2                 | 18,3                  | 14,6                  | 54,0                 | 46,7                  | 31,2                  |
|                                                                |          | 80° „                | 17,7                  | 10,2                  | 33,2                | 13,4                 | 25,7                  | 20,0                  | 78,0                 | 72,0                  | 56,0                  |

A fűtőolajból fúvatott K<sub>3</sub> bitumennek magas a penetrációja, de kedvező, rendkívül alacsony az ólomcsikpróba értéke. A K<sub>1</sub> bitumenből fúvatott K<sub>3</sub> bitumennek viszont kisebb a penetrációja, az ólomcsikpróba azonban az ilyen lágyuláspontú bitumentől várható értéket adja, ami lényegesen magasabb, mint a fűtőolajból fúvatott bitumené. A nagyobb penetráció kiegyenlítésére azt javasoltuk hogy a fűtőolajból fúvatott K<sub>3</sub> bitument 90—95 C°, a K<sub>1</sub> bitumenből fúvatott K<sub>3</sub> bitument pedig 80—85 C° lágyuláspontú minőségben gyártsák a kábelipar részére.

A fűtőolajból készített nagyobb olajtartalmú K<sub>3</sub> bitumennel szemben az volt az aggályunk, hogy napsütéses, meleg helyen, főleg raktározás közben, a kábelekről lecsurog. A kábelben levő bitumen ugyanis valójában hígabb, mint amelyet felvittek, mert a kábelek papír és kenderfonal bevonatanyagait előzetesen híg bitumenes-olajos masszában kifőzik. Eközben a papír, illetve a kenderfonalak nedvességtartalmukat elvesztik és tökéletes, hígabb-bitumenes előítatót kapnak. E célra nagylengyeli nyersolajból készült fűtőolajat használnak, mely híg, alacsony lágyuláspontú bitumen. A fűtőolajat még kb. 25% K<sub>1</sub> bitumennel töményíteni is szokták. A kábelipari anyagnormák szerint a kábel páncélozásánál felhasznált előítató anyag-bitumen aránya 1:2, ami azt jelenti, hogy a kábelre felvitt összes bitumenes anyag egyharmad része előítató anyag.

Mivel a bitumen a kábeleken az előítató anyaggal hígul, célul tűztük ki, hogy a különböző gyártási technológiával készült K<sub>3</sub> bitumenekeket és ezeknek a kábelgyártásnál szokásos fűtőolaj előítató anyaggal készült keverékeit folyási tulajdonságaikra megvizsgáljuk.

A kísérletekhez felhasznált bitumen minőségek a következők voltak:

1. K<sub>1</sub> bitumenből fúvatott 82 C° lágyuláspontú K<sub>3</sub> bitumen, jelöljük K<sub>3</sub>-mal.

2. Fűtőolajból fúvatott, szintén 82 C° lágyuláspontú K<sub>3</sub> bitumen, jelöljük FK<sub>3</sub>-mal.

3. Vákuumdesztillációs maradékként készült, szintén 82 C° lágyuláspontú K<sub>3</sub> bitumen, jelöljük TK<sub>3</sub>-al. E bitumenféleséget azért iktattuk be kísérleteinkbe, hogy a nem fúvatott bitumen folyási tulajdonságait is megismerjük.

4. Az MNOSZ 3266 szabványnak megfelelő K<sub>2</sub> bitumen 65 C° lágyuláspontú minőségben.

A kísérleti keverékekhez használt fűtőolaj viszkozitása 100 C°-on 17.0 E° volt.

A K<sub>3</sub>, FK<sub>3</sub> és TK<sub>3</sub> bitumenekkel olyan fűtőolaj keverékeket készítettünk, melyekben a fűtőolaj mennyisége kb. 25%, 33% és 40%, lágyuláspontjuk pedig pontosan 65 C°, 59 C° és 55 C° volt. E keverékek tehát a kábelpáncélzaton végtermékként kialakuló bitumen minőségekkel egyenértékű anyagokat állítottunk elő.

A bitumen-fűtőolaj keverékek vizsgálati adatait tartalmazó 1. táblázatból megállapíthatjuk, hogy az FK<sub>3</sub> bitumen-fűtőolajkeverékek folyási hajlam szempontjából lényegesen kedvezőbben viselkedtek a K<sub>3</sub> bitumen azonos lágyuláspontú keverékeinél, mert ugyanazon hőmérsékleten és ugyanazon hajlásszög mellett lényegesen kisebb folyási értékeket mutattak.

A TK<sub>3</sub> bitumen-fűtőolaj keverékek rendkívül nagy folyási hajlamot mutattak. E keverékeknél az ólomcsikpróba értéke is gyengébb volt. E kísérlet is bebizonyította, hogy a vákuumdesztillációs maradék bitumen rossz hidegfolyási tulajdonságai miatt is alkalmatlan kábelipari célokra.

A kísérleteket megismételtük magasabb, 90 C° lágyuláspontú K<sub>3</sub> bitumen fűtőolaj keverékeivel is. Ezeknél a fenti lágyuláspontú bitumen keverékek elkészítéséhez lényegesen több fűtőolajra volt szükség. Ennek ellenére a folyási hajlamban nem mutatkozott semmi különbség. Az ugyanazon lágyuláspontú hígított bitumenek mindkét alapanyag esetén azonos folyási tulajdonságokat mutattak. A K<sub>2</sub> bitumen folyási tulajdonságai tekintet-



ben egy árnyalattal gyengébben viselkedett, mint a 65 C°-ra lágyított  $FK_3$  keverék. A kísérletet összehasonlítás céljából végeztük el, hogy a szokványos gyártási technológiával készült  $K_2$  bitumen folyási tulajdonságait is megismerjük.

Fűtőolajjal való hígítás nélkül is elvégeztük a kísérleteket a különböző 82 C° lágyuláspontú  $K_3$  bitumenekkel. A vizsgálati adatokat a 2. táblázat tartalmazza. Folyás szempontjából a  $K_3$  és  $FK_3$  egyformán viselkedtek, a  $TK_3$  azonban lényegesen gyengébb volt. A kísérleteink azt bizonyítják, hogy a nagylengyeli fűtőolajból fűvatott bitumen  $K_3$  minőségben rendkívül értékes

bitumenfajta magasabb lágyuláspontja ellenére sem rideg, ezért hideg időben sem kell félni a védőrétegeknek hajlítás hatására bekövetkező megrepedésétől. A fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumennél az ólomcsikpróba értéke, mely a bitumen ridegségére jellemző, kb. 10 C°-kal jobb, mint a bitumenből fűvatott  $K_3$  bitumené. A fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumennek előnye még, hogy fizikai tulajdonságai olyan jók, hogy a kábelek páncélozásánál az egyéb e célra használt bitumeneknél kb. 10 C°-al magasabb lágyuláspontú minőségben használható. E tény is elősegíti, hogy a kész kábeleken a bitumen védőréteg hidegfolyási tulajdonsága még kevésbé érvényesülhessen.

A kísérletek bebizonyították, hogy az eredetileg szükségből használt, fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumen a kábelek páncél feletti védelmére az alkalmasabb bitumenféleség. A fűtőolajból fűvatott bitumen csupán az alacsonyabb (40–70 C°) lágyuláspontú minőségekben gyenge minőségű, de 80 C° feletti lágyuláspontú féleségekben különösen jó anyag, mely előnyösen alkalmazható olyan helyeken, ahol egyéb bitumenfajták nagymérvű ridegségük miatt nem volnának használhatók. E fajta bitumen kitűnő oly esetekben, ahol felhasználása folyamán nagyobb mértékű hőmérsékletkülönbség igénybevételekkel kell számolnunk.

A fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumen kitűnik rendkívül hajlékony, szinte gumyszerű tulajdonságaival. E tulajdonsága lehetővé teszi, hogy a fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumen minden egyéb adalékanyag hozzáadása nélkül „B” jelű kábelkiöntő anyagként felhasználható legyen.

A kutatási eredmények alapján kábelipari célokra az ásványolajipar a  $K_3$  bitumént fűtőolajból fűvatott minőségben gyártja.

Köszönettel tartozom a kutatómunka eredményes elvégzéséért Mátyás Ferenc és Horvai Jenő munkatársaimnak, akiknek lelkiismeretes munkája tette lehetővé, hogy e közlemény megjelenhessen.

#### IRODALOM

- H. Nüssel: Über das Fließen von Bitumen. Bitumen, Teere, Asphalte, Pech und verwandte Stoffe. 1952. 1–5. old.  
H. Abraham—E. Brühl: Asphalte und verwandte Stoffe. Verl.: VK. Halle.  
MÁFKI: Újabb adatok a nagylengyeli ásványolajról. 58. kiadvány.

2. táblázat  
Különböző  $K_3$  bitumenek vizsgálata

| A bitumen minősége                           |          | $K_3$            | $FK_3$ | $TK_2$ |      |
|----------------------------------------------|----------|------------------|--------|--------|------|
| Lágyuláspont C° .....                        |          | 82               | 82     | 82     |      |
| Duktilitás 25 C°-on, mm .....                |          | 47               | 38     | 7      |      |
| Penetráció 25 C° 0,1 mm .....                |          | 20               | 39     | 11     |      |
| Penetrációs index .....                      |          | +2,6             | +4,0   | +1,6   |      |
| Ólomcsikpróba megfelelő C°-on ....           |          | 20               | 10     | 25     |      |
| Folyási<br>hossz<br>mm-ben<br>1 óra<br>alatt | 60 C°-on | 30° szögállásban | 0,8    | 0,3    | 0,8  |
|                                              |          | 60° „            | 1,0    | 0,5    | 1,0  |
|                                              |          | 80° „            | 1,3    | 0,8    | 1,4  |
|                                              | 70 C°-on | 30° „            | 1,5    | 1,4    | 2,5  |
|                                              |          | 60° „            | 2,0    | 1,9    | 5,2  |
|                                              |          | 80° „            | 2,5    | 2,2    | 8,0  |
|                                              | 80 C°-on | 30° „            | 4,0    | 3,5    | 7,0  |
|                                              |          | 60° „            | 5,0    | 4,5    | 11,5 |
|                                              |          | 80° „            | 5,8    | 5,5    | 16,7 |

anyag, melyet kitűnően lehet alkalmazni olyan helyeken, ahol a bitumennek külső terhelésmentesen hidegfolyás okozta alakváltozásától kellene tartani. A fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumen mind magában, mind a kábelgyártásnál szokásos előítató fűtőolajjal keverve igen kedvező alaktartó tulajdonságokkal rendelkezik. A fűtőolajból fűvatott  $K_3$  bitumen előnyösen használható a kábelek páncélozásánál külső védőburkolatként, mert e



## Trafo? Elko?

Vitaindító közlemény

Érdekes vitának voltunk a közelmúltban tanúi egyik fejlesztő laboratóriumban. A lényegét közöljük, mert közérdekűnek tartjuk. Hozzászólásokat — pro vagy kontra — szívesen fogadunk. Miről is van szó?

— Átnéztem ezt a transzformátorokról szóló cikkanyagot. Igen jó. Kár, hogy lépten nyomon „trafo” kifejezést használ transzformátor helyett. Vajon kijavítsam mindenütt?

— Véleményem szerint nem! Hiszen így beszélünk! Hányszor mondtad már te is elektrolitikus kondenzátor helyett, hogy „elko”?

— Igen, ez igaz, de mit szól az Akadémia? Tudod, az egyetemen is róssznéven vették, ha váltakozó áram helyett váltóáramot mondtunk! Szerintem is meg kell őrizni a hagyományokat és a nyelv tisztaságát.

— Tévedés! Nem hagyományokról van szó és a nyelv tisztasága sem csorbul. A trafó egyszerűen a transzformátor, az elko pedig az elektrolitikus

kondenzátor rövidítése. De, hogy csak a szakmánál maradjunk, te mindig kimondanád és leírnád a *Rávész* vagy a *Villrád* teljes nevét akkor is, ha az számtalanszor előfordul a közölnivalódban?

— Természetesen nem, de félek, hogy túlzásba esünk. Mondhatnók ezután talán azt is, persze túlzással, hogy „nézzük meg a kimenő feszély (feszültség) alakját a gráfon (oszcillográfon)”, mert sajnos, így is beszélünk néha.

— Nem erről van szó! Én is ellensége vagyok a műszaki zsargon nyelvnek, de szeretem a jó, egyszerű rövidítéseket. Különböztet meg a külföldi irodalmat. Sokhelyütt elfogadott a hasonló egyszerűsítés. Miért ne ismerjük be, hogy a nyelv fejlődik?

A vita csak szélesebb körben dönthető el. Kartársak, szóljanak hozzá! Az összesített eredmény javaslatára érhet, melyet esetleg a Tudományos Akadémia felé is továbbítunk. A hozzászólásokat felelős szerkesztőnk címére (I. borítóoldalon) kérjük.

## KÖNYVISMERTETÉS

*Kammerloher*: Rádiótechnikások elektrotechnikája, I. és II. k. (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1957) 14 és 22, 75 (A/5) iv; a két kötet ára 65,— Ft.

E könyv — szerzője előszava szerint — a rádiótechnikások és a tanulóifjúság számára készült. Véleményem szerint a könyvet felhasználók tábora ennél jóval szélesebb körűnek tekinthető, amint ezt már az eredeti német kiadvány (Fachbuchverlag GmbH Leipzig, 1953) közkezen forgása is bizonyította. Az egész elektronika, szűkebben a híradás- és műszertechnika körében dolgozók szívesen olvassák Kammerloher könyveit. A Kiadó igen jó szolgálatot tett a magyar gyengeáramú szakmának, amidőn e könyvet magyarul megjelentette. Műszaki gárdánk fiatalabb korosztályainak idegen nyelvtudása sajnos nagyon gyenge, nem beszélve a külföldi szakkönyvek egyéni beszerezhetősége rendkívül szűk korlátairól. Ilyen körülmények között nagyon fontos mennél több nélkülözhetetlen, valamely szakterület alaptudományát tartalmazó külföldi szakkönyv magyar kiadása.

A jelen könyv az elektrotechnikai alapismeretek elmélyítésére és az alaptörvények legfontosabb gyakorlati felhasználására oktatja az olvasót. A fellépő villamos és mágneses folyamatokat részletesen megmagyarázza, különválasztva az állandó állapotok (I kötet) és a váltakozó áramú rész (II. kötet) tárgyalását.

Előadásmódja egyszerű és szemléletes; sok jól szerkesztett ábra, táblázat és kidolgozott számítási példa növeli a megérthetőséget. Ezt még azzal is fokozza a szerző, hogy a fizikai jelenségeket először az elemi matematika nyelvén írja le, azután tér csak át a mérnökolvasók igényének kielégítése céljából a felsőbb matematika, különösen a szimbolikus számolás módszereire. Az anyag lényegének megértéséhez azonban nincs feltétlenül szükség magasabb matematikai képzettségre.

Az I. kötet az egyenáramú körök alaptörvényeivel kezdődik, majd az elektromos és mágneses tér következik egy-egy fejezetben. Utóbbi különösen szép és bőséges anyagot

ad a mindennapi gyakorlati munkához (ferromágneses anyagokkal, tekercsek és egyéb induktivitások számításával). A kötet végén külön fejezet tárgyalja az áram lefolyását és az energia átvitelének kérdéseit távvezetéseken. Az ötödik, függelékszerű rövid fejezetben „láncvezető” cím alatt a kapcsolástechnika néhány fontos alapjával (elemi négy-pólus számolással) találkozunk.

A II. kötet öt fejezetet és matematikai függelékét tartalmaz. Az első fejezet a váltakozóáram alaptörvényeit tárgyalja igen alaposan, elemi módszerekkel. A következő fejezetben vezeti be a szerző a szimbolikus számolás módszerét komplex számolással és vektórábrázolással. Különösen szép és jól használható a több mint 40 oldalas transzformátor rész. A harmadik fejezet már kiterjeszti a számolási módot a forgóvektor, spirálvektor és lengővektor fogalmának a bevezetésével. Ezek felhasználásával tárgyalja részletesen a tranziens jelenségeket. A kötet egyik leggyakorlatibb része a negyedik fejezet. Ebben az összetett rezgésekről és a harmonikus analízisről van szó. Az utolsó fejezet igen szépen és világosan tárgyalja a nehezen megérthető modulációs folyamatokat. Az említett lengővektor segítségével a frekvencia- és fázismoduláció tárgyalásához szükséges Bessel-függvények rendkívül szemléletesen jelennek meg. Nagyrészt ugyanezt a kérdést támogatja a matematikai függelékben összegyűjtött értékes anyag is.

A fordítás Izsák Miklós munkája. Ilyen jól fordított szakkönyvünk alig akad. A magyar mondatok szépen formáltak, gördülékények és sehol sem érezni mögöttük az eredeti német szöveget (ez pedig eléggé szokatlan jelenség szakkönyv kiadásunkban). A könyv értékét növelik a szakirodalmunkban oly rég szükséges magyarosítás, valamint tömör, jó magyar szakkifejezések bevezetése. Remélhetőleg ez nem lesz hatástalan műszaki irodalmunkra. A Kiadó és nyomda is szokatlanul jó eredménnyel, nagy gondossággal dolgozott. Az ábrák, képletek szedése igen világos és hibátlan.

Lajkó Sándor



## SZEMLE

Rovatvezető: G Á L I S T V Á N

Austriában a hordozható rádiókészülékek jelenleg csaknem kizárólag AM vételre készülnek és rendszerint csak a középhullámú részt tartalmazzák. Ennek oka árkerés, valamint az, hogy az FM vétel még távolról sem annyira népszerű, mint például a Német Demokratikus Köztársaságban. A táskavevők tranzistorosak, ellenütemű kimenettel. Tápfeszültséget  $2 \times 4,5$  V zseblámpaelem vagy  $5 \times 1,5$  V rúdelem szolgáltat. A beépített hangszóró viszonylag nagy (10 cm  $\varnothing$ ) és így a készülék hangja kielégítő minőségű.

\*

Amerikában 1956 végéig mintegy 164 fajta tranzisztort tartottak nyilván. Előállításukkal 14 cég foglalkozott, köztük ismertebbek a General Electric, RCA, Sylvania. Az előállított mennyiségnek csaknem felét ezek a cégek gyártották. A tranzistorfajták közül mintegy 90 pnp, 55 npn típusú, a többi pedig csúcstranzistor. A gyártott mennyiséget főleg nagyothalló készülékekben, rádió végfokozatokban, vagyis hangfrekvenciás célokra használták. Az előállító cégek további nagy fejlődést remélnék és az 1957. évi termelést mintegy 30 000 000 (!) darabra állították be.

\*

Európa egyik legrégebb mérnökképző főiskolája a prágai Technische Hochschule. Már 250 éve működik. Elektrotechnikai előadásokat első ízben 1884/85-ben tartottak a gépészeti szakon. Az elektrotechnika 1910/11-ben külön elméleti és gyakorlati képzéssel bővült, amely a nagyfrekvenciák területére is kiterjedt. A teljesen független elektrotechnikai fakultás 1950-ben alakult meg.

\*

Helsinki-ben nemrég találkoztak az „Union Européenne de Radiodiffusion” (UER) és az „Organisation Internationale de Radiodiffusion” (OIR) műszaki bizottságainak a képviselői. Megegyeztek, hogy a rövid-, közép és hosszuhullámú sáv híreit, információit a jövőben még fokozottabban közreadják és tapasztalataikat rendszeresen kicserélik. Közös kutatási tervben is megállapodtak.

\*

Nyugat-Németországban a televízió nagyfokú elterjedése egyre több műszaki tanfolyam megrendezését teszi szükségessé. Az előadások elméleti és gyakorlati oktatásból állanak, technikusok és műszaki-kereskedelmi alkalmazottak látogatják. Az alapfogalmak rádiós előképzettség esetén négy nap alatt sajátíthatók el. A Philips cég az utolsó öt évben már 146 hasonló tanfolyamot rendezett 12 különböző városban.

\*

Svédországból 25 technikusból álló küldöttség járt a Blaupunkt műveknél, ahol az autórádiók elvi felépítését és gyártását tanulmányozták.

\*

A Bajor Távolbalátó Társaság a Marconi cégtől különlegesen gyors, 16 mm-es filmfelvételt vásárolt. Az új filmfelvétel abban különbözik az eddiektől, hogy újrendszerű gyorskapcsolója van, amellyel a film két képe között 1,4–2 msec időtartam állítható be és így rendkívüli minőségű felvételek készíthetők.

\*

Az évszázad egyik legnagyobb metallurgiai felfedezése az Egyesült Államokban kifejlesztett új anyag, a „pyroceram”. A hírek szerint keményebb, mint az acél, de ugyanakkor könnyebb, mint az alumínium. Az új anyag az üveggyártásnál eddig is keletkező, és azonkívül új kristályképző anyagok keverékéből áll. Felhasználása jelenleg távvezérelt rakétákra korlátozódik.

\*

Új-Mexico-ban (Egyesült Államok) 483 m magas televíziós antennát építettek. Ez 30 m-rel magasabb, mint az Empire State Building felhőkarcoló és így jelenleg a világ legmagasabb építményének tekinthető.

Amerikai laboratóriumban a közönségesnél kereken egy milliárdszor gyorsabban működő hőmérőt fejlesztettek ki. Rakéta modell kísérleteknél szükséges az ilyen gyors hőmérsékletváltozás mérésére. Az érzékelő szerv üvegre felvitt platina film.

\*

A Szovjetunióban a krimi csillagvizsgálót korszerűsítették. Olyan új teleszkópot helyeztek üzembe, melynek antenna-reflektora  $8 \times 18$  m méretű. Befejezéshez közeledik azonkívül a Leningrád közelében levő csillagvizsgáló új  $3 \times 100$  m méretű antenna-reflektorral ellátott rádióteleszkópja is.

\*

Amerika tantálfogyasztása egyre növekszik. A tantál és vegyületei importjának csaknem a felét a kondenzátorgyártás igényli. Lényegesen kisebb mennyiség szükséges az egyenirányító- és elektroncsőgyártás részére. Jellemző, hogy a tantálkondenzátor első gyártási évéhez (1949) képest 1956-ban a termelés 380-szor volt nagyobb.

\*

A Híradástechnikai Egyesület a magyar ipar széleskörű bevonásával a következő év januárjában reprezentatív kiállítás rendezését tervezi. A kiállításon bemutatásra kerülnek majd a jelenleg gyártott alkatrészek, mérőberendezések és gyártmányok. Új vonás lesz, hogy a tervezők neve is szerepelni fog. Különböző csoportosításban díjazásra kerülnek a legkiválóbb munkák.

\*

Hivatalos amerikai becslések szerint a korszerű repülőgépek árának kb. 25 százalékát, a távirányított rakéták árának pedig mintegy 40 százalékát a híradástechnikai berendezések teszik ki.

\*

A Szovjetunióban a tervek szerint igen jelentős lépéseket tesznek 1960-ig az automatizálás terén. Eddig az időpontig az eddig előállított berendezéseknek több mint háromszorosa kell elkészíteni. Különösen fontosnak tartják a munkafolyamatok önműködő vezérléséhez szükséges elektronikus számológépek kifejlesztését és elkészítését. A nehéziparban ilyen berendezések többek között a kőolajfinomítás, erőművek, papírgyártás és cementgyártás területén kerülnek alkalmazásra. A Martin-kemencék automatizálásával mintegy 7–10 százalékos termelésemelkedést szándékoznak elérni. Az automatizálásra legjobb példa a Moszkva melletti golyóscsapágy-gyár. Itt az első munkamenettől a csomagolásig minden önműködő. A befektetés meghozta a kívánt eredményt.

\*

A magyar híradástechnikai ipar is sok cikkel képviseli magát a jövő év elején megrendezésre kerülő bruxellesi világkiállításon. Bemutatásra kerülnek a leglényegesebb találmányok és mód lesz iparunk színvonalának a bemutatására. A 400 m<sup>2</sup> kiutalt hely még kevésnek is bizonyul, ha figyelembe vesszük, hogy a Szovjetunió és Amerika kiállítási területe között kell érzékeltetnünk kapacitásunkat.

\*

Amerikában a magnetofon-szalagok gyártása állandó emelkedést mutat. Míg 1956-ban mintegy 12 millió dollár értékű volt a termelés, 1957-re már 20 millió dollárra számíthatnak. A teljes termelésnek kb. 15 százaléka kerül ipari felhasználásra. A magnetofonszalag jelentős fogyasztói közé fog tartozni újabban sok számológép és különböző regisztráló készülék. Ezek térhódítása is állandóan fokozódik.

\*

A Szovjetunió atommeghajtású jégtörőhajót épít. Óriási előnyt jelent majd, hogy az ilyen típusú hajóknak nem lesz szükségük gyakori kikötésre, mert az üzemanyagfelvétel 12 hónapig nélkülözhető. A szóban forgó hajók egyenként 16 000 bruttó regisztertonnát képviselnek. Hosszúságuk 134 m, szélességük pedig 27,6 m lesz. A meghajtó teljesítmény 44 000 LE és sebességük 18 csomó.



**Валко И. П.:** Применение механического белого шума для испытания микрофонии электронных ламп. Часть I. теория

Обсуждение микрофонии — в случае больших режимных сопротивлений, т. е. если электронные лампы применяются в качестве генератора напряжения — упрощается.

После сравнения методов измерения, до сих пор нам известных, статья нас знакомит с методом принципиально новым, который основывается на применении механического „белого шума“.

**Валко И. П., Кемень А., Сечи П.:** Применение механического белого шума для испытания микрофонии электронных ламп. Часть II. Измерительная аппаратура, результаты измерений

Требования к составным частям измерительных приборов (генератор шумов, усилитель, вибратор, ламповый вольтметр) и их выполнение.

Новый метод испытания дает рез-ультаты. Согла- ные с практикой, лучше повторяемые, чем по старым методам.

**Кисши Э.:** Современные радиоприемники

Современные радиоприемники устраиваются для приема программ АМ, а так-же и ЧМ.

Настоящее введение дает обозрение о серии статей по развитию техники приема УКВ—ЧМ, по проблемам электроакустики и технологии производства. Упомянут и роль транзисторов.

**Радвани П.:** Компенсаторы затухания с термистором

Регулирующие выравниватели многоканальных систем изменчивой крутизны должны быть проектированы соответственно качеству используемого термистора.

Выравнивающая цепь и термистор могут быть между собой согласованы в интересах достижения максимального практического выравнивающего диапазона. Теоретический выравнивающий диапазон выравнивателя проектируется по требованиям практики и данным термистора, имеющегося в распоряжении.

Уменьшение доброкачественности термистора увеличивает основное затухание выравнивателя. Нижний предел технических условий термистора определяется практическими требованиями.

**Гал И.:** Современная передача звонка и сигнализации по многоканальным связям несущей частоты

Краткий обзор звуко — а так-же и одно — и двух- частотных способов сигнализации, применяемых в дальней связи согласно предложениям МККР.

Изложение отечественного способа сигнализации многоканальных систем пригодных и для дальнего набора. В новой, внеполосной системе передача сигнала может быть одновременно с разговором.

Обсуждения схемы и структуры оборудования для сравнения даны схемы некоторых других систем.

**Гобби И.:** Магнитные мягкие листовые материалы отечественного производства

Характеристика магнитно мягких листовых материалов, производящихся в настоящее время в Венгрии.

После описания дается таблица, где кроме параметров представлены и примечания, относительно применения.

**Иполи К.:** Испытание текучести на холоду битума, применяемого для покрытия панцирных кабелей

В случае хранения кабелей с покрытием металла на жаре, под солнцем, защитный слой битума, находящийся над металлическим покрытием может стечь с кабелей.

С целью испытания текучести использованного битума, на лист алюминия нанесли, по Х. Нюсселю, слой битума толщиной 3 мм. Измеряли их сдвиги в зависимости от температуры и угла наклона. Испытания были произведены с битумом добываемым в Надьлендел.

Было установлено, что менее всего течет битум, полученный из гарного масла. Из битумов, имеющих высокую температуру размягчения, для целей кабельной промышленности самый пригодный битум, полученный из гарного масла.

**I. P. Valkó:** Verwendung von mechanischem weissen Rauschen zur Prüfung der Mikrophonie von Elektronenröhren

I. Teil. Theorie

Die Untersuchung der Mikrophonie vereinfacht sich sehr unter Annahme grosser Arbeitswiderstände, wenn also die Elektronenröhre als Spannungsquelle betrachtet werden kann.

Nach Vergleich der bisher gekannten Prüfmethode, wird hier ein prinzipiell neues, auf Verwendung des mechanischen weissen Rauschens beruhende Prüfverfahren vorgeführt.

**I. P. Valkó, Á. Kemény, L. Szécsi:** Verwendung von mechanischem weissen Rauschen zur Prüfung der Mikrophonie von Elektronenröhren.

II. Teil. Prüfgeräte und Messergebnisse

Vorschriften für die einzelnen Messgerät-Bauteile (Störgenerator, Verstärker, Vibrator, Röhrenvoltmeter) und die verwendeten Ausführungen.

Das neue Prüfverfahren führt zu viel eher, als bei den bisherigen, zur reproduzierbaren Messergebnissen, die mit der Praxis gut übereinstimmen.

**E. Kiss:** Moderne Rundfunk-Empfangsgeräte

Die moderne Radio-Empfangsgeräte ermöglichen nicht nur den AM-, sondern auch den FM-Empfang.

Die gegenwärtige Einleitung einer Reihe von Mitteilungen über die Entwicklung, elektroakustische und Fabrikationsprobleme der UKW-FM Empfangstechnik, gibt einen allgemeinen Überblick. Auch Transistoren werden in Betracht gezogen.

**L. Radványi:** Regelentzerrer mit Heissleitern

Die Regelentzerrer veränderlicher Steilheit der Vielfachträgerfrequenzanlagen sind der Güte des verwendeten Heissleiters entsprechend zu entwerfen.

Der Entzerrerstromkreis und der Heissleiter mögen, um maximalen praktischen Regelbereich zu erhalten angepasst werden. Der theoretische Regelbereich des Entzerrers kann aus den praktischen Forderungen und aus den Kennwerten des zur Verfügung stehenden Heissleiters berechnet werden.

Die Verminderung der Güte des Heissleiters vergrößert die Grunddämpfung des Entzerrers. Die Mindestgüte des Heissleiters ist durch die praktischen Forderungen begrenzt.

**I. Gál:** Moderne Ruf- und Signalübertragung im Mehrfach-Trägerfrequenz-Weitverkehr

Die den CCIF Empfehlungen entsprechenden, im Fernsprechtweitverkehr verwendeten Ton-, Ein- und Zweifrequenz-Signalisationssysteme werden kurz überblickt und ein neues Signalisationssystem für Mehrfach-Trägerfrequenzanlagen beschrieben. Die Wahl der Signalfrequenz ausserhalb des Sprachbandes ermöglicht die gleichzeitige Ausnützung der Ruf- und Sprachkanäle und die Übertragung von Fernwahlimpulsen.

Schaltung und Konstruktion der in Ungarn entwickelten Signaleinrichtung. Vergleich mit einigen anderen Systemen.

**I. Gobbi:** In Ungarn hergestellte magnetisch weiche Elektrobleche

Mitteilungen über das jetzt in Ungarn hergestellte magnetisch weiche Blechmaterial. Der allgemeinen Betrachtungen folgt eine Tabelle, wo man ausser den elektrischen Eigenschaften Bemerkungen zur Verwendung findet.

**K. Ipolyi:** Prüfung des Kaltfließens des zum Schutze armerter Kabel verwendeten Bitumens

Es kommt bei armerter Kabeln vor, wenn sie an einem warmen, sonnigen Platz gelagert werden, dass die über die Armierung der Kabel liegende Bitumen-Schutzhülle vom Kabel abirnt.

Zur Untersuchung der Fließneigung solcher Bitumen, wurden nach Angaben von H. Nüssel Probeschichten von 3 mm auf eine Aluminiumplatte aufgetragen und deren Fließen in der Funktion von Temperatur und Neigungswinkel gemessen. Beim Prüfverfahren wurde von Nagylengyel entstammendes Bitumen verwendet.

Es konnte festgesetzt werden, dass das von Heizöl geblasene Bitumen am wenigsten fließt. Von Bitumensorten mit höheren Erweichungspunkten eignet sich für die Kabelindustrie das von Heizöl geblasene Bitumen am besten.



**I. P. Valkó: Application of Mechanical White Noise in Testing Microphony of Thermionic Tubes.****Part I. Theory**

Discussion of microphony problems is simplified by assuming high loading impedance, i. e. by considering the tube as a voltage generator.

After a comparative account of usual test methods a theoretically new method, based on application of mechanical white noise, is disclosed.

**I. P. Valkó, Á. Kemény, L. Szécsi: Application of Mechanical White Noise in Testing Microphony of Thermionic Tubes.****Part II. Testing Equipment and Results**

Requirements of testing equipment details (noise generator, amplifier, vibrator, tube voltmeter) and their realisation.

The results obtained by the new method can, better than those hitherto obtained, be reproduced and agreed well with experience.

**E. Kiss: Up-to-Date Broadcast Receivers**

Broadcast receivers are now built for reception of both AM and FM programs.

The present introductory to a series of papers on development, electro-acoustical and manufacturing problems of ultra short wave FM reception gives a survey with a view to the part played by transistors.

**L. Radványi: Thermistor-Operated Variable Slope Equalizers**

Variable slope regulating equalizers of multichannel carrier systems are to be designed in accordance with the quality of the employed thermistor.

The equalizer network and the thermistor may be matched to obtain maximum practical regulation. The theoretical regulation range may be calculated from the practical requirements and from the data of the available thermistor.

On reducing the thermistor quality the residual loss introduced by the equalizer increases. Acceptable thermistor quality is limited by practical requirements.

**I. Gál: Up-to-Date Ringing and Signal Transmission on Multi-Channel Carrier Circuits**

A brief survey of voice frequency as well as single and double frequency signalling methods used in long distance toll connections according to CCIF recommendations.

Description of the signalling method for multi-channel carrier systems, suitable for toll dialling, developed in Hungary. Using a signal frequency outside the voice frequency band, the transmission of signals may be simultaneous with conversation.

Discussion of principles and construction of the system. Comparison with some other systems.

**I. Gobbi: Soft Magnetic Sheet Materials Produced in Hungary**

Information on magnetically soft laminated materials now manufactured in Hungary.

A description of the constants is followed by a table containing, in addition to characteristics, also hints on application possibilities.

**K. Ipolyi: Coldflowing Test of Bitumens Used for Protection of Armoured Cables**

If metal armoured cables are kept in warm, sunny places, the bitumen protecting layer may run down from the cable.

In order to investigate the flowing tendency of the bitumens used, bitumen layers 3 mm thick were placed upon an aluminium plate according to H. Nüssel's data. Their displacements were measured in function of temperature and inclination angle. The tests were made with bitumens of Nagylengyel origin.

It has been established that the bitumens blown of heating-oil flew the least. Among bitumens having higher softening points, the bitumens blown of heating-oil are the most suitable for cable industry purposes.

**I. P. Valkó: Application du bruit blanc mécanique pour l'épreuve de la microphonie des tubes à vide.****Première partie. Théorie**

Le traitement de la microphonie devient plus simple en supposant une grande résistance de charge, considérant alors le tube comme source de tension.

Après une revue comparative des méthodes de mesure connues, une méthode théoriquement nouvelle, basée sur l'application du bruit blanc mécanique, est décrite.

**I. P. Valkó, Á. Kemény, L. Szécsi: Application du bruit blanc mécanique pour l'épreuve de la microphonie des tubes à vide.****Deuxième partie. Appareillage et résultats de mesure**

Les demandes établies pour les détails de l'équipement de mesure (générateur de bruit, amplificateur, vibreur, voltmètre à lampe) et leurs réalisations. La nouvelle méthode d'essais fournit, mieux que les précédentes, des résultats reproductibles et conformes à la pratique.

**E. Kiss: Postes récepteurs de TSF modernes**

Les postes TSF sont construits aujourd'hui pour la réception des programmes MA et MF.

L'introduction présente d'une série de publications sur l'évolution de la technique de réception MA et FM et sur les problèmes électroacoustiques et de fabrication donne une vue sommaire, en mentionnant le rôle des transistors.

**L. Radványi: Égalisateurs d'affaiblissement à thermistance**

Il faut construire les égalisateurs à pente variable des systèmes multivoies en considération des propriétés de la thermistance utilisée.

Une jonction correcte entre le réseau de contre-distorsion et la thermistance peut se faire pour obtenir une intervalle d'égalisation pratique maximale. On détermine l'intervalle théorique de l'égalisation à partir des exigences pratiques et des données de la thermistance à disposition.

Une diminution de qualité de la thermistance entraîne la croissance de l'affaiblissement résiduel de l'égalisateur. Des considérations pratiques présentent une limite inférieure pour la thermistance acceptable.

**I. Gál: Système moderne d'appel et de signalisation sur les liaisons multivoies par courants porteurs**

Une revue brève des systèmes de signalisation à fréquence vocale et à une ou deux fréquences, appliqués dans les liaisons téléphoniques à grande distance conformément aux recommandations du CCIF.

Le nouveau procédé de signalisation du type hors de la bande, développé en Hongrie pour les systèmes par courant porteur à nombreuses voies, peut être exploité au cours de la conversation et on peut s'en servir pour la sélection à distance.

La mise au point des circuits et de la construction est suivie par une description comparative de quelques autres systèmes.

**I. Gobbi: Matériaux magnétiques mous en tôle de fabrication hongroise**

Les matériaux en tôle magnétique molle fabriqués à présent en Hongrie.

Une description des constantes est suivie par un tableau, où l'on trouve, outre les caractéristiques, des remarques sur l'application.

**K. Ipolyi: Essais de coulage froid des bitumes utilisés pour la protection des câbles blindés.**

En cas d'emmaganisage des câbles blindés en plein air ensoleillé ou chaud, la couche protectrice extérieure bitumineuse peut se mettre à décoller.

Pour éprouver la tendance de coulage du bitume employé, on a porté selon les données de H. Nüssel des couches d'épaisseur de 3 mm sur une plaque en aluminium. Les déplacements de celles-ci ont été mesurés en fonction de la température et de l'angle d'inclinaison. On se servait du bitume d'origine de Nagylengyel. On a constaté que c'était le bitume obtenu par sgyoufflerie de l'huile combustible qui coulait le moins. Parmi les bitumes à haut point de ramollissement, se dernier est le plus favorable pour l'application aux fins de l'industrie de câbles.



*Megjelent*

A. T. STARR:

# RÁDIÓHÍRKÖZLÉS

A könyv korszerűen foglalja össze a rádió-, radar, televízió és impulzus-technika minden ágát, s így világos áttekintést nyújt a híradástechnika széles területéről. A kézikönyvszerűen megírt könyv méretezésre alkalmas képleteket és számítási módszereket ad.

Külön nagy érdeme, hogy minden fontos elvi összefüggés és képlet egyszerű és szemléletes becslését is közli. Tartalmi felosztása: A távközlés elmélete, a távközlés fizikai korlátai (információelméleti bevezetés). Mikro-hullámú technika. Az elektromágneses hullámok terjedése. Antennák. Elektroncsövek (klasszikus, tárcsás, klisztron, magnetron- és haladóhullámú csövek.) Folytonos hullámalakok hálózatemlélete. — Impulzus-hullámalakok hálózatemlélete. — Impulzus-hullámalakok elmélete. A függelék gazdag matematikai anyagot ölel fel.

912 oldal — Ára kötve 150.— Ft.

Fenti könyv beszerezhető, illetve megrendelhető az  
ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN  
Szakkönyvesboltok: Budapest, VII., Lenin körút 7.  
„Népszava” Műszaki Könyvesbolt Budapest, VII., Lenin körút 17.

## MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

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

Ez a folyóirat MNOSZ és 5602/Á szerint készült

Előfizetés a Posta Központi Hirlapiroda Vállalatnál, Budapest, V., József nádor tér 1. Távb.: 180-850

Előfizetési díjak: számonként 4.— Ft. Csekkszám: 61.254

43007 — Akadémiai Nyomda, Gerlőczy u. 2. — — Készült 860 példányban — Felelős vezető: Bernát György



# MEGJELENT

J. KAMMERLOCHER:

## **RÁDIÓTECHNIKUSOK ELEKTROTECHNIKÁJA** I. — II.

Az első kötet az egyenáramú körök alaptörvényeivel, dielektrikumok és vezetők villamos erőterével, mágneses erőterekkel és számításokkal, távvezetéseken fellépő jelenségekkel, végül láncvezetőkkel foglalkozik. A második kötet a váltakozóáramú körök alaptörvényeit, a szimbólikus számítás gyakorlati alkalmazását, a harmonikus analízis numerikus és grafikus módszereit, a Fourier analízist, a frekvenciafüggő áramkörök tárgyalását, végül az amplitúdó-, fázis- és frekvenciamodulációt ismerteti.

588 oldal. — Ára kötve 65.— Ft.

GELLÉRT ENDRE:

## **A RÁDIÓVEVŐKÉSZÜLÉK** 3. kiadás.

A szerző részletesen ismerteti a rádiókészülékek alkatrészeit, a hangfrekvenciás erősítést, a rádióadás és vétel lehetőségeit, az állomásválasztás, a demoduláció problémáit, a rádiófrekvenciás erősítést, a szuperheterodin vevőkészülékeket, a vevőkészülékek áramellátását, a rádiókészülékek felépítését, behangolását és minőségi ellenőrzését. Elemzi a gyári készülékek kapcsolását és foglalkozik az ultrarövidhullámú FM vevőkkel.

316 oldal. — Ára fűzve 24.50 Ft.

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN  
Szakkönyvesboltok:  
Budapest, VII., Lenin krt 7. „Népszava” Műszaki Könyvesbolt Budapest, VII. Lenin krt. 17.



# *Rádiókerámiai alkatrészek*

FERRIT GYÁRTMÁNYOK

KERÁMIAI KONDENZÁTOROK

KERÁMIAI BEHANGOLÓ

KONDENZÁTOROK

TELEVIZIÓ-

ÉS RÁDIÓKERÁMIAI ALKATRÉSZEK

GYÁRTJA ÉS FORGALOMBA HOZZA:

**KŐBÁNYAI PORCELÁNGYÁR**

BUDAPEST, X., TÁRNA UTCA 4 · TELEFON: 148-512