

7

1879

Magyar
HIRADÁSTECHNIKA

VIM



1

Szerkesztőség:

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

Felelős szerkesztő:

Lévai Pál

Szerkesztőbizottság:

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

Megjelenik kéthavonta
Előfizetési ár egy évre 30.—,
példányonként 6.50 Ft.

<i>Temes Gábor</i> : Integráló típusú frekvenciamérők és osztók	1
<i>Sebestyén László Gábor</i> : Zajgenerátor felhasználása erősítők bemeneti impedanciájának mérésére	10
<i>Katona János</i> : Réteg- és tömörelenállások feszültségfüggése	13
<i>Márkus Endre</i> : Tropikalizációs és üzembiztonsági vizsgálatok	18
Híradástechnikai alkatrészkiállítás	25
<i>Dr. Borsodi Lóránt</i> : Fémek, szigetelőanyagok ragasztása és a ragasztás alkalmazása a híradástechnikában	26
Könyvismertetés. <i>Grodnyev—Miller</i> : Hírközlő kábelek. <i>Faragó—Pócza</i> : Elektronfizika	31
Egyesületi élet	32
Г а б о р Т е м е ш : Измерители и разделители частоты интегрирующего типа	1
Л а с л о Г а б о р Ш е б е ш т ь е н : Применение генератора шумов для измерения входного импеданса усилителей	10
Я н о ш К а т о н а : Зависимость беспроводных и объемных сопротивлений от напряжения	13
Э н д р е М а р к у ш : Испытания на эксплуатационную надежность в тропических условиях	18
Выставка составных частей средств связи	25
Л о р а н т Б о р ш о д и : Склейка металлов и изоляционных материалов и применение склейки в технике связи	26
Обзор книг	31
Из жизни общества	32
<i>G. Temes</i> : Integrations-Frequenzmesser und Teiler	1
<i>L. G. Sebestyén</i> : Verwendung des Geräuschgenerators zur Messung der Eingangsimpedanz von Verstärkern	10
<i>J. Katona</i> : Spannungsabhängigkeit der Schicht- und Massewiderstände	13
<i>E. Márkus</i> : Tropen- und Betriebssicherheitsprüfungen	18
<i>L. Borsodi</i> : Verklebung von Metallen und Isolierstoffen und Anwendung des Klebens in der Fernmeldetechnik	26
<i>G. Temes</i> : Integrating Type Frequency Meters and Dividers	1
<i>L. G. Sebestyén</i> : Noise Generator Used for Measuring the Input Impedance of Amplifiers	10
<i>J. Katona</i> : Voltage Dependency of Carbon Film and Solid Rod Resistors	13
<i>E. Márkus</i> : Tropical and Reliability Tests	18
<i>L. Borsodi</i> : Sticking of Metals and Insulating Materials and the Application of Adhesives in Telecommunication Technics	26
<i>G. Temes</i> : Fréquencesmètres et diviseurs de type d'intégration	1
<i>L. G. Sebestyén</i> : L'application d'un générateur de bruit au mesurage de l'impédance d'entrée des amplificateurs	10
<i>J. Katona</i> : La dépendance des résistances à couche de charbon ou massives de la tension électrique	13
<i>E. Márkus</i> : Essais de tropicalisation et de reliabilité	18
<i>L. Borsodi</i> : Le collage des métaux et des isolateurs et l'application du collage dans la télécommunication	26

1955. TARTALOMJEGYZÉK

	Szám	Oldal		Szám	Oldal
Barát Zoltán : Színtrögzítés a videoerősítőkben ...	4	107	Izsák Miklós : Híradástechnikai iparunk fejlesztése	5	129
Bardócz Á.—Klatsmányi Á. : Új villanó megvilágító rendszer	5	148	Dr. Kardos Ferenc : Átvezetés- és korroziómentes forrasztás	3	91
Dr. Barta István : A magyar híradástechnika 10 éve	2	33	Katona János : Réteg- és tömörellenállások feszültségfüggése	1	13
Bártfai Ferenc : Permanens mikro-vaspor mágnesek	2	61	Katona János : Ellenállások zaja	3	78
Boglár Gyula : A kapcsoló mint híradástechnikai alkatrész	5	159	Komarik József : Az aránydetektor	6	166
Dr. Borsodi Lóránt : Fémek, szigetelőanyagok ragasztása és a ragasztás alkalmazása a híradástechnikában	1	26	Márkus Endre : Tropikalizációs és üzembiztonsági vizsgálatok	1	18
	3	94	Mihály József : Eljárások a 120 kV-os szabadvezeték által veszélyeztetett légvezetékes hírközlő áramkörök védelmére	5	151
Csornai László—Katona Zoltán : Katód-fűtőtest átvezetési karakterisztika	6	186	Dr. Radványi László : Egy ritkább szűrőtípusról .	3	75
Fischer Ferenc—Ernst Lajos : Oxidkatódok közbelső rétege	3	87	Rohonczyiné Tóth Angéla : Műanyagok szerepe a tropizálásban	4	102
Fodor György—Temes Gábor : Differenciáló és integráló áramkörök	2	35		5	143
Fodor György : Nem-lineáris áramkörök stabilitása	6	179	Schmidt György : Cserenkov-sugárzás hullámvezetőben és üregrezonátorban	6	188
Husztly Dénes : Korszerű kemény mágneses anyagok, mágneskörök méretezése	2	53	Sebestyén László : Zajgenerátor felhasználása erősítők bemeneti impedanciájának mérésére ..	1	10
Husztly Dénes : A közvetlen sugárzó dinamikus hangszóró elmélete és tervezése	4	124	Skuteczky Elemér : Kísérletek alumínium anódú lehetőleg száraz kivitelű galvánelem készítésére	4	118
	5	137	Szabó Pál : Közvetlen sugárzó dinamikus hangszóró önrezgésének csillapítása elektromos úton	5	130
	6	165	Temes Gábor : Integráló típusú frekvenciamérők és osztlók	1	1
Istvánffy Edvin : A vétel mechanizmusa irányított antennáknál	4	97	Vágó István : Felületi hullámvezető	3	65

KÖNYVSZEMLE

Aljpert, Ja. L.—Ginzburg, V. L.—Fejnberg, Je. L. : A rádióhullámok terjedése (Romhányi) .	2	63	Gutkin, L. Sz. : Mikrohullámú keverők és detektorok. Elmélet és méretezés. (Romhányi) ...	2	63
Bajda, L. J.—Szemjonkovic, A. A. : Egyenáramú csöves erősítők (Romhányi)	2	63	Kaplanov, M. R.—Levin, V. A. : Automatikus frekvencia szabályozás (Romhányi)	2	64
Bogorogyiczki N. P. : Elektro- és híradástechnikai anyagok (Lonkai)	4	3	Krize, Sz. N. : Alacsonyfrekvenciás feszültség-erősítők (Romhányi)	2	64
Faragó P.—Pócza J. : Elektronfizika (Valkó) ...	1	31	Lajkó S.—Váraljai V. : Távírótechnika (Izsák) ...	3	borító
Grodnyev—Miller : Hírközlő kábelek (Izsák) ...	1	31	Valkó, I. P. : Mikrohullámú erősítő csövek (Adamis)	4	3

EGYÉB

Híradástechnikai alkatrészkiállítás	1	25	Szabványismertetés	4	101
A híradástechnika új Kossuth-díjasai	2	34	Híradástechnikai konferencia	6	161
Horváth Lajos előadása a távolbalátás ipari alkalmazásáról	3	borító	A HTE vákuumtechnikai szakosztálya	6	borító



1889



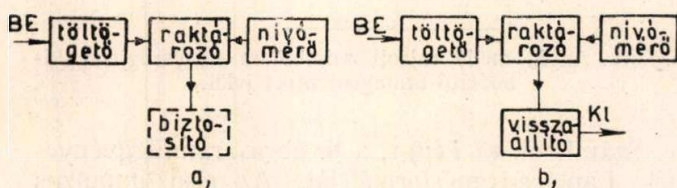
Integráló típusú frekvenciamérők és osztók

TEMES GÁBOR

Budapesti Műszaki Egyetem, Elméleti Villamosságtan Tanszék

A technika és fizika számos területén fontos szerepet játszanak az integráló-típusú kapcsolások. Közvetlen leolvasású részecske-számláló berendezéseknél és frekvenciamérőknél, továbbá nagymértékű frekvenciaosztásnál ezek adják a legegyszerűbb és legkönnyebben megvalósítható megoldást.* Mivel a televíziós technika és mérés-technika, valamint a kísérleti atomfizika fejlődése ezeket a problémákat most előtérbe hozta, indokoltnak látszik a kialakult kapcsolások összefoglalása és néhány alapkapsolás részletesebb elméleti vizsgálata.

Attól függően, hogy frekvenciamérésre (intenzitásmérésre), vagy frekvenciaosztásra használjuk, az integráló kapcsolás blokk-sémája kétféle lehet (1. ábra).



1. ábra. Integráló-típusú berendezések alapsémái: a) frekvencia- (intenzitás-) mérő berendezés, b) frekvenciaosztó.

A két blokk-séma nem különbözik egymástól lényegesen. Azonban a megegyező felépítés ellenére a feladatok különbözősége más-más problémákat vet fel a két berendezésnél. Indokolt tehát külön tárgyalni őket. Célszerű a tárgyalást az egyszerűbb felépítésű frekvenciamérőn kezdeni.

Integráló típusú részecskeszámláló és frekvenciamérő berendezések

A készülék blokk-sémája az 1a ábrán látható. Az egyes fokozatok feladatait és a szokásos megoldásokat külön-külön tárgyaljuk.

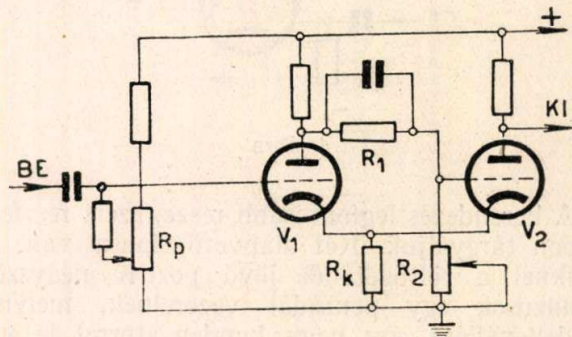
Töltőgőz fokozat

A fokozat célja, hogy a beérkező, alakra és nagyságra nem teljesen egyforma jeleket egyforma, lehetőleg könnyen kezelhető alakú jelekké (rend-

* Frekvenciaosztásra használatosak még billenőkapsolások, művonalas osztók és osztócsövet alkalmazó berendezések. Ezek közül nagymértékű osztásra a két utolsó alkalmazható. A művonalas osztók alkalmazását háttérbe szorítja nagy helyszükségletük és súlyuk. Az osztócsöves kapcsolás tekinthető mind stabilitás, mind egyszerűség szempontjából valamennyi berendezés közt a legjobbnak. Mivel azonban osztócsövet nálunk még nem gyártanak, ez a megoldás — egyelőre — elesik.

szerint négyszögimpulzusokká) formálja. A fokozat különös fontossággal bír részecskeszámlálás esetén, ilyenkor ugyanis a beérkező impulzusok Geiger—Müller-csőből erednek és így alakjuk és nagyságuk a Geiger—Müller-csőből függ. Még azonos cső esetén is (a cső újraéledési ideje miatt) az impulzusok nagysága a pillanatnyi frekvencia függvénye. A szokásos megoldásoknál a beérkező impulzusokat felerősítik, majd (rendszerint vágással és differenciálással) kihegyezik. Az így formált impulzusokkal monostabil relaxációs oszcillátort működtetnek. A relaxációs oszcillátor rendszerint multivibrátor, de használnak fantasztront és önzáró (blocking) oszcillátort is. Az oszcillátor táplálja azután a kívánt egyforma négyszögjelet a raktározó fokozatba. Szinuszos jelekre berendezett frekvenciamérőnél a töltőgőz fokozat lehet egyszerű vágó-erősítő is. Ennek hátránya, hogy nem tökéletes szinuszalak esetén a mérés hamis eredményt ad.

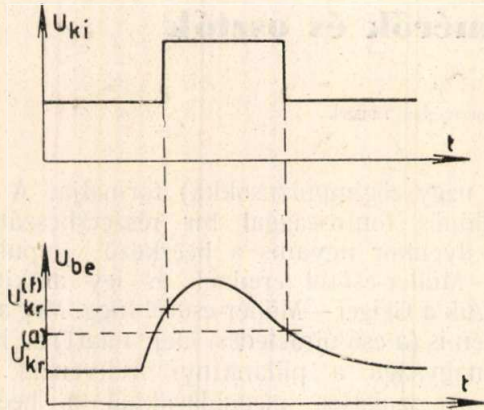
Gyakran van szükség arra, hogy a készüléket csak egy kritikus értéknél nagyobb amplitudóval rendelkező impulzusok működtessék. Ez feszültségdiszkriminátor alkalmazásával érhető el. A diszkriminátor alapkapsolása a 2. ábrán látható. A kapcsolási elemek úgy vannak megválasztva, hogy nyugalmi állapotban V_2 vezet és V_1 -et R_k -n át lezárva tartja. Ha a bemenő jel amplitudója elég nagy ahhoz, hogy V_1 -et kinyissa, a kapcsolás átbillen és V_1 vezet mindaddig, amíg V_1 rácsfeszültsége a bemenő jel csökkenése miatt ismét le nem



2. ábra

esik. Az átbillenés kb. akkor jön létre, ha V_1 rácsfeszültsége V_2 rácsfeszültségét eléri. A visszabilenés valamivel alacsonyabb feszültségnél áll be, mint az átbillenés, így a kapcsolás állapota V_1 rácsfeszültségétől egy tartományon belül nem függ egyértelműen. A kapcsolás tehát lényegileg egy két stabil állapotú billenőkör. Adott bemenő je-

esetén a kiadott impulzus a 3. ábra szerint alakul. A kiadott jel szélessége a kritikus feszültségeken kívül a bemenő jel alakjától is függ, amplitúdója azonban a bemenő jeltől tág határok közt független.

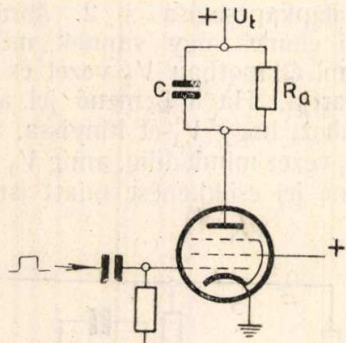


3. ábra

A készüléket az eddigiek szerint olyan impulzusok működtetik, amelyeknek amplitúdója a nyugalmi rácsfeszültségek különbségénél nagyobb. A rácsfeszültségek értéke, és így a működtető jel amplitúdója, R_p és R_2 változtatásával beállítható.

Raktározó fokozat

A raktározó fokozat feladata, hogy a töltőgetőtől érkező impulzusokból a nívómérő számára a frekvenciával arányos villamos mennyiségeket állítson elő.



4. ábra

A berendezés legfontosabb része, ezért részletesebben tárgyaljuk. Két alapvető típusa van. Az egyiknél a töltőgetőből jövő pozitív négyszögimpulzusok egy pentódát vezérelnek, melynek anódellenállása egy nagy kondenzátorral le van söntölve (4. ábra).

A pentóda az impulzusok közti időben le van zárva, az impulzusok hatására pedig négyszög alakú áramimpulzusokat hoz létre. A 4. ábra kapcsolásának helyettesítő áramkörét megrajzolva és a pentódát Norton-ekvivalensével helyettesítve az 5. ábra elrendezéséhez jutunk.

Legyen az áramgenerátor által kibocsátott jel a 6. ábra szerinti.

Ekkor az 5. ábra jelöléseivel a körben folyó áramokra a következő egyenletek írhatók fel:

$$I_R + I_c = I$$

és

$$I_R = \frac{U_c}{R} = \frac{1}{RC} \int_0^t I_c dt$$

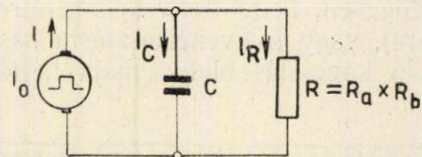
Képezzük az egyenletek Laplace-transzformáltjait:

$$i_R(p) + i_c(p) = i(p)$$

$$i_R(p) = \frac{i_c(p)}{pRC}$$

ahonnan:

$$i_R(p) = \frac{i(p)}{1 + pRC}$$



5. ábra. Az I_0 mellé rajzolt szimbólum négyszögjelet kibocsátó áramgenerátort jelöl.

Számítsuk ki $i(p)$ -t, a 6. ábra áramfüggvényének Laplace-transzformáltját. Az első impulzus transzformáltja:

$$i_1(p) = \int_0^{\tau} e^{-pt} I_0 dt = I_0 \frac{1 - e^{-p\tau}}{p}$$

A k -ik ettől kT -vel van eltolva, így

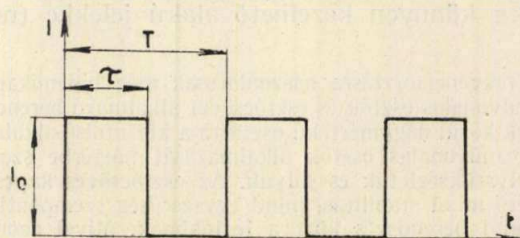
$$i_k(p) = i_1(p) e^{-kTp}$$

Végül:

$$i(p) = \sum_{k=0}^{\infty} i_k(p) = i_1(p) \sum_{k=0}^{\infty} (e^{-pT})^k$$

A Σ alatt egy mértani sor áll, melynek összege

$$\sum_{k=0}^{\infty} (e^{-pT})^k = \frac{1}{1 - e^{-pT}}$$



6. ábra

Látjuk — és ezt a továbbiakban fel is fogjuk használni, — hogy a p tartományban az $\frac{1}{1 - e^{-pT}}$

kifejezéssel történő szorzás a t tartományban T periodicitással való ismétlődést eredményez.

Végeredményben tehát

$$i(p) = i_1(p) \frac{1}{1 - e^{-pT}} = \frac{I_0 (1 - e^{-p\tau})}{p (1 - e^{-pT})}$$

és innen

$$i_R(p) = \frac{i(p)}{1 + pRC} = I_0 \frac{1 - e^{-p\tau}}{p(1 + pRC)(1 - e^{-pT})}$$

Ez adja meg az ellenálláson átfolyó áram transzformáltját. Nézzük meg, mekkora az áram stacioner állapotban felvett egyenáramú átlaga. Ismeretes, hogy ezt úgy kapjuk, hogy a Laplace-transzformáltat p -vel megszorozzuk és $p \rightarrow 0$ határátmenetet hajtunk végre. Így kapjuk, hogy

$$\bar{I}_R = \lim_{p \rightarrow 0} p i_R(p) = \lim_{p \rightarrow 0} I_0 \frac{1 - e^{-p\tau}}{1 - e^{-pT}}$$

L'Hospital tételét alkalmazva

$$\bar{I}_R = I_0 \frac{\tau}{T}$$

vagyis megegyezik I egyenáramú átlagával. Ez fizikailag indokolt, mert hiszen stacioner állapotban a kondenzátor egy periódus alatt ugyanannyi áramot ad le, mint amennyit felvesz.

Nézzük most I_R időfüggését. Evégből transzformáljuk vissza $i_R(p)$ -t. A periodicitást kifejező $\frac{1}{1 - e^{-pT}}$ szorzót elhagyva és részlettöltre bontva:

$$i_R^*(p) = I_0 \left[\frac{1}{p} - \frac{1}{p + \frac{1}{RC}} \right] - I_0 \left[\frac{1}{p} - \frac{1}{p + \frac{1}{RC}} \right] e^{-p\tau}$$

Az első tagnak a t tartományban

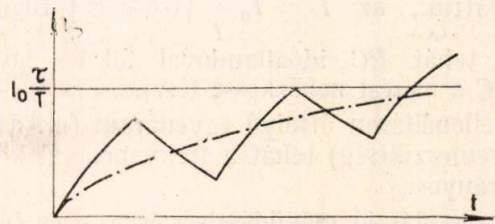
$$I_{R1}^* = I_0 \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right]$$

felel meg, a második tagnak ugyanez, de az $e^{-p\tau}$ szorzó miatt τ -val eltolva. Így az eredő:

$$I_R^* = I_{R1} = I_0 \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right] \quad \text{ha } t < \tau$$

$$I_R^* = I_{R1} - I_{R2} = I_0 \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right] - I_0 \left[1 - e^{-\frac{t-\tau}{RC}} \right] = I_0 \left[1 - e^{-\frac{\tau}{RC}} \right] e^{-\frac{t-\tau}{RC}} \quad \text{ha } t > \tau$$

Ez — az $\frac{1}{1 - e^{-pT}}$ szorzó miatt — T periódussal ismétlődik. Az I_R függvényt ábrázolja a 7. ábra. Mivel a kondenzátor egy periódus alatt nem telje-



7. ábra

sen sül ki, az egyenáramú szint (az ábrán eredményvonal) rohamosan emelkedve megközelíti az

$$\bar{I}_R = I_0 \frac{\tau}{T} = I_0 \tau f$$

értéket. A felfutás — mint azt a függelékben ki mutatjuk — az

$$I_e = I_0 \left[\frac{\tau}{T} - \frac{e^{\frac{\tau}{RC}} - 1}{e^{\frac{\tau}{RC}} - 1} e^{-\frac{t}{RC}} \right] \cong I_0 \frac{\tau}{T} \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right]$$

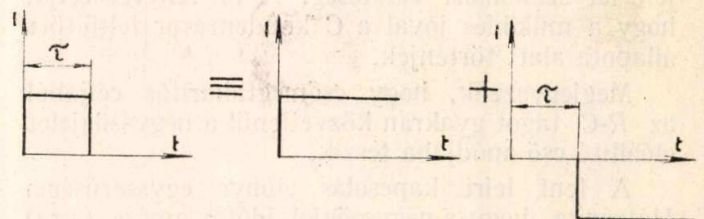
függvény szerint megy végbe.

Az I_R -re kapott függvény fizikailag könnyen magyarázható. A négyszögimpulzus felfogható, mint két egymástól τ idővel eltolt és ellenkező előjelű ugrásfüggvény eredője (8. ábra).

Ugrásfüggvény hatására az ellenálláson

$$I_{R1} = I_0 \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right]$$

áram lép fel. τ idő múlva ehhez hozzáadódik az ellenkező előjelű, ugyanakkora, de τ -val eltolt másik áram. A végeredmény ugyanaz, ami az előbb volt.



8. ábra

Végeredményben tehát az R ellenálláson az

$$\bar{I} = I_0 \tau f$$

egyenáramú átlag körül ingadozó, periodikusan változó áram folyik át. Az ingadozás a képletekből láthatóan RC növelésével tetszőleges kicsinnyé tehető. Szabálytalanul érkező impulzusoknál (pl. részecskeszámlálásnál) a szabálytalanság miatt fel-lepő ingadozás levezethetően

$$\Delta I = \frac{I_0}{\sqrt{2nRC}}$$

ahol n az átlagos mp-kinti impulzusszám. RC növelésével tehát ez is elvileg tetszés szerint csökkenthető. Gyakorlatilag RC növelésének határt szab az, hogy a kapcsolás stacionárius állapota,

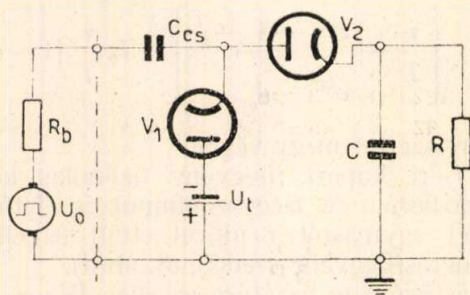
mint láttuk, az $I_e = I_0 \frac{\tau}{T} [1 - e^{-\frac{t}{RC}}]$ függvény szerint, tehát RC időállandóval áll be, így túl nagy RC a mérést nehezéssé teszi.

Az ellenálláson átfolyó egyenáram (ill. a rajta eső egyenfeszültség) tehát a frekvenciával közvetlenül arányos.

A kapcsolás jó működéséhez és az f és I_R közt fennálló linearitás biztosításához a következő feltételeket kell betartani:

- a) $T \ll R \cdot C < T_0$
- b) $\tau \ll T$
- c) $I_R R \ll U_t$

Itt T_0 a mérés természetétől függő 1—10 sec körüli érték, amely a műszer villamos tehetetlenségét szabja meg.



9. ábra. Az U_0 melletti rajzzel négyszögaiakú impulzusokat adó feszültséggenerátort jelent

Az a) feltétel betartása gondoskodik arról, hogy $R \cdot C$ értéke az előzőekben megállapított határok közt maradjon. A b) feltétel biztosítja, hogy hirtelen fellépő frekvencianövekedés esetén se lépjen fel számlálási veszteség. A c) feltétel célja, hogy a működés jóval a C kondenzátor feltöltött állapota alatt történjék.

Megjegyezzük, hogy csőmegtakarítás céljából az $R-C$ tagot gyakran közvetlenül a négyszögjelet előállító cső anódjába teszik.

A fent leírt kapcsolás előnye egyszerűsége. Hátránya, hogy a négyszögjel időtartamára (τ -ra) és alakjára érzékeny és így stabilitása a relaxációs oszcillátor stabilitásától függ.

Ezt a hibát kiküszöböli a másik típusú raktározó (9. ábra). A kapcsolás közvetlenül a relaxációs oszcillátorra kapcsolható. Bármilyen előjelű impulzus működteti. Működését pl. pozitív négyszögjel esetére ismertetjük.

A 9. ábrán a relaxációs oszcillátort (a szaggatott vonaltól balra) Thévenin ekvivalensével helyettesítettük. A kapcsolás működése a következő: a relaxációs oszcillátor R_b belső ellenállásán keresztül feltölti a C_{cs} csatoló kondenzátort, miáltal V_2 -n át C is C_{cs} -vel egyenlő

$$q = U_0 C_{cs}$$

töltést kap.* Az impulzus végén C_{cs} V_1 -en és R_b -n át kisül. A C kondenzátor V_2 lezárása miatt csak R -en át tud kisülni. f frekvencia esetén tehát az R -en átfolyó áram egyenáramú átlaga

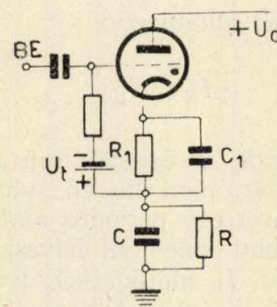
$$\bar{I}_R = f q = f U_0 C_{cs}$$

Így a C kondenzátoron lévő egyenfeszültség csak a négyszögjel U_0 amplitudójától függ. Az U_t telep a V_1 dióda indulóáramát kompenzálja. V_1 és V_2 polaritásának megcserélése az R -ről levehető feszültség előjelét fordítja meg.

A helyes működés feltételei:

- a) $T \ll R \cdot C < T_0$
- b) $\tau \ll T$
- c) $U_c \ll U_0$
- d) $\tau > 5 R_b C_{cs}$
- e) $U_c \gg U_t$
- f) $C \gg C_{cs}$

Az a), b) és c) feltételek tartalmát az előzőekben láttuk. A d) feltétel biztosítja, hogy a C_{cs}



10. ábra

kondenzátor az impulzus időtartama alatt fel tudjon tölteni. Az e) feltétel betartása esetén az U_t feszültség csak az induló-áram hatást kompenzálja, egyébként nem befolyásolja a működést. Végül az f) feltétel, ugyanúgy, mint a c) feltétel, a feltöltéstől tartja a működést távol, még nagy frekvencia esetén is.

Mindkét elrendezés könnyű kalibrációt és sáv-váltást tesz lehetővé τ , illetve C_{cs} változtatásával.

Alapelvben semmi újat nem ad, de jelentősen egyszerűbb az eddig bemutatott kapcsolásoknál a 10. ábrán látható elrendezés.

A beérkező pozitív impulzus hatására a thyatron kinyit és tölteni kezdi a soros C_1-C kondenzátorokat. Mikor a katód ennek hatására elég nagy pozitív feszültségre tesz szert, a cső lezár és a kondenzátorok a parallel ellenállásokon át kisülnek. Mivel $C_1 \ll C$, a töltődés és kisülés menetét gyakorlatilag az R_1-C_1 kör szabja meg. (Ha C_1 igen kicsiny, a katód-fűtőszál kapacitása is befolyásolja a működést.) Itt tehát C_{cs} szerepét C_1 veszi át. A készülék által mérhető legnagyobb frekvenciát a szórt kapacitások és a cső deionizációs ideje szabja meg. Ügyelni kell arra, hogy a bejövő

* Itt előre figyelembe vesszük, hogy — mint látni fogjuk — $C \gg C_{cs}$.

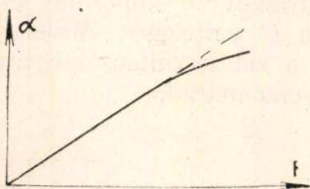
működtető impulzusok időtartama $R_1 C_1$ -nél sokkal kisebb legyen, ellenkező esetben egy impulzus többször működteti a berendezést.

A nagy időállandójú $R-C$ tagban végbemenő folyamatot az előzőekben már megvizsgáltuk. Ha a C kondenzátor feszültségét ismét jóval U_0 alatt tartjuk, az R ellenállásban folyó áram a frekvenciával arányos lesz és a készülék működése a bemenő impulzusok alakjától és nagyságától tág határok közt független lesz.

A kapcsolások érzékeny pontja a C kondenzátor. A szokványos dielektrikumoknál fellépő villamos hiszterézis-jelenségek elkerülése és nagy jósági tényező elérése céljából kerámia kondenzátorokat vagy elektroncsöves kapcsolással előállított kapacitásokat szoktak alkalmazni.

Nívómérő fokozat

Láttuk, hogy a raktározó fokozat R ellenállásán átfolyó egyenáram a frekvenciával közvetlenül arányos. A pillanatnyi nívó mérésének legegyszerűbb módja tehát az, hogy az R ellenállással sorba árammérőt — szokásosan mikroampermérőt — kötünk. Egy másik lehetséges mérési mód az, hogy az R ellenálláson eső, az árammal arányos egyenfeszültséget csővoltmérővel indikáljuk. Mindkét módszer esetén a műszer közvetlenül frekvenciára kalibrálva a lineáristól csak magas frekvenciáknál eltérő skálát ad (11. ábra). Ha a méretezésnél vigyázunk arra, hogy a kondenzátor feltöltött állapotá-



11. ábra

tól távol maradjunk, a skála teljesen lineáris. A lineáristól való elhajlás kb. a C kondenzátor 60%-os feltöltődésénél válik észrevethetővé.

Biztosító áramkör

Feladata, hogy olyan nagy intenzitású sugárzás esetén, amit a műszer az adott beállításban már nem tud mérni, a C kondenzátort kisüsse és így a műszer tönkremenetelét meggátolja. Aránylag ritkán alkalmazták. Mivel működése a frekvenciaosztók visszaállító fokozatával teljesen megegyezik, ott kerül tárgyalásra.

Integráló típusú frekvencia-osztók

Blokksémájukat az 1b ábra tünteti fel. Az egyes fokozatokat ismét külön-külön ismertetjük.

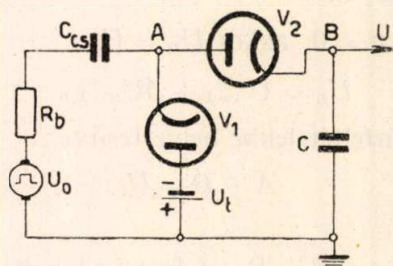
Töltőgőző fokozat

A fokozat célja itt is ugyanaz, mint a számláló-berendezéseknél. Különbség azonban az, hogy az osztó nem önálló berendezés, hanem csak része egy nagyobb elrendezésnek. Így a beérkező impulzusokat az előző fokozatok állítják elő, ezek tehát

egyforma nagyságúak és alakúak. Emiatt a fokozat oszcillátort rendszerint nem tartalmaz; működése csak a beérkező impulzusok formálására szorítkozik.

Raktározó fokozat

Az osztóban is, mint a számlálóban, a berendezés legfontosabb szerve a raktározó. Feladata, hogy a töltőgőzőből kapott energiát tárolja és ebből a beérkezett impulzusok összes (tehát nem mp-enkénti) számával arányos villamos mennyiséget állítson elő a nívómérő és a visszaállító számára. Alapkapcsolása a 9. ábrán láthatóval majdnem pontosan egyező (12. ábra).



12. ábra

Természetesen a megváltozott feladatnak megfelelően az R ellenállás elmarad. A működési feltételek:

- $\tau \ll T$
- $U \ll U_0$
- $\tau > 5 R_b C_{cs}$
- $C \gg C_{cs}$

Valamennyi feltétel célját ismerjük. Elmarad az

$$U \gg U_t$$

feltétel, mivel az U_t előfeszültség most már — mint látni fogjuk — egész más feladatot tölt be, mint az előző esetben.

A készülék bármilyen előjelű impulzussal működtethető. Működését pozitív négyszögjelek esetére ismertetjük.

Az első bemenő impulzus hatására C_{cs} és V_2 -n át C egyforma töltést nyer. Így az U feszültség, amely — a későbbiekben láthatóan — a periodus kezdetén éppen U_t -vel volt egyenlő,

$$\Delta U_{0,1} = U_0 \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}}$$

értékkel megnő. Ezután C_{cs} V_1 -en át az ismert módon kisül, C azonban megőrzi töltését és feszültségét. Az A pont feszültsége így U_t , a B ponté pedig

$$U_1 = U_t + \Delta U_{0,1}$$

lesz. A V_2 dióda így $U_1 - U_t$ értékkel elő lesz feszítve. A második impulzusnak csak az $U_0 - (U_1 - U_t)$ része megy át a diódán, U_c második megnövekedése tehát csak

$$\Delta U_{1,2} = [U_0 - (U_1 - U_t)] \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}}$$

nagyságú. Általánosítva az n -edik impulzus hatására

$$(\Delta n = 1)$$

$$\Delta U_{n-1,n} = [U_0 - (U_{n-1} - U_t)] \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}} \Delta n$$

feszültségnövekedés jön létre. A differencia-egyenletet differenciálegyenletté alakítva ($\Delta n \rightarrow 0$) és integrálva adódik:

$$U_n = Ae^{-kn} + B$$

A , B , és k állandók a határfeltételekből állapíthatók meg. Ezek:

1/ ha $n = 0$, akkor $U_n = U_t$

2/ $U_n = U_{n-1} + \Delta U_{n-1,n}$

A határfeltételekbe helyettesítve:

1/ $A + B = U_t$

2/ $A \cdot e^{-kn} + B = [Ae^{-k(n-1)} + B] \frac{C}{C + C_{cs}} + [U_0 + U_t] \frac{C_{cs}}{C_{cs} + C}$

Ezekből

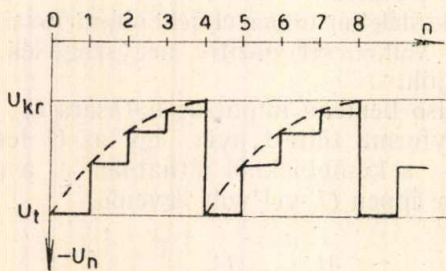
$$A = -U_0$$

$$B = U_0 + U_t$$

$$k = \ln \frac{C + C_{cs}}{C}$$

nyerhető. Így függvényünk

$$U_n = U_t + U_0 \left[1 - \left(\frac{C}{C + C_{cs}} \right)^n \right]$$



13. ábra

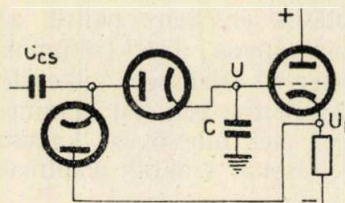
Ha az U feszültség elér egy U_{kr} értéket, a visszaállító fokozat a C töltését elvezeti. U értéke ekkor rohamosan csökken U_t értékig. Itt V_1 és V_2 vezetni kezd és »megfogja« U -t. Az új periódus tehát, amint azt már előrebocsátottuk, mindig $U = U_t$ -ről indul. Az előbb vázolt működést 4-es osztó esetére a 13. ábra szemlélteti.

Előnye a berendezésnek, hogy ha U_t , U_{kr} és U_0 a tápfeszültséggel arányos, a kapcsolás működése a tápfeszültség változásaival szemben érzéketlen. Súlyos hátrány azonban, hogy a feszültségugrások egyre csökkennek és így épp a legutolsó ugrás

— amelynek a visszaállító biztonságos működtetéséhez lehetőleg nagyoknak kell lennie — a legkisebb. Ez a hiba csökkenthető, ha az U - n görbe közel lineáris szakaszára szorítkozunk, ami az

$$U_{kr} - U_t \ll U_0$$

feltétel betartásával egyértelmű. Mivel $U_{kr} - U_t$ csökkentése a visszaállító működtetését teszi bizonytalanná, U_0 veendő lehető nagyra.



14. ábra

A fent említett hiba teljesen kiküszöbölhető, ha gondoskodunk arról, hogy minden pillanatban

$$U_t = U_{n-1}$$

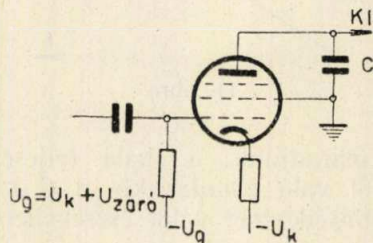
legyen. Ekkor $\Delta U_{n-1,n}$ képlete egyszerűsítve

$$\Delta U_{n-1,n} = \Delta U_{0,1} = U_0 \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}}$$

vagyis állandó.

Az $U_t = U_{n-1}$ egyenlőség teljesül pl. a 14. ábra áramkörében.

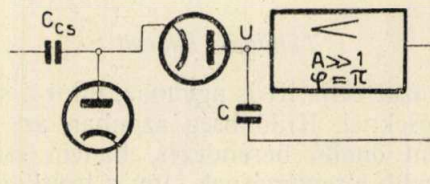
Ha a katódkövető kapcsolás erősítése 1, U_t követni fogja U változását. Mivel pedig a periódusok elején a két feszültség megegyezik, értékük állandóan egyenlő marad.



15. ábra

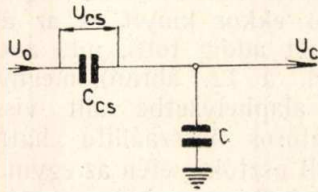
Egyforma impulzusok nyerhetők a 15. ábra konstans áramú pentodájából is. A kapcsolás hátránya, hogy érzékeny a bemenő impulzusok szélességére és amplitudójára.

További mód az impulzusok egalizálására a 16. ábra szerinti kapcsolás. Az ábra szerinti diódapolaritások esetén U ugrásai pozitívak és $U_0 \frac{C_{cs}}{C}$ nagyságúak.



16. ábra

Egyforma feszültségugrások nyerhetők még az alábbi módon is. Tekintsük a 17. ábra C_{cs} és C kondenzátorait.



17. ábra

Az első bemenő impulzus hatására C -n

$$U_c = \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}} U_0$$

C_{cs} -n pedig

$$U_{cs}^{(1)} = \frac{C}{C + C_{cs}} U_0$$

feszültség jelenik meg. Süssük ki az első és második impulzus közti időben C_{cs} -t és vigyük rá eddigi feszültségével ellentétes polaritással a C kondenzátoron levő U_c feszültséget ($U_{cs} = -U_c$). Ezután a második impulzus hatására C és C_{cs} (eddigi töltésükön felül) Δq további töltést kapnak. Δq értéke mindkét kondenzátorra azonos, így

$$\Delta q = \Delta U_{cs} C_{cs} = \Delta U_c C$$

A C kondenzátor új feszültségét U_x -el jelölve

$$\Delta U_c = U_x - U_c$$

és

$$\Delta U_{cs} = U_0 - (U_{cs} + U_x) = U_0 - (-U_c + U_x)$$

Helyettesítve

$$[U_0 - (-U_c + U_x)] C_{cs} = (U_x - U_c) C$$

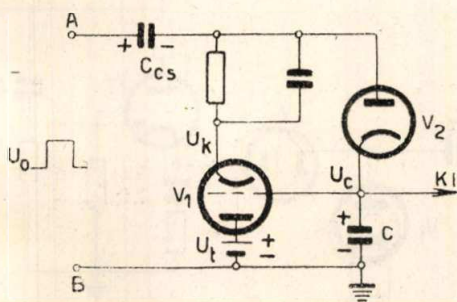
ahonnan

$$U_0 = \frac{C + C_{cs}}{C_{cs}} U_c$$

felhasználásával

$$U_x = 2U_c$$

Tehát a második impulzus hatására C feszültsége ugyanannyit nő, mint az elsőére. A C_{cs} kondenzátornak az impulzusok közti kisütése és $(-U_c)$ -re való feltöltése tehát egyforma ugrásokat eredményez. Ezt a feladatot látja el pl. a 18. ábra szerinti kapcsolás.



18. ábra

A beérkező (pozitív) impulzusok C_{cs} -t és V_2 -n keresztül C -t töltik. Mikor az impulzus véget ér, az A pont földpotenciálra kerül és C_{cs} -t V_1 (amit eddig az impulzus lezárva tartott) kisüti, majd ellenkező potenciálra tölti. Ez a folyamat mindaddig tart, míg V_1 katódjának U_k potenciálja U_c -t a zárófeszültségnek megfelelő értékkel túl nem haladja, ekkor V_1 lezár. Nyugalmi állapotban

$$U_k = U_{cs}$$

és így

$$U_c \cong -U_{cs}$$

A negatív előjel a két feszültségnek az ábráról leolvasható ellentétes polaritását fejezi ki.

A kapcsolás helyes működésének feltételei az eddigiek alapján a következők:

a) $U_0 \gg U_t$

b) $U_c \gg U_{záró}^{(V_1)}$

A bemenő négyszögjel adatait és C_{cs} ill. C méreteit továbbra is a régi feltételek szabják meg.

Valamennyi eddig tárgyalt kapcsolás közös hibája, hogy csak

$$n \ll \frac{C R_{atv}}{T} = f C R_{atv}$$

osztásra használható. Itt R_{atv} a C kondenzátor átvezetési ellenállása parallel a V_1 dioda katód-fűtőszál átvezetésével, f a bemenő impulzus frekvenciája. Nagyobb leosztásnál a teljes periódusidő (nT) alatt a C kondenzátor észrevehető módon kisül. Minthogy azonban jó minőségű kondenzátor és dióda esetén CR_{atv} nagyságrendje 10^3 sec, a képlet pl. 1 kHz esetén

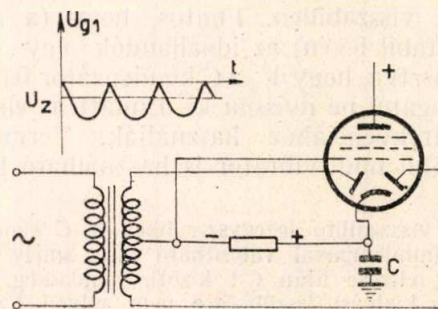
$$[n \ll 10^6$$

tehát gyakorlatilag még alacsony frekvencián sem jelent különösebb megkötést. A legnagyobb megengedhető frekvenciát az szabja meg, hogy a C_1 kondenzátornak a két impulzus közti időszakban ki kell sülnie. Az ehhez szükséges idő C_1 nagyságán kívül a töltőgő és a V_1 dioda adataitól függ. Fenn kell állnia a

$$T - \tau \gg C_1(R_{v1} + R_{bt})$$

egyenlőtlenségnek. Itt R_{v1} a V_1 dióda vezetési ellenállása, R_{bt} a töltőgő fokozat kimenő ellenállása.

Végül bemutatjuk a szinuszos jellel működtethető Griese-kapcsolást (19. ábra).

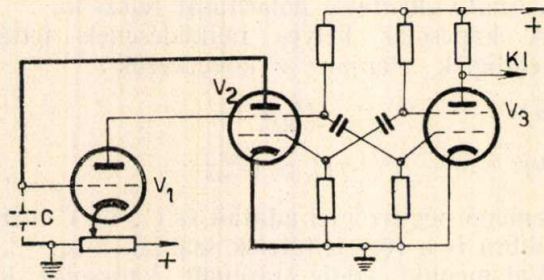


19. ábra

A bemenő jelet a két dióda egyenirányítja, az így létrejövő negatív egyenfeszültségre szuperponált csipkés feszültség alkotja a pentóda bemenő jelét. A pentóda ennek hatására tölti a C kondenzátort. Mivel C töltődésével a pentóda egyre kisebb anódfeszültséggel működik, a C -n megjelenő feszültségugrások nem lesznek teljesen egyformák. A pentóda nagy belső ellenállása miatt azonban ez a hatás elenyészően kicsiny lesz.

Visszaállító fokozat

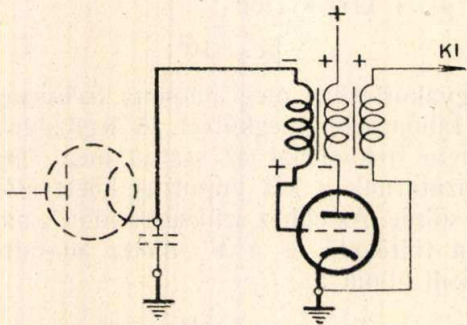
Feladata az, hogy amikor a C kondenzátoron a feszültség az U_{kr} értéket elérte, kisüsse a C -t és



20. ábra

egyidejűleg impulzust továbbítson a kimenet (vagy további osztó) felé. A feladatot rendszerint monostabil relaxációs oszcillátor, vagy thyatronos kapcsolás segítségével oldják meg.* Néhány megoldást ismertettünk.

Multivibrátoros visszaállító ábrázol a 20. ábra. V_2 és V_3 katódja, első és második rácsa multivibrátor-kapcsolásban van. Ha C (emelkedő) feszültsége eléri a V_1 cső zárófeszültségét, V_1



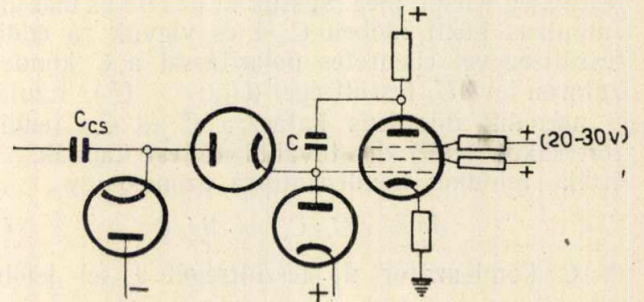
21. ábra

kinyit és a V_3 első rácsára adott negatív impulzussal lezárja V_3 -at. Mivel V_2 és V_3 multivibrátor-kapcsolásban van, V_2 kinyit és a vastagon kihúzott úton kisüti C -t. Kisütés után a multivibrátor visszabilen. Fontos, hogy (a multivibrátor astabil lévén) az időállandók úgy legyenek megválasztva, hogy V_2 a C kondenzátor feltöltődése előtt magától ne nyisson ki. Emiatt az elrendezést adott frekvenciához használják. Természetesen monostabil multivibrátor is használható kisütésre.

* A visszaállító legegyszerűbben a C kondenzátorra kötött glimmlámpával valósítható meg, amely a gyújtási feszültség elérése után C -t kisüti, mindaddig, míg a feszültség a kialvási feszültségre nem süllyed. Ez a megoldás azonban a glimmlámpa instabil volta miatt pontosságot igénylő berendezésben nem használható.

Önzáró (blocking) oszcillátoros visszaállítót mutat be a 21. ábra. A beérkező impulzusok C negatív feszültségét csökkentik mindaddig, míg U_c az oszcillátor nyitási feszültségét el nem éri. Az oszcillátor ekkor kinyit és az ábrán látható úton C -t ismét addig tölti, míg a C -re kapcsolt diódák (l. pl. a 12. ábrán) megnyitnak. Ezzel C ismét az alaphelyzetbe állt vissza. Az önzáró oszcillátoros visszaállító hátránya, hogy láncbakapcsolt osztók esetén az egymásután következő fokozatok közt a kölcsönhatás igen nagy. Hátrányos az is, hogy az oszcillátor átbillenési feszültsége nemcsak C egyenfeszültségétől, hanem az utolsó feszültségugrás meredekségétől is függ.

Fantasztronos kisütőkapcsolást mutat be a 22. ábra. A kapcsolásnak csak a működés megértéséhez szükséges elemeit tüntettük fel. Az anód-első rács visszacsatolás miatt a beérkező pozitív impulzusok a vezérlőrács feszültségét alig emelik. Az anód feszültsége azonban egyre csökken, míg végre eléri a fékrács feszültségét. Ekkor a cső

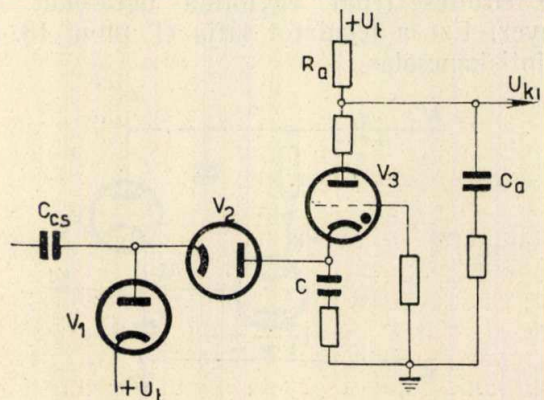


22. ábra

csaknem teljesen lezár. Ezzel a visszacsatolás megszűnik és a következő impulzus a vezérlőrács és ezzel egyidejűleg (a katódellenállás miatt) a katód feszültségét hirtelen megemeli. Ennek hatására a fix előfeszültségű fékrács az anódamort teljesen lezárja. Az anód feszültsége ismét telepfeszültségre ugrik fel és a folyamat előlről kezdődik.

Figyelmet érdemel az a tény, hogy a fantasztronos visszáló a C kondenzátoron fellépő feszültségugrások egyformaságáról is gondoskodik (v. ö. a 22. ábrát a 16. ábrával).

Végül thyatronos visszaállítót mutat be a 23. ábra. A szereplő ellenállások (R_a -t kivéve) kicsinyek. Rendszerint $C_a = C/2$. A beérkező negatív impul-



23. ábra

zusok begyűjtják V_3 -at. Ekkor C_a és C töltése kiegyenlítődik és így U_c felugrik, U_{ki} pedig hirtelen leesik. A töltéskiegyenlítődés befejeződésével V_3 kiolt, mert a nagy R_a -n át nem kap elég áramot.

A thyatronos kisütőnél C feszültséget a periódus elején nem V_1 előfeszültsége (U_t) szabja meg, hanem a kisütőkör. Az eddigiekből beláthatóan a kisülésnél C -n fellépő pozitív feszültségugrás

$$\Delta U_c = (U_t - U_e) \frac{C_a}{C + C_a}$$

Itt U_e a thyatron égési feszültsége (anód-katód feszültsége a cső vezetől állapotában).

A kapcsolat nagy előnye, hogy a thyatron feszültségstabilizáló tulajdonsága miatt a működés a szomszédos áramkörök változásaira nem érzékeny. Hátránya, hogy a leosztandó frekvencia nagyságára újabb megkötéseket jelent. A megengedhető legkisebb frekvencia megnő, mert a C kondenzátor és a V_2 dioda átvezetési ellenállásához V_3 katód-fűtőszál átvezetése parallel kapcsolódik. A maximális frekvenciát erősen korlátozza az a körülmény, hogy a két kisütés közötti időben V_3 -nak deionizálódnia kell, C_a -nak pedig R_q -n át ismét telep-feszültségre kell töltődnie.

Az ismertett elveken alapulnak a frekvenciamérő műszerek biztosító áramkörei is. A kritikus feszültség, aminél a biztosító áramkör működni kezd, 1,1–1,2-szerese annak a feszültségnek, ami a nívómérő műszer végkiteréséhez tartozik. Mind visszaállító, mind biztosító kapcsolásnak használják a frekvenciamérőknél tárgyalt feszültség-diszkriminátort is, felhasználva azt, hogy — mint ott láttuk — a diszkriminátor átbillenési és visszabillenési feszültsége közt beállítható nagyságú különbség van. Ha a diszkriminátort kisütőnek használjuk, az átbillenési feszültséget a 13. ábra U_{kr} feszültségével, a visszabillenési feszültséget pedig az ábra U_t feszültségével kell azonosítani. Ha biztosítókapcsolásnak használják a diszkriminátort, az átbillenés a végkiterés 1,1–1,2-szeresénél, a visszabillenés pedig kb. a végkiterés 0,8-szorosánál szokott bekövetkezni.

Nívómérés

A nívómérésnek — ami jelen esetben a két kisülés közötti állapotok ellenőrzésére szolgál — csak részecskeszámlálás esetében van jelentősége. Kivitelezése rendszerint katódcsatolású bemenetű műszerrel történik, a műszer a katódcsatolású erősítő katódjában van. Célszerűen úgy szokták a problémát megoldani, hogy a műszert a 15. ábra triodájának katódjában helyezik el. Így a műszer nagy ellenállású, bemenete és lineáris kalibrációja nem igényel külön csöveket.

Az ismertett kapcsolások tárgyalása során csak alapelveket igyekeztünk ismertetni. A tényleges kapcsolások a tárgyaltaktól mégis csak lényegtelen mértékben vagy egyáltalában nem térnek el. Éppen egyszerűségük és mégis biztonságos működésük miatt használják az integráló típusú kapcsolásokat elterjedten. Közvetlen leolvasású részecskeszámlálók csak ezen az elven

készülnek. Frekvenciát a leírt módszerekkel néhány ezredrésze lehet üzembiztosan leosztani. A legtöbb ismertett kapcsolat működése a tápfeszültség és a csövek változásaival szemben egyszerű eszközökkel érzéketlenné tehető.

Függelék

Az 5. ábra R ellenállásán átfolyó áram Laplace transzformáltját a cikk első részében kvalitatíve kiértékeltek. Pontosabb vizsgálatot tesz lehetővé, ha a függvény visszatranszformálást elvégezzük.

Az áram transzformált függvénye:

$$i_R(p) = I_0 \frac{1 - e^{-pT}}{p(1 + pRC)(1 - e^{-pT})}$$

volt. A visszatranszformálást a kifejtési tétel alapján elvégezve kapjuk:

$$I_R(t) = I_0 \frac{\tau}{T} - I_0 \frac{e^{\frac{\tau}{RC}} - 1}{T} e^{-\frac{t}{RC}} + \\ + \frac{I_0}{j2\pi} \sum_{|k|=1}^{\infty} \frac{1 - e^{-jk\omega\tau}}{k(1 + jk\omega RC)} e^{jk\omega t}$$

ahol

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Az integráló kapcsolásoknál mindig fennálló

$$\tau \ll RC$$

$$T \ll RC$$

egyenlőtlenségeket figyelembevéve

$$\frac{e^{\frac{\tau}{RC}} - 1}{T} \approx \frac{\tau}{T}$$

és így

$$I_R(t) = I_0 \frac{\tau}{T} (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) + \\ + \frac{I_0}{j2\pi} \sum_{|k|=1}^{\infty} \frac{1 - e^{-jk\omega\tau}}{k(1 + jk\omega RC)} e^{jk\omega t}$$

Itt nyilván $I_0 \frac{\tau}{T}$ a stacionárius állapot egyenáramú átlaga,

$I_0 \frac{\tau}{T} e^{-\frac{t}{RC}}$ pedig a bekapcsolási jelenség. Eredményünk a cikk elején egyszerűbb úton kapott eredményekkel megegyezik. De annál többet is nyújt: szolgáltatja a jelenség spektrumát.

A Σ jelen belül levő kifejezés könnyebben kiértékelhető, ha k pozitív és negatív előjelű értékeihez tartozó tagokat páronként összeadjuk és alkalmazzuk az Euler-relációt. Így nyerjük

$$\frac{I_0}{j2\pi} \sum_{|k|=1}^{\infty} \frac{1 - e^{-j\omega\tau k}}{k(1 + jk\omega RC)} e^{jk\omega t} = \\ = I_0 \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos k(\omega t - \varphi) + k\omega RC \sin k(\omega t - \varphi)}{k(1 + k\omega RC)} \sin k\varphi$$

ahol

$$\varphi = \pi \frac{\tau}{T} = \frac{\omega\tau}{2}$$

A $k\omega$ frekvenciához tehát

$$A_k = I_0 \frac{\sqrt{1 + (k\omega RC)^2}}{k(1 + k\omega RC)} \sin k\omega \frac{\tau}{2}$$

amplitudó tartozik.

IRODALOM

1. Chance, Hughes, Mc Nichol, Sayre és Williams : Waveforms. MIT 19.
2. Schiff—Evans : Rev. Sci. I : 7 456—462. 1936.
3. Lorenz, Weikel és Norton : Rev. Sci. I. 1946. July.
4. Handbook of Industrial El. Circuits.
5. Simonyi : Elméleti Villamosságtan.
6. Nemes Tihamér : A távolbalítás fejlődéséről.
7. Elmore—Sands : Electronics.

Zajgenerátor felhasználása erősítők bemeneti impedanciájának mérésére

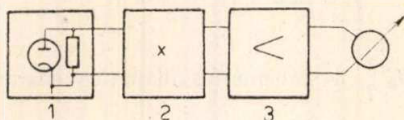
SEBESTYÉN LÁSZLÓ GÁBOR
Távközlési Kutató Intézet

A probléma felvetése. Az ultrarövidhullámú tartományban dolgozó erősítők bemeneti ellenállásának a szokásos szignálgenerátoros eljárással történő vizsgálata meglehetősen pontatlan és nehézkes, mert kis feszültségek megbízható leosztásáról és méréséről kell gondoskodni. A bemenő ellenállás a bemenő körök és a cső bemenő ellenállásából tevődik össze; tényleges értéke azonban nem azonos a cső és a kör külön-külön mérhető ellenállásainak eredőjével, hanem a kapcsolásban elkerülhetetlenül fellépő visszacsatolások számottevően megváltoztatják. A tényleges kapcsolásban fellépő bemenő ellenállás ismerete pedig számos esetben, így például illesztési kérdések megoldásánál szükséges.

A következőkben eljárást és néhány mérési eredményt ismertetünk, amely a zajméréseknél használt kis anódfeszültségnél telítésbe hozható wolframfűtőszálú dióda (zajgenerátor-dióda) felhasználásával oldja meg a bemeneti ellenállás mérését.

I.

Mérési eljárás. A mérési elrendezés vázlatát az 1. ábra mutatja.



1. ábra

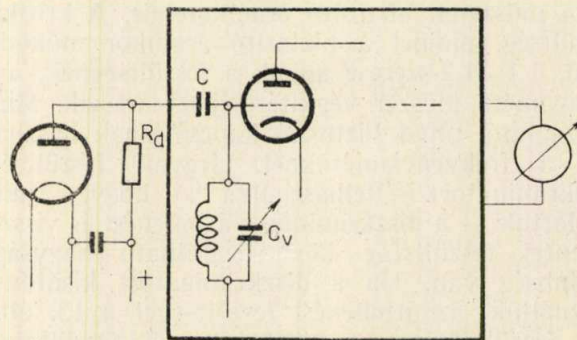
Az ábra egyes elemei a következők:

1. Zajgenerátor-dióda.
2. Vizsgálandó négypólus vagy erősítő.
3. Lineáris erősítő és teljesítménymérő műszer.

A módszert egy erősítő bemeneti impedanciájának mérése kapcsán mutatjuk be (2. ábra). Itt a vizsgálandó négypólus maga az erősítő.

A mérendő erősítő bemeneti impedanciáját a C_v kondenzátor segítségével az erősítő átviteli sávjának közepére hangoljuk, úgy, hogy a bemenő

ellenállás a zajgenerátor rákapcsolása esetén is tisztán reális legyen. Az erősítőtől azt követeljük meg, hogy erősítése elegendő nagy legyen ahhoz, hogy a kimenő feszültség, illetve teljesítménymérő műszeren az erősítő saját zaja már éppen leolvasható kitérést adjon.



2. ábra

A mérés első lépésénél a dióda R_d munkaellenállását úgy választjuk meg, hogy $R_{d1} \gg R_{be}$, ahol R_{be} a mérendő cső bemeneti ellenállását jelenti. A telített diódát annyira fűtjük be, hogy az erősítő kimenetén elhelyezett teljesítménymérő műszer az eredeti kis α_0 kitérésről $n\alpha_0$ -ra változzék, ahol n olyan nagy, amelyet az erősítő linearitása, illetve a wolframdióda anóddisszipációja megenged. Mint-hogy a dióda telítésben dolgozik, belső ellenállása sokszorososan nagyobb R_{d1} és R_{be} -nél; a tényleges munkaellenállás tehát — közelítőleg — R_{be} . Az ilyenkor beállított I_{d1} dióda-áram

$$\bar{U}^2 = 2e I_{d1} \Delta f R_{be}^2 \tag{1}$$

zajfeszültséget, illetve zajteljesítményt kelt [1]. Itt e az elektron töltése, Δf a sávzélesség.

Második lépésként a dióda munkaellenállását olyan R_{d2} -re változtatjuk, amely az erősítő feltételezett bemeneti impedanciájának nagyságrendjébe esik. Minthogy ilyen módon a dióda munkaellenállása csökken, a kimeneten jelentkező, zajteljesítmény értéke is kisebb lesz az előbbinél. A dióda áramát most olyan I_{d2} értékre növeljük

hogy az előbbi n_{a_0} kitérés visszaálljon. Ilyenkor, minthogy a kimenő zajteljesítményt állandó értéken tartottuk,

$$I_{d1} R_{be}^2 \approx I_{d2} \left(\frac{R_{be} R_{d2}}{R_{be} + R_{d2}} \right)^2 \quad (2)$$

amelyből a keresett bemeneti impedancia

$$R_{be} \approx R_{d2} \left(\sqrt{\frac{I_{d2}}{I_{d1}}} - 1 \right) \quad (3)$$

A mérés pontossága. A mérésnél feltételeztük, hogy az erősítő alapzaja túlnyomórészt az első fokozatban képződik, és a későbbi fokozatok elhanyagolhatóan kevéssel járulnak hozzá.

Az erősítő alapzaja a következő tényezőkből tevődik össze:

1. Az első cső sörétzaja.
2. Az első cső indukált rácszaja.
3. A bemenő kör Johnson-zaja.

A mérésnél nem voltunk tekintettel arra, hogy a második lépésnél, amikor megváltoztatjuk a dióda munkaellenállását, az alapzaj 2. és 3. komponense is megváltozik. Tekintettel azonban arra, hogy a dióda árama által keltett zaj az alapzajnál több nagyságrenddel nagyobbra választható, az ebből származó hiba elhanyagolható.

A munkaellenállás változtatásával megváltozik az eredő sávzélesség és így a sávzélességgel arányos zajteljesítmény is; ennek elhanyagolása is indokolt, mert az eredő sávzélességet nagy-erősítésű készülék esetén — ami pedig szükséges ahhoz, hogy az erősítő saját zaja indikálható legyen — a bemenő kör sávzélessége gyakorlatilag alig befolyásolja. Az erősítő linearitása nem feltétlenül szükséges követelmény, csupán a mérést egyszerűsíti. A bemenetre kapcsolt zajgenerátor segítségével könnyen felvehető az erősítő bemenő feszültség-kimenő feszültség, illetve teljesítmény karakterisztikája.

II.

Ismeretes, hogy kb. 20–30 MHz feletti tartományban dolgozó erősítők bemeneti impedanciájának nagyságrendjét a párhuzamosan kapcsolódó elemek legkisebbike, az első erősítőcső bemeneti impedanciája szabja meg. A cső bemeneti impedanciája viszont a katód és rács bevezetés önindukciójának, illetve kölcsönös indukciójának és az elektron repülési időnek függvénye. Az üvegvezetőképessége és egyéb átvezetések a fentieknél rendszerint több nagyságrenddel nagyobb ellenállást jelentenek.

A bemeneti konduktanciának az a része, amely a rács-katód kapacitás és a katódvezeték önindukciójának következménye, első közelítésben a következő módon írható: [2], [3], [4], [5], [6] stb.

$$G_{be} = kf^2 L_k C_{rk} S \quad (4)$$

ahol L_k a katódvezeték önindukciója, C_{rk} a rács-katód kapacitás, S a meredekség, f a frekvencia és k egy arányossági tényező.

A bemeneti konduktanciának a repülési időből származó része hasonló szerkezetű kifejezéssel adható meg:

$$G'_{be} = k_1 f^2 T_{rk} S \varphi \left(\frac{T_{ra}}{T_{rk}} \right) \quad (5)$$

ahol T_{rk} rács-katód, T_{ra} pedig a rács-anód repülési idő.

A 4. és 5. egyenletek szerint tehát a bemeneti konduktancia mindkét komponense a frekvencia négyzetével és a meredekség első hatványával arányosan nő.

Megfelelő erősítés, illetve jel-zaj viszony elérése érdekében a bemeneti impedanciát minél nagyobb értéken kell tartani. A modern erősítőcsövek fejlődése pedig azt mutatja, hogy azoknál a csöveknél is, amelyeket ultrarövidhullámú alkalmazásra terveznek, a meredekséget növelik. Bár a meredekség növelése kívánatos amiatt, hogy a cső szélessávú erősítőként történő felhasználásánál kis munkaellenállás mellett is számottevő erősítés legyen elérhető, növekvő meredekség mellett a bemeneti ellenállás a 4. és 5. egyenleteknek megfelelően csökken. A bemenő ellenállás szempontjából tehát a meredekség csökkentése volna kívánatos.

Elektroncsövek bemeneti impedanciájának meghatározására Intézetünkben dr. Dallos András és dr. Takács Lajos 1948 és 1950 között részletes elméleti és kísérleti vizsgálatokat végeztek [7]. Eredményeik közül a következőket emeljük ki:

1. A hozzávezetések önindukciójából származó admittancia-komponenst nem lehet a többivel egyszerűen összegezni. Növekvő katód-önindukciónál a bemenő ellenállás lineárisan csökken, de a csökkenés mértéke annál nagyobb, minél nagyobb a frekvencia.

2. A kapcsolásba épített elektroncső a valóságban mindig visszacsatolt erősítőnek tekintendő, a bemenő impedancia a visszacsatolás függvénye. A visszacsatolás függ a cső meredekségétől; pozitív visszacsatolás esetén a nagyobb meredekség növeli a bemenő impedanciát.

Mérési eredményeink szerint, ha a vezérlőrács kivételével valamennyi többi elektróda az ideálisat megközelítő módon (váltóáramúlag) földelve van, akkor a meredekség növelésével a bemenő impedancia az irodalmi adatoknak megfelelően csökken. Ha ellenben a földelés kis önindukciójú vezetéken keresztül történik (pl. nem önindukciómentes kondenzátorral), akkor a fellépő visszacsatolás miatt a meredekség növelése a bemenőkör impedanciájának növekedésével járhat.

III.

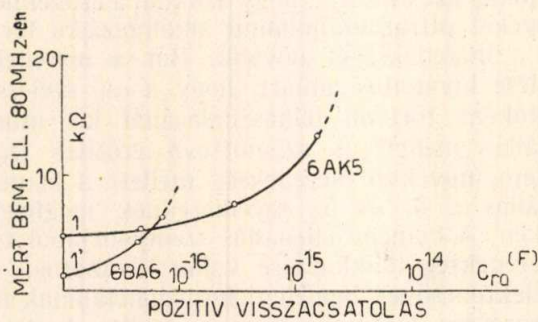
Az I. pontban ismertetett eljárást — többek között — arra használtuk fel, hogy egy 80–200 MHz között dolgozó kísérleti erősítő [8] bemeneti impedanciáját mérjük és ellenőrizzük [7] mérési eredményeinek azt a részét, hogy a cső meredekségének növelésével pozitív visszacsatolás esetén a bemeneti impedancia növekszik.

Az erősítő 80 MHz középfrekvenciájú, szuperrendszerű vevőkészülék volt 6AK5 erősítőcsövek-

kel. A középfrekvencia erősítése 90 dB, sávszélessége 8 MHz volt. Zajdiódaaként a rövidhullámú célokra alkalmas 6VD8 jelzésű dióda szolgált.

A vizsgálatok nagyrészt közvetlenül a középfrekvencia felhasználásával 80 MHz-en végeztük, első csőként felváltva 6AK5 és 6BA6 csövet használva. Az első méréssorozatnál igyekeztünk a visszacsatolásokat gondos szereléssel és árnyékolással a lehető legkisebbre csökkenteni. Az első cső munkaellenállásául 600 ohmmal csillapított, párhuzamos rezgőkör szolgált; a bemeneti párhuzamos rezgőkör jósága $Q = 70$ környékén volt.

Néhány mérési eredményt a 3. ábra mutat. Az ábra 1. és 1' jelű pontja a bemeneti impedanciát abban az esetben mutatja, ha az elkerül-



3. ábra

hetetlenül fellépő visszacsatolás a lehető legkisebb értékű. A mért bemeneti impedancia értéke 6AK5-nél 4200 ohm és 6BA6-nál 820 ohm. Ugyanilyen frekvencián maguknak a csöveknek a bemeneti impedanciája Spangenberg [9] szerint 10 000 Ω illetve 2400 Ω .

A visszacsatolást csupán vezetékelrendezéssel változtatva (a segédárcskondenzátort nem közvetlen a csőlábon elhelyezve, a rács és katódvezetékeket egymáshoz közelítve, a 6AK5-nél közösítve a két katódkivezetést) a bemenőkör impedanciája számottevően megnőtt. Elérhető volt olyan visszacsatolás, hogy 6BA6 és 6AK5-tel azonos bemeneti impedanciát mutatott. Ha a visszacsatolás értékét annyira növeltük, hogy a bemeneti impedancia 6AK5-nél 13 000 ohm fölé nőtt, akkor az erősítő instabillá vált, és gerjedni kezdett. 6BA6 esetén ez a határ 7200 ohm volt.

A kedvezőtlenebb vezetékelrendezés következtében fellépő visszacsatolás értékét nem tudjuk megadni; ellenben kiszámítható, hogy mekkora lenne az a rács-anód kapacitás, amely — a Miller-effektus néven ismert jelenség folytán — ugyanakkora (negatív) bemenő ellenállást okozna, mint amekkora a vezetékelrendezés változtatása következtében fellépett.

A rács-anód kapacitás következtében fellépő bemeneti konduktancia-komponens:

$$G = -\omega C_{ra} \mu \frac{R_a \operatorname{tg} \varphi}{\left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right)^2 + (\operatorname{tg} \varphi)^2} \quad (6)$$

alakban írható, ahol $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X_a}{R_a}$, a munkaellenállás fázisszöge, R_b a cső belső ellenállása, R_a a munkaellenállás reális és X_a a képzetes része, C_{ra} a rács-anód kapacitás.

A ténylegesen fellépő visszacsatolással azonos bemeneti konduktancia-komponenst adó effektív C_{ra} kiszámításához feltettük, hogy

$$X_a = R_{ra} + R_b$$

amikor

$$G = -\omega C_{ra} \mu \frac{R_b}{2(R_b + R_a)} = \operatorname{const.} C_{ra} \quad (7)$$

Ez a C_{ra} érték van feltüntetve a 3. ábra vízszintes tengelyén 6AK5 cső esetére.

Megvizsgáltuk továbbá, hogy 6AK5 csőnél hogyan nő a bemenőkör impedanciája a meredekséggel. A meredekséget a segédárcsfeszültséggel változtattuk.

Qualitatív eredményünk, hogy pozitív visszacsatolás esetén a meredekséget a névleges körül változtatva, a meredekség növelésével a bemenőkör ellenállása nem csökkenő, hanem növekvő jelleget mutatott.

Vizsgálataink konkluziója tehát azonos [7] már idézett eredményével, amely szerint pozitív visszacsatolás esetén a meredekség növelése a bemeneti impedanciát növelheti.

A méréseket 1950-ben az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. Kutatólaboratóriumában és a Távközlési Kutató Intézet 2. sz. laboratóriumában végeztük. A bemenő ellenállás vizsgálatok közzétételét az teszi időszerűvé, hogy a televízió magyarországi bevezetésével szélesebb területen indul meg a munka az ultrarövid hullámok tartományában. Köszönettel tartozunk dr. Dallos Andrásnak és dr. Takács Lajosnak, akik vizsgálataik eredményeit rendelkezésünkre bocsátották és Zakariás Imrének a dolgozat elkészítésénél adott hasznos tanácsaiért.

IRODALOM

- [1] Schottky, W.: Über spontane Stromschwankungen in verschiedenen Elektrizitätsleitern. Ann. Phys. 57, 1918. 541. old.
- [2] Bakker, C. J., Vries, G. de: On Vacuum Tube Electronics. Physica 2 1935. 683. old.
- [3] Ferris, W. R.: Input Resistance of Vacuum Tubes as Ultra-high Frequency Amplifiers. Proc. IRE 24, 1936. 82. old.
- [4] Rothe, H.: Das Verhalten von Elektronenröhren bei hohen Frequenzen. Telefunkenröhre 9, 1937. 33—65. old.
- [5] Strutt, M. J. O., Ziel, A. van der: Die Ursachen für die Zunahme der Admittanzen modernen Hochfrequenz-Verstärkeröhren im Kurzwellengebiet. Elektr. Nachrichtentechnik 14, 1937. 281. old.
- [6] Benham, W. E.: Theory of the Internal Action of Thermionic Systems at Moderately High Frequencies. Phil. Mag. 17, 1931. 457. old.
- [7] Dr. Dallos A., dr. Takács L.: Az elektroncsövek bemenő ellenállása 30—480 MHz-es tartományban. TKI belső jelentés, 1951.
- [8] Sebestyén L.: 80 MHz-es kiszajú kísérleti erősítő. TKI belső jelentés, 1951.
- [9] Spangenberg, K.: Vacuum Tubes. McGraw—Hill, 1948.

Réteg- és tömörellenállások feszültségfüggése

KATONA JÁNOS
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

A feszültségi tényező

A huzalból tekercselt ellenállások túlnyomó többsége követi az Ohm-törvényt, ellenállásuk állandó hőmérséklet mellett független a ráadott feszültségtől, ez alól csak egyes különleges ellenállások, mint a vashidrogénellenállások, urándioxid (urdox) ellenállások stb. kivételek.

A híradás- és műszer- (mérés) technikában leggyakrabban használt szénréteg- és tömörellenállások azonban nem követik az Ohm-törvényt, és állandó hőmérséklet mellett is az ellenállásuk a ráadott feszültség függvénye. Ennek oka abban keresendő, hogy a réteg- és tömörellenállások szerkezete szemcsék egymásra rakott sorozatából tevődik össze és az egyes szemcsék ellenállásán kívül számolnunk kell az egyes szemcsék közt fellépő kontaktusok ellenállásával is, márpedig a kontaktusok ellenállása nem követi az Ohm-törvényt.

Az ellenállások feszültségfüggését a feszültségi tényezővel tudjuk jellemezni:

$$k_f = \frac{1}{R} \frac{dR}{dU} \cdot 100 \text{ \% / volt} \quad (1)$$

A gyakorlatban két különböző feszültségnél mért ellenállás értékéből számíthatjuk ki a feszültségi tényezőt.

$$k_f = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \frac{1}{U_1 - U_2} \cdot 100 \text{ \% / volt} \quad (2)$$

A magyar szabvány a feszültségi tényező mérését a 2%-os és 200%-os terhelésnél adódó feszültség-nél írja elő és rétegegenállásoknál rádióminőségre 0,005 %/V, műszerminőségre pedig 0,001 %/V maximális határt enged meg, függetlenül az ellenállás geometriai alakjától (különböző watt-terhelhetőségű ellenállások) és ohmértékétől.

Az ellenállások feszültségfüggősége és így a feszültségi tényező erőteljesen függ a geometriai alaktól, függ az ellenállás ohmértékétől, függ az ellenállás anyagától, annak szemcsézetttségétől, az esetleges kitöltő keverék anyagától, annak szemcsenagyságától.

A feszültségi tényező jeltorzító hatása

Méréseink azt mutatják, hogy a feszültségi tényező a réteg- és tömörellenállásoknál nagyjából állandó; egy és ugyanazon ellenállásnál alig mutat változást a feszültség függvényében nagy, a gyakorlatban használt (a maximálisan megengedett feszültségek tartományában) feszültséghatárok közt. Ez viszont azt jelenti, hogy az $R = f(U)$ összefüggés megközelítően lineáris.

A (2) egyenletet kissé átalakítva: legyen

$$U_1 = 0 \text{ és } R_1 = R_0$$

$$U_2 = U \text{ és } R_2 = R$$

kapjuk, hogy

$$R = R_0 (1 - k_f U)$$

ez az áram és feszültség összefüggésére vonatkozóan azt jelenti, hogy

$$\frac{dU}{di} = R_0 (1 - k_f U),$$

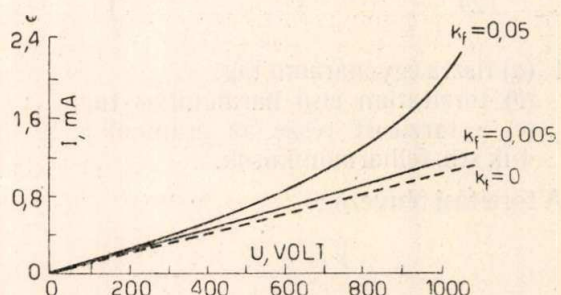
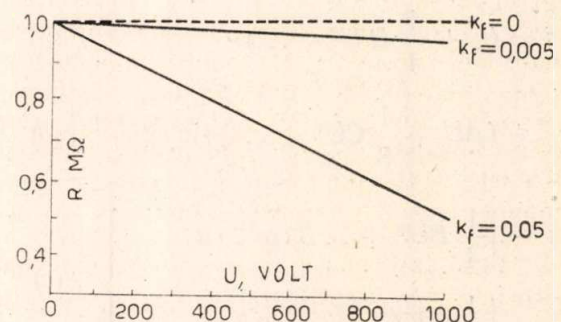
ezt rendezve

$$di = \frac{dU}{R_0 (1 - k_f U)},$$

integrálva

$$i = \int_0^U \frac{dU}{R_0 (1 - k_f U)} = \frac{1}{R_0 k_f} \ln R_0 (1 - k_f U) \quad (3)$$

A (3) egyenlet azt mutatja, hogy feszültségtől független feszültségi tényező esetén, tehát ha az ellenállás a feszültség függvényében lineárisan változik, az áram lefolyása a feszültség függvényében logaritmikus (1. ábra.).



1. ábra. Feszültségfüggetlen feszültségi tényező hatása. Az ellenállás és az áram változása a feszültség függvényében, 1 MΩ ellenállás esetén

Ennek az összefüggésnek véges határok között van érvényessége. Az $R = R_0 (1 - k_f U)$ függvény csak az ellenállás watt-terhelhetőségének megfelelő U_{max} értékének 2-3-szorosáig érvényes.

Ha a feszültséget tovább növelnénk, elérkeznénk e függvény szerint egy olyan feszültséghez, ahol $R = 0$ lenne. Ez természetesen nem áll fenn. E függvény érvényessége tehát limitált. A legtöbb esetben a vizsgálatot átütési okok miatt nem lehet egy bizonyos feszültség-maximum fölött folytatni.

A (3) egyenletből továbbá az következik, hogy ilyen feszültségfüggő ellenállások váltakozó feszültség ráadása esetén jeltorzítást fognak okozni. Ennek nagyságát kiszámíthatjuk az alábbiak szerint.

Az áram-feszültség függvényt Taylor-sorba fejtjük:

$$i = i_0 + \frac{di}{du} u + \frac{1}{2} \frac{d^2 i}{du^2} u^2 + \frac{1}{2 \cdot 3} \frac{d^3 i}{du^3} u^3 + \dots \quad (4)$$

Vezessük be a következő jelölést;

$$A = \frac{di}{du}, \quad B = \frac{d^2 i}{du^2}, \quad C = \frac{d^3 i}{du^3}, \text{ stb.}$$

és legyen a feszültség tiszta szinuszosan váltakozó $u = U \sin \omega t$. Ezeket a (4) egyenletbe behelyettesítve kapjuk

$$i = i_0 + AU \sin \omega t + \frac{1}{2} BU^2 \sin^2 \omega t + \frac{1}{2 \cdot 3} CU^3 \sin^3 \omega t + \dots$$

Ezen egyenletet rendezve és átalakítva kapjuk

$$i = (i_0 + \frac{1}{4} BU^2 + \dots) + (AU + \frac{1}{8} CU^3 + \dots) \sin \omega t - \left(\frac{1}{4} BU^2 + \dots \right) \cos 2 \omega t - \left(\frac{1}{24} CU^3 + \dots \right) \sin 3 \omega t - \dots \quad (5)$$

- ahol (a) tiszta egyenáramú tag,
- (b) torzítatlan első harmónikus tag,
- (c) a torzított része az áramnak: 2., 3., 4-ik stb. felharmónikusok.

A torzítási tényező:

$$k = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1} \quad (6)$$

ahol I_1 az áram torzítatlan váltakozó része, I_2, I_3, I_4 a torzító felharmónikusok.

Jelen esetben

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= (AU + \frac{1}{8} CU^3 + \dots) \sin \omega t \\ I_2 &= \left(\frac{1}{4} BU^2 + \dots \right) \cos 2 \omega t \\ I_3 &= \left(\frac{1}{24} CU^3 + \dots \right) \sin 3 \omega t \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Az A, B, C stb. konstansok meghatározhatók:

$$A = \frac{di}{du} = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_0 (1 - k_f U)}$$

$$B = \frac{d^2 i}{du^2} = \frac{k_f}{R_0 (1 - k_f U)^2}$$

$$C = \frac{d^3 i}{du^3} = \frac{2 k_f^2}{R_0 (1 - k_f U)^3}$$

$$\vdots$$

Ezeket előbb a (7), majd a (6) egyenletbe helyettesítve

$$I_1 = \left(\frac{U}{R_0 (1 - k_f U)} + \frac{1}{8} \frac{2 k_f^2 U^3}{R_0 (1 - k_f U)^3} + \dots \right) \sin \omega t$$

$$I_2 = \left(\frac{k_f U^2}{4 R_0 (1 - k_f U)^2} + \dots \right) \cos 2 \omega t$$

$$I_3 = \left(\frac{1}{24} \frac{2 \cdot k_f^2 U^3}{R_0 (1 - k_f U)^3} + \dots \right) \sin 3 \omega t$$

$$\vdots$$

Első közelítésben, k_f kis értékei esetén k_f^2 és magasabb hatványai elhanyagolhatónak látszanak; ekkor $I_3 = 0, I_4 = 0, \dots$ és a torzítási tényező

$$k = \frac{I_2}{I_1} = \frac{I_{2 \max}}{I_{1 \max}} = \frac{4 R_0 (1 - k_f U)^2}{U} \cdot \frac{k_f U^2}{4 R_0 (1 - k_f U)} = \frac{k_f U}{4 (1 - k_f U)}$$

és százalékosan

$$k \% = \frac{k_f U}{4 (1 - k_f U)} \cdot 100 \% \quad (8)$$

Az alábbi 1. táblázat mutatja különböző feszültségek és különböző feszültségi tényezők mellett a (8) egyenlet szerint számított torzítási tényezőt. Ez az összefüggés, melyet a (8) egyenlet fejez ki, első közelítésben adja meg a torzítási tényező és a feszültségi tényező összefüggését. Érvényességének határt szab az U feszültség egy maximális értéke.

Ez az érték az ellenállás maximálisan megengedhető feszültségének 2–3-szorosa. Vizsgálatainkat is csak eddig végeztük, mivel ennél nagyobb feszültségeknél már átívelési, átütési jelenségek lépnek fel és e fölött már a kiindulás alapegyenlete: $R = R_0(1 - k_f U)$ sem érvényes.

Határt szab ezen kívül a formula érvényességének k_f értéke is. Levezetésünkben k_f^2 és k_f magasabb hatványait elhanyagoltuk. Ez k_f kis értékeire megtehető, de 1%/V-nál nagyobb értékei mellett már nem érvényes. A gyakorlatban azonban ilyen nagy feszültségtényező igen ritkán fordul elő szénréteg- és keverékellenállásoknál.

1. táblázat

A feszültség csúcserőértéke U_{max} volt	k Torzítási tényező, %-ban ($k_f = 0,005 - 0,1$ %/V esetén)			
	$k_f = 0,005\%/V$	$k_f = 0,01\%/V$	$k_f = 0,05\%/V$	$k_f = 0,1\%/V$
10	0,012	0,025	0,125	0,26
50	0,062	0,125	0,625	1,32
100	0,125	0,26	1,32	2,78
500	0,625	1,32	8,32	25
1000	1,32	2,78	25	

A feszültségi tényező mérése

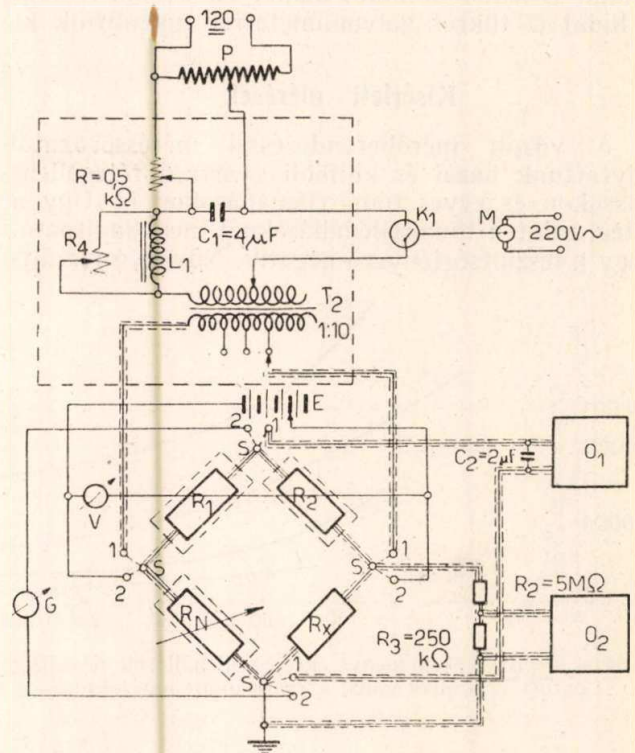
A feszültségi tényező mérésénél olyan mérési elv kidolgozása válik szükségessé, ahol a nagyobb feszültségeknél fellépő melegedési effektust kiküszöböljük. Ha azt nem tennénk, úgy a mérést megzavarná a hőmérsékletváltozás miatt bekövetkező ellenállásváltozás. Tehát olyan ellenállásmérési elvre van szükség, ahol az ellenállásra adott legkülönbözőbb feszültségeknél gyakorlati értelemben melegedés ne következzen be. Erre a célra a legalkalmasabbnak a feszültségimpulzusok módszere, olyan Wheatstone-híd szerkesztése látszik, ahol a hídra ráadott feszültség változtatható, meredekhomlokú, viszonylag ritka impulzusokból áll.

Erre a célra impulzusgenerátorral előállított és erősített feszültség, vagy kondenzátorból, önindukcióból és ellenállásból alakított kisütőkör alkalmas, ha a rendszer időkonstansát úgy választjuk meg, hogy az lehetőleg alacsony legyen az egyes kisütési időütemekhez képest. Ez utóbbi módszert választottuk, és a kisütéseket motoros-tárcsás szaggatóval végeztük. Az egyes kisütések közötti időintervallum $T = 1$ sec, a kisütőkör időkonstansa pedig $t = R \cdot C = 0,002$ sec, mert $\frac{t}{T} = \frac{1}{500}$ már gyakorlatilag elhanyagolható melegedést okozott.

Természetesen az így táplált híd kiegyenlítése mutatós műszerrel nem végezhető el, erre oszcilloszkóp látszik alkalmasnak, ez különben azért is megfelelőbb, mert a híd érzékenysége annál nagyobb, minél nagyobb az indikátor ellenállása. Ennek alapján a 2. ábrán látható mérési elvet dolgoztuk ki.

A C_1 kondenzátort R_1 ellenállás soros beiktatásával P potenciométerről szabályozható egyenfeszültséggel feltöltjük és az M motorral hajtott K

tárcsás szaggatóval az L_1 önindukcióból, R_4 ellenállásból és T_1 transzformátor primer tekercséből alakított kisütő áramkörön keresztül szakaszosan kisütjük. A kisütőkör adatai olyanok, hogy a



2. ábra. Impulzusmódszere működő árnyékolt Wheatstone-híd ellenállások feszültségi tényezőjének mérésére.

kisütés folyamata aperiodikus legyen, ennek feltétele pedig az, hogy

$$R > 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Időkonstansa pedig $t = RC = 500 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,002$ sec.

A lejátszó és periódikusan ismétlődő feszültségimpulzus időbeli eltolását L_1 és R_4 tagokkal szabályozhatjuk. A feszültség nagyságát T_1 transzformátorral sokszorozzuk 2/1–10/1 értékek között.

E feltranszformált impulzaló feszültséget egy árnyékolt Wheatstone-híd táplálására visszük át, amely az R_x feszültségfüggő ellenállást is tartalmazza. A híd többi 3 tagját gyakorlati értelemben feszültségfüggetlen ellenállásokból állítottuk össze. A hidat O_1 oszcilloszkóp segítségével egyenlítőnk ki, a mérendő R_x ellenállásra jutó feszültséget pedig O_2 oszcilloszkóppal mérjük.

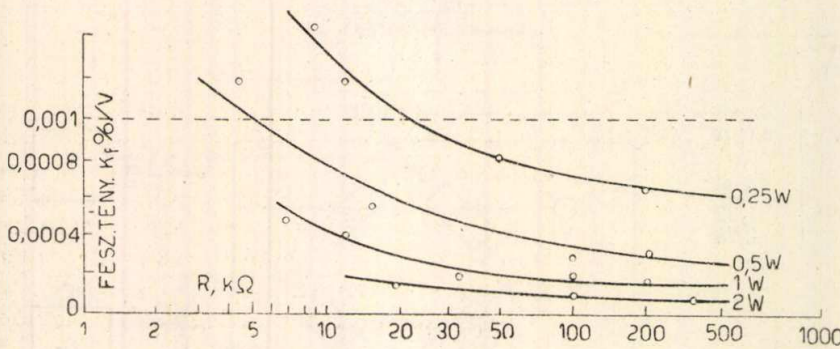
A feszültségi tényező mérése úgy történik U_1 és U_2 feszültségek között, hogy O_2 oszcilloszkópon előbb U_1 feszültséget állítunk be, a hidat kiegyenlítőnk és meghatározzuk az ehhez tartozó R_{x1} ellenállás értékét, majd U_2 feszültséget állítva R_{x2} -t. A feszültségi tényező ekkor

$$k_f = \frac{R_{x1} - R_{x2}}{R_{x1}} \cdot \frac{1}{(U_1 - U_2)} \cdot 100 \% / V$$

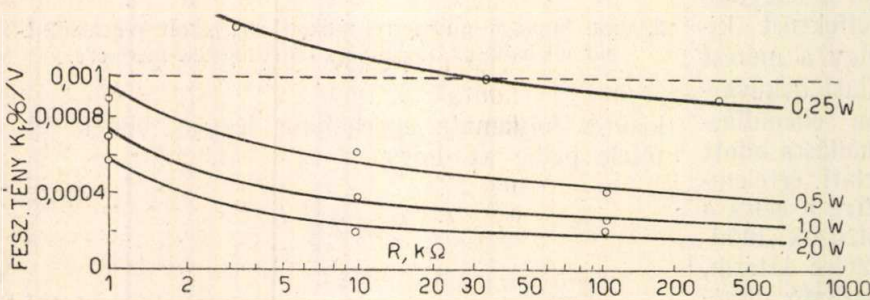
Ha igen alacsony feszültségeknél kívánunk mérni, úgy a híd sarkain levő S kapcsoló segítségével 7 kisütőkör-állásról 2 egyenfeszültségre kapcsolhatunk, amidőn is a híd egyszerű egyenáramú Wheatstone-híddá alakul. Ez utóbbi esetben a hidat G tükrös galvanométerrel egyenlítjük ki.

Kísérleti mérések

A vázolt mérőberendezéssel mérésorozatot folytattunk hazai és külföldi gyártású rétegellenállásokon és egyes tömörelleállásokon is. Úgy a réteg, mint a tömörelleállásoknál megállapítható, hogy a feszültségtényező negatív. Növekvő feszült-



3. ábra. *Remix KP* keményszénréteg-ellenállások feszültségi tényezői. A szaggatott vízszintes vonal a szabványos műszerminőség felső határa.



4. ábra. *Rosenthal* keményszénréteg-ellenállások feszültségi tényezői.

ségeknél az ellenállásérték csökkenése mutatkozik. A mérési eredményeket a keményszénréteg ellenállásokról felvett görbesorozat (3. és 4. ábra) mutatják.

A 3. ábra a *Remix KP*-típusú, hazai gyártású keményszénréteg ellenállásokra, a 4. ábra *Rosenthal* gyártmányú keményszénréteg (karbowid) ellenállásokra vonatkozik. E görbesorozatból látható, hogy a feszültségi tényező függ azonos geometriai alaknál az ellenállás nagyságától, de függ a geometriai alaktól is. Azonos ohm-érték esetén különböző méretű, watt-terhelhetőségű ellenállások feszültségfüggése a méretek növekedésével csökkenést mutat. Ugyancsak a feszültségi tényező csökkenése mutatkozik az ellenállásérték növekedésével.

Meg kell jegyezni, hogy a felvett görbesereg nagyszámú ellenállás mérésének átlagaként mutatja ezt a lefolyást. Egyazon típusból azonos ohm-értékkel bíró ellenállások egymáshoz képest is jelentékeny szórást, sőt sok esetben kiugróan magas feszültségi tényezőt mutatnak.

A 2. táblázat mutatja egy-egy gyártási sorozatból kivett ellenállások feszültségtényezőinek szórását a *Remix*-gyár karbowid ellenállásainál.

Ennek a szórásnak az oka elsősorban a rétegsztruktúra egyenlőtlenségében, a gyártási technológia ingadozásában keresendő. Minél inkább szerepet kapnak a szénzemcsék közötti kontaktusok, amik tulajdonképpen az Ohm-törvénytől való eltérés alapvető okai, annál magasabb a feszültségi tényező. Ezért minél kisebb szemcsézetű a struktúra, annál kisebb feszültségesés jut egy-egy szénzemcsé közötti soros kontaktusra, annál kisebb lesz a feszültségi tényező.

Más képet mutatnak a tömörelleállások. Ezeknek hazai tömeges előállítására még csak előkészületben van. Előállítási költségük nagy tömeg esetén jóval gazdaságosabb, kisebb önköltséggel jár, mint a rétegellenállásoké. Ez azonban csak több tízezres, de méginkább százezres és milliós sorozatoknál (azonos ellenállás és wattérték) mutatkozik.

Itt figyelembe kell venni ezen ellenállások egyes kedvezőbb tulajdonsága mellett (kisebb méret, nagyobb terhelhetőség) egyes kedvezőtlenebb tulajdonságait is. Ez a frekvenciafüggőség (amiről egy további vizsgálatnál lesz szó) és a most tárgyalt feszültségfüggőség.

Az 5. ábra a tömörelleállások feszültségfüggését mutatja. Az első legszembetűnőbb az, hogy a feszültségi tényezőik majdnem két nagyságrenddel magasabbak, mint a keményszénréteg (karbowid) típusokénál. Ennek oka abban keresendő, hogy a tömörelleállásoknál a vezető anyag mellett kitöltő, szigetelő vagy

félvezető is jelen van és így a kontaktus-ellenállások szerepe megnő. Erre mutat a másik jelenség is, hogy itt a feszültségi tényező az ellenállásérték növekedésével rohamosabban emelkedik. A nagyobb ellenállásoknál ugyanis a kitöltő anyag százaléka nagyobb, mint az alacsony értékeknél és ez a kontaktusok szerepét, mint a feszültségi tényező emelkedésének főforrását, emeli.

Itt is jelentős szerepe van az anyag szemcsézettségének, ezenkívül azonban a helyes és jól elosztott keverésnek is.

Itt is érvényes az, hogy a finomabb szemcsézetű, kisebb szemcsenagyságú porból sajtolt ellenállások feszültségi tényezője kisebb. Lefolytatott kísérleteink ezt jól bizonyítják; de ezen kívül itt szerepe van a vezető- és szigetelőanyag jó elkeverésének is. Javulást lehet elérni így az ultrahangfrekvencián rázott keverék jóval egyenletesebb keverésű és eloszlású anyagával.

Az 5. ábra mutatja, hogy egyes külföldi ellenállások feszültségi tényezői között is jelentős különbség mutatkozik.

Gyártási szórás keményszénréteg-ellenállások feszültségi tényezőiben

2. táblázat.

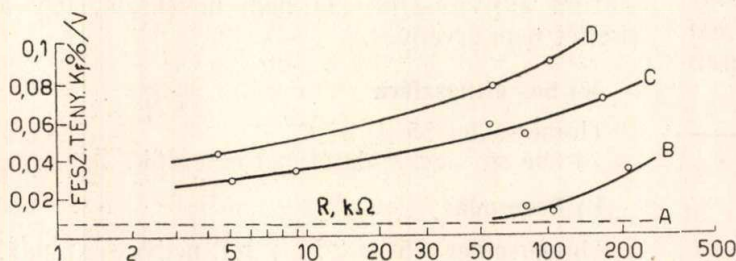
12 k Ω névértékű, 2 W terhelhetőségű ellenállások. Vizsgálati feszültségek: $E_1 = 220$ V (200 % terhelés) $E_2 = 22$ V (2 % terhelés)		36 k Ω névértékű, 0,25 W terhelhetőségű ellenállások. Vizsgálati feszültségek: $E_1 = 134$ V (200 % terhelés) $E_2 = 13,4$ V (2 % terhelés)		560 k Ω névértékű, 0,25 W terhelhetőségű ellenállások. Vizsgálati feszültségek: $E_1 = 530$ V (200 % terhelés) $E_2 = 53$ V (2 % terhelés)	
Ellenállás, ohm	Feszültségi tényező, %/V	Ellenállás, ohm	Feszültségi tényező, %/V	Ellenállás, ohm	Feszültségi tényező, %/V
12130	0,00043	35490	0,0006	518,000	0,0023
11800	0,00110	37565	0,0003	578,000	0,0018
11787	0,00026	34380	0,0053	557,000	0,0015
11766	0,00021	35720	0,0006	570,000	0,0017
11756	0,00021	35730	0,0003	585,000	0,0009
12106	0,00043	36760	0,0033	573,000	0,0010
11735	0,00111	36370	0,0003	545,000	0,0007
11587	0,00017	35270	0,0003	563,000	0,0015
12240	0,00172	36180	0,0003	576,000	0,0015

Végül szeretnék még rámutatni arra, hogy a feszültségi tényező, mivel több tényezőtől, a szemcsék közötti kontaktusellenállástól függ, az ellenállások más jellemző minőségi tényezőivel is összefüggést

tűségi 1 M Ω -os ellenállásnál $k_f = 0,01\%/V$ esetén a 2 W terhelésnek megfelelő névleges feszültség 14% ellenálláscsökkenést okoz, tehát az áramkör méretezésénél figyelembe veendő. Ez különösen műszerellenállásoknál (előtétel, feszültségosztók stb.) számottevő. A másik következmény az Ohm-törvénytől eltérő logaritmikus áram- és feszültségösszefüggés okozta jeltorzítás, aminek közelítő értékeit a fentebbi 1. táblázat mutatja.

Az előállító ipar fejlesztői és gyártói számára pedig a feszültségi tényező értékének lecsökkentése a feladat. Ez elsősorban az anyagszerkezet fejlesztésének kérdése, a szemcsenagyság csökkentése, a szemcsekontaktus ellenállása befolyásának csökkentése.

De fontos a technológia javítása a nagyobb egyenletesség elérése céljából, a kiugró magas feszültségi tényezőjű ellenállások előfordulásának kiküszöbölése. Ez a technológia nagyobb egyenletességét követeli meg. Helyesnek látszik a feszültségtényező mérésének bevezetése a gyártási ellenőrzés szempontjából, szűrőpróbajellegűen, azért is, mert minőségi jellegű mutató lévén, a gyártás egyenletességének egyik mérője lehet. A felhasználó gyártmányfejlesztőknek és szerkesztőknek a szerkesztendő áramköröknél figyelembe kell venniük a feszültségi tényező nagyságát. Az áramkörök túlnyomó többségében $k_f = 0,005\%/V$ feszültségi tényező még nem okoz különösebb zavart. A tényező igen alacsony szinten tartása különösen mérőáramkörökben fontos. A híradástechnikában a viszonylag nagy váltófeszültséggel vezérelt körökben a torzítási tényező növekedésére kell ügyelni és ennek megfelelően alacsony feszültségi tényezőjű ellenállásokat kell alkalmazni. Ennek egyik lehetősége a 3. és 4. ábra szerint a nagyobb terhelhetőségű (1 és 2 wattos) ellenállások alkalmazása, ahol is nagyszámú mérések tapasztalata szerint a feszültségtényező alacsonyabb. Egyes különleges esetekben helyes az ellenállások feszültségi tényező szerinti válogatása.



5. ábra. Tömörelenállások feszültségi tényezői.

- A szabványos felső határ,
B »Morgan« (0,5 W, külföldi)
C »Erie« (0,5 W, külföldi),
D saját első kísérleti példányok (0,5 W, hazai).

mutat. Így elsősorban mutatkozik ez az ellenállások zörejtényezőivel. Mivel az ellenállások zörejét a Johnson-effektuson kívül az ún. fluktuáló zörejt okozza, ez is az ellenállás anyagszemcséinek kontaktus-ellenállás változásaira vezethető vissza. Méréseink mutatják, hogy ha az egyéb tényezőket kikapcsolhatjuk, vagy legalább is behatároljuk, úgy itt összefüggés mutatható ki az ellenállások feszültségtényezői és zörejtényezői között. Erről egy további vizsgálat során lesz szó.

Az ellenállások frekvenciafüggése is összefügg fenti megfontolásokkal és itt is egyes hasonló összefüggések megállapíthatóak.

Összefoglalás és következtetések

Az ellenállások feszültségfüggése úgy a felhasználó híradástechnikai és műszerszerkesztők szempontjából, mint az előállító ipar fejlesztői szempontjából fontos kérdés.

A felhasználó szerkesztőnek ismernie kell a felhasználásra kerülő ellenállásnak e tulajdonságát. Akár híradástechnikai, vagy műszerszerkezetéről van szó, egyes áramkörökben az ellenállások feszültségokozta ellenállásváltozásának jelentős szerepe lehet. Ez nagyobb feszültségnél jelentős ellenállásváltozást jelent. Pl. egy 2 W terhelhe-

IRODALOM

- Szmirenyin: Rádiótechnika kézikönyve.
Hoffmeister: Elektrotechnische Widerstände



Tropikalizációs és üzembiztonsági vizsgálatok

MÁRKUS ENDRE
Műszeripari Kutató Intézet

Az 5. évf. 155—160. old. folytatása

Alább adjuk meg azokat a szempontokat, amelyek figyelembevételével az előbbieken közölt vizsgálatok lefolytatandók. A műszaki adatok ellenőrző mérése általában a vizsgálatok befejezése után legkorábban 1 órával, de legfeljebb 2 órán belül történjék meg.

A) Száraz hideg

Hőmérséklet $\pm 3\text{ C}^\circ$ pontossággal betartandó 6 óra vizsgálati idő, utána 1 óra pihentetés normál atmoszférán, majd cseppeket eltávolítani.

B) Száraz meleg

Hőmérséklet $\pm 2\%$ pontossággal betartandó vizsgálati idő 16 óra, szükség esetén terheléssel, vizsgálati ciklus végén a tárgyak eltávolítandók a hőkamrából.

C) Meleg pára (hosszú tartamvizsgálat)

Hőmérsékletek $\pm 2\text{ C}^\circ$ -ra pontosan, magas hőmérsékleteken legalább 12 órán át 24 órás ciklusból ($35 \pm 2\text{ C}^\circ$) alacsony hőmérsékleten ($25 \pm 2\text{ C}^\circ$) legalább 5 órán át a 24 órás ciklusból, IV-es szigorúsági fokon egyenletesen $30 \pm 2\text{ C}^\circ$ relatív nedvesség I, II, és III-nál egyenletesen 95—100%, IV-nél 85—90%.

D) Meleg pára (gyorsított vizsgálat)

Hőmérséklet legyen 53 és 57 C° között és periodikusan változzon legalább 2 C° -ot 4-szer óránként,

minden ciklus 24 óráig tart, amelyből 16 órán át az előbbieken szerint vizsgálunk,

16 órán túl a meleg- és páraforrásokat lezárjuk és a zárt kamrát kihűlni hagyjuk, miközben a levegő cirkulál,

4—5 órával a meleg- és páraforrások elzárása után a tárgyakat a kamrából kivesszük (24 órás cikluson belül).

A vizsgálati ciklus szüneteiben a tárgyak az előírásnak feleljenek meg.

E) Ejtés

Max. 58 mm magasról, előírt gyorsulási érték szerint,

30—150 ejtés percenként, úgy választandó, hogy az egyes esések között nyugalomba jöjjön az asztal és a tárgy is. Ejtőgép rajzát közli.

F) Rázás (rezonancia fr. keresése)

G) Rázás (fárasztás)

kidolgozás alatt.

H) Raktározás

Nyitott tartókban, épületben, eső és napsütés ellen védve, raktározás 12 hónapig. 3, 6, 9 és 12 hónap után feleljen meg az előírásnak.

I) Penészedés

Hőmérséklet 31—33 C° között, kamrában levegő ne cirkuláljon, 4 hónapnál nem öregebb penészgombakultúrák vizes oldatával permetezni az alkatrészeket. Hét-féle penészgomba, 28 napos vizsgálat, kamrába ellenőrző penésztelepet helyezünk, amelynek növekedéséből győződünk meg a penész-kultúra aktivitásáról. Ha nem növekszik, úgy a kísérlet nem érvényes.

K) Sós atmoszféra

Hőmérséklet $55 \pm 2\text{ C}^\circ$
4-féle só vizes oldatát permetezzük.

L) Porosodás

Hőmérséklet $55 \pm 2\text{ C}^\circ$; rel. nedvesség max. 80%, speciális kamrában 0,15 mm \varnothing homok 5 percig cirkulál, 2 órát nyugszik, vizsgálati idő 4 óra.

M) Alacsony nyomás

Kamrában előállítható legyen 85 ± 5 mbar ($64 \pm 3,2$ mm Hg) vagy 300 ± 10 mbar ($225 \pm 7,5$ mm Hg),

hőmérséklet beállítható legyen —55, —40, —25 vagy $-10 \pm 3\text{ C}^\circ$ -ra,

hőmérsékletet csökkenteni alacsony nyomás előállítása előtt. Kamra meghatározott ideig alacsony nyomáson marad,

hőmérséklet 0 C° -ra növelendő 1 óra leforgása alatt, normál nyomás csak azután adható,

normál atmoszférára vinni 1 órára, cseppeket kézzel eltávolítani.

N) Hirtelen hőmérsékletváltozás

3 óráig száraz meleg kamrában szárítani »B« pont szerinti valamely hőmérsékleten,

meleg kamrából kivenni és 3 órára »A« pont szerinti valamely hőmérsékleten hideg kamrába helyezni. A két kamra közötti váltás 5 percen belül történjen,

hideg kamra után 1 órát normál atmoszféra, cseppeket kézzel eltávolítani.

O) Bemerítés

1,5 m magas vízfürdőben legyen a tárgy 1 órát víz alatt, a víz hőmérséklete max. 10 C° -kal különbözzön a szobahőmérséklettől.

8. Az előbbi adatok alapján a lényeges értékek összefoglalása

	Hideg vizsgálat	Szárazmeleg vizsgálat	Nedvesmeleg vizsgálat	Ciklikus vizsgálatok (RN = relatív nedvesség)	Átütés norm. at-án és vákumban	Vákum vizsg. hideg v. melegben	Fázistáji vizsgálat	Rázás	Ejtés	Egyéb
1. Szovjet előírások	-40...-60 C°-ig	+150 C°-ig	80...98% RN 20...60 C°	Váltakozó hideg-meleg Kombinált meleg+pára	Norm. at és 90 mm Hg, 90° C olajban	-40° C és 90 mm Hg	10 000-szer	10-50 Hz 0,4-7 mm 5 óráig	100/perc 15 mm, 250/perc 8 mm	—
2. Angol előírások	-25° C	+70 C°-ig	kb. 100% RN 20...55 C°	1. Kb. 100% RN, 20°-ról vált 35° C-ra, 28-84 napig 2. Kb. 100% RN, 55° C-nál 2° C változás 4-szer óránként, 3×16 óra	—	—	—	10-100 Hz 0,1-0,25 mm	480/perc 5 mm, 12 g-ig	Sós levegő, penész
3. Francia előírások	-20...-60 C°-ig	+90 C°-ig	80...100% RN, 25...70 C°	1. Száraz meleg 20°-ról vált 80° C-ig. 2. Nedves meleg 80...100% RN, 20°-ról vált 40° C-ig 3. Hideg-meleg +20°-ról vált -25° C-ra	—	-40...-60 C°, 120 mm Hg	—	—	—	Penész, gomba, homok, be- merülés
4. Német előírások	-30...-70 C°-ig	+100 C°-ig	65...90% RN 20...40 C°	1. Száraz meleg +20°-ról vált +55° C-ra 2. Nedves meleg 90...100% RN, +25°-ról vált +40° C-ra 3. Magassági +20°-ról vált -70° C-ra	Norm. at-án 125° C-ig	-70° C-ig és 150 mm Hg	—	—	—	Olajfürdő 150° C-ig, sós levegő, sugár- zás, homok, penész, elős- dik
5. USA- előírások	-55...-70 C°-ig	+230 C°-ig	90...95% RN 35...40 C°	—	Norm at-án, 90 mm Hg	+105° C 1 mm Hg	10 000-szer	10-55 Hz 1,5 mm 2 óra	7,5 g-vel	Olajfürdő 100° C
6. Magyar előírások	-40...-60 C°-ig	+80 C°-ig	80...98% RN 20...40 C°	—	—	—	—	—	—	—
7. Nemzetközi előírások	-10...-55 C°-ig	+100 C°-ig	85...100% RN, 25...55 C°	1. 95...100% RN, +25°-ról vált +35° C-ra, 84 napig. 2. 95...100% RN, +55° C- nál 2° C változás óránként 4-szer, 6×24 órás ciklus 3. Hideg-meleg változás	—	-40° C és 225 mm Hg -55° C és 64 mm Hg	Szükség szerint	Szükség szerint	10 000 ejtés 15-50 g-ig	Raktározás, sós levegő, penész, poroso- dás, bemejtés

C) VIZSGÁLATI BERENDEZÉSEK

Összegejtöttük azokat az irodalmi adatokat ill. vizsgálati előírásokat, amelyek az elektronikus készülékek vizsgálatának kondicionálási kérdéseivel foglalkoznak. Az összegejtött anyag egy részét közöltük, de már ez a része is olyan kimerítően foglalkozik a felvett témával, hogy ennek segítségével megállapítható a szükséges berendezés.

Az előtanulmányok alapján úgy döntöttünk, hogy minden fajta kondicionálási állapotra, tehát hidegre, száraz megre, nedves megre stb. külön-külön berendezést állítunk üzembe és eltekintünk a kombinált klíma berendezéstől. Ezen elhatározás okai a következők:

a) a szélső értékek közötti átmenetre túl nagy átállási idő szükséges a kombinált klímazekrénynél,

b) a külön berendezések jobban kihasználhatók, mert többfajta párhuzamos vizsgálat végezhető velük, amelynek sorrendje eltérhet a kombinált kamrában szükségszerűen előálló kondicionálási sorrendtől. Ez is időmegtakarítást jelent.

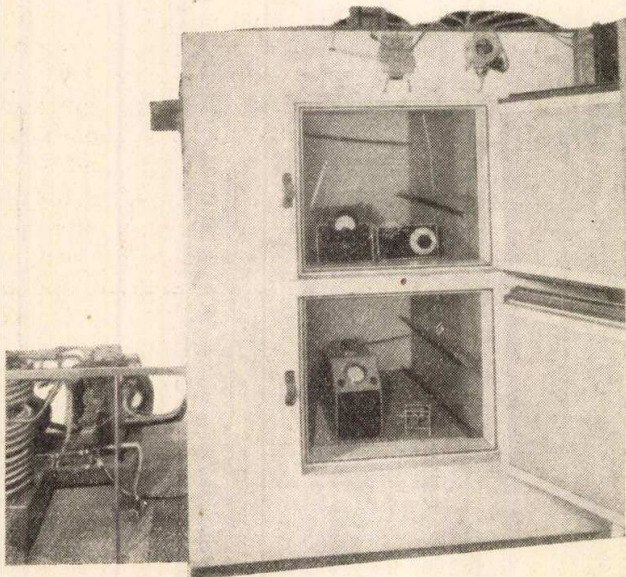
c) a külön berendezések előállítása egyszerűbb, ami által üzembehelyezésük is gyorsabban történhet meg és előbb használhatók fel a vizsgálatokhoz.

A továbbiakban úgy döntöttünk, hogy egyelőre a sópermet, a penészedési és a porosodási (homok) vizsgálatokra nem rendezkedünk be. Ezeket későbbi időpontra halasztottuk, mert jelenleg számos fontos probléma vár megoldásra ezen vizsgálatok nélkül is és a berendezés kiegészítése szükségszerűen bármikor megtörténhet.

Az egyszerűség és az ebből következő gyorsabb felépítési lehetőség miatt egyes berendezéseken a teljesen automatikus működés helyett egyelőre a félautomatikus vezérlést alkalmaztuk ott, ahol ezt a célszerűség úgy kívánta. Ennek megváltoztatását későbbi időpontra vettük tervbe.

1. Hűtési vizsgálatok és hűtőkészülékek

A hűtési vizsgálatokhoz -40°C -ig tudunk berendezkedni. Ez a legtöbb esetben kielégítő



1. ábra. Hűtőkészülék

vizsgálati lehetőséget biztosít és csak ritkán kellenek ennél alacsonyabb hőmérsékletű mélyhűtési vizsgálatok. Amennyiben erre szükség van, úgy szénsavhóval bármikor elő lehet állítani még ennél is alacsonyabb hőmérsékletet kb. -60°C -ig.

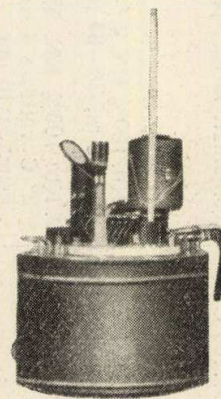
A jelenlegi hűtőberendezést a Hűtőgépgyár szállította. Az 1. ábra mutatja a hűtőkészülék belsejét, amely 1 m^3 befogadó képességű. A szükséges hideget egy 2 fokozatú kompresszor szolgáltatja. A berendezés teljesen automatikusan működik, beállítható hőkapcsolóval. A kompresszor vízhűtéssel dolgozik. Ha a berendezés kikapcsolja önmagát, akkor a víz folyását is elállítja ill. újra beindulásnál a vízhűtés ismét működésbe lép.

2. Száraz meleg

A száraz meleg előállításához 200°C -ig egy Elektermax gyártmányú termosztát áll rendelkezésre, amely teljesen automatikus szabályozással működik. Annak megakadályozására, hogy a hőmérséklet a termosztát belsejében rétegenként változó értékekre álljon be, egy utólag beépített ventilátorral mérés közben állandóan keverjük a levegőt. A hőmérséklet beállításának pontossága ennél a rendszernél kb. $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

3. Melegítés pontos hőmérséklet beállítással

Egy Höppler féle ultratermosztát lehetővé teszi a melegvizsgálatok lefolytatását $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ pontosságú hőmérséklet beállítással egészen $+150^{\circ}\text{C}$ -ig. Ez a berendezés különösen alkalmas pl. hőefficiensek megállapítására. A meglévő



2. ábra. Ultratermosztát

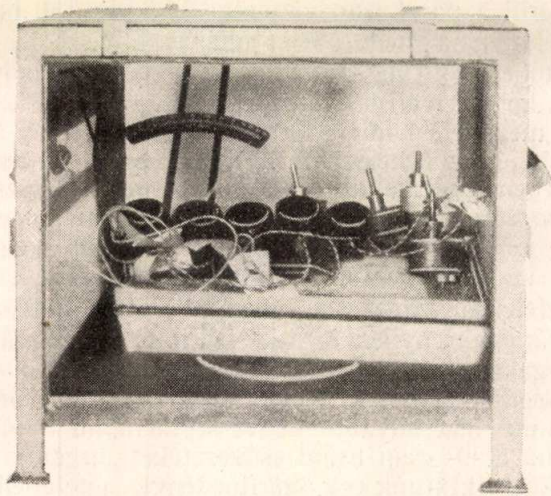
felszerelés kiegészíthető oly módon, hogy azonos pontosság mellett az ultratermosztát -60°C -tól $+250^{\circ}\text{C}$ -ig használható. A készülék rajzát a 2. ábrán láthatjuk.

4. Vizsgálatok nedves levegőben

A páravizsgálatok lefolytatásához többfajta berendezést állítottunk üzembe.

4.1 Egyszerű páravizsgálati kísérletekhez a 3. ábrán látható üvegezett dobozokat használjuk 2 féle nagyságban, 30 l. és 50 l. űrtartalommal. Ezekben különféle oldatokkal könnyen előállítható a kívánt százaléktartalmú rel. nedvességű

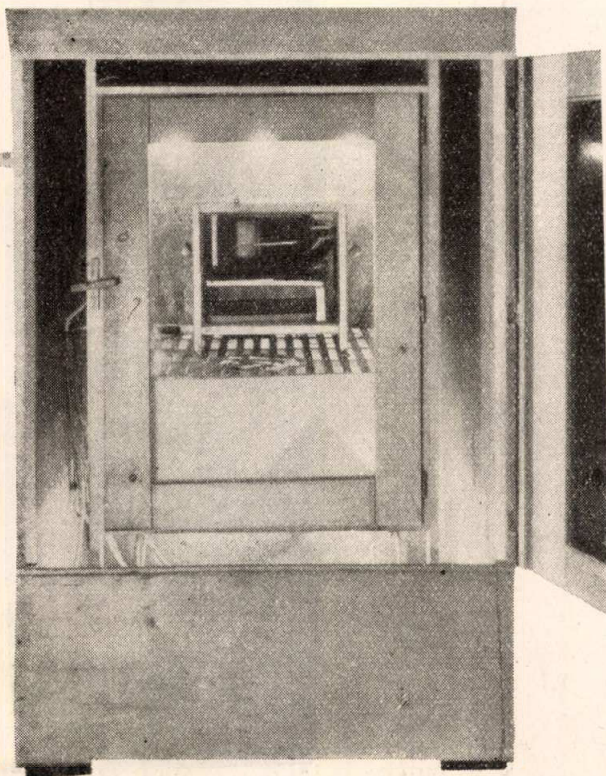
párás levegő. Ahhoz, hogy a rel. nedvesség százaléka konstans maradjon, az is szükséges, hogy a dobozokban uralkodó hőmérséklet ne változzon. Pontos méréseknél, vagy olyan esetben, amikor a



3. ábra. Üvegdoboz

környező hőmérséklet erősen változik, (pl. télen mikor éjjel a szobahőmérséklet erősen lehül és nappal a fűtéstől felmelegszik) a dobozokat tanácsos egy állandó ill. szabályozott hőmérsékletű szekrénybe helyezni.

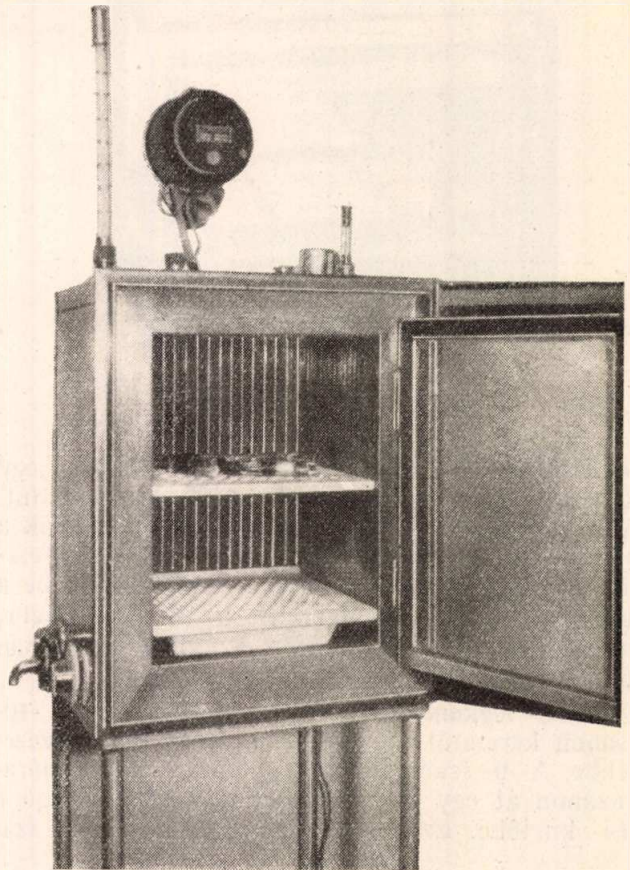
4.2 A fenti üvegdobozok elhelyezésére és szárítások elvégzésére használjuk a 4. ábrán látható fából készült kettős falú melegítő szekrényt. Ebben szárításokat és az előbbi pontban említett üvegdobozok állandó hőmérsékleten tartását tudjuk eszközölni 60°C hőmérsékletig. A szekrényen át



4. ábra. Melegítőszekrény

levegőt tudunk fűvteni, ami esetleg szárításoknál vagy speciális melegítésekénél szükséges.

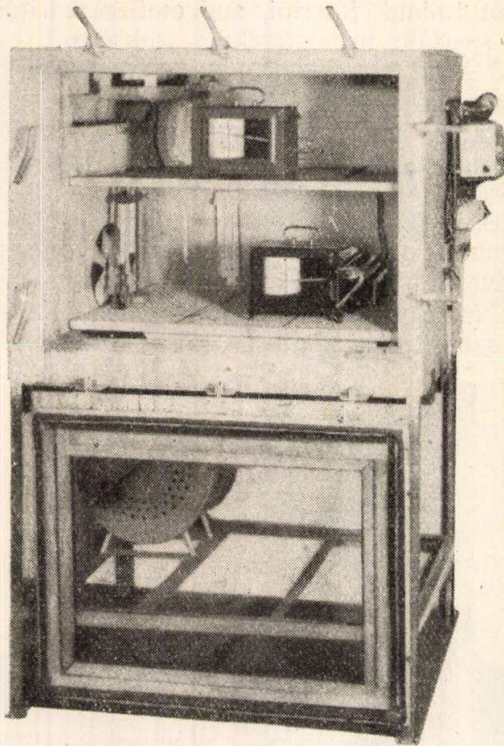
4.3 Mind szárazmeleg, mind nedvesmeleg előállítására 60°C max. hőmérsékletig alkalmas az a termosztát, amelynek képe az 5. ábrán látható. A termosztátot eredetileg biológiai kísérletek elvégzésére hozta forgalomba a Laboratóriumi Felszerelések Gyára. A szekrény kettős fala között víz van. A hőmérséklet beállítás ezen vízköpeny fűtésével történik. A víz nagy hőtehetetlensége miatt az egyszer beállt hőmérsékletet a tapasztalat szerint elég pontosan kb. $\pm 0,5^\circ\text{C}$ -ra tartja.



5. ábra. Termosztát

4.4 Nagyobb egységek vizsgálatára és komplikáltabb vizsgálati metódusok elvégzésére üzembehelyeztünk egy nagyobb páraszekrényt 66×80×60 cm úrtartalommal. Ez a szekrény külföldi előírások szerint készült. Kettős fala között üvegyapot hőszigeteléssel, dupla üvegű ablakkal, amelyet a párasodás ellen a 2 üveg között fűtéssel látunk el. Ventilátor gonoszkodik a levegő állandó keringéséről. A páraszekrény képe a 6. ábrán látható. Az eredeti előíráson túlmenően a szekrény berendezését kiegészítettük olyan módon, hogy az ciklikus vizsgálatokra is használható legyen.

A páraszekrény működésének elvi rajzát a 7. ábra mutatja. A páraszekrény hasznos terét, amelyet -16- számmal jelöltünk, a -15- hőszigetelőréteg veszi körül. A szekrény belsejében a -3- fűtőtest gondoskodik arról, hogy az -1- szabályozó hőmérőn beállított hőmérsékletet állandóan a kívánt szinten tartsa. Az -1- hőmérő vezérli a -2- relé csoportot, amely aztán a -3- fűtőtestet szük-



6. ábra. Nagy páraszekrény

ség szerint ki- és bekapcsolja. A -7- pákakazán egy vízzel töltött edény, amelyet a -6- fűtőtest fűt. A -4- szabályozó hőmérő ennek a pákakazánnak a hőmérsékletét vezérli az -5- relécsoporton keresztül. A pákakazánon keresztül két módon jut be a levegő a nagy páraszekrény -14- kürtőjébe, amelyben a -13- ventilátor a nyílak irányában keveri a levegőt.

A -8- légkompresszor vagy a -9-, vagy a -10- csapon keresztül nyomja be a levegőt a csővezetékbe. A -9- szabályozott csapon keresztül a pákakazánon át egy zárt csővezetéken kerül levegő a -14- kürtőbe. Ezen a csővezetéken keresztül szá-

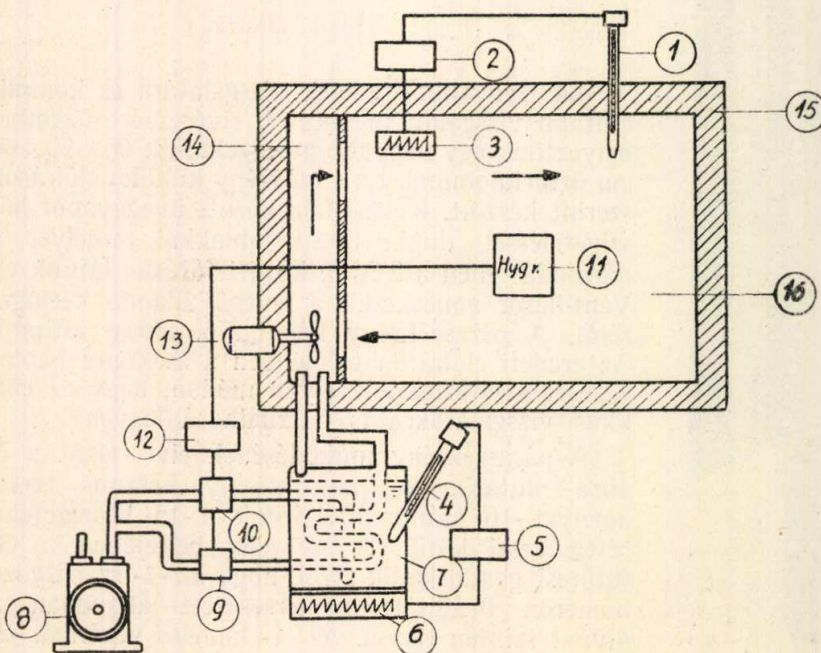
raz levegő nyomul be a szekrénybe és a cső csak azért halad át a pákakazánon, hogy a száraz levegő felmelegedjen ugyanazon hőmérsékletre, amely a -7- pákakazánban uralkodik.

A -10- szabályozott csapon keresztül a levegő bekerül a pákakazán vízterébe és a vizen át bugyborékolva a nedvességet magával viszi a -14- kürtőbe. A -9- ill. -10- csapok tehát azt szabályozzák, hogy felváltva száraz, ill. nedves levegő kerüljön megfelelő hőmérsékleten a páraszekrény kürtőjébe és azon keresztül munkaterébe. A páraszekrényben nyert elhelyezést a -11- nedvességszabályozó szerv, amelyet arra használunk fel, hogy a -12- relécsoporton keresztül vagy a -9- vagy a -10- szabályozócsapot kinyissa és a szükségletnek megfelelően száraz, vagy nedves levegőt bocsásson a páraszekrénybe. A rajz szerinti összeállításnál a legalacsonyabb nedvességtartalom a külső nedvességtartalomnak felelhet meg csak, de előállíthatunk alacsonyabb nedvességtartalmú légtérrel is, ha a -9- csap utáni csővezetékét megszakítjuk és közbeiktatunk egy szárítóedényt, amelyben pl. klórkalcium nyerhet elhelyezést, hogy az áthaladó nedvességet lekösse.

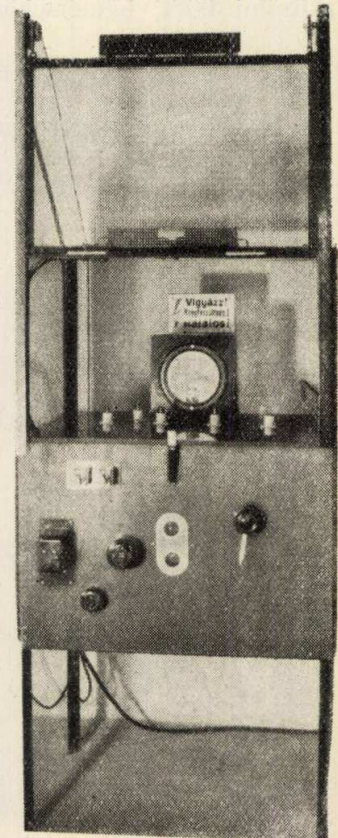
Fenti berendezést Intézetünk dolgozta ki és abban elő tudunk állítani 60°C -ig terjedő hőmérsékleten minden olyan százaléktartalmú relatív nedvességű levegőt, amelyre a kísérletek folyamán szükség van.

5. Átütésvizsgálatok

A 8. ábrán látható az az átütő berendezés, amelyet a páraztatással, ill. melegítéssel kapcsolatos átütési vizsgálatokhoz készítettünk. Átütési



7. ábra. Páraszekrény elvi működése

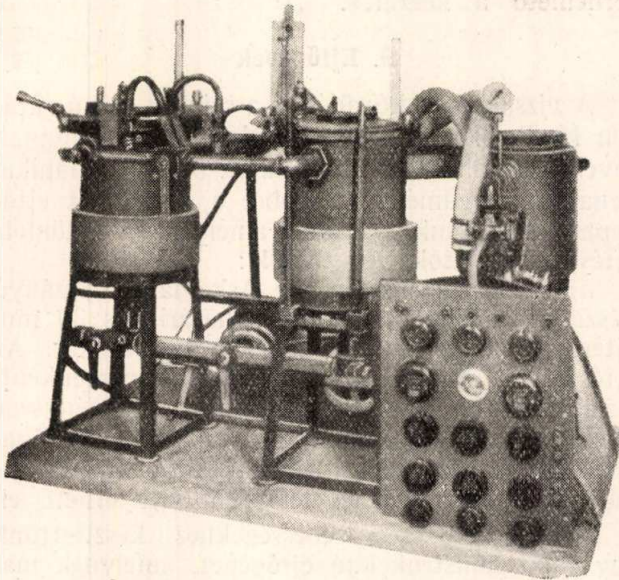


8. ábra. Átütő berendezés

vizsgálatokat végezhetünk ezzel a készülékkel 13000 V váltófeszültségig, vagy 7500 V egyenfeszültségig. Ugyanezt a berendezést használhatjuk vacuumban történő átütési vizsgálatokhoz is.

6. Vacuum berendezés

A kondicionálási kísérletekhez is felhasználjuk, de elsősorban vacuum impregnálási célra készült az a berendezés, amely a 9. ábrán látható. Két



9. ábra. Vacuumberendezés

vacuumüstje felváltva helyezhető vacuum, ill. nyomás alá. Az egyik üstben előkészíthető az impregnáló anyag, míg a másik üstben vacuumszáritásnak tehetjük ki az impregnálandó tárgyat, mint pl. transzformátort vagy fojtótekerceset stb. A vacuumszáritás befejezése után a szomszédos üstben előkészített és kellő hőmérsékleten tartott anyagot átszívjuk abba az üstbe, amelyben az impregnálandó tárgy van. Az üstök külön-külön és az átszívó vezeték elektromos fűtéssel a szükséges hőmérsékletre hozhatók.

Az elérhető legnagyobb vacuum kb. 3 mm Hg, amely impregnálási célra teljesen megfelel. Ha az impregnált anyag a tárgyat teljesen ellepte, akkor nyomás alá helyezhető az egész üst abból a célból, hogy az impregnáló anyag a tárgyba mélyen benyomódjon. Az elérhető max. nyomás kb. 2,5 atmoszféra túlnyomás.

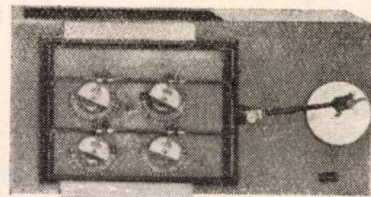
Az impregnálási kísérletek mellett használható a berendezés kondicionálási célokra is. A különböző előírásoknak megfelelően átütési vizsgálatok is végezhetők vele vacuumban, sőt szükség esetén túlnyomáson is az előbbi határok között.

Munkában van egy kiegészítő berendezés a vacuum vizsgálóhoz, amellyel hidegben is tudunk majd vacuum vizsgálatokat és szükség esetén átütési próbákat végezni. A meglévő vacuum berendezést kiegészítjük egy harmadik vacuum üsttel, amelyet a hűtőkészülékben helyezünk el és amelyik lehetővé teszi a vizsgálatok elvégzését 2–3 mm Hg nyomás határig és -40°C hőmérsékletig is.

7. Fárasztó berendezések

A klimatikus kezeléssel kapcsolatban gyakran szükség van annak megállapítására, hogy egyes alkatrészek, vagy készülék részek, hogyan viselkednek tartós üzemben. Üzembiztonsági vizsgálatoknak egyik alapja az, hogy a megfelelő kondicionálással előkezelt alkatrészeket olyan fárasztási igénybevételeknek vetjük alá, amelyeknek a gyakorlatban is ki vannak téve. Többféle fárasztóberendezést állítottunk üzembe a különböző alkatrészekhez.

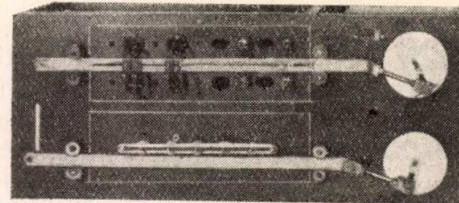
A 10. ábrán látható az a fárasztókészülék, amellyel potenciométereket és tárcsás kapcsolókat



10. ábra. Fárasztókészülék potenciométerekhez és tárcsás kapcsolókhöz

tudunk járni ide-oda menetben, beállítható löket-hosszal. A körülfordulási sebessége mind ennek, mind a következő berendezésnek kb. 20 löket percenként.

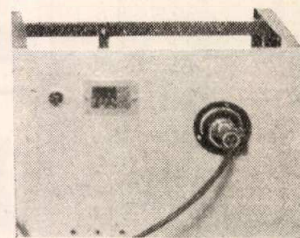
A 11. ábrán látható az a fárasztókészülék, amellyel kapcsolók, billenős vagy forgócsapos ki-



11. ábra. Fárasztókészülék billenős és forgócsapos kapcsolókhöz, valamint hullámváltókhoz

vitelben, tartós üzemnek tehetők ki. Természetesen a kapcsolókat szükség esetén terhelés közben is kapcsolhatjuk, amennyiben a körülmények ezt úgy kívánják.

A 12. ábra mutatja azt a fárasztókészüléket, amelyet finombeállítók járátásához konstruáltunk.



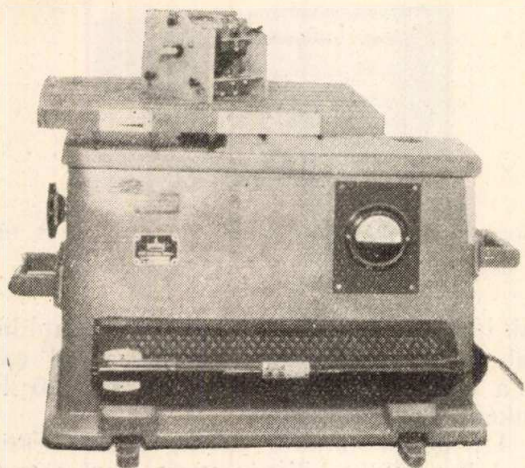
12. ábra. Fárasztókészülék finombeállítókhoz

A készülék beállítható kívánt fordulatszámú jobbra való forgatásra, amelyet ugyanolyan fordulatszámú balra való forgatás vált fel automatikusan. A finombeállítók, vagy egyéb szerkezetek tehát teljes átté-

telükben üzembiztonság és tartósság szempontjából kipróbálhatók. Ezek a vizsgálatok is a kondicionálási próbákkal kapcsolatban történhetnek.

8. Rázógépek

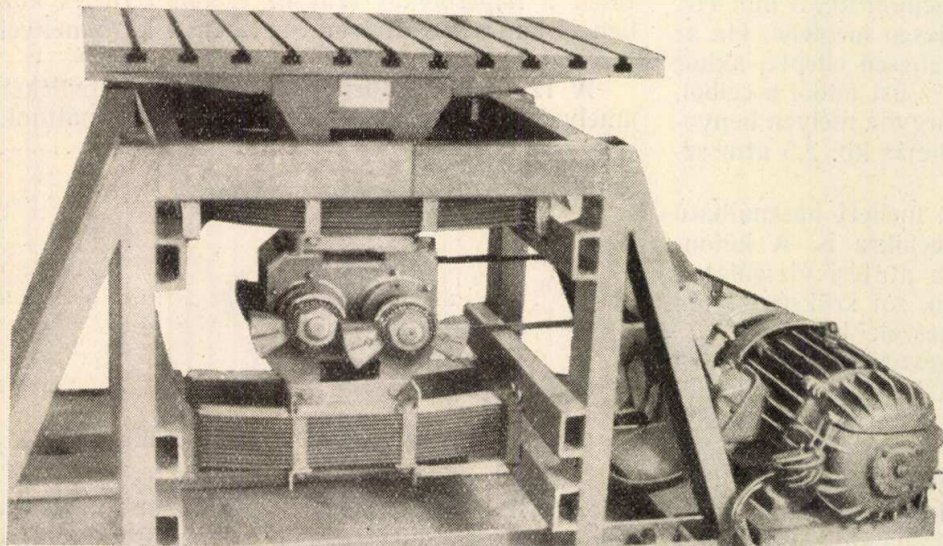
A klimatikus laboratóriumot berendeztük arra is, hogy a készülékeket mechanikailag is megvizsgáljuk. A mechanikai vizsgálatnak egyik módja az, hogy a vizsgálandó alanyokat szinusz alakú rezgésnek tesszük ki. Két rázógépet állítottunk üzembe a szinusz alakú rezgések által történő vizsgálatra. A 13. ábrán látható egy kis Askania gyártmányú rázógép, amelyet átalakítottunk oly-



13. ábra. Kis »Askania« gyártmányú rázógép

módon, hogy a rezgésszámot 15 Hz-ig csökkenteni tudjuk. Ezzel a berendezéssel 15 és 35 Hz között max. 5 mm amplitudóval csúcstól-csúcsig, 10 kg. súlyhatárig tudjuk a berendezéseket rázópróbanak kitenni. E készülék frekvenciabeállítása a mechanikai rezonancia behangolásán alapszik.

Nagyobb tárgyak és készülékek megrázására ill. folyamatos frekvenciaváltoztatási lehetőségek elérésére magunk konstruáltunk egy nagyobb rázó-



14. ábra. Nagy rázógép

gépet, melyet rajzaink alapján a Finommechanikai Vállalat készített el. A 14. ábrán látható rázógép frekvencia beállítása folyamatosan változtatható 15–70 Hz-ig. Ennek megvan az az előnye, hogy önrezonancia pontok a vizsgálandó készülékekben kikereshetők. A rázógép működése a súlyelosztás elvén alapszik és a körbe forgó súlyok beállításának segítségével az alacsonyabb frekvenciákon 5–8, míg a magasabb frekvenciákon 2–3 mm-es amplitudó érhető el. 70 kg. súlyig terhelhető a készülék.

9. Ejtőgépek

A vizsgálandó készülékek a szinusz alakú rázason kívül lökésszerű megterhelésnek is ki vannak téve. Meg kell tehát vizsgálni az ilyen mechanikai behatások eredményeit. Ebből a célból két ejtőgépet állítottunk üzembe, amelyekkel különféle ejtési vizsgálatok végezhetők:

a) Az egyik ejtőgép egy Askania gyártmányú készülék, amellyel 50 kg. súlyhatárig és 30 mm ejtési magasságig végezhetünk vizsgálatokat. Az ejtés max. sebessége kb. 100 esés percenként. Az ejtési magasság, valamint az ütközés keménysége megfelelő alátétek segítségével állítható be. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy 7 g-tól 30 g-ig terjedő gyorsulásnak megfelelő felütődés érhető el.

b) Nagyobb esési sebességekhez készítettünk egy saját konstrukciójú ejtőgépet, amelynek magassági és ütközési keménysége szintén beállítható. Általában 8 mm eséssel használjuk oly módon, hogy a felütődés textilbakelitre történik. A felütődés megfelel kb. 30–35 g gyorsulásnak. Az ejtési sebesség kb. 250 esés percenként.

D) ÖSSZEFOGLALÁS

Az üzembiztonsági és tropikalizációs vizsgálatok elvégzéséhez megfelelő berendezés szükséges. Meg kell állapítani, hogy a berendezés kivitele milyen legyen. Ebből a célból áttanulmányoztuk a kül- és belföldi szakirodalmat és főleg a szabványokban lefektetett kondicionálási előírásokat, amelyek egy részét közöltük. A vizsgálati előírások nyomán megállapítható, hogy azok elvégzéséhez milyen berendezésre van szükségünk. Közöljük a kivitelezett berendezés főbb műszaki adatait.

Közeli időpontban be fogunk számolni a felállított klimatikus laboratórium működéséről és arról, hogy milyen vizsgálati metódusokat vezettünk be. Közölni fogjuk a közérdekű vizsgálatok néhány eredményét is.

IRODALOM

- a felsorolt adatokon kívül
1. *Jevtyejev—Zsukov*: Rádiókészülékek gyártástechnológiája (Nehézipari Könyvkiadó, Budapest 1954).
 2. *Jamanov—Szacskov*: Rádióalkatrészek nedvességvédelmének módszerei (Nehézipari Könyvkiadó, Budapest 1954).
 3. *Holland—Merten*: Die Vakuumimprägnierung (W. Knapp, Halle/Saale 1951).
 4. *W. W. Mac Donald*: Vibration, humidity, temperature, pressure test generators and chambers (Electronics 1943 Feb.).
 5. *A. J. Cogman*: A modern vibration measurement laboratory (Electronic Engineering, 1947. March, Apr, May, June).

6. *S. G. Guins and J. A. Kell*: Vibrations in railroad freight cars (ASTM—Bulletin, 1951 Apr.).
7. Radio manufacture in India (Wireless World, 1952. Apr.).
8. *E. Anderfuhren*: Die Klimaanlage der Forschungs- und Versuchsanstalt PTT (Technische Mitteilungen PTT, 1953).
9. *J. H. Best*: Vibration and shock testing of mobile equipment (Electronics, 1946. Apr.).
10. *G. Reine*: Fault incidence in mobile V.H.F. equipment (Journal of the BIRE, 1954 June)
11. *W. M. H. Schulze*: Tropenklima und Fernmelde-technik (ENT. Bd. 18, H. 6.)
12. *O. Marsch*: Klimatische Erprobung von Werkstoffen und Geräten der Nachrichtentechnik (Siemens Zeitschrift, 1952. Juli).

Híradástechnikai alkatrészkiállítás

A magyar híradástechnikusok örömmel vették tudomásul, hogy a Párt és a Kormány az új program keretében célul tűzte ki a híradástechnikai ipar fejlesztését. Ezen belül különösen fontos a híradástechnikai alapanyagok és alkatrészek gyártásának nagymértékű felfejlesztése, mert korszerű berendezéseket tervezni és gyártani korszerű anyagok és alkatrészek nélkül természetesen nem lehet. Egyesületünk az új program célját elsősorban azzal tudja segíteni, hogy ezekre a kérdésekre irányítja a figyelmet. Ezért határozta el az Egyesület, hogy a híradástechnikai vállalatoktól és intézményektől összegyűjti a korszerű alkatrészeket és anyagokat és ezekből a híradástechnikusok számára kiállítást rendez. A gondolat megvalósításához örömmel csatlakozott a Híradástechnikai Kutató Intézet és így történt, hogy a kiállítást közösen rendeztük meg.

Az Egyesület számos tagja vett részt az anyag összegyűjtésében és a látogatók kalauzolásában. Ki kell emelni a Híradástechnikai Kutató Intézet dolgozóinak, elsősorban *Balogh Pál*, *Stiasny Dénes* és *Hargittai Endre* elvtársainak odaadó munkáját.

A kiállításon, mely a HIKI helyiségeiben december 28-tól január 20-ig volt nyitva, nagyjából külföldi gyártmányokat mutattunk be, de kiállítottuk a magyar ipar néhány legújabb termékét és ezek között olyanokat is, melyek gyártása csak a közeljövőben fog megindulni. A cél az volt, hogy a híradástechnika tervezői, szerkesztői és technológusai megismerjék az eddig különféle helyeken szétszórt korszerű anyagokat és alkatrészeket, hogy azután ezeket az ismereteket munkájukban felhasználhassák. Ilyen széleskörű tapasztalatcserére a híradástechnikai iparban eddig nem volt példa. A kiállítást 1100-an tekintették meg.

Az összegyűjtött anyagot a rendezők igen áttekinthetően csoportosították, amivel nagyon megkönnyítették az anyag tanulmányozását. Külön csoportban voltak a kondenzátorok, ellenállások, kapcsolók, egyenirányítók, tekercsek és tekercsalaktrészek, elektroncsövek, kéziszerszámok, műanyagok, a különféle alkatrészek és szerelvények. A kiállításon fontos szerepet játszott a miniatürizálás és a tropizálás. Exportunk növelése szempontjából igen hasznos az ezekkel kapcsolatos gyártmányok tanulmányozása, mert a korszerű híradástechnikai berendezésnek viszonylag kicsinynek kell lennie és a gyártmányok területi korlátozás nélkül csak akkor exportálhatók, ha azok a trópusi éghajlati viszonyokat, a meleg, páradús, sós levegőt is elviselik. Természetesen döntő szempont marad az alkatrészek kiváló minőségű és megbízható kivitele.

A kondenzátor csoportban a forgókondenzátorok közül különösen említésre méltó a székesfehérvári Vadásztölténygyárban készített forgókondenzátor, melyben a lemezek rögzítése zömítés, vagy forrasztás helyett mélyhűtés-melegítés módszerrel készült. A kerámias kondenzátorok közül különösen érdekesek a különböző átvezető kondenzátorok és a miniatürizált kivitelek.

A bemutatott ellenállások között is főleg a kis-méretűek keltettek figyelmet, különösen a Híradástechnikai Kutató Intézetben készült mintadarabok.

A kapcsolók között meg kell említeni a Telefongyár kerámias kapcsolóját és a Beloiannisz műszerfokozatkapcsolóját, melyek minősége minden tekintetben eléri a korszerű színvonalat. Érdekes az a két-fokozatú bekapcsoló, amellyel először a berendezés fűtőáramát, a második fokozatban pedig az anódáramot kapcsolhatjuk be. A kapcsoló érdekessége, hogy a kezelő a két fokozat között kénytelen rövid időre megállni, mialatt van idő arra, hogy a csövek fűtőszálai felmelegedjenek. A kapcsolásnak ez a módja jelentősen meghosszabbítja a csövek élettartamát.

A tekercsek között sok korszerű és miniatürizált kivitel volt látható, többek között az új magyar szabványok szerint készült vasmagok. Külön megemlítjük a Vörös Szikra gyárban trolitulból készülő hangolható menetes tekercstestet. Sok ferritmag is volt a kiállításon.

Gazdag gyűjtemény jelent meg elektroncsövekből. Nagy érdeklődést keltettek a miniatür és szubminiatür csövek.

Jelentős anyaggal szerepelt a Műanyagipari Kutató Intézet: poliészter származékú, fémet fémmel ill. kerámiával ragasztó ragasztóanyagok, tropikalizációs célokat szolgáló kiöntőgyanta, korrozióvédő lakkok, továbbá az „Ipaka” hő- és hangszigetelő.

Nagy sikert arattak a kiállításon a különböző kis-méretű forrasztópákák és az ügyes vezetékcsatlakozók is.

Újdonság volt a híradástechnikusok számára a sok új és korszerű REMIX-alkatrész, ellenállások, kondenzátorok, potenciométerek. Utóbbiak közül külön ki kell emelni a teljesen zárt, trópusi viszonyok között is alkalmas, kisméretű kivitel. A kiállításon láthattuk először a híradástechnika forradalmi jelentőségű új alkatrészének, a tranzisztornak néhány mintáját, melyeket a Híradástechnikai Kutató Intézet készített el.

A készülékek közül kiemelésre méltó a Beloiannis új CB telefonkészüléke, amely célszerű, egyszerű és tetszetős kivitelével felülmúlja a hasonló külföldi készülékeket.

A kiállításnak igen nagy közönségsikere volt. Naponta átlag 80 ember tekintette meg és a látogatók között a Posta szakembereitől a gyárak konstruktorjaiig nemcsak iparágunk szakembereit találhattuk meg, hanem a rokonszakták, de még más iparágak képviselőit is.

A kiállítás emlékkönyvébe írt megjegyzések is tanúsítják, hogy helyes volt a kezdeményezés. Tervünk az, hogy a kiállítás anyagát a HIKI együtt tartja, katalogizálja és munkájuk megkönnyítése érdekében bármikor a tervezők rendelkezésére bocsátja. Természetesen ez az akció csak akkor lesz igazán hasznos, ha a gyűjteményt állandóan bővítik és kiegészítik a híradástechnikai ipar olyan területeinek a gyártmányai-val is, amelyekre a kiállítás szerény keretei között jelenleg nem volt lehetőség.

Fémek, szigetelőanyagok ragasztása és a ragasztás alkalmazása a híradástechnikában

DR. BORSODI LÓRÁNT
Távközlési Kutató Intézet

A fa és más porózus anyagok (papír, bőr stb.) kötésének sok évszázad óta ismert és alkalmazott kötési módja a ragasztás. Ezekhez az anyagokhoz különböző típusú, előbb növényi és állati eredetű, majd szintetikus ragasztóanyagokat használtak. Csak a legutolsó években kezdődött el és válik mind nagyobb jelentőségűvé olyan műanyag alapú ragasztószerek alkalmazása, melyek a fa és más porózus anyagokon kívül alkalmasak nem porózus anyagok ragasztására is.

Számos helyen kellett ezzel a kérdéssel foglalkozni, mert megoldatlan problémák százai követelték meg a csavar-, szegecs-, vagy hegesztési kötések helyettesítésére szolgáló ragasztási eljárás kidolgozását.

Az eddig szokásos kötési eljárások, mint a szegecseles, csavarozás, hegesztés és forrasztás nem minden esetben felelnek meg a fennálló műszaki követelményeknek. A műszaki fejlődés megköveteli azokat a kötési lehetőségeket, mind gyártás, mind javítás céljaira, melyeknél az előbb említett eljárásokat alkalmazni egyáltalán nem, vagy pedig csak lényeges korlátozás mellett lehetséges.

Nem alkalmazhatók, vagy csak szigorú megszorítások mellett alkalmazhatók a szokványosan ismert eljárások az alábbi esetekben:

1. Két fém kötésénél; a fémek különböző potenciálja (pl. réz, alumínium) nem teszi lehetővé sem a szegecs, sem a csavarkötést a fellépő korrózióvesztély miatt.

2. Olyan eutektikus jellegű olvadásponttal rendelkező többalkotós ötvözetek kötésénél, ahol a fém szerkezete nem teszi lehetővé az ismert ömlesztve hegesztő eljárások alkalmazását, és az egyéb kötési módok megfelelő szilárdságot nem adnak.

3. Olyan fémek közötti kötés létesítésénél, melyeknek olvadáspontja közötti nagy különbség lehetetlenné teszi a hegesztési eljárás alkalmazását, és egyéb kötési módoknak alkalmazására a kötési hely hozzáférhetetlensége miatt lehetőség nincs.

4. Nem hegeszthetők a szerves anyagok, mint pl. kerámia, üveg, cement stb. egymáshoz vagy fémek anyaghoz való erősítésre. Az eddig ismert eljárások szerint ezüstözés és az ezüstfelület forrasztása útján valósítható meg a kötés.

5. Nem hegeszthetők a szerves szigetelőanyagok, mint pl. préselt tárgyak, rétegelt lemezek, csövek, idomdarabok, egymáshoz és fémekhez való erősítés esetén.

A fentiekben vázolt feladatok elvégzésére olyan ragasztószerekre van szükség, melyek megfelelő mechanikai szilárdságot biztosítanak az összekötés helyén és a mechanikai szilárdság megfelelő nyúlással van összekötve, mert pl. a fémek törési-

pont alatt történő terhelésénél 25%-os nyúlás is megfigyelhető, tehát a ragasztásnak nemcsak nagy mechanikai szilárdsággal kell rendelkeznie, hanem megfelelően rugalmasnak is kell lennie ahhoz, hogy a fémek nyúlását, különféle hajlításeit kövesse.

A ragasztószertől megköveteljük továbbá, hogy nedvesítse a fém, illetve a szigetelőanyag felületét, ily módon biztosítva, hogy a ragasztandó anyag és a ragasztó közötti határfelületi erők egyenlőek, vagy nagyobbak legyenek, mint a kialakult ragasztó film saját kohéziója. A ragasztószerek kikeményedésükkor, megszilárdulásükkor számottevően ne zsugorodjanak, mert ez a kötésben feszültség létrejöttét jelenti.

Tekintettel arra, hogy a ragasztáskor nem porózus anyagok összeillesztésére kerül sor, a ragasztóanyag oldószert általában nem tartalmazhat, illetőleg a megkeményedést okozó kémiai reakció során illékony melléktermékek nem keletkezhetnek, mert azok a tömör fém, illetőleg szigetelőanyag felületén nem távozhatnak el. Ezek az anyagok buborék alakjában a kötésben maradvá, annak szilárdságát jelentős mértékben csökkentik.

A kialakult kötésnek ellen kell állnia vegyi korróziót okozó anyagok hatásának, ily módon is biztosítva a kötés időállóságát, atmoszfériáliakkal szembeni ellenállóképességét.

Utolsó szempontként kell megemlíteni azt a követelményt, hogy a ragasztószert kezelésének egyszerűnek és könnyen betaníthatónak kell lennie; a kötés kialakulása nem igényelhet jelentősebb nyomást vagy hőkezelést, a kötésből kiszorított ragasztófeleség könnyen, a kötés gyengülésének veszélye nélkül eltávolítható legyen, biztosítva a varrat nélküli kötés kialakulását.

A fentiekben megadott szempontoknak megfelelő ragasztószert kidolgozása számos nehézséggel jár. Nagyon sok olyan anyag ismeretes, mely felületi bevonatként alkalmazva, megfelelően tapad a fémre, sőt azokkal a jó tulajdonságokkal is rendelkezik, melyeket a jó ragasztóanyagoktól megkívánunk, pl. rugalmasság stb. A különböző lakkoknak azonban nincs meg a megfelelő szilárdságuk, sőt a megkeményedéshez, a szilárdfilm kialakulásához a levegő oxigénjére van szükségük, melyet ragasztás alkalmával nem vehetnek fel.

A karbamid-formaldehid gyantákból készült »enyvek« aránylag olcsók, szobahőmérsékleten gyorsan megszilárdulnak, rugalmasak és aránylag szilárd filmet alkotnak, tehát tulajdonságaik alapján megfelelnek fémragasztásra. Tekintettel azonban arra, hogy csak oldatban használhatók, alkalmazásuk emiatt lehetetlen.

Ismeretesek azonban olyan műanyag típusok, melyek fémragasztási célra igen kiválóan megfelelnek.

1. táblázat

Különböző ragasztótípusok összehasonlítása

Ragasztó neve	Milyen alakban kerül forgalomba	Komponensek száma és aránya	Tárolhatóság	Felvitel módja	Előkészítés kikeményítés előtt	Kikeményítés hőfoka, ideje	Kikeményítésnél alk. nyomás	Szilárdság* 20 C°-on	Hőállóság
Plasztikátor 32	Mézsűrűségű, fehér, gumi-szerű massza	1	6 hónap	Szórás, kenés	Oldószer elpárolgása után (4-6h) összeilleszteni	160° 30 perc 170° 25 « 175° 20 «	Nyomás nem kell, csak rögzítés	1,6-1,8 kg/cm ²	-40 +110
Redux	Folyadék + por	2 10 : 1	kb. 1 év	Szórás, kenés, por felvitele szórás, mártás	Előszáritás 40°-on 1 óra, összeillesztés 20°-on	145° 20 perc 165° 8 » 180° 4 « 195° 3 «	40-20 kg/cm nyomás, kikeményítés présben, autoklávban	3,5 kg/cm ²	-30 +150
Araldit típ. I.	Por, rúd natur, ezüst színű (silber)	1	min. 2 év	Szórás szítával, felkenés előmelegített fémre	Melegen (130°) összeilleszteni	130° 24 óra 140° 15 « 160° 10 « 170° 6 « 180° 3 « 190° 2 « 200° 1 « 210° 55 perc 220° 35 «	Nyomás nem kell csak rögzítés	3,1-3,4 kg/cm ²	-50 +90
Araldit típ. XV	Sárgás-barna folyadék fajsúly : 1,15	2 100 : 30 Acetonnal hígítható	kb. 1 év, keverve, 1 hónap	Ecsettel, szórva, mártva	Közvetlenül felkenés után összeilleszthető	130° 14 óra 140° 7 « 150° 4 « 180° 1 « 200° 20 perc 220° 10 «	Nyomás nem kell csak rögzítés	3-3,3 kg/cm ²	-50 +80
Araldit típ. 101	Sűrű sárgás-barna folyadék	2 14 : 1	6 hónap, keverve, 1 óra	Ecsettel, szórva, mártva	Közvetlenül felkenés után összeilleszthető	20° 24 óra 40° 14 « 70° 4 « 100° 30 perc	Nyomás nem kell csak rögzítés	1,0 kg/cm ²	+20 +70
Araldit típ. 102	Sűrű sárgás-barna folyadék	2 15 : 1	3 hónap, keverve, 1 óra	Ecsettel, szórva, mártva	Előszáritás 20°-on 20 perc, majd összeillesztés	20° 24 óra	Nyomás nem kell csak rögzítés	1,0 kg/cm ²	-20 +70
Poliészter (kísérleti minta)**	Sűrű sárgás-folyadék	3 10 : 0,15 : 0,01	6 hónap, keverve, 1 óra	Ecsettel	Közvetlenül felkenés után összeilleszthető	20° 24 óra 40° 8 «	Nyomás nem kell csak rögzítés	1,2 kg/cm ²	+70-ig
Izocianát ragasztó (Desmodur)	Folyadék	2 20 : 1	kb. 1 év, keverve, 8 nap	Ecsettel	Előszáritás 20°-on 1 óra, majd összeillesztés	20° 14 óra 100° 2 « 160° 1 «	3-4 kg/cm ²	2,9-3,4 kg/cm ²	-30 +70

* A kötőszilárdság értéke 25 mm széles, 1 mm vastag nemesített Al-Mg-Si próbalemezeken 10-15 mm átlagossal létesített kötésre vonatkozik.

** Műanyagipari Kutató Intézet adata

Ragasztás technológiája

Mielőtt a fémek ragasztásához felhasználható műanyag típusok tárgyalására térnénk rá, szükséges azokat a technológiai előírásokat megvizsgálni,

melyek a ragasztott kötés minősége szempontjából alapvető fontosságúak.

A ragasztás technológiája ragasztóanyagoként csak kismértékben változik, általánosságban három műveletre tagozódik.

- a) Fémfelület előkészítése,
 b) Műanyagréteg felvitele,
 c) Kötés kialakítása, kikeményítés.

ad a) A fémfelület előkészítése változó aszerint, hogy milyen fém, illetve ötvözet ragasztására kerül a sor és függ — kismértékben — a ragasztó típusától is. Minden esetben a felület teljes és tökéletes zsirtalanítása szükséges. A zsírnak még nyomokban való jelenléte is gyöngíti a ragasztás szilárdságát, mert megakadályozza a felület nedvesítését. Általában nem gyúlékony oldószerekkel (széntetraklorid, triklóretilén stb.) szokás a zsirtalanítást elvégezni.

A zsirtalanítás előtt el kell távolítani a fém felületén levő összes korróziós nyomokat pl. rozsdát, revét, vízkövet stb., továbbá mindennemű festék- vagy lakkréteget.

A ragasztás szilárdságát általában emeli, ha a felületeket a ragasztás előtt megnöveljük. A felületnövélés általában felérdesítéssel (drótkefe, csiszolóvászón, homokfúvás, kémiai maratás) történik. Alumínium és ötvözeteinek esetén a jól tapadó természetes, vagy mesterséges oxidhártya biztosítja a legnagyobb felületet, ezért a felületnövélési eljárások között az eloxálás általánosan ismert és alkalmazott technológia.

ad b) A ragasztóanyag felvitelének módja szintén a ragasztóanyag típusától, halmazállapottól függ. A folyékony halmazállapotú ragasztók felvitele fajsúlytól függően porlasztással, mártással, ecseteléssel, hengerléssel történik. Szilárd halmazállapotú ragasztók használata esetén a felvitel történhet a fém-, szigetelőanyag felület felmelegítésével és erre a ragasztó felolvasztásával. A poralakú ragasztóknál a port szitával osztjuk el a felületen, vagy pedig a folyékony komponensbe belekeverve biztosítjuk az egyenletes felvitelt.

Általánosságban elegendő a két ragasztandó felület közül csak az egyiket bekenni, míg a másikat csak az előzőekben megadott módszerekkel előkezelni kell.

ad c) A kikeményítés módja szerint megkülönböztetünk hidegen és melegen kötő ragasztókat. A hidegen történő kikeményedés egy »gyorsító« (katalizátor) hatására általában 24 óra alatt bekövetkezik. A kötés kialakításához nyomásra szükség nincs, csak oly értelemben, hogy a felületek érintkezése biztosítható legyen.

A melegen kötő ragasztóknál a kikeményedés csak hőhatásra következik be. A kötőszilárdság szempontjából az optimális hőfokok és a hozzá tartozó hőkezelési idők ragasztófajtánként változnak (1. táblázat). Általában a hőkezelési idő és a hőmérsékleti intervallumok széles határok között változtathatók és a hőkezelés időtartamának csak az alsó határa korlátozott. Van azonban olyan ragasztótípus is (Redux), ahol mind a hőmérséklet, mind az időtartam pontosan meghatározott és az attól való eltérés a kötési szilárdság jelentős romlását idézi elő. (2. táblázat). A Redux esetében nyomást is kell alkalmazni és ez a tény jelentősen megnehezíti az ilyen típusú ragasztó üzemi alkalmazhatóságát, mert nem kis összegű beruházási igény jelentkezik a szükséges prések, vagy autoklávok beszerzésénél.

2. táblázat

Redux típusú ragasztók kötési szilárdságának változása a hőfok és hőkezelés függvényében

Hőfok C°	Idő, perc	Szakítási szilárdság* kg/mm ²
140	6	1,30
150	6	1,60
160	6	2,05
160	7	2,15
160	8	2,60
170	8	2,25
180	8	1,70
180	6	2,10
180	4	2,75

* A szakítási szilárdság 99,5% Al lemezekre (szélesség 20 mm, vastagság 1,5 mm, átlapolás 10 mm) vonatkozik.

Használható ragasztótípusok

A fém- és szigetelőanyagok ragasztásához alkalmazott ragasztótípusok csoportosítása általában kémiai összetételük alapján szokás, így ismerünk kaucsuk, műkaucsuk alapú, fenol alapú kombinált, etoxilin alapú (melegen és hidegen kötő), poliészter alapú és izocianát alapú ragasztókat.

Kaucsuk, műkaucsuk alapú ragasztók

A legrégebbi fém-, szigetelőanyag ragasztók természetes kaucsuk felhasználásával készültek. Ezeknek a ragasztóknak az volt a nagy hátrányuk, hogy a kötés megkeményedésekor illékony termékek keletkeztek, melyek a ragasztás szilárdságát csökkentették. Az első ragasztófajták hidegen törekenyek voltak, míg melegen szilárdságuk csökkent. További hátrányként meg kell említeni, hogy hő hatására meglágyulnak és ismét lehűtve, a kötés már nem volt kielégítő.

A kaucsuk alapú ragasztóknak fentiekben vázolt hibáit szinte teljes mértékben kiküszöbölte egy különleges műgumi fajtának (Plastikator 32) felhasználása. Az alapanyag, a Plastikator 32, rendkívül szívós, szálát húzó, de nem kielégítő ragasztóképességű massa. Ragasztás céljaira különböző vulkanizálásra alkalmas keverékeket kell előállítani.

A kötés kialakulását vulkanizálás idézi elő. A vulkanizálással egyidőben fellép egy átszíneződés és a massa fehéres színárnyalatból barna színűvé változik. A vulkanizálás során a rövid molekulaláncok egybefonódása révén nagy szilárdságú és kisnyúlású keménygumi féleség alakul ki. A kialakult keménygumi réteg a kellően előkészített felületekhez igen jól tapad. A ragasztás legjobb tulajdonságait akkor érjük el, ha vékony ragasztóréteget, a ragasztási felület megfelelő előkészítését, valamint meghatározott időtartamú, egyenletes hőbehatást alkalmazunk. A hőkezelés (hőbehatás) időtartamát a ragasztandó anyag, fém, szigetelőanyag minőségétől, a hőmérséklettől és a ragasztóanyag tárolási idejétől függően állapítjuk meg. Alapszabály az, hogy fokozódó hőmérséklettel a vulkanizálási idő csökken, továbbá a tárolási idő növekedésével növekszik a vulkanizálási idő, mely

a kiindulási érték 6—8-szorosára is felnövekedhet. Az optimális kivulkanizálási hőmérséklet, mely a legrövidebb hőkezelést igényli, 175 C°.

A fentiek szerint elkészített ragasztás 110 C°-ig teljes üzembiztonsággal használható. 110—120 C°-ig a ragasztás kémiai behatásokkal szemben (sav, lúg, olaj) teljesen ellenálló.

A fentiek szerint kialakított kötés szilárdsága számos tényezőtől függ (egyes tényezőknek, mint a lemezszélesség, vastagság, ragasztó réteg vastagsága stb. hatását általánosságban a későbbiekben tárgyalni fogjuk), egyes anyagok ragasztásánál elérhető kötési szilárdság értékét a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat

Plastikator 32 alapanyagú ragasztóval elért ragasztási szilárdság különböző anyagok esetén

Anyag megnevezése	Szakítási szilárdság* kg/mm ²	Vulkanizálási idő	Hőfok C°
99,5% alumínium .	1,05	30 perc	175
Al—Mg ötvözet . . .	1,20	30 „	175
Al—Mg—Si ötvözet	1,25	25 „	175
Öntöttvas, 4 mm . .	1,25	18 „	175
Alumínium-réz	0,80	20 „	175
Alumínium-ólom . . .	0,60	40 „	175
Alumínium-vas	0,85	35 „	175
Vaslemez	0,70	30 „	175
Réteges papírbakelit-lemez	0,78	20 „	150
Réteges textiltakelitlemez	0,62	22 „	140
Bakelit formadarab	0,65	16 „	170
Keménygumi	Anyagában szakad	15 „	140
Porcelán	Az anyag törik	30 „	170
Üveg	Az anyag törik	30 „	170
Porcelán-fém (Al.)	Porcelán törik	30 „	175
Üveg-fém (Al.) . . .	Üveg törik	30 „	175

* A szakítási szilárdság 20 mm széles, 1,5 mm vastag fémlemezektől (átlapolás 10 mm) készült próbapálcán mért érték.

Meg kell jegyeznünk, hogy a ragasztás szilárdsága általában 15—40%-kal csökken, ha a hőközlés időtartama, illetve a hőmérséklet nagysága nem elegendő.

A kötés kialakításánál — különösen nagyfelületű ragasztások esetén — egyenletes hőmérsékletről, pl. levegő keringtetésével kell gondoskodni. A kikeményítésnél nyomásra általában szükség nincs, csak olyan nyomó terhelés szükséges, mely a felületek érintkezését biztosítja. Az optimális nyomás 0,08—0,15 kg/cm² között van, nagy felületek esetén. Törött alkatrészek javításánál, ahol különösen előnyös ennek a ragasztótípusnak felhasználása, elegendő, ha egymásra helyezzük, vagy összeillesztjük a részeket és biztosítjuk, hogy elmozdulás ne következék be.

Hazánkban igen eredményes kísérletek folytak és folynak ilyen ragasztótípus üzemi felhasználására. A Klement Glottwald Vill. Gyár, Remix Híradástechnikai Vállalat, Röntgen Gyár ért el

igen jó eredményeket a Plastikator 32 felhasználásával készült ragasztóval.

A ragasztással elért kötés előnyeként meg kell említeni, hogy a kötés aránylag nagy nyomásnak (10—12 atm.) ellenáll és vákuumbiztos 10⁻² Hg mm nyomásnál.

A műgumi alapú ragasztók az alábbi célokra használhatók sikeresen:

Textil-, papírbakelit lemezekből készült tárgyak összeállítására, törött alkatrészek megjavítására.

Szigetelőréteg kialakítására kerámia testeken, erre különböző menetek vágása csatlakozó részek összekötéséhez (10 mm-es rétegvastagságig).

Fémes vezetők és kerámikus testek összekötésére. A ragasztóhoz adagolt fémes, vagy nem fémes adalékanyagok lehetővé teszik a nagyfrekvenciás technikában való alkalmazást is.

Törött műanyag-, fém- vagy üvegeszközök javítására.

Szürkeöntvények (csapágyak, tömszelencék) javítására.

Csiszolási mintáknak metalográfiai vizsgálatához való beragasztására.

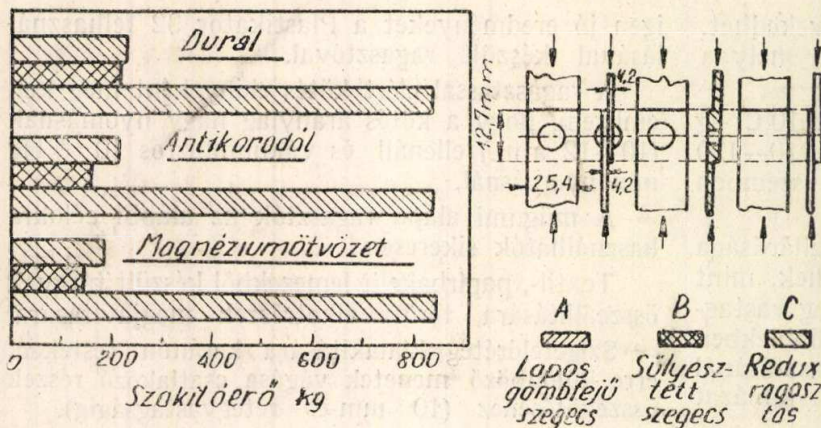
Öntési hibák olajálló tömítésére stb.

Fenol alapú kombinált ragasztók

A fenol alapú ragasztókat általában szintetikus kaucsukkal vagy hőrelágyuló (termoplasztikus) műanyagokkal szokták kombinálni. A kombináció azért szükséges, hogy a fenolgyanták nagy mechanikai szilárdságával együtt járó ridegségét kaucsukkal, vagy termoplasztikus műanyaggal (pl. polivinilformál) csökkentsék. A termoplasztikus műanyag tehát voltaképpen lágyító szerepét játsza.

A fenolgyanta kikeményedésekor víz keletkezik, amely buborék alakjában távozik a ragasztórétegből. Ez a körülmény inkolja, hogy a ragasztásnál hőkezelés mellett jelentős (30—50 kg/cm²) nyomás szükséges. A ragasztók két, vagy többkomponensű rendszerek. Folyadékok, por, paszta alakjában kerülnek forgalomba.

Ilyen típusú ragasztók közül legismertebb a Redux, melyet igen kiterjedten alkalmaztak minden olyan helyen, ahol különlegesen vékony lemezeket kellett összeragasztani nagy szilárdság biztosítása mellett. Így pl. repülőgépszárnyak merevítőit, a repülőgép törzsét borító lemezeket 14—15 m hosszúságig ragasztották és a préselt törzsvégén a légkamrát számos szegmensnek egymáshoz való ragasztásával építették fel. A ragasztás eredményeképpen a repülőgép borítása aerodinamikai szempontból sokkal tisztább, mintha szegecselet alkalmaztak volna, mert így elkerülhető, hogy a préselt törzsből a szegecselet miatt üregek keletkezzenek. Ezeknek az üregeknek a kiküszöbölésén felül az enyvezett csatlakozások nagyobb szilárdsága jelentős fémmegtakarítást is eredményez, mert a terhelés nem egyes pontokon lép fel, hanem az egész felületen eloszlik. A gyakorlati eredmények azt mutatják, hogy a Reduxszal ragasztott lemezek 40%-kal jobban terhelhetők, mint a szegecselet kötésűek (1. ábra).



1. ábra. Redux-szal ragasztott és szegecselt kötések szakítóerejének összehasonlítása

A Redux kötések nagy mechanikai szilárdságuk mellett ellenállnak víznek, olajnak és a legkülönbözőbb organikus oldószereknek is.

Az elérhető szilárdság 99,5%-os alumínium ragasztása esetén $2,3 \text{ kg/mm}^2$ nagyságrendű. Ez a szilárdsági érték magasabb hőmérsékleten (90° felett) csökken a hőre lágyuló polivinilformál tartalom miatt.

Etoxilin alapú ragasztók

Az utóbbi évek legnagyobb sikerű ragasztóanyagai, az Araldit típusú ragasztók, etoxilin gyanták, melyek etilénoxid-csoportot tartalmaznak és katalizátorok hatására — főleg magasabb hőmérsékleten — nagy molekulású terméké alakulnak át.

Az etoxilén gyantákból a kikeményítéskor lejátszódó reakció során illékony melléktermék nem keletkezik és ezért a kikeményítéskor nyomás alkalmazására szükség nincs, csupán olymértékben, hogy a két felület egymáson való elcsúszását megakadályozzuk.

Az Araldit por, rúd, paszta és folyadék alakjában kerül forgalomba. Használata olymódon történik, hogy a fém, szigetelőanyagot $100\text{--}120^\circ\text{C}$ -ra felmelegítjük, amikor a por-, illetve a rúd alakú ragasztó érintkezésbe kerül a fémmel, megömlik és hozzátapad. Ebben az állapotban még nagyon törékeny és durva kezelés esetén a réteg leválhat. Az ilymódon elkészített felület szinte korlátlan ideig rakározható anélkül, hogy kémiai elváltozástól, a ragasztóképesség elvesztésétől, a ragasztási idő növekedésétől vagy nem kívánt ragasztásoktól kellene tartani.

Az Araldit port hideg fémre szórópisztoly segítségével is fel lehet vinni és a ragasztóval beszórt fém, vagy szigetelőanyagot melegítik fel kemencében 180°C -on 1—2 óra időtartamig. Kemencében a gyanta megömlik, majd a kémiai folyamat lejátszódása után megszilárdul. A szilárdulás alkalmával csupán igen kismérvű zsugorodás figyelhető meg.

Az Aralditot könnyűfém (alumínium-magnézium ötvözet), vas, acél, ólom, üveg, kerámia, bakelitféleségek ragasztására használják.

Az etoxilén gyanták egyik csoportja kikeményítéskor hőkezelést nem igényel. A kikeményítést

különböző adalékanyagok (katalizátorok) segítik elő, melyeket a ragasztóanyaghoz közvetlenül az alkalmazás előtt kell bekeverni. Ezeknek a ragasztóanyagoknak kötési szilárdsága kisebb, mint a melegen kötő, de alkalmazásuk mégis igen széleskörű mindazokban az esetekben, ahol hőérzékeny kötési megoldásokat kell megvalósítani, vagy amikor a két összekötendő anyag hőtágulási együtthatójában jelentős különbség van. (L. 1. tábl.)

Poliészter alapú ragasztók

Újabbán igen értékes kísérletek indultak meg hazánkban hidegen kötő ragasztóanyagok előállítására. Az eddigi kísérleti eredmények arra mutatnak, hogy ezek a ragasztóanyagok kötésszilárdság szempontjából a legjobb külföldi anyagokkal felvehetik a versenyt. Kémiai ellenálló képességük petróleummal, benzollal, toluollal szemben kielégítő, vízzel és savakkal szemben még nem teljesen megfelelő. Felhasználásuk legnagyobb akadálya az előállításukhoz szükséges nyersanyagok hiánya, melyeket ma még az üzemszerű előállításához biztosítani nem lehet.

Izocianát alapú ragasztók

A ragasztási elméletek arra mutattak, hogy tömör felületeken a kötés kialakulásához különösen az úgynevezett specifikus kötőerőkre van szükség, melyek közül a legnagyobb jelentőségű a szekunder, van der Waals-féle erőnek van. A van der Waals-féle erő elsősorban poláros molekulák kölcsönhatása következtében jön létre, ez a polaritás lehet állandó és lehet indukált is. Az izocianát alapú ragasztók igen nagy mennyiségű poláros csoportot tartalmaznak és ezek hozzájárulnak a szekunder kötőerőkhöz. Ezek a ragasztóanyagok mechanikai szilárdság tekintetében felülmúlják a Redux »enyveket« és az Araldit típusú ragasztók szilárdságát elérik. Ezeket a ragasztókat Desmodur és Desmophén márkaneveken hozzák forgalomba.

A ragasztók általában hőkezelést nem igényelnek a kötés kialakításakor és a megfelelő szilárdság szobahőmérsékleten 36—48 óra alatt alakul ki. Ez a kikeményedési idő jelentősen lecsökkenthető a hőmérséklet emelésével és 180°C -on már csak 30 perc.

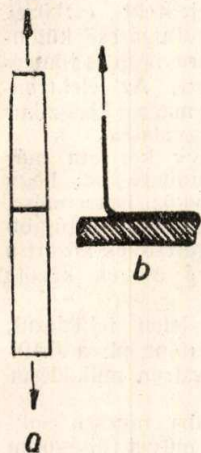
Az izocianát alapú ragasztóknak igen jó a vízállóságuk és rugalmasságuk, a kötés mechanikai szilárdsága 100°C -ig változatlan, 100°C felett azonban a szobahőmérsékleten mért szilárdsági értéknek 1/3-ára csökken.

Ragasztásnál alkalmazható kötési módok

Ragasztásokat alkalmazó szerkezeti megoldásoknál különös tekintettel kell lenni a ragasztóanyag különleges tulajdonságaira és ezért általában olyan kötésformákat kell alkalmazni, melyeknél bizto-

sítható, hogy a kötés szilárdsága elérje az alapfém szilárdságát.

Általában megállapítható, hogy a ragasztott kötések mindegyike rosszul áll ellen a húzó igénybevételnek. Különösen rossz az a kötési megoldás,



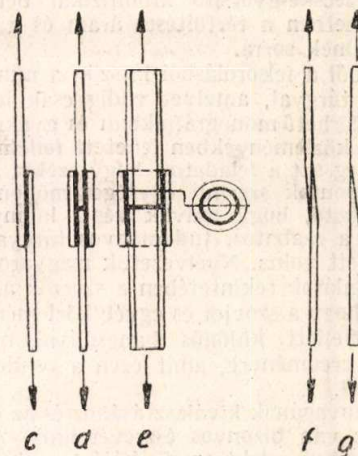
2. ábra. Ragasztástechnológiailag helytelen kötési formák
a) tompa illesztés,
b) lefejtésre igénybevett kötés

ahol a ragasztórétegre merőlegesen történik az igénybevétel, továbbá az a megoldás, ahol a kötés lefejtésére van igénybe véve. A merőleges igénybevétel esetén a fém és a műanyag különböző rugalmassága folytán feszültség-koncentrációk lépnek fel, melyek jelentősen meghaladják az átlagos igénybevételt és így törést, szakadást eredményeznek. A lefejtésre való igénybevételnél a feszültség egy vonalra koncentrálódik és hasonlóan a forrasztásnál megfigyelt eredményekhez, a kötés aránylag kis igénybevételnél megszűnik. Ilyen kötésforma a ragasztásnál nem engedhető meg.

Leginkább azok a kötésformák felelnek meg ragasztástechnológiai szempontból, ahol mód nyílik az átlapolás növelésére és így a ragasztási szilárdság növelésére. Ennél a kötési formánál azonban hátrányként jelentkezik az a tény, hogy a fém, a szigetelőanyag és a ragasztó nyúlása különböző. A különböző nagyságú nyúlás szintén feszüléseket eredményezhet, amely azonban nem jelent komolyabb veszélyt a ragasztás szilárdságára. Az ú. n.

hevederes átlapolásnál terhelés esetén a kötés síkjára merőleges forgatónyomaték is keletkezik, amely azonban nem gyengíti a kötet.

Vannak olyan kötések, melyek húzó és nyíró igénybevételnek vannak alávetve. Ilyen kötési



3. ábra. Ragasztástechnológiailag elfogadható kötési formák.
c) átlapolt, egynyírású kötés, d) átlapolt, kétnyírású kötés,
e) csőkötés, f), g) leélezett kötések

módoknál az átlapolási felület korlátozott. Előnye viszont, hogy a ragasztás nyírásra van igénybe véve és ilyen esetekben csökken a különböző nyúlásokból származó feszültségkoncentráció veszélye.

A kötések várható szilárdságának megítélésénél és a ragasztással elérhető szilárdság megtervezésénél mindig tekintetbe kell venni a kötésformákat és ezek figyelembevételével — tehát nem átlagosan — kell a kötési szilárdsággal számolni.

(Folytatása következik)

Könyvszemle

I. I. Grodnyev—B. F. Miller : **Hírközlő kábelek.** Közlekedési Kiadó, 1954. 388 oldal. (Fordítás orosz eredetiből.)

Ez az első olyan könyv a szakirodalomban, amely a hírközlő kábelek elméletét és gyártását átfogóan és mégis részletesen tárgyalja. A szerzők azt a feladatot tűzték maguk elé, hogy könnyükkel előmozdítsák a szakemberképzést és segítséget nyújtsanak a kábelipar mérnökeinek és egyéb műszaki dolgozóinak szakképzettségük növelésében. Ezt a feladatot a szerzők kiválóan oldották meg. A könyv az elméleti vonatkozásokat magas színvonalon, de mégis könnyen érthetően tárgyalja, emellett a könyv céljának megfelelő helyes mértéktartással és a gyakorlat szem előtt tartásával inkább a végeredmények megállapítására helyezi a súlyt, mint az alapképletek levezetésére. Különösen értékesek az áthallásra, a konstrukciós számításokra és az árnyékolásra vonatkozó fejezetek. A gyakorlati részben a szerzők részletesen foglalkoznak a felhasznált anyagokkal és a gyártás technológiájával. Sok adat és táblázat egészíti ki a könyvet és teszi hasznossá, sőt nélkülözhetetlenné, minden szakember számára.

A könyv nyelvezte magyaros és gördülékeny, amiért a könyv fordítóját, Auer Kálmánt, és a lektorokat, Borsos Károlyt, Haidecker Jánost és Haskó Györgyöt illeti a dicséret. A könyv kivitele szép, papírja jóminőségű, ami azt mutatja, hogy a Közlekedési Kiadó dolgozói a könyv jelentőségét felismerték. A sajtóhibák száma kevés.

Köszönetet kell mondani a Közlekedés és Postaügyi Minisztériumnak és a Közlekedési Kiadónak, amiért lehe-

tővé tette, hogy e kiváló szovjet szakkönyvet a magyar szakemberek és tanulni vágyók megismerhessék.

Izsák Miklós

Faragó Péter — Pócza Jenő : **Elektron fizika**
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954.

Az elektronfizika, amely a könyv szerzőinek meghatározása szerint a szabad elektronok sajátságainak és különböző feltételek között való viselkedésének vizsgálatával foglalkozik, a fizikának kiterjedt, szinte önálló ága. A munka elsősorban az elektronfizika elvi kérdéseit tárgyalja, itt azonban nem áll meg, hanem rámutat a gyakorlati alkalmazás lehetőségeire és egyes kiválasztott példák esetében ezeket részletesebben taglalja. Ebből a szerencsés tárgyválasztásból következik, hogy a könyv éppen olyan hasznos a fizikusok számára, akiknek eddig magyar nyelven csak elméleti művek álltak rendelkezésükre, mint az elektronikával foglalkozó híradástechnikusok részére, akik többnyire járatosabbak az alkalmazások gyakorlati részletkérdéseiben, mint az elvi összefüggések általános áttekintésében.

Előnyére válik a könyvnek, hogy szerzői, valamint lektora és szerkesztője is olyan tudósok, akik egyaránt vannak otthon mind a fizikai elmélet, mind a mérnöki alkalmazások területén.

A könyv néhány általános kérdés után először az elektronemisszió kérdéseit tárgyalja és részletesebben ismerteti az elektronsokszorozókat. Ezután az elektronok vákuumban való mozgását tárgyalja a katódcsövek rövid ismertetésével. Külön fejezetben ismerteti a geometriai

elektronoptika alapjait, majd utána annak néhány alkalmazását (elektronágyú, elektronmikroszkóp, tömegspektroszkóp). A következő fejezet az elektronok és a nagyfrekvenciás erőkölcsönhatását írja le, eközben ismeretve egyrészt a különleges mikrohullámú elektroncsöveket (klisztron, magnetron, haladóhullámú csövet), másrészt a különböző részecske-gyorsító atomfizikai berendezéseket. Az utolsó fejezetben a tértöltés áram és a gázkisülések törvényei kerülnek sorra.

Amint ebből a felsorolásból látszik, a munka igen sok olyan kérdést tárgyal, amelyet eddig csak idegennyelvű, nehezen hozzáférhető monográfiákban és gyakran nehézkes stílusú eredeti közleményekben lehetett fellelni. A szerzők jól oldották meg azt a feladatot, hogy ezeket a kérdéseket egységes szempontok szerint, egységes módon tárgyalják. Ennek köszönhető, hogy művük végig könnyen érthető, anélkül, hogy a szabatos, tudományos tárgyalási módból engedniök kellett volna. Nyelvezetük magyaros és világos. Az irodalmi utalások tekintetében a szerzők azt a gyakorlatot követik, hogy a szovjet és egyéb közlemények bőséges megemlézése mellett különös hangsúllyal mutatnak rá minden olyan eredményre, amit ezen a területen a hazai kutatók értek el.

A könyv anyagának kiválasztásához és az egyes fejezetek anyagához van bizonyos észrevételünk. Az elektronfizikának a szabad elektron fizikájára való beszűkítése azzal járt, hogy a könyvben nem szerepelhetnek a félvezetők fizikájának alapfogalmai. Ez sajnálatos, mert a félvezetők fizikájának jelentősége rohamosan növekszik és egyre jobban összefonódik az elektronfizika egyéb területeivel. Az elektronok emissiójával kapcsolatosan a szerzők egyéb-

ként is kénytelenek voltak a szilárd testek fizikájának egyes elemeit ismertetni és könnyű lett volna a félvezetők tárgyalását ezekre alapozni.

Ahol a szerzők az elektronfizika alkalmazását részletes gyakorlati példákon mutatják be, rendszerint olyan berendezéseket választanak ki, amelyek különösen érdekesek a fizikusok részére, mint kutatóeszközök. Ugyanekkor kissé háttérbe szorulnak a technika legelterjedtebb eszközei. Így túlságosan vázlatosnak tűnik a katódsugárcső különböző fajtáinak ismertetése az elektronmikroszkóp és tömegspektroszkóp részletesebb leírása mellett. Az elektron-sokszorozó bőséges ismertetésével szemben maga a klasszikus elektroncső egyáltalában nem is kerül tárgyalásra.

Az előszóból kiderül, hogy a könyv kézírata már 1952. februárjában elkészült. Ennek tudható be, hogy hiányzik néhány olyan elektronikus eszköz ismertetése, amely a technikában, illetve a tudományban a legújabb időben nyert jelentőséget. Ilyen a katódsugárcsővek között a feljegyző («emlékező») cső, a képfelvevő csövek között a Vidicon stb.

Hibát a könyvben egyébként alig lehet felfedezni. Van azonban néhány félreérthető ábra, mint pl. a 6.19. számú, amely nem magyarázza jól a klisztron működését és a 6.26. ábrával is ellentétben áll.

A könyv kiállítása gondos, sajtóhiba nincsen sok. Sajnálatos azonban, hogy a kiadó vállalat a művet túlságosan kis példányszámban állította elő, félreismerve azt a keresletet, amely a jó híradástechnikai szakkönyvekkel szemben megnyilvánul. Bizonyára ezzel függ össze a kötet aránylag magas ára is.

Valkó Iván Péter

Egyesületi élet

Az *Átviteltechnikai Szakosztály* december 10-én vitaestet rendezett a rövidtávolságú többcsatornás vivőberendezésekről. *Mihályffy István* röviden ismertette az utóbbi években külföldön bevezetett rendszereket, elemezve a hálózatok adottságait, melyek a berendezések kialakítására hatással voltak. Vázolta távközlési hálózatunk mai struktúráját s a forgalom növekedésével várható távlati fejlődését. Megállapította, hogy azok a hazai körülmények, amelyek a rövidtávolságú rendszer megválasztására befolyással vannak, egyik tárgyalat külföldi ország körülményeivel sem egyeznek meg. Végül rámutatott néhány olyan megoldási lehetőségre, melyek a külföldiektől eltérnek, de hazai viszonylatban esetleg figyelembe jöhetnek. A felvetett kérdésekhez híradástechnikai gyáraink, vállalataink és a Posta részéről számosan hozzászóltak. A bevezető előadást és hozzászólásokat részletesebben is ismertetni fogjuk.

December 13-án az alumíniumköpenyű kábelekről tartott előadást *Szentmártony Aladár* (VKKL) és *Ninausz István* (BKV). *Szentmártony Aladár* ismertette az erre a célra figyelembe jövő nagytisztaságú alumínium fizikai tulajdonságait, melyek azt az ólom helyettesítésére is alkalmassá teszik, majd rátért felhasználásának történetére. Vázolta a külföldön bevezetett különféle gyártási eljárásokat. Rámutatott, hogy az ólomnál is alkalmazott közvetlen préselési eljárás újabban mily óriási méretű présekre vezetett. Kitért a korrózióvédelemre, az eddigi tapasztalatokra, s a védelem hatékonyságának vizsgálati módszerére. Végül megemlékezett a már korábban megkezdett hazai kísérletekről, s a körülményekről, melyek az alumínium csőbe való utólagos behúzás módszeréhez vezettek. Előadását sok vetített képpel illusztrálta. *Ninausz István* részletesen beszámolt a BVK-ban bevezetett gyártási eljárásról. Párhuzamot vont a hazai és a külföldön használt eljárások között, taglalva azok hátrányait és előnyeit.

Január 12-én a szakosztály klubestet rendezett az átviteltechnikai berendezésekhez használt új minőségi alkatrészekről. *Peres Tibor* ismertette a hazai gyártású kapcsolók fejlesztésénél alkalmazott szerkesztési elveket, melyek kis méret mellett is üzembiztosan jó érintkezést biztosítanak. Bemutatta azokat a kapcsolókat, amelyek kifejlesztésében résztvett. Megállapította, hogy hazai üzemeink egy-egy kapcsolótípust a szűkségletnek megfelelően kifejlesztettek ugyan, de azokat kizárólag saját céljaira gyártják. Egy-egy kapcsoló bevezetése igen sok szerkesztési munkával jár, s gyártásuk kész szerszámok mellett is munkaigényes.

Áttérve a transzformátorok kérdésére, megállapította, hogy azok szabvány szerinti készítése az egyező méretekben kívül egyforma villamos tulajdonságú lemezcsoomagokat kívánnak. E követelmény hazai viszonylatban nem teljesül, főként azért, mert a gyártás különböző fázisait nem ugyanannál a vállalatnál végzik. Ebből a szempontból jobb a helyzet a pormag-gyártásnál, mert a Híradástechnikai Gyár az általa előállított vasport maga sajtolja porvasmagokká, és így aránylag rövid idő alatt sikerült egységes villamos minőséget elérnie.

Több hozzászóló javasolta az átviteltechnikai kapcsolók folyamatos nyilvántartását, s az újabb kapcsolótípusokból állandó kiállítás rendezését, amivel sok felesleges szerkesztési és gyártási munka volna elkerülhető. Valószínű, hogy hamarosan több üzemnél szükség lesz az eddiginél nagyobb számú átviteltechnikai vasmagra. Szerszámkészítő kapacitásunk jó kihasználása érdekében valamennyi üzemnél egyforma lemezelt vasmagokat kellene használni. Gondoskodni kellene arról, hogy a permalloy és a közönséges átviteltechnikai vasmagokból meghatározott villamos tulajdonságú összeállított lemezcsoomagok legyenek kaphatók. Kívánatos, hogy ezek gyártását az öntéstől kezdve, a hengerlésen folytatva ugyanaz az átviteltechnikai üzem végezze.