HÍRADÁSTECHNIKA

1850

1

XXIV. ÉVFOLYAM, 1. SZÁM, 1973. JANUÁR

HÍRADÁSTECHNIKA

1973. január, XXIV. évfolyam 1. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

BALOGH ALBERT—DR. DUKÁTI FERENC: Megbízhatósági vizsgálatok Weibull-eloszláson alapuló mintaviteli eljárásai és tervei 1
REDL RICHÁRD: Kapcsolóüzemű modulátorerősítő átviteli karakterisztikájának vizsgálata 9
DR. LABODA SÁNDOR: Híradástechnikai nemesfém-érintkezők és nemesfém-bevonatok 13
PETRIKOVITS LÁSZLÓ: Fóliafegyverzetű kondenzátorok nonlinearitásának vizsgálata 23
Megjelent a hét nyelvű PCM szótár 27
Szemle 28
A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola pályázati felhívása 30
Tartalmi összefoglalások 30
Обобщения 31
Zusammenfassungen 31
Summaries 32
Résumés 32

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA főszerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, DR. SÁRKÖZI GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, DR. FLESCH ISTVÁN, DR. RUPPENTHAL PÉTER szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest II., Mártírok útja 85. II. em. 231. Telefon: 154-859 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. Telefon 113-027

Szerkeszti a szerkesztő bizottság

INDEX: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest V., József nádor tér 1.) vagy közvetlenül postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest, 62.

72.8603 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató

HUNGAROKORR '73

KORRÓZIÓVÉDELMI PÁLYÁZAT

A hazai korrózióvédelmi anyagok, termékek, eljárások, a korrózióvédelem területén felhasznált eszközök, berendezések, továbbá műszerek és korszerű vizsgálati módszerek bevezetésének, illetve gyártásának elősegítése és a műszaki színvonal fellendítése céljából az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság a Budapesten 1973. szeptember 21–27. között megrendezésre kerülő HUNGAROKORR'73 Nemzetközi Korrózióvédelmi Kiállítással párhuzamosan pályázatot hirdet.

A pályázatot az alábbi kategóriákban hirdetjük meg:

I. **termékek**:
   – szerkezeti anyagok
   – bevonóanyagok (műanyag, fém, festék)
   – segédanyagok (pl. inhibitor)

II. **berendezések, eszközök**

III. **eljárások**

IV. **műszerek, vizsgálati módszerek**

Pályázati feltételek

A pályázaton részt vehet:
   – vállalat, intézet, illetve
   – magánszemély (a megvalósító vállalat engedélye alapján)

bármely kategóriában olyan termékkel, illetve eljárással, amely műszaki újdonságot, vagy számottevő gazdasági eredményt jelent és amely

   – 1970. január 1-e és 1972. december 31-e között Magyarországon üzemszerű bevezetésre, realizálásra került.

Amennyiben a pályázaton vállalat vagy intézet vesz részt, úgy közölni kell a szerzők neveit is.

A pályázat nem jeligés.

Pályázni lehet hazai, illetve külföldről adaptált anyaggal, eljárással, berendezéssel stb. A pályázónak vállalata, intézete vezetőjével igazolnia kell, hogy jogosult a pályázaton való részvételre.

A pályázatot 2 példányban kell beküldeni, és tartalmaznia kell

– a pályázó nevét és pontos lakcímét,
– a pályázat tárgyát,
– műszaki leírását (max. 20 oldal) és
– egyéb dokumentációkat (vizsgálati eredmény, fénykép, stb.)

Ez termék esetében:

– mintaanyagot, (max. 1 kg), ill.
– bevonóanyaggal készített mintalemezeket (10x20 cm)

eljárás esetében:

– az eljárással készített tárgyat max. 5 kg súlyhatárig, nagyobb tárgy esetén színes fényképet, mintalemezeket (10x20 cm)

berendezés, eszköz esetében:

– a berendezést max. 5 kg súlyhatárig, ill. 1000x1000 mm méréthatárig, vagy
– a berendezésről készített színes fényképet (24x36 cm)

műszer esetében:

– a műszert
– a műszer ellenőrzéséhez szükséges mintaanyagot.

A beérkezett pályázatok:

népgazdasági jelentőségűek,
korszerűségük,
küllemük és
gazdasági kihatásuk

alapján kerülnek elbírálásra.

A beérkezett pályázatokat a Bírálóbizottság minősítése alapján az OMFB elnöke díjazásban részesíti.

Kiosztásra kerül

egy FŐDÍJ	20 000,– Ft

továbbá kategóriánként:

I. díj	10 000,– Ft
II. díj	7 000,– Ft
III. díj	4 000,– Ft

Ezenkívül a különböző tárcák részéről **több szakmai különdíj** és oklevél kerül kiadásra.

A pályázat benyújtásának határideje:

1973. május 15.

Az elbírálás határideje:

1973. szeptember 3.

Díjkiosztás:

1973. szeptember 14-én

a HUNGAROKORR'73 Nemzetközi Korrózióvédelmi Kiállításon.

A pályázatról részletes felvilágosítást ad:

OMFB Korróziós Állandó Bizottság
Budapest, VII., Klauzál tér 16.
(Telefon: 226–687)

BALOGH ALBERT – DR. DUKÁTI FERENC

Megbízhatósági vizsgálatok Weibull-eloszláson alapuló mintavételi eljárásai és tervei

ETO 51925: 62–192: 621.3.019.3

A megbízhatósági vizsgálatok mintavételi terveinek elkészítésekor a legfontosabb tényező az alkatrészek tényleges működés (általában működési idő) eloszlásának ismerete. Ennek alapján válik lehetővé a megfelelő mintavételi eljárások megválasztása és a tervek elkészítése. Jelen cikk szerzői exponenciális eloszlás esetében már tárgyalták a mintavételi eljárásokat és terveket [1, 2]. A vizsgálatok eredményeinek értékelésénél azonban igen gyakran alkalmazzák a Weibull-eloszlást. Ennek oka az, hogy alkatrészvizsgálatokhoz sokszor a Weibull-, míg készülékek vizsgálatához az exponenciális eloszlás ad jobb közelítést.

A dolgozat a Weibull-eloszláson alapuló mintavételi tervekkel kapcsolatos matematikai meggondolásokat ismerteti és gyakorlati példákat mutat be azok alkalmazására.

1. A Weibull-eloszlás általános jellemzői

A Weibull-eloszlás háromparaméteres alakját tekintjük, ez az eloszlásfüggvény a következő:

$$F(t)=\begin{cases}1-\exp\left[-\dfrac{(t-\gamma)^{\beta}}{\alpha}\right], & \text{ha } t\geqq\gamma\\ 0, & \text{ha } t<\gamma.\end{cases} \tag{1}$$

$F(t)$ megadja a t tényleges működés alatti meghibásodási valószínűséget (a selejtarányt). Az (1) képletben $\alpha>0$ az ún. skálaparaméter, $\beta>0$ az alakparaméter, $\gamma\geqq 0$ a helyparaméter. A gyakorlati számítások megkönnyítése céljából célszerű (1)-ben az $\eta=\alpha^{\frac{1}{\beta}}$ helyettesítést alkalmazni, ekkor az (1) képlet a következő alakú lesz:

$$F(t)=\begin{cases}1-\exp\left[-\left(\dfrac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}\right], & \text{ha } t\geqq\gamma,\\ 0, & \text{ha } t<\gamma.\end{cases} \tag{1a}$$

A γ helyparaméter a gyakorlati alkalmazásoknak csak kis részében egyenlő 0-val, a mintavételi terveket mégis erre a $\gamma=0$ esetre adjuk meg. Ennek oka az, hogy ezekből a tervekből egyszerű eljárással kaphatjuk meg a $\gamma\neq 0$ esetre vonatkozó terveket.

A β alakparaméter értéke a sűrűségfüggvény alakját határozza meg. A Weibull-eloszlás sűrűségfüggvénye $\gamma=0$ esetben az (1a) képletből differenciálással határozható meg (általános esetben hasonlóképpen az (1a) képletből nyerhető):

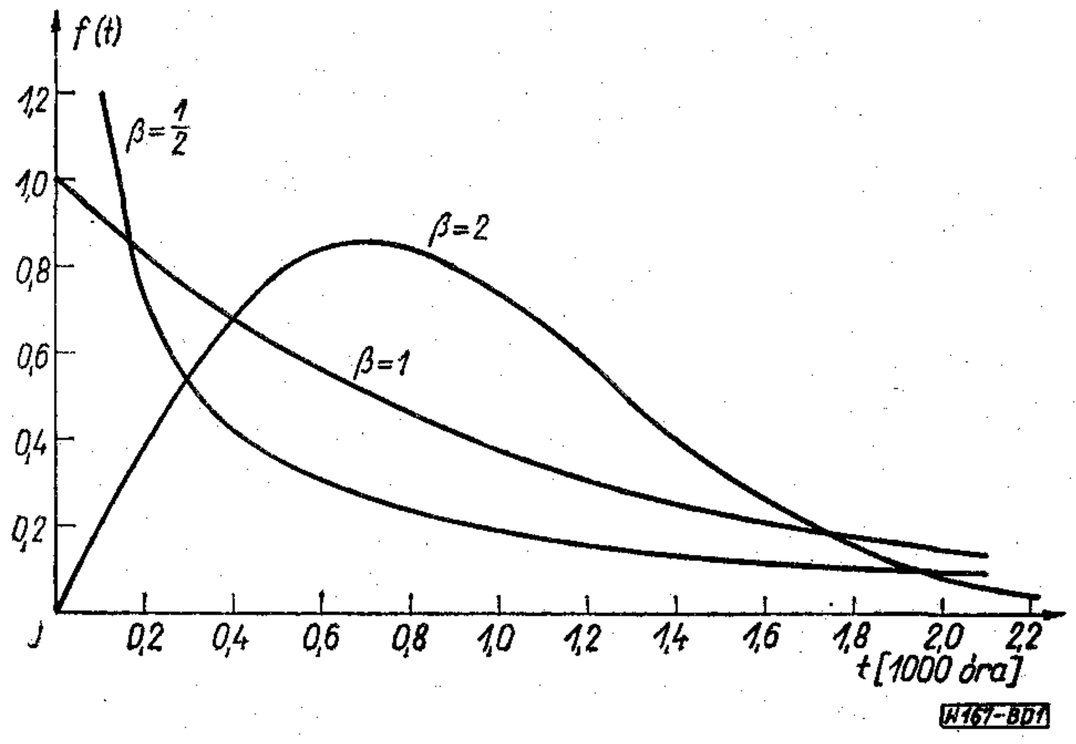
$$f(t)=F'(t)=\begin{cases}\dfrac{\beta}{\eta}\left(\dfrac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}\exp\left[-\left(\dfrac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right], & \text{ha } t\geqq 0\\ 0, & \text{ha } t<0.\end{cases} \tag{2}$$

Ha $\beta<1$, akkor $f(t)$ monoton csökkenő függvény, ha $\beta=1$, akkor az exponenciális eloszlást kapjuk, ha $\beta>1$, akkor a sűrűségfüggvénynek maximum helye van.

Az 1. ábra $\beta=\frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre adja meg a Weibull-eloszlás sűrűségfüggvényét, $\eta=1$ és $\gamma=0$ esetén.

A Weibull-eloszlás esetében a *meghibásodási ráta* (tényező) időfüggvénye a következő ($\gamma=0$):

$$\lambda(t)=\frac{f(t)}{1-F(t)}=\begin{cases}\dfrac{\beta}{\eta}\left(\dfrac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}, & \text{ha } t\geqq 0\\ 0, & \text{ha } t<0.\end{cases} \tag{3}$$



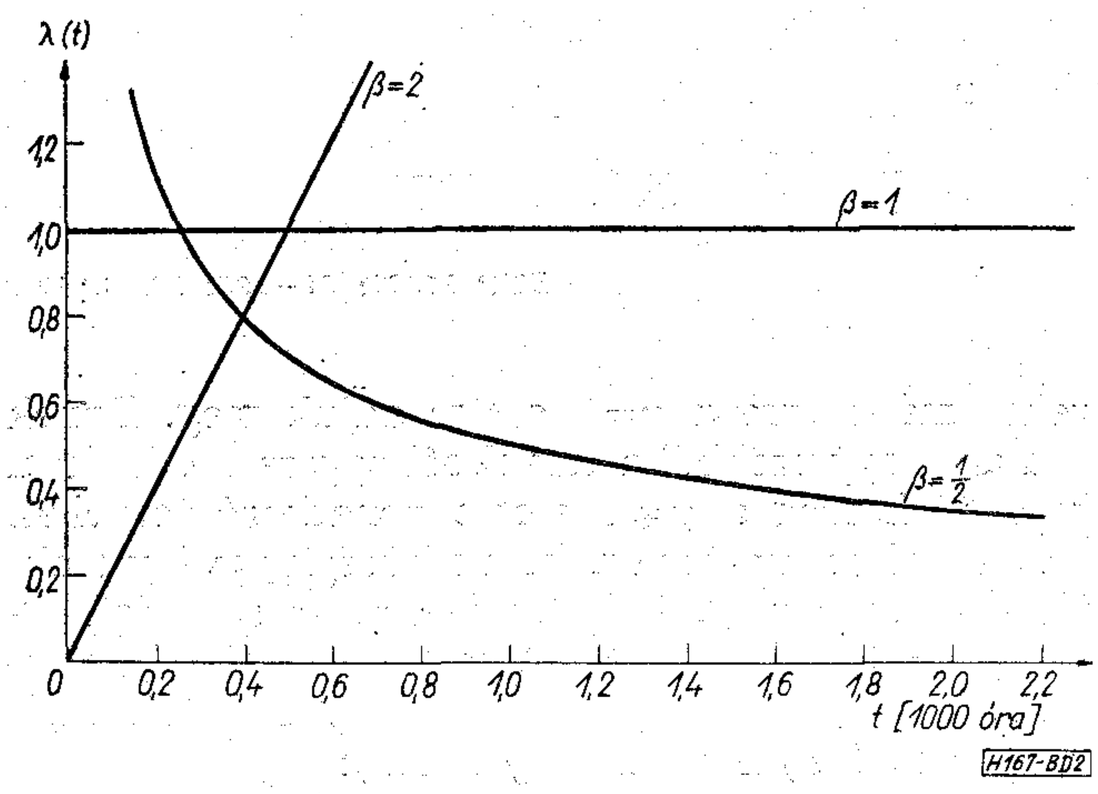
1. ábra. Weibull-eloszlás sűrűségfüggvénye $\beta = \frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre

Ha $\beta<1$, akkor $\lambda(t)$ monoton csökkenő; ha $\beta=1$, akkor $\lambda(t)$=állandó (exponenciális eloszlás esete); ha $\beta>1$, akkor $\lambda(t)$ monoton növekvő függvény. A 2. ábra $\beta=\frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre adja meg a $\lambda(t)$ függvényt $\eta=1$ és $\gamma=0$ esetén.

Weibull-eloszlás esetében a *várható tényleges működés* $\gamma=0$ értékre a következő:

$$\mu=E(\tau)=\int_0^\infty tf(t)\mathrm{d}t=\int_0^\infty t\frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}\exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]\mathrm{d}t=$$

$$=\eta\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right). \qquad (4)$$



2. ábra. Weibull-eloszlás meghibásodási ráta függvénye $\beta=\frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre

2. A mintavételi eljárások leírása

A következőkben tárgyalandó mintavételi eljárások két csoportra oszthatók:

- a várható tényleges működésre vonatkozó követelmény ellenőrzésére szolgáló eljárás,
- a meghibásodási rátára vonatkozó követelmény ellenőrzésére irányuló eljárás.

Mindkét esetben β-t ismertnek tételezzük fel. A mintavételi eljárás lépései mindkét esetben azonosak:

a) Kiválasztunk a tételből egy n elemű mintát.
b) A mintán előre megadott t ideig végezzük el a tényleges működés vizsgálatát. Adott esetben a vizsgálat nemcsak a tartammal, hanem másként is elő lehet írva (pl. ciklusokkal).
c) Megfigyeljük a t-ig bekövetkezett meghibásodások r számát.
d) A tételt átvesszük, ha $r\leqq c$ (c előre megadott átvételi szám), a tételt visszautasítjuk, ha $r>c$.

Megjegyzések:

a) n és c értéke az átvételi és visszautasítási kockázattól függ. Ezt később tárgyaljuk részletesen.
b) A vizsgálat tartama rövidebb, mint t abban az esetben, ha a $(c+1)$-edik meghibásodás t előtt fordul elő.

Az előzőekben vázolt mintavételi eljárás hasonló a minősítéses mintavételi eljáráshoz [3]. A minősítéses mintavételi eljárásnál a tétel p selejtarányának ellenőrzése a feladat, esetünkben azonban a várható (átlagos) tényleges működésé, illetve a meghibásodási rátáé. A következőkben megmutatjuk, hogyan függ össze a termékek t tényleges működés alatti meghibásodási valószínűsége (selejtaránya) az átlagos tényleges működéssel, illetve a meghibásodási rátával. Az összefüggések alapján ezekre a jellemzőkre vonatkozó mintavételi tervek visszavezethetők a minősítéses mintavételi tervekre.

3. A megbízhatóságvizsgálati mintavételi tervek visszavezetése a minősítéses mintavételi tervekre

3.1 Az átlagos tényleges működés ellenőrzésére szolgáló tervek

Legyen feltételeink szerint a β alakparaméter ismert és $\gamma=0$. Ekkor az $(1a)$ képletben elvégezve a (4) képletből származó

$$\eta=\frac{\mu}{\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}$$

helyettesítést kapjuk, hogy

$$p=F(t)=1-\exp\left\{-\left[\frac{t}{\mu}\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^{\beta}\right\}. \qquad (5)$$

Az (5) képletből átalakítással és logaritmikus transzformációval kapjuk, hogy

$$\frac{t}{\mu}=[-\ln(1-p)]^{\frac{1}{\beta}}\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right). \qquad (6)$$

Így közvetlen összefüggést kaptunk ismert β esetén $\frac{t}{\mu}$ és p között, azaz a vizsgálat tartama (t) és a várható (átlagos) tényleges működés (μ) hányadosa, valamint a p selejtarány között. Ennek megfelelően, ha t-t és μ-t előírjuk, akkor $\frac{t}{\mu}$-höz egyértelműen tartozik a (6) összefüggés alapján egy p érték és fordítva, ha p ismert, akkor meghatározható $\frac{t}{\mu}$ értéke.

Az 1. és 2. táblázatokban ismertetjük $\beta=\frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre p és $\frac{t}{\mu}\times100$ összefüggését. Az 1. táblázatban p %-ban megadott értékének függvényében adjuk meg $\frac{t}{\mu}\times100$ értékét. A 2. táblázatban pedig $\frac{t}{\mu}\times100$ függvényében közöljük p%-os értékét.

Jelölje N a tétel darabszámát és n a mintanagyságot ($n\ll N$), valamint legyen a mintában t tényleges működés alatt bekövetkezett meghibásodások r száma binomiális eloszlású valószínűségi változó

$t/\mu\times 100$ p%-nak a függvényében,

$\beta=\frac{1}{2}$, 1 és 2 értékekre

1. táblázat

p%	β alakparaméter		
	½	1	2
0,010		0,010	1,13
0,012		0,010	1,24
0,015		0,015	1,38
0,020		0,020	1,59
0,025		0,025	1,78
0,030		0,030	1,95
0,040		0,040	2,26
0,050		0,050	2,53
0,065		0,065	2,88
0,080		0,080	3,19
0,100		0,10	3,57
0,12		0,12	3,92
0,15		0,15	4,37
0,20		0,20	5,07
0,25		0,25	5,64
0,30		0,30	6,18
0,40		0,40	7,14
0,50	0,001	0,50	7,99
0,65	0,002	0,65	9,12
0,80	0,003	0,80	10,11
1,00	0,005	1,01	11,31
1,2	0,007	1,21	12,40
1,5	0,011	1,51	13,87
2,0	0,020	2,02	16,03
2,5	0,032	2,53	17,95
3,0	0,047	3,05	19,69
4,0	0,083	4,08	22,79
5,0	0,130	5,13	25,58
6,5	0,230	6,72	29,25
8,0	0,350	8,34	32,59

n és p paraméterekkel, akkor az átvétel $P(A)$ valószínűsége a következő:

$$P(A)=\sum_{k=0}^{c}\binom{n}{k}p^k(1-p)^{n-k}. \qquad (7)$$

A (7) képlet által adott $P(A)$ átvételi valószínűség megadja annak valószínűségét, hogy a meghibásodások száma kisebb, mint c vagy azzal egyenlő.

Ha a mintadarabszám viszonylag nagy és p viszonylag kicsiny, akkor az átvételi valószínűség kiszámításakor közelítésként a Poisson-eloszlást alkalmazhatjuk:

$$P(A)=\sum_{k=0}^{c}\frac{(np)^k}{k!}e^{-np}. \qquad (8)$$

A különböző p értékekhez tartozó $P(A)$ átvételi valószínűségek a Poisson- vagy a binomiális eloszlás táblázataiból határozhatók meg.

A mintavételi eljárás jelleggörbéjének meghatározására a következőben egy példát ismertetünk. Az *OC* jelleggörbe, mint ismeretes, megadja a különböző μ átlagos tényleges működésekhez tartozó átvételi valószínűségeket.

1. Példa

Tegyük fel, hogy p átvételi értéke 2,5%, valamint olyan mintavételi tervet választunk ki a minősítéses

p %-os értékei $t/\mu\times 100$ függvényében,

$\beta=½$, 1 és 2 értékeire

2. táblázat

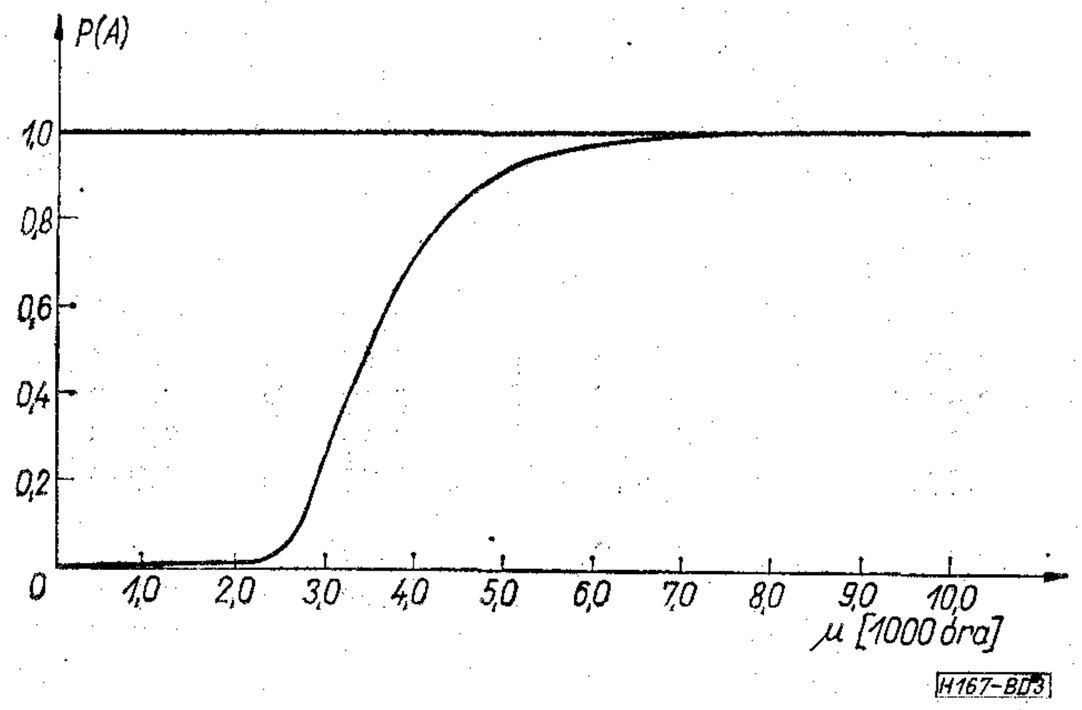
$t/\mu\times 100$	β alakparaméter		
	½	1	2
0,010	1,40	0,010	
0,012	1,54	0,012	
0,015	1,72	0,015	
0,020	1,98	0,020	
0,025	2,21	0,025	
0,030	2,42	0,030	
0,040	2,79	0,040	
0,050	3,11	0,050	
0,065	3,54	0,065	
0,080	3,92	0,080	
0,100	4,37	0,10	
0,12	4,78	0,12	
0,15	5,33	0,15	
0,20	6,13	0,20	
0,25	6,83	0,25	
0,30	7,45	0,30	
0,40	8,56	0,40	0,001
0,50	9,52	0,50	0,002
0,65	10,78	0,65	0,003
0,80	11,88	0,80	0,005
1,00	13,19	1,00	0,008
1,2	14,35	1,19	0,011
1,5	15,90	1,49	0,018
2,0	18,13	1,98	0,31
2,5	20,04	2,47	0,49
3,0	21,73	2,96	0,071
4,0	24,64	3,92	0,13
5,0	27,11	4,88	0,20
6,5	30,27	6,29	0,33
8,0	32,97	7,69	0,50
10,0	36,06	9,52	0,78
12	38,73	11,31	1,12
15	42,17	13,93	1,75
20	46,87	18,13	3,09
25	50,69	22,12	4,79
30	53,91	25,92	6,82
40	59,12	32,97	11,81
50	63,21	39,35	17,83
65	68,02	47,80	28,24
80	71,77	55,07	39,51
100	75,69	63,21	54,41

mintavételi táblázatból, amelyre $n=75$, $c=4$. Továbbá a vizsgálat tartama $t=1000$ óra, az alkatrészek tényleges működéseloszlása pedig Weibull-eloszlást követ ismert $\beta=2$ és $\gamma=0$ paraméterekkel.

Az egyes p értékekhez tartozó $P(A)$ átvételi valószínűségek vagy a binomiális eloszlás táblázatából, vagy a Poisson-eloszlás táblázatából határozhatók meg. A 3. táblázat 1. és 2. oszlopában néhány értéket sorolunk fel ezek közül. A 3. táblázat 3. oszlopában az egyes p értékekhez tartozó $t/\mu\times 100$ értékeket láthatjuk, amelyeket az 1. táblázatból határoztunk meg $\beta=2$-re. Ezután a $\frac{t}{\mu}\times 100$ képletből $t=1000$ órára meghatároztuk μ értékét. Például $p=5\%$ esetén $\frac{t}{\mu}\times 100=25{,}58$, ezért $t=1000$ óra esetén $\mu=\frac{1000\times 100}{25{,}58}=3900$ óra

Az *OC* görbe megszerkesztéséhez szükséges adatok
$\beta=2$, $n=75$, $c=4$, $t=1000$ esetén *3. táblázat*

p%	*P*(*A*)	$t/\mu\times100$	μ (óra)
2	0,98	16,03	6250
3	0,92	19,69	5075
4	0,82	22,79	4400
5	0,68	25,58	3900
6,5	0,46	29,25	3400
8	0,27	32,59	3070
10	0,12	36,63	2730
12	0,04	40,34	2490
15	0,01	45,48	2200



3. ábra. OC görbe az átlagos tényleges működés függvényében $\beta=2$, $t=1000$, $n=75$ és $c=4$ értékekre

A különböző p értékekhez tartozó μ értékeket a 3. táblázat utolsó oszlopában tüntetjük fel. Ezek után megszerkeszthető az *OC* görbe μ függvényében. $t=1000$ óra, $\beta=2$ értékek esetén, az *OC* görbe a 3. ábrán látható.

A következő példa az átvételi szám (c) és a visszautasítási valószínűséghez tartozó μ érték meghatározását mutatja be:

2. Példa

Tételezzük fel, hogy $\mu=52\,000$ óra várható tényleges működést akarunk ellenőrizni $t=1000$ órás vizsgálattal, ismert $\beta=\frac{1}{2}$ alakparaméter-érték esetén, $n=150$ db-os mintanagyság mellett. Legyen a $\mu=52\,000$ óra érték átvételi valószínűsége 0,95. Ekkor a c átvételi szám meghatározása a következőképpen történik:

A $\frac{t}{\mu}\times100$ érték $\frac{1000\times100}{52\,000}=1{,}93$-dal egyenlő, az ennek megfelelő p érték a 2. táblázatból $\beta=\frac{1}{2}$ esetén kb. 18%. A binomiális eloszlás táblázatából adódik, hogy a fenti értékek mellett a c átvételi szám 35.

A visszautasítási átlagos tényleges működés a következőképpen számítható ki:

Legyen a visszautasítás $P(V)$ valószínűsége 0,9, azaz az átvétel valószínűsége $P(A)=0{,}1$. Ekkor $n=150$ és $c=35$ esetén $p\approx28{,}4\%$. A 2. táblázatból az ehhez tartozó $\frac{t}{\mu_V}\times100$ érték 5,7, így $t=1000$ óra esetén $\mu_V=17\,500$ óra.

3.2 Meghibásodási ráta ellenőrzésére szolgáló tervek

Legyen ez esetben is β ismert és $\gamma=0$. Ekkor a (3) egyenlet mindkét oldalát t/β-val megszorozva kapjuk, hogy

$$\frac{t\lambda(t)}{\beta}=\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}. \tag{9}$$

Ezt helyettesítsük be az (1*a*) képletbe, ekkor kapjuk, hogy

$$p=F(t)=1-\mathrm{e}^{-\frac{t\lambda(t)}{\beta}}. \tag{10}$$

(10) azonos átalakításával és logaritmizálásával adódik, hogy

$$t\lambda(t)=-\beta\ln(1-p). \tag{11}$$

(11) egyértelmű összefüggést ad $t\lambda(t)$ és p között, ismert β esetén. $t\lambda(t)$ és p összefüggésére vonatkozik a 4. és 5. táblázat. A 4. táblázat $t\lambda(t)\times100$-at adja meg p% függvényében $\beta=\frac{1}{2}$, 1, $\frac{4}{3}$ és 2 értékekre, az 5. táblázat pedig a p%-ot tartalmazza $t\lambda(t)\times100$ függvényében ezekre a β értékekre.

A $P(A)$ átvételi valószínűséget — a 3.1-ben ismertetett eljáráshoz hasonlóan — a binomiális vagy a Poisson-eloszlás táblázatából kell meghatározni.

$t\lambda(t)\times100$ p% függvényében
$\beta=\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{3}$ és 2 értékekre *4. táblázat*

p%	β alakparaméter			
	½	1	$1\frac{1}{3}$	2
0,010	0,005	0,010	0,013	0,020
0,012	0,006	0,012	0,016	0,024
0,015	0,007	0,015	0,020	0,030
0,020	0,010	0,020	0,027	0,040
0,025	0,012	0,025	0,033	0,050
0,030	0,015	0,030	0,040	0,060
0,040	0,020	0,040	0,053	0,080
0,050	0,025	0,050	0,067	0,100
0,065	0,032	0,065	0,087	0,130
0,080	0,040	0,080	0,107	0,160
0,100	0,050	0,100	0,133	0,200
0,12	0,060	0,120	0,160	0,240
0,15	0,075	0,150	0,200	0,300
0,20	0,100	0,200	0,266	0,400
0,25	0,125	0,250	0,333	0,500
0,30	0,150	0,300	0,400	0,600
0,40	0,201	0,401	0,535	0,802
0,50	0,251	0,501	0,668	1,002
0,65	0,326	0,652	0,869	1,304
0,80	0,402	0,803	1,071	1,606
1,00	0,503	1,005	1,340	2,010
1,2	0,604	1,207	1,609	2,414
1,5	0,756	1,511	2,015	3,022
2,0	1,010	2,020	2,693	4,040
2,5	1,266	2,532	3,376	5,064
3,0	1,523	3,046	4,061	6,092
4,0	2,041	4,082	5,443	8,164
5,0	2,565	5,129	6,839	10,258
6,5	3,360	6,721	8,961	13,442
8,0	4,169	8,338	11,117	16,676
10,0	5,268	10,536	14,048	21,072

$p\%$ $t\times\lambda(t)\times 100$ függvényében,
$\beta = ½$, 1, 1 1/3 és 2 értékekre *5. táblázat*

$t\times\lambda(t)\times 100$	β alakparaméter			
	½	1	1 1/3	2
0,010	0,020	0,010	0,008	0,005
0,012	0,024	0,012	0,009	0,006
0,015	0,030	0,015	0,011	0,008
0,020	0,040	0,020	0,015	0,010
0,025	0,050	0,025	0,019	0,013
0,030	0,060	0,030	0,022	0,015
0,040	0,080	0,040	0,030	0,020
0,050	0,100	0,050	0,038	0,025
0,065	0,130	0,065	0,049	0,032
0,080	0,160	0,080	0,060	0,040
0,100	0,200	0,100	0,075	0,050
0,12	0,240	0,120	0,090	0,060
0,15	0,300	0,150	0,112	0,075
0,20	0,400	0,200	0,150	0,100
0,25	0,499	0,250	0,187	0,125
0,30	0,598	0,300	0,225	0,150
0,40	0,797	0,399	0,300	0,200
0,50	0,995	0,499	0,374	0,250
0,65	1,292	0,648	0,481	0,324
0,80	1,587	0,797	0,598	0,399
1,00	1,980	0,995	0,747	0,499
1,2	2,371	1,193	0,896	0,598
1,5	2,955	1,489	1,119	0,747
2,0	3,921	1,980	1,489	0,995
2,5	4,877	2,469	1,858	1,242
3,0	5,824	2,955	2,225	1,489
4,0	7,688	3,921	2,955	1,980
5,0	9,516	4,877	3,681	2,469
6,5	12,190	6,293	4,758	3,198
8,0	14,786	7,688	5,824	3,921
10,0	18,127	9,516	7,226	4,877

OC görbe megszerkesztéséhez szükséges adatok
$\beta = 2$, $n = 115$, $c = 3$, $t = 500$ esetén *6. táblázat*

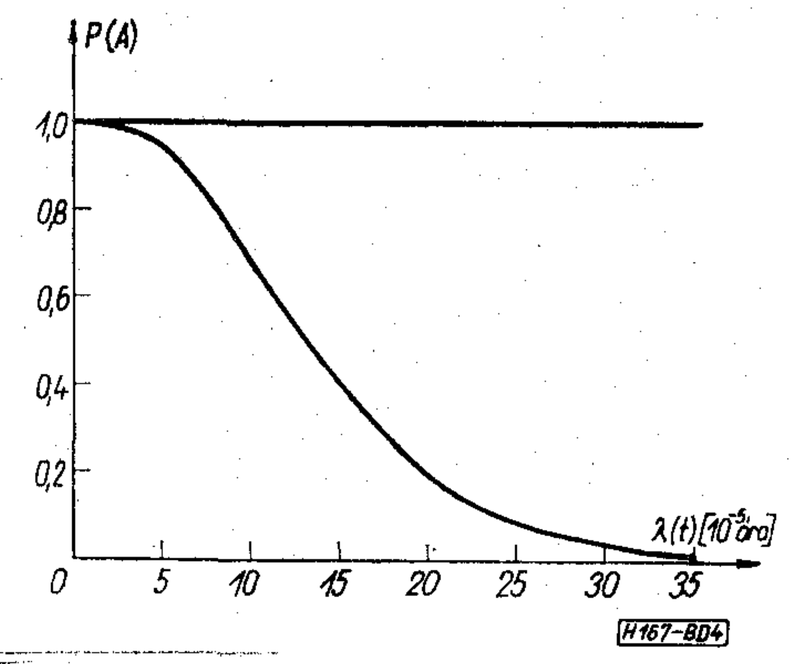
$p\%$	$P(A)$	$t\lambda(t)\times 100$	$\lambda(t)$ (10^{-5}/óra)
0,5	0,99	1,002	2,00
0,8	0,98	1,606	3,21
1,0	0,97	2,010	4,02
1,2	0,95	2,414	4,83
1,5	0,90	3,022	6,04
2,0	0,80	4,040	8,08
2,5	0,68	5,064	10,13
3,0	0,55	6,092	12,18
4,0	0,33	8,164	16,33
5,0	0,17	10,258	20,52
6,5	0,06	13,442	26,88
8,0	0,02	16,676	33,35

Az eljárás illusztrálására szolgál a következő példa:

3. Példa

Legyen a mintanagyság $n=115$, az átvételi szám $c=3$, a vizsgálat tartama $t=500$ óra, $\beta=2$, $\gamma=0$.

Először meghatározzuk az egyes p értékekhez tartozó $P(A)$ átvételi valószínűségeket. Ezután a 4. táblázatból kikeressük az ehhez tartozó $t\lambda(t)\times 100$ szorzatot, majd ebből kiszámítjuk $\lambda(t)$ értékét. Így



4. ábra. OC görbe a meghibásodási ráta függvényében $\beta = 2$, $t = 500$, $n = 115$ és $c = 3$ értékekre

$\lambda(t)$ függvényében meghatározhatjuk az *OC* jellegörbét a fenti értékekre. Az ezeket az adatokat tartalmazó 6. táblázat összeállításának módját a következő számpéldán szemléltetjük.

$p=5\%$-os selejtarány átvételi valószínűsége 0,17, a $p=5\%$ értéknek megfelelő $t\lambda(t)\times 100$ szorzat értéke a 4. táblázatból 10,258. Ebből $t=500$ óra esetén $\lambda(500)=20{,}52\times 10^{-5}$/óra érték adódik. A 6. táblázat alapján megszerkesztett *OC* görbét $\beta=2$, $n=115$, $c=3$ és $t=500$ óra értékekre a 4. ábrán láthatjuk.

Az előző példában $\gamma=0$ volt. Ha $\gamma\neq 0$, akkor bevezetjük a $t_0=t-\gamma$ helyettesítést, ezután $t_0\lambda(t_0)\times 100$-ra végezzük el az előzőekben részletezett számításokat, majd a kapott értékből γ hozzáadásával származtathatjuk a feladat megoldását. Megjegyzendő, hogy ez az eljárás nemcsak a meghibásodási ráta esetében, hanem a 3.1 pontban ismertetett várható tényleges működés ellenőrzésekor is alkalmazható. Példaként tekintsük a következő gyakorlati feladatot:

4. Példa

Legyen $\beta=\frac{4}{3}$, $\gamma=400$ óra, a vizsgálat tartama 1200 óra, $\lambda(t)$ átvételi értéke $t=1200$ óránál $4{,}4\times 10^{-5}$/óra. Legyen a $\lambda_A\,(1200)=4{,}4\times 10^{-5}$/óra érték átvételi valószínűsége: $P(A)=0{,}99$. Legyen a visszautasítási meghibásodási ráta értéke $t=1200$ óra tényleges működésre: $\lambda_V\,(1200)=1{,}55\times 10^{-4}$/óra, ennek az értéknek átvételi valószínűsége pedig 0,05, azaz a visszautasítási valószínűség $P(V)=0{,}95$.

Első lépés a vizsgálati terv megszerkesztésénél a $t_0=t-\gamma=1200-400=800$ óra értékének kiszámítása. A következő lépés $t_0\lambda(t_0)\times 100$ meghatározása mind az átvételi, mind a visszautasítási $\lambda(t_0)$ értékre:

$$t_0\lambda(t_0)\times 100=800\times 4{,}4\times 10^{-5}\times 100=3{,}52 \quad (12)$$

az átvételi $\lambda(t_0)$ értékre,

$$t_0\lambda(t_0)\times 100=800\times 15{,}5\times 10^{-5}\times 100=12{,}4 \quad (13)$$

a visszautasítási $\lambda(t_0)$ értékre.

Az 5. táblázatból kapjuk, hogy $p=2{,}6\%$ a (12) képlet esetében, valamint $p=8{,}9\%$ a (13) képletre vonatkozóan.

A Poisson- vagy a binomiális valószínűségeloszlási táblázatokból adódik, hogy erre a vizsgálati tervre $n=184$, $c=10$.

4. A mintavételi táblázatok és azok felhasználása

4.1 A várható tényleges működés ellenőrzésére szolgáló eljárás mintavételi táblázatai

A mintavételi táblázatok β különböző értékeire megadják a n minimális mintadarabszámot $\frac{t}{\mu}\times 100$ függvényében, különböző c átvételi számokra. A táblázat adatai arra vonatkoznak, hogy a megfelelő $\frac{t}{\mu}\times 100$ értékű tétel átvételének valószínűsége 0,1 vagy annál kisebb, azaz ez az érték a visszautasítási átlagos tényleges működésre vonatkozik, mivel ez az érték biztosítja a vásárlót arról, hogy ilyen átlagos tényleges működésű tételt csak kis valószínűséggel vesz át. A táblázatokban azonban zárójelben feltüntetjük, hogy az adott mintanagyság esetén $P(A)=0{,}95$ valószínűséggel mekkora $\frac{t}{\mu}\times 100$, azaz ebből kiszámítva milyen μ átlagos tényleges működésértékkel számolhatunk átvételi értékként. Példaként $\beta=\frac{1}{2}$-re adjuk meg a mintavételi táblázatot (l. 7. táblázatot). A táblázat felhasználását illuztrálja a következő példa:

7. táblázat

Mintavételi terv $\beta=\frac{1}{2}$-re, a várható tényleges működés ellenőrzésére

c átvételi szám	n mintadarabszám			
	$t/\mu\times 100$ értéke, amelyre $P(A)\leqq 0{,}1$			
	50	10	5	1
0	3	10	8	17
1	(0,02) 5	10	13	28
	(0,32)	(0,07)	(0,04)	(0,01)
2	7	13	18	39
	(0,94)	(0,24)	(0,12)	(0,02)
3	9	17	23	49
	(1,7)	(0,40)	(0,21)	(0,04)
4	11	20	28	59
	(2,5)	(0,60)	(0,30)	(0,06)
5	13	24	32	68
	(3,3)	(0,75)	(0,40)	(0,08)
6	14	27	37	78
	(4,7)	(0,94)	(0,46)	(0,10)
7	16	30	41	87
	(5,3)	(1,1)	(0,55)	(0,11)
8	18	34	46	96
	(6,0)	(1,2)	(0,61)	(0,13)
9	20	37	50	105
	(6,4)	(1,4)	(0,73)	(0,14)
10	22	40	54	118
	(6,8)	(1,5)	(0,78)	(0,15)
11	23	43	58	126
	(8,0)	(1,6)	(0,83)	(0,16)
12	25	47	66	135
	(8,8)	(1,7)	(0,87)	(0,17)
13	27	50	70	144
	(9,0)	(1,9)	(0,90)	(0,19)
14	29	53	75	153
	(9,2)	(2,0)	(0,92)	(0,20)
15	31	56	79	162
	(9,4)	(2,2)	(0,98)	(0,21)

Megjegyzés: $t/\mu\times 100$ zárójelben szereplő értékére $P(A)\geqq 0{,}95$

5. Példa

Legyen a tétel visszautasítási átlagos tényleges működése ($\mu_{0,1}$) 4000 óra $P(A)=0{,}1$ átvételi valószínűséggel $[P(V)=0{,}9]$, a tétel átvételi átlagos tényleges működése ($\mu_{0,95}$) pedig 25 000 óra $P(A)=0{,}95$ átvételi valószínűséggel. $t=400$ óra tényleges működésre és $\beta=\frac{1}{2}$, $\gamma=0$ értékekre kell meghatározni az n mintanagyságot és a c átvételi számot. Először kiszámítjuk $\mu_{0,1}\times 100$ értékét, ez a következő: $\frac{400\times 100}{4000}=10$. Hasonlóképpen kapjuk, hogy $\frac{t}{\mu_{0,95}}\times 100=\frac{400\times 100}{25\,000}=1{,}6$. A 7. táblázatban ezekhez az értékekhez $n=43$, $c=11$ tartozik. Ez azt jelenti, hogy 43 db-os mintát kell megvizsgálni, és a még megengedett meghibásodások száma 11. Ha a táblázatban nem áll rendelkezésre a $\frac{t}{\mu}\times 100$ érték, akkor óvatosan a következő, kisebb hányadossal kell számolni.

4.2 Meghibásodási ráta ellenőrzésére szolgáló mintavételi táblázatok

A meghibásodási ráta ellenőrzésére szolgáló mintavételi táblázatok $t\lambda(t)\times 100$ értékekre adják meg n és c értékét $P(A)=0{,}1$ átvételi valószínűséggel $[P(V)=0{,}9]$, valamint a mintadarabszám alatt zárójelben szerepel az a $t\lambda(t)\times 100$ érték, amelyből kiszámítható $\lambda(t)$ értéket ezen eljárás esetén $P(A)=0{,}95$ valószínűséggel fogadunk el. A táblázatok különböző β értékekre vonatkoznak. Példaként a $\beta=1$ és 2 értékekre vonatkozó táblázatokat ismertetjük (8. és 9. táblázat). A táblázat alkalmazását mutatja be a következő példa:

6. Példa

Legyen a $t=1000$ óra tényleges működésre vonatkozó visszautasítási meghibásodási ráta $\lambda_V(1000)=10^{-4}$/óra, ekkor $t\times\lambda_V(t)\times 100=1000\times 10^{-4}\times 100=10$, az átvételi meghibásodási ráta 1000 óránál pedig $\lambda_A(1000)=9\times 10^{-6}$/óra, ekkor $t\times\lambda_A(t)\times 100=1000\times 9\times 10^{-6}\times 100=0{,}9$. Ennek a két értéknek megfelelő mintanagyság $\beta=2$ érték esetén a 9. táblázatból $n=79$, az átvételi szám pedig $c=1$.

A fenti eljárás csak akkor alkalmazható, ha a t vizsgálati időtartam és az a tényleges működésérték, amelyre a meghibásodási rátát előírják, azonos. Abban az esetben, ha ez a két érték különböző, akkor az előírt időtartamra vonatkozó meghibásodási rátát át kell számítani a vizsgálati időtartamra. Ez az átszámítás azon alapszik, hogy két különböző — t_2 és t_1 — időpontban a meghibásodási ráták hányadosa (3) képletből a következő:

$$\frac{\lambda(t_2)}{\lambda(t_1)}=\left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{\beta-1}. \qquad (14)$$

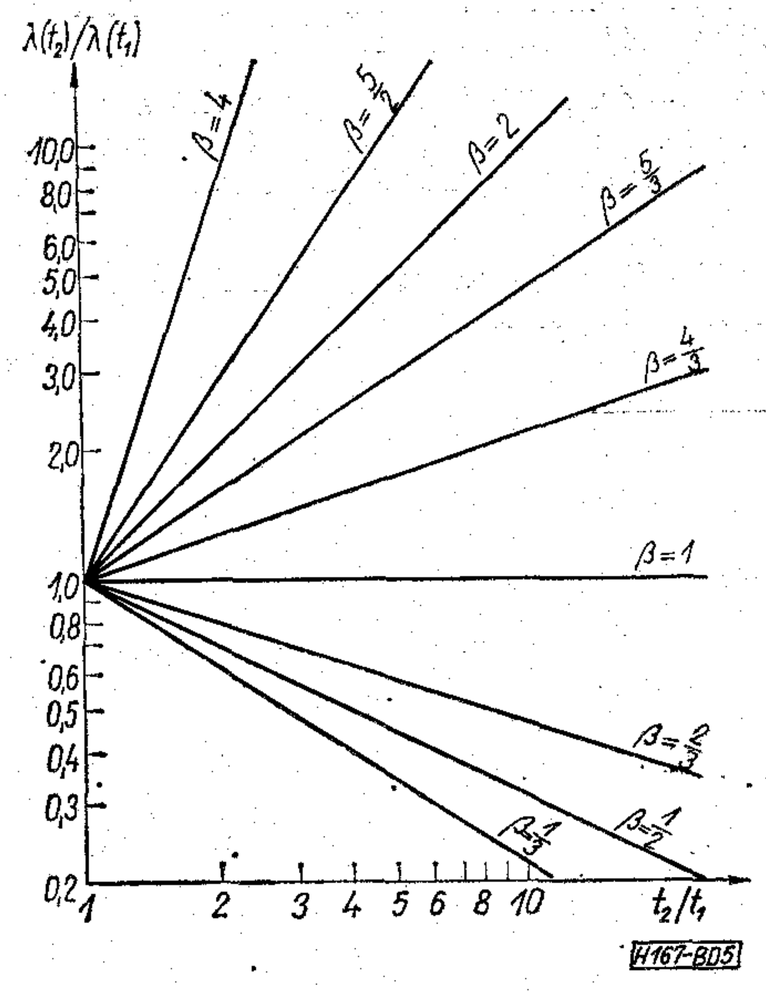
Az átszámítás megkönnyítésére szolgál a 10. táblázat, ill. az ennek megfelelő 5. ábra, amelyek meg-

8. táblázat

Mintavételi terv $\beta = 1$-re a meghibásodási ráta ellenőrzésére

c átvételi szám	n mintanagyság		
	$t\lambda(t)\times 100$ értéke, amelyre $P(A)\leqq 0{,}1$		
	50	10	5
0	5 (1,0)	24 (0,20)	46 (0,11)
1	9 (4,2)	40 (0,90)	79 (0,45)
2	12 (7,4)	55 (1,5)	108 (0,76)
3	15 (10)	69 (2,0)	135 (1,0)
4	19 (12)	82 (2,4)	164 (1,2)
5	22 (13)	96 (2,8)	191 (1,4)
6	25 (15)	109 (3,0)	216 (1,5)
7	28 (16)	122 (3,3)	242 (1,7)
8	31 (17)	135 (3,5)	267 (1,8)
9	34 (18)	147 (3,7)	292 (1,9)
10	37 (19)	162 (3,9)	316 (2,0)
11	40 (20)	175 (4,0)	341 (2,1)
12	43 (20)	187 (4,2)	365 (2,2)
13	45 (21)	200 (4,3)	389 (2,2)
14	48 (22)	212 (4,4)	413 (2,3)
15	51 (22)	224 (4,6)	437 (2,4)

Megjegyzés: $t\lambda(t)\times 100$ zárójelben szereplő értékére $P(A)\cong 0{,}95$.



5. ábra. $\lambda(t_2)/\lambda(t_1)$ hányados t_2/t_1 függvényében különböző β értékekre

9. táblázat

Mintavételi terv $\beta = 2$-re, a meghibásodási ráta ellenőrzésére

c átvételi szám	n mintanagyság		
	$t\lambda(t)\times 100$ értéke, amelyre $P(A)\leqq 0{,}1$		
	50	10	5
0	10 (1,0)	46 (0,22)	92 (0,11)
1	16 (4,5)	79 (0,90)	158 (0,44)
2	29 (7,5)	108 (1,5)	216 (0,75)
3	29 (10)	135 (2,0)	271 (1,0)
4	34 (12)	163 (2,4)	324 (1,2)
5	40 (13)	190 (2,7)	376 (1,4)
6	45 (15)	216 (3,0)	427 (1,5)
7	51 (16)	241 (3,3)	477 (1,6)
8	57 (17)	266 (3,5)	526 (1,7)
9	62 (19)	291 (3,7)	575 (1,9)
10	70 (18)	316 (3,0)	624 (1,9)
11	75 (19)	340 (4,1)	672 (2,0)
12	80 (20)	365 (4,2)	720 (2,1)
13	86 (20)	389 (4,4)	768 (2,2)
14	91 (21)	413 (4,5)	815 (2,2)
15	96 (22)	437 (4,6)	862 (2,3)

Megjegyzés: $t\lambda(t)\times 100$ zárójelben szereplő értékére $P(A)\cong 0{,}95$.

10. táblázat

Meghibásodási ráták hányadosa t_2/t_1 függvényében, különböző β értékekre

t_2/t_1	$\lambda(t_2)/\lambda(t_1)$ β értékei					
	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1	$1\frac{1}{3}$	2
1,25	0,862	0,894	0,928	1,00	1,08	1,25
1,50	0,763	0,816	0,873	1,00	1,14	1,50
1,75	0,689	0,756	0,823	1,00	1,21	1,75
2,00	0,630	0,707	0,794	1,00	1,26	2,00
2,25	0,583	0,667	0,763	1,00	1,31	2,25
2,50	0,543	0,632	0,734	1,00	1,36	2,50
2,75	0,510	0,603	0,714	1,00	1,40	2,75
3,00	0,481	0,577	0,694	1,00	1,44	3,00
3,25	0,456	0,555	0,675	1,00	1,48	3,25
3,50	0,434	0,534	0,659	1,00	1,52	3,50
3,75	0,414	0,516	0,644	1,00	1,55	3,75
4,00	0,397	0,500	0,630	1,00	1,59	4,00
4,25	0,381	0,485	0,617	1,00	1,62	4,25
4,50	0,367	0,472	0,606	1,00	1,65	4,50
4,75	0,354	0,459	0,595	1,00	1,68	4,75
5,00	0,342	0,447	0,585	1,00	1,71	5,00

adják $\lambda(t_2)/\lambda(t_1)$ értékét különböző t_2/t_1 és β értékekre. Az átszámításra a következő példát ismertetjük:

7. Példa

Olyan vizsgálati tervet készítünk, amelyben a meghibásodási ráta visszautasítási értéke $t=4000$ óra tényleges működésre: $\lambda_V(4000)=3{,}75\times10^{-4}$/óra, $P(A)=0{,}1$ átvételi valószínűséggel. A vizsgálat tartama azonban 1000 óra, β értéke pedig 2, $\gamma=0$. Ekkor a (14) egyenletből $t_2=4000$ és $t_1=1000$, illetve $\lambda(t_2)=3{,}75\times10^{-4}$/óra helyettesítéssel kapjuk, hogy

$$\lambda(t_1)=\frac{\lambda(t_2)}{\left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{\beta-1}}=\frac{3{,}75\times10^{-4}}{\left(\frac{4000}{1000}\right)^{2-1}}=\frac{3{,}75\times10^{-4}}{4}\approx$$

$$\approx0{,}94\times10^{-4}\text{/óra.}$$

Ebből

$$t\times\lambda(t)\times100=1000\times0{,}94\times10^{-4}\times100=0{,}94\times$$

$$\times10=9{,}4.$$

$c=1$ átvételi szám esetére a 8. táblázatból adódik, hogy az n mintadarabszám 79.

5. Átlagos meghibásodási ráta tervek

A t tényleges működésre vonatkozó átlagos meghibásodási ráta $\bar{\lambda}(t)$ a következő:

$$\bar{\lambda}(t)=\frac{1}{t}\int_0^t\lambda(x)\mathrm{d}x=\frac{\Lambda(t)}{t},\qquad(15)$$

ahol

$$\Lambda(t)=\int_0^t\lambda(x)\mathrm{d}x.\qquad(16)$$

Megjegyzés:

Eltolásos eloszlás esetében az integrálás alsó határa $\gamma>0$.

Figyelembe véve, hogy a meghibásodás valószínűsége bármely tényleges működéseloszlás esetében:

$$F(t)=1-\mathrm{e}^{-\int_0^t\lambda(x)\mathrm{d}x}=1-\mathrm{e}^{-t\bar{\lambda}(t)},\qquad(17)$$

$p=F(t)$ helyettesítéssel kapjuk, hogy

$$t\bar{\lambda}(t)=-\ln(1-p).\qquad(18)$$

(18)-ból adódik, hogy bármilyen eloszlásra alkalmazható az átlagos meghibásodási rátán alapuló mintavételi tervek meghatározására a Weibull-eloszlás mintavételi táblázata $\beta=1$ esetén (l. (4) egyenlet és 8. táblázat).

8. Példa

Legyen 1000 órás vizsgálatnál az átlagos meghibásodási ráta $\bar{\lambda}_V(1000)$ visszautasítási értéke 10^{-5}/óra, $P(A)=0{,}1$ átvételi valószínűséggel, a $\bar{\lambda}_A(1000)$ átvételi átlagos meghibásodási ráta pedig $P(A)=0{,}95$ valószínűséggel $1{,}5\times10^{-6}$/óra. Ekkor a $t\times\lambda(t)\times100$ szorzat az átvételi és visszautasítási átlagos meghibásodási rátára

$$t\times\bar{\lambda}_A(1000)\times100=10^3\times1{,}5\times10^{-6}\times10^2=0{,}15,$$

és

$$t\times\bar{\lambda}_V(1000)\times100=10^3\times10^{-5}\times10^2=1{,}0.$$

Így a 8. táblázatból kapjuk, hogy ezen feltételeknek $c=2$ átvételi szám és $n=533$ mintadarabszám felel meg.

6. Következtetések

A dolgozatban ismertetett, Weibull-eloszláson alapuló mintavételi tervek és eljárások lehetővé teszik a termékek egységes megbízhatósági ellenőrzését és minősítését. Ezeknek az eljárásoknak szabványosítása — hasonlóan az exponenciális eloszláson alapuló eljárások szabványosításához — szintén szükséges a termékek megbízhatósági adatainak egységes módszerrel történő meghatározása céljából.

IRODALOM

[1] *Balogh A.—dr. Dukáti F.*: Élettartam- és megbízhatósági vizsgálatok mintavételi eljárásai és tervei. Minőség és Megbízhatóság, 1971. febr.

[2] *Balogh A.—dr. Dukáti F.*: Élettartam- és megbízhatósági vizsgálatok exponenciális eloszláson alapuló szekvenciális mintavételi eljárásai és tervei. Híradástechnika, 1972. jan.

[3] MSZ 278—55. sz. szabvány. Tömegcikkek matematikai statisztikai minősítése.

REDL RICHÁRD
BME Mikrohullámú Híradástechnikai Tanszék

Kapcsolóüzemű modulátorerősítő átviteli karakterisztikájának vizsgálata

ETO 621.375.012:621.376

Az utóbbi időben újra előtérbe került a kapcsolóüzemű („D" osztályú) erősítés régóta ismert elve [1]. Ez elsősorban a félvezető kapcsolóeszközök gyors fejlődésének tulajdonítható. A jó hatásfok viszonylag kis méretű és súlyú, kW-os teljesítményszintű tranzisztoros erősítők realizálását is lehetővé tette [2], [3].

Előnyösnek látszik a kapcsolóüzemű erősítők alkalmazása a nagy szinten modulált A3 üzemmódú adóberendezések hangfrekvenciás végfokozataiban is. Mivel az üzemeltetési költség jelentős része az energiaköltség, várhatóan megtakarítást érhetünk el a fenti erősítőtípus felhasználásával. Ha azonban részletesebben megvizsgáljuk a működési viszonyokat, kiderül, hogy csak a transzformátoros csatolású kapcsolóüzemű modulátorral rendelkező adók hatásfoka nagyobb a hagyományos adóberendezéseknél [4], [5]. Az egyenáramúlag is csatolt, soros elrendezésű modulátor 1—2 százalékkal még csökkenti is az eredő hatásfokot. Ez fizikailag annak a következménye, hogy a 100%-nál kisebb hatásfokú modulátor állítja elő a rádiófrekvenciás végerősítő számára szükséges egyenteljesítményt. Az átlagos modulációs szint pedig a szokásos programok esetében igen alacsony, s így az eredő üzemi hatásfok kisebb lesz. Egyéb tulajdonságai következtében azonban mégis a soros modulátor tört be elsőként az adóberendezések területére [6].

A soros modulátor legfőbb előnye a modulátorkör nagysúlyú, -térfogatú és drága reaktáns elemeinek (moduláló transzformátor, fojtó) elhagyása, az alakhű jelátvitel [4], az egyenáramú csatolás (ami egyszerű elektronikus megoldású vivőszintszabályozást tesz lehetővé) és a klasszikus adóhoz viszonyítva kisebb hűtésigény. Ez utóbbi nem mond ellent annak, hogy az eredő átlagos hatásfok nem javult. Nagy modulációs mélység esetén ugyanis a hatásfok jobb az ellenütemű B-osztályú modulátorral rendelkező adóénál. Ez látható az 1. ábrán (színuszos moduláló jelre), a [4]-ben közölt összefüggések alapján számítva.

Bár jelenleg több nagyteljesítményű adóberendezést is soros kapcsolóüzemű modulátorral ellátva hoznak forgalomba [6], tudomásom szerint nem jelent meg részletes közlemény a felmerülő problémákról. Ezek közül egyikkel — az átviteli karakterisztika vizsgálatával — foglalkozik ez a tanulmány.

1. *Az ohmos ellenállások hatása*

Az elektroncsöves soros „D"-osztályú erősítő kapcsolási rajzát a 2. ábra tünteti fel (nagyszintű modulátorként egyelőre csupán ez az áramkör jöhet számításba).

A működést nem részletezzük, leírása megtalálható pl. [7], [8]-ban. Az átviteli karakterisztika [azaz $U_R(k)$] a következő egyszerű összefüggéssel adható meg:

$$U_R(k)=kU_T \tag{1}$$

Ez csak ideális kapcsolók (zérus kapcsolási idő és maradékfeszültség) és veszteségmentes szűrőkör esetén érvényes.

Kissé pontosabb közelítés adódik a soros veszteségi ellenállások (illetve maradékfeszültségek) figyelembevételével [7], [8].

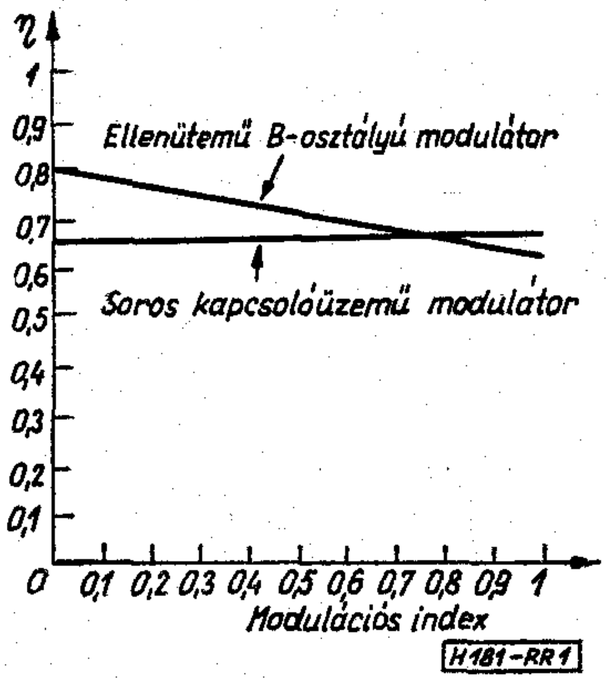
$$U_R(k)=kU_T\frac{R}{R+R_L+kR_V+(1-k)R_D} \tag{2}$$

Itt: R_L — a szűrőinduktivitás soros ellenállása,
R_V — a vezető kapcsolócső ellenállása,
R_D — a dióda nyitóirányú ellenállása.

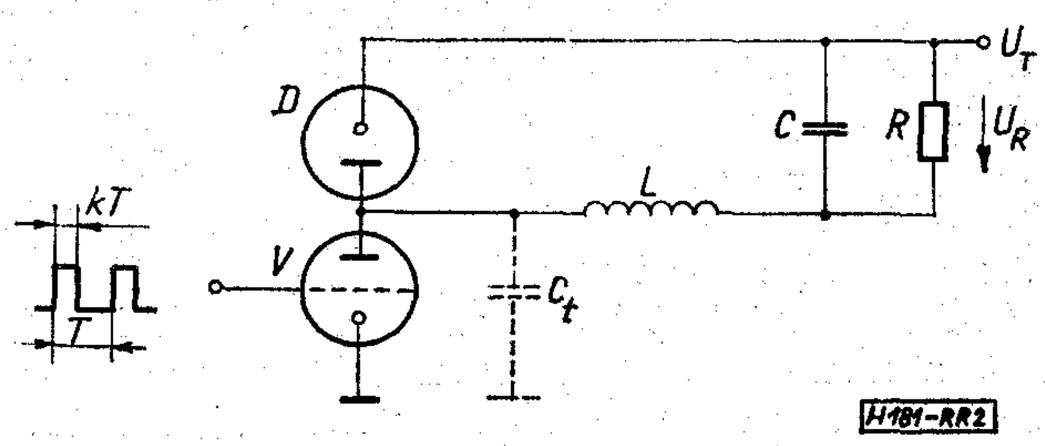
A (2) kifejezés a következő feltételezésekkel vezethető le:

a) $R \gg \dfrac{1}{\omega_p C}$ $\qquad \omega_p=\dfrac{2\pi}{T}$

Beérkezett: 1973. VII. 13.



1. ábra. Különböző típusú modulátorral rendelkező adók hatásfoka a modulációs index függvényében



2. ábra. Elektroncsöves soros D-osztályú erősítő

b) $R_V; R_D; R_L \ll \omega_p L$

c) $\omega_p L > \pi R$

d) $t_f; t_1 \ll T$

t_f — V anódfeszültségének felfutási ideje,

t_1 — V anódfeszültségének lefutási ideje.

Részletesebb magyarázatot csupán a c) feltétel igényel. Abban az esetben, ha ez nem teljesül, a szűrőinduktivitás árama a periódusidő egy részében zérusra csökkenhet egy kritikus kitöltés alatt. Ekkor $U_R(k)$ nagyobb lesz, mint amekkora (2)-ből következne. A kitöltési tényező kritikus értéke

$$k_{krit} = 1 - \frac{\omega_p L}{\pi R} \qquad (3)$$

2. *A véges átkapcsolási idők hatása*

Az átviteli karakterisztikát lényegesen befolyásolják a zérustól különböző kapcsolási idők. A kapcsolási idők nagysága két tényezőtől függ; ezek:

— a közös anódpontot terhelő parazita kapacitások (a 2. ábrán szaggatott vonallal feltüntetve),

— a meghajtó impulzussorozat fel- és lefutó éleinek meredeksége.

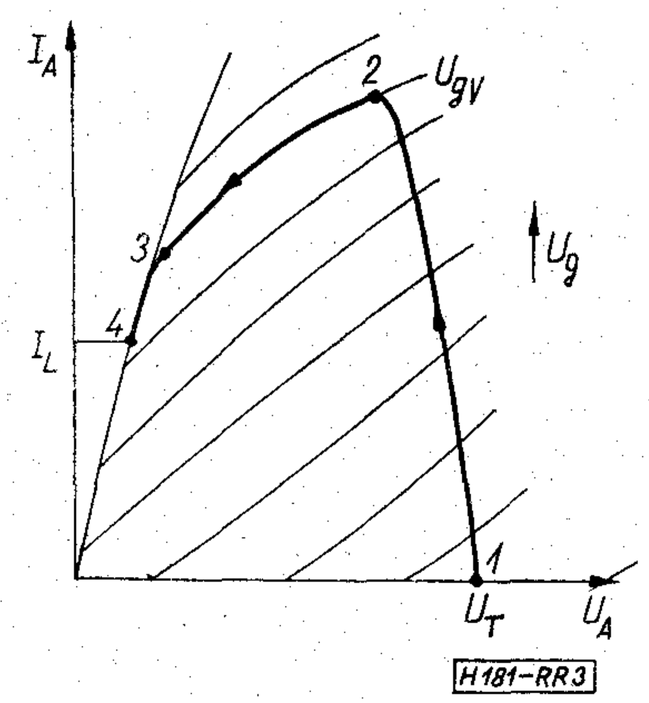
A második tényező hatása megfelelően tervezett meghajtás esetén elhanyagolható. A parazita kapacitások hatásának kiküszöbölése már nehezebb feladat. Viszonylag egyszerű a helyzet a bekapcsolás alatt. A lezárt cső anódján jó közelítéssel U_T feszültség van, erre a szintre töltődik fel a C_t terhelő kapacitás is. A bekapcsolás pillanatában a cső ezt a kapacitást tölti a vezérlés által megengedett árammal. Trióda esetén a cső munkapontjának mozgását a kimeneti karakterisztikában a 3. ábra mutatja be.

A munkapont pályája három szakaszra bontható. Az első szakaszon (1—2) a többihez képest nagyon gyorsan halad keresztül. A bekapcsolási idő domináns része alatt a munkapont a 2—3 szakaszon tartózkodik. A 3—4 pontok között ismét gyorsan keresztül fut. Mivel a teljes idő a cső U_{gV} vezetésbeli rácsfeszültségének növelésével igen kis értékre csökkenthető, ezért a továbbiakban a bekapcsolási idő hatását figyelmen kívül hagyhatjuk.

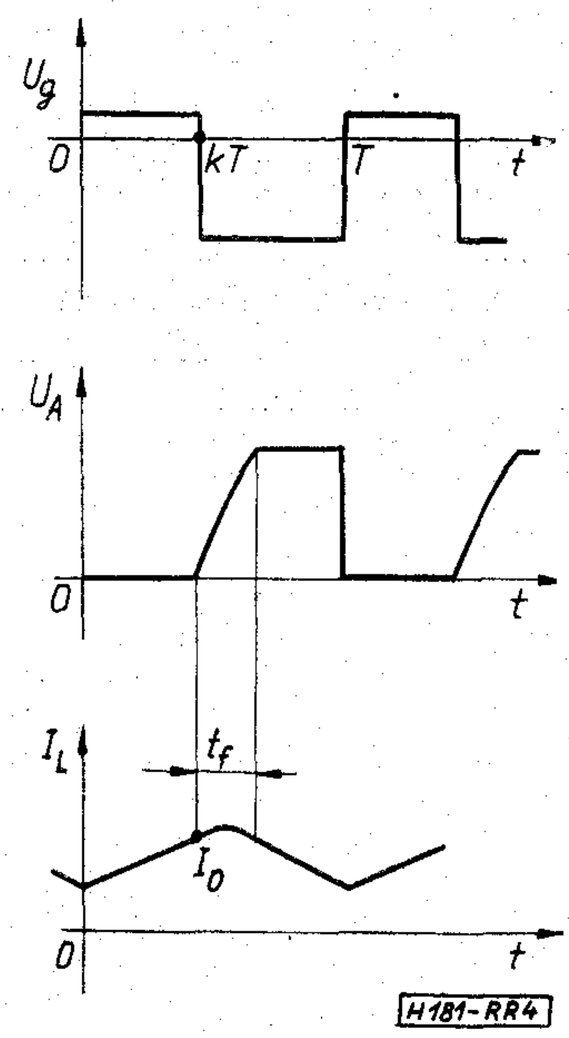
A kikapcsolás nem gyorsítható az előzőhöz hasonló egyszerű módszerrel. Bármilyen gyorsan zárjuk le ugyanis a csövet, az anódfeszültség csak viszonylag hosszú idő alatt éri el a tápfeszültséget. Ennek oka a C_t kapacitás véges töltőárama. Természetesen az anódfeszültség torzulásának következményeként az egyenkomponens, s így U_R is megváltozik az ideális esethez képest.

Az átviteli karakterisztika meghatározásához a 4. ábrán feltüntetett jelalakokat használjuk fel. Az ábrán a rácsfeszültség, az anódfeszültség és a szűrőköri induktivitás áramának egy periódusa látható.

A levezetés során elhanyagoljuk a soros veszteségi



3. ábra. A kapcsolócső munkapontjának mozgása a bekapcsolás alatt



4. ábra. Soros D-osztályú erősítő jelalakjai

ellenállások hatását. Ez két okból is megtehető:

— reális áramkörnél általában teljesül az $R \gg R_V; R_D; R_L$ feltétel,

— az ellenállásoknak a karakterisztikára gyakorolt hatása a nagyobb kitöltések tartományában jelentős (ellentétben C_t-vel).

Állandósult állapot esetén igaz az

$$U_R = \bar{I}_L \cdot R = \frac{R}{T} \int_0^T I_L(t)\mathrm{d}t \qquad (4)$$

egyenlet (az induktivitás és a terhelés egyenárama azonos). Továbbá felírható a

$$\int_{kT}^{kT+t_f} I_L(t)\mathrm{d}t = C_t \cdot U_T \qquad (5)$$

összefüggés. Ez azt fejezi ki, hogy a terhelő kapacitást az induktivitás árama tölti fel a felfutási idő alatt. Szükségesek még a kiértékeléshez az I_0 és t_f

mennyiségek. A felfutási idő a kikapcsolás utáni helyettesítőképre érvényes differenciálegyenletből Laplace-transzformációval egyszerűen meghatározható. A 0—100%-ra értelmezett felfutási idő:

$$t_f=\frac{1}{\omega}\left[\arcsin\frac{U_R}{\sqrt{I_0^2\omega^2L^2L+(U_T-U_R)^2}}+\operatorname{arctg}\frac{U_T-U_R}{I_0\omega L}\right] \tag{6}$$

ahol

$$\omega=\frac{1}{\sqrt{LC_t}} \tag{7}$$

I_0 pedig az induktivitás árama a kikapcsolás pillanatában (ld. 4. ábra).

A (4), (5) és (6) kifejezések segítségével a következő két egyenletet nyerhetjük:

$$F(F-1)+\frac{1}{2\varphi a}+(1-k-t'_f)\left[\frac{F^2}{k}-\frac{1}{2\varphi ak}+\frac{F\varphi}{2a}(1-k-t'_f)-\frac{(1-F)k\varphi}{2a}\right]=0 \tag{8}$$

$$t'_f=\frac{1}{\varphi}\arcsin\frac{F}{\sqrt{(1-F)^2+\left(\frac{F^2a}{k}+\frac{1-F}{2}k\varphi-\frac{1}{2\varphi k}\right)^2}}+\frac{1}{\varphi}\operatorname{arctg}\frac{1-F}{\frac{F^2a}{k}+\frac{1-F}{2}k\varphi-\frac{1}{2\varphi k}} \tag{9}$$

Az eddig nem használt jelölések:

$$F=F(k)=U(k)/U_T \tag{10}$$

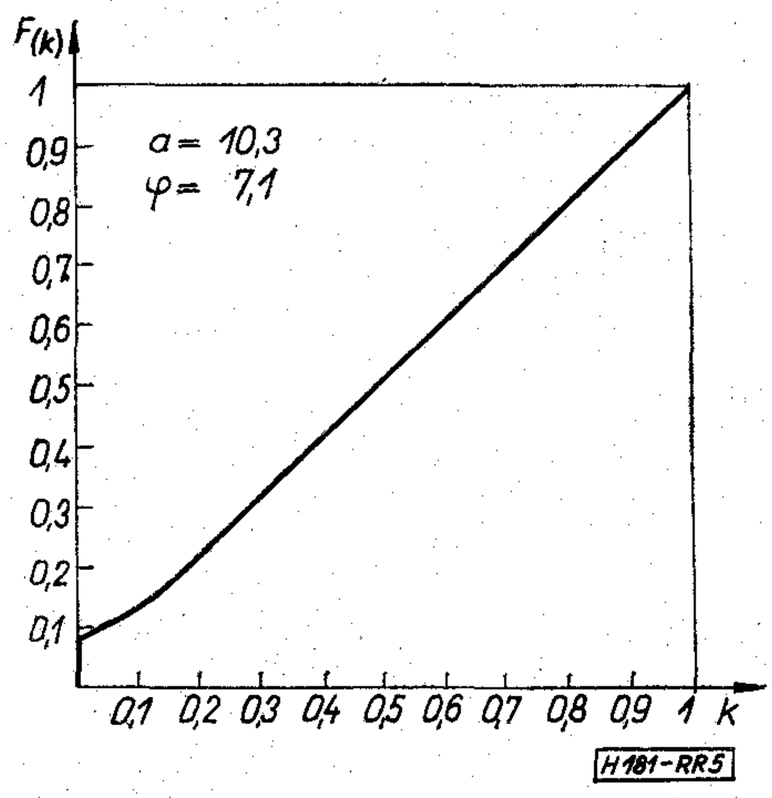
$$\varphi=\omega T=\frac{T}{\sqrt{LC_t}} \tag{11}$$

$$a=\frac{\sqrt{\frac{L}{C_t}}}{R} \tag{12}$$

$$t'_f=\frac{t_f}{T} \tag{13}$$

A (8) és (9) képletek kiértékelése numerikusan csak számítógéppel célszerű. Az eredmény az $[a;\varphi]$ paraméterekkel jellemzett $F(k)$ normalizált átviteli karakterisztika.

A kiértékelő célprogram az ALGOL 60 hivatkozás nyelv RAZDAN gépi reprezentánsán készült. A bemenő adatok a kitöltésre vonatkozó Δ lépésköz és az $[a;\varphi]$ számpár (tetszőleges számban). A program segítségével lehetőség nyílik egy összetartozó $[a;\varphi]$ számpár által jellemzett áramkör átviteli karakterisztikájának pontonkénti felrajzoltatására is. A lefutási idő $\Delta=0{,}01$ esetén (rajzolással együtt) kb. 1 perc 15 másodperc.

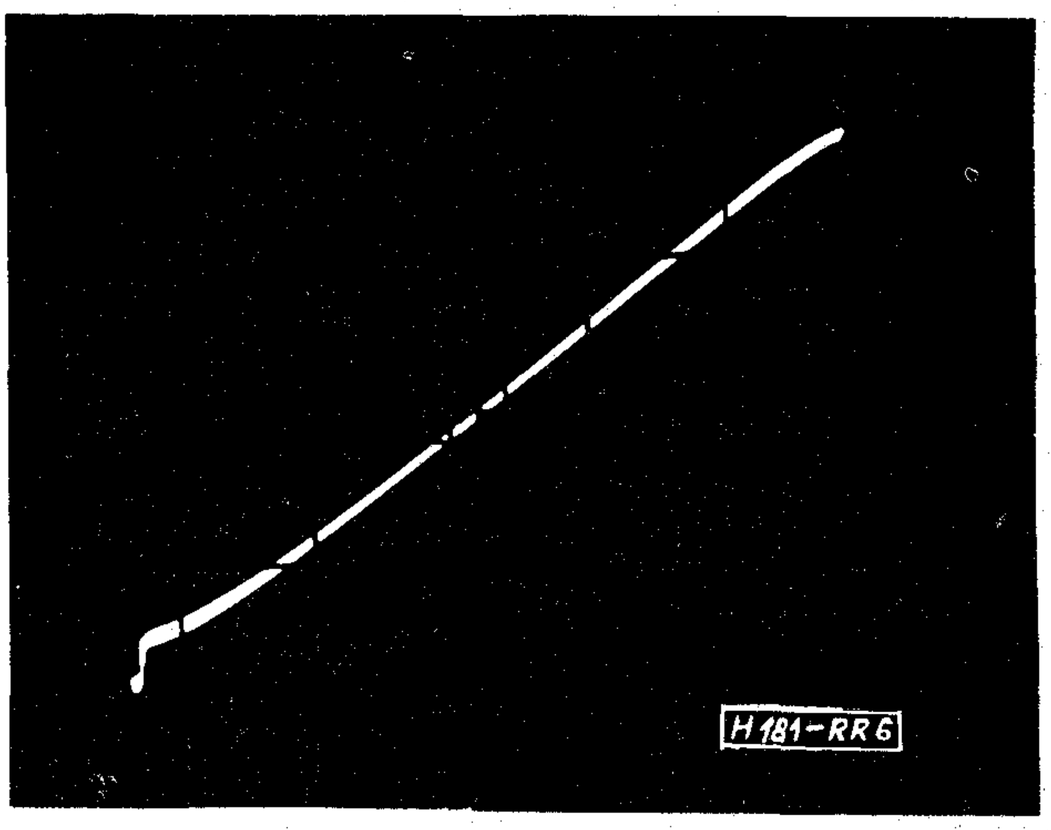


5. ábra. Számítással meghatározott átviteli karakterisztika

Az 5. ábrán tüntettük fel egy lefuttatás eredményét. Az a és φ értékek egy 330 W-os elektroncsöves modell jellemző paraméterei.

A megépített áramkör átviteli karakterisztikája (6. ábra) jól egyezik a matematikai modellre kapott görbével.

A kimenő oldali kivezérelhetőség pontos ismerete érdekében célszerű megállapítani az átviteli karakterisztika jellegzetes töréspontjához (a $k=0$ helyhez) tartozó U_R értéket. Ez az áramkör egy működési periódusára felírt energiaegyenletből egyszerűen meghatározható.



6. ábra. A mért átviteli karakterisztika

A tápegységből felvett és leadott energiamennyiségek különbsége a kapcsolóeszközön fellépő disszipáció.

Ennek alapján:

$$U_T\int_0^{kT}I_L(t)\mathrm{d}t=\frac{T_0U_k^2(k)}{R}-\frac{C_tU_T^2}{2} \tag{14}$$

Határátmenet képzéssel:

$$\lim_{k\to0}U_R(k)=U_T\sqrt{\frac{C_tR}{2T}} \tag{15}$$

Fizikai megfontolásokból azonban az

$$U_R\Big|_{k=0}=0$$

összefüggés adódik. Fentiek szerint tehát az $U_R(k)$ függvény nem folytonos a $0\leq k\leq 1$ zárt intervallumban. A valóságban természetesen a véges bekapcsolási idő miatt a karakterisztika a $k=0$ hely környékén sem rendelkezik szakadással. A (15) kifejezésből azonban jól megbecsülhető a karakterisztika menete a kis kitöltések tartományában. Az ideálistól való eltérést elsősorban az RC_t szorzat határozza meg, mivel a T periódusidőt egyéb megfontolások alapján adottnak feltételezhetjük [5].

3. *Az eredő átviteli karakterisztika*

Átrendezve és az $R\gg R_V; R_D; R_L$ feltételt figyelembe véve, a (2) képletet a következő alakra hozhatjuk:

$$U_R(k)\cong kU_T\frac{R}{R+R_D+R_L}\left(1-k\frac{R_V-R_D}{R+R_D+R_L}\right) \quad (16)$$

Ebből az ohmos ellenállások okozta nemlinearitás a kitöltési tényező függvényében:

$$\frac{\Delta U_R(k)}{kU_T}=k\frac{R(R_D-R_V)}{(R+R_D+R_L)^2} \quad (17)$$

Mint a (17) képletből látható, a nemlinearitás a kitöltési tényezővel egyenesen arányos.

Mivel a terhelő kapacitás karakterisztikamódosító hatása zérus kitöltés esetén, a soros veszteségi ellenállás hatása pedig egységnyi kitöltés esetén a legnagyobb, ezért a gyakorlatban jó közelítéssel a következő módon írhatjuk fel az eredő normalizált átvitelt:

$$F_{eredő}(k)=k+\Delta F_{C_t}(k)+\Delta F_{R_{veszt}}(k) \quad (18)$$

Itt ΔF_{C_t} a terhelő kapacitás által kialakított, $\Delta F_{R_{veszt}}$ pedig a soros, veszteségi ellenállások által kialakított (U_T-re normalizált) átviteli függvény és az ideális karakterisztika különbsége. Egyszerűen belátható, hogy a (18) képlet átalakítható a következőképpen:

$$F_{eredő}(k)=F_{C_t}(k)+F_{R_{veszt}}(k)-k \quad (19)$$

Az eredmény a soros „D"-osztályú elektroncsöves erősítő kisfrekvenciás átvitelét adja meg megfelelő pontossággal. A (19) képlet azonban csak akkor írja le helyesen a karakterisztikát, ha az erősíteni kívánt jel frekvenciájára az aluláteresztő szűrő teljesen „átlátszó", azaz a csillapítása és fázistolása ezen a frekvencián elhanyagolható. Ez csak az áteresztő tartomány elején teljesül. Nagyobb frekvenciákon a szűrő módosítja az átvitelt. Itt ugyanis az anódponton fellépő szélességmodulált impulzussorozatban levő alapsávi komponens és a kimeneti hangfrekvenciás jel fáziskülönbsége nagyobb lesz, s a (4) egyenlet érvényét veszti. A pontos számítás ebben az esetben csak nehézkesen kivitelezhető.

4. *Következtetések*

A „D"-osztályú erősítők torzításainak két fő oka van. A torzítás részben a szélességmodulációs folyamat során keletkező zavaró komponenseknek tulajdonítható. A másik ok az átviteli karakterisztika görbültsége. Az átviteli karakterisztikát befolyásolja a szélességmodulátor nemlinearitása, a kapcsolóeszközök és a szűrőinduktivitás soros veszteségi ellenállásai, továbbá a véges kapcsolási idők (illetve elektroncsöves fokozatok esetében az anódpontot terhelő kapacitás).

A szélességmodulált jel spektrumából származó zavaró komponensek hatása a maximális moduláló jelfrekvenciánál $5\div 7$-szerte nagyobb impulzusfrekvencia és megfelelően méretezett aluláteresztő szűrő esetén nem számottevő [5]. A szélességmodulátor nemlinearitását gondos tervezéssel szintén elhanyagolható mértékűre csökkenthetjük. Alapvetően fontosnak tűnik azonban a másik két tényező. A soros „D"-osztályú erősítő karakterisztikáját kis kitöltések esetén a terhelő szórt kapacitások, nagy kitöltések esetén a soros veszteségi ellenállások módosítják. Ha a terhelés rádiófrekvenciás teljesítményerősítő fokozat, a kimodulálhatóságot az említett két tényező együttesen határozza meg.

IRODALOM

[1] *Bedford, B. D.:* Improvements in and relating to electric amplifying circuits. British Patent 389855, 1933. március.

[2] 1 kW D. C. Amplifier. Ferranti AN 32. 1966. november.

[3] *Ross, J. A.:* A High-Power Switching Amplifier. Control Engineering, 1970. július.

[4] *Dr. Gschwindt A.:* Új irányzatok az A3 üzemmódú műsorszóró adóberendezések tervezésében. Híradástechnika 1971. július.

[5] *Redl R.:* Kapcsolóüzemű modulátorerősítő teljesítmény- és torzításviszonyai. Egyetemi doktori értekezés, 1971.

[6] *Swanson, H.:* The Pulse Duration Modulator: A New Method of High-Level Modulation in Broadcast Transmitters IEEE Tr. on Broadcasting 1971. december.

[7] *Vackár, J., Klika, V., Zadnicek, S.:* Rádió-adástechnika. Műszaki Könyvkiadó 1965.

[8] *Miller, C. H.:* High Efficiency Amplification Using Width Modulated Pulses. Proc. IREE Australia, 1964. május.

DR. LABODA SÁNDOR
Magyar Nemzeti Bank

Híradástechnikai nemesfém-érintkezők és nemesfém-bevonatok

ETO 621.3.066.6: 621.39.066.6: 669.218/228

A híradástechnikában az utóbbi években jelentős mértékben fokozódott a nemesfémek és nemesfém-ötvözetek felhasználása. Mint villamosérintkezők, nyomtatott áramkörök, nagyfrekvenciás vezetők, olvadóbiztosítékok, korróziógátló bevonatok stb. nyernek alkalmazást.

A felhasználás során „tömör" és „bevont" alkatrészeket különböztetünk meg.

Tömör alkatrészről akkor beszélünk, ha az teljesen nemesfémből, illetve nemesfém-ötvözetből áll. Ilyen pl. az érintkezőlapka, szegecs, huzal stb.

Bevonat az, amikor nem nemesfémet részben vagy teljesen nemesfémmel, vagy nemesfém-ötvözettel borítunk.

Ebben az iparágban számtalan olyan alkatrészt használnak, melynél fontos a nem nemesfém alap felületének fémesen tiszta állapotban való tartása, mind raktározás alatt, mind működés közben. Ezek az építőelemek jórészt rézből, rézötvözetekből és némely esetben acélból készülnek. Ezek a fémek levegőn normális körülmények között is korrodeálódnak, így felületük védelméről gondoskodni kell. A felületvédelem mellett fontos feladata a bevonófémnek az alapfém villamos tulajdonságainak a javítása. Az építőelemek fizikai, kémiai valamint villamos igénybevételeit figyelembe véve, a bevonófémmel vagy ötvözettel szemben az alábbi követelményeket támasztjuk:

a) Tökéletes tapadás az alapfémhez
b) Jó és állandó villamos-vezetőképesség
c) Jó hővezető-képesség és viszonylag magas olvadáspont
d) Pórusmentes sima felület
e) Kis átmeneti ellenállás
f) Mechanikai behatásokkal (ütődés, súrlódás stb.) szemben jó ellenállás
g) Korrózióállóság
h) Jó alakíthatóság
i) Forraszthatóság

A követelmények sokrétűségéből adódik, hogy bevonófémként is csak nemesfémet, illetve nemesfém-ötvözetet használhatunk.

1. A nemesfémbevonatok előállítása

Az alkalmazott nemesfémbevonatok ellőállítása mechanikai és galvanikus úton történhet.

1.1. Mechanikai úton előállított bevonatok

Ezeket hegesztéssel, forrasztással, hengerléssel, körülöntéssel, diffundáltatással, vákuumgőzöléssel, sajtolással stb. állítjuk elő. A mechanikai úton előállított nemesfém-bevonatú anyagokat általánosan „kontaktbimetálloknak" vagy „plattírozott" anyagoknak is nevezzük. Plattírozott tehát az olyan anyag, amely legalább két réteg különböző fémből, illetve ötvözetből áll. Ezek a rétegek egymástól elválaszthatatlanok.

A kontaktbimetáll tehát egyrészt a nemesfém borítófémből vagy ötvözetből, másrészt az olcsóbb nem nemesfém vagy ötvözet alapból áll.

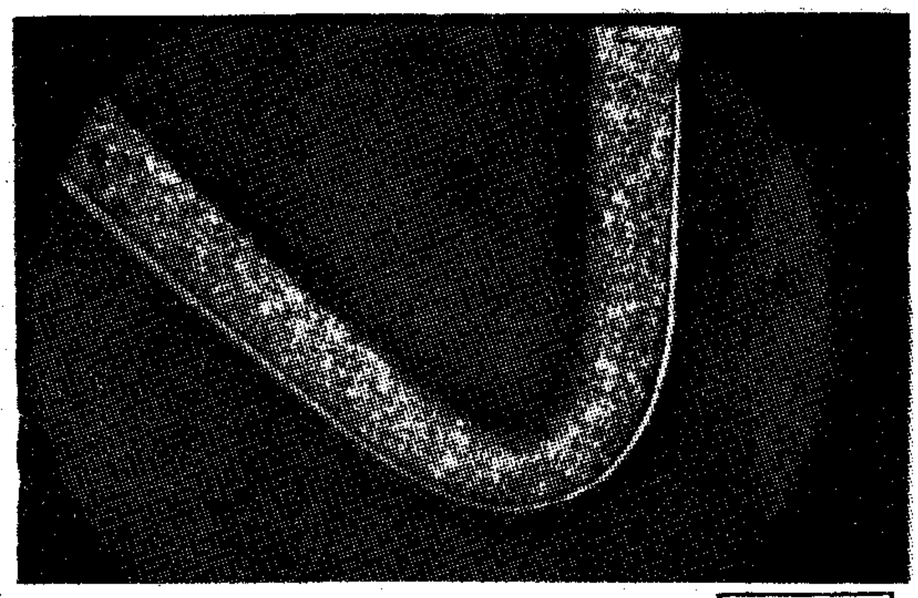
A mechanikailag előállított bevonatokat azonban nem kizáróan árbeli okok miatt alkalmazzuk. Előnyük, hogy a nemesfémek megfelelő alapfémmel vagy ötvözettel párosítva lényegesen jobb tulajdonságokat mutatnak. Pl. a réz nagy fajhője az érintkező túlmelegedését gátolja. Az ónbronzok, ezüstbronzok, berilliumbronzok, alpakkák jó rugó tulajdonságai előnyként jelentkeznek.

A mechanikai úton előállított fémbevonatok készítésénél az összes jól alakítható borító és alapfémek felhasználhatók.

A jó alakíthatóság ellenére azonban az Sr 63 és Sr 58-as sárgarezek alapfémként történő felhasználása e bevonatoknál nem célszerű, mert a horgany erős diffúziója következtében, különösen ezüst bevonatoknál, könnyen olvadó közbeeső réteg képződik, mely az érintkező tulajdonságát jelentős mértékben rontja.

A nemesfémekkel borított anyagok mint huzalok, szalagok, csövek, részben vagy teljesen borított profilok stb. kerülnek forgalomba. A tapasztalat is azt mutatja, hogy ezek az anyagok hidegen vagy melegen minden nehézség nélkül alakíthatók. A borítófém és az alapfém kötése megfelelő diffúzió esetén olyan tökéletes, hogy a borított anyagok vághatók, sajtolhatók, peremezhetők stb. anélkül, hogy a bevonat leválna.

A borított rétegek teljesen tömör bevonatot adnak. Pórusmentességük alapján a fémbevonatok ideális példáját szolgálják. A korrózionak ellenáll, mert a



1. ábra Ezüsttel borított ónbronz rugóanyag metszete (60×)

Beérkezett: 1972. V. 15.

2. ábra. 70/30 Ag—Pd ötvözettel borított ónbronz közbeeső ezüstréteggel (~13×)

mechanikai úton borított fém úgy viselkedik, mint a bevonó fém.

Az 1. ábrán Bz 5-ös alapfém és ezüst borító fém mikrofelvétele látható. Az alap és borító fém között létrejött diffúzió a hajlítás után is jó kötést biztosít.

A 2. ábrán kettős borítás mikrofelvétele látható. Bz 5-ös alapra színezüst réteget, majd 70/30 Ag-Pd ötvözetet plattíroztunk.

Közbeeső réteg alkalmazásával akkor plattírozunk, ha az alapfém és a borító fém között megfelelő diffúziós kapcsolat nem alakítható ki.

A borítás vastagsága az alkalmazás igényének megfelelően választható. Általában a mechanikailag előállított borítás vastagsága a teljes vastagság 2—60 %-ig terjed. Aranynál és ötvözeteinél, valamint platinafémeknél 2 % alatti bevonat vastagságok is felhasználást nyernek.

1.2 Galvanikus bevonatok

A galvanikus nemesfém bevonatoknál bevonó fémként az ezüstöt, aranyat, ródiumot, palládiumot és a platinát használjuk.

A felhasználási célnak megfelelően „lágy" és „kemény" bevonatokat állíthatunk elő. Az alkalmazott galvanikus bevonatok rétegvastagsága 0,5—40 μm között változik.

A galvanikus nemesfémbevonatok néhány jellemző tulajdonságát az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Galvanikus nemesfémbevonatok néhány jellemző tulajdonsága

Bevonat	Ezüst	Kemény ezüst	Arany	Kemény arany	Palládium	Platina	Ródium
Atomsúly	107,88	60—102	197	90—190	106,4	195,09	102,91
Vegyérték	1	1	1	1	2	4	3
Sűrűség g/cm³	10,5	8—10,2	19,3	13—18,5	11,9	21,5	12,5
Leválás mg/A dm² perc	67,0	40—60	122	60—90	33	30	21
Leválási réteg 1 A dm² perc	0,60	0,40—0,50	0,60	0,30—0,40	0,2	0,1	0,1
Keménység HV kp/mm²	60—130	90—180	80—120	100—300	200—400	100—500	400—800

2. Nemesfém anyagok

Az alkalmazott nemesfém anyagoknál három típust különböztetünk meg: színfémeket, ötvözeteket, és heterogén anyagokat.

2.1 Színfémek

A nemesfémek csoportjába tartozik az ezüst, arany, platina, palládium, ródium, iridium, ruténium és az ozmium. Jellemző tulajdonságaikat a 2. táblázat mutatja. Az értékeket a réz jellemző tulajdonságaival hasonlítjuk össze. A táblázatból kitűnik, hogy a felsorolt tulajdonságok közül az első öt értéke az atomsúly növekedésével csökken. A fajlagos villamos ellenállás a platinánál és a palládiumnál maximális értéket mutat. Figyelemre méltó a ruténium és ozmium magas olvadáspontja és rugalmassági moduluszának értéke.

2.2 Ötvözetek

A színfémek egyes tulajdonságait ötvözéssel, fémes adalék hozzáadásával javítani lehet. Különösen a keménység, kopásállóság, a leégéssel szembeni ellenállás fokozása, a forraszthatóság, a környezet kémiai behatásaival szemben mutatkozó ellenállás megjavítására, az anyagvándorlás megakadályozására stb. törekszünk.

Az előállított ötvözet felépítése azonban a villamos vezetőképesség változását idézheti elő. Ha az ötvözőfém az alapfémmel szilárd oldatot alkot, úgy az egyes tulajdonságok javulása a villamos vezetőképesség jelentős csökkenésével jár. Ha az ötvözés eredményeként szilárd oldat nem keletkezik, kedvezőbb tulajdonságú anyagot kapunk. A heterogén szerkezetű ötvözetek vezetőképessége jobb, mint a szilárd oldatoké.

Nemesfémek a legtöbb ötvözőfémmel szilárd oldatot alkotnak, tehát a vezetőképesség csökkenésével mindig számolni kell. Ezüstötvözetek esetében az ötvözés hatása annyival kedvezőbb, hogy az ezüstnek a vezetőképessége a legnagyobb, tehát a bekövetkező csökkenés után is jó vezetőképességű anyagot kapunk.

2. táblázat

Érintkezők anyagául szolgáló nemesfémek néhány jellemző tulajdonsága a réz tulajdonságaival összehasonlítva

Elem	Réz	Ezüst	Arany	Platina	Palládium	Ródium	Ruténium	Irridium	Ozmium
Atomsúly	63,54	107,88	197,0	195,09	106,4	102,91	101,1	192,2	190,2
Sűrűség, g/ml	8,9	10,5	19,29	21,447	12,027	12,414	12,2	22,65	22,48
Olvadáspont (°C)	1083	960,5	1063	1773	1553	1966	2250	2410	3000
Forráspont (°C)	2300	2200	2970	4410	3980	4500	4900	5300	5500
Fajhő kal/g fok	0,094	0,0557	10,0302	0,0318	0,059	0,0589	0,057	0,032	0,031
Rugalmassági modulus (kp/mm²)	—	8160	7900	17 080	12 850	38 640	44 000	53 000	57 000
Keménység, HV, kp/mm² lágy	23	30	25	45	40	130	200	220	300
kemény	42	80	60	120	100	280	500	350	670
Hővezetőképesség, kal/cms °C	0,94	1,00	0,70	0,168	0,163	0,21	—	0,14	—
Hőtágulási együttható (0—100 °C, 10^6)	—	18,8	14,3	8,94	11,86	8,5	9,1	6,58	6,57
Hőmérsékleti együttható (0—100 °C/fok)	4	4,1	3,4	3,92	3,5	4,4	4	4,1	4
Vill. vez. kép. m/ohm mm²	58	62	44	1,19	9,80	22,2	13,2	18,9	10,4
Fajl. vill. ellenáll. ohm mm²/m	0,017	0,016	0,023	0,0981	0,102	0,043	0,0764	0,053	0,095
Vill. ellenállás hőmérs. együtthatója 1/°C 10^{-3}	4,3	4,1	4	3,9	3,8	4,4	4,1	4,1	—
Termofeszültség Pt-val szemben (0—100 °C) mV	—	+0,89	+0,91	0	0,61	0,64	+0,68	+0,74	—
Kilépési munka, eV	4,47	4,28	4,58	5,29	4,82	4,65	—	—	—

2.3 Heterogén anyagok

Az alapfém a folyékony vagy szilárd állapotban oldhatatlan fémet, fémvegyületet, vagy metaloidot, finoman elosztott állapotban tartalmazza. Felépítésük következtében ezek az anyagok a hagyományos kohászati eljárással nem állíthatók elő. Előállításuk belső oxidációval, vagy porkohászati úton történhet. Ezek az eljárások a kohászatnak egyik különleges területét jelentik.

3. A nemesfém anyagok alkalmazási területe

A nemsfémeket elsősorban a gyengeáramú technikában, félvezető technikában, a nagyfrekvenciás technikában, az erősáramú technikában stb. alkalmazzák. Felhasználást nyernek mint villamos érintkezők, nyomtatott áramkörök, diódák, vezetők, olvadóbiztosítékok stb. Jelenleg csak a villamos érintkezőkkel és a korrózióálló-bevonatokkal foglalkozhatunk.

3.1 Villamos érintkezők

A villamos készülékekben és berendezésekben alkalmazott érintkezők szerkezeti kivitele igen különböző. Általában két csoportot különböztetünk meg: *álló* és *mozgó* érintkezőket.

Álló érintkezők, amelyekben az érintkező felületek az üzemeltetés alatt egymástól nem válnak el. Ezek lehetnek oldhatatlan (forrasztott, hegesztett) vagy oldható, mechanikai (csavaros, kapcsos stb.) kötések.

3. táblázat

Az érintkezők jellegzetes tulajdonságai

Fizikai	Kémiai	Mechanikai
Villamos és hővezető képesség	Kémiai affinitás a környezethez	Szakítószilárdság
Olvadáspont	Elektrokémiai potenciál	Rugalmassági modulus
Olvadáshő	Korrózió	Nyúlás
Forráspont	Reakciótermékek tulajdonsága	Keménység
Elgőzölgési hő		Kopásállóság
Fajhő		Megmunkálhatóság
Gőznyomás		Forraszthatóság
Ív-határfeszültség		
Ív-határáram		
Szövetszerkezet		
Kristályirány		
Újra-kristályosodási hőmérséklet		
Fajsúly		
Átmeneti ellenállás		
Elektronkilépési munka		
Anyagvándorlás		
Leégéssel szembeni ellenállóság		
Összehegedési hajlam		
Tapadási hajlam		

A mozgó érintkezőknél ismét két csoportot: a *csúszó* és *megszakító* érintkezők csoportját találhatjuk.

Csúszó érintkezők, melyek lehetővé teszik az érintkező felületnek egy másik érintkező felületen történő mozgását a villamos áram megszakítása nélkül.

Megszakító érintkezők, melyekben az érintkezők felületei egymástól eltávolodnak.

Az érintkezők feladata az, hogy az áramkört zárják, az áram vezetését hosszabb, vagy rövidebb időre átvegyék, a zárt áramköröket újból megnyissák és az áramot megszakítsák. Az érintkezőknek kisebb, illetve nagyobb számú kapcsolás, hosszabb kapcsolási szünet vagy tartós áramvezetés után változatlanul üzemképeseknek kell maradniuk, azaz lehetőleg hosszú élettartammal kell rendelkezniük.

Az említett alapkövetelmények, amelyeket a villamos érintkezőkkel szemben támasztunk, az alkalmazott anyagtól eleve bizonyos fizikai, kémiai és mechanikai tulajdonságokat kívánnak (3. táblázat).

A nagy villamos és hővezető képesség csökkenti az érintkezők igénybevételét, ennek következménye az, hogy az érintkezőknél nem tapasztalunk helyi túlmelegedést. A magas olvadáspont következtében nő az anyag leégéssel szembeni ellenállósága, és ezáltal csökken az érintkező fémvesztesége. Ebből a szempontból fontos szerepet játszik a felhasznált anyag gőznyomása és forráspontja is, különösen erős ívfény esetén. Az ívfény az érintkező nyitásakor, a határfeszültség túllépésekor keletkezik és talppontjában az érintkezőt felhevíti.

A keletkezett hő mellett az érintkező anyag fajhője és tömege határozza meg az érintkező felmelegedését. Az ív-határfeszültség és az ív-határáram ugyan nem képez anyagállandót, de az érintkező anyagnak mégis jellegzetes tényezői. Heterogén anyagok esetén jelentős a sűrűség is, mely lehetőleg közelítse meg a megfelelő összetételű ötvözet sűrűségét. Az érintkezők fizikai tulajdonságai közül továbbá fontos szerepe van a kialakult érintkező felületek átmeneti ellenállásának. A 3. ábrán a különböző nemesfém érintkezők átmeneti ellenállása látható a kapcsolási szám függvényében. Az érintkező felületén abszorbeált gázok, gőzök kis kötési szilárdságuk következtében az átmeneti ellenállást nem növelik.

A nagy elektron-kilépési munka szintén előnyös, mert redukálja az ívfény erősségét és ezáltal csökken az érintkezőpár igénybevétele. Az ívfény csökkentésének a lehetősége részben tehát az érintkezők anyagának helyes kiválasztásával valósítható meg.

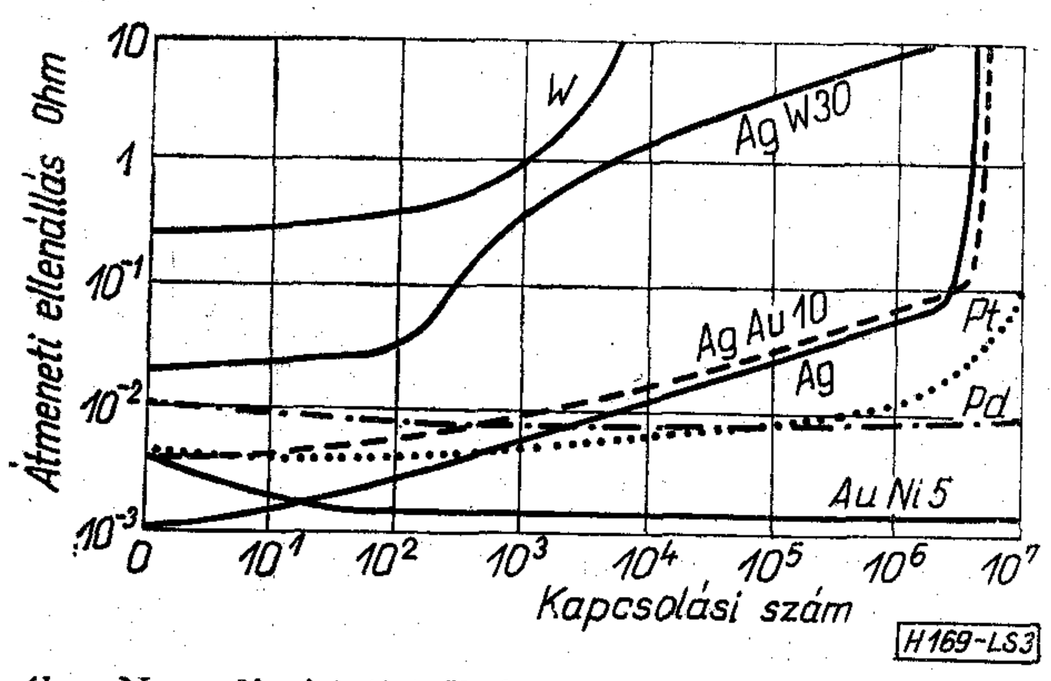
Az érintkező felületi tulajdonsága az anyag kémiai tulajdonságától is függ. A környezet kémiai hatásával szemben mutatkozó ellenállás fontos tulajdonsága az érintkező anyagnak. Elégtelen kémiai ellenállás következtében az érintkező felületén nem-vezető fedőréteg, idegen réteg képződik, mely az érintkező járulékos felmelegedését eredményezi. Az atmoszféra hatása mellett az érintkezőanyaggal reagálhatnak az aktív gázok, gőzök és porok. Holm megállapítása szerint az egymolekulás rétegek nem okoznak felületi szigetelést, mert azt az elektronok még alagútszerűen átjárhatják (Tunneleffektus). Csak több molekularéteg növeli az átmeneti ellenállást, egészen a teljes szigetelésig. Ez a jelenség különösen a gyengeáramú technikában zavaró és ezért a kémiai hatásoknak kevésbé ellenálló anyag alkalmazása itt úgyszólván lehetetlen. Az erősáramú technikában, ahol az érintkezőnyomás esetenként olyan nagy, hogy az érintkezőanyagot képlékenyen deformálja, a felületi idegen rétegek is elroncsolódnak és ismét fellép a fémes érintkezés. A két érintkező súrlódó mozgása szintén megkönnyíti az idegen rétegek elroncsolódását.

Teljesen fémtiszta érintkező felület a gyakorlatban nincs. Tökéletes kémiai inaktivítást a nemesfémek közül is csak a platina mutat, általános alkalmazását azonban egyéb tulajdonsága és magas ára akadályozza. Az érintkezők anyagául szolgáló fémek vagy fémötvözetek kiválasztásánál tekintettel kell lenni arra is, hogy az ívfény hatására képződő ózon és nitrogénoxidok az oxidációs veszélyt tovább növelik.

Az anyag-tulajdonságokon kívül az érintkezők élettartamát villamos, mechanikai és kémiai tényezők is befolyásolják (4. táblázat).

A táblázatból látható, hogy a villamos tényezők felsorolásánál elsőnek az áramfajtát említjük, mert az tudott, hogy az egyenáram az érintkezőpárt jobban igénybe veszi, mint a váltakozó áram. A feszültség, az áramerősség, az indukció, vagyis a kapcsolási teljesítmény szoros összefüggést mutat az érintkezők igénybevételével. Gyenge terhelésnél az induktivítás az anyagvándorlást is befolyásolja. (Anyagvándorlásnak azt a jelenséget nevezzük, amikor az érintkező anyaga az anódról a katódra átmegy. Ez a jelenség fordítva is lejátszódhat.)

Az érintkezők nagysága és alakja, valamint az érintkező terhelése határozza meg az érintkezőnyo-



3. ábra. **Nemesfémérintkezők átmeneti ellenállása a kapcsolási szám függvényében. (Th. Gerber szerint)**

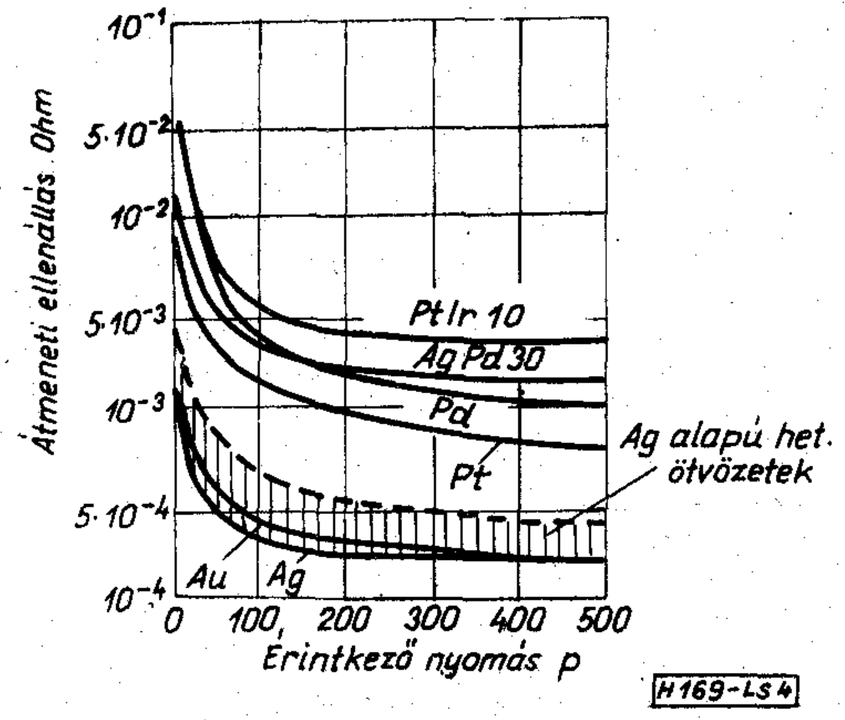
4. táblázat

Az érintkezők élettartamát befolyásoló tényezők

Villamos	Mechanikai	Kémiai
Áramfajta	Geometriai alak	A környezet hatása Aktív gázok, gőzök és porok
Áramerősség	Érintkező nagyság	
Feszültség	Érintkezőnyomás	
Frekvencia	A kapcsolás kinetikája	
Teljesítmény	Sebesség	
Terhelés	Kontaktusmozgás	
Védőkapcsolás	Súrlódás	
Ívfény	Ütközés	
Megszakitás	A kapcsolás gyakorisága	

mást. Minél nagyobb az érintkezőnyomás, annál kisebb az átmeneti ellenállás. Az átmeneti ellenállás és az érintkezőnyomás összefüggését a 4. ábra szemlélteti. Az érintkezőnyomás nagyságának megválasztása a készülék típusától és szerkezeti megoldásától is függ. Leemelő érintkezésnél nagyobb, csúszó érintkezésnél kisebb nyomás szükséges. Az utóbbi esetben ugyanis a mechanikus mozgás az érintkező felületen kialakult nem-vezető rétegek elroncsolódását elősegíti, így tehát nagy érintkezőnyomás alkalmazása nem célszerű.

A követelmények széleskörűsége érthetővé teszi, hogy nincs olyan érintkező-anyag, mely mindenhová egyöntetűen alkalmazható volna, mert ilyen eszményi anyagnak többek között minimum 58 m/ohm



4. ábra. Az átmeneti ellenállás és az érintkezőnyomás összefüggése. (Th. Gerber szerint)

mm² villamos vezetőképességgel, kiváló hővezetőképességgel, 2200 °C feletti olvadásponttal és legalább 300 kp/mm² Vickers-keménységgel, jó alakíthatósággal, valamint tökéletes korrózióállósággal kellene rendelkeznie, hogy a feltételeknek megfeleljen.

Ilyen eszményi érintkezőanyag a gyakorlatban nem áll rendelkezésünkre. Meg kell elégednünk azzal, hogy a legjobb tulajdonságok figyelembevételével a szükséges érintkezőanyagot esetenként kiválasszuk.

4. Érintkezők

4.1 Rézérintkezők

Az elektrotechnika kezdeti szakaszában a réz volt a legfontosabb érintkezőanyag. (Táblázatunkban összehasonlító alapként szerepeltetjük.)

A réz 58 m/ohm mm² kitűnő villamos-vezetőképességgel rendelkezik, és egyidejűleg jó a hővezető-képessége is. Hátránya azonban az, hogy az érintkező felületén könnyen képződő oxidréteg az átmeneti ellenállást megnöveli, és ezáltal a berendezést használhatatlanná teszi. Ez a jelenség késztette a konstruktőröket arra, hogy a nagyobb anyagérték ellenére a nemesfémeket szélesebb körben kezdjék felhasználni. Ha a réz gyors oxidációja nem okozna az érintkezésnél zavart, valószínű, hogy az ezüst, mint érintkezőanyag, figyelembe sem jöhetne.

4.2 Ezüstérintkezők

Az ezüst a legfontosabb érintkezőanyag, melynek széles körű felhasználását jó villamos- és hővezetőképességének tulajdoníthatjuk.

Az oxidációnak ellenáll, jól alakítható. Közepes és nagy számú kapcsolási igénybevételnél is kedvezően alkalmazható, mert élettartamát növeli az a jelenség, hogy az ívfény által elpárologtatott ezüst az érintkező hidegebb részein ismét lecsapódik és ennek következtében az anyagveszteség kisebb lesz. Az ezüst lecsapódás hátránya azonban az, hogy az ívnek talppontja marad, melynek következtében az érintkező melegedése fokozódik.

Az ezüst jó alakíthatósága, valamint az oxidációval szemben tanúsított ellenállása következtében viszonylag kis érintkező-nyomást igényel. Nagy villamos- és hővezető-képessége kis dimenziókat megenged.

Hátránya a kis keménységi érték és a viszonylag alacsony olvadáspont, valamint a kénnel szemben mutatkozó nagy vegyrokonság, melynek következménye, hogy kéntartalmú közegben felületén szulfidréteg keletkezik. A villamosságot nem vezető szulfidréteg különösen a gyengeáramú technikában zavaró. A kis keménység és alacsony olvadáspont hátránya az, hogy a színezüst érintkezők tapadásra és hegedésre, egyenáram esetén pedig csúcsok és kráterek képződésére hajlamosak.

A felsorolt hátrányos tulajdonságok miatt az ezüstnek, mint érintkezőnek az alkalmazása részben korlátolt.

Érintkező bevonatokat, különösen a galvanikus, fényes, kemény bevonatot a forgó vagy dugaszoló típusú kapcsolóknál nagy területen alkalmazzák (pl. távbeszélő technika stb.). Ezeknél a kapcsoló-típusoknál az érintkezéskor erős súrlódás lép fel, mely viszonylag nagy érintkezőnyomással párosulva a kialakult idegenréteget elroncsolja és jó kontaktust biztosít.

Az ezüstbevonatú érintkezőket célszerű csak 1 A áramerősségig alkalmazni. Ezeknél az érintkezőknél a szikraképződést meg kell akadályozni, mert a mechanikus dörzsölés mellett még fellépő szikraképződés a villamos eroziót oly mértékűre növelheti, hogy ez a bevonóréteg pusztulását vonhatja maga után.

Az ezüstözött dugaszoló érintkezők, építőelemek bronzból, sárgarézből stb. készülnek. Alkalmazásuk az elektronikai iparban gyakori. A jó érintkezés biztosítása mellett az ezüstözés a felület számára a raktározás folyamán is a korrózióval szemben védelmet nyújt. A korrózió elleni védekezéshez vékony nemesfémréteg is elegendő. Napjainkban a galvano-technikában egyre nagyobb tért hódít az ún. szelektív bevonás, mely a teljes felületet csak vékony bevonattal látja el, és az érintkező felületén képez csak vastagabb bevonatot. Sok esetben ezt a mechanikus és galvanikus eljárások kombinált alkalmazásával oldják meg.

A galvanikus ezüstbevonatoknak további alkalmazási területeként említhetjük az érintkezőtartók, áramvezetők, csatlakozóhelyek ezüstbevonattal történő védelmét.

Az ezüstbevonatok vastagsága 1—50 μm. Érintkezőként alkalmazott bevonatnak a vastagsága 25—50 μm között van. Felületvédelem célját szolgáló bevonat 1—5 μm.

4.2.1 Ezüstötvözetek mint érintkezők

Nemesfémtartalmú ötvözetek közül az ezüsttartalmúak azok, melyek az elektrotechnikában mint érintkezőanyagok széleskörű alkalmazást nyernek. Az ötvözetek néhány jellemző tulajdonságát az 5. táblázatban foglaltuk össze.

A réz növeli az ezüst kopásállóságát, javítja a forraszthatóságát és csökkenti az anyagvándorlást. A vezetőképességben bekövetkező csökkenés értéke nem nagy, mert pl. a 200‰ réztartalmú ezüstötvözet vezetőképessége még 51 m/ohm mm². Nagyobb mennyiségben történő réz beötvözése azonban rontja az ezüstnek a korrózióval szemben mutatott ellenállását. Különösen a revésedés növekszik a réztartalommal. Az érintkező felületén képződő rézoxid növeli az átmeneti ellenállást és ezáltal nagyobb helyi felmelegedést okoz. A felületi oxidáció következtében az ezüst-réz ötvözetből készült érintkezőknél nagy érintkezőnyomást kell alkalmazni.

5. táblázat

Ezüstötvözetből előállított érintkezőanyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség g/ml	Olv. pont	Forr. pont	Keménység HV kp/mm²		Hővez. kép. kal/cms °C	Vill. vez. kép. m/ohm mm² 1/°C. 10^{-3}	Vill. ell. hőmérs. együttható ohm²/m	Fajl. vill. ellenállás
				lágy	kem.				
Ötvözetek:									
Ezüst—réz									
97 Ag 3 Cu	10,4	900	2200	50	85	—	57	3,50	0,018
95 Ag 5 Cu	10,4	870	2200	55	90	0,80	53	3,50	0,019
90 Ag 10 Cu	10,3	779	2200	60	100	0,80	52	3,50	0,019
80 Ag 20 Cu	10,2	779	2200	80	105	0,80	51	3,50	0,020
Ezüst—kadmium:									
96 Ag 4 Cd	10,4	940	940	35	95	—	34	2,10	0,029
84 Ag 16 Cd	10,1	875	906	55	110	—	21	1,40	0,048
Ezüst—szilicium:									
98,5 Ag 1,5 Si	10,4	950	2200	55	110	—	48	—	0.021
Ezüst—nikkel:									
99,9 Ag 0,1 Ni	10,5	960	2200	37	90	—	56	3,50	0,018

Az ezüst-réz ötvözetek közül leggyakrabban a 30‰ réztartalmú ún. kemény-ezüstöt használjuk. Ezenkívül 50, 100 és 200‰ réztartalmú ötvözetek is felhasználást nyernek.

Az ezüst-kadmium ötvözetet, mint érintkezőanyagot már régóta használják. A kadmium csökkenti a keletkező ívfény erősségét. Ezeknek az érintkezőanyagoknak hátránya, hogy az érintkezők nagy áramterhelések hatására kezdetben hamar összetapadnak. A kapcsolási biztonság csupán többszöri kapcsolás, az ún. formálás után áll elő.

15—20 ‰ szilíciumnak az ezüsthöz történő ötvözése az ezüst keménységét és kopásállóságát jelentősen növeli anélkül, hogy az ötvözet vezetőképessége nagymértékben romlana.

A nikkel szemcsefinomító hatása már 1,0 ‰-nál jelentős. Kis nikkeltartalom a szemcsefinomító hatáson kívül növeli az anyag hőállóságát, csökkenti a tapadási hajlamot anélkül, hogy az ezüst korrózióállóságát, illetve a vezetőképességét nagymértékben rontaná.

4.2.2 Ezüstalapú, heterogén anyagú érintkezők

Az alapfémbe finoman elosztott és egyenletesen beágyazott alkotó, mint említettük, lehet fémvegyület is. Közepes és nagy kapcsolási teljesítményhez szükséges érintkezőanyagok ezüstbe ágyazott boridok, oxidok, karbidok, szilicidek, nitridek stb. A fém-fémoxid összetett anyagoknál a fémoxid gőznyomása az ívoltást segíti elő. A fém-metaloid anyagok fémszenek alakjában mint csúszókontaktusok nyernek alkalmazást. Kevés grafitot (1—5 ‰) tartalmazó ezüst, mint leemelő érintkező is felhasználást nyer.

A leggyakrabban alkalmazott ezüstalapú heterogén anyagok néhány jellemző tulajdonságát a 6. táblázat mutatja.

Zsugorítási eljárással készült ezüst—nikkel érintkezőanyagok 10, 20, 30, és 40‰ nikkelt tartalmaznak. Tekintettel arra, hogy a zsugorításnál ötvöződésről nem beszélhetünk, a nikkel kis vezetőképessége ellenére az ezüst—nikkel anyag vezetőképessége a nikkeltartalommal arányosan csak kis mértékben romlik. A 10 és 20 % nikkeltartalmú anyagok még jól alakíthatók, tehát ezekből minden érintkezőtípus előállítható. A nikkel-tartalommal nő a kopásállóság, csökken a leégési veszteség. Az anyagvándorlás hasonlóan csökkenő irányzatot mutat. Az átmeneti ellenállás azonban nő. A jobb vezetőképesség érdekében a kis nikkeltartalmú anyagok alkalmazása előnyösebb.

Lényegesen jobb eredményt ad az ezüst, ha a tulajdonságok javítását kadmiumoxiddal végezzük.

6. táblázat

Ezüst alapú heterogén anyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség g/ml	Olv. pont °C	Forr. pont °C	Keménység HV kp/mm²		Hővez. kép. kal/cms°C	Vill. vez. kép. m/ohm mm²	Vill. ell. hőmérs. együtth.	Fajl. vill. ellenáll.
				lágy	kem.				
Ezüst—nikkel:									
90 Ag 10 Ni	10,1	961	2200	50	90	—	54	3,50	0,018
80 Ag 20 Ni	9,9	961	2200	60	96	0,74	47	3,50	0,021
70 Ag 30 Ni	9,7	961	2200	65	105	—	42	3,40	0,024
60 Ag 40 Ni	9,5	961	2200	70	115	—	37	2,90	0,027
Ezüst—kadmiumoxid:									
95 Ag 5 CdO	10,4	961	1390	50	90	—	56	3,70	0,018
90 Ag 10 CdO	10,2	961	1390	70	100	—	48	4,60	0,021
85 Ag 15 CdO	10,1	961	1390	80	125	—	42	3,50	0,024
Ezüst—ólomoxid:									
97,5 Ag 2,5 PbO	10,0	940	—	30	82	—	43	—	0,230
Ezüst—wolfram:									
70 Ag 30 W	11,9	961	2200	60	110	0,78	43	1,90	0,023
40 Ag 60 W	14,0	961	2200	100	—	0,68	29	—	0,034
30 Ag 70 W	15,0	961	2200	120	—	0,51	26	—	0,031
20 Ag 80 W	16,0	961	2200	150	—	0,57	22	—	0,046
20 Ag 80 W	16,4	961	2200	230	—	0,57	32	—	0,033
10 Ag 90 W	16,9	961	2200	180	—	0,53	18	—	0,056
10 Ag 90 W	17,6	961	2200	260	—	0,53	21	—	0,048
Ezüst—molibdén:									
50 Ag 50 Mo	10,2	961	2200	100	130	—	33	3,90	0,303
40 Ag 60 Mo	10,2	961	2200	30	—	—	29	4,10	0,035
Ezüst—wolframkarbid:									
80 Ag 20 WC	11,2	961	2200	80	100	—	40	—	0,025
60 Ag 20 WC	12,0	961	2200	90	110	—	28	—	0,036
40 Ag 60 WC	12,9	961	2200	100	—	—	18	—	0,055
40 Ag 60 WC	13,1	961	2200	220	—	—	20	—	0,050
20 Ag 80 WC	13,6	961	2200	160	—	—	14	—	0,071
20 Ag 80 WC	14,1	961	2200	270	—	—	17	—	0,059
Ezüst—karbon:									
99,5 Ag 0,5 C	10,2	961	2200	40	—	—	55	3,90	0,018
99,0 Ag 1,0 C	10,1	961	2200	40	—	—	50	3,90	0,020
98,0 Ag 2,0 C	9,5	961	2200	40	—	—	48	3,90	0,021
97,0 Ag 3,0 C	8,1	961	2200	40	—	—	35	3,50	0,029

Az ezüst—kadmiumoxid villamos-vezetőképessége sokkal jobb, mint az azonos ezüsttartalommal rendelkező ezüst—kadmium ötvözeté. Az ívoltó hatása ennek az érintkezőnek a kadmiumoxid könnyű disszociációjában keresendő.

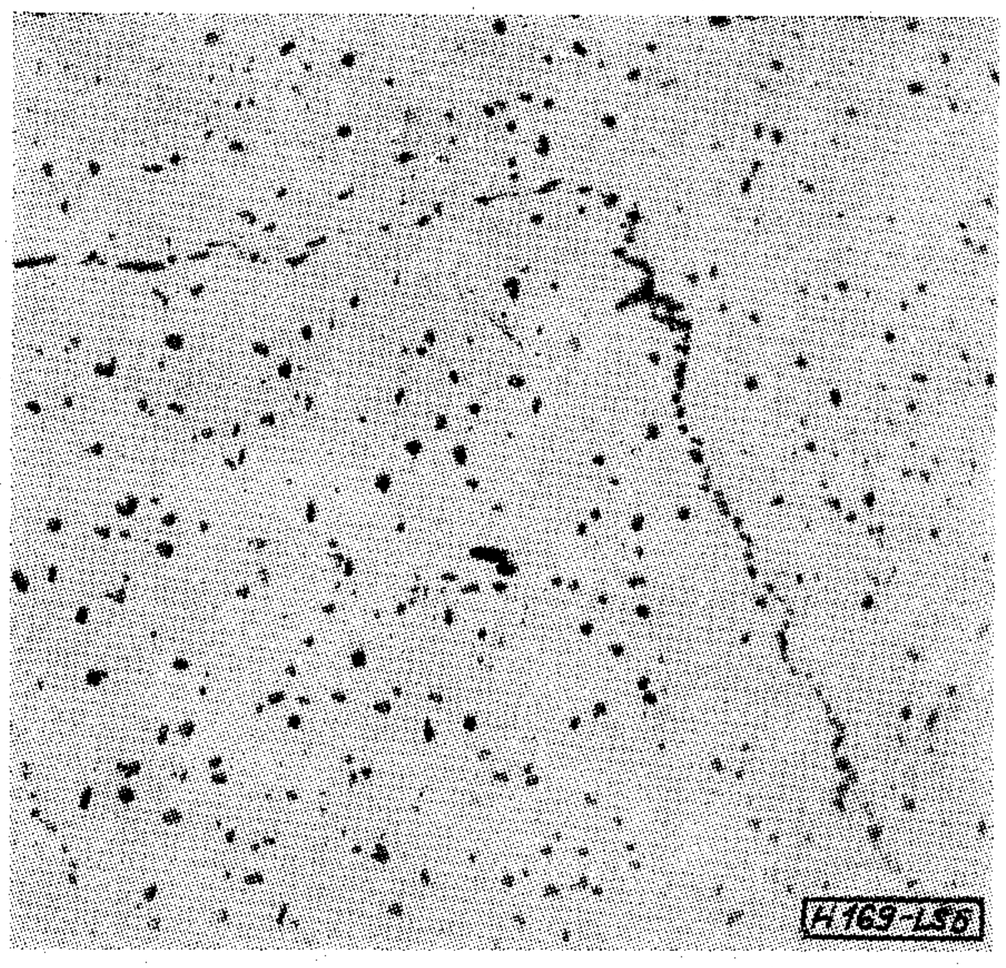
Az ezüst—kadmiumoxid érintkezők zsugorítással és belső oxidációs eljárással állíthatók elő. Az 5. és 6. ábrákon különböző kadmiumoxid tartalmú érintkezők szövetszerkezetét mutatjuk be.

Villamos érintkezőként újabban belső oxidációval előállított 0,5—4 % ólomoxid tartalmú ezüstöt is alkalmaznak. Az ólomoxid ívoltó hatása szintén az oxid könnyű disszociációjának a következménye.

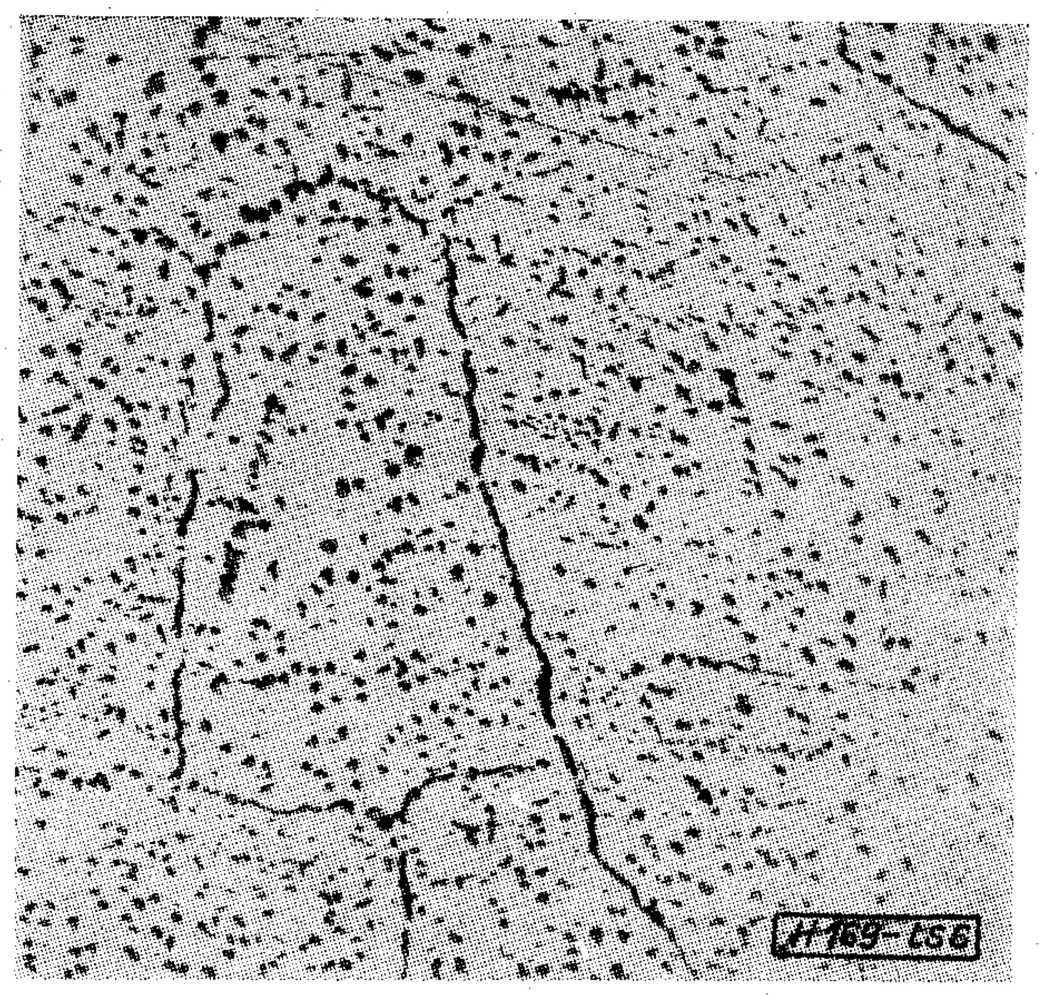
A wolfram magas olvadáspontja és nagy keménysége a kopásállóságot növeli, a leégési veszteséget pedig csökkenti. A wolfram adagolás kedvezőbb eredményt mutat, mint a nikkel. Hátránya, hogy üzem közben az érintkező felületén ezüstwolframát bevonat képződik, melynek a vezetőképessége rossz, és ezáltal nagy átmeneti ellenállás lép fel.

Az ezüst—molibdén érintkező felületén is könnyen képződik molibdenát. Alkalmazása tehát csak ott célszerű, ahol az érintkezőnyomás nagy.

Nagy villamos vezetőképesség és aránylag csekély átmeneti ellenállás az ezüst—karbon érintkezőket alkalmassá teszi nagy és tartós áram vezetésére. Gyakran alkalmazzák az ezüst—karbon érintkezőt réz érintkezővel szemben. A karbon nyilván megakadályozza a réz felületi oxidációját és így az érintkezőpár között az átmeneti ellenállás kicsi marad.



5. ábra. Ag—CdO 5-ös érintkező szövetszerkezete (500×)



6. ábra. Ag—CdO 10-es érintkező szövetszerkezete (500×)

4.3 Aranyérintkezők

Az arany alkalmazása a magasabb olvadáspont, a nagyobb korrózióállóság következtében előnyösebb, mint az ezüsté. Mivel lágyabb, mint az ezüst, kevésbé kopásálló, tapadása méginkább hajlamos. Az említett tulajdonsága és magas fémára miatt főleg mechanikus vagy galvanikus bevonatként használjuk. Az arany érintkezőket különösen akkor alkalmazzuk, ha alacsony feszültségnél, kis érintkezőnyomásnál abszolút kapcsolási biztonságot kívánunk.

Arany bevonatot érintkezőként csak akkor alkalmazzunk, ha nincs, villamos errózió, nincs ívfény stb.

Lágy és kemény bevonatokat ismerünk. Lágy bevonatok színfém alkalmazásával készülnek. A kemény bevonatoknál adalék fémeket (tulajdonképpen aranyötvözetet) is használunk. Adalék fémként a Ni, Co, Ag, Zn stb. használatos.

Az aranybevonatok a korrózionak jobban ellenállnak, mint az ezüstbevonatok. Kéntartalmú közegben is már 0,2 μm aranybevonat védelmet biztosít. A bevonatok vastagsága 0,2—40 μm között változik. A működő felületeken vastagabb, általában 5—40 μm, csak felületi védelmet szolgáló bevonatoknál 0,2—3 μ szükséges.

Az arany esetében különösen nagy jelentőségű lenne a szelektív bevonási eljárások alkalmazása még olyan meggondolással is, hogy mechanikus bevonatot kombinálnánk galvanikus eljárással.

4.3.1 Aranyötvözetű érintkezők

Az aranyötvözetű érintkezőket kis érintkezőnyomás esetén alkalmazzuk. Az alkalmazott aranyötvözetek ezüsttartalma 30 %-ig terjedhet. Az aranyhoz ötvözött ezüst növeli a kopásállóságot, a keménységet anélkül, hogy a kémiai korrózióval szemben mutatott ellenállást említésre méltóan rontaná.

5 % nikkellel ötvözött arany kis tapadási hajlamot mutat. Alkalmazása különösen előnyös határáram alatt, amikor a kapacitásnak az értéke határozott és az áramkörben önindukció is fennáll.

Hasonló jó tulajdonsággal rendelkezik pl. a 71 % Au, 26 % Ag és 3 % Ni tartalmú ötvözet, melynek előnye az előbbi ötvözettel szemben az, hogy anyagi értéke kisebb. A 65 % Au, 30 % Pd és 5 % Ni tartalmú aranyötvözet nagyon kis (1 g) érintkezőnyomásnál is jó kapcsolást biztosít.

Az aranyötvözetek néhány tulajdonságát a 7. táblázatban összesítettük.

4.4 Palládiumérintkezők

Alkalmazási területe főleg a gyengeáramú technikában van. Vezetőképessége a platinafémek között a legnagyobb.

A környezet kémiai hatásával szemben mutatott ellenállóképessége miatt kis érintkezőnyomásnál is jó kapcsolást biztosít. Hátránya, hogy 350 °C felett felületén egy vékony fekete oxidréteg képződik, mely az átmeneti ellenállást rendkívül megnöveli. A felületén keletkezett palládiumoxid 870 °C-on ismét felbomlik. Egyenárammal szemben a palládium nagy érzéktelenséget tanúsít, mert a palládium érintkezőpárnál anyagvándorlás nem lép fel.

A palládium bevonatokat jó eredménnyel használhatjuk, mint védőréteget az ezüst bevonatokra. Különösen kéntartalmú közegben biztosít kellő védelmet az ezüstbevonatoknak.

4.4.1 Palládiumötvözetű érintkezők

A gyengeáramú technikában, különösen a távbeszélő technikában a palládiumötvözetek nagy jelentőséggel rendelkeznek. A palládium ezüsttartalmát 70 %-ig növelhetjük, anélkül, hogy a palládiumnak az atmoszféra kéntartalmával szemben mutatott ellenállását jelentősen rontanánk.

Mintegy 3 % palládium már jelentősen javítja az ezüst tulajdonságát. Elsősorban csökkenti az anyagvándorlási és tapadási hajlamot. Az ilyen ötvözetek pl. feszültségszabályzókban és relés szabályzókban alkalmazhatók, és jól beváltak ott, ahol glimmkisülések lépnek fel. A 30 % palládiumtartalmú ezüstötvözetek viselkedése kéntartalmú atmoszférában csak csekély eltérést mutat a színpalládiumtól.

7. táblázat

Aranyötvözetből előállított érintkezőanyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség g/ml	Olv. pont	Forr. pont	Keménység HV kp/mm²		Hővez. kép. kal/cms °C	Vill. vez. m/ohm mm²	Vill. ell. hőm. egy. 1/°C·10⁻³	Fajl. vill. ellenállás ohm/mm²/m
				lágy	kem.				
Arany—ezüst:									
80 Au 20 Ag	16,5	1035	2200	35	90	0,78	10,2	0,90	0,098
70 Au 30 Ag	15,4	1025	2200	40	95	0,73	9,8	0,70	0,102
Arany—ezüst—nikkel:									
71 Au 26 Ag 3 Ni	15,4	1080	2200	80	120	—	9,1	0,88	0,110
Arany—nikkel:									
Au 95 Ni 5	18,2	1020	2450	100	170	—	8,2	0,71	0,13
Arany—palládium—nikkel:									
65 Au 30 Pd Ni 5	16,3	1410	2730	120	240	—	4,5	—	0,230
Arany—palládium—ezüst:									
30 Au 30 Pd 40 Ag	12,9	1440	2200	65	160	0,08	4,6	—	0,220

8. táblázat

Palládiumötvözetből előállított érintkezőanyagok néhány jellemző tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség g/ml	Olv. pont °C	Forr. pont °C	Keménység HV kp/mm²		Hővez. képesség kal/cms °C	Vill. vez. m/ohm mm²	Vill. ell. hőm. egy. 1/°C. 10⁻³	Fajl. vill. ellenállás ohm mm²/m
				lágy	kem.				
Palládium—ezüst:									
60 Pd 40 Ag	11,4	1330	2200	100	170	0,07	2,5	0,07	0,040
50 Pd 50 Ag	11,3	1285	2200	90	160	0,08	3,1	0,23	0,320
40 Pd 60 Ag	11,1	1225	2200	70	140	0,11	4,9	0,36	0,200
30 Pd 70 Ag	10,8	1150	2200	65	120	0,14	6,7	0,40	0,150
Palládium—réz:									
60 Pd 40 Cu	10,5	1200	2300	120	280	0,09	3,0	0,28	0,330

9. táblázat

Platinaötvözetekből előállított érintkezőanyagok néhány jellmező tulajdonsága

Anyagösszetétel %	Sűrűség %	Olvadáspont °C	Forr. pont °C	Keménység HV kp/mm²		Hővez. kép. kal/cms. °C	Vill. vez. m/ohm mm²	Vill. ell. hőmérs. együttható 1/°C. 10⁻³	Fajl. vill. ellenállás ohm mm²/m
				lágy	kem.				
Platina—irridium:									
95 Pt 5 Ir	21,5	1775	4400	80	140	0,10	5,6	2,00	0,180
90 Pt 10 Ir	21,6	1785	4400	100	180	0,074	4,4	1,30	0,230
80 Pt 20 Ir	21,8	1820	4400	190	250	0,042	3,2	0,80	0,310
Platina—ruténium:									
96 Pt 4 Ru	20,8	1800	4400	120	200	—	3,1	0,85	0,320
Platina—nikkel:									
91,5 Pt 8,5 Ni	19,1	1670	2730	180	260	—	3,4	1,50	0,290
Platina—wolfram:									
95 Pt 5 W	21,3	1850	4400	160	250	—	2,3	0,70	0,043

A palládium—ezüst ötvözetek igen megbízható gyengeáramú kontaktusok. Az ötvözetek keménységét 0,1—0,2 % Ni beötvözéssel növelhetjük.

A palládium—réz ötvözetek főleg az erősáramú iparban nyernek alkalmazást. Hullámvezetők, rezonátorok stb. készítésére megfelelő hőkezeléssel a gyengeáramú technikában is alkalmazhatók. Amennyiben nagy keménység és mechanikai szilárdsági érték szükséges, palládium—ezüst—réz ötvözet célszerűen alkalmazható. Ezek az ötvözetek (pl. 10 % Cu, 60 % Pd, 30 % Ag) jó rugótulajdonsággal is rendelkeznek.

Palládiumötvözetek néhány tulajdonságát a 8. táblázatban összesítettük.

4.5 Ródiumérintkezők

Rendkívül drága, kemény, nehezen megmunkálható fém. Tömör érintkezőként nem alkalmazzák. Előnyös tulajdonsága, hogy mint galvanikus bevonat már 0,1 μm vastagságban is tökéletes védelmet nyújt az alapfémnek, a környezet kémiai hatásával szemben. A galvanikus úton előállított bevonat nagy technikai jelentőségre tett szert. A galvanikus ródiumbevonatok nagy színtartósággal és korrózióállósággal, nagy keménységgel és kopásállósággal, jó csúszási tulajdonsággal tűnnek ki. A bevonatok keménysége HV 600 kp/mm^2 felett van.

Hátránya, hogy a bevonat villamosvezetőképessége lényegesen kisebb, mint a fémródiumé.

A galvanikus ródiumbevonatok 0,1—0,5 μm vastagságban igen alkalmasak az ezüsttel borított érintkezők színtartóságának és korrózióállóságának javítására. A bevonatok növelik az érintkezők kopásállóságát és javítják a csúszási tulajdonságot.

A galvanikus ródiumbevonatok alkalmazási lehetősége az ívfény határ alatt van, mivel a vékony bevonatot a keletkező ívfény hamar elroncsolja.

4.6 Platinaérintkezők

Főleg ott alkalmazzák, ahol nagy kapcsolási biztonság szükséges. Az oxidálási és szulfadizálódási ellenállása miatt az érintkezés nagyon kicsi (15—20 g) érintkezőnyomáson is biztosítva van. Ívhúzás következtében fellépő túlmelegedés a kapcsoló üzemi biztonságára nincs hatással.

A platina bevonatokat széles körben nem alkalmazzák.

1.6.1 Platinaötvözetű érintkezők

A platinához adagolt ötvözők elsősorban azt a célt szolgálják, hogy növeljék a keménységet, a mechanikai kopásállóságot, valamint csökkentsék a platina érintkezők tapadási hajlamát. Platina ötvözeteknél keménységnövelő hatással a palládium, irridium, nikkel, ruténium, wolfram és az ozmium rendelkezik. A megfelelő adalékfém kiválasztása az érintkezőnyomástól, a kapcsolási biztonságtól, az érintkező kívánt élettartamától függ.

Rendkívül elterjedtek a 20 % Ir, 7 % Os, vagy 5 % W tartalmú ötvözetből készített megszakító érintkezők.

A platina ötvözetek néhány tulajdonságát a 9. táblázatban foglaltuk össze.

Érintkezők céljára az iridiumot a gyakorlatban kis mértékben, az osmiumot és ruténiumot nem alkalmazzák. Ezeket a fémeket főleg mint ötvözőket használják csak fel. Galvanikus úton történő leválasztásuk ez ideig nincs biztonságosan megoldva.

Összefoglalás

A híradástechnikában alkalmazott érintkezőkkel, bevonatokkal szemben olyan követelményeket támasztunk, melyeknek csak a nemesfémek, illetve nemesfémötvözetek felelnek meg, amelyek megközelítik az eszményi anyag fogalmát. Ellenállnak a korróziónak, állandó és intenzív érintkezést biztosítanak. Borítófémként történő alkalmazásuk előnyös és gazdaságos.

IRODALOM

[1] *Holm:* Electric Contacts Handbook—Elektrische Kontakte. Berlin (Göttingen) Heidelberg. 1958.
[2] *Merl:* Der Elektrische Kontakt. Firma Dr. Dürrwächter—Doduco Pforzheim. 1959.
[3] *Keil:* Werkstoffe für elektrische Kontakte. Springer Verlag. Berlin (Göttingen) Heidelberg. 1960.
[4] *Schreiner:* Z. Metallkde. 1957. 180—190.
[5] Dr. Laboda: Kohászati Lapok. 1967. 2. sz.
[6] *Von Dipl. -Phys. Kleinle und Dr. O. Loebich:* Galvanotechnik. 1962. Heft 2.

PETRIKOVITS LÁSZLÓ
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Fóliafegyverzetű kondenzátorok nonlinearitásának vizsgálata

ETO 621.319.4:621.391.832.4

Roncsolásmentes vizsgálati módszerként, passzív alkatrészeknél, az utóbbi időben a nonlinearitási vizsgálat is előtérbe került a következő okok miatt:

— tapasztalati megfigyelések támasztják alá, hogy az átlagosnál magasabb nonlinearitási szinttel rendelkező kondenzátoroknál a szerkezeti elemek hiányosságaival lehet számolni,

— a nagy nonlinearitási tényezővel rendelkező kondenzátorok, mint nonlineáris elemek, felharmonikusok keletkezésének forrásai lehetnek és mint ilyenek a felharmonikus tartalomra érzékeny áramkörök működését közvetlenül befolyásolhatják.

Annak érdekében, hogy a nonlinearitási vizsgálatok kellő hatékonyságúak legyenek, mindenekelőtt az optimális vizsgálati körülmények kialakításának lehetőségeit vizsgáltuk, valamint fóliafegyverzetű, poliészter dielektrikumú kondenzátorok nonlineáris tulajdonságainak tanulmányozását végeztük el.

1. Mérési eljárás kondenzátorok nonlinearitásának meghatározására

A kondenzátorok nonlineáris tulajdonsága egyes kondenzátor szerkezeti elemek, pl. kontaktus, fegyverzet stb. ohmos ellenállásának feszültség-függőségével hozható kapcsolatba.

A szerkezeti elemek ellenállásának feszültségfüggősége következtében a kondenzátor feszültség-áram karakterisztikája nonlineáris jellegűvé válik.

Méréstechnikai szempontból nehézséget jelent a kondenzátor nonlinearitásának közvetlen meghatározása, ezért közvetett eljárások a szokásosak.

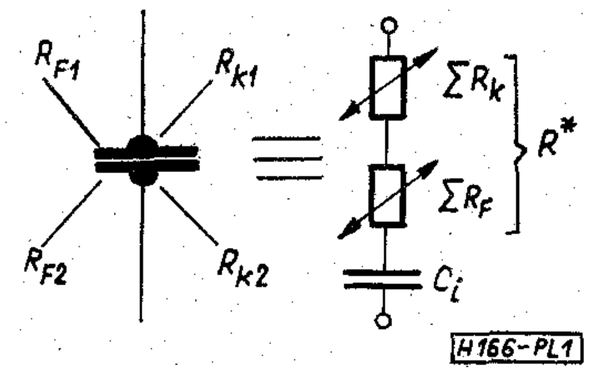
Egyik használatos mérési eljárás a kondenzátorban keletkező 3. harmonikus amplitúdójának a mérésén alapul.

1.1 A szerkezeti elemek helyettesítő kapcsolása

A nonlinearitás-mérés szempontjából a kondenzátor villamos helyettesítő kapcsolása, figyelembe véve, hogy a mérés váltakozó feszültséggel történik, az 1. ábra szerinti, ahol C_i az ideális kondenzátor, R_K a feszültség-függőséget mutató kontaktus-ellenállást és R_F a kondenzátor fegyverzeteinek feszültségfüggőségét reprezentálja.

Az R_K kontaktus ellenállás, amely a fegyverzet és a kivezetők közötti csatlakozó helyeket veszi figyelembe, főképpen a szűkületi ellenállás, valamint az érintkezési helyeket szennyező idegen rétegek következtében rendelkezik feszültség-függő tulajdonságokkal.

Fóliafegyverzetű kondenzátoroknál a fegyverzet fémes vezetése miatt a fegyverzetek feszültség-függősége nem számottevő, ekkor $R^*=R_K$. Gőzölt fegyverzetű kondenzátoroknál a fegyverzet feszültségfüggő tulajdonságokkal rendelkezhet, ezért ilyen esetekben R_F, elhagyása nem minden esetben lehetséges, ekkor $R^*=R_K+R_F$, az ábrának megfelelően.



1. ábra. A kondenzátor feszültségfüggő elemeinek helyettesítő ábrája

1.2 Felharmonikusok keletkezése a nonlineáris V—I karakterisztika következtében

Valamely R^* feszültség-függő ellenállás ellenállásértékének a feszültségtől való függése a következő alakban fejezhető ki

$$R^*=R_0(1+b_1U+b_2U^2+b_3U^3+\ldots)$$

A polaritás függetlenség miatt ez a függvény $+U$ és $-U$ értékekre egyaránt igaz kell, hogy legyen, ezért $b_1=b_3=b_5\ldots=0$, így

$$R^*=R_0(1+b_2U^2+b_4U^4+\ldots) \qquad (1)$$

Az első két tag figyelembevételével közelítőleg

$$R^*=R_0(1+b_2U^2) \qquad (2)$$

Tapasztalat szerint, passzív alkatrészek esetében b_2 előjele negatívnak adódik.

Az ellenállás feszültség-függőségének következtében a feszültségfüggő ellenállás vezetőképessége és ennek következtében feszültség-áram karakterisztikája nonlineáris.

A (2) egyenlet figyelembevételével a vezetőképességnek a feszültségtől való függése, sorfejtés és elhanyagolások után, az alábbi összefüggés segítségével adható meg

$$\sigma^*=\frac{1}{R^*}=\frac{1}{R_0}\,\frac{1}{1+b_2U^2}\approx\sigma_0(1-b_2U^2) \qquad (3)$$

U feszültség hatására R^*-on keresztülfolyó áram értéke

$$I=\sigma_0(U-b_2U^3) \qquad (4)$$

Feszültségfüggő ellenállás kapcsaira tiszta színuszos váltakozó feszültséget adva, nemszínuszos lefolyású, torzított áramgörbe adódik, amely felharmonikusok keletkezésére utal.

Beérkezett: 1972. IV. 26.

Ennek kimutatása céljából $U_G = U_{G0} \sin \omega t$, szinuszosan váltakozó generátorfeszültséget alapul véve, a (4) egyenletbe történő helyettesítés által adódik

$$I = \sigma_0 U_{G0} \sin \omega t - \sigma_0 b_2 U^3_{G0} \sin^3 \omega t \qquad (5)$$

Ismert trigonometriai összefüggések figyelembevételével, (5) a következő alakban írható

$$I = \sigma_0 U_0 \left(1 - \frac{3 b_2 U^2_{G0}}{4}\right) \sin \omega t + \frac{\sigma_0 b_2 U^3_{G0}}{4} \sin 3\omega t \qquad (6)$$

Mivel $b_2 U^2_{G0} \ll 1$, ezért a (6) összefüggés egyszerűsítése által kapjuk, hogy

$$I = \sigma_0 U_{G0} \sin \omega t + \frac{\sigma_0 b_2 U^3_{G0}}{4} \sin 3\omega t \qquad (7)$$

A (7) kifejezés második tagja 3. harmonikus fellépésére utal, amelynek amplitúdója

$$U_3 = \frac{b_2 U^3_{G0}}{4}. \qquad (8)$$

A (7) összefüggés 3. harmonikusnál magasabb felharmonikusok fellépésére nem utal, aminek az az oka, hogy a (2) kifejezés csupán az (1) egyenlet első két tagját veszi figyelembe. További tagok figyelembe vétele esetén, további páratlan számú felharmonikusok fellépése is kimutatható, így például az első három tag figyelembevételekor az áramra nyert egyenletek 5ω körfrekvenciájú komponenseket is tartalmazni fognak, és a 3. harmonikus amplitúdóját ekkor (8) helyett az alábbi összefüggés adja meg

$$U_3 = \frac{1}{4} b_2 U^3_{G0} + \frac{5}{16} b_4 U^5_{G0}. \qquad (9)$$

Tapasztalati adatok alapján azonban a magasabb felharmonikusok amplitúdója rohamosan csökken, ezért kis U_{G0} értékek esetén már az 5. és magasabb felharmonikusok hatásai elhanyagolhatók, elegendő a 3. harmonikus mérése és amplitúdójának a (8) összefüggés szerint történő megadása [1].

A fentiekkel összhangban a kondenzátorra adott U_G színuszosan váltakozó feszültség hatására a kondenzátorban keletkezett 3. harmonikus amplitúdója annál nagyobb, mennél inkább feszültségfüggő az R^*. Ezzel egyenértékű az a megállapítás, hogy a kondenzátorban keletkező 3. harmonikus amplitúdója a kondenzátor nonlinearitásával arányos, ugyanis a (8) egyenlet a következő alakban írható

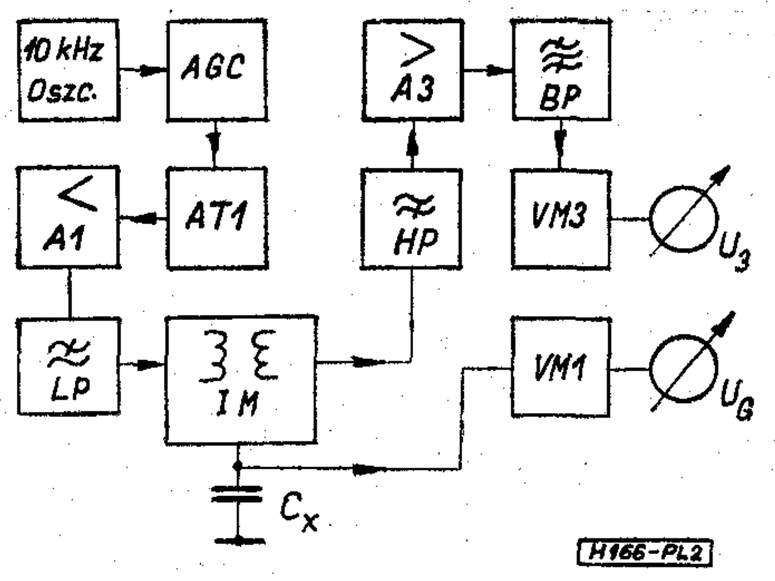
$$U_3 = \frac{1}{4} b_2 U^3_{G0} = K'_N U^3_G, \qquad (10)$$

ahol K'_N a kondenzátor nonlinearitásának mértékére jellemző.

2. Kísérleti rész

2.1 Az alkalmazott mérőberendezés

Vizsgálataink során a 3. harmonikus mérését Radiometer gyártmányú CLT—2 típusú műszerrel végeztük. A mérőberendezés egyszerűsített blokkvázlata a 2. ábrán látható. A 10 kHz-es színuszosan váltakozó feszültséget egy LC oszcillátor állítja elő.



2. ábra. A CLT-2 műszer tömbvázlata

Az AGC amplitúdó szabályozó fokozaton és AT1 osztón keresztül a minimális torzítású A1 teljesítmény erősítőbe jut a jel. A teljesítmény erősítő után LP aluláteresztő szűrőn keresztül jut tovább az IM impedancia illesztő fokozaton át a C_x vizsgálandó kondenzátorra. U_G-nek, a kondenzátorra jutó 10kHz-es feszültségnek, effektív értékét a VM1 csővoltmérő méri.

A vizsgált kondenzátorban keletkezett 3. harmonikus feszültség leválasztására ugyancsak az IM transzformátor szolgál, majd a HP felüláteresztő szűrő után a 30 kHz-es jel erősítését végzi az A3 erősítő fokozat, amelyet BP sávszűrő fokozat követ.

U_3-nak, a 30 kHz-es jel effektív értékének, mérését a VM3 csővoltmérő végzi, amely lineáris és logaritmikus jellegű indikálást egyaránt lehetővé tesz.

A mérőtranszformátor különleges kialakítása és egyéb kapcsolási megoldások biztosítják a műszer mérőköri alkatrészeiben keletkező felharmonikusok kompenzálását.

2.2 Alkalmazásra kerülő fogalmak definíciói

2.2.1 A nonlinearitás mérőszámai

A mérőberendezés U_G és U_3 effektív értékét méri, így a (10) összefüggésben előforduló K'_N arányossági tényező helyett, K_N arányossági tényező használata előnyösebb, amelyet a továbbiakban nonlinearitási tényezőnek nevezünk. Mivel

$$U_{3\text{eff}} = K_N U^3_{G\text{eff}} \quad \text{ezért} \quad K'_N \approx 2K_N. \qquad (11)$$

A K_N értéken kívül a nonlinearitás jellemzésére még további mérőszámok is használatosak, így a 3. harmonikus index [2]

$$3\text{HI} = -20 \log K_N, \qquad (12)$$

valamint a 3. harmonikus csillapítás [3]

$$3\text{HCS} = -20 \log \frac{U_{3\text{eff}}}{U_{G\text{eff}}} \qquad (13)$$

A nonlinearitás (12), ill. (13) szerint történő megadása dB-ben történik.

2.2.2 A kondenzátortípusok nonlinearitási mutatói

Az egyes kondenzátortípusok esetében, nagyszámú mintán végzett mérések alapján, matematikai-statisztikai módszerek segítségével a típusra jellemző mutatók határozhatók meg.

Egy kondenzátortípus, — általánosabb esetben, tétel — jellemző nonlinearitási mutatói a 3HCS szerinti eloszlásgörbe alapján határozhatók meg.

A 3. ábrán 1600 V-os, poliészter dielektrikumú kondenzátorok vizsgálata alkalmával kapott és Gauss-féle valószínűségi papíron ábrázolt 3HCS szerinti eloszlás látható, ahol $3HCS_{max}$ a típusnál megfigyelt maximális csillapítást, $3HCS_{tip}$ amely az eloszlás median értékének felel meg, ugyanakkor a típusra jellemző értéket jelenti.

Ha a vizsgálat célja szelektálás, úgy meg kell adni a szelektálás alapjául szolgáló csillapítási határértéket ($3HCS_{hat}$) is.

Egy konkrét kondenzátortípus esetében $3HCS_{hat}$ számszerű meghatározása, ha a potenciálisan hibás példányok eltávolítása a cél — tapasztalataink szerint — csak ugyanazon típus hosszúidejű élettartam vizsgálati eredményeinek egyidejű értékelésével válik lehetségessé.

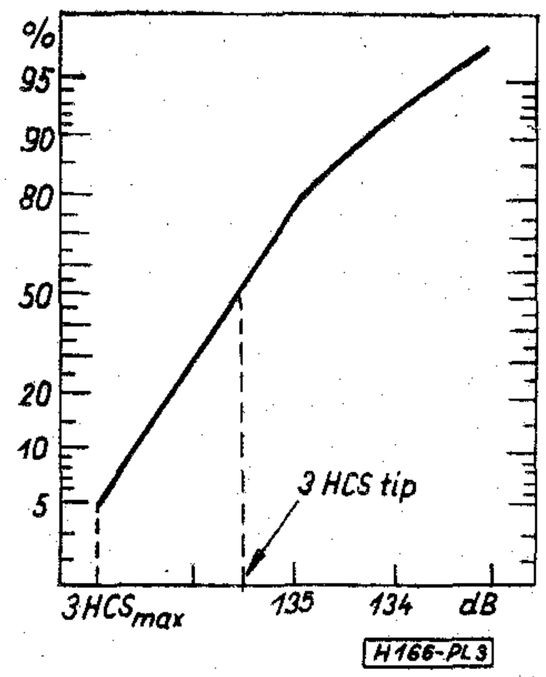
2.3 Vizsgálati eredmények

Vizsgálataink alkalmával első lépésként nem $3HCS_{hat}$ meghatározásra törekedtünk, hanem a következő összefüggések tanulmányozására szorítkoztunk:

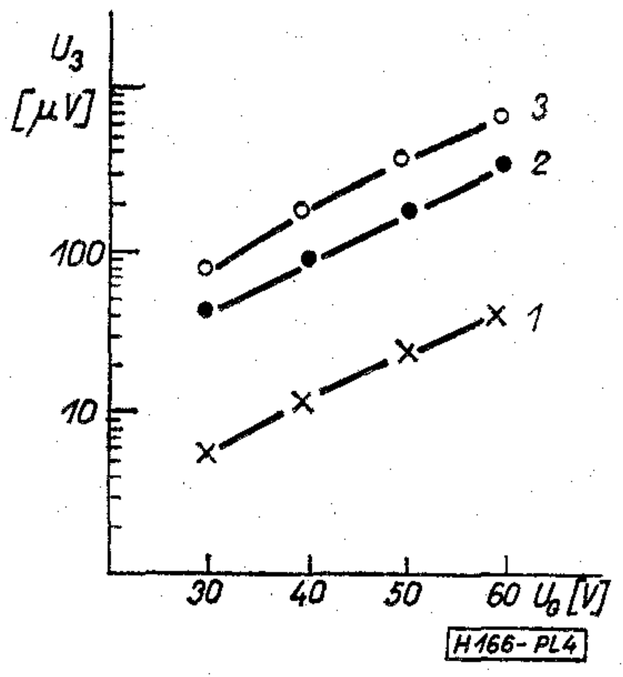
— Azonos konstrukciós kivitelű, de különböző névleges feszültségre készült kondenzátortípusok nonlinearitási mutatói közötti eltérések vizsgálata,

— a tárolás körülményei, mint befolyásoló tényezők, hogyan befolyásolják a nonlineáris tulajdonságokat,

— a K_N nonlinearitási tényező U_G-től való függésének kérdései.



3. ábra. 1600 V-os kondenzátortétel eloszlásképe ($U_G = 30$ V)



4. ábra. A 3. harmonikus amplitúdójának U_G-től való függése

2.3.1 Azonos konstrukciós kivitelű 250 V és 1600 V-os típusok

A 4. ábrán két azonos konstrukciós kivitelű kondenzátortípus vizsgálati eredményeit tüntetjük fel. A vízszintes tengelyen a 10 kHz-es U_G feszültséget ábrázoltuk lineáris léptékben, a függőleges tengelyen pedig a kapott U_3 értéket adtuk meg logaritmikus léptékben.

Az ábrán feltüntetett *1* görbe 22 nF-os, 1600 V-os típus, míg a *2* és *3* görbe 22 nF-os, 250 V-os típus átlagos $U_3 = f(U_G)$ függését mutatja.

Az eredményeket értékelve megállapítható, hogy azonos U_G feszültségek mellett az 1600 V-os típusnál közelítőleg egy nagyságrenddel alacsonyabb átlagos U_3 értékek adódtak.

A kondenzátorok kivitele, konstrukciós megoldása a 250 V és 1600 V-os típusoknál azonos; a fegyverzetek alumínium fóliából készültek, a dielektrikum poliészter fólia, a kivezetők villamos ellenállás hegesztéssel vannak a fegyverzetekhez rögzítve.

Az 1600 V-os típus kedvezőbb viselkedése, feltételezéseink szerint a megnövelt méretekkel (lásd 1. táblázat), így többek között a nagyobb kontaktus

1. táblázat

A vizsgált 22nF-os, fóliafegyverzetű, poliészter dielektrikumú kondenzátorok főbb jellemzői

Tétel sorszám	Mennyiség (db)	Névl. fesz. (V)	Dielektrikum vastagsága (μm)	Külső méretek	
				átmérő (mm)	hossz (mm)
1.	50	1600	40	14	31,5
2.	50	250	12	7	21,5
3—5.	20—20	250	12	7	21,5

felülettel, illetve a vastagabb dielektrikum zsugorodása által biztosított, nagyobb kontaktusnyomással hozható kapcsolatba.

2.3.2 Tételek közötti eltérések

A tételek közötti lehetséges eltérések tanulmányozása céljából, ugyanazon gyártó által előállított 22 nF, 250 V-os poliészter dielektrikumú kondenzátor tételek vizsgálati eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy az azonos típusú, de különböző gyártási szériából származó kondenzátor tételek között eltérések adódtak (4. ábra *2* és *3* görbe).

Jelen esetben a két tétel eltérő viselkedése nem magyarázható kizárólagosan a gyártás esetleges ingadozásával, ugyanis a 2. tételnél a gyártás és U_3 mérése között kb. $2 \cdot 10^4$ óra telt el, amely időszakasz alatt a tételt szobahőmérsékleten tároltuk (*2* görbe).

A 3. tételt egy későbbi időpontban gyártották, mérésére a gyártást követő közeli időszakaszban került sor (*3* görbe).

A 2. táblázatban összefoglaltuk a 4. ábrán feltüntetett tételek $U_G = 30$ V és $U_G = 60$ V mellett nyert $3HCS_{max}$, $3HCS_{tip}$ és $3HCS_{min}$ értékeit. A táblázat alapján megállapítható, hogy a 2. tétel $3HCS_{tip}$ értékei 6...7 dB-el magasabbak voltak mint a 3. tétel esetében észlelt értékek.

2. táblázat

A 3. harmonikus csillapitás értékei

Tétel sorszám	U_G=30 V			U_G=60 V		
	max	tip	min	max	tip	min
1.	136,9	135,6	133,0	124,0	122,7	122,0 dB
2.	121,6	117,8	112,6	109,6	106,8	101,8 dB
3.	114,2	111,4	108,8	102,0	99,6	98,2 dB

2.3.3 Melegtárolás hatása

Feltételeztük, hogy melegtárolás hatására olyan folyamatok játszódnak le a kondenzátorokban, amelyek a nonlineáris tulajdonságok megváltozását okozhatják.

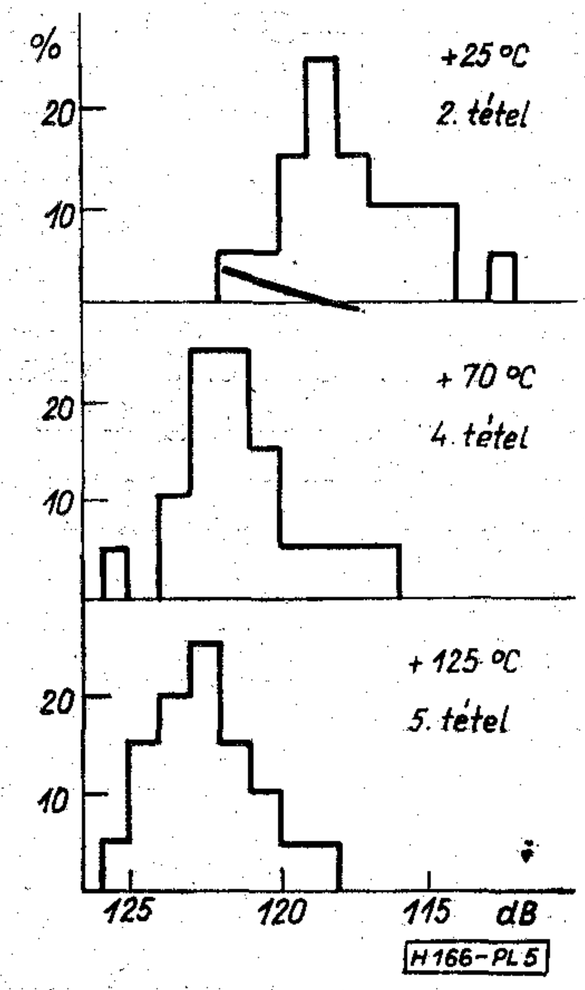
A melegtárolás hatására bekövetkező változások tanulmányozása céljából olyan, azonos gyártási szériából származó, tételeken végeztünk méréseket, amelyeket a mérések előtt +25 °C, +70 °C, illetve +125 °C környezeti hőmérsékleten $2 \cdot 10^4$ órán keresztül tároltunk.

Az egyes tételek 3HCS szerinti százalékos előfordulási gyakoriságát az 5. ábra mutatja. A 2. tétel tárolása +25 °C-on történt (azonos a 4. ábrán szereplő 2. tétellel), a 4. tétel tárolása +70 °C-on, az 5. tételé pedig +125 °C-on történt. A meleg tárolásos vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a szobahőmérsékleten tárolt tételhez viszonyítva a +70 °C és +125 °C hőmérsékleteken végzett $2 \cdot 10^4$ órás tartós tárolás hatására a nonlinearitási mutatók irreverzibilis javulása következett be.

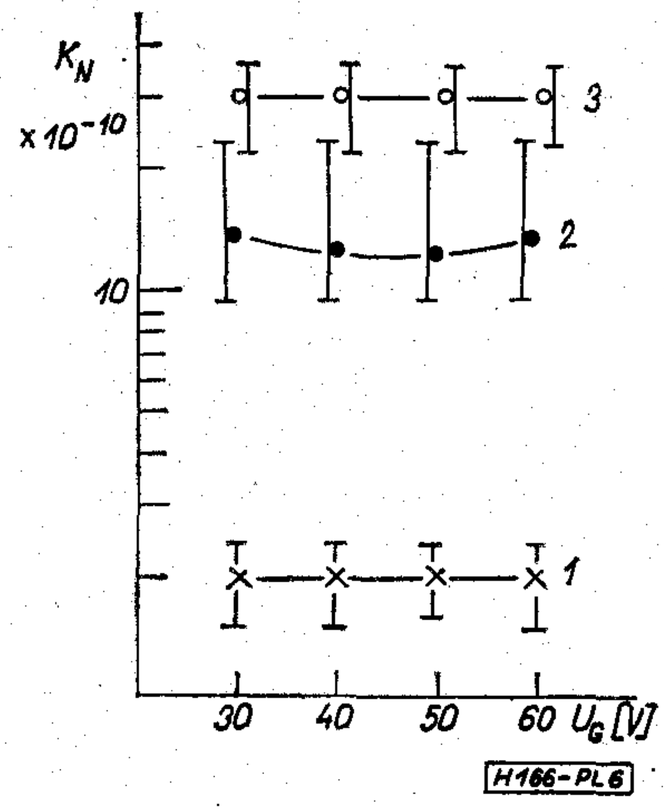
A jelenség magyarázataként feltételezhető, hogy a tartósan megemelt hőmérséklet hatására a poliészterfólia további zsugorodásának következtében fellépő mechanikai erők a fegyverzetek és a kivezetők közötti nyomóerőt növelték, így a kontaktus viszonyok kedvezőbbé válását eredményezték.

2.3.4 A nonlinearitási tényező U_G-től való függése

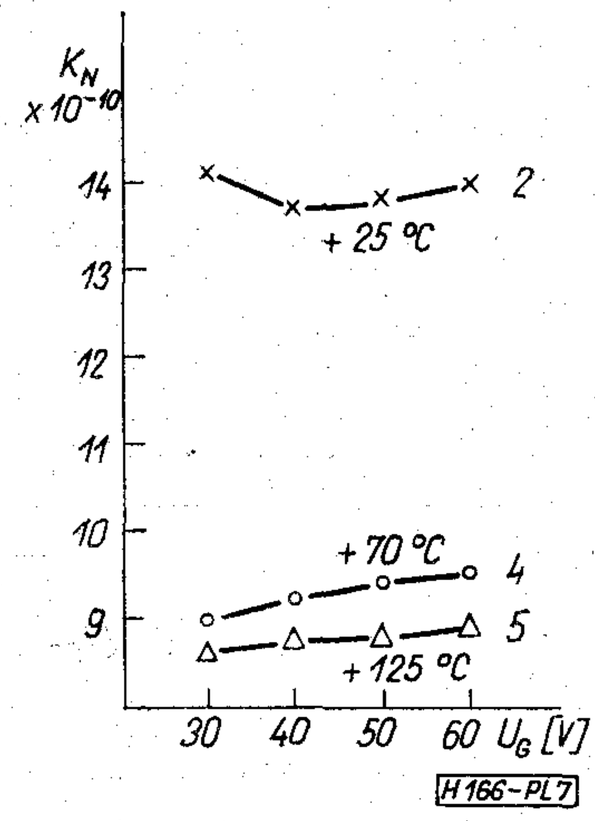
A nonlinearitási tényező U_G-től való függésének vizsgálata céljából a 4. ábra szerinti $U_3 = f(U_G)$ függvények alapján a (11) összefüggés által meghatározott



5. ábra. Tartós melegtárolás után észlelt eloszlásképek



6. ábra. A nonlinearitási tényező U_G-től való függése; 1. és 3. tételek



7. ábra. A nonlinearitási tényező U_G-től való függése; 2., 4. és 5. tételek

K_N értékeket tüntettük fel a 10 kHz-es generátorfeszültség U_G, függvényében a 6. ábrán.

A közölt vizsgálati eredmények, valamint egyéb kondenzátor tételeken végzett vizsgálatok alapján arra lehet következtetni, hogy hegesztett kivezetőjű, fólia fegyverzetű, poliészter dielektrikumú kondenzátoroknál, ideális esetben, U_G széles tartományán belül K_N értéke nem függ a vizsgáló feszültség amplitúdójától.

A különböző hőmérsékleteken $2 \cdot 10^4$ óráig tárolt 250 V-os kondenzátor tételek (2., 4. és 5. tételek) átlagos K_N értékeinek U_G függvényében történt ábrázolását figyelemmel kísérve (7. ábra) megállapítható, hogy a +25 °C-on tárolt 2. tétel átlagos nonlinearitási együtthatója $1{,}4 \cdot 10^{-9}$ értékű, míg a +70 °C- és +125 °C-on tárolt tételeknél kb. $9 \cdot 10^{-10}$, tehát kedvezőbb érték adódott.

A 2. tételnél jelentkező magasabb átlagos nonlinearitási tényezőre az 5. ábrán feltüntetett eloszlásképek alapján is következtethetünk.

A vizsgált feszültségtartományban mindhárom tételnél gyakorlatilag K_N-nek U_G-től való függetlensége volt tapasztalható.

A kapott eredmények azt mutatják, hogy fóliafegyverzetű, hegesztett kivezetőjű, poliészter dielektrikumú kondenzátorok esetében, adott kondenzátor

családon belül, az azonos kapacitású kondenzátorok közül, viszonylagosan a magasabb névleges feszültségű típus rendelkezik kedvezőbb nonlineáris tulajdonságokkal. A jelenség a nagyobb geometriai méretek következtében megnövekedett kontaktus felülettel, valamint a vastagabb dielektrikum fólia által biztosított nagyobb kontaktusnyomással magyarázható.

A poliészter-fólia utólagos zsugorodásával hozható kapcsolatba, hogy a +70 °C-on, vagy annál magasabb hőmérsékleteken tartósan tárolt kondenzátorok átlagos nonlinearitási tényezője kisebb volt annál, mint ami a szobahőmérsékleten tároltaknál kimutatható volt.

A vizsgált típusoknál a nonlinearitási tényező U_G-től való függetlensége volt tapasztalható, ezért a vizsgált U_G feszültség tartományon belül, K_N ismeretében a 3. harmonikus amplitúdójának kiszámítására az $U_3 = K_N U_G^3$ összefüggés korlátozás nélkül alkalmazható.

IRODALOM

[1] *Nögel, O.:* Klirren, Rauschen und Spannungskoeffizient von Schichtwiderständen. Firmenzeitschrift ROEDERSTEIN 16/1970. 57 p.
[2] *Kirby, P. L.:* The non-linearity of fixed resistors. Electronic Engineering 37/1965. 722 p.
[3] IEC Technical Commites N° 40 (Sweeden) 161 March 1967.

Megjelent a hét nyelvű PCM szótár

Az impulzus kód-modulációs technika, az angol Reeves nagy gondolata, már több mint 30 éves. Gyakorlati bevezetése azonban csak a félvezető eszközök rohamos fejlődésével kezdődött meg. 1963 óta fejlesztik különböző nagy ipari laboratóriumok a PCM-berendezéseket. Gazdaságosságuk 1967-ben ért el olyan szintet, hogy az Egyesült Államokban és Angliában nagyobb beruházásokkal több ezer PCM-csatornát helyeztek üzembe. Ettől kezdve valamennyi ország foglalkozott a berendezések fejlesztésével, alkalmazási kérdéseivel és mindazon problémákkal, melyek megoldása szükséges, hogy az új technika a hálózat egyszerű, gazdaságos, de jóminőségű eleme lehessen.

Az utóbbi öt évben ez a technika rohamos fejlődésnek indult, igen nagyszámban foglalkoznak vele műszakiak, és a nemzetközi testületek is fő feladatuknak tekintik ezen berendezéstípusok egységesítését. A nemzetközi összeköttetések felépítéséhez szükséges szabványok megalkotása is gyors léptekben halad előre. A PCM technika, mely a digitális információ feldolgozás igényeivel egyező irányban halad, új területekre is kezd betörni. Ma már ezen az elven alapuló kapcsolástechnikai berendezések is készültek kísérleti jelleggel, előfizetői végállomásokat terveznek, és beszéd mellett adat, távíró, kép és zenei műsor átviteléhez is használják.

A rohamos fejlődés szükségessé tette új fogalmak megalkotását, új szavak formálását, ill. a meglévő szavak PCM-technikai tartalommal való kitöltését. A gyors fejlődés miatt különböző országokban és az országokon belül különböző szakterületeken eltérő értelemben használtak szavakat, vagy azonos fogalmakra különböző szavakat vezettek be. A szó-, és fogalomalkotás különbségei nehezítették a nemzetközi szabványosítási munkát, de egy országon belül is a különböző területen dolgozók között sok félreértésre adott alkalmat a definíciók hiánya.

Ebből a felismerésből kiindulva kezdte meg néhány évvel ezelőtt a CCIT a PCM-szakterület definícióinak megalkotását, ill. összefoglalását. A munka a nemzetközi testületeknél szokásos megfontolt, körültekintő ütemben halad előre. Ez azonban többeket nem elégített ki, különösen azért, mert a meghatározások csak angol nyelven készültek el, kiegészítve a címszó francia fordításával. Magyarországon is felmerült a szóhasználat egységesítése, különös tekintettel arra, hogy különböző nyelvű szakcikkek fordításánál azonos értelmet, azonos szóval lehessen megadni. Ezt az igényt felismerve, a Közlekedéstudományi Egyesület Postai tagozatának vezetésével, a Híradástechnikai Egyesülettel együttműködve egy munkabizottság létesült a PCM-szakterület szavainak összegyűjtésére, ezeknek több nyelven való megadására, valamint az értelmezésük egységesítésére.

A Munkabizottság 2 éves munkájának eredményeként 1972 decemberében megjelent a 7-nyelvű PCM szakszótár, 120 oldal terjedelembe. A szótár angol, francia, német, magyar, olasz, orosz és spanyol nyelven tartalmazza a szakkifejezéseket. Index rendszere lehetővé teszi, hogy bármelyik nyelvről bármelyik nyevre való fordításnál a PCM-szakkifejezések azonosíthatók legyenek. Ezenkívül angol és magyar nyelven tartalmazza valamennyi kifejezés meghatározását. A szakkifejezések nyelvi helyességének biztosítása érdekében valamennyi anyag, a Posta nemzetközi kapcsolatainak felhasználásával, olyan kutatók és kutatóintézetek is ellenőrízték, véleményezték és javították, ahol ilyen munkával foglalkoznak, és a kutatók az adott nyelvet anyanyelvükként használják. Így pl. az angol nyelvű anyag az IPF, az olasz nyelvű anyag a Telettra, a francia a CNETY, a spanyol a kubai Központi Hírközlési Laboratórium, az orosz pedig a moszkvai CNIISz kutatóintézet által átnézve, és javítva került a kötetbe.

A kötet első példányait a CCITT PCM-mel foglalkozó novemberi munkabizottságának ülésére az érdekelt magyar munkabizottsági tagok magukkal vitték. Általános elismerést váltott ki a szótár, és nyilvános dícséretben is részesült, mert hasonló átfogó munka még a nemzetközi irodalomban nem jelent meg. A rendelkezésre álló példányok szétosztása után több külföldi delegátus kérte, hogy részére feltétlenül biztosítsunk néhány példányt, mert ez munkáját nagymértékben elősegítené. A többszöri átnézés eredményeként sajtóhibák csak minimális mennyiségben fordulnak elő. Kritika érte azonban a szótárt a német szóanyag miatt, mert a német nyelv ma már nem egységes. A szótárban a Német Demokratikus Köztársaság nyelvhasználatát vettük alapul és ettől ma már több helyen eltér a Német Szövetségi Köztársaság nyelvhasználata (a helyzet ma már hasonló az angol-amerikai szóhasználatban lévő helyzethez). A későbbiekben ezt a jogos kritikát számegjelöléssel igyekszik majd a Munkabizottság kiküszöbölni.

A megjelent szótár nemcsak Magyarországon, hanem az egész világon elsőként öleli fel a PCM-szakterület valamennyi szakkifejezését.

Novák István

A szótár a Posta Dokumentációs Központján (XII. Krisztina krt. 6—8.) keresztül térítés ellenében igényelhető.

SZEMLE

Összeállította: BALOGH PÁL

A mintegy tíz évvel ezelőtt megindult tüzelőanyag cellás elektromos energia-fejlesztés nagyságrendi változást ért el. Az űrhajósok számára készített néhány száz wattos hidrogén-oxigén üzemű cellákat építő Pratt és Whitney Aircraft cég, földgázzal és levegővel működő 14,5 kW teljesítményű energia cellákat épített. A 100 V egyenfeszültséget adó cella hálózati frekvenciájú váltóáramra való átalakítás után is 12,5 kW teljesítményt ad. *(ETZ, 1972. Heft 18.; Dr. S. J.)*

*

Az egyik legújszerűbb hírközlési módszer fénysugárnak üveg vezetőszálon való továbbítása. A megfelelő rövid és nagy energia tartalmú fényimpulzusok előállítását a laser megjelenése tette lehetővé. Vele párhuzamosan megjelentek a kis tehetetlenségű fényérzékelő eszközök is. Legnagyobb problémát a megfelelő kis csillapítású üveganyag megvalósítása okozta. A Corning Glass Works amerikai cégnek most sikerült a 4 dB/km csillapítású üveget elkészíteni és már a 2 dB/km csillapítású anyagon dolgoznak. E hír hatására a vezető nyugat-európai híradástechnikai cégek érdeklődése is nagymértékben megnőtt a téma irányában. *(Funkschau, 1972. Heft 17.: Dr. S. J.)*

*

Amerikában az utóbbi időben számos „kemény" landolás történt a repülőtereken a talajhoz közeleső légrétegekben keletkezett forgószelek miatt. Ezek észlelésére megfelelő mérőműszert fejlesztettek ki. A műszer a radarok működési elve alapján dolgozik, de rádióhullámok helyett hanghullámokat alkalmaz. A jeleket a biztonságos repülőforgalomhoz megfelelő pontossággal észleli *(Electronics, 1972. No 18.; Dr. S. J.)*

*

Az 1972. október 2–6. között Prágában megrendezett „DATOS 72" nemzetközi számítástechnikai szakkiállításon az európai és amerikai számítógépipar szinte valamennyi neves képviselője kiállított.

A kiállításon a VIDEOTON 1010 B és TPA/i kisszámítógéprendszereket és MOM perifériákat mutatott be. A látogatottság igen nagy volt; a régebbi partnereken kívül mintegy 80 komoly érdeklődő jelentkezett. Az 1010 B rendszerek iránt elsősorban ipari üzemek, míg a TPA/i berendezések iránt tudományos intézetek érdeklődtek. A periféria beszerzésben érdekelt cégek elsősorban gyors (min. 75 kar/s sebességű) lyukszalag lyukasztókra jelentették be igényüket. A kiállítással egyidejűleg rendezett „VIDEOTON Számítástechnikai Napon" 113 résztvevő jelent meg, az elhangzott előadások témái a következők voltak:

— VIDEOTON 1010 B számítógép alkalmazása szatellit gépként,
— PROCESS folyamatszabályozó programcsomag VIDEOTON 1010 B számítógépre,
— VIDOS adatfeldolgozás operációs rendszer,
— A KFKI TPA/i számítógép családja. *(KGM—MTTI információ.)*

*

Az elektromechanikus alkatrészek várható fejlődését elemző tanulmányok többsége 15 év távlatában vizsgálja a különböző irányzatokat. Általános megállapításuk, hogy a fejlődést a mikroelektronikai technológiák és eszközök térhódítása fogja meghatározni. Az alapvető törekvések jellemzésére az alábbi négy szempontot emelhetjük ki:

— kis méretek (miniatűrizálás),
— fokozott élettartam és nagyobb megbízhatóság,
— új technológián alapuló megoldások, új alapanyagok és gyártástechnológiák alkalmazása,
— illeszkedés az új készülékgyártási technológiákhoz (nyomtatott huzalozás, forrasztásnélküli vezetékbekötés).

A berendezések bonyolultságának növekedése, valamint az építőszekrény elv következetes alkalmazása főleg a csatlakozók és a foglalatok esetén az igények minőségi és mennyiségi növekedését hozza magával. Egyes előrejelzések szerint az áramkörök integrációs fokának növekedése, s a megbízhatóság fokozódása olyan összetett, meghibásodás esetén kiemelhető és selejtezhető modulok kifejlesztését eredményezi majd, amelyek a készülékekben alkalmazott csatlakozók és foglalatok számát mérséklik.

Várható az integrált áramköri foglalatok felhasználásának fokozott növekedése. A nagy érintkező-sűrűségű csatlakozó konstrukciók mellett a fejlesztés központi célkitűzése olyan csatlakozó rendszerek kialakítása, amelyek teljes áramköri részegységek befogadására és mechanikai rögzítésére alkalmasak. Előtérbe kerülnek az „erő nélküli" (zero force) csatlakozó konstrukciók, amelyeknél az érintkező-nyomás a kártya, illetve készülékegység csatlakozása után reteszelő szerkezet segítségével hozható létre.

A nagysebességű áramkörök és digitális rendszerek elterjedése olyan soksarkú csatlakozó sávok és kártya-csatlakozók alkalmazását teszi majd szükségessé, amelyek a hagyományos koaxiális tápvonal- és csatlakozó-elrendezés nélkül reflexiómentes, illesztett hullámellenállású csatlakozást tesznek lehetővé. E téren hosszútávú prognózisként tekinthető két amerikai cég — Texas Instruments és az AMP — nemrégiben ismertetett fejlesztési koncepciója.

A nagyfrekvenciás és mikrohullámú berendezések terén az ott alkalmazható csatlakozók vonatkozásában a szubminiatűr koaxiális érintkezőket tartalmazó hibrid csatlakozó konstrukciók, valamint szalag-tápvonalak (strip-line) és a koaxiális rendszerek csatlakozását biztosító szubminiatűr típusok fejlesztése jellemzi a fejlődés útját.

A kiemelhető érintkezőjű megoldások további térhódítása mellett egyre nagyobb szerephez jutnak az újabb, megbízhatóan és automatizáltan forraszthető, valamint a forrasztásnélküli bekötésű (pl. mini-wrap, termi-point) csatlakozószerkezetek. *(KGM—MTTI információ.)*

*

Az elmúlt időszakban egyre több rádió és televízió vevőkészülékben alkalmaztak integrált áramköröket. Ily módon növekedett ezen készülékek megbízhatósága, javult a készülékek szervizelhetősége és csökkent a beépített alkatrészek száma. Mivel egyre több cég jelentkezik integrált áramköröket tartalmazó közszükségleti elektronikai termékekkel, a szakértők körében véleménykutatást rendeztek arra vonatkotóan, hogy milyen irányzatok érvényesülnek a készülékgyártásban az új félvezető eszközök alkalmazása során.

Az egybehangzó vélemények szerint az analóg integrált áramkörök iránti kereslet növekedésével azok ára számottevően mérséklődni fog, éppúgy mint az a digitális áramköröknél már korábban bekövetkezett. Az alkatrészgyártók 1973-ban nem tartják valószínűnek a közszükségleti berendezéshez szükséges integrált áramkörök iránti igények kielégíthetőségét.

Az alkalmazás terén a következő fontosabb irányzatok figyelhetők meg:

— Egyre több integrált áramkört építenek be az újabb konstrukciójú készülékekbe;
— a már kísérleti gyártás vagy fejlesztés stádiumában levő bonyolultabb integrált áramkörök 2—3 jelenlegi áramkör funkcióját fogják ellátni;
— a színes televízió-vevőkészülékekben előreláthatóan már a közeljövőben 5—6 integrált áramkört alkalmaznak — a nagyfeszültségű egységek kivételével lényegében mindent integrálnak;
— alapvetően fontos tényezővé válik az integrált áramkörök elterjedésénél a megbízhatóság javulása, hiszen magas szervizköltséggel kell számolni;
— az előző trend egyben azt is jelenti, hogy a készülékek modul felépítése fog dominálni;
— feltehetően az integrált áramköröket gyártó vállalatoknak részt kell vállalni gyártmányaik meghibásodásából származó javítási költségekből.

A jelenlegi helyzetet elemezve megállapítható, hogy az integrált áramkörök a közszükségleti elektronikában elsősorban a televíziós-vevőkészülékekben kerülnek alkalmazásra.

A rádió vevőkészülékekben kisebb mértékű lesz a felhasználás. Megindult az integrált áramkörök felhasználása azonban az autóiparban, a különböző háztartási gépek gyártásánál, s a fényképezőgépek, film felvevőgépek előállításánál. Ma még különlegességszámba mennek az ugyancsak integrált áramkörökre épülő elektronikus karórák, amelyek elterjedésével kapcsolatos előrejelzések erősen eltérőek.

A legújabb típusú televízió-vevőkészülékekben már 6—10 lineáris integrált áramkört is alkalmaznak, a rádió vevőkészülékek legmodernebb változatai pedig 3—4 ilyen egységet tartalmaznak. Alig több, mint egy éve jelentek meg a piacon az elektronikus karórák, de egyes becslések szerint 1980-ig mintegy 100-millió elektronikus karórát fognak eladni. A rendkívül optimista becslés azon alapul, hogy az elektronikus karórák könnyen kezelhetők, igen pontosak és tetszetős kivitelűek. Számítanak arra is, hogy a jelenlegi, viszonylag magas ár rohamosan csökken.

Az integrált áramkörök közszükségleti elektronikában való elterjedését országok szerinti bontásban elemezve, megállapítható, hogy e téren az NSZK és Japán vezet. Ezeket követően a sorrend az Amerikai Egyesült Államokkal, Angliával és Franciaországgal folytatódik. *(KGM—MTTI információ.)*

*

A különböző előrejelzések már néhány évvel ezelőtt rámutattak arra, hogy a hetvenes évek elektronikai iparában több dinamikus változás következik be. Ezek között az egyik legjellegzetesebb aránymódosulás eredményeként erőteljesen növekedni fog az ipari ellenőrző és folyamatszabályzó elektronika iránti igény. Ezek a rendszerek alapvetően fontosak a nagyobb termelékenységű, jobb kihozatalú gyártás megszervezéséhez és kialakításához. Az elektronikai iparon belül elsősorban a félvezető eszközök gyártásának önköltségcsökkentése sürgeti az elektronika kiterjedt alkalmazását.

A vezető nyugat-európai nagyvállalatok közül a Siemens, Philips és az AEG-Telefunken viszonylag gyorsan reagált — már meglevő gyártási kapacitása korszerűsítésével és kibővítésével — a kereslet várható felfutására. Az említett vállalatok közül főleg a Siemens rendelkezik olyan korszerű ipari elektronikai rendszerekkel és berendezésekkel, amelyek igen célszerűen alkalmazhatók a hajóépítésben, valamint az acél- és gépgyártás különböző területein.

A Siemens cég és az érdekelt szovjet partnerek közötti, nemrégiben befejeződött tárgyalások eredményeként kooperációs szerződés jön létre. Ennek értelmében — 1972 végétől kezdődően — tervezési és gyártási együttműködés jön létre, amely elsősorban az automata mérő- és ellenőrzőrendszerek tervezésére, illetve gyártására terjed ki.

Amint arra Helmuth Hoffmann, a Siemens konszern vezérigazgatója utalt, ez a megállapodás csak egy részét képezi annak a szerződésnek, amelyet a Szovjetunió Tudományos és Műszaki Bizottsága és a Siemens konszern kötöttek. A szerződésben foglaltak kétéves kooperációs időszakra vonatkoznak.

A Siemens konszern ettől a szerződéstől egyben azt is reméli, hogy a kialakuló többirányú kapcsolat lehetővé teszi szovjetunióbeli és a szocialista országok felé irányúló értékesítésének hatékony kibővítését. *(KGM—MTTI információ.)*

*

1972 elején kezdődtek meg a tárgyalások a francia és lengyel vállalatok között, amelyek célja a lengyelországi telefonközpontok létesítéséhez szükséges francia híradástechnikai berendezések biztosítása. A tárgyalások eredményeként két francia vállalat a Le Material Telephonique és a Generale de Constructions Telephonique 140 millió frankos megbízást kapott, s ez a megbízás képezi a júliusban aláírt szerződés egyik részét. Az említett megbízás értelmében a két vállalat a 600 ezer telefonállomás bekötésére alkalmas varsói telefonközpont teljes híradástechnikai berendezését fogja szállítani.

A francia—lengyel megállapodás másik részében egy 50 millió frankos szerződés megkötésére került sor, amelynek megfelelően a Citalcatel francia cég egy további telefonközpont berendezéseit fogja szállítani. Ez utóbbi telefonközpont Poznan mellett épül, s 100 ezer állomás bekötésére alkalmas.

A francia vállalatok tehát együttesen 190 millió frankos megrendelést kaptak Lengyelországtól, amely két korszerű telefonközpont építésére vonatkozik. A lengyel részről elhangzott megállapítások szerint, amennyiben a szerződés keretében kapott telefonközpontok korszerűsége és megbízhatósága megfelel az általuk támasztott igényeknek, további telefonközpontok átvételére is sor kerül majd. *(KGM—MTTI információ.)*

Ralph Land, az ICL kelet-európai igazgatója szerint az ICL cég eredménye a Szovjetunióban és Kelet-Európában azt igazolja, hogy az angol számítógépgyártó cég versenyezni tud az IBM-el. Mr. Land szerint az ICL a szocialista országokban nem azért ért el sikereket, mert az amerikai számítógépgyártók törekvéseit az USA kormányzata korlátozta, sikerük titka a jobb marketing stratégia. Becslése szerint a Szovjetunió összes computer importjának 60%-át az ICL berendezések teszik ki, Lengyelországban ez szintén 60%, míg Csehszlovákiában 30%.

Az ICL stratégiájáról azt mondta el, hogy amikor egy gépet eladnak Kelet-Európában, azonnal állandó szolgáltató irodát is nyitnak rendszermérnökökkel, programozókkal és tanácsadókkal. Ugyanakkor az IBM Univac és Honeywell emberei nyugat-európai országokból látogatják e piacokat. Az ICL-nek 40 fős kirendeltsége van Moszkvában. Mivel az indulás jó volt, azt várják, hogy a vásárlás motivációi fennmaradnak most is, amikor a verseny éleződik. Az ICL kb. 80 számítógépet adott el Kelet-Európában, míg az IBM 60-at és az ICL rendszerei kiépítettségükben is meghaladják az IBM-ét. *(Electronics, 1972. aug. 28.)*

*

A Honeywell még ez év őszén kb. 5 millió $ értékben két darab 615-ös típusú computerrendszert szállít Leningrádba az állami banknak. A kettős rendszer Leningrádban egy távadatfeldolgozó hálózat központjaként fog üzemelni. A bank egyes fiókjait összesen 100 Honeywell terminál köti össze a leningrádi számítóközponttal. A két 615-ös rendszer (egyenként 64 K kapacitással; továbbá két Datanet 30 kommunikációs számolóval, a hozzátartozó perifériával és 6 lemezállománnyal, 8 mágnesszalag egységgel) a bank adminisztrációs automatizálását segíti elő.

A Honeywell értékesítés tekintetében fokozottan a szocialista országok felé orientálódik. A kölni kirendeltség az NDK piacával, Párizs a Szovjetunióval, az osztrák Honeywell-Bull pedig Lengyelországgal, Magyarországgal, Romániával, Bulgáriával és Csehszlovákiával keresi az üzleti kapcsolat lehetőségét. A Honeywell ettől az átszervezéstől a szocialista országok piacainak rugalmasabb „megdolgozását" várja. *(Zeitschrift für Datenverarbeitung, 1972. szept.)*

*

Zágrábban megnyitották Jugoszlávia legnagyobb és legkorszerűbb számítóközpontját, ahol a szakembereknek olyan berendezések állnak rendelkezésére, mint az IBM 360—30 és a 370—155.

Ezenkívül üzembehelyeztek egy információs hálózatot, mely az ország 29 számítóközpontját köti össze. Jugoszláviában jelenleg 400 számítógép üzemel. Az elsőt 1960-ban a Szövetségi Statisztikai Hivatal helyezte üzembe. Az 1960—1967 közötti időszakban további 50 berendezést vásároltak. A tényleges computer-boom 1968-ban kezdődött, amikor 45 új computert helyeztek üzembe. 1969-ben a jugoszláv vállalatok többet fordítottak computervásárlásra, mint a korábbi években összesen. 1969 végén már 200 számítógép üzemelt. Az IBM 1968-ban kinevezte jugoszláviai képviselőjét — ez volt az első külföldi elektronikai vállalati képviselet Jugoszláviában — és megkezdte a számítógépszakemberek oktatását. 1971. végéig az IBM Jugoszláviában 185 számítógépet helyezett üzembe, ami darabszám tekintetében 55, érték vonatkozásában pedig 85%-os részesedésnek felel meg.

A Honeywell-Bull, General-Electric 13—13, a Univac 12, az Aritma 7, NCR 6, ICL 3, Zuse 1,8, CET (Jugoszlávia) 1,8, CII 0,9, és a Control Data 0,6%-os részesedéssel rendelkezik. Szakemberek becslése szerint a „computer forradalom" Jugoszláviának legalább 500 millió $-ba kerül. Ez a szükséges minimum ahhoz, hogy a computer-technológia általános fejlődésével lépést tudjanak tartani. Problémát jelent a jelenlegi computer-rendszerek sokfélesége. A Szövetségi Kereskedelmi Kamara Kutatási és Fejlesztési Titkársága elkészítette az „információs-rendszer" tervezetet, melynek célkitűzése a különböző számítógép-rendszerek összehangolása. *(Die Komputerzeitung, 1972. szept.)*

*

A Harward egyetem professzora, Dr. Thomas Cheetham szerint Kína számítógépgyártása sokkal fejlettebb, mint azt az Egyesült Államokban feltételezték.

Az amerikai szakemberek meglepetéssel állapították meg, hogy a kínaiak által gyártott integrált áramkörökkel szerelt „harmadik generációs" számítógépek már üzemelnek a pekingi akadémia számítóközpontjában.

Az bizonyos, hogy a kínaiak bizonyos perifériák tekintetében, pl. a dobmemoriák és diszkek gyártása területén elmaradnak az amerikai cégek mögött. Sornyomtatójuk sebessége 600 sor/perc, szemben az Egyesült Államok 1000 sor/perc sebességű sornyomtatójával. Ezzel szemben a szalagtekercselők minősége vetekszik az amerikaiak gépeivel. *(Le Monde, 1972. aug. 31.)*

*

Lengyelország R 30-as számítógépét Poznanban mutatta be első ízben. Ez a berendezés a KGST egységes rendszerének közepes nagyságú, harmadik generációs berendezése. Az integrált áramkörökkel készült R 30 a lengyel és szovjet ipar közös terméke. Az NDK is kiállított egy harmadik generációs számítógépet, a Robotron 21-et, mely a KGST közös program NDK változata. *(Zeitschrift für Datenverarbeitung, 1972. szept.)*

*

A televízió elterjedésével kapcsolatos néhány közlést ismertetünk, országok szerinti bontásban:

A Szovjetunióban jelenleg 35 millió televízió-előfizető van. 1970-ben 5,3 millió televízió-vevőkészüléket hoztak forgalomba.. Rendszeres színes adás folyik Moszkvában, Kievben és Tbilisziben, heti 25 órában.

Jugoszláviában 1,3 millió bejentett és hozzávetőlegesen 200 000 illegálisan üzemeltetett fekete-fehér televíziókészülék van. A PAL-rendszerű színes kísérleti adást a Ljubljana-Kravec-i adón már megindították, s a tervek szerint még ebben az évben megkezdi a színes kísérleti műsor sugárzását a belgrádi televízióközpont is.

Norvégiában ebben az évben kezdik meg a rendszeres színes adást, kísérletképpen a PAL-rendszert alkalmazzák.

Japánban 1971 végén kereken 23 millió televízió-vevőkészüléket tartottak nyilván. Ezek közül 7,3 millió a színes vételre alkalmas készülék, azaz a televízió-vevőkészülékek számának mintegy 31%-a. Az illegális, „orvnézők" számát a hivatalos nézőszám 15%-ára becsülik.

A PAL-rendszerű Hitachi színes televízió-vevőkészülék ára Angliában — a képernyő méretétől függően — 1715-2000 WDM. Összehasonlításként megjegyezzük, hogy a British Radió Corporation 36 cm-es ernyőátmérőjű színes vevőkészülékének ára mintegy 1600 WDM. *(MTTI információ.)*

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A **Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola** (Budapest VIII., Tavaszmező u. 17.) pályázatot hirdet székesfehérvári kihelyezett tagozatára, számítástechnikai oktatás területén betöltendő főiskolai tanári, docensi, adjunktusi és tanársegédi állásokra.

A kinevezendő oktatók feladata lesz az „Elektronikus számítógépek", „Számítógépek áramkörei és mérésük", „Perifériális berendezések", „Hibridtechnika" tárgyak valamelyikének oktatása, ezen témakörökbe tartozó jegyzetek írása, laboratóriumi mérések továbbfejlesztése, a szükséges oktatási segédletek elkészítése, laboratóriumi és tantermi gyakorlatok vezetése.

Pályázati feltételek: műszaki egyetemi végzettség, főiskolai tanárnál legalább 10, docensnél 8, adjunktusnál 5 éves felsőoktatási, illetve ipari gyakorlat és legalább egy világnyelv ismerete (tanári pályázatoknál a tudományos fokozattal rendelkezők előnyben részesülnek).

A pályázathoz csatolni kell:

1. C. 0243—15/a r. sz. kitöltött és aláírt törzslapot;
2. egyetemi végzettséget igazoló oklevél másolatot;
3. erkölcsi bizonyítványt;
4. részletes önéletrajzot;
5. a tudományos munkásság felsorolását.

A betöltendő állások után a 201/1970. (M. K. 5.) MM. sz utasításban közölt illetmény jár.

A pályázatot a főiskola főigazgatójához kell — a közzétételt követő egy hónapon belül benyújtani.

Dr. Szilágyi Miklós
főigazgató

Tartalmi összefoglalások

ETO 519.25:62—192:621.3.019.3

Balogh A.—Dr. Dukáti F.:

Megbízhatósági vizsgálatok Weibull-eloszláson alapuló mintavételi eljárásai és tervei

HÍRADÁSTECHNIKA XXIV. (1973) 1. sz.

A szerzők a Weibull-eloszláson alapuló mintavételi tervekkel és eljárásokkal kapcsolatos matematikai kérdéseket tárgyalják. Az eljárások és táblázatok alkalmazására gyakorlati példákat közölnek. A dolgozatban ismertetett mintavételi tervek a várható tényleges működés, illetve a meghibásodási ráta ellenőrzésére szolgálnak. A Weibull-eloszlás gyakorlati alkalmazhatósága szükségessé teszi az eloszláson alapuló mintavételi eljárások szabványosítását.

ETO 621.3.066.6:621.39.066.6:669.218/228

Dr. Laboda S.:

Híradástechnikai nemesfém érintkezők és nemesfémbevonatok

HÍRADÁSTECHNIKA XXIV. (1973) 1. sz.

A szerző a híradástechnikában alkalmazott érintkezőkkel szemben támasztott követelmények alapján állította össze a felhasználható érintkezőanyagok csoportjait. Ezeknek a követelményeknek legjobban a nemesfémek és nemesfém ötvözetek felelnek meg, amelyeket „tömör" anyagként és „bevonatként" alkalmazhatunk. Nemesfémekkel történő anyagborításnál a mechanikai és galvanikus módszereket különböztetjük meg. A nemesfémek és ötvözetek borítófémként történő alkalmazása előnyös és gazdaságos, mert a felhasználásnál a plattírozott anyagok egyes lényeges tulajdonságai megegyeznek a tömör nemesfémével.

ETO 621.375.012:621.376

Redl R.:

Kapcsolóüzemű modulátorerősítő átviteli karakterisztikájának vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA XXIV. (1973) 1. sz.

A szerző megvizsgálja a „D" osztályú kapcsolóüzemű erősítő működési viszonyait nagy szinten modulált A3 üzemű adóberendezések hangfrekvenciás végfokozatában. Számítással meghatározza az eredő átviteli karakterisztikát, a keletkező torzítások okait és az ezek csökkentését biztosító szempontokat. Összehasonlítja az új áramkör és a klasszikus „B" osztályú modulátor tulajdonságait.

ETO 621.319.4:621.391.832.4

Petrikovits L.:

Fólia fegyverzetű kondenzátorok nonlinearitásának vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA XXIV. (1973) 1. sz.

A kondenzátorok minőségét és megbízhatóságát kontaktus bizonytalanságok is befolyásolják. A kondenzátorban levő kontaktus helyek minősége és ezek feszültség-áram karakterisztikájának nonlinearitása között összefüggés mutatkozik. A kondenzátorra váltakozó feszültséget adva felharmonikusok keletkeznek a nonlineáris karakterisztika következtében. A 3. harmonikus amplitúdója (U_3) és az alapfrekvencia (U_G) között $U_3 = K_N U_G^3$ összefüggés mutatható ki. Kísérleti eredmények alapján a K_N nonlinearitási tényezőre nyert adatokat közöl a szerző, valamint egyes, a nonlinearitási tényezőt befolyásoló paraméterek hatásait vizsgálja.

Обобщения

ДК 519.25:62—192:621.3.019.3

Балог, А.—Д-р Дукати, Ф.:

Испытание надежности изделий на основании выборочных планов и процедур с распределением Вейбулла

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIV. (1973) № 1.

В работе рассматривается авторами математическое обоснование выборочных планов и процедур для испытания надежности изделий с распределением Вейбулла. Для практического применения изложенных процедур и таблиц приведены примеры. Указанные планы предназначены для контроля математического ожидания наработки и интенсивности отказов из-за широкого применения функции типа Вейбулла при определении вероятности безотказной работы предлагается стандартизации соответствующих выборочных планов.

ДК 621.375.012:621.376

Редл, Р.:

Испытание характеристики передачи усилителя-модулятора в коммутационном режиме

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIV. (1973) № 1.

Автор испытавает условия работы усилителя класса «*D*» при коммутационном режиме в конечном касадке низких частот передающего устройства режима А3, модулированного на высоком уровне. Определяется расчетом результирующая характеристика передачи, причины возникающих искажений и точки зрения их уменьшения. Сравниваются свойства новой схемы и классического модулятора класса «В».

ДК 621.3.066.6:621.39.066.6:669.218/228

Д-р Лабода, Ш.:

Контакты с благородным металлом, покрытия из благородного металла в технике связи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIV. (1973) № 1.

Автор составлял группы контактных материалов, применяемых в технике связи, на основе требований, предъявляемых к ним. Эти требования лучше всего удовлетворяются благородными металлами и их сплавами, применяемыми как металлический кусочек или покрытие. Механические лучше всего удовлетворяются благородными металлами и их сплавами, применяемыми как металлический кусочек или покрытие Механические и гальваническе методы покрытия можно использовать. Применение благородных металлов и их сплавов является выгодным и экономным, потому что некоторые значительные свойства применяемых материалов покрытий согласуются со свойствами массивного благородного материала.

ДК 621.319.4:621.391.832.4

Петрикович, Л.:

Испытание нелинейности конденсаторов с фольговой арматурой

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXIV. (1973) № 1.

Качество и надежность конденсаторов зависит тоже от неуверенностей контактов. Между качеством контактных пунктов в конденсаторе и нелинейности их напряжение-ток характеристики является соотношение. Включая напряжение переменного тока на конденсатор производятся гармоники вследствие нелинейности характеристики. Амплитуд 3. гармоника (V_3) и основной частоты (V_G) показывают соотношение: $V_3 = K_N \cdot V^3_G$. Даны величины, полученные результатами экспериментов, по коэффициенту нелинейности K_N и рассмотрены влияния параметров на коэффициент нелинейности.

Zusammenfassungen

DK 519.25:62—192:621.3.019.3

Balogh, A.—Dr. Dukáti, F.:

Abtastverfahrung und Pläne auf Grund der Weilbull'schen Verteilung für Zuverlässigkeitsprüfungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) Nr 1.

In diesem Artikel werden Abstastverfahren und Pläne auf Grund der Weilbull'schen Verteilung erörtert. Zur praktischen Anwendung sind mathematische Konzeptionen und illustrierende Beispiele gegeben. Die in dem Artikel erörterten Abtastpläne dienen zur Kontrolle der voraussichtlichen wirklichen Funktion und zur Kontrolle der Fehlerrate. Die praktische Anwendung der Weilbull'schen Verteilung macht die Standardisierung des, auf der Weilbull'schen Verteilung basiertes Abtastverfahrens, notwendig.

DK 621.375.012:621.376

Redl, R.:

Untersuchung der Übertragungscharakteristiken von Modulatorverstärkern in Schaltbetrieb

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) Nr 1.

Der Verfasser untersucht die Betriebsverhältnisse der Verstärker Klasse D in der Tonfrequenzendstufe der Senderanlagen in A3 Betrieb. Er bestimmt durch Berechnung die resultierende Übertragungscharakteristik, die Ursache der entstehenden Verzerrungen und die Mitteln zur Verminderung derjenigen. Er vergleicht die Eigen chaften des neuen Stromkreises mit den Eigenschaften des klassischen Modulators Klasse B.

DK 621.3.066.6:621.39.066.6:669.218/228

Dr. Laboda, S.:

Edelmetallkontakte und Edelmetallüberzüge in der Fernmeldetechnik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) Nr 1.

Der Verfasser hat, auf Grund der Anforderungen für die in der Fernmeldetechnik angewendeten Kontakte, die Gruppen der verwendbaren Kontaktmaterialien zusammengestell. Diesen Anforderungen entsprechen am besten die Edelmetalle und Edelmetallegierungen entsprechen am besten die Edelmetalle und Edelmetallegierungen, welche als kompakte Materialien und „Überzüge" anwendbar sind. Bei dem Materialüberzug mit Edelmetallen werden mechanische und galvanische Methoden unterschieden. Die Anwendung der Edelmetalle und Legierungen als Überzugsmetall ist vorteilhaft und wirtschaflich, weil einige wesentliche Eigenschaften der plattierten Materialien mit denjenigen der Volledelmetalle übereinstimmen.

DK 621.319.4:621.391.832.4

Petrikovits, L.:

Prüfung der Nichtlinearität von Kondenzatoren mit Folienbelag

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) Nr 1.

Die Qualität und Zuverlässigkeit der Kondenzatoren kann auch durch die Kontaktunsichercheit beeinflusst werden. Zwischen der Qualität der Kontaktstellen und der Nichtlinearität der Spannung-Stromcharakteristik stellt sich ein Zusammenhang dar. Wenn man auf die Kondensatoren eine Wechselspannung schaltet, entstehen Oberschwingungen in Folge der nichtlinearen Charakteristik. Es kann ein $U_3 = K_N U^3_G$ Zusammenhang zwischen der Amplitude der 3-ten Schwingung (U_3) und der Grundfrequenz (U_G) bewiesen werden. Auf Grund der Experimentergebnisse erörtert der Verfasser Angaben bezüglich des Nichtlinearitäts-Faktors K_N und untersucht die Einflüsse der Parameter, die den Faktor der Nichtlinearität beeinflussen.

Summaries

UCD 519.25:62—192:621.3.019.3

Balogh, A.—Dr. Dukáti, F.:

Sampling Procedures and Plans Based on the Weibull Distribution for Reliability Testing

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) No. 1

Sampling procedures and plans based on the Weibull distribution are discussed in this paper. Mathematical considerations and illustrating examples are given for the pratical application. Lot reliability is evaluated in terms of mean life or failure rate. The use of the Weibull distribution in a wide range of practice makes necessary to standardize the sampling procedures based on Weibull distribution.

UDC 621.375.012:621.376

Redl, R.:

Examination of the Transmission Characteristics of a Switching Type Modulator Amplifier

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) No. 1

The author examines the operating conditions of the class D switching type amplifier in the low frequency final stage of a transmitter in service A3, modulated at high level. He determines by means of calculation the resultant transmission characteristic, the distortion produced and means of their reduction, and compares the properties of the new circuit and those of the classical class B modulator.

UDC 621.3.066.6:621.39.066.6:669.218/228

Dr. Laboda, S.:

Precious Metal Contacts and Precious Metal Coatings

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) No 1

The author compiled the groups of the applicable contact materials on the basis of requirements to be met by the contacts used in telecommunication techniques. These requirements are met best by the precious metals and precious metal alloys, which were used as solid materials and coatings. When coating with precious metal materials, mechanical and galvanic methods are distinguished. The use of precious metal materials and alloys as coating materials is advantageous and economic, because certain essential properties of plated materials agree in practice with those of solid precious metal material.

UDC 621.319.4:621.391.832.4

Petrikovits, L.:

Test of Capacitors with Foil Electrodes by Nonlinearity Measurement

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) No 1

The quality and reliability of capacitors are influenced by contact instabilities, too. Relation exists between the quality of the contact area inside the capacitors and the nonlinearity of its voltage-current characteristics. If alternative current is applied to the capacitor harmonics are generated in it due to the nonlinear behaviour. The relation between the generated 3. harmonic amplitude (U_3) and the fundamental frequency amplitude (U_G) can be given as follows $U_3 = K_N U^3_G$. Based on experimental results the various factors which tend to influence the magnitude of the nonlinearity factor (K_N) are described and some relevant orders of magnitude are discussed.

Résumés

CDU 519.25:62—192:621.3.019.3

Balogh, A.—Dr. Dukáti, F.:

Méthodes et plans de discrimination des essais de fiabilité, basées sur la distribution de Weibull

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) N° 1

Les auteurs traitent les problèmes mathématiques en connexion avec les plans et méthodes de discrimination, basés sur la distribution Weibull. Pour illustrer l'application des méthodes et tableaux, exemples pratiques sont présentés. Les plans de discriminations exposés dans l'article servent pour contrôler la fonction actuelle présumée et le taux des défaillances. L'applicabilité pratique de la distribution de Weibull nécéssite la normalisation des méthodes de discrimination, basées sur cette distribution.

CDU 621.375.012:621.376

Redl, R.:

Analyse de la caractéristique de transmission d'un amplificateur-modulateur à service de commutation

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) N° 1

L'auteur analyse les conditions de service d'un amplificateur classe D à service de commutation dans l'étage final B. F. d'un émetteur à service A3, modulé à haut niveau. La caractéristique de transmission résultante, les causes et méthodes de réduction des distorsions produites sont déterminées par calcul. Les propriétés du circuit nouveau et du modulateur classique classe B sont comparées.

CDU 621.3.066.6:621.39.066.6:669.218/228

Dr. Laboda, S.:

Contacts et couvertures en métaux précieux

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) N° 1

L'auteur a classifié les groupes des matières de contact appliqués dans la technique de télécommunication, basant sur les exigences concernant ces contacts. Ces exigences sont satisfaites le mieux par les métaux précieux et leurs alliages, appliqués comme matières compactes ou bien comme couvertures. On peut discriminer des méthodes mécaniques et galvaniques en produisant des couvertures de matière. L'applicetion des métaux précieux et leurs alliages comme couvertures est avantageuse et économique, parce que quelques propriétés essentielles des matières de couvertures sont conformes aux propriétés des métaux précieux compactes.

CDU 621.319.4:621.391.832.4

Petrikovits, L.:

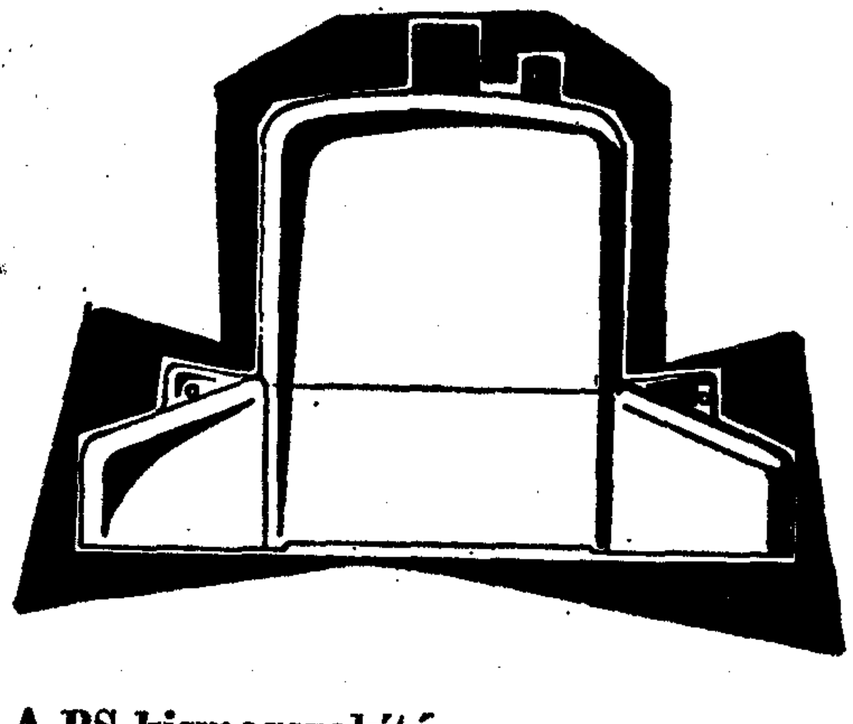
Essais de la non-linéarité des condensateurs avec électrodes à feuilles de métal

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXIV. (1973) N° 1

La qualité des condensateurs est influencée aussi par la fiabilité des contacts. Il y a une rélation entre la qualité des points de contact et la non-linéarité de la caractéristique tension-courant des condensateurs. Si on applique une tension à courant alternatif sur le condensateur, des harmoniques seront produits par conséquence de la non-linéarité de la caracteristique. L'amplitude du 3. harmonique (U_3) et celle de la fréquence fondamentale (U_G) montrent la rélation $U_3 = K_N U^3_G$. Des valeurs du coéfficient de la nonlinéarité K_N, obtenues par expériments, sont données, ainsi que les effets des paramètres influençant le coéfficient de non-linéarité.

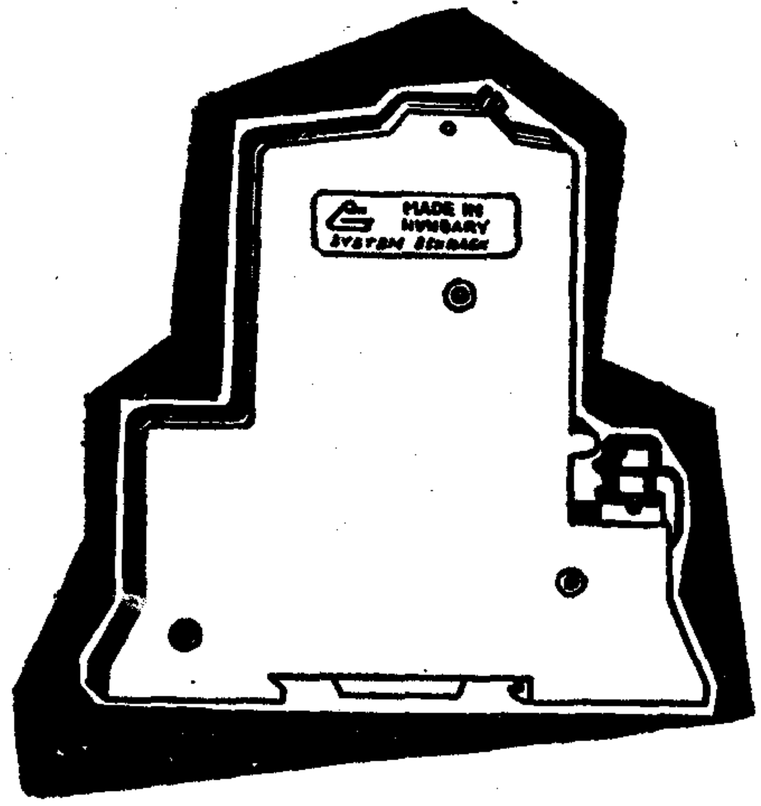
A BAKONY MŰVEK

1958 óta gyárt kismegszakítót



Az EB típusú

1 sarkú kivitelben vezetékek, villamos készülékek túlterhelés és zárlati túláram védelmét szolgálja. A túlterhelés védelmét ikerfémes hőkioldó, a túláram védelmét elektromágneses gyorskioldó, a túláram védelmét elektromágneses gyorskioldó biztosítja. Az EB kismegszakító minimálisra csökkenti a hálózat üzemzavar okozta szüneteit.



A BS kismegszakító

amely a Schrack licenc alapján készül korszerű kivitelben; vezetékvédő, motorvédő, valamint áramkorlátozó célokra alkalmas. Áramtól függően késleltetett — termikus —, és késleltetés nélküli — mágneses — kioldó szervvel rendelkezik, ezáltal a túlterhelésből, valamint a rövidzárlatból eredő túláramok ellen egyaránt védelmet nyújt.

Gyártja:

BAKONY FÉM- ÉS ELEKTROMOSKÉSZÜLÉK MŰVEK
VESZPRÉM 1. Pf. 6.

MÜSZAKI JELLEMZŐK

	BS			EB		
Névleges feszültség	380 V	50 Hz		250 V	50 Hz	
Megszakító képesség	5000 A 3000 A	220 V ~ 380 V ~		1500 A	250 A ~	
Mechanikai élettartam	min. 20 000 állásváltoztatás			min. 8000 állásváltoztatás		
Beköthető vezeték-keresztmetszet	max. 16 mm²			max. 6 mm²		
Kioldási jelleg	L	D	B	L	D	B
Névleges áram (In)	6 A 10 A 16 A 20 A 25 A	— 10 A 15 A 20 A 25 A	2 A-tól 25 A-ig	6 A 10 A 16 A	— 10 A 15 A 20 A 25 A	6 A 10 A 16 A