OSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

Fo. 165

XV. ÉVFOLYAM 2. SZÁM, 33—64 OLDAL
BUDAPEST, 1964. FEBRUÁR HÓ 2

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1964. február, XV. évfolyam, 2. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

BOGLÁR GYULA: Hatványszűrők méretezése 33
Dr. BERCELI TIBOR: A klisztron-mudulátor frekvencia-karakterisztikájának linearizálása 40
CSANÁDY ANDRÁSNÉ: Vákuumpárologtatott kondenzátorok szilíciumoxid és magnéziumfluorid dielektrikummal 43
WOLLITZER GYÖRGY—STRAUSZ TAMÁS: Vákuumpárologtatott fegyverzetű kondenzátorok alumíniumoxid dielektrikummal 49
Külföldi események 55
Szabadalmi Szemle 59
Szemle 61
Hírek 62
Könyvismertetés 39, 64

Szerkesztőség: BALOGH PÁL felelős szerkesztő, BOGLÁR GYULA, SÁRKÖZY GÉZA kandidátus, VÁRALJAI VILMOS tudományos szerkesztők; SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, CSERTEG ISTVÁN, FEJŐS ÁRPÁD, FLESCH ISTVÁN, GÖDÖR ÉVA, RUPPENTHAL PÉTER, SZILÁRD ZOLTÁN, TURI KOVÁCS ATTILA szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Október 6 utca 7. IV. 421. Telefon: 183-772. — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113-027.

Szerkesztő bizottság: ALMÁSSY GYÖRGY kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGY, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KŐMŰVES FRIGYES kandidátus, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, NOVÁK ISTVÁN, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VIG ISTVÁN.

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450. Felelős kiadó: SOLT SÁNDOR. A lap megjelent 1350 példányban. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 24 Ft, egész évre 48 Ft. Egyes szám ára: 4 Ft. Megjelenik havonta. Csekkszámlaszám: Egyéni 61,254, közületi 61,065 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA" P. O. B. 149 Budapest 62.

63.4429 Egyetemi Nyomda, Budapest

ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

BOGLÁR GYULA
Beloiannisz Híradástechnikai Gyár

Hatványszűrők méretezése

ETO 621.372.54.001.2

Aluláteresztő hatványszűrőnek nevezzük az olyan szűrőket, melyek az áteresztőtartományban maximális laposságú (maximally flat) közelítésűek, a zárótartomány összes pólusai pedig végtelen frekvencián vannak. Aluláteresztő hatványszűrőből megfelelő frekvenciatranszformáció segítségével felüláteresztő sávszűrő és sávzáró szűrő is származtatható a megszokott módon. A közismert szigorú váltók, melyeknek bemenő impedanciája konstans, szintén a hatványszűrők közé tartoznak. Ezeket a váltószűrőket általában alacsony fokszámmal használják, képleteik közismertek Bucherot-váltók néven, ezért a továbbiakban nem tárgyaljuk őket.

A hatványszűrő jelentőségét az alábbiakkal lehet indokolni:

1. Az áteresztőtartomány maximális laposságú közelítése sok esetben előnyösebb más közelítéseknél;

2. csoportfutási ideje közel konstans a sáv nagy részében;

3. hatványszűrőből származtatott sávszűrők és sávzáró szűrők gyárthatósága egyszerű, mert az összes rezonanciák egyetlen frekvenciára esnek;

4. a szűrő elemeinek vesztesége az átviteli karakterisztikát jellegében nem változtatja meg.

Hatványszűrőket alkalmazunk a felsorolt indokok alapján például a sokcsatornás vivőáramú távbeszélő berendezések vivőellátásának egyes áramköreiben, egyetlen frekvencia kiszűrésére. Előnyösnek bizonyul ilyen szűrők alkalmazása tranzisztoros erősítők különböző csatoló köreiben, és az adástechnikában.

A hatványszűrők elméletének bő irodalma van, legújabban a hazai egyetemi oktatás is részletesen tárgyalja őket, így e téren az irodalomra hivatkozunk [1, 2, 4]. A hatványszűrők méretezésének táblázatai E. Glowatzki és munkatársainak publikációiban rendelkezésre állanak [3]. Ezek a táblázatok azonban csak 7 diszkrét reflexiósténvezőhöz tartozó elemparamétereket tartalmaznak, nem adnak feleletet arra, hogy milyen fokszámú szűrőt kell alkalmazni, nem mondanak semmit a szűrő alapcsillapításáról. Az alábbi táblázatok célja a hatványszűrők tervezésének egyszerű- és átfogó méretezési rendszerét összefoglalni. A táblázatok a paraméterek logaritmusait is tartalmazzák, mert hatványszűrőket legegyszerűbb négyjegyű logaritmustáblázattal méretezni, ha logarlécpontosságnál szigorúbbak a követelmények.

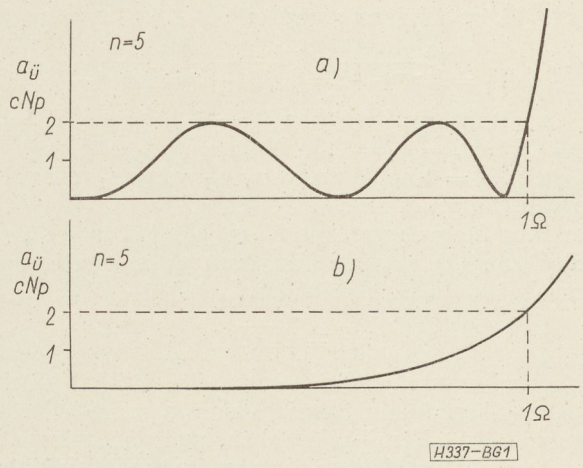
1. Elméleti alapok

A szűrők üzemi csillapítás szerinti méretezésénél az előírt értékeket — például az áteresztőtartományban a maximálisan megengedett üzemi csillapításingadozást — kétféle módon szokás approximálni:

1. *Egyenletes közelítéssel*, melyet Csebisev-féle közelítésnek neveznek (1*a* ábra);

2. *maximális lapossággal*, mely Butterworth-féle közelítés néven szerepel az irodalomban (1*b* ábra).

A zárótartományban az előírt csillapításértéket szintén többféleképpen lehet approximálni. Ezt az approximációt elvi szempontból az bonyolítja, hogy

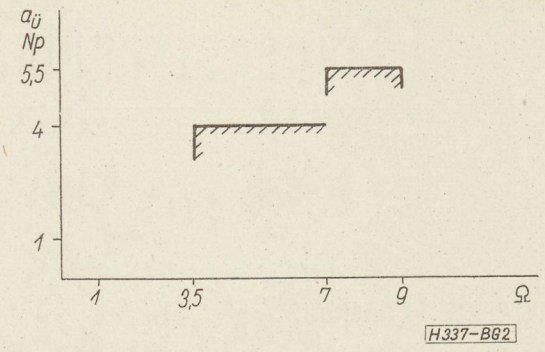


1. ábra

rendszerint az előírt minimális csillapítás a frekvencia függvényében a 2. ábrához hasonló jellegű, mely egy gyakorlatban előfordult aluláteresztő szűrő csillapításelőírása. Ilyen esetekben a matematikailag zárt formában előállítható megközelítések általában nem használhatóak és csak próbálgatással lehet a legkedvezőbb megoldást megtalálni. Sok esetben alkalmazható a feladat megoldására olyan csillapításfüggvény, melynek az összes pólusai — aluláteresztőt tekintve — végtelen frekvencián vannak.

Az ilyen szűrő a zárótartományban a végtelen frekvencia csillapításértékét, ami ideális esetben végtelen, maximális meredekséggel közelíti meg.

Az aluláteresztő hatványszűrő a zérusfrekvenciához tartozó csillapításértéket (ideális esetben 0) maximális lapossággal, a végtelen frekvenciához tartozó



2. ábra

csillapításértéket (ideális esetben ∞,) maximális meredekséggel közelíti meg. Az ilyen közelítés parabolikus jellegű.

2. Képletek

Az aluláteresztő hatványszűrő karakterisztikus függvénye (K)

$$|K| = \Omega^n \tag{1}$$

ahol Ω a gyakorlati sávhatárra (f_1) normált frekvencia $\Omega = \frac{f}{f_1}$, n a hatványszűrő fokszáma.

A karakterisztikus függvény (K), a reflexiós tényező (p), a reflexiós csillapítás (a_r) és üzemi csillapítás ($a_{ü}$) közötti összefüggések:

$$|K| = \sqrt[-2]{p^{-2}-1} = \sqrt[-2]{e^{2a_r}-1} = \sqrt{e^{2a_{ü}}-1} \tag{2}$$

Az (1) szerinti esetben $\Omega = 1$ helyen $|K| = 1$, $p = 0{,}71$, $a_r = a_{ü} = 0{,}35$ Np.

Ha az $\Omega = 1$ helyen p, vagy a_E, vagy $a_{ü}$ más értéke van előírva és az előírt értékhez tartozó karakterisztikus függvényértéket K_1-el jelöljük, akkor ezen szűrőt az (1) szerinti függvénnyel meghatározott szűrőből

$$\overline{\Omega} = \sqrt[n]{|K_1|}\,\Omega \tag{3}$$

frekvenciatranszformáció segítségével állíthatjuk elő.

Az n-ed rendű aluláteresztő hatványszűrő hálózata úgynevezett „létra"-kifejtésben, mely a gyakorlatilag használatos alak, n reaktanciaelemből épül fel. Ha n páratlan szám, a szűrő szimmetrikus, ha n páros szám, a szűrő antimetrikus. Az n-ed fokú szűrő létrakapcsolásának m-edik reaktanciaelemét relatív egységben (r_m) az

$$r_m = 2 \sin \frac{2m-1}{n} \frac{\pi}{2} \tag{4}$$

kifejezés adja meg.

Aluláteresztő szűrőből az f_1 gyakorlati határfrekvenciájú *felüláteresztőt* az

$$\Omega = \frac{f_1}{f} \tag{5}$$

frekvenciatranszformációval kaphatjuk meg.

Frekvenciaszimmetrikus *sávszűrők* az

$$\Omega = \frac{\Delta f}{\Delta f_A} \tag{6}$$

frekvenciatranszformációval nyerhetők, ahol Δf a sávközépre (f_0) mértani szimmetrikus frekvenciapár értékének különbsége, Δf_A a gyakorlati áteresztőtartomány szélessége, mely f_0-ra szintén mértanilag szimmetrikusan helyezkedik el.

Sávzárók a sávszűrőkkel azonos jelöléseket használva, az

$$\Omega = \frac{\Delta f_A}{f} \tag{7}$$

frekvenciatranszformáció segítségével állíthatók elő aluláteresztőből.

A sávszűrők fontos jellemzője a sávközépen, f_0-on fellépő veszteségi csillapítás, az alapcsillapítás. A Q jósági tényezőjű rezgőkörökből felépített hálózat alapcsillapítása (a_0) az ismert [4] képlet szerint

$$a_0 = \frac{\tau_0}{\delta Q} \tag{8}$$

ahol τ_0 az aluláteresztő szűrő csoportfutási ideje $\Omega = 0$ frekvencián, a relatív sávszélesség (δ):

$$\delta = \frac{\Delta f_A}{f_0} \tag{9}$$

Az azonos alapcsillapítású különböző fokszámú hatványszűrő hálózatokat az

$$\Omega = \frac{\overline{\Omega}}{\tau_{0n}} \tag{10}$$

frekvenciatranszformáció szolgáltatja, ahol τ_{0n} az n-ed fokú szűrő csoportfutási ideje $\Omega = 0$ frekvencián.

Egyetlen frekvencia kiszűrését szolgáló sávszűrő tervezésénél felmerül az a kérdés, hogy az előírt követelményeket alacsonyabb fokszámú, relative keskenyebb sávú, vagy magasabb fokszámú szűrővel célszerű-e kielégíteni. Enek eldöntését megkönnyítik az a_{n+1} és az a_{n+2} csillapításértékek.

Ezeket a következő képletek adják:

$$a_{n+1} = \frac{1}{2} \ln \left[1 + \left(\frac{\tau_{0\,(n+1)}}{\tau_{0n}} \right)^{2n(n+1)} \right] \tag{11}$$

$$a_{n+2} = \frac{1}{2} \ln \left[1 + \left(\frac{\tau_{0(n+2)}}{\tau_{0n}} \right)^{n(n+2)} \right] \tag{12}$$

(11) és (12) elemi úton (1), (2) és (10)-ből következik. Az a_{n+1} az a zárócsillapításérték, melynél az ugyanekkora zárócsillapítású, de eggyel magasabb fokszámú szűrő alapcsillapítása egyenlő. Az a_{n+2} az a zárócsillapításérték, melynél az ugyanakkora zárócsillapítású, de kettővel magasabb fokszámú szűrő alapcsillapítása egyenlő azonos jóságú körök esetén. A fokszám eggyel való növelése szimmetrikusról antimetrikusra, vagy antimetrikusról szimmetrikusra való áttérést jelent, ami nem mindig engedhető meg, míg a fokszám kettővel való növelésekor a kétoldali impedanciamenet jellege megmarad. Ha az előírt zárócsillapítás a_{n+1}, vagy a_{n+2}-nél kisebb, akkor nem érdemes a szűrő fokszámát növelni, a sávszélességet kell inkább csökkenteni, mert az előírt alapcsillapítás az alacsonyabb fokszámmal is kielégíthető. A gyakorlati alkalmazást a példák megvilágítják.

3. Táblázatok, diagrammok

Az 1. táblázat a reflexiós tényező (p), a reflexiós csillapítás (a_r), üzemi csillapítás ($a_{ü}$) és a karakterisztikus függvény abszolút értékének logaritmusa ($\lg|K|$) közötti összefüggéseket tartalmazza.

A 3. ábra az üzemi csillapítás értékét ábrázolja Ω és n függvényében. Ezen ábra elsősorban első becslésre alkalmas. Ha pontosabb értékre van szükség, akkor 1 Np csillapításig az 1. táblázatot lehet használni, 1 Np felett a 2. táblázatot.

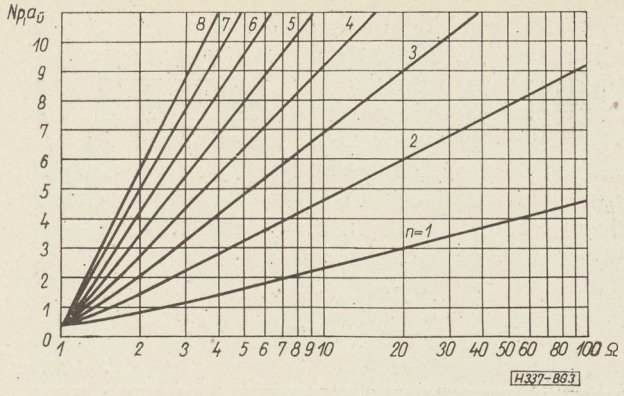
A 2. táblázat $\lg|K|$ értéket adja $a_{ü}$ függvényében.

Ez a táblázat különösen akkor hasznos, ha a szűrőnek átereszto és zárótartománya egyaránt specifikált. Ha az átereszto tartomány f_1 határfrekvenciáján p, vagy a_r, vagy $a_{ü}$ elő van írva, az ehhez tartozó karakterisztikus függvényérték logaritmusát $\lg|K_1|$-el jelöljük és a zárótartományban f_2 frekvencián előírt $a_{ü}$-höz $\lg|K_2|$ karakterisztikus függvényérték logaritmus tartozik, mely a 3. táblázatból kiolvasható, akkor az előírást teljesítő hálózat fokszáma (n):

$$n \geqq \frac{\lg|K_2| - \lg|K_1|}{\lg f_2 - \lg f_1}, \qquad (13)$$

1. táblázat

p %	a_r Np	$a_{ü}$ cNp	$\lg\|K\|$	p %	a_r Np	$a_{ü}$ cNp	$\lg\|K\|$
0	∞	0,0	$-\infty$	50	0,69	14,4	0,7615−1
1	4,60	0,0	0,0000−2	51	0,67	15,1	0,7730−1
2	3,91	0,0	0,3011−2	52	0,65	15,8	0,7845−1
3	3,51	0,0	0,4773−2	53	0,64	16,5	0,7959−1
4	3,22	0,1	0,6024−2	54	0,62	17,2	0,8073−1
5	3,00	0,1	0,6995−2	55	0,60	18,0	0,8186−1
6	2,81	0,2	0,7789−2	56	0,58	18,8	0,8299−1
7	2,66	0,2	0,8462−2	57	0,56	19,6	0,8412−1
8	2,53	0,3	0,9045−2	58	0,55	20,5	0,8519−1
9	2,41	0,4	0,9560−2	59	0,53	21,4	0,8637−1
10	2,30	0,5	0,0022−1	60	0,51	22,3	0,8751−1
11	2,21	0,6	0,0440−1	61	0,49	23,3	0,8864−1
12	2,12	0,7	0,0823−1	62	0,48	24,3	0,8977−1
13	2,04	0,9	0,1176−1	63	0,46	25,3	0,9091−1
14	1,97	1,0	0,1504−1	64	0,45	26,3	0,9206−1
15	1,90	1,1	0,1810−1	65	0,43	27,5	0,9321−1
16	1,83	1,3	0,2098−1	66	0,42	28,6	0,9437−1
17	1,77	1,5	0,2368−1	67	0,40	29,8	0,9554−1
18	1,71	1,6	0,2625−1	68	0,39	31,0	0,9673−1
19	1,66	1,8	0,2867−1	69	0 37	32,3	0,9792−1
20	1,61	2,0	0,3098−1	70	0,36	33,7	0,9913−1
21	1,56	2,3	0,3320−1	71	0,34	35,1	0,0035
22	1,51	2,5	0,3531−1	72	0,33	36,5	0,0160
23	1,47	2,7	0,3735−1	73	0,32	38,1	0,0286
24	1,43	3,0	0,3930−1	74	0,30	39,7	0,0415
25	1,39	3,2	0,4120−1	75	0,29	41,3	0,0546
26	1,35	3,5	0,4302−1	76	0,27	43,1	0,0680
27	1,31	3,8	0,4478−1	77	0,26	44,9	0,0816
28	1,27	4,1	0,4649−1	78	0,25	46,9	0,0957
29	1,24	4,4	0,4814−1	79	0,24	48,9	0,1101
30	1,20	4,7	0,4976−1	80	0,22	51,1	0,1249
31	1,17	5,1	0,5134−1	81	0,21	53,4	0,1403
32	1,14	5,4	0,5287−1	82	0,20	55,8	0,1561
33	1,11	5,8	0 5436−1	83	0,19	58,4	0,1726
34	1,08	6,1	0,5581−1	84	0,18	61,1	0,1898
35	1,05	6,5	0,5724−1	85	0,16	64,1	0,2077
36	1,02	6,9	0,5865−1	86	0,15	67,3	0,2267
37	0,99	7,4	0,6002−1	87	0,14	70,7	0,2466
38	0,97	7,8	0,6136−1	88	0,13	74,4	0,2678
39	0,94	8,2	0,6269−1	89	0,12	78,5	0,2905
40	0,92	8,7	0,6399−1	90	0,11	83,0	0,3149
41	0,89	9,2	0,6527−1	91	0,09	88,0	0,3414
42	0,87	9,7	0,6654−1	92	0,08	93,7	0,3706
43	0,84	10,2	0,6779−1	93	0,07	100,1	0,4031
44	0,82	10,8	0,6902−1	94	0,06	107,5	0,4401
45	0,80	11,3	0,7023−1	95	0,05	116,4	0,4832
46	0,78	11,9	0,7144−1	96	0,04	127,3	0,5352
47	0,76	12,5	0,7263−1	97	0,03	141,4	0,6010
48	0,73	13,1	0,7381−1	98	0,02	161,4	0,6924
49	0,71	13,7	0,7498−1	99	0,01	195,9	0,8462



3. ábra

2. táblázat

$a_{ü}$ Np	lg $\|K\|$	$a_{ü}$ Np	lg $\|K\|$
1,0	0,4027	5,0	2,1714
1,1	0,4522	5,1	2,2149
1,2	0,5005	5,2	2,2583
1,3	0,5478	5,3	2,3018
1,4	0,5943	5,4	2,3452
1,5	0,6404	5,5	2,3886
1,6	0,6858	5,6	2,4320
1,7	0,7309	5,7	2,4755
1,8	0,7757	5,8	2,5189
1,9	0,8203	5,9	2,5623
2,0	0,8646	6,0	2,6058
2,1	0,9087	6,1	2,6492
2,2	0,9577	6,2	2,6926
2,3	0,9966	6,3	2,7361
2,4	1,0405	6,4	2,7795
2,5	1,0843	6,5	2,8229
2,6	1,1280	6,6	2,8663
2,7	1,1716	6,7	2,9098
2,8	1,1934	6,8	2,9532
2,9	1,2088	6,9	2,9966
3,0	1,3023	7,0	3,0401
3,1	1,3459	7,1	3,0835
3,2	1,3894	7,2	3,1269
3,3	1,4329	7,3	3,1703
3,4	1,4763	7,4	3,2138
3,5	1,5199	7,5	3,2572
3,6	1,5633	7,6	3,3006
3,7	1,6067	7,7	3,3441
3,8	1,6502	7,8	3,3875
3,9	1,6936	7,9	3,4309
4,0	1,7371	8,0	3,4744
4,1	1,7806	8,1	3,5178
4,2	1,8240	8,2	3,5612
4,3	1,8675	8,3	3,6046
4,4	1,9109	8,4	3,6481
4,5	1,9543	8,5	3,6915
4,6	1,9977	8,6	3,7349
4,7	2,0412	8,7	3,7784
4,8	2,0846	8,8	3,8218
4,9	2,1281	8,9	3,8652

ahol n csak egész szám lehet, így (13)-at legegyszerűbb logarlécről, leolvasni.

A 3. táblázat a fokszám függvényében $a_{0(n+1)}$, $a_{0(n+2)}$ és τ_0 értékét adja meg.

A 4. táblázat Ω értékét az $a_{ü}$ és n függvényében tartalmazza. Előírt zárócsillapítás esetén célszerű ebből

3. táblázat

n	$a_{0(n+1)}$ Np	$a_{0(n+2)}$ Np	τ_0
1	0,8	1,1	1,00
2	2,1	2,5	1,41
3	3,2	3,6	2,00
4	4,3	4,7	2,61
5	5,3	5,8	3,24
6	6,3	6,8	3,86
7	7,4	7,8	4,49
8	8,4	8,8	5,13

4. táblázat

$a_{ü}$ Np	n							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1,0	2,52	1,59	1,36	1,26	1,20	1,17	1,14	1,12
1,5	4,37	2,09	1,64	1,45	1,34	1,28	1,23	1,20
2,0	7,52	2,75	1,96	1,66	1,50	1,40	1,34	1,29
2,5	12,1	3,48	2,80	1,87	1,65	1,52	1,43	1,37
3,0	20,0	4,48	2,72	2,13	1,82	1,65	1,54	1,46
3,5	33,0	5,75	3,21	2,40	2,01	1,79	1,65	1,55
4,0	52,1	7,40	3,79	2,72	2,25	1,95	1,77	1,65
4,5	90,0	9,48	4,48	3,08	2,46	2,14	1,90	1,76
5,0	148	12,2	5,30	3,49	2,72	2,30	2,09	1,87
5,5	245	15,6	6,26	3,96	3,01	2,50	2,19	1,98
6,0	404	20,1	7,39	4,48	3,32	2,72	2,36	2,12
6,5	665	25,8	8,70	5,08	3,67	2,96	2,53	2,25
7,0	1097	33,1	10,3	5,76	4,06	3,21	2,72	2,40
7,5	1808	42,5	12,2	6,51	4,48	3,49	2,92	2,53
8,0	2981	54,6	14,4	7,39	4,95	3,79	3,14	2,72
8,5	4915	70,0	17,0	8,39	5,47	4,12	3,37	2,89
9,0	8103	90,0	20,0	9,50	6,06	4,48	3,62	3,08
9,5	13000	115	23,7	10,7	6,69	4,87	3,88	3,28
10,0	22000	148	28,0	12,2	7,40	5,30	4,17	3,49

kiindulva, a hálózat fokszámát és az elméleti sávszélességet meghatározni. A táblázat logarlécpontosságú számoláshoz készült.

Az 5. táblázat a normált hatványszűrők elemértékeit adja 8. fokig. Ezen elemértékek esetén $\Omega = 1$ helyen $|K| = 1$, $a_r = a_{ü} = 35{,}4$ cNp.

A 6. táblázatban az aluláteresztő, felüláteresztő, sávszűrő és sávzáró szűrők számításánál legcélszerűbben használható transzformációkat foglaltuk össze. Ezen táblázathoz kiegészítőleg megjegyezzük, hogy néhány esetben a szokásosabb formájú [3 ,5] sávszűrőtranszformáció alkalmazásának is vannak előnyei. Ez utóbbi esetén

$$L_N = \frac{R_0}{\omega_0} \qquad \text{és}$$

$$C_N = \frac{1}{R_0 \omega_0}\,, \tag{14}$$

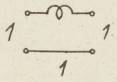
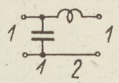
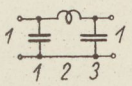
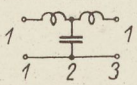
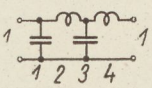
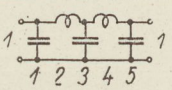
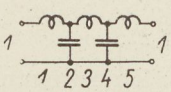
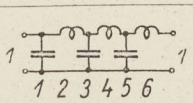
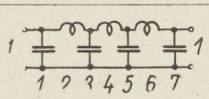
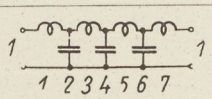
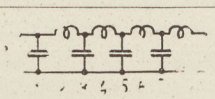
az elemértékeket pedig úgy kapjuk, ha az aluláteresztő azonos jellegű elemének normált értékét δ^{-1}-el szorozzuk, tehát

$$C_i = c_i\, \delta^{-1}\, C_N$$
$$L_j = l_j\, \delta^{-1}\, L_N \tag{15}$$

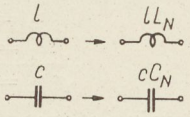
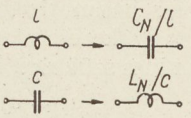
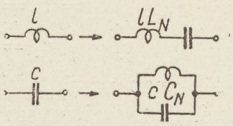
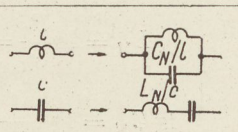
ahol

$$\delta = \frac{\Delta f_A}{f_0} \tag{16}$$

5. táblázat

II	T	n	i	r_i	lg r_i
		1	1	2,0000	0,3010
		2	1,2	1,4142	0,1505
		3	1,3 2	1,0000 2,0000	0,0000 0,3010
		4	1,4 2,3	0,7654 1,8478	0,8839-1 0,2667
		5	1,5 5,4 3	0,6180 1,6180 2,0000	0,7910-1 0,2090 0,3010
		6	1,6 2,5 3,4	0,5176 1,4142 1,9319	0,7140-1 0,1505 0,2860
		7	1,7 2,6 3,5 4	0,4450 1,2470 1,8019 2,0000	0,6484-1 0,0959 0,2557 0,3010
		8	1,8 2,7 3,6 4,5	0,3902 1,1111 1,6629 1,9616	0,5913-1 0,0458 0,2209 0,2926

6. táblázat

Típus	Frekvencia transzformáció	Imp. normálás		Impedancia transzformáció
		$L_N =$	$C_N =$	
Aluláteresztő	$\Omega = \frac{f}{f_1}$	$\frac{R_0}{\omega_1}$	$\frac{1}{R_0\omega_1}$	
Felüláteresztő	$\Omega = \frac{f_1}{f}$	$\frac{R_0}{\omega_1}$	$\frac{1}{R_0\omega_1}$	
Sávszűrő	$\Omega = \frac{\Delta f_z}{\Delta f_A}$	$\frac{R_0}{\Delta\omega_A}$	$\frac{1}{R_0\Delta\omega_A}$	
Sávzárószűrő	$\Omega = \frac{\Delta f_A}{\Delta f_z}$	$\frac{R_0}{\Delta\omega_A}$	$\frac{1}{R_0\Delta\omega_A}$	

A 6. táblázat szerinti képletek alkalmazása azzal az előnnyel jár, hogy az elemértékek várható nagyságrendjét közvetlenül mutatja, egyébként a két transzformáció csak írásmódban különbözik egymástól.

4. Példák

4.1 Aluláteresztő szűrő

Reflexiós tényező $< 10\%$ 3,4 kHz alatt, 12 kHz felett $a_{ü} \geqq 4$ Np, $R_0 = 600$

$f_1 = 3{,}4$ kHz $\quad \lg f_1 = 3{,}5315$

$f_2 = 12{,}0$ kHz $\quad \lg f_2 = 4{,}0792$

1. táblázatból: $p = 10\%$ $\quad \lg |K_1| = 0{,}0022 - 1$

2. táblázatból: $a_{ü} = 4$ Np $\quad \lg |K_2| = 1{,}7371$

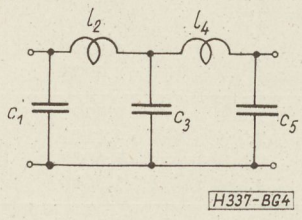
Ezen adatokból

$$n = \frac{\lg |K_2| - \lg |K_1|}{\lg f_2 - \lg f_1} = \frac{2{,}7349}{0{,}5477} = 4{,}995 \approx 5$$

A (3) szerinti frekvenciatranszformációból:

$$\lg \Omega_1 = \frac{1}{5} \lg |K_1| = 0{,}8004 - 1$$

A 4. ábra szerinti $n = 5$ fokszámú aluláteresztő szűrő elemértékeit az 5. táblázatbál olvashatjuk ki. Ezen értékeket Ω_1-el szorozva, kapjuk a 10%-os reflexiójú aluláteresztő normált relatív elemértékeit.



4. ábra

$$\begin{array}{r} \lg l_1 = \lg c_5 = 0{,}7910 - 1 \\ \lg \Omega_1 = 0{,}8004 - 1 \\ \hline \lg l_1 = \lg c_5 = 0{,}5914 - 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \lg l_2 = \lg l_4 = 0{,}2090 \\ \lg \Omega_1 = 0{,}8040 \\ \hline \lg l_2 = \lg l_4 = 0{,}0094 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \lg c_3 = 0{,}3010 \\ \lg \Omega_1 = 0{,}8004 - 1 \\ \hline \lg c_3 = 0{,}1014 \end{array}$$

Ezen elemértékek megegyeznek [3]-ban találhatókkal. Az összehasonlíthatóság megkönnyítésére megadjuk a visszakeresett értékeket, a visszakeresésre különben nincs szükség.

$$c_1 = c_5 = 0{,}3903$$

$$l_1 = l_4 = 1{,}022$$

$$c_3 = 1{,}263$$

A 6. táblázat szerint kiszámított normált impedanciaértékek logaritmusai

$$\lg L_N = \lg \frac{R_0}{\omega_1} = 0{,}4485 - 2$$

$$\lg C_N = \lg \frac{1}{R_0 \omega_1} = 0{,}8921 - 8$$

A 6. táblázat „transzformált impedancia" rovatának összefüggéseit felhasználva, az 5. ábra jelöléseivel

$$\lg C_1 = \lg C_5 = \lg c_1 C_N = 0{,}4835 - 8$$

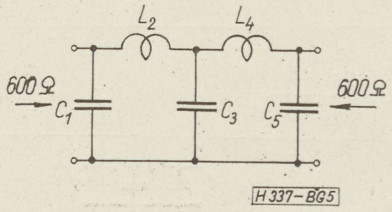
$$C_1 = C_5 = 30{,}44 \text{ nF}$$

$$\lg L_2 = \lg L_4 = \lg l_2 L_N = 0{,}4579 - 2$$

$$L_2 = L_4 = 28{,}70 \text{ nH}$$

$$\lg C_3 = \lg c_3 C_N = 0{,}9935 - 8$$

$$C_3 = 98{,}51 \text{ nF}$$



5. ábra

4.2 Sávszűrő

Tranzisztoros limiterfokozat után az alapjelet kiszűrő sávszűrő előírásai:

$f_0 = 60$ kHz

$a_{ü} = 2{,}5$ Np a 2. felhangra

$R_{0\pi} = 2$ kΩ

$R_{0t} = 600\Omega$

ahol $R_{0\pi}$ a teljesítményerősítő fokozat kollektorkörében a generátor belső ellenállása, R_{0t} a fogyasztó terhelő ellenállása. Mivel a tranzisztor kollektorkörében levő impedanciának egyenáramúlag rövidzárúnak kell lennie, ezen oldalon csak π oldali impedanciajelleggörbéjű végződés használható, ezt fejezi ki a jelölés indexe.

A szűrő alapcsillapítása jó hőfokfüggés érdekében minimális legyen és 2%-os frekvenciaingadozás minimális fázisforgatást hozzon létre.

A 3. táblázatból 2,5 Np zárócsillapítás $n = 2$ és $n = 3$ fokszámokkal valósítható meg legkisebb alapcsillapítással. Mivel minimális elemszámra törekszünk $n = 2$ fokszámot választjuk.

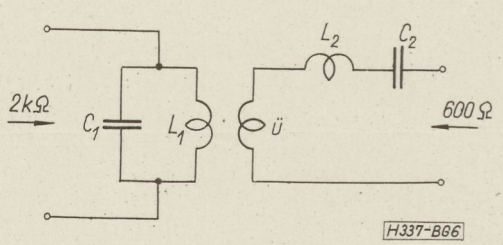
A 2. táblázatból $a_{ü} = 2{,}5$ Np értékhez

$$\lg |K_2| = 1{,}0843 \text{ tartozik.}$$

Ezzel

$$\lg \Omega_2 = \frac{1}{2} \lg |K_2| = 0{,}5421$$

$$\Delta f_z = 2 f_0 - \frac{f_0^2}{2 f_0} = \frac{3}{2} f_0 = 90 \text{ kHz}$$



6. ábra

$$\Delta f_A = \frac{\Delta f_z}{\Omega_z} = 25{,}83 \text{ kHz}$$

$$\lg \Delta\omega_A = 5{,}2103$$

Az 5. táblázatból $n = 2$ esetén

$$\lg c_1 = \lg l_2 = 0{,}1505$$

A 6. táblázat szerint

$$\lg C_{N\pi} = \lg \frac{1}{R_{0\pi}\Delta\omega_A} = 0{,}4887 - 9$$

$$\lg L_{Nt} = \lg \frac{R_{0t}}{\Delta\omega_A} = 0{,}5679 - 3$$

$$\lg C_1 = \lg c_1 C_N = 0{,}6392 - 9 \qquad C_1 = 4{,}357 \text{ nF}$$

$$\lg L_1 = \lg \frac{1}{\omega_0^2 C_1} = 0{,}2080 - 3 \qquad L_1 = 1{,}614 \text{ mH}$$

$$\lg L_2 = \lg l_2 L_{Nt} = 0{,}7184 - 3 \qquad L_2 = 5{,}229 \text{ mH}$$

$$\lg C_2 = \lg \frac{1}{\omega_0^2 L_2} = 0{,}1288 - 9 \qquad C_2 = 1{,}345 \text{ nF}$$

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_{0t}}{R_{0\pi}}} = 0{,}5477$$

A szűrő kapcsolását a 6. ábra mutatja.
Ha a realizált rezgőkörök átlagos jósága

$$Q = 100,$$

továbbá (16) szerint

$$\delta = 0{,}431 \text{ és}$$

τ_{02} értéke a 3. táblázatból:
$\tau_{02} = 1{,}41$, akkor (8) szerint

$$a_0 = 3{,}27 \text{ cNp}$$

A $\frac{\Delta f}{f_0} = 0{,}02$ elhangoláshoz tartozó $\Delta\Omega$ elhangolás a normált aluláteresztőben

$$\Delta\Omega = \frac{\Delta f}{f_0} \cdot f_0 \frac{1}{\Delta f_A} = 0{,}0464,$$

ezzel az elhangoláshoz tartozó fázisforgatás

$$\Delta\varphi = \tau_{02}\,\Delta\Omega = 3{,}78°$$

Annak bemutatására, hogy a kapott megoldás $n = 2$ fokszámmal a kitűzés feladatait minimális elemszámmal valósítja meg, a 7. táblázatban összehasonlítólag közöljük az előírt zárókövetelményeket teljesítő $n = 1, 2, 3, 4$ fokszámú szűrők alapcsillapítását (a_0), a $\frac{\Delta f}{f_0} = 0{,}02$-höz tartozó fázisforgatást ($\Delta\varphi$).

A 7. táblázat számadatai alapján látható, hogy a megszokott $n = 1$ fokszámú megoldás kedvezőtlen, $n = 2$-nél magasabb fokszámot pedig már nem érdemes alkalmazni.

7. táblázat

	n			
	1	2	3	4
a_0	8,1 cNp	3,3 cNp	3,1 cNp	3,6 cNp
$\Delta\varphi$	9,3°	3,8°	3,5°	4,1°

IRODALOM

1. *Bosse, G.:* Siebketten ohne Dämpfungsschwankungen im Durchlassbereich, Frequenz, 1951. 5.
2. *Atiya, F. S.:* Theorie der maximal-geebneten und quasi-Tschebyscheffschen Filter, AEÜ. 1953. 7.
3. *Glowatzki, E.:* Katalog der Potenz- und Tschebyscheff-Filter bis zum Grade n = 5, TZ 1955. 107.
4. *Géher K.:* Lineáris hálózatok, II. rész. Tankönyvkiadó 1963.

KÖNYVISMERTETÉS

I.N. Bronstejn — K.A. Szemengyajev: **Matematikai zsebkönyv,** Műszaki Könyvkiadó, 1963. Ára: 69 Ft. Második kiadás.

Az első magyarnyelvű kiadás óta eltelt idő alatt a hazai szakemberek — akik munkájukban vagy tanulmányaik során gyakorlati matematikával foglalkoznak — meggyőződhettek a zsebkönyv igen jó használhatóságáról. A kötet magában foglalja csaknem az egész matematika anyagot, amit a műszaki egyetemeken tanítanak. Mivel zsebkönyvről van szó, a szerzők nem a tananyagszerű tárgyalásmódot választották, így a gyakorlatban való jobb használhatóság céljából egyes fogalmakat még azok részletes tárgyalása előtt is felhasználnak. A tárgymutató segítségével azonban bármely kérdésről könnyen meg lehet találni a részletes ismertetést. Így ez a rövidségre törekvő, matematikailag mégis a szükségnek megfelelően precíz mű a műszaki szakemberek kitűnő segédkönyvévé vált. A második bővített kiadás — a könyvet felhasználó szakemberektől beérkezett javaslatoknak megfelelően — az elsőhöz képest új részeket iktatott be, amelyek tovább fokozták a zsebkönyv gyakorlati értékét. A szép kivitelű egész vászon kötésű zsebkönyv, számos hasznos táblázattal kiegészítve 768 oldal terjedelemben, 450 ábrával jelent meg.

Simon Gyula: **Ipari TV alkalmazásai.** Műszaki Könyvkiadó, 1963. Ára: 12 Ft.

A televíziótechnika gyors fejlődése maga után vonta hazánkban is az ipari televízió iránti érdeklődés fokozódását. Ezt az érdeklődést kívánja kielégíteni a szerző, amikor az ipari TV műszaki ismertetése után az alkalmazási területekkel is megismerteti az olvasót. Tárgyalja a TV alkalmazási területeit az iparban, tudományokban, oktatásban, közlekedésben, haditechnikában stb. Érdekes fejezet foglalkozik a vízalatti televízió problémájával. A könyv az Új Technika sorozatban, 130 oldal terjedelemben, számos illusztrációval jelent meg.

ifj. B. P.

Dr. BERCELI TIBOR
a műszaki tudományok kandidátusa
Távközlési Kutató Intézet

A klisztron-modulátor frekvencia-karakterisztikájának linearizálása

ETO 621.385.623.5:621.376

A sokcsatornás mikrohullámú összeköttetésekben egyik elsőrendű feladat széles sávon nagy linearitást adó frekvencia-moduláció létrehozása. Ilyen célra legelőnyösebb a klisztron-modulátor, melynek frekvencia-reflektor feszültség karakterisztikája a terhelő áramkör megfelelő megválasztásával széles frekvenciasávban linearizálható.

Az együreges reflex klisztron oszcillátor működésének vizsgálatáról Pierce és Shepherd [1] számolt be részletesen. Az együreges klisztron modulátor elemzésével Houghton és Hatch [2] foglalkozott behatóan. A két- és többüreges klisztron-modulátorok kérdései viszont ma még nagymértékben tisztázatlanok. Ugyanis az e területen található cikkek Reednek [3] azon a feltételezésén alapulnak, hogy a klisztron oszcillátorok frekvencia és amplitúdó karakterisztikáját csak a terhelő áramkör határozza meg. Ez valójában csupán durva közelítés.

E cikkben vizsgálatainkat a teljes áramkörre kiterjesztve végezzük el. Vagyis figyelembe vesszük az áramkör aktív elemének, a reflex klisztronnak a hatását is a modulációs karakterisztikára. Ilyen alapon teljes általánosságban megvizsgáljuk, hogy milyen követelményeket kell támasztani a terhelő áramkörrel szemben, ha ideális modulációs karakterisztikára törekszünk.

1. Elektronikus és terhelő admittancia

A klisztron modulátor működése a reflex klisztron csőben haladó elektronnyaláb és az azzal csatolt terhelő áramkör kölcsönhatásának az eredménye. Áramköri szempontból az elektronnyaláb egy Y_e elektronikus admittanciával vehető figyelembe, s ezzel párhuzamosan kapcsolódik a terhelés által képviselt Y_t admittancia. A modulátor tárgyalásához tehát szükségünk van az elektronikus és a terhelő admittancia ismeretére, majd párhuzamos kapcsolásuk révén meghatározhatók a modulátor üzemi jellemzői.

A reflex klisztron elektronnyalábja által létrehozott elektronikus admittancia az irodalom kisjel elmélete [1] szerint a következő:

$$Y_e = \frac{2I_0\beta}{V} J_1\left(\frac{\beta V\Theta}{2V_0}\right)[\sin\Theta + j\cos\Theta] \qquad (1)$$

Itt I_0 az elektronnyaláb egyenáramának hatásos része, V_0 az elektronokat gyorsító feszültség, V a nagyfrekvenciás feszültség amplitúdója az üreg rácsai között, β a nyaláb modulációs tényező, Θ a repülési szög, J_1 az elsőrendű elsőfajú Bessel-függvény.

A Θ repülési szöget az alábbi képlet [4] adja meg:

$$\Theta = \frac{8\pi l}{\sqrt{2\eta}} \frac{\sqrt{V_0}}{V_0 + V_R} f \qquad (2)$$

Itt V_R a reflektor és a katód közötti feszültség, f a frekvencia, l a reflektor és a rács távolsága, η az elektron töltésének és tömegének aránya.

A terhelő admittanciát általános alakban vesszük fel:

$$Y_t = |Y_t|\, e^{j\Psi} \qquad (3)$$

Itt Ψ a terhelő admittancia fázisszöge.

2. A rezgés frekvenciája

Az elektronikus admittancia és a terhelő admittancia áramköri szempontból párhuzamosan kapcsolódik. Tehát természetes rezgés esetén a kettő összegének zérust kell adnia, amiből következik, hogy a terhelő admittanciának meg kell egyeznie az elektronikus admittancia negatívjával:

$$Y_t = -Y_e \qquad (4)$$

Mivel az Y_e és Y_t admittanciák komplex mennyiségek, a (4) egyenlet két független egyenletre bontható:

$$\mathrm{Re}\,(Y_t) = \mathrm{Re}\,(-Y_e) \qquad (5)$$

$$\mathrm{arc}\,(Y_t) = \mathrm{arc}\,(-Y_e) \qquad (6)$$

E két egyenlet révén két ismeretlen: a rezgési frekvencia és a rezgési amplitúdó nyerhető.

A következőkben csak a rezgési frekvencia meghatározására lesz szükségünk, melyet a (6) egyenlet révén kaphatunk meg. Az arcus képzésénél minden esetben csak a főérték figyelembevételére szorítkozunk. Így írhatjuk az (1) és a (3) képletek alapján:

$$\left.\begin{aligned}\mathrm{arc}\,(Y_t) &= \Psi \\ \mathrm{arc}\,(-Y_e) &= \Theta_n - \Theta\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

A továbbiakban módusközépnek nevezzük azt a helyet, melynél az admittanciák valósak. Az egyes paramétereknek az n-edik módusközépen felvett értékeit n index-szel fogjuk jelölni. Itt n a módus sorszám. Ennek megfelelően Θ_n a repülési szögnek az n-edik módus közepén felvett értéke.

Helyettesítsük most be a (7) összefüggéseket a (6) egyenletbe:

$$\Theta_n - \Theta = \Psi \qquad (8)$$

Helyettesítsük ezután Θ-nak a (2) szerinti kifejezését a (8) egyenletbe:

$$\Theta_n - \frac{8\pi l}{\sqrt{2\eta}} \frac{\sqrt{V_0}}{V_0 + V_R} f = \Psi \tag{9}$$

Módusközépen a (2) képlet a következő alakot veszi fel:

$$\Theta_n = \frac{8\pi l}{\sqrt{2\eta}} \frac{\sqrt{V_0}}{V_0 + V_{Rn}} f_0 \tag{10}$$

Itt V_{Rn} a reflektor-katód feszültség értéke az n-edik módus közepén, f_0 pedig a terhelés rezonancia frekvenciája, mely a módusközépi frekvenciával megegyezik.

Fejezzük ki $\frac{8\pi l}{\sqrt{2\eta}}$-t a (10) képletből és helyettesítsük ezt be a (9) egyenletbe, azután rendezzük az egyenletet, akkor kapjuk:

$$\frac{V_0 + V_{Rn}}{V_0 + V_R} \frac{f}{f_0} = \frac{\Theta_n - \Psi}{\Theta_n} \tag{11}$$

A (11) egyenletben Θ_n, f_0, V_0 és V_{Rn} adott mennyiségek, így összefüggést kaptunk V_R és f között, feltéve természetesen, hogy Ψ-nek a frekvencia-függése ismert.

3. Meredekség

A modulációs meredekség a frekvenciának a reflektor feszültség szerinti deriváltja. Ezt a (11) implicit egyenletből nyerhetjük megfelelő átrendezések után a következő alakban:

$$S = \frac{df}{dV_R} = \frac{1}{\Theta_n} \frac{f_0}{V_0 + V_{Rn}} \frac{(\Theta_n - \Psi)^2}{\Theta_n - \Psi + f \frac{d\Psi}{df}} \tag{12}$$

Módusközépen a terhelő áramkörnek rezonanciában kell lennie, ezért célszerű a frekvencia helyett a relatív frekvencia eltérést új változóként bevezetni:

$$\delta = \frac{f - f_0}{f_0} \tag{13}$$

Ennek alapján a meredekség képlete:

$$S = \frac{1}{\Theta_n} \frac{f_0}{V_0 + V_{Rn}} \frac{(\Theta_n - \Psi)^2}{\Theta_n - \Psi + (1 + \delta) \frac{d\Psi}{d\delta}} \tag{14}$$

A módusközépi meredekséget megkapjuk, ha a meredekség kifejezését a $\delta = 0$ helyen vesszük:

$$S_0 = \frac{f_0}{V_0 + V_{Rn}} \frac{\Theta_n}{\Theta_n + g_1} \tag{15}$$

Ahol:

$$g_1 = \left. \frac{d\Psi}{d\delta} \right|_{\delta=0} \tag{16}$$

A (15) képletnél figyelembe vettük, hogy Ψ a $\delta = 0$ helyen zérus értékű kell legyen.

4. Az ideális klisztron-modulátor differenciálegyenlete

Célunk az ideális klisztron-modulátor, melynek meredeksége állandó, vagyis nonlinearitása nincsen. Követelményünk tehát az, hogy a meredekség állandó legyen, mégpedig legyen egyenlő a módusközépi értékével:

$$S = S_0 \tag{17}$$

Helyettesítsük be a (14) és a (15) kifejezéseket a (17) egyenletbe, akkor megfelelő rendezés után a következőt kapjuk:

$$(1 + \delta) \frac{d\Psi}{d\delta} = \frac{\Theta_n + g_1}{\Theta_n^2} \Psi^2 - \frac{\Theta_n + 2g_1}{\Theta_n} \Psi + g_1 \tag{18}$$

Az állandó meredekség követelménye tehát a terhelő áramkör Ψ fázisára vonatkozó differenciálegyenlethez vezet el. Ezt a differenciálegyenletet nevezzük ezután az ideális klisztron-modulátor differenciálegyenletének.

Az ideális klisztron-modulátor differenciálegyenletében a terhelés Ψ fázisszöge a δ relatív frekvencia eltérés függvénye, a Θ_n repülési szög pedig paraméter. A differenciálegyenlet tartalmazza még paraméterként a Ψ fázisszög első deriváltjának a $\delta = 0$ helyen felvett értékét. Ezenkívül előzőleg kijelentettük, hogy a Ψ fázisszögnek a $\delta = 0$ helyen zérus értékűnek kell lennie. Ezt a differenciálegyenlet (18) szerinti alakja már feltételezi.

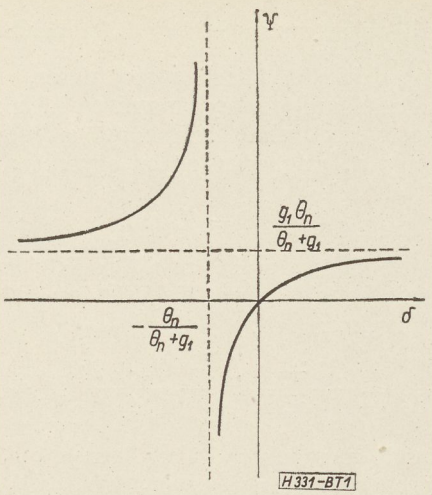
Az ideális klisztron modulátor differenciálegyenlete elsőrendű, nonlineáris differenciálegyenlet és a Riccati típusú differenciálegyenletek csoportjába tartozik [5, 6].

A differenciálegyenlet megoldását most keressük végtelen konvergens hatványsor alakjában úgy, hogy a hatványsor konvergencia tartománya a vivőfrekvencia környezete legyen. Következésképpen független változónak a relatív frekvencia eltérést választjuk. Legyen tehát a megoldás a következő végtelen hatványsorral megadva:

$$\Psi_0 = g_1\delta + g_2\delta^2 + g_3\delta^3 + g_4\delta^4 + g_5\delta^5 + \dots \tag{19}$$

A differenciálegyenlet levezetése során kikötöttük, hogy a megoldás a $\delta = 0$ helyen zérus legyen, ezért (19-ben) a konstans tagot zérusnak vettük. Továbbá az elsőfokú tag együtthatóját g_1-nek választottuk és ezáltal teljesül a (16) követelmény is, vagyis, hogy a megoldásként kapott fázisszög első deriváltjának a zérus helyen felvett értéke g_1-gyel egyenlő legyen. A (19) szerinti Ψ_0 függvény 0 idexe arra utal, hogy ez a megoldás csak a $\delta = 0$ hely környezetére érvényes.

Határozzuk most meg a (19) hatványsor egyes tagjainak az együtthatóit. Helyettesítsük be e célból Ψ_0-nak a (19) szerinti alakját a (18) differenciálegyenletbe. A differenciálegyenletnek a behelyettesítés után a $\delta = 0$ hely környezetében bármely δ érték esetén teljesülnie kell. Ebből következik, hogy az egyenlet bal és jobb oldalán a δ azonos hatványaihoz tartozó együtthatóknak egy kell egyezniök. Ennek alapján az együtthatók meghatározhatók. A részletes számítás elvégzése során kiderül, hogy az együtthatók az alábbi rekurziós formulával állíthatók elő:



1. ábra. Az ideális klisztron-modulátor feltételezett terhelő áramkörének fáziskarakterisztikája

$$g_\nu = \left(-\frac{\Theta_n + g_1}{\Theta_n}\right)^{\nu-1} \cdot g_1 \tag{20}$$

Az ideálisklisztron-modulátor differenciálegyenletének megoldása a $\delta = 0$ hely környezetében tehát a következő lesz:

$$\Psi_0 = \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(-\frac{\Theta_n + g_1}{\Theta_n}\right)^{\nu-1} \cdot g_1 \delta^\nu \tag{21}$$

Közvetlenül megállapítható, hogy Ψ_0-nak a (21) szerinti kifejezése konvergens, ha

$$|\delta| < \left|\frac{\Theta_n}{\Theta_n + g_1}\right| \tag{22}$$

Ez a tartomány gyakorlati feladatok esetén teljesen kielégítő.

Alakítsuk át most a (21) kifejezést. Emeljük ki $g_1\delta$-t és így a ν indexet a zérustól kezdhetjük. Így:

$$\Psi_0 = g_1\delta \sum_{\nu=0}^{\infty} \left(-\frac{\Theta_n + g_1}{\Theta_n}\right)^{\nu} \cdot \delta^\nu \tag{23}$$

A (23)-ban szereplő végtelen hatványsornak az összege a (22) szerinti tartományban [7] a következő:

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} \left(-\frac{\Theta_n + g_1}{\Theta_n}\right)^{\nu} \delta^\nu = \frac{\Theta_n}{\Theta_n + (\Theta_n + g_1)\delta} \tag{24}$$

Helyettesítsük (24)-et a (23)-ba és használjuk most a Ψ jelölést:

$$\Psi = \frac{\Theta_n g_1 \delta}{\Theta_n + (\Theta_n + g_1)\delta} \tag{25}$$

Ezt a (18) differenciálegyenletbe behelyettesítve kiderül, hogy a (25) szerinti Ψ függvény δ-nak a $-\infty$-től a $+\infty$-ig terjedő teljes tartományában megoldása a (18) differenciálegyenletnek. Az index hiánya arra utal, hogy a (25) szerinti Ψ függvény δ teljes változási tartományában megoldás, míg a (21) szerinti Ψ_0 megoldás csak a $|\delta| < \left|\frac{\Theta_n}{\Theta_n + g_1}\right|$ tartományban használható. Az ezenkívül eső tartományban Ψ a (21) kifejezéstől eltérő alakban fejthető hatványsorba.

5. Az approximáció probléma

Vizsgáljuk most a Ψ függvényt menetét a (25) képlet alapján. A függvényt ábrázoló görbét az 1. ábra mutatja. A görbe érintőjének iránytangense a $\delta = 0$ helyen g_1. A függvény határértéke a $+\infty$-nél $\frac{g_1\Theta_n}{\Theta_n + g_1}$. A függvénynek pólusa van a $\delta = -\frac{\Theta_n}{\Theta_n + g_1}$ helyen. Határértéke a $-\infty$-nél pedig szintén $\frac{g_1\Theta_n}{\Theta_n + g_1}$.

Az ábra alapján megállapítható, hogy olyan terhelés nem létezik, melynek fáziskarakterisztikája a Ψ-nek megfelelő menetet mutatná a δ teljes változási tartományában. Az viszont lehetséges, hogy a $\delta = 0$ hely környezetében a valóságos áramkörökkel egyre jobban megközelítsük az ideális klisztron-modulátor karakterisztikáját. Ez gyakorlati szempontból teljesen kielégítő. Hisz a közelítésre tulajdonképpen csak egy-egy rezgési módus tartományán belül van szükség.

A klisztron-modulátor áramkörök tervezésekor tehát az a feladat, hogy a terhelő áramkör fáziskarakterisztikája az ideális Ψ függvényt egy adott tartományon belül minél jobban megközelítse.

IRODALOM

1. *Pierce, J. R.—Shepherd, W. G.:* Reflex Oscillators. Bell System Technical Journal, 1947. júl. 460—690. old.
2. *Houghton, E.W. — Hatch, R.W.:* FM Terminal Transmitter and Receiver for the TH Radio System. Bell System Technical Journal. 1961. nov. 1587—1626 old.
3. *Reed, E. D.:* A Coupled Resonator Reflex Klystron. Bell System Technical Journal. 1953. máj. 715—766 old.
4. *Schuon, E.— Butterweck, H. J.:* Die Linearisierung der Frequenzmodulations — Kennlinie eines Reflexklystrons. Archiv der Elektrischen Übertragung. 1958. márc. 99—108 old.
5. *McLachlan, N.W.:* Ordinary Nonlinear Differential Equations in Engineering and Physical Sciences. Clarendon Press, Oxford, 1950.
6. *Sugai, I.:* A Table of Solutions of Riccati's Equations. Proceedings of I. R. E. 1962. okt. 2124—2126 old.
7. *Pattantyús* 1. Matematikai képletek, táblázatok. Műszaki Könyvkiadó, 1961

CSANÁDY ANDRÁSNÉ
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Vákuumpárologtatott kondenzátorok szilíciumoxid és magnéziumfluorid dielektrikummal

ETO 621.319.4:539.23

Bevezetés

A korszerű híradástechnika az alkatrészek kutatása és előállítása terén új igényekkel lép fel. Ezek a következők: kis méretek, nagy stabilitás, nagy megbízhatóság, alacsony üzemi feszültségek és nagy hőállóság. A hazai igények jelenleg még a felsorolt öt szempont közül csak az első négyre korlátozódnak. Az alkatrészek világversenyében azonban nem hagyható figyelmen kívül az utolsónak említett követelmény, a hőállóság sem.

A tranzisztor áramkörök működési feszültsége alacsony, ez lehetővé teszi, hogy egészen vékony, néhány ezer Å vastag dielektrikumokat alkalmazzunk. Így egyben kielégítjük az öt közül első feltételünket, nevezetesen az egységnyi felületre jutó nagy kapacitás követelményét is. Ehhez azonban az alkatrészipar számára merőben új technológia szükséges. Ez az új technológia a kondenzátorok dielektrikumának vákuumpárologtatása. Hogy az ilyen módon készített réteg milyen stabilitással és hőállósággal rendelkezik, az a kiindulási anyag kémiai természetén kívül az előállítás és utókezelés paramétereinek függvénye. Dielektrikumok vákuumpárologtatásánál csak szervetlen anyagok jöhetnek számításba, tekintettel az előállítással és kezeléssel járó magas hőmérsékletre. Ezen anyagok alkalmazása a magas működési hőmérsékletet is lehetővé teszik.

Dielektrikum filmek vákuumgőzölését a szakirodalomban számos cikk tárgyalja, azonban ezek elsősorban e filmek optikai tulajdonságaira vonatkoznak [1]. 1960-ban jelent meg Siddal közleménye [2], mely elektromos felhasználás szempontjából tárgyalja a gőzölt dielektrikumokat. Noha az optikai és elektromos tulajdonságok között van összefüggés, nem lehet egyszerűen következtetni mindazon tulajdonságokra, melyek egy anyagot kondenzátor dielektrikum céljaira alkalmassá tesznek. A dielektrikumként használt vékony rétegnek teljesítenie kell a következőket.

Az elektromos tulajdonságok tekintetében: legyen a filmnek minél magasabb dielektromos állandója, legyenek kicsik a dielektromos veszteségei és mutassanak kedvező frekvenciafüggést, legyen nagy az átütési szilárdsága és nagy a szigetelési ellenállása.

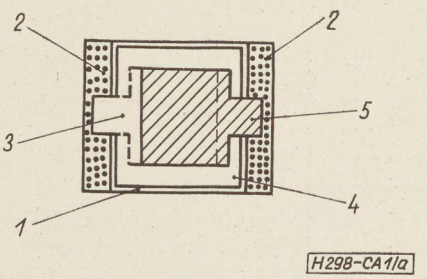
Kémiai-fizikai és elektromos szempontból egyaránt legyen stabilis, ellenálló és egyenletes, hibahelymentes szerkezetű a réteg. Alapanyaga legyen könnyen vákuumpárologtatható, tapadjon jól a hordozóként és fegyverzetként használt anyaghoz.

Irodalmi előtanulmányok alapján először és elsősorban a szilíciumoxiddal, későbbiek során a magnéziumfluoriddal foglalkoztunk. Kísérleti munkánkat 1961 őszén indítottuk el.

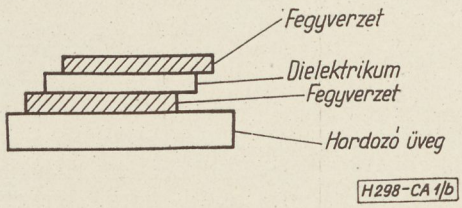
A szilíciumoxid és magnéziumfluorid párologtatásának mikéntjére nézve, bőséges tapasztalatokkal rendelkezett az optikai ipar, mivel ott a szilíciumoxidot elektronmikroszkópos replikaként, a magnéziumfluoridot pedig reflexiócsökkentő rétegként alkalmazzák. Ezen anyagok vékony rétegeinek kutatásával legtöbbet König, Hass, és Siddal (szilíciumoxid), és Bruce, Hermansen és Weaver (magnéziumfluorid) foglalkozott [2—10].

A kondenzátor minőségét befolyásoló tényezők

Az általunk készített gőzölt dielektrikumú kondenzátor felépítését az 1*a*—*b* ábra szemlélteti. Beégetett kontaktusokkal ellátott 2 × 1 cm-es üveghordozóra gőzölt alumíniumfegyverzetek között helyezkedik el a vákuumpárologtatott



1a ábra. Gőzölt dielektrikumú kondenzátor felépítése (felülnézet). *1* — üvegbázis *2* — beégetett kontaktus; *3* — alsó fegyverzet; *4* — dielektrikum; *5* — felső fegyverzet



1b ábra. Gőzölt dielektrikumú kondenzátor keresztmetszetének elvi vázlata

dielektrikum. Vizsgáljuk meg először a kondenzátornak a dielektrikumtól független alkotóelemeit, melyek azonban igen döntő módon befolyásolják a kondenzátor tulajdonságait. Ezek a következők: A *hordozó* felületi simasága, tisztasága, mérete és kontaktozása, valamint a *fegyverzetek* anyaga, minősége és vastagsága.

Az általunk választott Agfa spektrállemez üveganyagából készített hordozó jelentékeny felületi vezetést nem mutat. Simasága gőzölt dielektrikumú kondenzátorok céljaira kielégítő, tehát a gőzölésnél árnyékot képező egyenetlenségeket nem tartalmaz.

Az üvegfelületet igen körültekintő módon tisztítottuk. Megállapítottuk azonban, hogy a tisztítás szerepe csupán az, hogy a mechanikai hibahelyeket okozó szennyezéseket, pl. port, valamint a tapadást gátló zsiradékot eltávolítsuk. Lényegében az optikai igényeket kielégítő tisztítás, beleértve a felület ionbombázásos kezelését is, céljainkra megfelelőnek bizonyult. Az üvegfelületen mindig vannak, legtöbb esetben csak mikroszkóppal megfigyelhető hibahelyek. Esetünkben kielégítő és egyenletes szigetelési tulajdonságok elérése érdekében célszerűnek mutatkozott egy párezer Å vastag szilíciumoxid rétegnek a kondenzátor alá történő párologtatása. A kondenzátorok készítésénél a hordozó méretének is van hatása a minőségre. Az egyébként azonos technológiával készült kondenzátoroknál a hibahelyek száma az üvegen és a dielektrikumban egyaránt a felület nagyságával arányos, ugyanakkor a manipulációs hibák valószínűsége a hordozó méretének csökkenésével növekszik.

A kontaktozást az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet által kidolgozott és gyártott kontaktmasszával végeztük. Jól használhatóak a Degussa cég üvegfelület kontaktozására ajánlott gyártmányai is. A kontaktusoknak egyrészt igen jó tapadást, másrészt jó forraszthatóságot kell biztosítani. A kontaktusok okozta ellenállásnak elhanyagolhatóan kicsi értékkel kell rendelkeznie.

A fegyverzetek között a gőzölt alumíniumfegyverzet mutatkozott legmegfelelőbbnek. Kísérleteket végeztünk még arany, ezüst és cinkfegyverzettel. A kiválasztott fegyverzet könnyen regenerálható kell hogy legyen. Szilíciumoxid dielektrikum esetében ui. az elkészült kondenzátorok kb. 25%-a, magnéziumfluorid dielektrikum esetében 100%-a zárlatos és csupán az ún. formálási művelettel — a dielektrikum hibahelyei feletti fém elpárologtatásával — válnak üzemképessé. A formálást kis belső ellenállású áramforrással végezzük 10—20 V között, többszöri pólusváltással. A fegyverzetnek továbbá változás nélkül kell elszenvednie a dielektrikum gőzölése közbeni, ill. az utólagos, viszonylag magas hőmérsékletű hőkezelést. Kísérleteink szerint a teljesen fedő, tehát már jól vezető alumíniumréteg vastagságától (< 3000 Å estén) nem függ a regenerálódási készség. Leggyakrabban 2000 Å vastagságú fegyverzetet használtunk.

A dielektrikum anyagától függetlenül előnyösnek bizonyult, hogy a kondenzátoroknál a formálási művelet előtt 200 °C-os hőkezelést alkalmaztunk a nedvesség eltávolítására.

A szilíciumoxid ismertetése

A párologtatott szilíciumoxid dielektrikum kémiai összetétele nem egyértelműen deffiniált, és nagymértékben az előállítás paramétereinek függvénye. Szilíciummonoxid vákuumpárologtatásával alakítjuk ki. A párologtatás céljaira alkalmazott rögös terméket (Fluka [Svájc] gyártmányú SiO) szilícium és szilíciummonoxid keverékéből 10^{-4} Hgmm nyomáson evakuált, 1250 °C-ra fűtött kemencében horizontálisan elhelyezett, lezárt végű csőben állítják elő [11, 12].

Az amorf struktúrájú tömbszerű anyag dielektromos állandója 4,8—5, ezt azonban a párologtatások körülményei nagymértékben megváltoztatják. Vékony rétegre nézve — az irodalomban és saját számításaink eredményeképpen — $\varepsilon =$ 2—5-öt találtunk. A szilíciummonoxidból vákuumpárologtatással kialakított réteg az irodalom egybehangzó ismertetései szerint, ha levegőn hevítjük, szilíciumdioxiddá alakul [3, 6, 13]. A teljes oxidálódás a rétegvastagságtól is függ, a közölt adatok szerint kimutatni csak 500 C° feletti hosszan tartó hőkezelés után tudták. A szilíciummonoxid erőteljesen getterez, a vákuumrendszer maradék oxigén, ill. vízgőz tartalmára nagyon érzékeny [14]. A szilíciummonoxid már 1000 C° felett elkezd párologni, azonban az összetétel és a rétegben keletkező feszültségek nagymértékben függvényei a párologtató csónak hőmérsékletének. A legkedvezőbb elektromos tulajdonságokat az 1250—1400 C°-on párologtatott réteg mutatja.

A reprodukálható stabil rétegek előállításának feltétele, hogy lehetőleg eleve feszültségmentes rétegeket állítsunk elő, ill. ezen feszültségeket utólagos hőkezeléssel feloldjuk.

A szilíciumoxid dielektrikum előállítása és utókezelése

A dielektrikumok gőzölésének paraméterei: a vákuum nagysága, a forrás hőmérséklete, a felfogó felület hőmérséklete, a felpárologtatott anyagmennyiség, a maradék atmoszféra összetétele. Reprodukálható elektromos tulajdonságú szilíciumoxidrétegek előállítására csak ezen paraméterek pontos beállítását lehetővé tevő vákuumberendezés alkalmas. A gőzölést $<10^{-4}$ Hgmm vákuumnál indítottuk csukott bledeállás mellett. A párologtatás során a getterező hatás következtében a vákuum még tetemesen javul. A porított anyagot wolframcsónakról párologtattuk 2 kW-os gőzforrásról. Ez a technológia megköveteli a forrás hőmérsékletének folyamatos emelését. Ma már tetszőleges rétegvastagságot állítunk elő lényegesen nagyobb mennyiség elpárologtatására módot adó forrás alkalmazásá-

val. Ilyen módon megvalósítható a főfrakció szűk hőmérsékleti intervallumban való elpárologtatása. A párologtató források fényképe a 2. ábrán látható. Kis dielektromos veszteségeket és jó szigetelési tulajdonságú rétegeket kisebb, mint 10 Å/sec párologtatási sebességgel állítunk elő. A gőzölés befejező szakaszánál mindkét eljárásnál elfedjük a forrást.

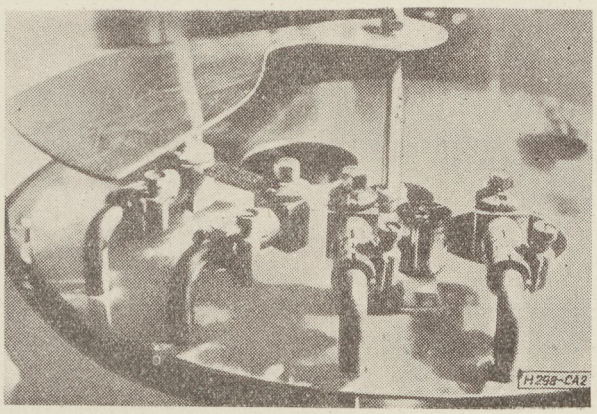
A kívánt rétegvastagságot a bemért szilíciummonoxid mennyiségével, ill. a párologtatási idővel, Balzers-berendezésben pedig a transmittált fény mérésének segítségével állítottuk be. A rétegvastagságokat minta üvegekre párologtatott dielektrikum rétegeken mértük, Tolansky módszerrel, Zeiss-féle interferencia mikroszkópon. Az általunk készített szilíciummonoxid rétegek vastagsága 500—30 000 Å-ig terjed. Hideg felfogó felületre gőzöltünk.

A nyers, formált kondenzátorok további hőkezelésre szorulnak, e hőkezelés segítségével állítjuk be a megfelelő induló elektromos paramétereket és stabilizáljuk a kondenzátort. A hőkezelési idő optimumát a dielektrikum párologtatásának körülményei és rétegvastagsága szabják meg. Az egyes hőfokokon mutatkozó kapacitáscsökkenés minden esetben határértékhez tart. A 400 °C hőmérsékleten hőkezelt kondenzátorok a 85 °C-on folytatott 6 V-os terhelés kapcsán már igen csekély kapacitásváltozást mutatnak.

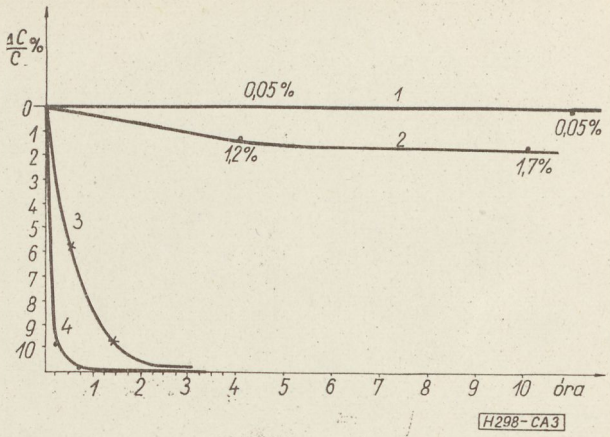
A 3. ábra a hőkezelési idő és a százalékos kapacitásváltozás közötti összefüggést szemlélteti különböző hőkezelési hőmérsékleten.

Kísérleteket folytattunk ugyanazon sorozatbeli kondenzátorok egyébként azonos feltételek melletti, különböző atmoszférán történő hőkezelésére. A kísérletek tanulsága szerint a százalékos kapacitáscsökkenést nem befolyásolja, hogy a hőkezelés oxigénben, levegőn, vagy vákuumban történik-e. Ez arra enged következtetni, hogy a hőkezeléskor az oxidáción kívül rétegrendeződés és feszültség feloldódás is lezajlik.

Azonos párologtatási viszonyok között előállított és azonos módon hőkezelt rétegek kapacitáscsökkenése megeggyezik. Ennek a kapacitás értékek beállítása szempontjából van nagy jelentősége.



2. *ábra.* Gőzforrások



3. *ábra.* Százalékos kapacitás csökkenés a hőkezelési idő függvényében különböző hőkezelési hőfokokon $\left(-\frac{\Delta C}{C}\right)$ · 1 — — 120 °C; 2 — 200 °C; 3 — 300 °C; 4 — 400 °C

A szilíciumoxid rétegek optikai vizsgálata

Az általunk alkalmazott párologtatási technológiával előállított szilíciummonoxid rétegeket különféle optikai vizsgálatoknak vetettük alá.

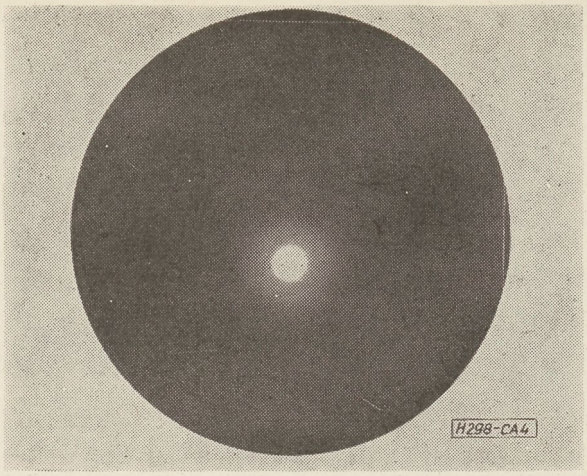
Elektrondiffrakciós felvétellel többórás 400 C°-os hőkezelés után sem sikerült a szilíciummonoxid amorf diffrekciós gyűrűje mellett a szilíciumdioxid diffrakciós képét kimutatni. A 4. és 5. ábrán egy hőkezeletlen szilíciummonoxid és egy huzamosabb ideig 400 °C-on hőkezelt szilíciummonoxid réteg képét látjuk.

Spektrofotometriás vizsgálataink arra a körülményre támaszkodnak, hogy a szilíciummonoxidnak a szilíciumdioxiddal ellentétben 200 és 400 millimikron között erőteljes abszorpciós maximuma van. Ez az abszorpciós maximum és ennek hőkezelés kapcsán való csökkenése az általunk készített dielektrikum esetében is megfigyelhető (6. ábra). E módszer segítségével mindenegyes gőzölési paraméter változtatásának hatása is megvizsgálható. Illusztrációképen a párologtatás időtartama alatt tűszeleppel beállított vákuumérték és a réteg abszorpciójára jellemző szám közötti összefüggést mutatjuk be (7. ábra). E munkát a Műegyetem Általános Kémiai Tanszékével együttműködve végeztük.

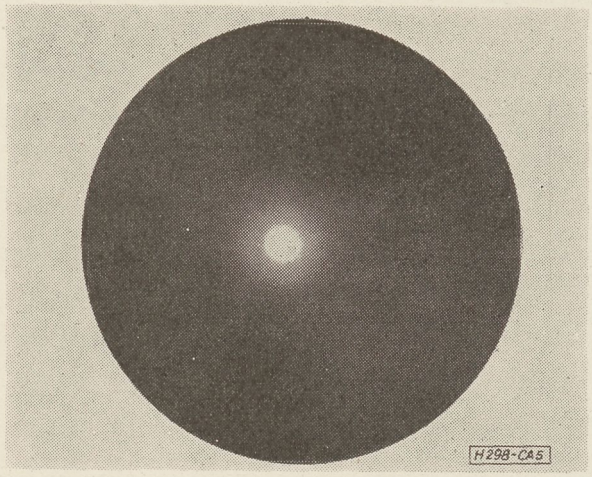
A szilíciummonoxid dielektrikumú kondenzátorok elektromos paramétereit a magnéziumfluorid dielektrikumú kondenzátorok paramétereivel együtt ismertetjük.

A magnéziumfluorid dielektrikum és előállítása

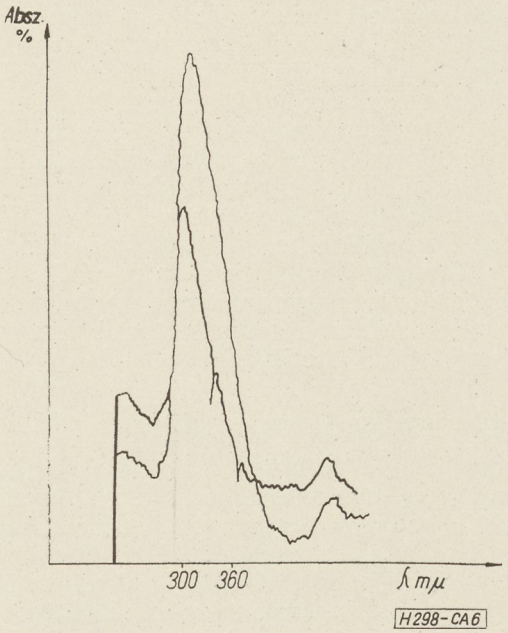
A magnéziumfluoridnak gőzölt dielektrikumként való alkalmazása elég kézenfekvő, figyelembevéve, hogy e vegyület igen stabilis, mechanikailag és kémiailag is igen ellenálló. Viszonylag alacsony olvadáspontja (1400 °C) következtében jól gőzölögtethető. Dielektromos állandója kb. 9, az irodalomban vékony rétegben kb. $\varepsilon = 5$ körüli értékről számolnak be [9, 16]. Ez megegyetik saját méréseinkkel. Párologtatáshoz optikai



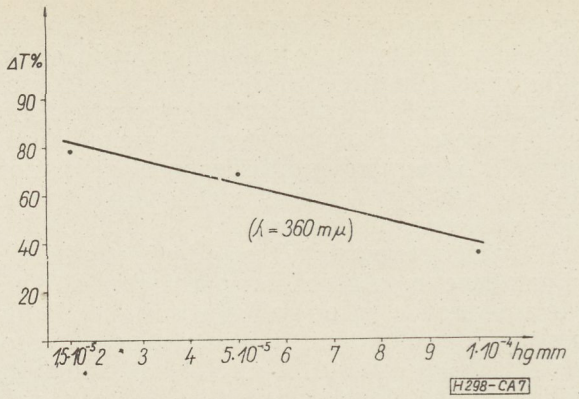
4. ábra. Párologtatott SiO réteg elektrondiffrakciós felvétele közvetlenül párologtatás után



5. ábra. Párologtatott SiO réteg elektrondiffrakciós felvétele 1 óra 400 °C-os hőkezelés után



6. ábra. Üveglapra felhordott SiO ultraibolya abszorpciós spektruma. *1* — hőkezelés nélkül; *2* — 1 óra, 400 °C-os hőkezelés után



7. ábra. A fényelnyelés különbsége a párologtatásnál alkalmazott vákuum függvényében

célokra készített angol gyártmányú magnéziumfluoridot használtunk, molibdén csónakról gőzölögtetve. 10^{-4} Hgmm-nél kiizzítottuk a gőzölésre kerülő anyagot — a forrást ilyenkor elfedi a blende — a gőzölést $<3.10^{-5}$ Hgmm vákuumban folytattuk 25 cm-es forrás-tárgytávolságnál, hideg felfogó felületre. Különböző vastagságú dielektrikumokat készítettünk a gőzölési időtaram változtatásával.

A kondenzátorok egyöntetűen mutatták az ún. öregedési jelenséget. Ez abban áll, hogy a kész kondenzátorok kapacitása és veszteségi tényezője egy ideig jelentős mértékben csökken. Az öregedési folyamat a frissen felgőzölt amorf, vagy egyes szerzők szerint mikrokrisztallitos réteg lassú kristályosodásával, ill. a krisztallitméret növekedésével magyarázható [10, 17]. Ez a krisztallizációs folyamat az idő és hőmérséklet függvénye. Kísérleteink kapcsán azt a hőmérsékletet kerestük, melynek segítségével a réteg egy stabilis, minimális ingadozást mutató állapotba hozható. Ez a hőmérséklet 400 °C-nak bizonyult. Ezen a hőmérsékleten stabilizált kondenzátorok mutatják a raktározás során a legkisebb kapacitásingadozást. Elektrondiffrakciós felvételeink egy frissen felgőzölt, továbbá egy 400 °C-on félórán át hőkezelt magnéziumfluoridgyűrű rendszerét mutatják (8. és 9. ábra). A megnövekedett krisztallitméret jól látható a felvételeken. (Valamennyi elektronmikroszkópos felvételünket az Akadémia Mikromorfológiai Intézetében dr. Morlin Zoltán készítette.)

A kondenzátorok igen érzékenyek a légnedvességre, lényegesen érzékenyebbek, mint a szilíciumoxid dielektrikumú kondenzátorok. Mindkét típust a nedvességtől és mechanikai sérülésektől való védelem céljából üveglappal lefedjük és epoxigyantával lezárjuk. A kész kondenzátorokat ónozott rézhuzalkivezetőkkel látjuk el.

A kondenzátorok elektromos jellemzői

A két kondenzátortípus elektromos tulajdonságait grafikonokon hasonlítjuk össze.

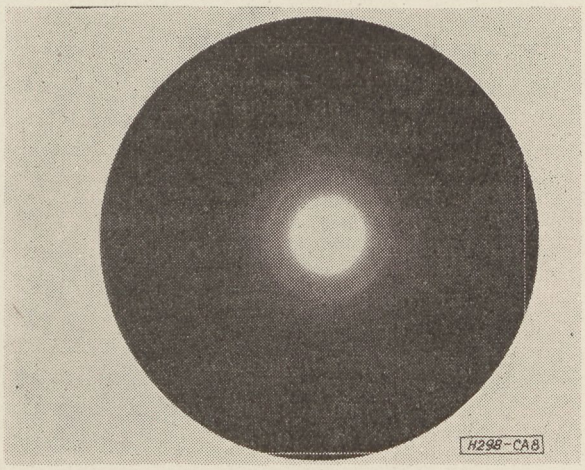
A kondenzátorok tg δ-jának frekvenciafüggését a 10. ábra mutatja. A mérést 0,6 V mérő-

feszültségen végeztük, a görbéken felvett pontok egy-egy azonos sorozatbeli 4—4 kondenzátor adatainak átlagából adódtak. A veszteségi tényező frekvenciafüggésének kérdése pillanatnyilag még kutatási stádiumban van. A lefutás jellege egy-egy gőzölés során az összes kondenzátornál azonos. Célkitűzésünk, hogy a szilíciummonoxid kondenzátort nagyfrekvenciás célokra is használható módon állítsuk elő.

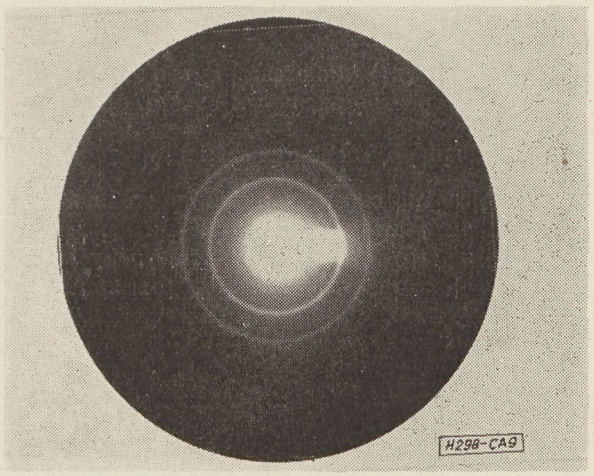
A kondenzátorok kapacitásának frekvenciafüggésénél nincs számottevő különbség a kétféle dielektrikummal készült kondenzátor között. A kapacitás változása a szilíciumoxid kondenzátornál a vizsgált tartományban (0,6—6 kHz) $<0{,}2\%$. Magnéziumfluorid dielektrikum esetén ez az érték $< 0{,}3\%$.

A kondenzátorok kapacitásának hőfokfüggését a 11. ábra mutatja. A szilíciummxid kondenzátorok lényegesen kisebb változást mutatnak a hőfok függvényében.

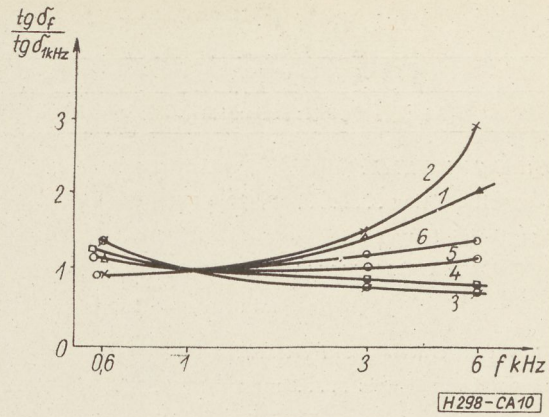
A kondenzátorok áramfeszültség karakterisztikája a 12. ábrán látható. A szilíciummonoxid görbéje jóval a magnéziumfluorid görbéje alatt



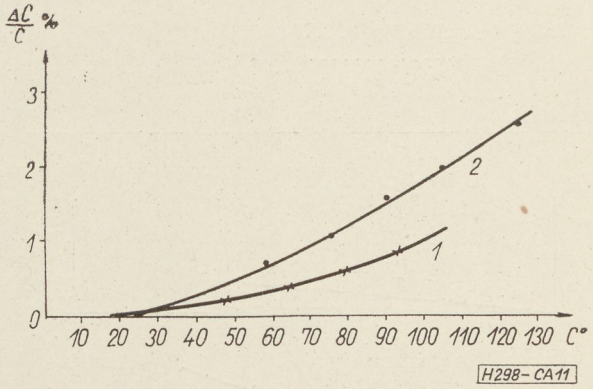
8. ábra. Párologtatott MgF_2 réteg elektrondiffrakciós felvétele közvetlenül párologtatás után



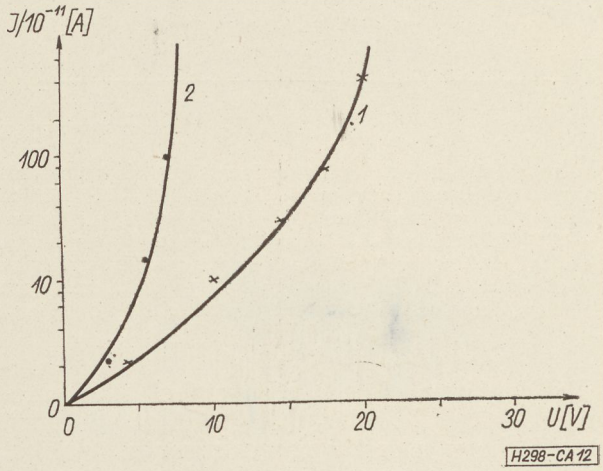
9. ábra. Párologtatott MgF_2 réteg elektrondiffrakciós felvétele 30 perc 400 °C-os hőkezelés után



10. ábra. Gőzölt dielektrikumú kondenzátorok veszteségi tényezőjének frekvencia függése. *1—2—3* — SiO dielektrikumú kondenzátorok; *4—5—6* — MgF_2 dielektrikumú kondenzátorok



11. ábra. Gőzölt dielektrikumú kondenzátorok kapacitásának hőfokfüggése. *1* — SiO dielektrikumú kondenzátorok; *2* — MgF_2 dielektrikumú kondenzátorok



12. ábra Gőzölt dielektrikumú kondenzátorok áram-feszültség karakterisztikája. *1* — SiO dielektrikumú (1000Å); *2* — MgF_2 dielektrikumú (1500 Å)

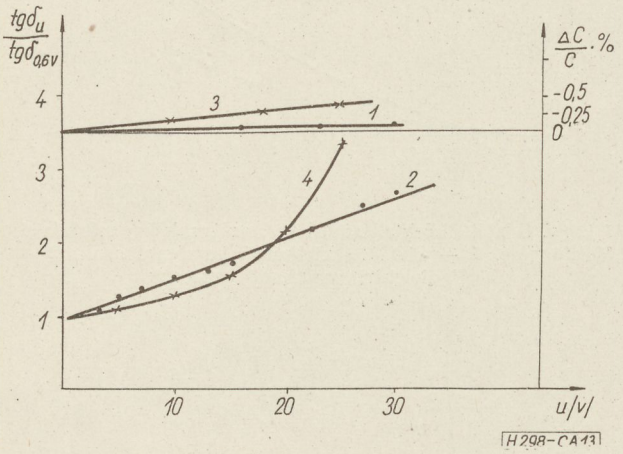
fut annak ellenére, hogy az ábrázolt szilíciummonoxid dielektrikum 1000 Å és a magnéziumfluorid 1500 Å vastag volt.

A kondenzátorok kapacitását és veszteségi tényezőjét a mérőfeszültség függvényében a 13. ábra mutatja. Jól látható a nagyobb százalékos kapacitásváltozás magnéziumfluorid esetében.

1. táblázat

Tartós terhelési adatok

85 C° 6 V			85 C° 3 V		
Szilíciummonoxid			Magnéziumfluorid		
Kiindulási értékek:			*Kiindulási értékek:*		
Kapacitás átlag		2.829 pF	Kapacitás átlag		1 558 pF
Veszteségi tényező (1 KHz)	max	$7 \cdot 10^{-4}$	Veszteségi tényező (1 KHz)	max	$36 \cdot 10^{-4}$
	átl.	$5{,}5 \cdot 10^{-4}$		átl.	$29 \cdot 10^{-4}$
	min	$4 \cdot 10^{-4}$		min	$25 \cdot 10^{-4}$
1000 óra terhelés utáni értékek:			*1000 óra terhelés utáni értékek*		
Kapacitás változás	max	0,18%	Kapacitás változás	max	1,73%
	átl.	0,14%		átl.	1,53%
	min	0,10%		min	1,40%
Veszteségi tényező (1 KHz)	max	$5 \cdot 10^{-4}$	Veszteségi tényező (1 KHz)	max	$16{,}5 \cdot 10^{-4}$
	átl.	$3{,}8 \cdot 10^{-4}$		átl.	$15{,}3 \cdot 10^{-4}$
	min	$3 \cdot 10^{-4}$		min	$14{,}4 \cdot 10^{-4}$
Szigetelési ellenállás .... (6 V)	max	600 000 Mohm	Szigetelési ellenállás (3 V)	max	300 000 Mohm
	átl.	188 000 Mohm		átl.	270 000 Mohm
	min	36 000 Mohm		min	150 000 Mohm



13. ábra. Gőzölt dielektrikumú kondenzátorok kapacitásának és veszteségi tényezőjének feszültségfüggése. *1* — SiO dielektrikumú kondenzátorok kapacitásának feszültség függése; *2* — SiO dielektrikumú kondenzátorok veszteségi tényezőjének feszültség függése; *3* — MgF_2 dielektrikumú kondenzátorok kapacitásának feszültség függése; *4* — MgF_2 dielektrikumú kondenzátorok veszteségi tényezőjének feszültség függése

Tartós vizsgálati eredményeinket táblázatosan közöljük (1. táblázat). A táblázat adataiból látható, hogy a tartós terhelés során mindkét típusú kondenzátornál a veszteségi tényező csökken, a szigetelési ellenállás nő és a szilíciumoxid százalékos kapacitásváltozása jóval alatta van a magnéziumfluoridénak.

A táblázatos adatok, továbbá a görbék összevetése indokolja, hogy világszerte miért nagyobb az érdeklődés a szilíciummonoxid irányában. Látható, hogy nagyobb stabilitást, jobb hőállóságot és jobb szigetelési tulajdonságokat biztosít, továbbá nagyobb feszültség igénybevételre alkalmas, mint a magnéziumfluorid.

2. táblázat

Kapacitás tartomány (nF) ...	0,1 — 10
Üzemi feszültség (V)	1,5 — 30
Üzemi hőmérséklet tartomány (C°)	−40 — +85
Veszteségi tényező 1 KHz-en .	$< 10 \cdot 10^{-4}$
Szigetelési ellenállás (Mohm) ..	10 000
Fajlagos kapacitás (nF/cm³) ..	20

(Pl. 1 nF kapacitású 10 V üzemi feszültségre készített kondenzátor méretei 10,8 mm × 6 mm × 1,2 mm)

Befejezésül közöljük a kutatás jelen stádiuma alapján készült szilíciumoxid kondenzátorok adatait a felhasználók számára (2. táblázat).

IRODALOM

1. *L. Holland:* Vacuum Deposition of Thin Films, J. Wiely and Sons, New York (1958).
2. *G. Siddal:* Vacuum, 9 (1960) 274.
3. *H. König:* Optik 3 (1948) 419.
4. *G. Hass — H. Kehler:* Optik 5 (1949) 48.
5. *G. Hass — N. W. Scott:* J. Opt. Soc. Amer. 39 (1949) 179.
6. *G. Hass — C. D. Salzberg:* J. Opt. Soc. Amer. 44 (1954) 181.
7. *J. H. Bruce — J. R. Balmer:* Electro — Technology (1960 dec.) 157.
8. A. *Hermansen:* Nature 174 (1954) 219.
9. *C. Weaver:* Vakuumtechnik 11 (1962) 183.
10. *C. Waever:* Aadvances in Physics 11 (1962) 83.
11. *G. Hass:* Journal of the Amer. Ceram. Sec. 33 (1950) 353.
12. Gmelins Handbuch der Anorg. Chem. 8. Aufl. 258.
13. *G. Hass — N. W. Scott:* Le Journal de phisique et la radium 11 (1950) 394.
14. *P. White:* Vacuum 12 (1962) 15.
15. *J. Priest — H. L. Cashwell — Y. Budo:* Vacuum 12 (1962) 301.
16. *F. S. Maddocks — R. E. Thun:* J. Electrochem. Soc. 109 (1962) 99.
17. *D. M. Auwärter:* Ergebnisse der Hochvakuumtechnik und der Phisik dünner Schichten 1957.

WOLLITZER GYÖRGY
ÉS STRAUSZ TAMÁS
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Vákuumpárologtatott fegyverzetű kondenzátor alumíniumoxid dielektrikummal

A tranzisztor-áramkörök elterjedésével fokozódik a kis üzemi feszültségen működő, kisméretű, megbízható kondenzátorok iránti igény. A miniatürizálás e területen lényegében a dielektromos állandó növelésével, a dielektrikum vékonyításával és a fegyverzet vastagságának csökkentésével oldható meg.

A dielektromos állandót növelve igen kis méretek érhetők el, azonban a nagyobb dielektromos állandó általában rosszabb elektromos jellemzőkkel jár együtt, így többek között nő a veszteségi tényező, kedvezőtlenebbek a hőmérsékleti jellemzők, csökken a kondenzátor stabilitása.

A dielektrikum vékonyításával hatásosan csökkenthetjük a kondenzátor fajlagos térfogatát és ugyanakkor ez a méretcsökkenés nem párosul az elektromos paraméterek lényeges romlásával. Figyelembe kell venni továbbá, hogy míg a kondenzátor térfogategységre jutó kapacitása a dielektromos állandóval lineárisan, addig a dielektromos réteg vastagságának reciprokával négyzetesen változik. A dielektrikum vékonyításának általában technológiai problémák szabnak határt. Ez egyúttal meghatározza az előállítható minimális üzemi feszültséget is, ami jelenleg a kereskedelemben kapható klasszikus típusoknál 150—200 V körüli érték. Ennél alacsonyabb üzemi feszültség (40 V, ill. 63 V) és ennek megfelelően nagyobb fajlagos kapacitás csak speciális technológiával állítható elő.

Ha igen vékony hártyákat egy rétegben alkalmaznak dielektrikumként, súlyos problémát jelentenek a hártya hibás pontjai, melyek az átütési szilárdságot minimálisra szorítják le és fémfólia fegyverzetek alkalmazása esetén gyakorlatilag használhatatlanná teszik a kondenzátort. Ezt a hátrányt kiküszöbölhetjük, ha nem fémfóliát használunk fegyverzetként, hanem a dielektrikum mindkét oldalára vékony fémréteget párologtatunk. Az így előállított kondenzátorok — mint a közismert fémezett papír, ill. fémezett műanyagfóliás kondenzátorok — ún. önjavuló tulajdonsággal rendelkeznek, megfelelő elektromos kezeléssel a hibás helyek kis környezetében a fémfegyverzet elpárologtatható, így a dielektrikum hibás pontjai mintegy kiiktathatók. Ezzel az eljárással a kondenzátor elektromos jellemzői, elsősorban a megengedett maximális térerősség és a szigetelési ellenállás, nagymértékben megjavulnak.

Párologtatott vékony fémrétegek alkalmazásával a fémfegyverzet térfogatát gyakorlati szempontból zérusra csökkentjük, amivel a fentebb említett harmadik miniatürizálási szempontnak is eleget teszünk.

Az említett szempontoknak felel meg az a kondenzátor, melyet R. W. Berry és D. J. Sloan közölt 1959-ben [1]. Üveg hordozón katódporlasztással tantálréteget állítottak elő, melyet anódosan oxidáltak. Az oxidrétegre arany elektródát gőzöltek. 1960-ban F. Huber és W. Haas [2] egy rövid közleményben vákuumgőzölt alumíniumfilm anódos oxidációjával, vákuumgőzölt alumínium katóddal előállított hasonló felépítésű kondenzátorról számolt be. Mindkét kondenzátorban anódosan előállított oxidréteg — tantálpentoxid, ill. alumíniumoxid — a dielektrikum. Közismert ezen anódos filmek dielektrikumként való felhasználása, korábban azonban ilyen rétegeket kondenzátorokban csak akkor tudtak megbízhatóan alkalmazni, ha a katód elektrolit oldat vagy félvezető oxid volt. Ha a dielektrikumhoz mindkét oldalon fémfegyverzet illeszkedett, akkor az átütési szilárdság igen erősen lecsökkent. Ennek oka feltehetően az, hogy az anódos oxidáció során a kellően nem tisztítható, nem homogén alapfémből keletkező oxidréteg sem homogén és így az átütési tulajdonságokat fémkatód esetén a hibás helyek száma és minősége szabja meg. Vákuumpárologtatással egyenletesebb és lényegesen tisztább fémfilmek állíthatók elő, melyekből anódos oxidációkor jobb minőségű oxidfilm keletkezik. Ugyanakkor a vákuumgőzölt fegyverzetek önjavuló tulajdonságot biztosítanak e kondenzátoroknak, így a meglevő, már feltehetően lényegesen kevesebb hibahely elektromos kezeléssel kiiktatható.

A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben több éve folynak kondenzátor kutatások anódosan előállított alumíniumoxid felhasználásával. Ezen dielektrikum az elektrolit és félvezető katódos kondenzátorokban hangfrekvenciás helyen csak ott alkalmazható, ahol nagyobb veszteségi tényező van megengedve. A kutatások egyik ágaként olyan kondenzátort igyekszünk kidolgozni, mely az anódosan előállított alumíniumoxid hangfrekvenciás felhasználhatóságát biztosítja. E cél elérésére egy lehetőségként a gőzölt fegyverzetek alkalmazása kínálkozik [1, 2]. Vákuumgőzölt alumíniumfegyverzetek anódos oxidációjával kapcsolatos kísérleteinket 1961-ben indítottuk el.

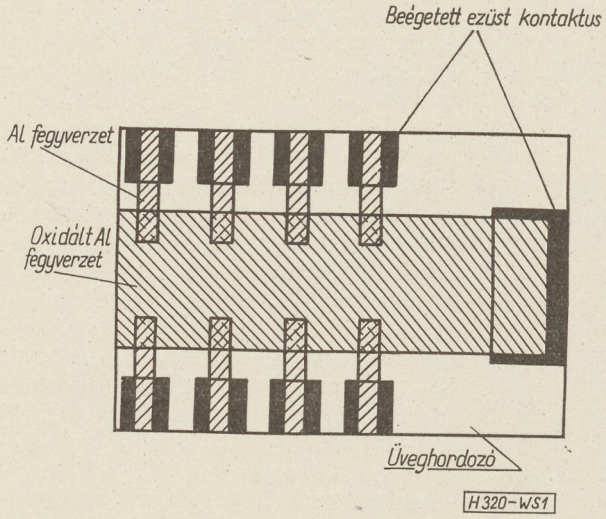
Kísérleteinket üveg hordozón végeztük. Az üveg felületét krómkénsavban tisztítottuk. Nem találtunk észrevehető különbséget különböző összetételű üvegek alkalmazásánál. Lényeges azonban, hogy az üvegfelület karcoktól és más felületi hibáktól mentes, valamint kellően tisztított legyen. A tisztított üveglemezen ezüstoxid szuszpenzió felhordásával, majd beégetéssel ezüst kontaktusokat alakítottunk ki. A kontaktozott üveglemezre gőzöltük vákuumban, megfelelően kiképezett alumínium takaró maszkok alkalmazásával az első alumínium fegyverzetet.

Kísérleteinket Zeiss HBA 120/2, valamint Balzers BA 500 típusú vákuumgőzölő berendezéseken végeztük. Az első fegyverzet gőzölése előtt az üvegfelületet ionbombázással kezeltük. A bombázás ideje 10 perc. A gőzölést $1—4 \cdot 10^{-5}$ Hgmm nyomáson folytattuk le. Gőzforrásként wolframhuzalköteget alkalmaztunk, erre ültettük a 99,99%-os tisztaságú alumíniumhuzalból készített lovasokat. A gőzölés kezdetén és végén elpárolgó szennyezet frakciókat elforgatható takarással (blendével) vágtuk ki. A gőzölt rétegek vastagsága 2000—3000 Å. A rétegvastagságot Zeiss interferencia mikroszkóppal mértük.

A gőzölt alumínium fegyverzetet elektrolitban anódnak kapcsoltuk és 0,8—1,0 mA/cm² áramsűrűséggel adott feszültségig oxidáltuk, majd 16 órán át tartottuk a cellát az oxidálási feszültségen. Kísérleteinkhez a következő elektrolitokat használtuk:

4%-os nátriumborát	pH 6,3
4%-os ammóniumborát	pH 5,5
3%-os nátriumtartarát	pH 5,5
3%-os ammóniumtartarát	pH 5,5
3%-os nátriumcitrát	pH 5,5
3%-os ammóniumcitrát	pH 5,5
Glikol-bórsavas elektrolit	

Az oxidálást mosás, szárítás és hőkezelés követte, majd a lemezre az első fegyverzettel azonos módon, de az ionbombázást elhagyva párologtattuk a második fegyverzetet. A kész lapka, melyen kísérleteinkben 8 db kondenzátort készítettünk közös anóddal, az 1. ábrán látható.



1. ábra. A kondenzátor szerkezeti felépítése, kísérleti elrendezése

A kondenzátorok nedvességre érzékenyek, ezért azokra üveg fedőlemezt helyeztünk, melyet epoxigyantával rögzítettünk. Ez a burkolás laboratóriumban végzett vizsgálatokra alkalmas. Az ezüst kontaktusokhoz kivezetőket forrasztottunk. Az így készített kondenzátorok egyrésze, mintegy 20%-a, hőkezelés és lezárás után zárlatos. A zárlatos kondenzátorok túlnyomó többsége az oxidálási feszültségnél kisebb feszültségű, megfelelő polaritásban alkalmazott impulzusokkal javítható. E formálási műveletet minden kondenzátoron elvégeztük, hatására a szigetelési ellenállás 1—15-szörösre nőtt a formálás előtti értékhez képest. A kész kondenzátorok mérését Radiometer CMB—1 típusú kapacitásmérő hídon és Brüel—Kjaer szigetelési ellenállásmérő berendezésen végeztük.

A kondenzátor előállításának legkényesebb művelete az oxidáció, a dielektrikum kialakítása. Vákuumgőzölt, optikai felhasználású alumíniumfilmek anódos oxidációjával Hass és Scott foglalkoztak [3, 4]. Bár a kondenzátor előállítását szolgáló oxidáció és az optikai célú védő, ill. reflexiónövelő réteg előállításának szempontjai általában különbözőek, mégis közös követelmény az, hogy a réteg oxidáció után is tükrözően sima, hólyag és foltmentes legyen, valamint a hordozóhoz jól tapadjon.

Florescu szerint [5] a makroszkóposan hibátlan oxidáció feltétele az igen jól tapadó alumíniumfilm; a jó tapadást az üvegfelület kellő tisztításával, valamint ionbombázással biztosítja. Tapasztalataink szerint a tapadás mellett az oxidáló elektrolit összetétele és tisztasága is döntő fontosságú. Szennyezések jelenlétében ugyanis, elsősorban a gőzölt film rosszúl tapadó pontjain, az oxidáció során korróziós foltok, hólyagok keletkeznek.

A különböző oxidáló elektrolitok azonban nem mutatnak egyforma érzékenységet a szennyezésekkel, ill. tapadási hibákkal szemben. Maximális érzékenységet tapasztalunk az ammóniumborátos, valamivel kisebb, de még erős érzékenységet a nátriumborátos elektrolitnál. Ezt követi a glikol-bórsavas elektrolit, végül az igen csekély érzékenységű tartarátos, citrátos és kénsavas elektrolit.

Az elektrolit korrodeáló képességére azt a feszültségértéket tartjuk jellemzőnek, melynél adott áramsűrűséggel végzett oxidáció során a tükröző alumíniumfilmen az első látható hibák megjelennek. Ez a módszer alkalmas tapadási és tisztasági hibák vizsgálatára is. Ellentétben Florescu [5] állításával, aki tapadási vizsgálatait ammóniumtartarátos elektrolitban végezte, alkalmasabbnak tartjuk úgy a tapadási, mint a szennyezettségi vizsgálatokra a nátriumborátos, ill. ammóniumborátos elektrolitot. Ammóniumtartarátos elektrolitban végzett vizsgálatoknál ui. csak az igen durva tapadási hibák, valamint az erős szennyezettség mutatható ki. Az álta-

lunk e célra javasolt elektrolitok viszont, nagyob érzékenységük folytán finomabb hibák kimutatására is alkalmasak.

Meg kell említeni, hogy a felsorolt elektrolitok közül a jó záróréteget biztosító borátos elektrolitok érzékenysége a legnagyobb, míg a rendkívül pórusos, dielektromos szempontból rossz alumíniumoxid réteget képző kénsav érzékenysége a legkisebb. Azonos körülmények között végzett oxidációnál a korrózió ammóniumborátos elektrolitban 26 V-on, nátriumborátos elektrolitban 60 V-on indult meg. Kénsavas elektrolitban korróziót nem észleltünk. Ugyancsak nem észleltünk korróziót a tartarátos és citrátos elektrolitokban sem. E két utóbbi elektrolittípus közbülső helyet foglal el a sorban. Az oxidáció általában korrózió mentesen elvégezhető, a keletkezett réteg mérhető kapacitást ad, azonban ezen elektrolitok már bizonyos oldóhatást is mutatnak. Az oxidációt állandó feszültségen kellően hosszú ideig folytatva, a gőzölt alumíniumréteg egész mélységében átoxidálódik. Ez a kénsavas elektrolittal mutat némi hasonlatosságot. Ugyanez borátos elektrolitokban még többszáz órás oxidáció után sem észlelhető.

Vizsgálatokat végeztünk különböző elektrolitok kombinált alkalmazásával is. Amennyiben ui. az oxidációt tartarátos, vagy citrátos elektrolitban indítottuk meg, majd borátos elektrolitban folytattuk, korróziót nem észleltünk, holott csak borátos elektrolitban oxidálva a filmet, határozott korrózió jelentkezett. A fordított sorrendben végzett oxidációnál a borátos elektrolitban megindult korróziós folyamat megállt, ha az oxidációt tartarátos, vagy citrátos elektrolitban folytattuk. Glikolos és vizes elektrolitokban végzett kombinált oxidációk dielektromos szempontból rossz réteget eredményeztek, ezért csak a különböző vizes elektrolitok kombinációit vizsgáltuk. A célszerű sorrendben alkalmazott kombinált oxidációknál vizsgáltuk az előoxidáció feszültségének hatását. E vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A korrózió kezdetének feszültség értékei különböző kombinált oxidációknál

Az előoxidáció feszültsége [V]	A korrózió kezdetének feszültsége [V]	
	Nátriumborátban	Ammóniumborátban
0	60	30
20	60	44
40	60	60
60	60	60

Az előoxidáció tartarátos elektrolitban történt.

Mindazokat a kombinációkat, melyek korróziós szempontból kielégítők voltak, kondenzátor kísérleteknek vetettük alá. E vizsgálatok eredményeit — összevetve a glikol-bórsavas elektrolitban elérhető eredményekkel — a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A két táblázatban közölteket összefoglalva megállapítható, hogy vizes elektrolitban végzett oxidáció esetén célszerű az előoxidációt az oxidációval azonos feszültségen, de csak néhány percig végezni.

Korrózió szempontjából lényeges az elektrolit tisztasága. Kísérleteinkhez p. a. minőségű vegyszereket használtunk fel. Igen lényeges azonban a felhasznált víz tisztasága. Megbízható eredményt csak 1 Mohm · cm-nél nagyobb fajlagos ellenállású ioncserélt vízzel tudtunk elérni. Kétszer desztillált, 700 kohm · cm fajlagos ellenállású vízzel készült vizes elektrolitokben, egyébként azonos körülmények között határozott korrózió jelentkezett (l. 4. táblázat). Tekintve, hogy a desztillált vízben levő, korróziót okozó szennyezők káros hatása a kondenzátor átütési szilárdságában is jelentkezett, vizsgálatokat végeztünk annak eldöntésére, hogy az irodalomból ismert legagresszívebb szennyező ionok (klorid, vas és réz) milyen hatást fejtenek ki ilyen kis koncentrációban. E célból 1,4 Mohm · · cm fajlagos ellenállású ioncserélt vizet 700 kohm · cm-re, a kétszer desztillált víz vezetőképességi szintjére szennyeztünk el. Az ily módon elszennyezett vízből, valamint ioncserélt vízből nátriumborátos és ammóniumtartarátos elektrolitokat készítettünk. Ezen elektrolitokban azonos gőzölésből származó fémrétegeket 60 V-ig oxidáltunk.

2. táblázat

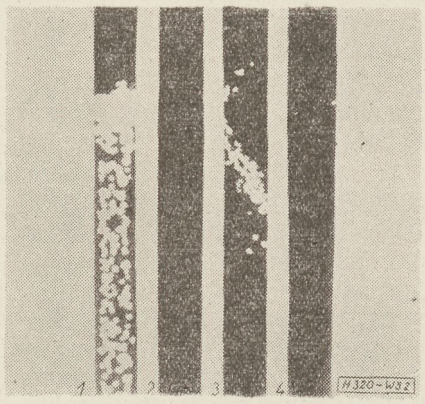
Kombinált oxidációval készült kondenzátorok néhány elektromos jellemzője

Előoxidáció			Oxidáció			Kapacitás [nF]	tg δ	Átütött kondenzátorok %-ban	
elektrolit	feszültség [V]	idő [min]	elektrolit	feszültség [V]	idő [óra]			15 V-on	30 V-on
Tartarátos	40	5	Nátriumborátos	60	16	7,9	$49 \cdot 10^{-4}$	37	100
Tartarátos	60	5	Nátriumborátos	60	16	8,2	$63 \cdot 10^{-4}$	12	50
Tartarátos	60	60	Nátriumborátos	60	16	7,8	$62 \cdot 10^{-4}$	0	75
Tartarátos	60	240	Nátriumborátos	60	16	7,0	$60 \cdot 10^{-4}$	25	100
—	—	—	Glikolborátos	60	16	9,2	$53 \cdot 10^{-4}$	37	100

A kapacitás és a veszteségi tényező értékeket 1 KHz-en mértük. A kondenzátorok felülete 0,1 cm^2.

A klorid ionnal elszennyezett (kb. 60 γ/l Cl^-) nátriumborátos elektrolitban 55 V-on erős korrózió indul meg. Ioncserélt vízzel készült nátriumborátos elektrolitban 60 V-on észlelhető kissebb korrózió. Ugyanilyen körülmények között tartarátos elektrolitban korrózió nem észlelhető. E csikokról készült fényképeket mutatja a 2. ábra.

Fentiek igazolják, hogy klorid szennyezés még kis koncentrációban is káros hatású, ugyanakkor azonban az egyes elektrolitok érzékenysége nem egyforma e szennyezővel szemben. Hasonló vizsgálatokat végeztünk ekvivalens mennyiségű vas



2. ábra. Gőzölt alumínium-réteg korróziója anodikus oxidációkor különböző elektrolitokban. *1* — kloridionnal szennyezett nátriumborátos elektrolitban; *2* — kloridionnal szennyezett nátriumtartarátos elektrolitban; *3* — szennyezetlen nátriumborátos elektrolitben; *4* — szennyezetlen nátriumtartarátos elektrolitban

és réz szennyezéssel. E szennyezők ilyen koncentrációban nem okoztak számottevő korróziót. Míg a klorid-ion az elektrolitban fejt ki káros hatást, addig a fémszennyezők jelenléte az alapfémben veszélyes. 99,995%, 99,99% és 99,9%-os tisztaságú alumínium elpárologtatásával készített filmeket oxidáltunk azonos körülmények között. Az eredményeket a 3. táblázat mutatja. Eszerint az elpárologtatásra kerülő alumíniumnak, annak ellenére, hogy a gőzölt réteg ennél lényegesen tisztább, legalább 99,99%-os tisztaságúnak kell lennie.

Az elektrolit összetétele és tisztasága, valamint az oxidálásra kerülő fémréteg tisztasága mellett igen lényeges szerepe van a gőzölt réteg hordozóhoz való tapadásának is. A jó tapadás

3. táblázat

A korrózió kezdetének feszültség értékei különböző tisztaságú alapanyagból párologtatott alumíniumfilmek oxidációjánál

Az oxidáló elektrolit	A korrózió kezdetének feszültsége [V]		
	99,995%	99,99%	99,9%
	tisztaságú alumínium párologtatása esetén		
Nátriumborát ..	60	60	46
Ammóniumborát	28	26	22

Florescu [5], Holland [6], Karaszev és Izmailova [7] szerint a gőzölést megelőző ionbombázással biztosítható. Különböző ideig ionbombázott üvegfelületre gőzölt alumíniumrétegeket oxidáltunk kétszer desztillált, valamint egyszeri desztillálás után ioncserélt vízzel készült nátriumborátos elektrolitban. A 4. táblázatban tüntettük fel azon feszültségértékeket, melyen a látható korrózió megindult. Florescu adataival egyezően legalább 10 perces ionbombázás adódott biztonsággal kielégítőnek.

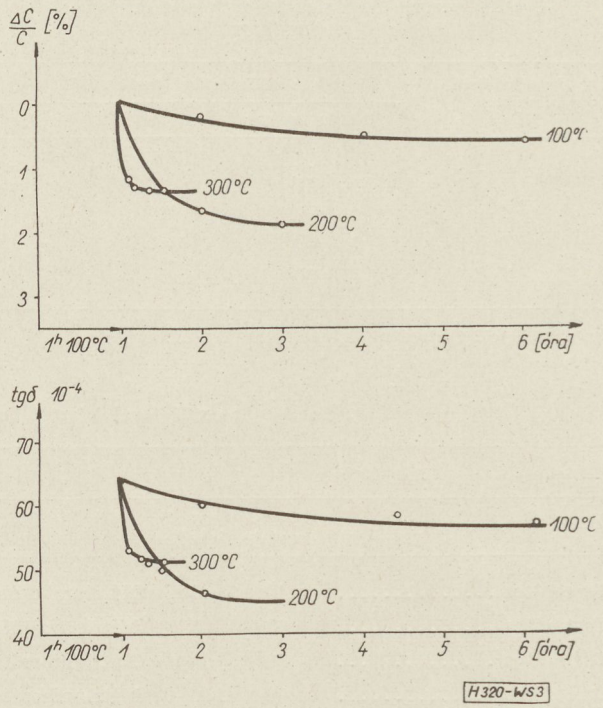
Kísérleteink eredménye szerint az oxidálási áramsűrűség, az elektrolit hőmérséklete és ellenállása nincs döntő hatással a kész kondenzátor minőségére.

Az oxidréteg dielektromos tulajdonságai hőkezeléssel jelentősen befolyásolhatók. Hőkeze-

4. táblázat

Az ionizációs idő és a víztisztaság hatása a korrózió kezdeti feszültségére

Az ionizáció ideje [min]	A korrózió kezdetének feszültsége [V]	
	kétszer deszt. vízből készült nátriumborátos elektrolitban való oxidációnál	deszt. majd ioncserélt
0	30	50
2	34	50
5	40	60
10	44	60
20	60	60



3. ábra. A kondenzátorok kapacitásának és veszteségi tényezőjének változása 100 C°, 200 C° és 300 C°-on történő hőkezelés során a hőkezelési idő függvényében

léssel eltávolíthatjuk az adszorbeált nedvességet, valamint stabilizálhatjuk az elektromos paramétereket. Kondenzátor sorozatokon vizsgáltuk az elektromos paraméterek változását a hőkezelési idő függvényében 100, 200 és 300 °C-on végzett hőkezelések során. A sorozatok egy részét hőkezelés előtt 1 órás 100 °C-os szárításnak vetettük alá. Az ilyen módon előzetesen szárított sorozatok tulajdonságai minden esetben jobbak voltak, mint a szárítás nélkül hőkezelt sorozatoké. Az eredmények a 3. ábrán láthatók. A 100 °C-os hőkezelés hatása igen lassú. Legjobb eredményeket a 200 °C-os hőkezelés adta. Optimális hőkezelésnek 1 óra 100° C, majd ezt követően 1 óra 200 °C adódott.

A kondenzátorok elektromos jellemzői

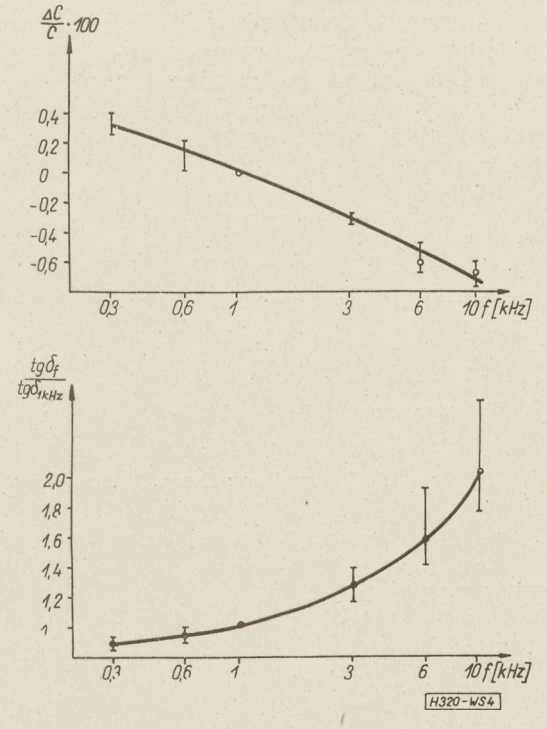
A különböző feszültségen oxidált kondenzátorok fajlagos kapacitását és 1 kHz-en mért veszteségi tényezőjét az 5. táblázat mutatja.

Látható, hogy a veszteségi tényező független az oxidálási feszültségtől. Ez nem egyezik Huber

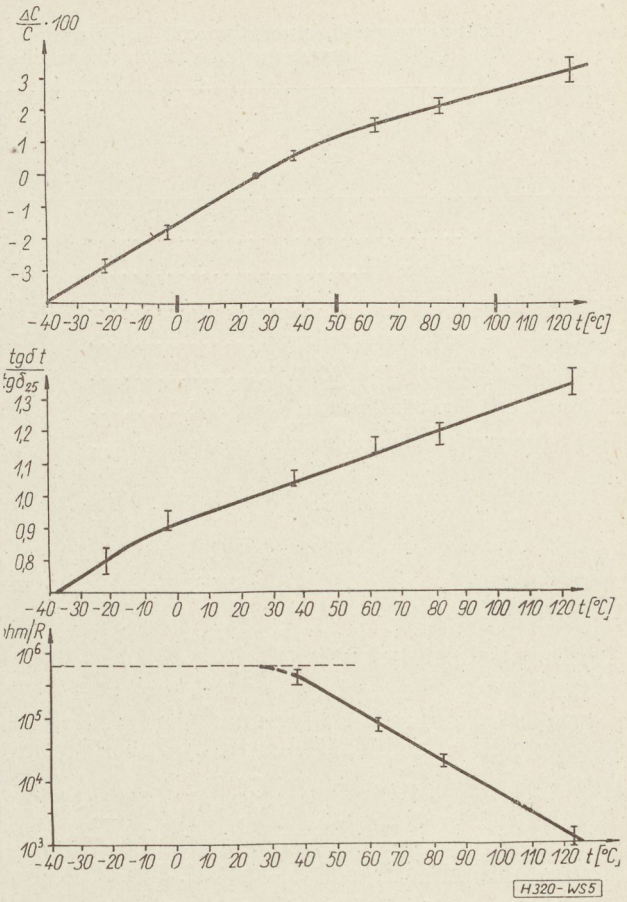
5. táblázat

Különböző feszültségen oxidált kondenzátorok kapacitása és veszteségi tényezője

Oxidálás feszültsége [V]	30	60	100	150	200
Fajlagos kapacitás [nF/cm²] ..	140	79	47	31	23
Veszteségi tényező (1 kHz-en) .	$47 \cdot 10^{-4}$	$49 \cdot 10^{-4}$	$50 \cdot 10^{-4}$	$51 \cdot 10^{-4}$	$50 \cdot 10^{-4}$



4. ábra. A kondenzátorok kapacitásának és veszteségi tényezőjének frekvenciafüggése



5. ábra. A kondenzátorok kapacitásának, veszteségi tényezőjének és szigetelési ellenállásának hőmérsékletfüggése

és Haas [2] adataival. Az ő méréseik szerint a veszteségi tényező csökken az oxidálási feszültség növelésével. Az általuk megadott veszteségi tényező értékek az általunk mérteknél nagyobbak. A kondenzátorok szigetelési ellenállása az oxidálási feszültség egy tizedén mérve 10^{11} ohm nagyságrendű.

A kondenzátorok kapacitásának, és veszteségi tényezőjének frekvenciafüggése a 4. ábrán látható.

A kapacitás változása 0,3 és 10 kHz között —1%. A veszteségi tényező növekedése ugyanezen frekvenciatartományban átlagosan 2,2-szeres.

A kondenzátorok kapacitásának veszteségi tényezőjének és szigetelési ellenállásának a hőmérséklet függését az 5. ábrán tüntettük fel.

A kondenzátorok kapacitásának hőfokténye-zője pozitív, értéke +20 és +70 C° között $+420 \cdot 10^{-6}$/C° —40 és +120 °C között mérve $+490 \cdot 10^{-6}$/C°. A veszteségi tényező a hőmérséklet emelésével nő, változása 0 és 100 C° között 1,5-szeres. A kondenzátorok szigetelési ellenállása a hőmérséklet növelésével exponenciálisan csökken, azonban csak 120 C° fölötti hőmérsékleten éri el a 10^9 ohmot.

A fenti méréseket 60 V-on oxidált 15 nF kapacitású kondenzátorokon végeztük. Vizsgáltuk e

6. táblázat

Gőzölt fegyverzetű, alumíniumoxid dielektrikumú kondenzátor néhány fontos elektromos jellemzőjének összehasonlítása azonos kapacitású külföldi és hazai kondenzátorokkal

Típus	Előállító	Üzemi feszültség [V]	Fajlagos kapacitás 50 nF kapacitásnál [nF/cm³]	Veszteségi tényező (1 KHz-en)	TKC + 20 – + 80 C° között
Miniatűr papír	Siemens	160	22	$60 \cdot 10^{-4}$	$+400 \cdot 10^{-6}$/C°
Miniatűr fémezett papír	Siemens	200	46	$100 \cdot 10^{-4}$	$-500 \cdot 10^{-6}$/C°
Miniatűr fémezett poliészter	TCC	200	70	$100 \cdot 10^{-4}$	$+500 \cdot 10^{-6}$/C°
Epoxigyantás papír kondenzátor	Remix	63	65	$100 \cdot 10^{-4}$	$+1000 \cdot 10^{-6}$/C°
Kerámia kondenzátor E = 10,000	Rosenthal	30	100	$200 \cdot 10^{-4}$	x
Kisfeszültségű kerámia kondenzátor RNK	Rosenthal	10	360	$500 \cdot 10^{-4}$	x
Gőzölt fegyverzetű alumíniumoxid kondenzátor	HIKI	10	380	$60 \cdot 10^{-4}$	$+490 \cdot 10^{-6}$/C°

x-el jelzett kerámia kondenzátorok kapacitásának hőfokténye zője igen nagy és nem állandó az adott intervallumban.

kondenzátorok viselkedését 85 C° hőmérsékleten raktározásnál, valamint 6 V egyenfeszültséggel való terhelés során.

A kiindulási értékek:

kapacitás átlag 14,97 nF
veszteségitényező 1 kHz-en átl. $70 \cdot 10^{-4}$
szigetelési ellenállás 6 V-on átl. $70 \cdot 10^{9}$ ohm

1000 óra terhelés után (85 C°, 6 V)

kapacitásváltozás átl. —2,23%
veszteségi tényező 1 kHz-en átl. $56 \cdot 10^{-4}$
szigetelési ellenállás 6 V-on átl. $400 \cdot 10^{9}$ohm

1000 óra 85 C°-os raktározás során a kondenzátorok kapacitásának változása átlagosan —0,74%, a veszteségi tényező igen kis mértékben csökkent, a szigetelési ellenállás — a terhelésnél mért változáshoz hasonlóan — növekedett.

Az ismertetett módszerrel üveghordozóra egyes kondenzátorokat is készítettünk. Ez esetben eltérően az 1. ábrán közölttől egy üveglapkán egy kondenzátor helyezkedik el. Ilyen módon pl. 18,3 × 12,0×1,2 mm méretben, tehát 0,26 cm³ térfogatban

3 V üzemi feszültségen 300 nF, ill.
1140 nF/cm³ fajlagos kapacitás
10 V üzemi feszültségen 100 nF, ill.
380 nF/cm³ fajlagos kapacitás
30 V üzemi feszültségen 33 nF, ill.
127 nF/cm³ fajlagos kapacitás

érhető el.

Az ismertetett kondenzátortípus célszerű alkalmazási területe a kis feszültségek tartománya. Anódos oxidációval ugyanis tetszés szerinti vékony dielektromos réteg állítható elő, így 2—3 V-tól kezdve a tranzisztoros körökben alkalmazott bármilyen kívánt üzemi feszültségű kondenzátor elkészíthető. Ezért tehát, bár az alumíniumoxid réteg dielektromos állandója kis érték ($\varepsilon = 6{,}87$) [8], e típussal mégis azonos nagyságrendű fajlagos kapacitást érhetünk el, mint a nagy dielektromos állandójú anyagokból készített kondenzátorokkal. Ugyanakkor e kondenzátorok a kedvezően nagy fajlagos kapacitás mellett megtartják a kis dielektromos állandóra jellemző kedvező elektromos paramétereket. A 6. táblázatban összevetettük e típus legjellemzőbb elektromos adatait a ma általánosan használt hasonló kapacitású, hangfrekvenciás célokra szolgáló kondenzátorok adataival.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy vákuumgőzölt fegyverzetekkel, valamint anódos oxidációval kiépített alumíniumoxid dielektrikummal néhány nF-tól néhány száz nF-ig terjedő kapacitás tartományban, kis üzemi feszültségen a kis és nagy dielektromos állandójú anyagok kedvező tulajdonságait egyesítő kondenzátort készíthetünk.

IRODALOM

1. *R. W. Berry — D. J. Sloan:* Proc. IRE *47.* 1070 (1959).
2. *F. Huber — W. Haas:* Proc IRE *48.* 1482 (1960).
3. *G. Hass:* J. Opt. Soc. Amer. *39.* 532 (1949).
4. *G. Hass — W. Scott:* J. Phys. Rad. *11.* 394 (1950).
5. *N. A. Florescu:* Vacuum *7—8* 46 (1957—58).
6. *L. Holland:* Brit. J. Appl. Phys. *9* 410 (1958).
7. *V. V. Karasev — G. I. Izmailova:* Zsurn. Techn. Fiz. *24.* 871 (1954).
8. *L. Young:* Proc. Roy. Soc. *244.* 41 (1958A).

KÜLFÖLDI ESEMÉNYEK

Összeállította: GÖDÖR ÉVA

Kongresszus a mikrohullámú csövek tervezéséről és alkalmazásáról — Londonban

Az Angol Villamosmérnökök Egyesülete (I.E.E.) 1963. október 16—18. között kongresszust rendezett a mikrohullámú csövek tervezési és alkalmazási kérdéseiről. A háromnapos kongresszus fő célkitűzése a felhasználói igények és a megvalósítási lehetőségek tudományos előadások formájában való ismertetése volt. A kongresszusnak 340 angol és 40 külföldi résztvevője volt. Három nap alatt összesen 45 előadás hangzott el.

Magyarországról két küldött vett részt a kongresszuson. Számunkra a legérdekesebbek a mikrohullámú sokcsatornás összeköttetésekkel kapcsolatos előadások voltak. A következőkben röviden összefoglaljuk a jelentősebb előadások tartalmát.

A klisztron-oszcillátorok terén a legfőbb feladat a frekvencia-stabilitás javítása. Ezt elgőzölögtetéses hűtéssel oldják meg igen jó eredménnyel és kis méretben. Előadás hangzott el 8 mm-es hullámhosszon működő reflexklisztron-oszcillátor kifejlesztéséről is, melyet parametrikus erősítők pumpálására kívánnak használni.

A haladóhullámú erősítő csövekkel kapcsolatosan különösen a zaj csökkentése a cél. A végerősítő csöveknél a frekvencia-modulációs zajok okoznak nehézségeket, melyek a csövek nem elégséges gáztalanításának a következményei. Jelentős eredményt értek el az FM zaj frekvencia-spektruma és a maradék gázösszetevők közötti összefüggés meghatározásában. Vizsgálataik szerint a zajspektrum 2—3 MHz-es összetevőit oxigén, nitrogén és metán, 7—8 MHz-es összetevőit hélium, 15—18 MHz-es összetevőit hidrogén gáz-maradvány okozza. Méréseket végeztek még a haladóhullámú erősítők AM-PM konverziójának meghatározására.

Előerősítő haladóhullámú csővel sikerült elérniök 4 dB-es zajtényezőt 3000 MHz-es sávban. Az ilyen csövek élettartama több, mint 5000 óra. Erősítésük 20—25 dB, telítési teljesítményük 1,5 mW.

Ismertettek még reverzált terű mágneseket kiszajú haladóhullámú csövekhez. Ezekkel jobb zajtényezőt sikerült elérniök, mint elektromágnessel, vagy periodikus permanens mágnessel. Elektrosztatikus fokuszálású kísérleti haladóhullámú cső is ismertetésre került.

Előadások hangzottak el a parametrikus diódás erősítőkről is. Az elért eredmények 3000 MHz-en: zajtényező 3—4 dB, sávszélesség 15—25 MHz, erősítés 20 dB.

Jó hatásfokú frekvencia-sokszorozót építettek parametrikus diódákkal. Egy 125 MHz-ről 1000 MHz-re sokszorozó egység három kétszerező fokozatból állt és 25 W meghajtó teljesítményből 8 W kimenő teljesítményt szolgáltatott. Különös gondot kellett fordítaniok a hűtésre, mert különben stabilitási problémáik voltak. Sok nehézséget okoztak még a parazita rezgések.

Készítettek mikrohullámú előerősítőt alagút-dióddával 2000 MHz-en. Ennek erősítése 14 dB, zajtényezője 5 dB volt. A kimenő teljesítmény azonban igen kicsi, már —30 dBm bemenő szintnél 1 dB az AM kompresszió. Különösen nagy problémát okoz a stabilitás biztosítása.

Ezeken kívül még számos előadás hangzott el, elsősorban nagy teljesítményű haladóhullámú csövekről, klisztronokról, magnetronokról, valamint különféle karcinotronokról.

A kongresszussal párhuzamosan kis kiállítást is rendeztek az épület egyik helyiségében, ahol azok a csövek és áramkörök voltak láthatók, melyekről előadás hangzott el. *Dr. Berceli Tibor*

Nemzetközi Lumineszcens Konferencia — Torunban

A Konferenciát 1963. szeptember 25—28. között a toruni N. Copernicus Egyetem rendezte az LNK Felsőoktatási Minisztériuma, a Lengyel Tudományos Akadémia, a Fizikai Társulat és a IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) védnöksége alatt.

A Konferencia folytatása volt azoknak az összejöveteleknek, melyeket évenként az NDK, CSSZK és MNK rendezett a lumineszcensz kutatásokban elért eredmények megvitatására. Az elmúlt évben Csehszlovákiában, 1961-ben Magyarországon és a Német Demokratikus Köztársaságban volt hasonló jellegű konferencia, melyen a baráti országok szakemberein kívül a nyugati szakemberek is részt vettek. Mivel a toruni konferencia védnökségét a IUPAP is vállalta, nemzetközi jelentősége lényegesen megnövekedett és viszonylag megnövekedett a nyugati résztvevők száma is.

A Konferencián 14 országból kb. 210 tudományos kutató vett részt, ebből 80—85 volt a lengyel résztvevők száma. A résztvevők országok szerinti megoszlása a következő volt: Anglia 8, Csehszlovákia 12, Franciaország 22, Japán 1, Hollandia 3, Kanada 1, Magyarország 14, NDK és NSZK 36, Olaszország 3, Svájc 2, Svédország 1, Szovjetunió 14, USA 6 résztvevővel. Feltűnő az, hogy Franciaországból népes delegáció jött, akik sok előadást tartottak, továbbá Olaszország jelentkezése a lumineszcencia kutatások területén. A baráti államokban tartott lumineszcens konferencián először jelentek meg a holland Philips cég szakemberei, ezt szintén a IUPAP védnöksége eredményezte.

A Konferencia minden ülésszakát együttes üléssel kezdték meg, ahol meghívott előadók olyan témákról tartottak előadásokat, melyek a lumineszcencia egy-egy érdekes területéről adtak összefoglaló képet. Ezeket követték a különböző területeken dolgozó szakemberek saját munkáiról szóló beszámolói. Ezek

az előadások a következő csoportosításban hangzottak el:

A) Gázok lumineszcenciája;
B) Oldatok lumineszcenciája;
C) Szervetlen szilárd anyagok lumineszcenciája.

Az utolsó nap került sor az általános vitaülésre, melyen időhiány miatt előre kitűzött vagy felvetett témák nem kerültek diszkusszióra, hanem csak az összefoglaló előadásokkal kapcsolatos problémák.

A továbbiakban az elhangzott előadásokból azokat emeljük ki, melyek a híradástechnikai, ill. vákuumtechnikai ipar által felhasznált lumineszcens anyagokkal, vagy azok általános elméleti alapjaival függnek össze. Így nem ismertetjük az oldatokkal, szerves lumineszkáló anyagokkal összefüggő előadásokat, melyek az ismertetett anyag felét képezték. A Konferencián a következő összefoglaló előadások hangzottak el:

Prof. Dr. G. Herzberg (Kanada): Átmentek egyszerű poliatomos molekulákban,

Prof. Dr. A. Kastler (Franciaország): Optikai szivattyúkkal elért újabb eredmények,

Prof. Dr. H. Kuhn (Anglia): Nagy-felbontóképességű spektroszkópiai módszer és alkalmazása,

Prof. Dr. G. Porter (Anglia): Tripplet állapotok tanulmányozása flasch-módszerrel,

Prof. Dr. P. P. Feofilov (Szovjetunió): Két- és háromértékű ritka földfém-ionok lumineszcenciája fluorit tipusú kristályokban.

Igen érdekesnek ígérkezett *Prof. Dr. H. Kallmann* előadása, mely cinkszulfidnál a fotokondukció és lumineszcencia közötti összefüggést tárgyalta volna, de az előadást nem tartották meg.

A Konferencián 75 eredeti munkát ismertettek, ebből mintegy 10 előadást lengyel előadók tartottak, de csak két szervetlen anyagok lumineszcenciával kapcsolatos előadásuk volt. A szervetlen anyagok lumineszcenciája szekció előadásait két csoportra lehet osztani: Az előadások többsége szulfidok lumineszcenciájával foglalkozott, ezek a cinkszulfid, kadmiumszulfid és cinkkadmiumszulfid porok és egykristályok foto-, katód- és elektrolumineszcenciával kapcsolatos problémákat tárgyalták. Néhány előadás alkáli- és egyéb haloidokkal kapcsolatban elért eredményeket ismertetett. Az utóbbiak főleg elméleti szempontból jelentősek és az iparban alkalmazott lumineszcens anyagok tulajdonságaitól nagyon eltérő jelenségeket mutatnak. A következőkben ismertetjük röviden a számunkra érdekes, ill. fontos előadásokat:

Cinkszulfid fényporok lumineszcenciával kapcsolatban *S. H. De Bruin, J. Dieleman* és *C. Z. van Doorn* az ezüstszulfiddal aktivált cinkszulfidoknál, melyeket 1150 C°-on izzítottak a szokásostól eltérően 6500 Å-nál kaptak emissziós maximumot, Megállapították, hogy a centrum az ezüstionokkal van összefüggésben és nem egyéb hatásokból származik.

B. Grillot és *E. Grillot* a lumineszcens centrumok természetét vizsgálva a sokat vitatott kék-zöld átalakuláshoz adtak néhány adatot és új szempontokat a centrumok természetével kapcsolatban.

K. Luchner és *J. Dietl* cinkszulfidoknál a vas beépülésével kapcsolatban megállapították, hogy a vas háromértékű alakban épül be és 600 C°-ig történő hőkezelésnél vörös lumineszcenciát ad, 900 C° feletti izzításnál kioltja a lumineszcenciát. Nagy érdeklődéssel fogadták a magyar kutatógárda cinkszulfiddal kapcsolatos kutatási eredményeit.

Szigeti György akadémikus cinkszulfid egykristályok előállításával és vizsgálatával kapcsolatos hazai eredményeket, *Lendvay Ödön* a lecsapott cinkszulfidok lumineszcenciájával és aktiválásával kapcsolatos munkáit, *dr. Somogyi Mária* lecsapott cinkszulfidoknál az előállítás és az összetétel között fennálló összefüggéseket, *Richter Kálmán* az utókezelés hatását ismertette lecsapott cinkszulfidok lumineszcenciájára, *dr. Sviszt Pál* cinkszulfid egykristályok fény hatására bekövetkező feketeségéről, *Schanda János* cinkszulfid egykristályok elektrolumineszcenciájával kapcsolatos vizsgálatai eredményéről számolt be.

S. Shionoya, T. Koda, K. Era önaktivált cinkszulfidoknál a lumineszcens centrumok szerkezetéről tartott érdekes előadást.

D. Curie elvi meggondolások alapján lehetségesnek tartja, hogy a réz-aktivátor cinkszulfidban különböző szerkezetű, zölden világító centrumokat hozhat létre.

H. Treptow a különböző módon aktivált cinkszulfidok emissziós sávszélességének hőmérsékletfüggésével, *G. Voigt* pedig a cinkszulfid fényporok termolumineszcens tulajdonságainak vizsgálatánál kapott eredményeit ismertette.

A. Wrzesinska gyors neutronok hatását vizsgálta redukáló atmoszférában növesztett cinkszulfid egykristályoknál.

H. Ortmann, R. Piwonka, G. Voigt lecsapott cinkszulfidok lumineszcenciájával kapcsolatos eredményeiket adták elő.

Több előadás hangzott el a gyakorlati szempontból fontos kadmiumszulfid és cinkkadmiumszulfid kristályok lumineszcens tulajdonságaival kapcsolatban is.

Így *G. Curie* és *L. Sutton* rézzel aktivált cinkkadmiumszulfidoknál a trappmélységet, *H. Friedrich* kadmiumszulfid egykristályoknál a lumineszcencia hőmérsékletfüggésénél kapott eredményeit, *H. Röppischer* és *H. Winkler* mangánnal és indiummal aktivált cinkkadmiumszulfid röntgenolumineszcenciájánál az infravörös besugárzás hatását ismertették.

Érdekes előadások hangzottak el az elektrolumineszcens jelenségekről.

C. Marti mangánnal aktivált cinkszulfidok foto- és elektrolumineszcens tulajdonságait, *G. Asti, A. Levialdi* és *G. Pastori* a mágneses tér intenzitásának befolyását ismertették szulfid fényporok elektrolumineszcenciájára. *J. Mattler* és *S. Vatin* rézzel és mangánnal aktivált cinkszulfidok elektrolumineszcens világításánál a hőmérséklet hatását ismertették a spektrális energiaeloszlásra.

Több előadás foglalkozott az elméleti szempontból érdekes alkálihaloidokkal és egyéb lumineszcens anyagokkal. Sajnos, a világítástechnikailag oly fontos oxid fényporokkal kapcsolatban senki sem tartott előadást.

Igen nagy érdeklődéssel hallgattuk *H. Kalmann*,

M. Spruch és *S. Trester* előadását, melyben beszámoltak arról, hogy párologtatott germánium rétegeknél meglepően nagy, 150—200 V-os fotofeszültségeket kaptak különböző beesési szöggel történő párologtatásnál. Ilyen nagy fotofeszültségek kaphatók cinkszulfidoknál is. Az előadás alapján sejteni lehet, hogy a nagy fotofeszültség valószínűleg szerkezeti tulajdonság.

Beszámolónkban csak az elhangzott előadások töredékét tudtuk megemlíteni. Az elhangzottak mellett igen nagy jelentőségű volt a Konferencia olyan szempontból is, hogy azonos témakörben dolgozó szakemberek közvetlen kapcsolatára is alkalom nyílott. Az előadásokból az is világosan látszik, külföldön arra törekednek, hogy ugyanazon anyagon vagy anyagtípuson sokféle vizsgálatot végezzenek, mivel csak így lehet használható eredményeket kapni, ill. elméleti következtetéseket levonni. A hazai lumineszcens kutatásoknak is szűk anyagcsoportra kell korlátozódni és olyan modern, új vizsgálati eljárásokat kell kiépíteni, melyek a lumineszcenciánál lejátszódó igen komplikált folyamatok megismeréséhez vezethetnek.

Dr. Szabó János és *Balázs László*

Őszi nemzetközi vásár — Zágrábban

Minden év szeptemberében megrendezik a hagyományos őszi zágrábi nemzetközi vásárt, immár 65 éve, amely évről évre jelentősebbé válik. Ma egyike a világ legnagyobb vásárainak. A negyedik Európában Hannover, Lipcse és Milánó után.

A pavilonok a legmodernebb korszerű kivitelű vas- és alumíniumvázas hatalmas üvegcsarnokok, amelyek kiválóan alkalmasak a termékek tetszetős elhelyezésére és megfelelő dekorációk alkalmazására.

Az idei vásáron 43 országból 4953 külföldi és 1173 belföldi kiállító vett részt.

Szerepelt a kiállításon az összes népi demokrácia, Kína kivételével (bár saját pavilonja van) és a tőkésországok közül csak néhányat megemlítve: USA, India, Spanyolország, Finnország, több afrikai ország.

A kiállítás nemzeti jellegű volt. Az egyes államok saját pavilonjukban állították ki összes termékeiket. Szakosításnak nem volt nyoma, ami eléggé megnehezítette a látogtó számára az őt érdeklő speciálisterületek összehasonlítását. A híradástechnikai termékek is szétszórtan az egyes nemzeti pavilonokban voltak találhatók.

Feltétlenül figyelemre méltó, hogy a demokratikus államok valamennyien igen fejlődő híradástechnikai iparról tettek tanúbizonyságot. Vonatkozik ez elsősorban a híradástechnikai közszükségleti cikkekre, vákuumtechnikai termékekre. Nehéz híradástechnikai termékeket csak a jugoszláv vállalatok állították ki.

A szocialista tábor országainak kiállításai közül ki kell emelni a lengyelekét, ahol színes asztali telefonkészülékek, pénzbedobós telefonkészülék, hordozható rádiótelefon, valamint ipari televízió kamera szerepelt, a rádió, a kis- és nagyképcsöves televíziókészülék, lemezjátszó és különböző híradástechnikai alkatrészek mellett.

A Német Demokratikus Köztársaság komoly alkatrészkiállítással, nagy és kis adócsövekkel, mikrohullámú csövekkel (reflex klisztron), stabilizátorcsővel hosszú élettartamú csövekkel, Zehner diódákkal szerepelt a táskarádiók, zsebrádiók és magnetofonok mellett.

A jugoszlávok szinte kivétel nélkül nagyképcsöves, sarkos kivitelű televíziókészülékeket állítottak ki, színes telefonkészülékeket hoztak és látható volt az Iskra Kranj cég crossbar rendszerű telefonközpontja, amelyet Lorenz licenc alapján készített. Telefonkészülék számtárcsája Siemens szabadalom alapján készült. Rendkívül gazdag alkatrészkiállítással szerepeltek a jugoszláv cégek: miniatür elektrolitikus kondenzátorokat, szilícium diódákat, germánium diódákat állítottak ki.

A híradástechnikai tőkés kiállítók közül elsősorban a Philips céget kell megemlíteni; a holland pavilonban mutatta be szépen rendezett termékeit. Kiállított hajlított fénycsöveket és különböző típusú rádiócsöveket (PCL-82, PL-36, PL-500, DY-87, PCH-211m PFL-200, EF-84), három nagyságú képernyővel televíziókészülékeket, TV-képcsöveket pedig abroncsos robbanásbiztos kivitelben 19 és 59 cm-es nagyságban. Miniatür zsebrádiót és magnetofont állított ki, mely utóbbi nyomógombos kivitelű új rendszerű szalag elhelyezéssel.

A nyugatnémet Siemens Halske színes 2/6-os telefonkészülékkel az olasz Pirelli cég Zehner diódával, szilícium diódákkal, rádió frekvenciás tranzisztorokkal szerepelt.

A Brown—Boveri cég többek között FTL és BTL csöveket, tiratronokat és különböző triodákat állított ki.

A Standard Elektrik Lorenz cég kiállított egy 3 pénzérmére működő pénzbedobós készüléket, színes asztali telefonkészüléket, főnöktitkári készülékeket, szelén és szilícium egyenirányítókat.

A Stettner et Co. nyugatnémet cég a kerámia kondenzátorok nagy választékát mutatta be.

Az egyes cégek — mind baráti, mind pedig nyugatiak — különböző reklámeszközökkel is dolgoztak, amelyek a nagy közönség körében sikert arattak. Ezt az eszközt pl. a Tungsram cikkeinél elsősorban, de más híradástechnikai termékeknél is alkalmazni lehetne. A Wartburg Autógyár pl. színes papírtáskákat ajándékozott.

A zágrábi vásár alkalmából meglátogattuk a Rádioindustrija, Zágreb híradástechnikai gyárat. A gyár vezetői szívélyesen és készséggel ismertették a gyár profilját, a jelenlegi gyártás menetét, s kifejezték azt az óhajukat, hogy a magyar vállalatokkal a műszaki és gazdasági együttműködést az eddigieknél hatékonyabbá tegyék. Ez a válallat is, és általában a jugoszláv vállalatok, licenc vásárlásokra törekednek, amivel fejlesztési gondjaikat igyekeznek megoldani. A gyárlátogatás és tárgyalások után egyértelműen megállapíthattuk, hogy az általuk felvetett műszaki és gazdasági együttműködésnek minden alapja meg van, s mindkét fél részére igen hasznos lesz a mielőbbi megvalósítás.

Szűcs Jánosné

A XI. Colloquium Spectroscopicum Internationale

A XI. CSI 1963. szeptember 29—október 4. között Belgrádban, a szakszervezetek központi épületében, a „Dom Sindicata"-ban került megrendezésre.

A kollokviumon 436-an vettek részt.

Az ünnepélyes megnyitó beszédet *Dr. Panta Tutundžič* professzor, továbbá a Jugoszláv Szövetségi Köztársaság Tudományos Kutatásokat Koordináló Tanácsának főtitkára, *Ivan Marinič* tartotta. Ezeket, valamint az összes plenáris előadást, tolmácsok szinkronfordították angol, francia, német és szerb nyelvre. A fordításokat a hallgatóság tranzisztoros fejhalgató segítségével hallgatta.

Az egész ülésszakon 18 ország képviselői részéről 160 előadás hangzott el. Közülük 6 plenáris előadás volt, a többieket pedig 3 párhuzamos szekcióban tartották. Ezek témaköreik szerint a következőképp oszlottak meg:

Általános (elméleti) spektroszkópia (23 előadás):

a színképek elmélete, plazmaspektroszkópia és spektroszkópia az asztrofizikában.

Színképelemzés (100 előadás):

emissziós színképelemzés, lángfotometria, abszorpciós színképelemzés, atomabszorpciós spektroszkópia, infravörös és Rahman-spektroszkópia.

Egyéb spektroszkópiás módszerek (37 előadás):

Elektronparamágneses és mágneses magrezonancia-spektroszkópia, röntgenfluoreszcencia-spektroszkópia és lumineszcencia, tömegspektroszkópia, gamma-spektroszkópia.

Az előadásoknak mintegy kétharmada az emissziós spektrálanalízissel foglalkozott. Ezekből kitűnt, hogy a nagytisztaságú anyagokkal szemben fellépő növekvő követelmények (félvezető-, fényporkutatás) világszerte foglalkoztatják a kutatókat. Így *H. Kaiser* (Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie, Dortmund, NSZK) plenáris előadásában elméleti alapon tárgyalta a kimutathatósági határ megállapításának lehetőségeit. *N.W.H. Addink* (Philips Research Laboratories, Eindhoven, Hollandia), szintén plenáris előadásban foglalkozott a röntgenfluoreszcens, klasszikus emissziós és tömegspektrométeres analízis érzékenységével. Szerző szerint a műszeres elemzéseknél a kimutathatósági határt általában a berendezés hatásossága és a spektrumban jelentkező háttér szabja meg. Tárgyalta a háttér okozóját, röntgenfluoreszcens, klasszikus emissziós és tömegspektrométeres elemzéseknél. *G. Erlich, R. Gerbatsch* és *H. Scholze* szintén a nyomszennyezések mérésénél felmerülő problémák kérdésével foglalkoztak. Ismertették a kimutathatósági határ megállapításának nehézségeit, a fellépő sávos szerkezetű háttér miatt. *K. Laqua, W. D. Hagenah* és *H. Waechter* vázolták, hogy a spektrálkészüléken túlmenően a kimutathatósági határok hogyan változnak különböző fényforrások, különböző regisztrálási módoktól függően és milyen szerepet játszik a vizsgálandó próba menynyiségek megváltozása.

Újtípusú plazmaégetőket ismertünk meg porok és oldatok spektrálelemzéséhez *(E. Kranz)*, Fémek neutrális vagy redukáló atmoszférában történő gerjesztéséhez készített félkörös gázbevezető alkalmazásának előnyeit *R. Berneron* ismertette.

Előadást hallottunk az l-transzformáció elméletéről és gyakorlati alkalmazásáról, mely — a legújabb vizsgálatok szerint — már az Agfa Blau Extrahart lemezeken túlmenően Agfa Blau Rapid lemezek esetére is kiterjed (*Török T.* és *Zimmer K.*).

Elméleti vonatkozású előadások hangzottak el az elemek közötti hatásról *(Gegus E.)*, továbbá a termokémiai reakciók (főként a halogenizálás) alkalmazásának előnyeiről, nyomszennyezések mérésének érzékenyebbététele céljából *(E. Schroll)*.

Analitikai tárgyú előadások foglalkoztak a nagytisztaságú antimón, zónás olvasztású fémek, urániun, reaktorgrafitok, vasacél, szelén nyomszennyezőinek meghatározásával. Ezek részben direkt-, részben dúsítással egybekötött spektrálanalitikai eljárások voltak.

Ritka földfémnyomok oldatból történő meghatározására céziumfluoridos vivő-desztillációs módszert ismertettek argon védőgáz atmoszféra jelenlétében *(B. Strzyżewska)*.

J. Romand és *R. Berneron* arról számoltak be, hogy különféle fémek metalloid és gáztartalmának mérésére a távoli ultraibolya területet (600—1500 Å hullámhossz tartományt) használják fel vákuumban történő szikragerjesztéssel és kvantométer alkalmazásával. (Érzékenység nitrogénre 5—10 ppm, oxigénre 30—50 ppm.)

Egy-egy előadás foglalkozott az oldatos elemzésnél fontos szerepet játszó spektrálszén-porozítás kérdésével, illetve a különféle berendezésekkel végzett mikrofotométeres mérések elérhető pontosságával.

Mint újdonságot érdemes megemlíteni *F. Brech* és *J. B. Marling* (Jarell-Ash Company, Newtonville, Massachusetts, USA) laser-gerjesztésű spektrálelemzéssel foglalkozó plenáris előadását, mely témakörről még más szekciókban elhangzott előadást is hallottunk *A. Felske, W.—D. Hagenah, K. Laqua* és *H. Klocke*-tól. A fejlődésnek ez az iránya csak néhány éves múltra tekint vissza, jelentősége azonban rohamosan növekszik. A laser-energiáját optikai berendezés segítségével a vizsgálandó minta meghatározott helyére koncentrálják, az anyagot elgőzölögtetik s azután a gőzöket gerjesztik. Nem szükséges a minta előzetes előkészítése, sem annak közvetlen gerjesztése, nemvezető anyagok vezetővé tétele, stb. A laser-energiát megfelelően koncentrálva a minta egy előzetesen kiválasztott helyére, lehetségessé válik már egy 50 μ^2-nyi területnek a vizsgálata is. Ezzel új lehetőségek nyílnak meg

a helyimikroelemzések területén. Lehetőség van továbbá a gerjesztési energia széles határok közötti variálására, s a kedvező gázatmoszféra megválasztására. A röntgen-mikroanalízissel szemben alacsony rendszámú elemek vizsgálatára is alkalmas, vákuumot nem igényel és nagyobb érzékenységet nyújt.

Műszerismertetés hangzott el a Société Generale d' Optique cég spektrométeréről, a Beckman Istruments új spektrofotométeréről, mely ráccsal és prizmával van ellátva és 160—1000 nm között használható.

D. Richardson a diffrakciós rácsok készítése terén eddig elért eredmények ismertetése során közölte, hogy ma már 10 Å-től egészen 1,5 mm hullámhosszig minden területre rendelkezésre állnak megfelelő rácsok.

Befejezésül megemlítem, hogy a XI. CSI-n hazánkból huszonhárman vettünk részt és körünkből az alábbi előadások hangzottak el:

Gegus E.: Az elemek közötti hatás nemvezető anyagok oldatos színképelemzésénél, *Hegedüs A. J.:* Az Al és eriokromcianin közötti reakció tanulmányozása abszorpciós színképelemzéssel, *Horkay F-né, Hegedüs O. J.:* Cinkszulfid fényporok vas-, réz- és ólom szennyezőinek spektrográfiai meghatározása, *Kocsis E.:* A porválasztás elvi problémái az emissziós spektrálanalízisre, *Macher F.:* Adatok a kisfeszültségű szikrával történő kvantitatív spektrálanalitikai vizsgálatokhoz, *Nagy Z., Sámsoni Z., Benkő K.:* Logaritmusos fényszűrőfeltét alkalmazása mennyiségi elemzésekhez, *Pungor E., Konkoly Thege L.:* Az oldószer hatása a lángfotometriában, *Répás P., Sajó J., Gegus E.:* Acél nyomszennyezőinek meghatározása dúsítás után, oldatos színképelemzéssel, *Török T.:* Az l-transzformáció elmélete, *Török T., Zimmer K.:* Az l-transzformáció alkalmazása mennyiségi vizsgálatokhoz, *Varsányi Gy., Holly S., Faragó T.:* Monoszubsztitulált piridinszármazékok tanulmányozása infravörös színképük alapján, *Weszprémy B., Hegedüs Z.:* A próbavétel és előkészítés szerepe acélok spektrométeres és röntgenfluoreszcens elemzésénél.

A kollokvium úgy határozott, hogy a XII. CSI-t 1965-ben Angliában tartják meg.

A kollokvium záróülésén *Dr. V. M. Vukanovič* professzor összefoglalta az ülésszak eredményeit, majd *Ivan Marinič* megtartotta záróbeszédét.

A kollokviummal egyidejüleg a „Dom Sindicata" épületében műszerkiállítást is rendeztek spektroszkópiai műszerekből és segédberendezésekből,

Dr. Horkay Ferencné

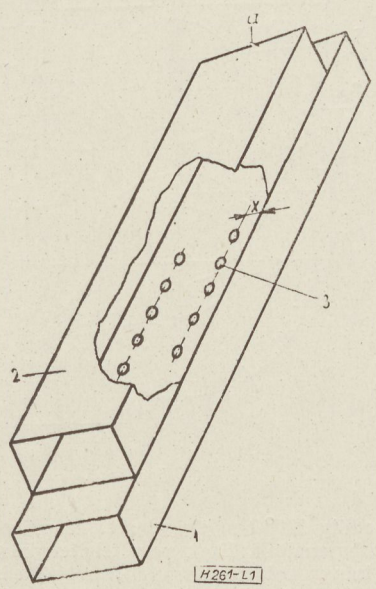
SZABADALMI SZEMLE

Összeállította: LÉNÁRD LÁSZLÓ

Optimális csatolású iránycsatoló

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. február 14-én (150 637; 21a^4 64-77).

A találmány szerinti iránycsatoló csatolása a frekvencia függvényében igen keveset változik. A csatolás a használatos frekvenciasáv két szélén azonos értékű.



1. ábra

Az *1* és *2* párhuzamos tengelyű, négyszögletes csőtápvonalak *3* csatolófuratainak középvonala a fal *a* szélességének 0,288-tól 0,232-szerese által meghatározott *x* távolságban helyezkedik el az oldal széleitől. A bejelentés a furatok elhelyezésére számítást közöl.

Az iránycsatolót a TKI megvalósította.

Eljárás félvezető egykristály szeletek vékonyítására

Bejelentette a Műszaki Fizikai Kutató Intézet 1962. október 1-én. (150 791; 21 1—16).

Feltaláló: *Németh Tiborné*

A tranzisztor technológiában szokásos kristályvékonyítási eljárás szerint a kristálydarabkákat lúgos hidrogénperoxidban történő marással vékonyították. Ez az eljárás azonban nem alkalmazható olyan tranzisztortípusoknál, ahol az egyik felület kitüntetett sajátságokkal rendelkezik vagy fontos az egyenletes rétegvastagság. A találmányt képező eljárás szerint az emitter-oldali diffúziós réteg selejtmentesen megvédhető, ha előbb a teljes kristály felületét rugalmas filmmel vonják be, s ezzel együtt szilárd kötőanyagba ágyazzák úgy, hogy a marásra kerülő kollektor-oldal szabadon maradjon. A rugalmas anyag eltávolítása után a marás biztonsággal elvégezhető. A ragasztóanyagnak különleges kívánalmakat kell kielégítenie s ezt a találmány ún. „kettősragasztással" segíti elő. A ragasztóanyag-párként alkalmazott sellakk és picein egyike a rugalmas anyagot biztosítja, míg a másik anyag merev és szilárd alapot képez, mely a kristálylapot egy sík felülethez rögzíti és lehetővé teszi a vékonyítandó felület tökéletes tisztíthatóságát. A kristálykorongok levékonyítására előnyösen használható marószer pl.:

15 ml jégecet, p.a.; 25 ml cc HNO_3, p.a.; 17 g 48%-os H_2F_2, p.a.; szilárd jód, savkeverékben 20° C-on telített oldata.

A találmány szerinti eljárást széleskörűen alkalmazzák az Egyesült Izzóban.

Ferritizolátorokban is alkalmazható kerámia dielektrikum

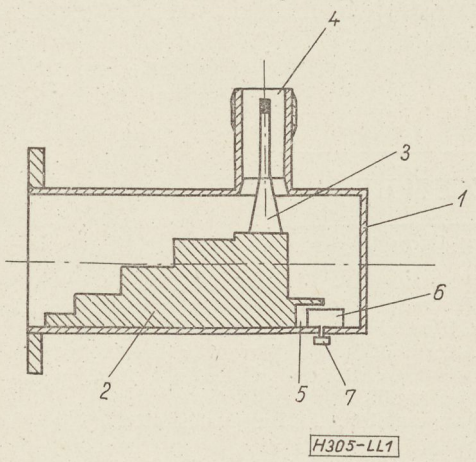
Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. október 11-én. (150 806; 21c 1—9)
Feltalálók: *Molnár György és Dávid István*

A ferritizolátorokkal szemben támasztott követelmények kielégítésére az ismerteknél nagyobb dielektromos tényezőjű anyagokra volt szükség. Ilyen anyagokat előállítottak, de ezeknek vagy a veszteségi tényezője volt túlságosan nagy, vagy pedig az alapanyag beszerzése volt költséges. A találmány szerinti enyhén negatív hőfoktényezőjű kis veszteségi tényezőjű ($tg\delta < 10 \cdot 10^{-4}$) kerámia dielektrikum, amely MgO és TiO_2, valamint $CaCO_3$ és TiO_2 keverékéből áll, jól alkalmazható a rezonancia elven működő ferritizolátorokban, mégpedig az $\varepsilon = 20$ tényezőjű dielektrikum a 3,4—4,2 GH-es sávban. A találmány szerinti dielektrikum sorozatban jól gyártható, alapanyaga olcsó és a szokásos módszerekkel különféle formákban elkészíthető; egy sikerrel alkalmazott összetétele 86,6% $2MgO.TiO_2$, 9,6% $CaO.TiO_2$ és 3,8% Pb_3O_4-ből áll. Ezt az összetételt villamos kemencében, oxidáló atmoszférában $\sim$ 1400 C°-on égették. Adatai $\varepsilon = 20$, $tg\,\delta = 5 \cdot 10^{-4}$ A találmány szerinti dielektrikumot a TKI alkalmazza.

Csőtápvonal és koaxiális tápvonal közötti átmenet

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1962. január 4-én. (150 808; 21a^4 64—77)
Feltaláló: *Kenderessy Miklós*

A mikrohullámú energiaforrások kivezetése általában koaxiális tápvonal, míg az egyéb mikrohullámú berendezésekben csőtápvonalat alkalmaznak. A kétféle tápvonal csatlakozására szolgál az átmeneti darab, amelynek ismert kivitelei közül a legjobb a lépcsőzött gerinces csőtápvonal-átmenet, mert ref-



2. ábra

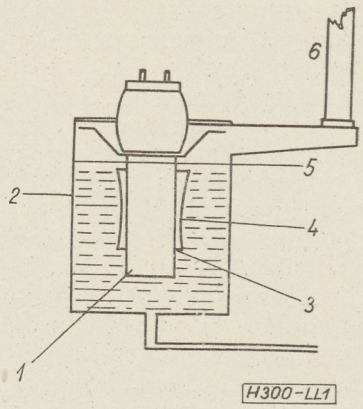
lexiója minimális. Hibája ezeknek azonban, hogy igen pontos és bonyolult megmunkálást igényelnek. A találmány szerinti átmenet gyártása az eddigieknél sokkal egyszerűbb, állóhullámaránya kicsi, nem igényel utólagos hangolást és e gyártási pontatlanságok nem okoznak hibát, mert utólag kompenzálhatók. Az *1* négyszögletes csőtápvonalban van a *2* lépcsőzött gerinc, amely a *3* kúpos illesztő szakasszal csatlakozik a *4* koaxiális tápvonalhoz. A *2* gerinc *5* hátsó része üreges és ebben mozog a *7* csavarral mozgatható *6* tuskó, amellyel az átmeneti darab bemeneti állóhullámarányát addig állítják, míg az a legkisebb lesz. Ezután a tuskót a *7* csavarral rögzítik és ezzel a tápvonal gyártási pontatlanságaiból adódó reflexiót kompenzálják. — A TKI a találmányt megvalósította.

Berendezés nagy teljesítményű külső anódú elektroncsövek elgőzölögtetéses hűtésére

Bejelentette a Magyar Adócsőgyár 1962. február 21-én. (150 790; 21g 1—16)
Feltaláló: *Dr. Kodolányi Gyula és társai*

A rádióadóknál és ipari nagyfrekvenciás generátoroknál alkalmazott nagy teljesítményű külső anódú elektroncsöveket elgőzölögtetéses módszerrel hűtik. A különböző hűtési eljárások egyrészt az eredeti anódkonstrukció megváltoztatását teszik szükségessé vagy az eredeti anódra erősítenek rá felületnövelő testeket, másrészt a hűtővíz betáplálása nyomás alatt szivaty-

tyúkkal és különleges porlasztó vagy fecskendező készülékek alkalmazásával történik. E költségtöbbletet okozó hátrányokat szünteti meg a találmány szerinti megoldás, melynek lényege, hogy a káros gőzhártyaképződés megakadályozására és a hűtőfolyadék gyors kényszeráramlásának biztosítására



3. ábra

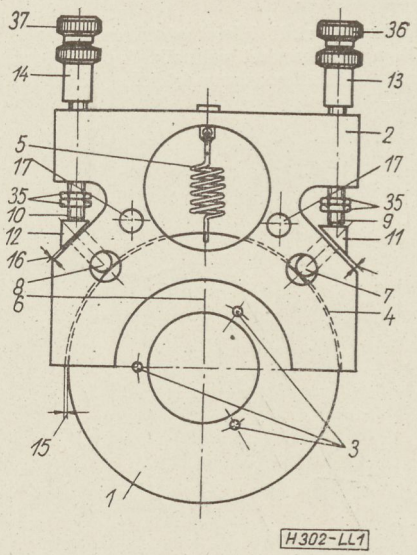
egyenletes 3—30 mm falvastagságú, 10—500 mikron szemnagyságúra érdesített külső felületű anódja és a disszipációs teljesítménytől függő réstávolságra elhelyezett, alsó és felső végén tölcsérszerűen kiképzett terelőhengere van. Az ábra szerinti *1* anód a *2* elgőzölögtető edény desztillált vizébe merül s az anódot *3* réstávolságban a *4* vezetőhenger veszi körül. Az *1* anódfelületen képződött gőz a *3* térben gyorsan áramlik fel, a *6* csövön távozik, vízzé kondenzálódik és visszakerül az elgőzölögtető edénybe.

A találmány szerinti berendezésből 150 db-ot már külföldre is exportáltak.

Állítószerkezet haladóhullámú erősítőkhöz

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. január 4-én. (150 802; 21a^4 61—77)
Feltalálók: Bercelli Tibor és Cseh Jenő

Mikrohullámú berendezések haladóhullámú erősítő fokozata erősítőcsövet és ennek elektronnyalábját fókuszáló mágnest tartalmaz. A helyes működés feltétele, hogy a haladóhullámú cső és a mágneses tér tengelye egybeessék, aminek biz-



4. ábra

tosítására eddig 120°-ban elrendezett három-csavaros állítószerkezetet használtak. Ezek nem feleltek meg, mert a cső mozgatási iránya határozatlan volt, amiért a beállítás hosszadalmassá vált. A találmány szerinti egyszerű szerkezettel ezzel szemben a mozgások iránya jól meghatározott, kotyogás

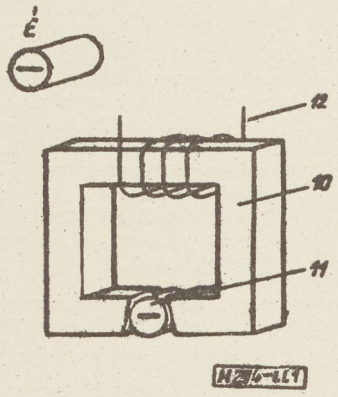
nincs és a kopás csekély. Az *1* mozgó részre szerelhető a *3* furatokkal a 3 csövet befogó szerkezet. A *2* állórész *4* félkör alakú hornyában foglal helyet az *1* mozgó tárcsa, mely az ábrára merőleges irányban elmozdulni nem tud. A tárcsa mozgatását a *7*, *8* tolócsapok, ill. a *9*, *10* állítócsavarok végzik az *5* rugó ellenében a kotyogásmentesség biztosítására. Mivel a *7*, *8* csavarok tengelye 90°-os szöget zár be, a cső mozgása határozott lesz. A találmányt a TKI alkalmazza.

Szerkezet televízióberendezések eltérítő áramának linearitás szabályozására

Bejelentette a Villamossági- Televízió és Rádiókészülékek Gyára 1961. október 12-én (150 753; 21g 1—16)

Feltalálók: Juhász Miklós és Szabó Miklós

Televízióberendezések eltérítő áramának linearitás szabályozására különböző szerkezetek ismeretesek. A találmány szerinti szerkezet linearizáló hatása az eddig ismert rendszerekhez képest jobb, a linearitás igen nagy határok közötti állítható be, aminek az a magyarázata, hogy a mágneses erővonalak nem a levegőben zárulnak, hanem a lágy- és keménymágneses ferritekben zárt mágnestkört alkotnak. A találmány szerint a *12* linearizáló tekercs olyan *10* lágyferritmagon van elrendezve, amely a szabályozást végző állandó mágneses elemmel, *11* báriumferrit rudacskával együtt a mágneses erővonaak szempontjából zárt mágneskört képez. A tömör *10* lágymágneses-ferritjárom lényegesen egyszerűbben és olcsóbban állítható elő, mint az eddig ismert ugyanezen anyagból készített csövek. A báriumferrit *11* állandó mágnes tömör hengeres alakja is technológiailag könnyebben sajtolható. A linearizálás beállítása a *11* rúd elforgatásának mértékétől függ. A találmány szerinti szerkezetet a bejelentő alkalmazza.



5. ábra

SZEMLE

Összeállította: SZILÁRD ZOLTÁN

A Wireless World 1963 szeptemberi számában a színes TV rendszerekkel, és ezek Európában történő bevezetésével foglalkozik.

Az Európai Rádiózási Unió (EBU) folyamatosan vizsgálja a három kiválasztott színes TV-rendszert (NTSC, SECAM és PAL) egységes európai szabványajánlásnak a CCIR keretében történő kidolgozása céljából. Az EBU üléseire az OIRT is elküldte megfigyelőit, így remélhető, hogy egész Európában azonos rendszer szerint épül ki a színes TV-hálózat.

Számos gazdasági és műszaki tényezőt összevetve sem könnyű választ adni a kérdésre, hogy melyik a legmegfelelőbb az egységes bevezetésre.

Az NTSC-rendszert (amerikai) valósították meg a legrégebben, mintegy 8 éve. Ez a tény önmagában már előnyt jelentene alkalmazásánál. A fázishibákra való érzékenység, a differenciál fading és a mágneses jelrögzítésnél felmerülő nehézségek viszont nem elhanyagolható hátrányokat jelentenek.

A SECAM-rendszert (francia) egyszerűsége ajánlja, ugyanakkor azonban sajátos fogyatékossággal bír. Bár mentes a színhibáktól, rosszul reagál a limiter küszöbszintje alatti jelekre. Ha az NTSC- vagy PAL-rendszerben a színjel zérusra csökken, a vevő feketét jelez. A SECAM-módszernél viszont a fekete színt a diszkriminátor karakterisztikájától függ, amely időben változhat.

A rendelkezésre álló összehasonlító adatok alapján a PAL-rendszer (német) látszik a legvonzóbbnak. Meglehetősen közel áll az NTSC-hez, időben folytonosan átvisz minden színt. Kevésbé érzékeny viszont fadingre és fázishibákra. Költségei alacsonyabbak a SECAM rendszereinél és jobb feloldással rendelkezik. Előbbihez hasonlóan a fázistorzítás és a mágneses jelrögzítés kevesebb problémát okoz, mint az NTSC esetén. (A kérdést részletesebben ismertette Simon Gyula, lapunk 1963 decemberi számában.)

*

A Londonban 1963 szeptemberében megtartott Nemzetközi Telemetriai Konferencia alkalmából az Egyesült Államok haditengerészete egy Super Constellation típusú repülőgépet küldött az angol fővárosba. A gép utasterét laboratóriummá alakították át, amely a Kaliforniában kilőtt kísérleti rakéták rádiójeleinek vételére alkalmas.

A Super Constellation telemetriai állomása frekvenciamultiplex rendszerű vevő és adatfeljegyző berendezésekből áll. Alakalmas a rádiójelek bármely FM/FM, FM/PM vagy FM/AM multiplex csatornán történő vételére és mágneses szalagra való rögzítésére.

*

A Telefunken Sajtóosztály közleményeiből:

1. Az Osztrák Postaigazgatás a telefonhálózat további kiépítése céljából több, 12 csatornás vivőfrekvenciás berendezést rendelt a Telefunken cégtől. A szállítandó berendezések egy részét az Innsbruckban megrendezésre kerülő Téli Olimpiai Játékok miatt, a Bécs—Budapest vonalon, a Magyarországgal történő távbeszélőforgalom céljaira fogják felhasználni.

2. A Bölkow K. G. preciziós analóg számítógépeket rendelt a Telefunken cégtől. A berendezéseket elsősorban az űrhajózás-technikában alkalmazzák. Az RA800 jelű számítógép a maga pontossági osztályában a világon az első, sorozatban készült, teljesen tranzisztorizált berendezés.

HÍREK

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége „Tudomány és Tecnika" Filmklubja az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Művészeti Dolgozók Országos Szövetsége, egyes szaktárcák és a MTESZ tagegyesületei támogatásával

„MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI AMATŐR FILMPÁLYÁZATOT"-ot hirdet.

A pályázat kiírásának célja: a műszaki és természettudományi tárgyú amatőr filmezés ösztönzése, az amatőr filmezők szervezett tapasztalatcseréjének elősegítése és a legkiemelkedőbb alkotások díjazása.

A filmpályázaton minden amatőr résztvehet egyéni, vagy közös alkotással. Nen vehetnek részt a pályázaton a filmstúdiók és intézmények operatőri, filmrendezői és egyéb filmtechnikai munkakörben alkalmazott dolgozói hivatalos megbízás alapján készített filmmel.

A pályázaton résztvevő filmek foglalkozzanak:

1. műszaki témákkal, ezen belül műszaki alaptudományokkal és ipari témák feldolgozásával,
2. orvostudományi,
3. biológiai,
4. agrártudományi és
5. egyéb természettudományi témákkal.

A pályázatra beérkező filmeket felkért zsüri bírálja, melynek tagjai szakértők, filmszakemberek, valamint különböző társadalmi szervek képviselői.

Pályadíjak:

Témacsoportonként

1	nagydíj	5000,—Ft
1—1	első díj à	3000,—Ft
1—1	második díj à	2000,—Ft
1—1	harmadik díj à	1000,—Ft
	oklevelek	

Ezenkívül számos külön díj.

Egy pályázó több filmmel, több témacsoportban is indulhat.

Csak 1962. január 1. után készített filmeket fogadunk el. A filmeket címfelirattal (címe, készítője, vagy készítői, a készítés időpontja) kell ellátni.

A filmpályázattal kapcsolatos részlet kérdésekre személyesen, telefonon vagy írásban tájékoztatást ad a MTESZ „Tudományos és Technika" Filmklub Titkársága (Budapest V., Szabadság tér 17. II. em. 211. Telefon: 317-797).

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.372.54.001.2

Boglár Gy.:

Hatványszűrők méretezése

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 2. sz.

A szerző ismerteti a hatványszűrők elvi alapjait, majd segédtáblázatokat és diagramokat közöl a méretezéshez $n = 8$ fokszámig. A táblázatokban megtalálható az aluláteresztő zérus-frekvenciájához tartozó csoportfutási idő értéke (τ_0), melynek segítségével az aluláteresztőből frekvenciatranszformációval nyerhető sávszűrők alapcsillapítása számolható. A szerző a fokszám függvényében megadja az általa $a_{0(n+1)}$ és $a_{0(n+2)}$-vel jelölt csillapításértékeket, melyek alapján az előírt zárócsillapítást minimális alapcsillapítással megvalósító szűrő fokszámát meg lehet állapítani. A számolási módszereket két példával világítja meg a cikk.

ETO 621.385.623.5 : 621.376

Dr. Berceli T.:

A klisztron modulátor frekvencia-karakterisztikájának linearizálása

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 2. sz.

A szerző általánosságban megoldja a következő problémát: adott a modulátor áramkör aktív eleme, egy reflex-klisztron; kérdés milyen követelményeket kell az áramkör passzív elemeinek teljesítenie, hogy a modulátor frekvencia-moduláló feszültség karakterisztikája lineáris legyen. Ez a követelmény nonlineáris differenciálegyenlethez vezet, melyet a szerzőnek sikerült megoldania A megoldásként nyert függvény írja elő az ideális klisztron-modulátor feltételezett terhelő áramkörének fáziskarakterisztikáját.

ETO 621.319.4 : 539.23

Csanádi A.-né:

Vákuumpárologtatott kondenzátorok szilíciumoxid és magnéziumfluorid dielektrikummal

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 2. sz.

A szerző röviden áttekinti a dielektrikumként használható vékony rétegekkel szemben támasztott követelményeket, majd részletesen tárgyalja a gőzölt dielektrikumú kondenzátorok minőségét befolyásoló tényezőket, a dielektrikumokkal kapcsolatosan végzett vizsgálatokat. Foglalkozik a dielektrikum előállításának módszereivel, utólagos hő- és elektromos kezelésével. Ismerteti a kondenzátorok villamos jellemzőit és kondenzátorok viselkedését tartós terhelés alatt.

ETO 621.319.4 : 669,716.915

Wollitzer Gy.—Strausz T.:

Vákuumpárologtatott fegyverzetű kondenzátor akumíniumoxid dielektrikummal

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 2. sz.

Szerzők beszámolnak Al-Al_2O_3-Al felépítésű kisfeszültségű miniatűr kondenzátorral kapcsolatos kísérleteikről. Részletesen foglalkoznak az anódos oxidáció körülményeivel, a különböző elektrolitok, valamint egyes szennyezők szerepével. Ismertetik e kondenzátor elektromos jellemzőit.

Обобщения

ДК 621.372.54.001.2

Дь. Боглар:

Проектирование фильтров по степням

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 2.

Описаны принципальные основы фильтров по степням и даны вспомогательные таблицы и графики, до числа степней n = 8. Таблицы содержают величины времени группового прохождения (τ_0) принадлежающие к нулевой частоте фильтров низких частот, с помощью которых можно расчитывать основные затухания полосовых фильтров, полученных из фильтров низких частот трансформацией частоты. Даны величины затухания $a_{0(n+1)}$ и $a_{0(n+2)}$ в зависимости числа степней, на основании которых можно определить число стедней фильтра, осуществлающего предписанное затухание в области непропускания с минимальным основным затуханием. Даны два примера метода расчета.

ДК 621.385.623.5:621.376

Д-р Т. Берцели:

Линеаризация частотной характеристики клистронных модуляторов

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 2.

Автор решит вообще следующую проблему: рефлексный клистрон является активным элементом данной модуляционной цеии; определить требования пассивных элементов цепи, необходимые для получения линейной характеристики частоты — модулирующего напряжения. Эти требования доставлят нелинейное дифференциальное уравнения, решение которого удалось автору. Функция полученная решением определит фазовую характеристику. Цепи нагрузки для идеальной модуляционной цепи клистрона.

ДК 621.319.4:539.23

А.-не Чанади:

Конденсаторы выпариванные в вакууме с диэлектриком окися кремния и флуорида магния

HÍRADASTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XV. (1964) № 2.

Кратко обозреваны требования тонких слоев, использованных как диэлектрики, потом подробно трактованы факторы влияющие качество конденсаторов с выпариванным диэлектриком и испытания по диэлектрикам. Даны методы изготовления диэлектрики, их дополнительная термическая и электрическая обработка. Описаны электрические параметры и поведение конденсаторов при длительной нагрузке

DK 621.319.4:669.716.915

Д. Воллицер—Т. Штраус:

Конденсатор с диэлектриком окися алюминия и электродами испаряемыми в вакууме

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XV. (1964) № 2.

Дан отчет об экспериментах авторов по миниатюрным конденсаторам низкого напряжения, типа Al—Al_2O_3—Al. Подробно описаны условйя анодного окисления, роль различных электролитов и загрязнения Даны электрические параметры таких конденсаторов.

Zusammenfassungen

DK 621.372.54.001.2

Gy. Boglár:

Dimensionierung der Potenzfilter

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 2.

Der Verfasser erörtert die prinzipiellen Grundlagen der Potenzfilter. Es werden Hilfstabellen und Diagramme zur Dimensionierung bis $n = 8$ Grade gegeben. In den Tabellen sind die zu der Nullfrequenz gehörenden Gruppenzeitwerte (τ_0) zu finden, mit deren Hilfe ist die Grunddämpfung der von den Tiefpass mit Frequenztransformation gewinnbaren Bandpässe zu errechnen. Der Verfasser gibt als Funktion des Grades die von ihm mit $a_{0(n+1)}$ und $a_{0(n+2)}$ bezeichneten Dämpfungswerte an, auf Grund deren der Grad des mit minimaler Grunddämpfung ausführbaren Filters festzustellen ist. Die Rechnungsmethoden werden in dem Artikel an zwei Beispielen erklärt

DK 621.385.623.5 : 621.376

Dr. T. Berceli:

Linearisierung der Frequenzkennlinie des Klystronmodulators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 2.

Der Verfasser löst im allgemeinen die folgenden Probleme. Das aktive Element des Modulatorstromkreises ist als Reflexklystron gegeben. Die Frage ist welche Bedingungen die passiven Elemente des Stromkreises erfüllen müssen, dass die frequenzmodulierenden Spannungskennlinien des Modulators linear werden. Diese Forderung führt zu einer nicht-linearen Differentialgleichung die von dem Verfasser erfolgreich gelöst wurde. Die gewonnene Funktion beschreibt die Phasencharakteristik des vermuteten Belastungsstromkreises des idealen Klystronmodulators.

DK 621.319.4 : 539.23

Frau A. Csanádi:

Vakuumverdampfte Kondensatoren mit Siliziumoxyd und Magnesiumfluorid Dielektrikum

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 2.

Verfasserin macht einen kurzen Überlick über die Forderungen der als Dielektrikum anwendbaren dünnen Schichten. Sie erörtert eingehend die Faktoren welche die Qualität der Kondensatoren mit verdampftem Dielektrikum beeinflussen und die Untersuchungen die in Zusemmenhang mit den Dielektriken vorgenommen wurden. Sie beschäftigt sich mit den Herstellungsmethoden der Dielektriken. Sie gibt die Elektrocharakteristiken und das Verhalten der Kondensatoren während Dauer- Balastung.

DK 621.319.4 : 669.716.915

Gy. Wollitzer—T. Strauss:

Vakuumaufgedampfte Kondensatoren mit Aluminiumoxyd-Dielektrikum

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 2.

Die Verfasser geben die Ergebnisse der Versuche über Niederspannungs-Miniatürkondensatoren der Bauart Al-Al_2O_3-Al, bekannt. Sie beschäftigen sich eingehend mit den Bedingungen der anodischen Oxydation, mit den verschiedenen Elektrolyten und mit der Rolle einzelner Verunreinigungen. Sie geben die elektrischen Kennwerte der Kondensatoren, an.

Summaries

CDU 621.372.54.001.2

Gy. Boglár:

Dimensioning of Maximally Flat Filters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 2.

The author presents the principal base of maximally flat filters and gives auxiliary tables and diagrams for dimensioning up to degree $n = 8$. The group delay (τ_0) belonging to zero frequency of the low pass filters may be found from the tables. With the (τ_0) the fundamental attenuation of band-pass filters obtained by frequency transformation from low-passfilters may be calculated. The author gives in function of the degree the attenuation values marked by him with $a_{0(n+1)}$ and $a_{0(n+2)}$ on basis of which the degree of the filter realizing the prescribed supression less with a min. fundamental attenuation may be determined. The calculating methods are illustrated in the article by two examples.

UDC 621.385.623.5 : 621.376

Dr. T. Berceli:

Linearization of the Frequency Characteristics of Klystron Modulators

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 2.

The author solved the following problem in general: the active element of a modulator circuit is given as a reflex klystron, the question is, what requirements should be fulfilled by the passive elements of the circuit to provide for a linear frequency-modulation voltage characteristic of the modulator. This problem leads to a nonlinear differential equation which has been solved sucessfully by the author The function obtained as the solution determines the pheas echaoacteristic of the assumed load circuit of the ideal klystron modulator.

UDC 621.319.4 : 539.23

Mrs. A. Csanádi:

Vacuum Evaporated Capacitors with Silicon Oxide and Magnezium Fluoride Dielectric

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 2.

Author makes a short review of the requirements concerning thel thin films which may be used as dielectrics. She discusses in detail the factors which influence the quality of capacitors with evapora ted dielectrics and the tests made in connection with the dielectrics. She deals with the methods of dielectric production, its post-heat and electrical treatment. Finally she gives the electrical characteristics of the capacitors and the capacitors' behaviour under endurance test.

UDC 621.319.4 : 669.716.915

Gy. Wollitzer—T. Strauss:

Vacuum Evaporated Capacitors with Aluminium Oxyde Dielectrics

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 2.

The authors present their experiments in connection with low voltage miniature capacitors of Al-Al_2O_3-Al construction. They deal thoroughly with the conditions of anodic oxidation with the part of different electrolytes and certain impurities, and give the electrical characteristics of the capacitors.

Résumés

CDU 621.372.54.01.2

Gy. Boglár:

Dimensionnement des filtres à fonction de puissance

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 2.

L'auteur décrit les bases principales des filtres à fonction de puissance. Il donne des tablaux auxiliaires et des diagrammes pour le dimensionnement jusqu'au degré $n = 8$. Dans le tableau on trouve le temps de transit de groupes (τ_0) qui appartient à la fréquence zéro du filtre passe basse à l'aide de quelle on peut calculer l'affaiblissement fondamental des filtres de bande reçus du filtre passe-basse par la transformation de la fréquence. L'auteur donne en fonction du degré les valeurs de l'affaiblissement marquées par lui avec $a_{0(n+1)}$ et $a_{0(n+2)}$. Sur la base de ces valeurs on peut déterminer le degré du filtre qui réalise avec un affaiblissement fondamental minimal l'affaiblissement de suppression prescrit. Il montre les méthodes de calculation sur deux examples.

CDU 621.385.623.5 : 621.376

Dr. T. Berceli:

Linéarisation de la caractéristique de fréquence du modulateur klystron

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 2.

L'auteur donne d'une manière générale la solution aux problèmes suivants: l'élément actif du circuit de modulateur est donné en un klystron reflexe. La question est de savoir qu'elles sont les exigences que les éléments passifs du circuit doivent remplire, que la caractéristique de tension du modulateur d'une modulation de fréquence devienne linéaire. Cette exigence conduit à une equation différentielle non-linéaire que l'auteur à réussi de resoudre. La fonction obtenue détermine la caractéristique de phase du circuit de charge supposé du modulateur klystron idéal.

CDU 621.319.4 : 523.23

Mme. A. Csanádi:

Condensateurs à diélectrique évaporé dans vacuum en oxyde de silicium et magnésium fluoruse

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 2.

L'auteur fait un bref aperçu sur les exigences des couches minces employées comme diélectrique. Elle fait connaître en détail des facteurs lesquels influencent la qualité des condensateurs à dielectrique évaporé, ainsi que les essais fait en connection des diélectriques. Elle s'occupe des méthodes de la production des diélectriques et avec sa formation thermique et électrique. Enfin elle présente les caractéristiques électriques des condensateurs et leur conduite sous charge permanente.

CDU 621.319.4 : 669.716. 915

Gy. Wollitzer—T. Strauss:

Condensateurs à diélectrique en oxyde d'aluminium dans le vide

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 2.

Les auteurs font connaître les resultats de leurs essais concernant les condensateurs miniatures de basse tension d'une construction Al-Al_2O_3-Al. Ils s'occupent en détail des conditions de l'oxidation anodique, des électrolytes différentes ainsi que du rôle de certaines impurités. Ils donnent les caractéristiques des condensateurs.

KÖNYVISMERTETÉS

G. T. Markov: **Antennák.** Műszaki Könyvkiadó, 1963. Ára 68 Ft.

Az antennák feladata, hogy az adó energiáját torzításmentesen, az elérhető legnagyobb hatásfokkal átadják az antennát környező térnek. A szerző — a feladat fontosságának megfelelően — magas tudományos szinten tárgyalja az ide vonatkozó kérdéseket. Az első részben ismerteti a rádióhullámok kisugárzásának és vételének elvi alapjait, az elemi sugárzók, dipólok és dipólrendszerek sugárzását, az irányjelleggörbék szerkesztését, az antennaparamétereket és a környezet hatását az antennára. A második rész az antennák tápvonalait ismerteti. Itt tárgyalja a szerző a különféle csőtápvonalak gerjesztését, a koaxiális-, szalag-, egyhuzalos- stb. vezetőkben lejátszódó hullámterjedést. Az utolsó részben a legkülönfélébb antennatípusokkal foglalkozik, különös tekintettel a mikrohullámú és ultrarövidhullámú antennákra. A könyv, amely egészvászon kötésben, 350 oldal terjedelemben, 314 ábrával, részletes irodalomjegyzékkel jelent meg, nagy érdeklődésre tarthat számot a rádiótechnika magasabb képzettségű szakembereinek körében, és jelentős szerepet tölthet be a villamosmérnöki oktatásban.

Dr. Szalay Béla: **Fizika.** Műszaki Könyvkiadó, 1963. Ára 57 Ft.

A könyv a középiskolás matematikai ismeretekre támaszkodva részletesen tárgyalja a fizika alapvető fejezeteit: a mechanikát, hangtant, a hőtant, az elektromosságtant, fénytant és az atomfizikát. Didaktikailag kitűnő összeállítása, világos tárgyalási módja, táblázatai, jól kiválasztott példái és feladatai révén nemcsak a középiskolás diákok, hanem a technikusok, egyetemi hallgatók körében is jelentős sikerre tarthat számot. A kötet ízléses műbőrkötésben, 770 oldal terjedelemben, 700 ábrával jelent meg zsebkönyv formájában.

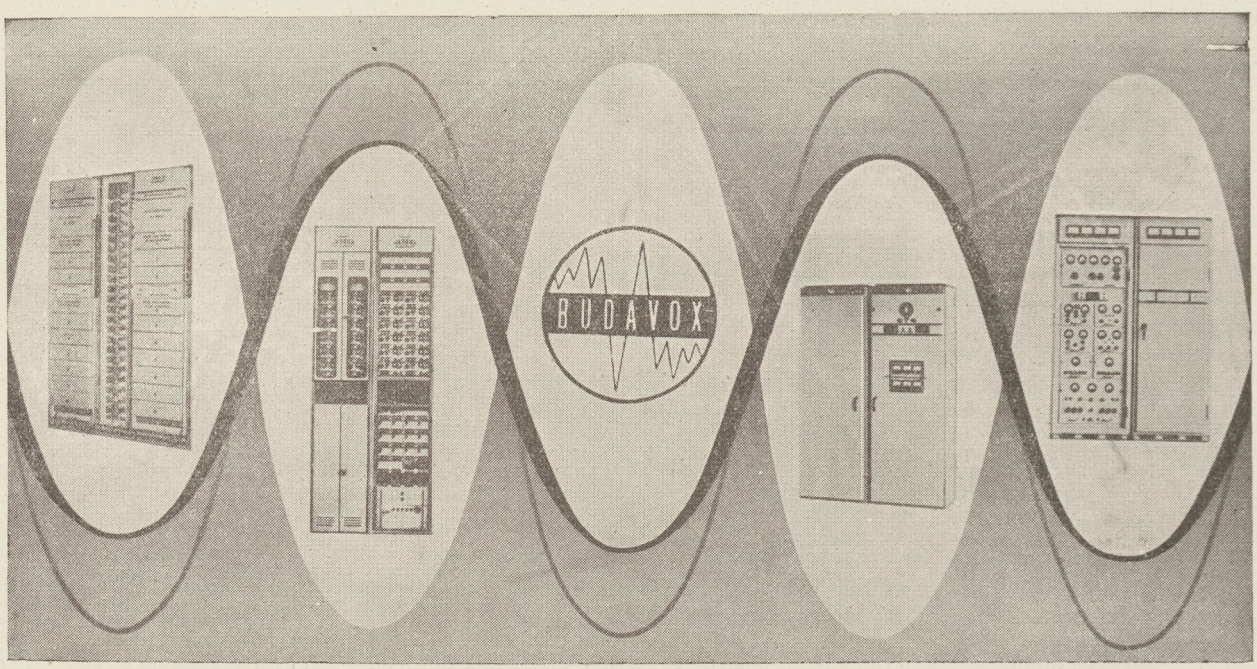
MŰSZER- ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

(Budapest, VI., Népköztársaság útja 2.)

értesíti ügyfeleit, hogy 1964. február 1-től kezdve összes áruforgalmi osztályán

félfogadási idő

minden munkanapon: 1/2 8 órától 13 óráig tart.



CB és LB készülékek.
Automata telefonközpontok. Átviteltechnikai berendezések.
Ismétlő állomások

Átviteltechnikai mérőműszerek. Nagyfrevenciájú generátorok
Hordozható adó-vevő berendezések.
Többcsatornás mikrohullámú berendezések

BUDAVOX

BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

Budapest, VII., Tanács körút 3/a. Telefon: 426-549. Távirat: Budavox, Budapest.

TRANSZFORMÁTOR KTSZ.

Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorsszabályozók

Feszültségszabályozók:
kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekercses vagy toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:
egy- és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok 100 kVA-ig és híradástechnikai transzformátorok

A HÍRADÁSTECHNIKAI ANYAGOK GYÁRA

Vác, Zrínyi utca 17

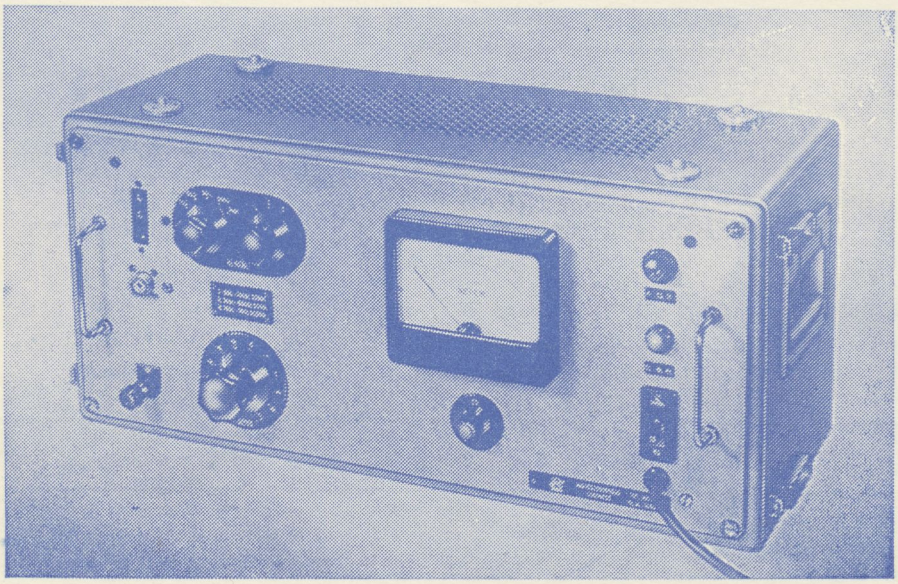
- a híradástechnikai és műszeripari vállalatok részére készíti a különböző típusú és formájú M 800-as és M 1100-as ferritanyagokat (eltérítő gyűrű, U-mag, fazékmag, hangolómag stb.)
- gyártmányai közé tartoznak továbbá a nyomtatott áramkörű lemezek, amelyeket üvegszövet alapú és bakelit alapú folírozott lemezekből a megadott típusok, illetve rajzsémák szerint állít elő
- szalagrendszerben gyárt rádió, televízió és más híradástechnikai átviteli berendezésekhez különböző típusú transzformátorokat
- horganylemez hengerdéjében minden méretben és minőségben gyártja a horganylemezeket. Gyárt továbbá különböző összetételű tömör és töltetes forrasztóón huzalokat. Gyártmányai közé tartozik a fémszórás, továbbá a galvanizálás

Felvilágosításokat szívesen ad a gyár Műszaki és Kereskedelmi Osztálya

A lap példányonkénti eladási ára: 4,— Ft

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

A korszerű távbeszélőtechnika minden területén előnyösen használható. Vivőfrekvenciás berendezések, sokcsatornás láncok fejlesztésénél, üzembehelyezésénél, karbantartásánál nélkülözhetetlen eszköz.
Széles frekvenciasávban (30 Hz—1 MHz) nagy érzékenységgel rendelkezik (—10 N). Jól használható hídméréseknél, mint indikátor. Szimmetrikus illesztett és aszimmetrikus nagy impedanciájú bemenetei a műszer sokoldalú felhasználását teszik lehetővé.



Műszaki adatok:

FREKVENCIA TARTOMÁNY:	30 Hz — 1 MHz
SZINTMÉRÉSI TARTOMÁNY:	—10 N — +2,1 N
BEMENŐ IMPEDANCIÁK:	
I. Szimmetrikus	30 Hz — 20 kHz > 20 kΩ
II. Szimmetrikus	3 kHz — 600 kHz > 3,5 kΩ
III. Aszimmetrikus	30 Hz — 1 MHz > 500 kΩ ‖ < 50 pF
SZIMMETRIKUS ILLESZTÉSEK:	
Kapcsolható lezárások	75 — 135 — 150 — 600 Ω
ALKALMAZOTT CSÖVEK:	5 db 18042, E83F, PL 81, 85A2.

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

Budapest, VII., Klauzál u. 30. Telefon: 221-646 221-825

Elektronika KTS BUDAPEST