SZÉCHENYI KÖNYVTÁR

10.165

XV. ÉVFOLYAM 4. SZÁM, 97—128 OLDAL
BUDAPEST, 1964. ÁPRILIS HÓ 4

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1964. április, XV. évfolyam, 4. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

VILLÁNYI OTTÓ: A IV—V. frekvenciasávú televízió adóhálózat fejlesztésének jelenlegi helyzete 97
LÉNÁRT ÁGOSTON: Alul- és felülátereszto szűrők realizálása szorosan csatolt tekercsekkel 103
LUDÁNYI JÓZSEF: Polisztirol kondenzátorok kapacitásának stabilitása 108
BERGHAMMER ANTAL: Lakkrétegpotenciométerek új gyártástechnológiájának kidolgozása 115
MOTÁL GYÖRGY: Szilícium rétegegyenirányítók fejlesztési szempontjai 122
Könyvismertetések 102
Külföldi események 113
Hírek 121
Szemle 126
Tartalmi összefoglalások 127
Обобщения 127
Zusammenfassungen 127
Summaries 127
Résumés 128

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 1450 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: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest 62.

64.4822 Egyetemi Nyomda, Budapest

SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

VILLÁNYI OTTÓ
Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság

A IV—V frekvenciasávú televízió adóhálózat fejlesztésének jelenlegi helyzete

ETO 621.397.61: 621.397.743

1963. szeptember 17—22 között Moszkvában megrendezték az OSZSZ tagországok szakértői értekezletét. Az értekezleten résztvettek a szocialista országok postaigazgatásainak TV szakértői. Meghatározták a IV—V frekvenciasávban működő televízió adóállomások alapvető elvi, műszaki követelményeit. Ez az értekezlet újabb lépés volt a IV—V frekvenciasávnak a televízió műsorszolgáltatásba való bekapcsolása felé.

Ezen az úton az első periódus lezárását az 1961-ben Stockholmban megrendezett konferencia jelentette. Itt megállapodás született a 470—960 MHz közötti frekvenciák felhasználásáról. Ezt a frekvenciatartományt 61 csatornára osztották fel. A csatornák számozása 21-től 81-ig terjed. Egy-egy csatorna sávszélessége 8 MHz. A képadó vivőfrekvenciája ezen belül meghatározott, ehhez képest a hangadó vivőfrekvenciája szabványonként 5,5 ill. 6,5 MHz távolságban van. Az egyes csatornák számozását, az általuk elfoglalt frekvenciasávot, továbbá a képadó névleges vivőfrekvenciáját az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Csatorna sorszáma	Csatorna határfrekvenciái	Képadó névleges vivőfrekvencia	Csatorna sorszáma	Csatorna határfrekvenciái	Képadó névleges vivőfrekvenciája
21	470—478	471,25	52	718—726	719,25
22	478—486	479,25	53	726—734	727,25
23	486—494	487,25	54	734—742	735,25
24	494—502	495,25	55	742—750	743,25
25	502—510	503,25	56	750—758	751,25
26	510—518	511,25	57	758—766	759,25
27	518—526	519,25	58	766—774	767,25
28	526—534	527,25	59	774—782	775,25
29	534—542	535,25	60	782—790	783,25
30	542—550	543,25	61	790—798	791,25
31	550—558	551,25	62	798—806	799,25
32	558—566	559,25	63	806—814	807,25
33	566—574	567,25	64	814—822	815,25
34	574—582	575,25	65	822—830	823,25
35	582—590	583,25	66	830—838	831,25
36	590—598	591,25	67	838—846	839,25
37	598—606	599,25	68	846—854	847,25
38	606—614	607,25	69	854—862	855,25
39	614—622	615,25	70	862—870	863,25
40	622—630	623,25	71	870—878	871,25
41	630—638	631,25	72	878—886	879,25
42	638—646	639,25	73	886—894	887,25
43	646—654	647,25	74	894—902	895,25
44	654—662	655,25	75	902—910	903,25
45	662—670	663,25	76	910—918	911,25
46	670—678	671,25	77	918—926	919,25
47	678—686	679,25	78	926—934	927,25
48	686—694	687,25	79	934—942	935,25
49	694—702	695,25	80	942—950	943,25
50	702—710	703,25	81	950—958	951,25
51	710—718	711,25			

A magyarországi helyzet

A frekvenciakiosztás az összes érdekelt postaigazgatás részvételével történt és az ott kidolgozott terv Magyarországra nézve is kötelező.

Az egyes csatornák meghatározásán túlmenően Stockholmban megállapodás született az egyes adó telephelyekre és az ezeken alkalmazható frekvenciákra vonatkozóan is.

Magyarország elég sok, számszerint 26 adó telephelyet kapott 55 db adóberendezés telepítési lehetőséggel. Ez az I—III sávú adók számához képest soknak tűnik. Figyelembe véve azonban ezen frekvenciatartomány sajátságait, belátható, hogy az ország teljes ellátásához viszonylag sok adó telephely szükséges. A kiosztás telephelyenként általában két adót engedélyez. Helyenként, pl. Budapesten azonban három adó elhelyezésére is lehetőség van.

1. ábra. A stockholmi értekezlet határozata alapján Magyarország számára engedélyezett IV—V frekvenciasávú televíziós adó telephelyek

Az adók Magyarország területén szétszórtan helyezkednek el. Az engedélyezett telephelyek körzetét az 1. ábrán tüntettük fel. Az ábrán jelölt helységek csupán iránymutatásként szolgálnak, a megegyezés értelmében nem az illető helységben, hanem annak körzetében kell az adóállomásnak felépülnie.

Fejlődési irányzat

A IV—V sávú televízió adók sorozatgyártása Magyarországon még nem kezdődött meg, jelenleg a fejlesztés folyik. Nehézséget jelent, hogy a I—III sávú televíziós adóknál alkalmazott áramkör-technika közvetlenül nem ültethető át ebbe a frekvenciatartományba. Új áramköri elemeket kell konstruálni, melyek kipróbálása, illetőleg a sorozatgyártás technológiájának elsajátítása időben elhúzódó feladat, sok nehézséget, buktatót tartalmaz.

A fejlesztés legnagyobb akadályát azonban nem is annyira az újszerű áramkörtechnika, mint inkább a megfelelő teljesítményű csövek hiánya okozza. Azok az elektroncsövek, amelyek az I—III sávban kíválóan működnek, és nagyfrekvencián nagy teljesítményt szolgáltatnak, a IV—V sávban már nem alkalmazhatók.

Az adók felépítése terén világszerte két irányzat küzd egymással. Az egyik a klisztronos végfokozattal rendelkező, a másik a tisztán hagyományos elektroncsövekből felépített, tetródákat tartalmazó adókonstrukció. Nehéz egyértelműen meghatározni, hogy a két irányzat közül melyik a jobbik. Mindkettőnek vannak előnyei, hátrányai.

A klisztronos végfokozattal rendelkező adó nagyon kis meghajtó teljesítményt kíván. Az adóberendezés felépítése — kivéve belőle a klisztront — lényegesen egyszerűbb, és össztérfogata sokkal kisebb. A klisztronok meghibásodása az eddigi, aránylag rövid idejű tapasztalatok szerint igen ritka, a klisztron élettartama, üzembiztonsága nagyon nagy.

Hátránya, hogy jelenleg még nincs kifejlesztve a léghűtéses klisztron, ezért az adóban vízhűtés alkalmazására is szükség van. Az adóberendezés döntő részben a klisztron és az azzal kapcsolatos áramkörök jó működésétől, pontosságától függ, emiatt nagyon nagy gondot kell fordítani a klisztronhoz közvetlenül csatlakozó áramkörök megfelelő konstrukciójára.

A fejlesztés kezdetén levő adóknál a konstruktőrök szivesebben dolgoznak a tetródákkal, mivel az áramkörtechnika, ha nem is azonos, de hasonlít az I—III sávú adóknál alkalmazotthoz. Az adóberendezés áttekinthetősége, kezelhetősége jobb, mert az egyes teljesítménylépcsők külön-külön is ellenőrizhetők. Hátránya az aránylag nagyobb térfogat, az alkatrészek nagyobb száma, és az ezzel együttjáró nagyobb meghibásodási százalék.

A klisztronos vagy tetródás konstrukció párharca egyértelműen még a nyugati államokban sem dőlt el. A francia CSF cég mindkét adótípust gyártja. A nyugatnémet Siemens és Telefunken cég szabadalmi okokból döntött egy-egy felépítési mód mellett. A Siemens cég tetródás adókat készít, a Telefunken klisztronokkal dolgozik.

A nyugat-európai piacon kialakultak bizonyos teljesítménylépcsők és adótípusok. A teljesítménylépcsők a következők: 2 kW, 10 kW, 20 kW.

A Standard cég gyárt tetródás 2, 10 és 20 kW-os adót, a moduláció 50 W-on történik, középfrekvencián. Ugyancsak gyárt 10 és 20 kW-os klisztronos adót, szintén 50 W-nál, középfrekvencián modulálva. Van ezenkívül egy 2 kW-os tetródás adótípusa, amely végfokozatban modulált.

A Rohde—Schwarz cég 2 kW-os adója tetródás, a 10 és 20 kW-os klisztronos kivitelű, mind a két típus a képadó névleges frekvenciáján van modulálva.

A Telefunken cég 10 és 20 kW-os klisztronos adót, a Siemens pedig 2, 10 és 20 kW-os tetródás adót gyárt.

A IV—V frekvenciasávban alkalmazott antennarendszerek nyereségi tényezője a félhullámú dipólhoz viszonyítva általában 25—50-szeres. Így az effektív kisugárzott antenna teljesítményre eléggé nagy érték adódik. Figyelembe véve a frekvenciatartomány sajátságait, a lakosság megfelelő ellátásához erre a nagy teljesítményre szükség is van.

Általánosan megállapítható, hogy minden állam törekszik a minél nagyobb effektív kisugárzott teljesítményre. A Német Szövetségi Köztársaságból 1962. végéről származó adat szerint teljesítményszerinti felosztásban a helyzet a következő:

Üzemben van

250—500 kW-os adó	25 db
100—250 kW-os adó	5 db
100 kW alatt	5 db

Jelenleg épül

250—500 kW-os adó	10 db
100—250 kW-os adó	6 db
100 kW alatt	6 db

Nagyobb teljesítményre építenek át a már meglévő és működő adók közül 6 db-ot. Ez a számadat is mutatja, hogy minél nagyobb kisugárzott teljesítmény elérése a cél. Jelenleg a 250 kW-on felüli effektív teljesítményt sugárzó adók száma 66% és ezt további átépítéssel 69%-ra fogják növelni. Ha ezt az adatot összehasonlítjuk az I—III sávban általánosan használt 100, max. 150 kW-os teljesítményértékekkel, nyilvánvalóvá válik a minél nagyobb teljesítményű adókra való törekvés. Az OSzSz konferencia határozata értelmében a KGST-n belül is ennek az irányzatnak kell érvényesülnie, azaz nagyteljesítményű adókat kell kifejleszteni és gyártani.

A moszkvai értekezlet

A moszkvai OSZSZ szakértői értekezlet célja az egységes műszaki előírások kialakítása volt a IV—V sávú televíziós adók számára. Visszatekintve az elmult évekre, megállapítható, hogy az I—III frekvenciasáv TV adóinak fejlődése — az egész szolgáltatás újszerűsége miatt — kissé rendszertelen volt. Minden ország a maga igényének megfelelően specifikálta az adókat. Sőt, ezen túlmenően még egy országon belül is, a fejlődés ütemétől függően az évek során egymásután következő adóberendezések más és más műszaki követelmények szerint készültek. Ez a külkereskedelem munkáját rendkívül erősen megnehezítette.

Ennek a hibának kiküszöbölése végett született meg az OSZSZ keretén belül az egységes műszaki követelmények tervezete a IV—V frekvenciasávban működő televízió adók számára. A szocialista országok csaknem valamennyien az OIRT televízió szabványt alkalmazzák, tehát célszerű az adóberendezéseket is egységes követelmények szerint megrendelni, a fejlesztést egységes irányba terelni. Ezáltal a fejlődés üteme gyorsabb, a fejlődés menete egészségesebb lehet.

Az adók egységesítésére vonatkozó törekvést azonban az ésszerűség határain belül kell tartani. Nem szabad ezt minden körülmények között és minden részletkérdésre ráerőltetni. Figyelembe kell venni azokat a nemzeti, helyi szempontokat, melyek egy-egy specifikációs pontot a különböző országokban különbözőképpen határoznak meg. Így pl. logikus, hogy nagyobb népsűrűség mellett sűrűbben kell elhelyezni az adókat és így nagyobb zavartatás lép fel, tehát hatékonyabban kell ellene védekezni.

Az egyes országokban, melyek energiaszolgáltatási rendszere különböző fejlettségi fokon áll, más és más a hálózatban általában előforduló feszültség- és frekvenciaingadozás. Ennek megfelelően az adóberendezés iránti követelményeket szigorítani kell, vagy lazábbra lehet engedni. Ez pedig az adó árával szoros összefüggésben van, tehát a feltétel túlzott szigorítása jelentősen megdrágíthatja az adót, akkor is, amikor arra semmi szükség nincsen.

Ezen gondolatok figyelembevételével született meg az értekezlet egyik fontos határozata: „A műszaki követelmények magukba foglalják a berendezés fő paramétereit. A berendezés megrendelésénél a gyártás és üzemeltetés belföldi feltételeiből kell kiindulni, és ennek megfelelően egyes paramétereket külön meg lehet határozni."

Ez a kitétel lehetőséget ad a különböző sajátságokkal rendelkező nemzetek számára, a speciális fejlődésre is. Nem köti meg oktalanul a tervezőket olyan szempontok szerint, amelyek az illető országban esetleg egyáltalán nem döntőek.

Egységes műszaki feltételek

A konferencia célja a fő paraméterek egységesítése volt. Ennek érdekében meghatározták azokat a műszaki jellemzőket, amelyek a jövendő fejlődést figyelembe véve, általános érvényűek. Ezek közül a legfontosabbak az alábbiakban kerülnek ismertetésre.

„A berendezést olyanra kell tervezni, hogy napi 20 órás, 30 napos üzemnél az adónak utánhangolás nélkül kell a műszaki előírásokban szereplő összes minőségi mutatót teljesítenie." Magyarországon már a jelenlegi adóhálózatban is nagy problémát jelent, hogy adóberendezéseink általában elég nagy létszámú kezelőszemélyzetet kívánnak meg. Ha meggondoljuk, hogy a stockholmi egyezmény szerint engedélyezett 55 db adónak legalábbis egyrésze, bizonyos időn belül felépítésre kerül, nyilvánvalóan látszik, hogy a meglevő szakiskola kapacitásból előre látható műszaki szakember utánpótlással a jelenlegi I—III sávban szokásos konstrukciójú felügyeletes adókkal feladatainkat ellátni nem tudnánk. Az adóhálózat felépítése tehát előfeltételül a szakiskolák bővítését kívánná meg. Ez a lassú — minimálisan 4—6 éves átfutási idő miatt — a fejlődésnek jelentős akadálya lehetne. Ez a szempont már önmagában is indokolja, hogy az adónak olyan felépítésűnek kell lennie, hogy kislétszámú kezelőszemélyzettel, lehetőleg felügyelet nélkül is stabilan tartsa meg műszaki jellemzőit.

Több televízió adónak egy telephelyen történő elhelyezésénél van jelentősége a következő feltételnek: „Az állomás folyamatos üzemének vezérlése és ellenőrzése maximálisan automatizált legyen. Az ellenőrzési rendszernek biztosítani kell, hogy az állomás a kezelőszemélyzet állandó jelenléte nélkül is üzemeljen."

„A távvezérléses ellenőrzési rendszer olyan legyen, hogy az adóberendezést közeli helyiségből (200 m távolságig) ellenőrizni, távoli helyről maximálisan két távbeszélő csatorna segítségével vezérelni lehessen."

Az adó stabilitásának, felügyeletnélküli üzemének egyik fontos feltétele, melyet a műszaki követelmények füzete szintén rögzít, hogy lehetőleg hosszú élettartamú csöveket kell alkalmazni.

Az adó üzemkészségére jellemző feltétel: „Az egész adó teljes bekapcsolási ideje maximálisan 5

perc lehet. A bekapcsolás után maximálisan 30 perccel az adó feleljen meg a műszaki előírások valamennyi követelményének."

Jelentős a műszaki előírások füzetének az a megállapítása, amely az adóberendezés helyfoglalására, és főleg az általa képviselt fajlagos súlyra vonatkozik. Ezen adatok rögzítésével lehetségessé válik, a jelenleg meglevő épületekről annak eldöntése, hogy azok megfelelnek-e egy IV—V sávú adó befogadására, illetve a most folyó építkezéseknél már előre gondolni lehet arra, hogy azok ilyen szempontból is feltétlenül megfelelőek legyenek.

A specifikáció kiterjed egyéb külső körülmények, mint pl. a hőmérséklethatárok, relatív légnedvesség, stb. megadására. Ezen adatok alapján eldönthető, hogy szükség van-e a tervezett telephelyen kondicionáló berendezésre és azt már előre, az építészeti munkákkal egyidőben el lehet készíttetni.

Fontos állásfoglalás az is, hogy az adóberendezésnek alkalmasnak kell lennie színes televízió műsor közvetítésére is. Általánosan elterjedt gyakorlat az, hogy a színes televízió műsor sugárzás a IV—V sávban valósul meg.

Az I—III sávban szerzett tapasztalatok alapján a műszaki gyakorlat, az élet diktálta az adók mérésére és ellenőrzésére vonatkozóan az alábbi feltételt:

„A televízió adóállomás részeképpen gondoskodni kell olyan berendezésekről, melyek lehetővé teszik a kép és hang minőségének operatív ellenőrzését, a videojel összetételének megfigyelését, az adók teljesítményének, modulációs mélységének és a frekvencialöketek mérését, valamint az állóhullám tényező ellenőrzését a tápvonal legfontosabb pontjain. Gondoskodni kell olyan készülékről, mely alkalmas adás közben az állomás minőségi mutatóinak a vizsgálósoros eljárással való ellenőrzésére."

A műszaki feltételek meghatározásának volt több elvi és gyakorlati akadálya is. Nagy nehézséget jelentett, hogy az európai színes televízió szabvány még nem került elfogadásra. Az értekezlet áthidalta ezt azzal, hogy nem határozta meg a színes kép átvitele szempontjából az egyes rész-specifikációs pontokat, hanem általánosságban megállapította, hogy az adónak alkalmasnak kell lennie színes TV-műsor sugárzására is. Sokkal eredményesebb lehetett volna az értekezlet munkája, ha sikerül a színes szabvány birtokában a műszaki feltételek pontos meghatározása.

Helyenként bizonytalanságot okozott, hogy a KGST-n belül nincs kellő sorozatgyártási tapasztalat. Emiatt volt néhány olyan specifikációs pont, melynél félő, hogy túl szigorú volt az állásfoglalás. Ezeknél külön megegyezés született arra, hogy a gyártási tapasztalatok birtokában megfelelő pontosítást lehet végrehajtani.

A műszaki feltételek füzete a megfelelő áttekinthetőség végett fejezetekre oszlik. Egy-egy rész átfogóan tárgyalja az adóberendezés egyes egységeit.

A felosztás a következő:

1. Általános követelmények.
2. Képadó.
3. Hangadó.
4. Áramellátás és hűtőrendszer.
5. Antenna és tápvonalrendszer.
6. Mérés és ellenőrzés.
7. Vezérlő, reteszelő és jelzőrendszer.
8. Alapvető szerkezeti követelmények.

A képadó

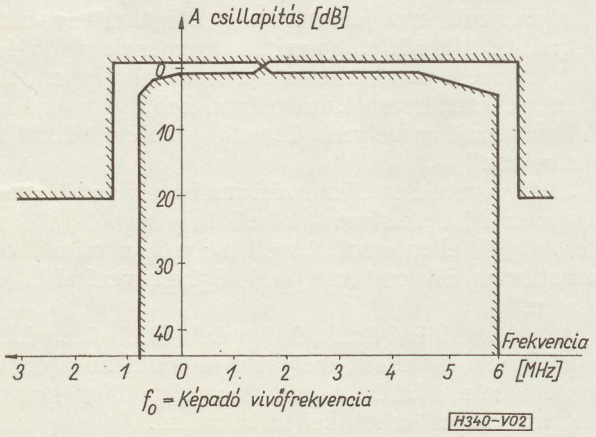
A képadó minőségi jellemzőinek maghatározásánál abból indultunk ki, hogy az alkalmas legyen kifejezetten jó minőségű kép továbbítására. A legfontosabb rendszerjellemzők röviden az alábbiakban foglalhatók össze.

Az amplitúdó karakterisztikának meg kell felelnie a 2. ábrán látható séma által meghatározott követelményeknek. A töréspontok a következők:

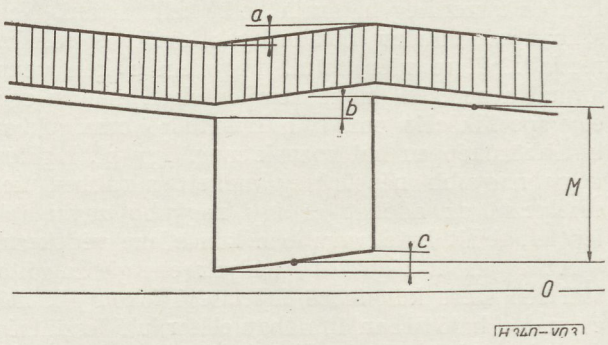
Frekvencia [MHz]	*Szint tűréshatárok* [dB]
⩽ —1,25	> —20
—0,75	+0,5/—4
—0,5	+0,5/—1,5
0	+0,5/—0,5
+1,5	0
+3	+0,5/—1
+4,5	+0,5/—1,5
+6	+0,5/—4
> +6,5	—20

„A frekvencia karakterisztika színtje a vivőnél 4,43 MHz-zel kisebb frekvencián nem lehet több, mint —42 dB."

Az impulzus átvitel szempontjából megkötés van az alacsonyfrekvenciás (50 Hz-es), a sorfrekvenciás,



2. ábra. Képadó amplitudó — frekvencia karakterisztikájának tűrései



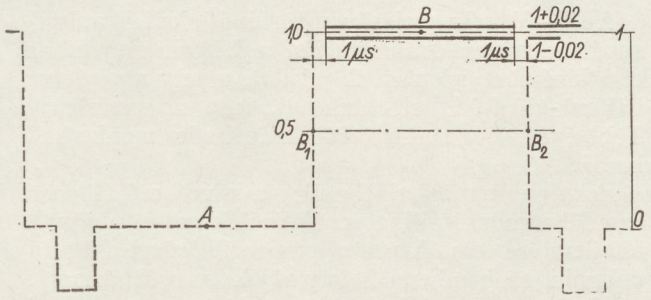
3. ábra. Torzított 50 Hz-es négyszögimpulzus vázlatos rajza a kiértékeléshez használt betűjelölésekkel

és a nagyfrekvenciás (100—250 kHz-es) ismétlődési frekvenciájú impulzusra vonatkozóan.

Az 50 Hz-es négyszögimpulzussal történő modulálásnál a horizontális impulzusrész tetőesése nem haladhatja meg a képjelamplitúdó 2%-át. A feltétel vonatkozik mind fehér, mind fekete színtre, mind pedig a szinkroncsúcsamplitúdóra.

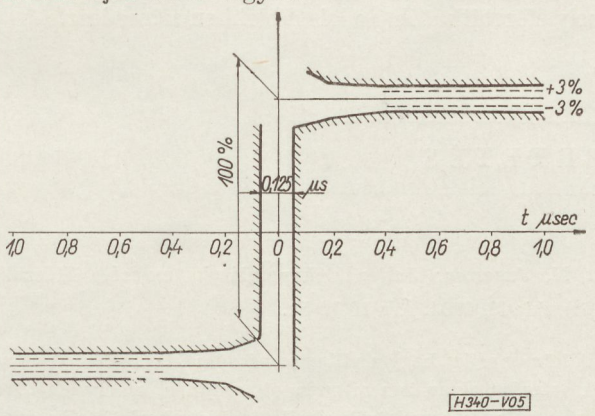
A 3. ábra jelölésével $\frac{a}{M}\,\frac{b}{M}\,\frac{c}{M}$ egyike sem lehet nagyobb 0,02-nél.

Sorfrekvenciával ismétlődő, félsor időtartalmú négyszögimpulzusokkal történő modulációnál a kimenőjelnek a 4. ábrán látható tűrésmezőbe kell esnie.



4. ábra. Tűrésértékek a sorfrekvenciás ismétlődési frekvenciájú félsor időtartamú négyszögimpulzus torzulásának kiértékeléséhez

Nagyfrekvenciájú (100—250 kHz-es ismétlődési frekvenciájú) impulzus a csúcsszínt 50—70%-ának megfelelő modulációs mélység esetén az 5. ábra tűrésmezején belül legyen.

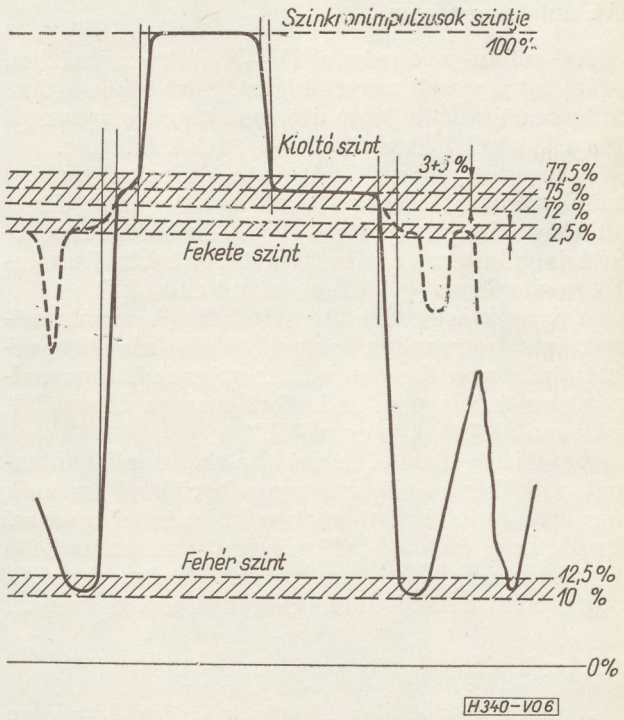


5. ábra. Tűrésértékek a magasfrekvenciás (100—250 kHz ismétlődési frekvenciájú) négyszögimpulzus torzulásának kiértékeléséhez

Az amplitúdó lineáritás mérése fűrészfeszültségre szuperponált szinuszos feszültséggel történik. Feketétől fehérig terjedő modulációnál az adó kimenetén a szuperponált feszültség minimumának a maximumhoz való viszonya nem lehet kisebb 0,9-nél.

A vivőfrekvencia stabilitása ±500 Hz, egy hónapra viszonyítva. (A feltétel az ipar szakemberei szerint túl szigorúnak tűnik.)

A képadó kimenőjele feleljen meg az OIRT szabványnak. A kimenőszintek tűrésértékeit a 6. ábra tünteti fel.



6. ábra. Képadó kimenő jelének tűrésértékei

A jel/zaj viszonyra vonatkozóan az alábbi feltétel intézkedik:

A zajszint nem haladhatja meg a —45 dB-t. Ezt a színtet akkor sem lépheti túl, ha ugyanazon adóteremben más adók is működésben vannak.

A hangadó

A hangadó minőségi jellemzőinek meghatározásánál abból a feltételből indultak ki, hogy az átvitelnek maximális zenei igényeket is ki kell elégítenie. A hangadó teljesítménye egyötöde a képadó szinkroncsúcs teljesítményének. Ez a viszonyszám az I—III sávban tökéletesen bevált, ennek módosítása nem volt szükséges.

Az amplitúdó-frekvencia karakterisztika 30 Hz—15 kHz frekvenciasávban nem különbözhet ±1 dB-nél többel az ideális áramkör frekvencia karakterisztikájától. (Erre a megfogalmazásra az előkiemelés, preemfázis miatt volt szükség.)

A nonlineáris torzításnak a teljes 30—15 000 Hz-ig terjedő moduláló frekvenciasávban nem szabad meghaladnia az 1%-ot.

A vivőfrekvencia stabilitása (a névleges értéktől való eltérés) nem lehet rosszabb ± 500 Hz-nél, 1 hónapra számítva. A képadó frekvenciastabilitására vonatkozó megjegyzés itt is érvényes.

Az adóberendezés saját zaja nem haladhatja meg a —50 dB-t, a modulálatlan vivő szintjéhez viszonyítva.

A műszaki előírások füzete lehetőséget ad a kétnyelvű kísérő hang megvalósítására. Ez Magyarországon kisebb jelentőségű, inkább azokban az államokban lényeges, ahol a lakosság több nyelvet beszél.

Az antennarendszer

Az antennanyereség a IV—V frekvenciasávban aránylag nagyobb mértékű lehet, ezért a körsugárzó antennánál a félhullámú dipólhoz képest a nyereségi tényezőnek előírás szerint 25—50-nek kell lennie.

A sugárzás polarizációját a stockholmi egyezmény minden adóra külön-külön előírja. Az adók döntő többsége vízszintes polarizációjú. „Az antenna sugárzási diagramjának a vízszintes síkban a kör diagramtól maximálisan ± 2 dB-el szabad eltérnie."

A műszaki feltételek füzete intézkedik az antennának és a tápvonalrendszernek az időjárás elleni védettségére vonatkozóan is. „Az antenna és tápvonalrendszer üzeme nem szakadhat meg az ónoseső̈től, zúzmarától, hótól, vagy esőtől."

Az időjárás elleni védelmet általában a teljes antennát magábanfoglaló műanyag borítással szokták megvalósítani. Az antennapanelek méretei lehetővé teszik, hogy ezek a fedéldarabok az antennától kellő távolságban helyezkedjenek el és ezáltal ne engedjék a jegesedést közvetlenül az antenna közelébe kerülni.

Az értekezlet jelentősége

A műszaki előírások füzetének összeállítása igen nagy jelentőségű az ipar, a fejlesztők részére. Egységes irányvonalat ad a IV—V sávú adók minőségi előírásaira, szerkezeti felépítésére vonatkozóan. Ezen túlmenően az üzemeltető számára is jelentős, mert lehetővé teszi, hogy a hálózatot felépítő postaigazgatások már most, az adók kivitelének részletes ismerete nélkül is felkészüljenek az adóknak, ill. az antennarendszernek az elhelyezésére és már a jelenleg folyó beruházásaikban is figyelembe vegyék a IV—V sávú adók helyszükségletét mind az épületben, mind az antenna tartószerkezeten. Ez a későbbiek során lehetőséget ad újabb építészeti beruházások és ezzel együtt járó üzemeltetési nehézségek nélkül a IV—V sávú televízió adók felszerelésére, üzembehelyezésére.

Az egységes előírások megteremtése a külkereskedelem számára is jelentős előny, hiszen a külkereskedelmi feltételek műszaki része már megszületett. Az előírásokon túlmenően már csak néhány helyi, nemzeti sajátságot kell figyelembe venni, az export-import lebonyolításoknál. A helyi sajátságok legtöbbje olyan, hogy külön fejlesztés nélkül, az általános típus kis módosításával a követelményeknek eleget lehet tenni.

További feladatok

A IV—V frekvenciasávon történő televízió műsorsugárzás megvalósítása útján a leírtak csupán az első lépéseket jelentik. A feladat, amely a végleges hálózat-kiépítésig előttünk áll, igen nagymértékű. Több éves, sőt mondhatni több évtizedes munka kell hozzá.

Ezen az úton előreláthatólag a következő állomás az adóberendezés, ill. a vevőkészülék prototípusának kifejlesztése lesz. A prototípus segítségével a Posta műszaki szakemberei lefolytatják a próbaüzemet, amelynek során a IV—V frekvenciasávú technikával kapcsolatosan részletes tapasztalatokat szereznek és ennek alapján elkészítik a végleges, részleteiben is kidolgozott és pontosított specifikációt. Ezután következhet mind az adóberendezés, mind a vevőkészülékek sorozatgyártása, amely megteremti az alapját a IV—V sávú hálózat felépítésének. Ez a hálózat feltehetően ugyanúgy, mint az más országokban is szokásos, a második műsorprogramot fogja sugározni, mely előreláthatólag a későbbiekben színes lesz.

KÖNYVISMERTETÉS

G. Schubert: **Kis digitális számológépek** Műszaki Könyvkiadó, 1964. Ára: 7,50 Ft.

A digitális számológépek felépítésének, működésének és programozásának ismerete nélkülözhetetlen az automatizálás területén dolgozó mérnökök és technikusok számára. A könyv előljáróban a számok számológépeken való előállításának és a műveletek végrehajtásának lehetőségeit, valamint a legfontosabb szerkezeti elemek logikai működési módját tárgyalja, majd az elektronikus számológépek felépítését, programozását és alkalmazását ismerteti. A függelék a jelenleg általánosan használt kis digitális számológépek legfontosabb adatait sorolja fel. A könyv az Automatizálás sorozatban, 71 oldal terjedelemben, számos ábrával jelent meg.

A. N. Juraszov: **Jelfogós kapcsolások tervezése** Műszaki Könyvkiadó, 1964. Ára 10,50 Ft.

A könyv célja, hogy a villamosmérnöki felkészültségű olvasók számára olyan ismeretanyagot nyújtson, amely lehetővé teszi a jelfogós áramkörök elméletének gyakorlati felhasználását. Ennek érdekében nemcsak az alapvető törvényszerűségeket és az áramkörelmélet módszereit ismerteti, hanem nagyszámú jellegzetes alkalmazási példát is közöl. A kötet az Automatizálás sorozatban, 100 oldal terjedelemben, 58 ábrával jelent meg.

LÉNÁRT ÁGOSTON
Posta Kísérleti Intézet

Alul- és felületeresztő szűrők realizálása szorosan csatolt tekercsekkel

ETO 621.372.543

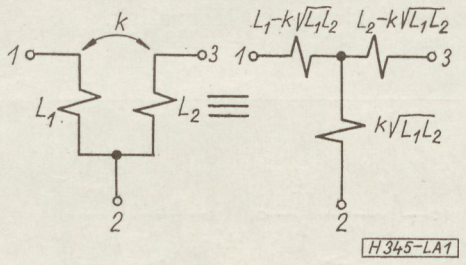
A szűrőkatalógusok megjelenésével sok gyakorlati esetben lehetővé vált a szűrők gyors, egyszerű számításokkal való méretezése. Ugyanakkor megnőtt az ekviválens kapcsolásoknak és azok könnyű kiszámíthatóságának jelentősége, mivel a katalógusokban általában csak egy, illetve annak duálját is beleszámítva két ekviválens kapcsolás szerepel, és ezekkel nem mindig érhető el a gyakorlati megvalósításban a követelményeket kielégítő optimális megoldás pl. helyszükséglet dolgában.

A következőkben olyan ekviválens átalakításokat ismertetünk, amelyek csatolt tekercsek felhasználásával — különös tekintettel a könnyen megvalósítható szorosan csatolt tekercsekre — kapcsolóelem megtakarítást tesznek lehetővé. Mint látni fogjuk, egyszerű szabályok és jól kezelhető képletek adhatók meg az átszámításhoz.

A képletek levezetését általában nem közöljük, de mindenütt utalunk rá, hogyan lehet azt elvégezni.

Induktív transzformátor T-helyettesítő kapcsolása

Vizsgáljuk az induktív transzformátor 1. ábrán látható T-helyettesítő képét. L_1 és L_2 a transzformátor tekercseinek önindukciós tényezői, röviden induktivitásai, k a két tekercs közötti csatolási tényező, amelynek abszolút értéke 0 és 1 között változhat.



1. ábra

A pozitív (negatív) k-értékek azt jelentik, hogy a transzformátor két tekercsét úgy kell egymással összekötni, hogy az 1—3 pontok között mutatkozó induktivitás az egyes tekercsek induktivitásainak összegénél kisebb (nagyobb) legyen. Az ábrát nézve megállapíthatjuk, hogy k szóbajövő pozitív értékeinél a T ekviválensben szereplő induktivitások vagy mind pozitívok, vagy kettő pozitív és egy negatív. Konkréten, ha $L_1 > L_2$, akkor

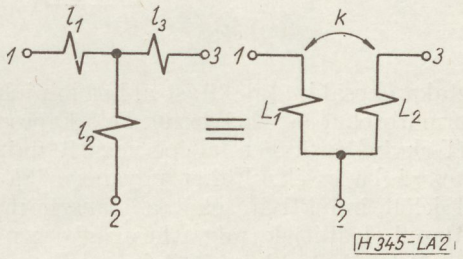
$$0 \leqq k \leqq \frac{L_2}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

esetén a T ekviválensben minden induktivitás pozitív, míg a

$$\frac{L_2}{\sqrt{L_1 L_2}} < k \leqq 1$$

intervallumban a $L_2 - k\sqrt{L_1 L_2}$ induktivitás negatív. Ha k negatív, az ábrából azonnal leolvashatjuk, hogy a T-ekviválens mindig két pozitív és egy negatív induktivitást tartalmaz.

Tekintsük most a 2. ábrán feltüntetett átalakítást. Itt a l_1, l_2 és l_3 induktivitásokból álló csillagkapcsolást L_1 és L_2 induktivitásokkal és köztük k csatolási tényezővel rendelkező induktív transzformátorrá alakítjuk át. Az 1. és 2. ábra alapján a kapcsolóelemek összehasonlításával az alábbi egyenleteket kapjuk:



2. ábra

$$l_1 = L_1 - k\sqrt{L_1 L_2} \tag{1}$$

$$l_2 = k\sqrt{L_1 L_2} \tag{2}$$

$$l_3 = L_2 - k\sqrt{L_1 L_2} \tag{3}$$

Az (1), (2) és (3) egyenlet három ismeretlent tartalmaz (L_1, L_2, k) és azokra egyértelműen megoldható:

$$L_1 = l_1 + l_2 \tag{4a}$$

$$L_2 = l_2 + l_3 \tag{4b}$$

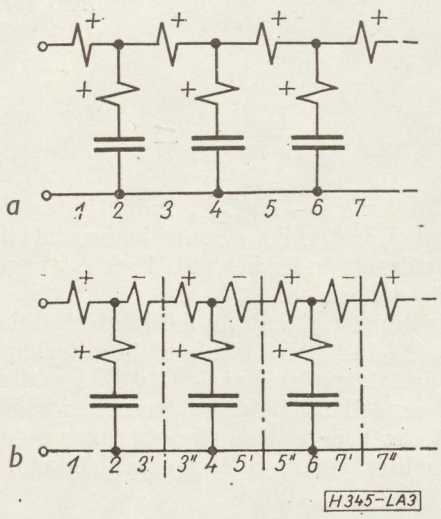
$$k = \pm \frac{l_2}{\sqrt{(l_1 + l_2)\cdot(l_2 + l_3)}} \tag{4c}$$

A k csatolási tényezőre a számításból kiadódó értéket a gyakorlatban legtöbbször nagyon nehézkes megvalósítani. Kis szórású transzformátorokat azonban — amelyeknél k jó közelítéssel egységnyi — viszonylag könnyen tudunk készíteni. Ezért a következőkben k nagyságát $k = 1$ értéken rögzítjük. Ekkor a fenti megoldások közül L_1 és L_2-re kapott értékek továbbra is érvényesek, a k-ra kapott megoldás viszont a kiindulási kapcsoló elemekre (l_1, l_2, l_3) vonatkozó feltételi egyenletbe megy át:

$$l_1 l_2 + l_1 l_3 + l_2 l_3 = 0 \tag{5}$$

Aluláteresztő szűrő realizálása induktív transzformátorokkal

A fentiek előrebocsátása után első célunk a 3*a* ábrán látható, csupa pozitív kapcsolóelemből felépített aluláteresztő szűrő realizálása szoros csatolású ($|k| = 1$) induktív transzformátorokkal.



3. ábra

A legtakarékosabb átalakítást akkor kapjuk, ha a transzformátorokat úgy helyezzük be a kapcsolásba, hogy a T-ekviválensükben fellépő negatív induktivitás a hosszágba essék. Ekkor ugyanis a 3*b* ábrán plusszal jelölt induktivitásokat a transzformátorok változatlanul előállítják, míg a hosszágba a mínusszal jelölt induktivitásokat viszik be, ezek azonban a velük sorbakapcsolt pozitív induktivitásukba hozzáadással beszámíthatók. Ehhez az átalakításhoz az előzők szerint kétféle alap-átalakítás létezik, amelyet az 1*a* és 1*b* táblázat ábráin rajzoltunk fel.

Az (5) egyenletből kapjuk pl. az 1*a* táblázat szerinti átalakításhoz a hosszágban fellépő negatív induktivitás értékét:

$$l_3 = -\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2} = -(l_1 \times l_2)$$

ahol a $\times$-jellel a replusz műveletet jelöltük. Ez valóban negatív, hiszen l_1 és l_2 felvételünk szerint pozitív. A részletes számítást itt tovább nem közöljük, hanem a végeredményeket az 1*a* és 1*b* táblázatokban foglaljuk össze. A tekercsinduktivitások értékén kívül feltüntettük még a transzformátorok

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

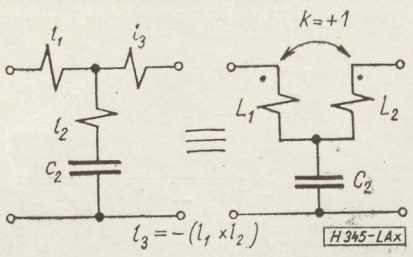
áttételét, valamint $L_{\ddot{o}} = L_1 + L_2 + 2\sqrt{L_1 L_2}$ összinduktivitását is, amely a transzformátorok összmenetszámára vonatkozólag nyújt összehasonlítási alapot a két táblázat szerinti realizálás között.

Az 1*a* vagy az 1*b* táblázat átalakításait felhasználva, pozitív kapcsolóelemekből a 3*a* ábra szerint felépített aluláteresztő szűrő mindig realizálható szoros csatolású tekercsekkel. Minden így kapott ekviválensben szükségképpen szerepel egy csatolatlan induktivitás is, mivel a szoros csatolású induktív transzformátor három pozitív induktivitás alkotta tekercscsillagot önmagában nem tud megvalósítani. Ezt a különálló induktivitást azonban elkerülhetjük, ha a realizálásnál a kapcsolás alkalmas helyén — ahol megvalósítható k értéket kapunk — egy a (4*a*), (4*b*), (4*c*) egyenletekkel számítható laza csatolású induktív transzformátort is beiktatunk.

Felüláteresztő szűrő realizálása induktív transzformátorokkal

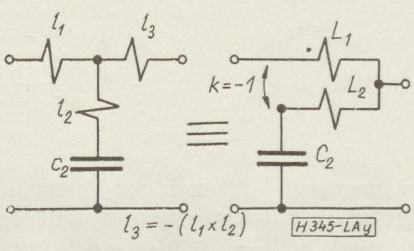
A következőkben a felüláteresztő szűrők szoros csatolású induktív transzformátorokkal való realizálásának csak főbb lépéseit tárgyaljuk.

1. táblázat



$L_1 = l_1 + l_2$	$\ddot{U} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = 1 + \frac{l_1}{l}$
$L_2 = \frac{l_2^2}{l_1 + l_2}$	$L_{\ddot{o}} = \frac{(l_1 + 2l_2)^2}{l_1 + l_2}$

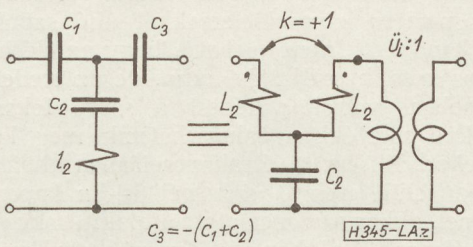
a



$L_1 = \frac{l_1^2}{l_1 + l_2}$	$\ddot{U} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \frac{l_1}{l_2}$
$L_2 = \frac{l_2^2}{l_1 + l_2}$	$L_{\ddot{o}} = l_1 + l_2$

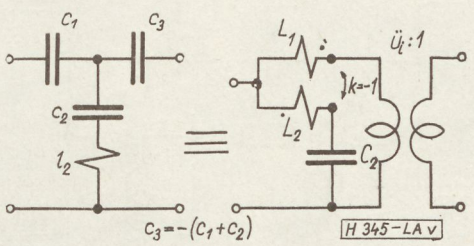
b

2. táblázat



$L_1 = l_2$	$\ddot{U} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = 1 + \frac{c_2}{c_1}$
$L_2 = l_2 \cdot \left(1 + \frac{c_2}{c_1}\right)^2$	$L_{\ddot{o}} = l_2 \cdot \left(2 + \frac{c'_2}{c'_1}\right)^2$
$C_2 = c'_1 \times c_2$	
$\ddot{u}_i = 1 + \frac{c_2}{c_1}$	

a



$L_1 = l_2 \cdot \left(\frac{c_2}{c_1}\right)^2$	$\ddot{U} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \frac{c_2}{c_1}$
$L_2 = l_2$	$L\ddot{o} = l_2 \left(1 + \frac{c_2}{c_1}\right)^2$
$C'_2 = c_1 \times c_2$	
$\ddot{u}_i = 1 + \frac{c_2}{c_1}$	

b

A felüláteresztő szűrők az aluláteresztő szűrők 1*a*, és 1*b* táblázatban bemutatott alapátalakításainak megfelelő alapátalakításait a 2*a* és 2*b* táblázatban adjuk meg. Ezen átalakítások feltétele mindkét esetben

$$c_1 + c_2 + c_3 = 0 \qquad (6)$$

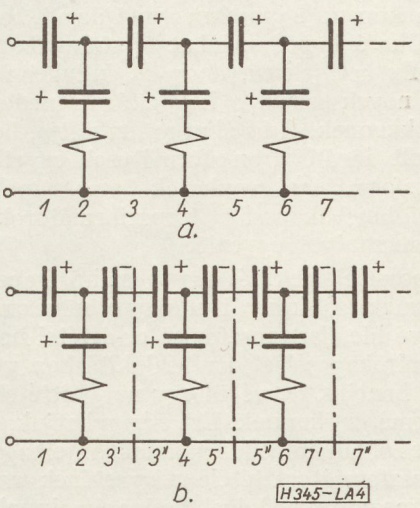
ami megfelel az aluláteresztő szűrők (5) alatti feltételének.

Ezekhez az összefüggésekhez legkönnyebben úgy juthatunk, hogy az induktív transzformátor T-helyettesítő képének felhasználásával felírjuk a két átalakítandó kapcsolás pl. *z*-paraméter készletét, és azután az egyes paramétereket összehasonlítjuk.

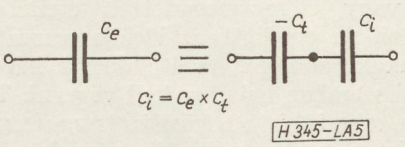
A 2*a* és a 2*b* táblázat ábráin látható, hogy itt mindig egy ideális transzformátor is bekerül az alapátalakításba, mégpedig egynél nagyobb áttétellel.

Nézzük most, hogyan realizálható a 2*a* vagy 2*b* táblázat összefüggései alapján a csupa pozitív kapcsolóelemet tartalmazó, a 4*a* ábrán feltüntetett felüláteresztő szűrő. Mindenekelőtt a (6) feltételt kell teljesíteni. Ez nem okoz nehézséget, mert bármely pozitív kapacitás előállítható egy tetszőleges negatív kapacitás és egy pozitív kapacitás soros eredőjeként az 5. ábra szerint.

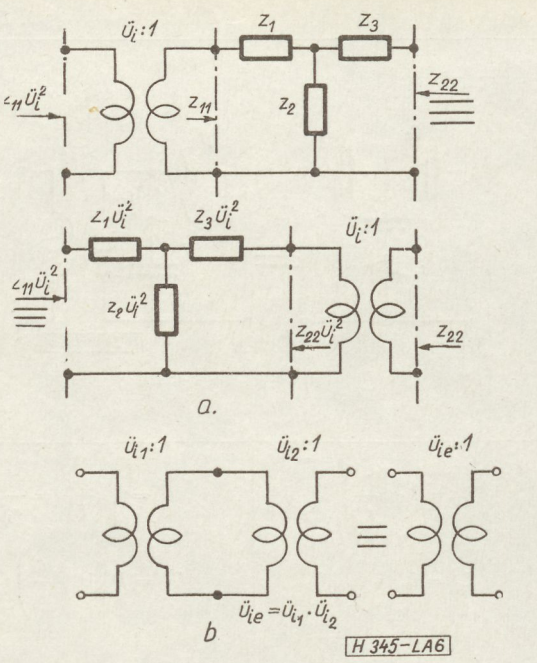
Célszerűen ismét a hosszágban teszünk eleget a (6) feltételnek és a kapcsolást a 4*b* ábrán látható módon ejtjük szét. A szaggatott vonalak közötti T-tagok helyére ekkor már a 2*a* vagy a 2*b* táblázat átalakított kapcsolását tehetjük be. A valóságos kivitelben azonban az átalakításban szereplő ideális transzformátorok nem kívánatosak. Ezeket többféleképpen és több lépésben küszöbölhetjük ki, asszerint hogy a szűrő impedanciájának változását — állandó értékkel való feltranszformálódását — megengedjük vagy sem.



4. ábra



5. ábra



6. ábra

A 6. ábra szerinti átalakítások lehetővé teszik az átalakított kapcsolás különböző helyein belépő ideális transzformátorok összevonását egyetlen transzformátorrá. A 6*a* ábra értelmében egy négypólus bemenő kapcsairól a $\ddot{u}_i$ áttételű ideális transzformátort az impedancia-viszonyok megváltozása nélkül a kimenő kapcsokra vihetjük át, ha a négypólust alkotó impedanciákat $\ddot{u}_i^2$ arányában megnöveljük. Ez azt jelenti, hogy az induktivitások $\ddot{u}_i^2$-szeresre növekszenek, a kapacitások pedig $\ddot{u}_i^{-2}$-szeresre csökkennek. A 6*b* ábra azt mutatja, hogy láncbakapcsolt ideális transzformátorok egyetlen ideális transzformátorrá vonhatók össze, amelynek áttétele a láncbakapcsolt transzformátorok áttételeinek szorzatával egyenlő.

A kapcsolóelemek, és így a szűrő impedanciája is az átalakítás irányában egyre növekszik, amit a növekvő ideális transzformátor áttétel hoz helyre. Ha a szűrőkapcsolást az átalakításhoz végig egy irányból bontjuk le, végül egy nagy áttételű ideális transzformátort kapunk. Ezt elhagyhatjuk, de akkor a szűrő ez oldali impedanciájának az elhagyott ideális transzformátoráttétele négyzetének arányában történő megnövekedésével kell számolnunk.

Ha a szűrő impedanciáját változatlanul akarjuk tartani, vagy előre megadott áttétellel kívánjuk megnövelni, de emellett az ideális transzformátort ki akarjuk küszöbölni, az átalakítást két oldalról, egymással szemben haladva kell végezni. Természetesen, ha sikerül is az ideális transzformátor kiküszöbölése, az csak —az ideális transzformátort tartalmazó kapcsoláshoz képest— kapacitás bevitele árán lehetséges, vagy enélkül $|k| \neq 1$ csatolású, ritkán megvalósítható induktív transzformátor alkalmazásával.

A végesben levő csillapításpólusú alul- és felüláteresztő szűrők előbbiekben leírt induktív transzformátorokkal történő realizálása valamilyen módon megtervezett, tehát meglevő szűrőkapcsolás átalakítására vonatkozik. Igen alkalmas pl. katalógusból számított szűrők realizálására. Tekintve, hogy pozitív kapcsolóelemekből álló szűrőkapcsolásból indul ki, nem várható, hogy az elérhető leggazdaságosabb realizálást adja, de az eredeti létrakapcsolású szűrőhöz képest a szűrő fokszámával növekvő mértékben takaríthatunk meg kapcsolóelemeket. Pl. ha a létrakapcsolásban aluláteresztő, illetve felüláteresztő szűrőnél $4+3n$ kapcsolóelem szerepel, akkor az ismertetett átalakításokkal kapott ekviválensek általában aluláteresztő szűrőknél $3+2n$, felüláteresztő szűrőnél pedig $4+2n$ kapcsolóelemet eredményeznek. ($n = 0, 1 \ldots$)

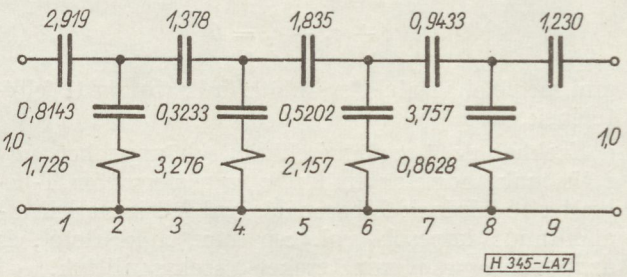
A szoros csatolású tekercsekből felépített szűrők gyakorlati kivitelezésével kapcsolatosan megemlítjük még, hogy a tapasztalatok szerint pl. 10% reflexiós tényezőre méretezett alul- és felüláteresztő szűrők 2% pontosságú elemekkel és ezrelék nagyságrendű szórásokkal rendelkező induktív transzformátorokkal elkészítve a követelményeket jól teljesítették, a pólusfrekvenciák utólagos pontos behangolásánál.

Számpélda

Határozzuk meg a 7. ábrán normált kapcsolóelem értékekkel megadott felüláteresztő szűrőkapcsolás szorosan csatolt tekercsekkel megvalósított ekviválenseinek két jellegzetes típusából egyet-egyet:

a) Alakítsuk át a kapcsolást végig egy irányban haladva pl. a 2*b* táblázat összefüggései alapján.

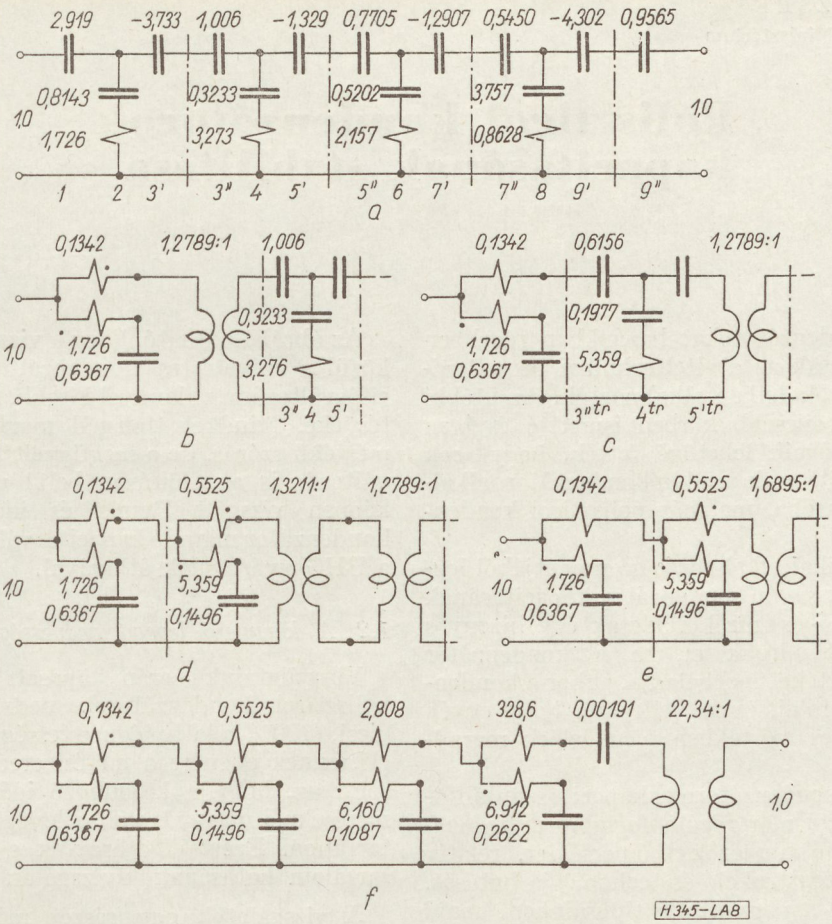
b) Számítsunk ki egy olyan kapcsolást, amelyben nem szerepel ideális transzformátor.



7. ábra

Megoldás:

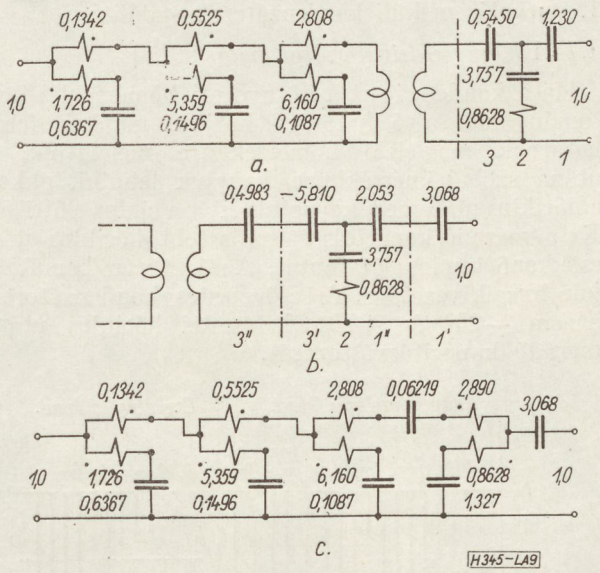
a) Első lépésben a kapcsolást végig szétbontjuk a (6) feltételt kielégítő T-tagokra (8*a* ábra). Ezután az egyes T-tagok helyére fokozatosan a 2*b* táblázat átalakítását visszük be. A 8*b* ábra az így átalakított első T-tagot mutatja. A következő lépésben az így bekerült ideális transzformátort első eredményvonaltól a második eredményvonalig visszük át (8*c* ábra), miközben a 3'', 4 és 5' indexű kapcsolóelemek impedanciája megnövekszik, de a transzformált kapacitások változatlanul kielégítik a (6) feltételt, tehát a transzformált kapcsolás helyére ismét behozható a 2*b* táblázat szerinti átalakítás (8*d* ábra).



8. ábra

Most a két láncba kapcsolt ideális trantsformátort összevonjuk (8*e* ábra), majd az előző eljárást többször megismételve, végül a 8*f* ábrán feltüntetett, végig egy oldalról átalakított kapcsoláshoz jutunk. Az ilyen kapcsolásokban előforduló ideális transzformátor áttétele az egyes tagok átalakítása során bekerült ideális transzformátorok áttételének szorzatából adódik, és legtöbbször — mint jelen esetben is — olyan nagy, hogy a szűrő átviteli tartományának megfelelő sávszélességére a transzformátor nehezen valósítható meg. (Az ideális transzformátor megfelelően méretezett induktív transzformátorral való helyettesítésére gondolunk.)

b) A 8*b* ábra ekviválensében fellépő ideális transzformátort kiküszöbölhetjük, ha a 7. ábra kapcsolását a be- és kimenet felől egymással szembe haladva bontjuk szét. A következőkben ehhez felhasználjuk a *a)* példában a 8*a* ábra szerint a c_7' kapacitással bezárólag a harmadik eredményvonalig elvégzett felbontást és átalakítást. Így kapjuk a 9*a* ábrát. A jobb oldalról történő lebontásnál a C_1 kapacitásból most először egy akkora c_1'' pozitív kapacitást választunk le (ez példánkban pozitív c_1, kapacitás mellett lehetséges), hogy a 2*b* táblázat szerinti átalakítás végrehajtása után a két láncbakapcsolt ideális transzformátor eredő áttétele egységnyi, tehát az eredő ideális transzformátor elhagyható legyen. c_1'' ismeretében már könnyen meghatározhatók a 9*b* ábra többi kapacitásai, és az előzőkben már használt további átalakítások vezetnek a 9*c* ábrán megadott végeredményhez.



9. ábra

LUDÁNYI JÓZSEF
Kohó- és Gépipari Minisztérium

Polisztirol kondenzátorok kapacitásának stabilitása

ETO 621.319.4.011.4:678.746.22

A polisztirol kondenzátorokat hazánkban régebben szinte kizárólag csak az átviteltechnikai berendezések rezgő- és szűrőköreiben alkalmazták. Az utóbbi években váltak szélesebb körben ismertté és igen előnyös tulajdonságaik lehetővé tették, hogy sok helyen, ahol azelőtt csak csillámkondenzátor alkalmazása jöhetett szóba, ma már polisztirol kondenzátorok vannak.

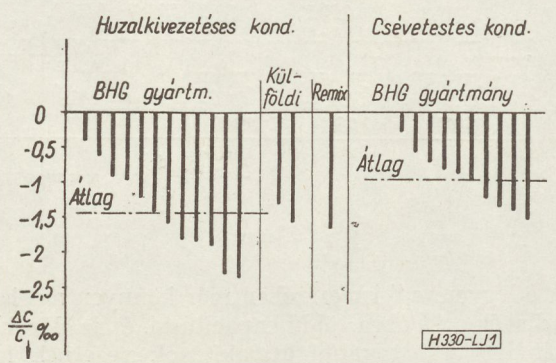
A híradástechnikai alkalmazás szempontjából legfontosabb tulajdonság a kondenzátor kapacitásának stabilitása. A rezgő- és szűrőkörök csak egy bizonyos kapacitásváltozást bírnak el, ha a kondenzátor változása ezt az értéket meghaladja, akkor a kondenzátort ki kell cserélni, annak ellenére, hogy egyéb tulajdonságai teljes mértékben megfelelőek maradtak.

A polisztirol kondenzátorok kapacitás-stabilitásának vizsgálatával már régóta foglalkozunk. Megvizsgáltuk a külső tényezők (hőmérséklet, relatív légnedvesség), a konstrukció és technológia hatását, először a sorozatban gyártott típusainkon, majd kiterjesztettük vizsgálatainkat a fejlesztés alatt levőkre is. Az eredmények alapján megkezdtük egy, az eddiginél nagyobb stabilitású tipus kifejlesztését.

1. Burkolás nélküli kondenzátorok stabilitása

1.1 A hőmérsékletváltozások hatása

Ha a kondenzátort a környezeti hőmérséklet-tartományának alsó határára hűtjük, majd a felső határnak megfelelő hőmérsékletre melegítjük, s utána szobahőmérsékletre hagyjuk lehűlni, akkor a hőciklus után mért kapacitás eltér a ciklus előttitől. Ez a maradó kapacitás-változás több hőciklus után csökkenő tendenciát mutat. Az 1. ábrán bemutatjuk huzalkivezetéses és csévetestes kondenzátorok három —25° és +70 C° közötti hőciklus utáni maradó kapacitásváltozását.



1. ábra. Három hőciklus utáni maradó kapacitásváltozás

Az ábrából látható, hogy a vizsgált kondenzátorok közül a csévetestes kondenzátorok maradó kapacitásváltozása valamivel kisebb, mint a huzalkivezetéséké. Mindkét típusnál megfigyelhető bizonyos mértékű szórás, de a megfigyelt legnagyobb maradó változás is az előíráson belül van. Az ellenőrzésképpen vizsgált Remix és külföldi gyártmányú kondenzátor maradó kapacitásváltozása közel azonos a BHG gyártásúak átlagával.

1.2 A környező levegő nedvességtartalmának hatása

Vizsgálataink során tapasztaltuk, hogy bár a polisztirol kondenzátorok nedvességfelvétele igen kicsi, (100% relatív légnedvesség mellett kb. 0,7‰) [1], ennek ellenére a mérési eredményeket befolyásolta az, hogy a különböző időpontokban végzett méréseknél más-más volt a levegő relatív nedvességtartalma. Ezért elhatároztuk a relatív nedvességtartalom hatásának kivizsgálását.

A vizsgálatok egy részét már ismertették [2], újabb vizsgálataink eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze:

A kiválasztott 140 darab kondenzátort (melyek között a BHG gyártmányúakhoz hasonló kivitelű külföldi gyártmányúak is voltak), a kezdeti mérések elvégzése után a KGMSZ 670.500 szabvány szerinti „C" tartós nedves meleg igénybevételnek vetettük alá úgy, hogy ellenőrző méréseket végeztünk a 4., 10., 21., és 56. nap után. Így meg tudtuk állapítani a 8-as, 6-os, 5-ös és 4-es szigorúságú igénybevétel hatását. A legszigorúbb, 56 napos igénybevétel után a kondenzátorokat labor-térben tároltuk, s 7, ill. 28 nap után ellenőrző méréseket végeztünk a tárolás hatásának megállapítására.

Az 1. táblázatban foglaltuk össze az ellenőrző mérések során tapasztalt maradó kapacitásváltozásokat. Az „A"-jelű kondenzátorok BHG gyártmányúak, míg a „B", "C", „D", „E"-jelűek különböző külföldi gyárak termékei. A táblázatban az 5—5 darabból álló csoportok átlagértékei szerepelnek.

A mérési eredményeket kiértékelve megállapítható, hogy a huzalkivezetéses kondenzátorok közül a „D" jelű kondenzátorok kivételével a többiek megközelítően azonos módon romlottak le az igénybevételek hatására, s közel azonosan javultak meg a 28 napos tárolás alatt. A „D" jelű kondenzátorok egy része már a 4 napos igénybevétel hatására úgy elromlott, hogy a méréseket sem tudtuk elvégezni. Ennek ellenére 28 nap tárolás után már megköze-

1. táblázat

Kivitel	Névleges feszültség V —	Névleges kapacitás nF	Gyártm. jele	Kapacitás-változás %-ben					
				igénybevétel után				pihentetés után	
				4	10	21	56	7	28
Huzalkivezetéses kondenzátor	125	1	A	8,3	11,9	7,6	8,1	2,1	1,7
			B	7,6	11,9	11,6	11,6	4,8	5,2
			C	4,9	11,1	4,4	6,7	9,2	0,93
			D	Nem mérhető				12,9	4,83
		10	A	4,6	6,4	6,7	6,8	2,7	1,5
			B	5,9	8,6	8,7	8,6	2,8	3,6
			C	5,1	5,7	5,9	6,4	1,91	1,4
			D	7,2	8,4	7,0	8,5	2,4	1,6
	250	10	A	2,8	5,5	6,5	6,7	4,7	2,41
	500	1	A	7,2	8,7	9,3	9,3	4,3	3,6
			B	6,7	13,8	12,6	12,5	4,6	4,8
	630		E	7,3	8,7	8,1	9,1	1,7	1,89
	400	4,7	E	6,3	6,6	6,3	6,7	1,2	1,43
	400	10	E	5,7	6,7	6,6	7,3	2,1	1,4
	500		B	5,4	5,8	6,8	6,9	3,3	1,63
			C	5,7	6,1	6,0	6,3	1,6	1,3
	400	47	E	4,2	6,1	6,8	7,2	3,7	2,4
Csévetestes kond.	125	5	A	7,1	12,6	15,5	20,2	11,0	7,9
			B	10,1	18,0	22,4	26,0	14,5	1,1
		10	A	5,34	11,3	20,6	31,0	17,7	10,6
		100	A	5,3	7,8	8,8	10,0	5,8	3,35
			B	3,4	6,6	7,6	16,0	7,5	6,4
	500	1	A	7,8	11,5	14,3	18,4	7,9	5,2
			B	6,2	15,9	12,4	15,2	4,7	3,6
		10	A	4,4	7,9	10,8	12,3	6,2	2,5
			B	5,2	7,6	9,8	10,2	4,6	2,0
		55	A	3,8	4,7	5,9	7,2	3,8	1,79
		60	B	4,3	24,8	7,9	8,3	3,8	2,1

lítették a többi kondenzátort. 28 nap tárolás után a „B" jelű kondenzátorok mutatták a legnagyobb maradó változást, — a BHG kondenzátoroké közel azonos volt a „C" és „E" jelű gyártmányokéval s átlagban 2 ‰ körül mozgott.

Csévetestes kivitelben csak BHG és „B" jelű külföldi gyártmányú állt rendelkezésre. Mindkét fajta közel azonosan viselkedett az igénybevételek és tárolás hatására, csak a kisebb kapacitású BHG kondenzátorok maradó kapacitás-változása volt nagyobb, mint a „B" jelűeké. A csévetestes kivitelű kondenzátrok leromlása általában nagyobb volt, mint a huzalkivezetésűeké.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző gyártmányú burkolás nélküli polisztirol kondenzátorok közel azonosan viselkedtek. Az igénybevételek utáni mérési eredmények kiértékelését megnehezítette az a körülmény, hogy a vizsgált kondenzátorok nagy száma miatt egy mérési napon az első és utolsó darab mérése között több óra telt el. Ez alatt az idő alatt a nedves térből kivett kondenzátorok száradtak, s így a később

mért kondenzátorok viszonylag jobbnak mutatkoztak. Ezért a méréseket minden alkalommmal másmás kondenzátorcsoporton kezdtük el.

Ha a vonatkozó szabvány szempontjából vizsgáljuk az eredményeket, akkor megállapítható, hogy a kondenzátorok nagy része nem tesz eleget a tartós nedves meleg igénybevétel 6-os szigorúságának. Ennek ellenére a legszigorúbb — 56 napos — igénybevétel után is megjavulnak a kondenzátorok, még labortérben való tárolás esetén is, anélkül, hogy szárításnak vetnék őket alá. Ez a viselkedés a dielektrikum anyagának, a polisztirolnak kedvező tulajdonságaival magyarázható.

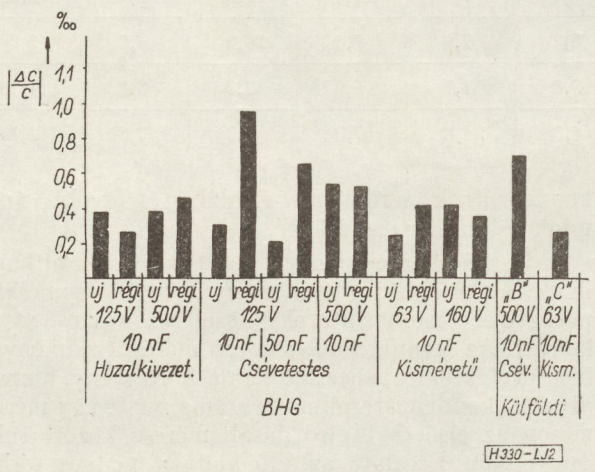
1.3 Tartós meleg hatása

A száraz meleg térben való hosszabb idejű tartás hatásának kivizsgálása érdekében 250 órán keresztül tartottunk burkolás nélküli kondenzátorokat 70 C°-ú légtérben. E hőfokon való tartás szárításnak fogható fel s a mért 3,2 ‰-es átlagos kapacitáscsökkenés jól egybevág a közel 40%-os relativ légnedvesség-csökkenéssel. A kondenzátorokat ugyanis igénybevétel előtt 40∼50 %-os relatív nedvességű labortérben tartottuk.

1.4 Stabilitás közel állandó klíma esetén

A levegő nedvességtartalmának hatása miatt a hosszú időn át folytatott kapacitás-stabilitási vizsgálatok kiértékelésénél nehéz megállapítani, hogy a mért maradó kapacitásváltozásból mennyi a tényleges változás és mennyi a különböző időben végzett méréseknél az eltérő hőfok és légnedvességtartalom által okozott változás. Mivel a kondenzátorok kapacitásának hőfok- és nedvességtényezői méréseink szerint igen nagy szórást mutatnak, ezért a kapacitás-stabilitási mérések hőfok és nedvesség szerinti korrekciója nem vezetett a kívánt eredményre.

Ezért olyan különleges mérő-termosztátot készíttettünk, melyben állandó hőmérsékleten, állandó relativ légnedvességű térben lehet tartani a kondenzátorokat hosszú ideig. A kondenzátorok a termosztát belső dobozában vannak, mely hermetikusan le van zárba. A kondenzátorok kivezetését a belső dobozba forrasztott üveg átvezető-szigetelők segítségével oldottuk meg, így bármikor mérhetők a kondenzátorok anélkül, hogy a termosztátból ki kellene őket venni.



2. ábra. 1 éves tárolás alatt bekövetkező kapacitás változás

A termosztátban 114 darab kondenzátort helyeztünk el. Kivitel szerint volt huzalkivezetéses, csévetestes és kisméretű, nyomtatott áramköri alkalmazásra készült típus is. 2 darab „B" jelű és 3 darab „C" jelű külföldi kondenzátort is vizsgáltunk. A BHG kondenzátorok kétféle öregítési eljárással készültek. A 2. ábrán látható a kondenzátorok egyéves vizsgálata alatt bekövetkezett maradó kapacitásváltozásainak átlaga. Az új és a régi öregítési eljárásnak alávetett azonos típusú kondenzátoroknál mért eltéréseket különválasztva adjuk meg.

A mérési eredményekből egyértelműen megállapítható, hogy az állandó klímaviszonyok között tartott polisztirol kondenzátorok maradó kapacitásváltozása még hosszabb idő alatt is (pl. 1 év) gyakorlatilag 1‰ alatt van. A vizsgált 114 darab kondenzátorból mindössze 6 darab (5%) mutatott 1‰-nál nagyobb változást. Ezek közül is az egyik külföldi gyártmányú volt. A tapasztalt legnagyobb változás 2,8 ‰, melyet egy 500 V-os, 10 nF-os, csévetestes kondenzátornál mértünk, de a kondenzátorok nagyobb részének 0,5 ‰ alatt volt a kapasitás-változása, 6 darab pedig semmi változást nem mutatott.

A csévetestes kondenzátoroknál határozottan megállapítható, hogy az új öregítési eljárással készült kondenzátorok maradó kapacitás-változása kisebb, mint a régi eljárással öregítetteké. A huzalkivezetéses és a kisméretű típusnál nem volt lényeges különbség a kétféle eljárással öregített kondenzátorok között.

Azt már régebbi vizsgálataink is kimutatták, hogy a nagy hőmérsékletváltozásnak kitett kondenzátorok közül az új eljárással öregítettek kisebb maradó kapacitás-változást szenvednek. A mérőtermosztáttal végzett vizsgálataink eredményei igazolják, hogy kismértékű hőingadozásnak kitett kondenzátoroknál is kimutatható az új öregítési eljárás előnye.

2. Burkolt kondenzátorok stabilitása

Mivel a burkolás nélküli polisztirol kondenzátoroknál az idő folyamán ± 0,5%-ot meghaladó maradó kapacitás-változással is kell számolni, ha az alkalmazási hely mikroklímájának relatív nedvességtartalma nagymértékben eltér a kondenzátor gyártó és ellenőrző helyiségeiben fennálló relatív nedvességtartalomtól, ezért kényesebb szűrőkhöz már nagyobb kapacitás-stabilitású kondenzátorokra van szükség.

Ha a kondenzátorokat hermetikusan zárt burába helyezzük, akkor a környező levegő nedvességtartalmának hatását kizártuk. Saját gyártású, hermetikusan beforrasztott fémdobozba zárt kondenzátorokon végzett vizsgálataink azonban azt mutatták, hogy egyedül ezzel a módosítással a kívánt kapacitás-stabilitást biztosítani nem lehet. Ennek az az oka, hogy a polisztirol kondenzátorok a hőkezelést követő időben a környező levegőből nedvességet vesznek fel, s ez a nedvesség a különböző igénybevételek hatására a kapacitást a megengedettnél jobban megváltoztatja.

Ezért minta-kondenzátorokat készítettünk, melyek egy részét teljesen száraz állapotban szereltük dobozba, s száraz szilikagelt is tettünk a kondenzátorok mellé, a szerelésnél bekerült nedvesség lekötése céljából. Saját gyártású polisztirol kondenzátorainkon kívül hasonló kivitelű külföldi gyártmányú kondenzátorokra is kiterjesztettük a vizsgálatokat. Tekintve, hogy eddigi tapasztalataink szerint a csillámkondenzátoroknak igen nagy a kapacitásstabilitása, ezért BHG és külföldi csillámkondenzátort is vizsgáltunk, a polisztirol kondenzátorrokkal együtt.

Vizsgálatainknak egyik célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen kapacitás-változást mutatnak saját gyártmányú kondenzátoraink a külföldiekhez viszonyítva. A másik cél: annak megállapítása, hogy van-e különbség a saját gyártású szárított és normál kivitelű kondenzátorok viselkedése között.

2.1 A vizsgálat leírása

A vizsgált 121 darab kondenzátort 3 csoportra osztottuk, s csoportonként az alábbi igénybevételnek vetettük alá:

I. csoport. Kombinált igénybevétel

Ez hőciklus-, tartós nedves meleg-, tartós száraz meleg igénybevételből és pihentetésből állt. Az igénybevételek és pihentetés végrehajtása az alábbi módon történt:

Hőciklus igénybevétel

A kondenzátorokat a kezdeti kapactásmérés elvégzése után 10 hőciklus-igénybevételnek vetettük alá. Egy hőciklus 1 órás — 35 C°-on és 1 órás +70 C°-on való tartásból állt. A hideg térből a melegbe, ill. a melegből a hideg térbe való átrakás kb. 3 percig tartott. A letelt 3. és 10. hőciklus után kapacitást mértünk, laborhőmérsékleten.

Tartós nedves meleg igénybevétel

A hőciklus-igénybevételt követő mérések befejezése után 56 napos tartós nedves meleg igénybevételnek vetettük alá a kondenzátorokat, a KGMSZ 670.600 „C" előírás szerint. Az igénybevétel 21. és 56. napjának leteltével az előírt állandósítás után kapacitást mértünk, laborhőmérsékleten.

Száraz meleg igénybevétel

A kondenzátorokat 1000 órán keresztül +70 C°-on tartottuk. 500 óránként kapacitást mértünk, laborhőmérsékleten.

Pihentetés

Az igénybevételek befejezése után a kondenzátorokat közel 500 órán keresztül labortérben tároltuk s a pihentetés 1. és 21. napján kapacitást mértünk.

II. Csoport. Száraz meleg igénybevétel

A kondenzátorokat 2000 órás száraz meleg igénybevételnek vetettük alá. Az igénybevételi tér hőmérséklete +70 C° volt. 1000 és 1500 óra igénybevétel letelte után a kondenzátorokat 1 hétig labortérben pihentettük. Az igénybevétel megkezdése előtt, minden 500 órás igénybevétel után, s a pihentetések után is kapacitást mértünk. A 2000 órás igénybevétel letelte után labortérben 1000 órán keresztül pihentettük a kondenzátorokat és 500 óránként mértük a kapacitást.

III. csoport. Tárolás

A kondenzátorokat labortérben tároltuk, 3000 órán keresztül. Minden 500 óta után ellenőrző kapacitás-mérést végeztünk, a tárolás hatásának megállapítására.

2.2 Vizsgálati eredmények

A vizsgált kondenzátorok nagy száma és az igen sok mérés miatt a mérési eredmények részletes közlését mellőzzük. Az igénybevételek hatására tapasztalt legnagyobb eltéréseket (max), az igénybevételek végén mutatkozó eltérések (ig) átlagait, és a pihentetés befejezése után mért eltérések (pih) átlagait a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az „A" jelű (BHG) kondenzátoroknál tapasztalt eltéréseket a hozzájuk közelálló névleges feszültségű és kapacitású „B" jelű, ill. "C" jelű külföldi kondenzátorok értékeivel hasonlítottuk össze. Az I.-el jelölt oszlopban az I. csoport, — a II.-jelűben a II. csoport, — a III.-jelűben a III. csoport eredményei vannak.

2.3 Vizsgálati eredmények összefoglalása

Mivel az összes mérési eredményt nem közöljük, szükségesnek tartjuk az eredmények részletesebb összefoglalását, mert a közölt táblázat adatai a tapasztalt jelenségeknek csak kis részét tükrözik.

2.31 Polisztirol kondenzátorok

A BHG gyártmányú kondenzátorok kapacitásváltozása a kombinált igénybevételen belül elvégzett 10 hőciklus hatására nem haladta meg a +1,2‰-et sem a normál, sem a szárított kivitelnél. A 10 hőciklust követő tartós nedves meleg hatására a szárított kivitelűek kapacitás-változása max. 5,2‰ volt, míg a normál kivitelűeknél 1,2 ‰-en belül maradt. A tartós nedves meleg igénybevétel után alkalmazott 1000 órás 70 C°-on való tartás változtatta meg legjobban a kondenzátorok kapacitását. A normál kivitelnél a változás elérte a 8,2‰-et, a szárítottnál max. 4,6 ‰-et tett ki. Az igénybevétel megszüntetése után alkalmazott 500 órás pihentetés alatt a kapacitás-változás csökkent, a kondenzátorok közeledtek eredeti értékükhöz. A pihentetés végén a szárított kivitelű kondenzátoroknál tapasztalt legnagyobb maradó kapacitás-változás 3,6‰, a normál kivitelűeknél 4,6‰ volt.

A kombinált igénybevétel hatására bekövetkező kapacitás-változás a szárított kivitelű kondenzátoroknál kisebb volt, mint a normál kivitelűeknél.

A BHG kondenzátorok eredményeit összehasonlítva a hasonló kivitelű „C" jelű külföldi gyártmányú kondenzátorokéval, azt tapasztaljuk, hogy a „C" jelűek 10 hőciklus hatására bekövetkező kapacitásváltozása eléri a 3,4‰-et. A legnagyobb változást a tartós meleg igénybevétel okozta, mert a 63 V 100 nF-os típus egyik kondenzátoránál a kapacitás-

2. táblázat

Polisztirol kondenzátorok

Gyártmány jele	Kivitel		Névl. fesz. V —	Névl. kap. nF	Kapacitás-változás %-ben							
					I.			II.			III.	
					max.	ig.	pih.	max.	ig.	pih.	max.	végén
A	Szögletes fémház	szárított	125	50	— 5,2	|2,3|	|2,0|	— 4,0	|1,3|	|1,7|	—1,5	—1,0
		norm.			8,2	4,8	|2,5|	13,5	|6,7|	|3,8|	—1,2	—0,5
B	Hengeres fémház		125	10	— 2,6	— 2,1	— 1,4	— 1,0	0,05	0,6	0,5	0,05
	Serleges				—	—	—	— 1,5	—0,8	—0,7	0,3	0,15
				100	—	—	—	— 1,5	—1,2	— 1,0	—	—
C	Hengeres fémház		63	50	13,5	10,4	7,1	8,4	7,5	4,5	—0,2	—0,04
			250	150	10,7	10,3	7,7	9,2	7,1	3,9	—0,3	0,06
	Szögletes fémház		63	100	28,1	24,4	21,3	18,7	14,7	11,0	0,3	0,2
			250	25	—10,6	|1,0|	— 2,9	7,9	7,8	3,9	0,2	0,2
Csillámkondenzátorok												
A	Szögletes fémház		150	10	— 3,5	— 2,4	— 1,7	— 3,3	— 2,2	— 1,9	— 0,2	—0,05
B	Szögletes fémház		500	10	0,4	0,2	0,2	0,6	0,5	0,5	0,09	0,06

növekedés elérte a 28,1 ‰-et. E kondenzátor a pihentetés befejezése után is 2,5%-ot meghaladó maradó kapacitás-változást mutatott. A 250 V 25 nF-os tipusnál pihentetés után a kapacitás-változás nem lépte túl a 4‰-et. Az eltérő kivitelű„B" jelű kondenzátor igen nagy stabilitást mutatott.

A száraz meleg igénybevétel hatására a BHG gyártmányú normál kivitelű kondenzátoroknál a kapacitás-változás elérte a 13,5 ‰-et is, míg a szárított kivitelűeknél a legnagyobb változás sem haladta meg a 4‰-et. Az igénybevételt követő 1000 órás pihentetés alatt a kondenzátorok kapacitás-változása általában csökkent. A normál kivitelű kondenzátorok nagyobb maradó kapacitás-változást mutattak, mint a szárított kivitelűek.

A hasonló kivitelű „C" jelű külföldi kondenzátorok kapacitás-változásának jellege ugyanolyan volt, mint a BHG normál kivitelűeké,— a legnagyobb kapacitás-változás azonban 18,7‰ volt. A "B" jelű külföldi kondenzátoroknál az igénybevétel alatt mért legnagyobb kapacitás-változás nem haladta meg a 2‰-et, az 1000 órás pihentetés után a maradó kapacitás-változás 1 ‰-en belül volt.

A „B" jelű kondenzátorok és a BHG szárított kivitelű kondenzátorok viselkedésének jellege nagyon hasonló, s a BHG kondenzátorok maradó kapacitás-változása nem volt lényegesen nagyobb.

A 3000 órás labortérben való tárolás alatt a BHG normál és szárított kivitelű kondenzátoroknál a kapacitás-változás 1,5 %-en belül volt. E változás kapacitás-csökkenés formájában jelentkezett. A külföldi kondenzátorok kapacitás-változása ± 0,5‰-en belül maradt.

2.32 Csillámkondenzátorok

A BHG gyártmányú kondenzátorok kapacitás-változása a kombinált igénybevételen belül elvégzett 10 hőciklus és 56 napos tartós nedves meleg hatására 1‰-en belül maradt, egy kondenzátor kivételével. E kondenzátor a száraz meleg igénybevétel hatására szivárgást mutatott s a kapacitás-változás még jobban növekedett. E hibás kondenzátort az átlag kiszámításánál nem vettük figyelembe. A többi kondenzátor kapacitás-változása a száraz meleg hatására 3,5‰-en belül maradt. Az igénybevételt követő 1000 órás pihentetés alatt a kondenzátorok kapacitás-változása csökkent, a pihentetés végén mért maradó kapacitás-változás 2,6‰-en belül volt.

A hasonló kivitelű „B" jelű külföldi kondenzátorok kapacitásváltozása sem az igénybevétel, sem a pihentetés alatt nem haladta meg a ±0,5‰-et.

A száraz meleg igénybevételnek alávetett BHG kondenzátorok kapacitás-változása az igénybevételi idő növekedésével szintén nőtt. E változás kapacitás-csökkenésként jelentkezett és az igénybevétel végén az egyik kondenzátornál—3,3‰-et ért el. A „B" jelű kondenzátorok kapacitás-változása 1‰-en belül maradt.

A 3000 órás labortérben való tárolás alatt sem a BHG, sem a külföldi kondenzátorok kapacitás-változása nem lépte túl a ±0,5‰-et.

2.4 Vizsgálati eredmények kiértékelése

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a BHG szárított kivitelű polisztirol kondenzátorainak kapacitás-stabilitása megközelíti a legjobbnak mutatkozó „B" jelű polisztirol kondenzátorokét. A normál kivitelüek stabilitása jobb, mint a „C" jelű kondenzátoroké, de rosszabb a „B" jelűekénél.

A hőkezelési és szerelési technológia továbbfejlesztésével, a tervezett végleges konstrukció kiala-

kításával elérhetőnek tartjuk egy olyan új, nagy stabilitású, nyomtatott áramkörökben is alkalmazható polisztirol kondenzátor-típus kifejlesztését, mely stabilitás szempontjából egyenértékű a legjobb külföldi polisztirol kondenzátorokkal és megközelíti a jó minőségű csillámkondenzátorok kapacitás-stabilitását.

3. Összefoglalás

A polisztirol kondenzátorok kapacitás-stabilitásával kapcsolatban végzett vizsgálataink azt mutatták, hogy a burkolatlan polisztirol kondenzátorok kapacitás-stabilitása állandó klímaviszonyok között igen jó. Ha a környező levegő nedvességtartalma változik, akkor a burkolatlan kondenzátorok kapacitása is megváltozik, de a tartós, 100 %-ost megközelítő légnedvesség sem teszi tönkre a kondenzátorokat. Ha a relatív légnedvesség lecsökken, akkor a kondenzátorok aránylag rövid idő múlva ismét megközelítik eredeti jellemző értékeiket. Azokon az alkalmazási helyeken, ahol a légnedvesség nagymértékű változása gyakori és az ezzel járó paraméter-változásokat nem lehet megengedni, ott hermetikusan zárt, nagystabilitású polisztirol kondenzátorokat kell alkalmazni. A jelenlegi technológiával gyártott burkolás nélküli kondenzátorok fémdobozba helyezésével és hermetikus lezárásával a kívánt nagy kapacitás-stabilitást biztosítani nem lehet. A szárított kivitelű kondenzátorok mérési eredményei alapján úgy látjuk, hogy a hőkezelési és szerelési technológia továbbfejlesztésével megoldható lesz a nagy stabilitású polisztirol kondenzátorok gyártása, melyeknek a különböző igénybevételek hatására bekövetkező maradó kapacitás-változása nem lesz nagyobb $3^0/_{00}$-nél. E kondenzátorok maradó kapacitás-változása labortérben tartás esetén még egy év alatt sem lépi túl az $1^0/_{00}$-et.

IRODALOM

1. *H. Veith:* Einfluss der Feuchte auf die elektrischen Kennogrössen von Kondensatoren (NTZ 1960. 11.—)
2. *Kerpán—Tóth:* A légnedvesség hatása a polisztirol kondenzátorok kapacitására (Híradástechnika, 1962. 10.)

KÜLFÖLDI ESEMÉNYEK

Összeállította: GÖDÖR ÉVA

Alkatrészkiállítás — Páris

Az idén február 7—12-ig rendezték meg Párisban az elektronikus alkatrészek kiállítását. A vállalatok elsősorban újdonságaik bemutatására törekedtek, de természetesen kiállították régebbi típusaikat is. A kiállított alkatrészek közül talán a kondenzátorok családja volt a legnépesebb, de az ellenállások, potenciométerek, tekercsek, kapcsolók, csatlakozók, transzformátorok, csövek, tranzisztorok, diódák és egyéb alkatrészek választéka is igen nagy volt.

Sok cég mutatta be a mikromodul egységek, szilárd test áramkörök kutatásával kapcsolatban elért eredményeit. Az volt a benyomásunk, hogy bár komolyan foglalkoznak mikromodul kutatással is, mégis egyre nagyobb erőt koncentrálnak a szilárd test áramkörök kifejlesztésére.

Az elektronikus alkatrészeken, szerelvényeken kívül több cég mérőberendezéseket is kiállított, nemcsak az alkatrészek méréstechnikájának területéről. A kiállított mérőberendezések többségükben nyomtatott áramkörös konstrukcióval készültek. Nem láttunk olyan berendezést, melyben mikromodulegység lett volna alkalmazva. Szilárd test áramkörök alkalmazását egy hordozható adó-vevő készüléknél láttuk (Motorola). Meg kell jegyeznünk, hogy nem volt lehetőségünk minden mérőberendezés belsejét megtekinteni, azonban valószínűnek tartjuk, hogy ha egy berendezés mikromodul-egységet, vagy szilárd test áramkört tartalmazott volna, akkor arra az előállító gyár a látogatók figyelmét feltétlenül felhívja, mint az említett adó-vevőnél is történt.

Az alábbiakban röviden megemlítjük azokat a kondenzátor és ellenállás újdonságokat, melyek az e téren tapasztalt fejlődés irányát jól mutatják.

Kondenzátorok

A Siemens cég bemutatta új miniatür-, és szubminiatür tantálkondenzátorait, nagyfeszültségű poliészterkondenzátorait, az impulzus üzemre is alkalmas fémezett-papírkondenzátorait.

A Sovirel francia cég üveglapokból összerakott, epoxigyantával kiöntött kondenzátorokat mutatott be, kiemelve ezek megbízhatóságát.

A Frako német cég újdonságai közül legérdekesebb volt az alumínium anódú, szilárd elektrolitú kondenzátor, melynek igen jó elektromos tulajdonságai voltak. A hőmérséklet-tartomány —80 C°-tól +85 C°-ig terjed, a kapacitás és a veszteségtényező a hőmérséklet függvényében csak keveset változik.

Az LTT francia cég kiállította új, hermetikusan zárt és műanyaggal burkolt nyomtatott áramköri polisztirol kondenzátorait, miniatür- és szubminiatür tantálkondenzátorait.

A Cornell—Dubilier amerikai cég tantál-, és niobiumfóliás kondenzátor újdonságai keltették fel a figyelmet.

A Bosch német cég kiállította új, hordozó nélküli lakkfilm kondenzátorait, melynek mérete kisebb az eddigieknél, és impulzus-üzemre is alkalmas fémezett-papirkondenzátorait.

A TCC angol cég újdonsága a „Monolithic" kerámiás kondenzátor, nyomtatott áramköri alkalma-

zásra, igen jó elektromos és mechanikai tulajdonságokkal. A hőmérséklettartomány −40 C°-tól +100 C°-ig terjed, a veszteségtényező 1 kHz-en kisebb, mint 0,03, a szigetelési ellenállás nagyobb, mint 10 000 MΩ.

A kondenzátor újdonságok láttán megállapítható volt, hogy a fejlődés továbbra is a miniatürizálás, nyomtatott áramköri alkalmazhatóság, klímaállóság és megbízhatóság fokozásának irányában halad.

Ellenállások

A Siemens cég nagy megbízhatóságú nemesfém rétegellenállásokat mutatott be, melyeknek érdekessége, hogy a fémréteget az üvegcső belső felületére viszik fel. A csatlakozások mechanikailag szilárdak és kontakt-biztosak. Az ellenállások 2-es és 0,5-ös osztályúak, 0,25; 0,5; és 1 W terhelhetőségűek, 1 Ω-tól 510 Ω-ig terjedő névértékkel.

A másik változatnál kerámia hordozó testre viszik fel a nemesfém réteget, melyet az újezüst sapkával össze is forrasztanak.

A CSF francia cég bemutatta üvegcsőbe zárt igen nagy ohm-értékű ellenállásait. Az értéktartomány 10^7 Ω-tól 5×10^{14} Ω-ig terjed; a tűrés: ±10%, ±5%, ±2%. A hőmérséklettartomány: −40 C°-tól +70 C°-ig. Az ellenállások feszültségfüggése kicsi.

A Sovirel francia cég igen nagy megbízhatóságú fémoxid ellenállásai a „Norme Minuteman" előírásnak is eleget tesznek.

A Rosenthal cég fémréteg ellenállásait kerámia csővel és araldit lezárással védi a klimatikus behatásoktól.

A Variohm cég hermetikusan zárt, üvegátvezetős szigetelős potenciométereket állított ki.

A Bourns amerikai cég igen nagy választékú precíziós miniatür potenciométerei rázás-, és nedvességállóak is. A huzal potméterek egyik változatának homloklapján számlap előtt mozgó mutatók segítségével lehet leolvasni a szabályozásnál tett fordulatok számát.

A Ruwido cég szénpotenciométereinek igen nagy választékával és tetszetős kivitelével tűnt ki.

Az új ellenállásoknál az előállító gyárak elsősorban a megbízhatóság és klímaállóság fokozására és a méretek csökkentésére helyeztek súlyt.

Mikromodul egységek és szilárd test áramkörök

A Wireless cég mikromodul lapkán készített ellenállásokat és kondenzátorokat mutatott be. A kontaktusok arannyal vagy platinával vannak bevonva.

A kondenzátorok kapacitástartománya 3 pF-től 8000 pF-ig terjed, a szigetelési ellenállás nagyobb, mint 100 000 MΩ, a hőmérséklettartomány −65 C°-tól +200 C°-ig terjed, a veszteségtényező kisebb, mint $25\times10W^{-4}$. Az ellenállások igen stabilak: 200 C°-on 1000 óráig tartó vizsgálat után a változás kisebb, mint 1%; az önindukció kisebb, mint 10^{-12} H, az ellenállások értéktűrése ±10%.

A Transco francia cég üveglapos ellenállás-, kondenzátor-, és félvezető egységeket mutatott be.

A Motorola amerikai cég logikai áramkörök céljaira többféle integrált áramköri egységet már sorozatban gyárt.

A CSF francia cég mikromodul egységeinek alkatrészsűrűsége 15 db/cm³. Az egységek 15 000 g gyorsulást is elviselnek, a hőmérséklettartomány −55 C°-tól +85 C°-ig terjed. Megfigyelhető volt, hogy fémburás tranzisztorokat helyeztek a kerámialapokra, tehát a tranzisztorok önmagukban zárt egységet képeztek.

A LEP francia cég is kész tranzisztorokat épít mikromodul egységeibe, melyek RCA típusúak. A tranzisztorok fémburájának átmérőjét 3 mm-re, magasságát 2 mm-re becsültük.

Az LMT francia cég mikromodul egységeit üveglapokból állítja össze. Egy üveglapon több ellenállást, kondenzátort képez ki.

A Sprague amerikai cég „Unicircuits" elnevezés alatt szilícium alapú integrált áramköröket mutatott be.

A Gertsch cég integrált áramköreit úgy hirdette, hogy már gyártásban vannak, s 30—60 nap alatt vállalja áramkörök kivitelezését.

Meglepő volt, hogy a mikromodul és szilárd test áramköri egységek mellett még mindig sok cég mutatott be R-C kombinációkat, melyeknél több miniatür és szubminiatür ellenállást és kondenzátort építettek össze, majd műgyantával kiöntötték. A kivezetések nyomtatott áramköri alkalmazásának megfelelően készültek. A kiállítók hangsúlyozták e megoldás előnyeit a méret csökkentése és a megbízhatóság növelése szempontjából.

A kiállításon látottak is alátámasztják azt az eddigi véleményt, hogy a mikromodul és szilárd test áramkörök kutatása mellett továbbra is komoly erőfeszítéseket kell tennünk a hagyományos R—C alkatrészek fejlesztése terén.

Ludányi József

HÍREK

Az Egyesület 1964. évi munkatervéből. 1964. május 5-én és 6-án rendezi meg a Hiradástechnikai Tudományos Egyesület a *2. Lágyforrasztási Kollokviumot.* Az első, igen eredményes Kollokvium alkalmával a résztvevők azt a kívánságukat fejezték ki, hogy ismét találkozhassanak az Egyesületben. A megtárgyalandó témák azonosak az előző Kollokvium témáival: a lágyforrasztás eszközei, kötések, lágyforrasztási anyagok és technológia.

*

A Budapesti Nemzetközi Vásár alkalmából ismét sor kerül a külföldi kiállítók előadásaira. Az előadássorozat tematikáját az Egyesület szakosztályai most készítik elő.

BERGHAMMER ANTAL
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Lakkrétegpotenciométerek új gyártástechnológiájának kidolgozása

ETO: 621.316.824

E beszámolóban csupán rövid áttekintést adunk a potenciométerkutatás területén a legutóbbi időkben végzett munkánkról. Feladat volt a hosszú élettartamú, 50 000 forgatást kibíró potenciométerek gyártástechnológiájának kidolgozása, vagyis a potenciométereknek kb. 20—25 éves használat után is megbízhatóan kell működniök, ezenkívül a potenciométer klímaállósága, stabilitása stb. irányában is megnőttek a követelmények.

A híradástechnikai berendezésekben használatos potenciométerek nagyrésze lakkrétegpotenciométer, melyeknél az ellenálláspálya lakkban eloszlatott koromból áll. A potenciométer zaját az elforgatás során fellépő hirtelen ellenállásváltozások okozzák. A potenciométerek mozgózajával kapcsolatban kimutatták az átmeneti ellenállásváltozás nagy szerepét és a koromkoncentráció növelésének és egyenletes eloszlatásának szükségességét.

A potenciométerek gyártástechnológiája és tulajdonságainak függése a gyártástól

A potenciométerek gyártástechnológiája röviden a következőkben foglalható össze. A kormot golyósmalom segítségével lakkban eloszlatják, majd az így készült masszából bakelitcsíkokra kb. 40—50 μ vastag réteget visznek fel öntéssel, szórással stb. A bakelitcsíkra felvitt réteget hőkezeléssel előkeményítik, majd a potenciométerpályákat kivágják. A kivágott potenciométerpálya két végére ezüstkontaktot visznek fel, majd a réteget további hőkezeléssel kikeményítik.

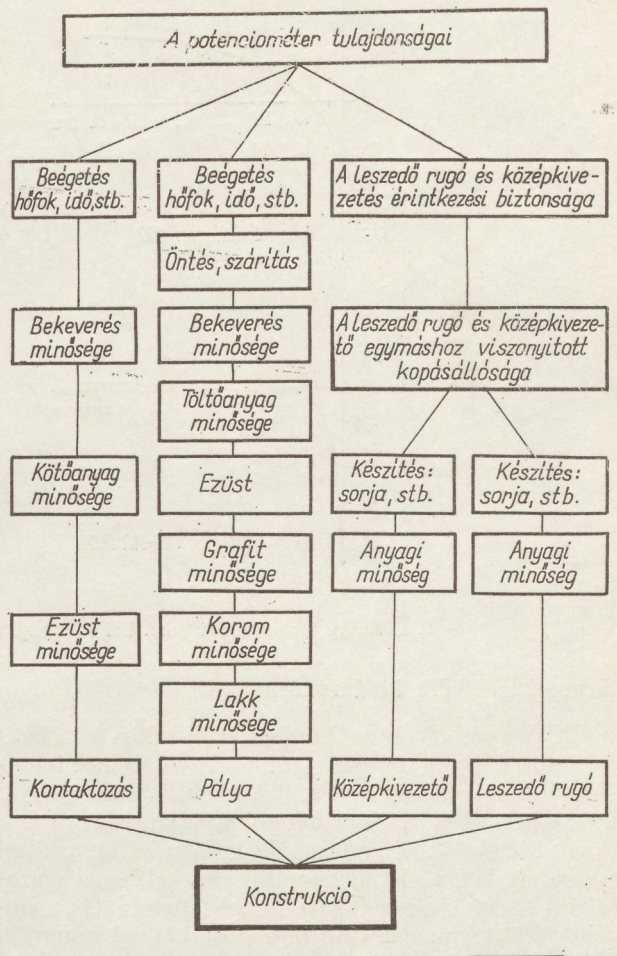
Vizsgálataink szerint a PR1 típusú potenciométer tulajdonságai többek között az 1. ábrán látható tényezőktől függnek. Egyetlen tényező megváltozása a potenciométer minőségi változását vonhatja maga után.

Más típusú potenciométereknél újabb hibajelenségekkel kell számolni. A felsorolás sem teljes, mert a felsorolt tényezők még tovább bonthatók. Az egész világon csak nagyon kevés gyár gyárt többéves átlagban is állandó egyenletes jóminőségű potenciométereket. Még a legkiválóbb gyárak, mint pl. Siemens, Preh is, gyártmányain kisebb-nagyobb módosításokat végez az állandó egyenletes jóminőségű potenciométerek előállítása érdekében.

Kutatási alapelvek

Mind a kutatást, mind a gyártást rendkívüli mértékben nehezíti, hogy a felhasznált alapanyagok minősége állandóan változik. Ezért elsődleges feladat, hogy megteremtsük az alapanyagok egyenletes minőségét. Ennek előfeltétele a technológiai fegyelem megszilárdításán kívül, hogy megfelelő minősítési módszerek és szabványok álljanak rendelkezésre. Vannak ezenkívül olyan alapanyagok, melyeknek minősége az anyag tulajdonságából adódóan állandóan változik. Pl. fenolformaldehid alapú különböző modifikált lakkok, Durofén, Resoflex stb. Ahol erre lehetőség van, ott ezeket a bizonytalan alapanyagokat ki kell küszöbölni. Nem szabad esetleges megfelelő eredményekért a gyártás egyenletes minőségét feláldozni.

A bizonytalan alapanyagoknak megbízható alapanyagokkal való helyettesítése nem megy máról holnapra. A potenciométer minőségjavítása azonban



1. ábra. A potenciométer tulajdonságainak függése a konstrukciótól és a gyártástechnológiától

nem várhat. Ezért a lakkvizsgálati módszerek kidolgozásán kívül igyekeztünk meghatározni, hogy milyen elvek alapján lehet már a lakk vizsgálati módszerek kidolgozásának befejezése előtt viszonylag gyorsan javítani a potenciométer minőségét. Ezen munkánk során az alábbi elveket tartottuk szem előtt:

a) Olyan lakkot kell választani, amelynek gyártása jól kézbentartható és a kész lakk minősége már a jelenlegi vizsgálati módszerekkel is viszonylag megbízhatóan ellenőrizhető.

b) A kiválasztott lakk ne legyen nagyon érzékeny az üzemben történő potenciométer gyártás során fellépő, az üzem adottságaiból adódó kisebb-nagyobb rendellenességre.

c) Lehetőleg ne használjunk töltőanyagot, tekintve hogy a töltőanyag minősége is állandóan változik.

d) Ki kell dolgozni egy módszert, melynek segítségével az ohmérték csökkenése nélkül lehetővé válik a koromkoncentráció növelése és egyenletes eloszlatása.

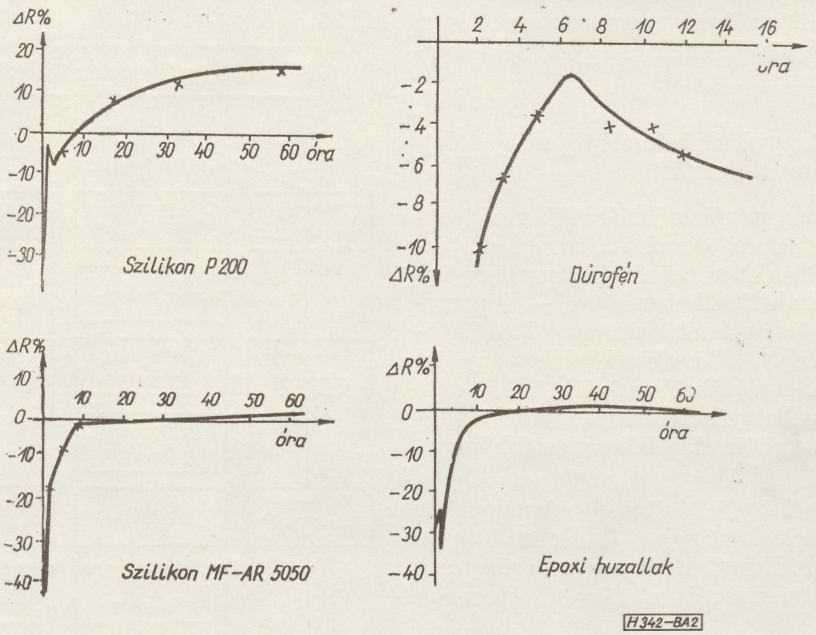
e) A korom egyenletes eloszlása nemcsak a bekeverés során, hanem a száradás és beégetés után is biztosítva legyen.

Ebből látható, hogy a legkevésbbé alkalmas a jelenleg használt Durofén. A szilikonlakkok közül a P 200-as nagyon érzékeny, az MF—AR 5050 jelű már kevésbbé érzékeny a beégetési időre. Ezenfelül mind a fenolformaldehid-, mind a szilikonlakkok gyártása nehezen tartható kézben. A legmegfelelőbbnek az epoxigyanták adódtak. Az epoxilakkok voltak legkevésbbé érzékenyek többek között pl. a beégetési idők változására. Ezenkívül a jelenleg gyártott, a potenciométerpálya-készítésre megfelelő lakkok közül az epoxigyanták gyártása és vizsgálata tartható legjobban kézben.

Így várható volt, hogy sem a kisebb lakkminőség változás, sem a technológiai fegyelem kisebb-nagyobb megsértése nem fog minőségváltozást okozni a potenciométereknél. A további kísérletek során az epoxigyanták közül az epoxizsírsavészter bizonyult a legmegfelelőbbnek.

A korom egyenletes eloszlatása és a pálya koromkoncentrációjának növelése

A korom egyenletes eloszlatása elég nehéz feladat, mert a lakk-korom rendszernek egyfelől a száradás során megváltozott oldószerösszetétel, másrészről a



2. ábra. A terhelés hatására bekövetkező ellenállásváltozás a beégetési idő függvényében

A megfelelő lakk kiválasztása

Ebből a célból a következő lakktípusokba sorolható több mint 50 lakkon végeztünk vizsgálatokat: fenolformaldehid alapú modifikált lakkok, szilikonlakkok epoxilakkok, egyéb növényolajalapú lakkok.

A vizsgálatok azt mutatták, hogy a lakkipar által megadott beégetési idők rendszerint többszáz százalékkal eltértek a hiradástechnikai felhasználás szempontjából legmegfelelőbb beégetési idő optimumtól. Néhány lakktípusból készült ellenállás terhelés alatti viselkedését, vagyis az ellenállás változását ($\Delta R\%$) a beégetési idő függvényében a 2. ábra szemlélteti. szobahőmérsékletről 180—200 C°-ra való felmelegítés, ezenkívül a lejátszódó kémiai reakciók következtében sem szabad olyan változást szenvednie, amely a potenciométerpálya elektromos tulajdonságait károsan befolyásolja. A feladatot még nehezítette az, hogy a philbourgi gázkorom epoxilakkban általában rosszul oszlatható el. Így a bekeverés során kialakult, amúgy sem nagyon tökéletes és stabil szolvátburok az öntés során az oldószer eltávozása és a kémiai reakciók során annyira lecsökkenhet, hogy a korom koagulálása léphet fel. Ezen jelenség nagyon jól volt szemlélhető abban az esetben, amikor a korom bekeverését

nem zárt golyósmalomban, hanem nyitott mechanizált dörzscsészében végeztük. A bekeverés során 15 percenként mintát vettünk és a korom eloszlást mikroszkóp alatt vizsgáltuk. A korom eloszlás kb. 2 óráig egyre finomabb lett. 2 órás bekeverés után vett mintában azonban a korom teljes koagulálása volt tapasztalható. Ez főleg a megváltozott oldószerösszetétel következtében játszódott le, tekintve, hogy a nyitott dörzscsészéből a lakk oldására használt oldókeverék komponensei nem az eredeti százalékos összetétel arányában párologtak el.

A koromkoncentráció növelésének határt szab, hogy a koromkoncentrációval a pálya ellenállásértéke exponenciális összefüggésben van. Nagy koromtartalmú, viszonylag elég stabil rendszert úgy sikerült kialakítani, hogy kidolgoztuk a korom lakkos előkezelésének módszerét, melynek lényege, hogy a kormot előzőleg kis mennyiségű lakkal előkezeljük, kikeményítjük, megőröljük, majd az így megnövelt fajlagos ellenállású kormot felhasználjuk vezetőanyagként. A lakkozatlan és lakkozott koromból készült potenciométerek koptatás eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Philbourgi gázkoromból és lakkal előkezelt koromból készült potenciométerpályák vizsgálati eredményei

Ellenálláspálya vezető anyaga	Kezdeti zaj mV	Átl. zaj 10000 járatás után mV	Átl. zaj 20000 járatás után mV	Átl. zaj 50000 járatás után mV	20000 járatás után 10 mV nál nagyobb zajú példányok %
Philbourgi gázkorom	2—2,5	6,2	13,7	19	80
Többször lakkozott philbourgi gázkorom	2—2,5	2,5	2,3	2,8	0

A lakkal előkezelt korom alkalmazásának főbb előnyei:

a) A lakk szállítmányokból adódó kisebb különbségek nem zavarnak, mert a lakkal előkezelt korom felületén kialakult egy többé-kevésbbé összefüggő lakkburok és az így lényegesen könnyebben és egyenletesebben oszlatható el.

b) A korom kisebb — különböző szállítmányok közötti — minőségi különbségei nem zavarnak, mert a korom felületi tulajdonságait előzőleg lakkos kezeléssel átalakítjuk.

c) Töltőanyag nem szükséges, így az eddigi lakk-korom-töltőanyag rendszer helyett csak lakk-korom rendszer van, s ezzel kiesnek a töltőanyag változásából adódó nehézségek is.

d) A korom előkezelésével a korom fajlagos ellenállását tág határok között változtathatjuk. Így lehetőség van rá, hogy az eddigi technológiáktól eltérően a potenciométerpálya különböző ohmértékeit nem a korom koncentráció változtatásával, hanem a felhasznált korom fajlagos ellenállásának változtatásával állítsuk be.

e) Helyesen megválasztott lakk előkezelésnél a különböző ohmértékű pályák közel azonos korom mennyiséget tartalmaznak. Így a különböző ohmértékű pályák keménysége gyakorlatilag azonos. Ez különösen az ún. logaritmikus pályák esetében előnyös.

f) MΩ-os pályáknál az eddigi 5% korom helyett 20% korom vihető be.

A több vezetőanyag alkalmazásának további előnyei is mutatkoznak. Így pl.: a kikeményített lakk tartalmazhat több-kevesebb rövidebb szénláncú, kisebb kondenzációs polimerizációs fokú gyantát (szabad gyantafázis), ez a nem sztöchonometrikus arányban levő funkciós csoportokból a lakk megmerevedése után még meglevő, de egymással a távolság következtében reakcióba lépni nem tudó csoportokból, a beégetés során hő hatására történő leépülésből stb. adódhat.

Ezt a szabad gyantafázist a leszedő rugó a potenciométerpálya felületén helyenként összegyűjtheti. Az összegyűjtött gyanta ezeken a helyeken átmeneti ellenállásváltozást okoz, ez viszont a pálya zajosságát vonja maga után. Feltételezésünk kipróbálása céljából a pályára vékonyan lakkot kentünk. A felvitt lakkot nem keményítettük ki, csak az oldószert távolítottuk el belőle. Így gyakorlatilag létrehoztunk egy nem összefüggő, kenhető gyantaréteget. Ezzel a módszerrel viszonylag nagy biztonsággal sikerült zajos pályákat készíteni. Más, eléggé drasztikus módszerekkel, mint pl. a pálya megkarcolása stb. csak nehezen lehetett zajos pályát előállítani. Az előzőkben említett elvi meggondolásból kiindulva, nagy a valószínűsége annak, hogy a kész potenciométer pályák is tartalmaznak több-kevesebb rövidebb szénláncú termékeket. A nagyobb koromkoncentráció ezt a szabad gyantafázist felveszi.

A nagyobb koromkoncentráció további előnye, hogy a pályákon nem lép fel egyes helyeken korom elszegényedés. Vizsgáltuk koromnak különböző oldószerekben és lakkokban való ülepedését. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a lakkban jól eloszlatott korom jelentős mértékben több hét alatt sem ülepedett. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy a potenciométerpályákon gyakran tapasztalható egyenetlen koromeloszlás az eddigi feltételezésektől eltérően nem az ülepedésből jön létre, tekintve, hogy öntés után a massza száradása nem hetek, hanem percek alatt megtörténik. Ezért a továbbiakban kísérleteket folytattunk a korom egyenetlen eloszlás okainak felderítésére. E célból nagyon kis koromtartalmú (0,2%) masszát készítettünk. A kis koromtartalomra azért volt szükség, hogy a száradás folyamatát mikroszkóp alatt figyelemmel kísérhessük. A mikroszkópos vizsgálatok azt mutatták, hogy a potenciométerpálya egyes helyeinek korom elszegényedését a nem teljesen egyenletes száradás okozza, mert a koromszemcsék a kisebb viszkozitású helyekről a nagyobb viszkozitású hely felé mozognak, ott lelassulnak és megállnak. Így a száradás során a lakk azon részei, melyek legutoljára száradnak meg, koromban elszegényednek. A potenciométer csíkok üzemi öntésénél állandó jelenség, hogy a csíkok nem egyenletesen száradnak.

Természetesen a helyenkénti korom elszegényedés, illetve feldúsulás nem jelenti minden esetben a korom koagulálását is. A korom koagulálása különösen akkor játszódik le, ha a korom olyan oldószereket adszorbeál, amelyek hamarabb kezdenek eltávozni, mint a lakk általános oldószere. Ebben az esetben egyrészről a korom szemcsék mozgási intenzitása a száradás során még nagyobb, másrészről a korom szolvát burkának lecsökkenése után a korom könnyebben koagulálódik. Többek között ez is egyik oka, hogy jól menő potenciométer gyártásban egy látszatra nem lényeges oldószerváltozás következtében rendellenességek fordulhatnak elő. (Az oldószerváltozás másrészről száradás, beégetés alatt egyes gyantakomponensek kicsapódását is okozhatja.) Nagyobb koromkoncentráció esetén a korom helyenkénti elszegényedése és feldúsulása lényegesen kisebb.

A lakk-korom szuszpenzió száradás folyamatát mikroszkóp alatt vizsgálva, a kalapács lakkokra jellemző rajzolatok megjelenését figyeltük meg. Ezek a rajzolatok, és más, a száradás folyamán jelentkező jelenségek, kisebb-nagyobb mértékben a legtöbb lakk száradása folyamán megjelennek, majd egyeseknél a száradás folyamán el is tűnnek. Tehát a rajzolatok éles rögzítődése nem minden esetben áll fenn. Míg a rajzolatok megjelenése és rögzítődése effect-lakkoknál kívánatos, addig pl. a potenciométerpályáknál rendkívül káros. E rajzolatok megjelenése azért is veszélyes, mert a korommal diszpergált lakkoknál ez egyes esetekben nehezen fedezhető fel. A rajzolatok megjelenését vagy eltűnését már igen kis %-ban jelenlevő anyagok is elősegíthetik. Ha a lakkgyártás bizonytalan, akkor más lehet a rajzolatok formája és megjelenési intenzitása. Lakkal előkezelt korom alkalmazása esetében olyan nagy a koromkoncentráció, hogy a rajzolatok megjelenése nem tapasztalható.

A potenciométerpálya minőségjavításán kívül a korom előkezelésének előnye még, hogy a potenciométerpályák ohmértékének beállítása egyszerű, üzemben is jól alkalmazható diagram segítségével történik. Így nincs szükség az előző technológiáknál alkalmazott próbaöntés sorozatokra. Ezenkívül a potenciométerpálya értékszórása is lényegesen kisebb.

Miután a laboratóriumi kísérletek során beigazolódott, hogy a lakkal előkezelt koromból készült potenciométerek jól kielégítik az előírt követelményeket, az üzemi gyártástechnológia kidolgozásának előfeltétele volt a lakk-előkezelés feltételeinek megállapítása. Tisztáznunk kellett, hogy az előkezeléshez milyen típusú, milyen mennyiségű lakkot, és hányszoros előkezelést kell alkalmazni.

A korom előkezelésére olyan lakkot kell kiválasztani, amely jól bírja a túlégetést, mert az előkezelt lakkot a potenciométerpálya beégetése során újból erős hőhatásnak tesszük ki. Ezenkívül az előkezelésre használt lakknak jó oldószerállóságúnak is kell lennie. Az oldószerállóság azért lényeges, mert ellenkező esetben az előkezelt koromról a lakkréteg a masszakészítés közben „leőrlődik". Ezért a következőkben előkezelésre egy jó oldószerállóságú epoxilakkot alkalmaztunk.

A korom előkezelésére felhasznált lakk mennyiségére vonatkozóan a következő szempontok az irányadóak:

Az előkezelt korom fajlagos ellenállása annál nagyobb, minél nagyobb a lakk-korom arány. A lakk-korom arány egy bizonyos, növelésének viszont határt szab az, hogy nagyon nagy lakk-korom arány fölé menve az előkezelt koromból készült ellenállások ohmértéke közel azonos a lakk szigetelési ellenállásával, vagyis megszűnik a koromszemcsék összefüggő érintkezése.

A korom-lakk arány eldöntése után hátra volt annak meghatározása, hogy a kormot hányszor vessük alá előkezelésnek. Elvileg minél többszöri az előkezelés, annál egyenletesebb az előkezelt korom minősége. Az alkalmazott előkezelések számát viszont egyrészről a szükségesség, másrészről a gazdaságosság határozza meg. Legelőször sokszor előkezelt koromból készítettünk potenciométerpályákat. Ezeknek a potenciométerpályáknak az élettartama többszörösen felülmúlta a potenciométer fémalkatrészeinek élettartamát, amint a 2. táblázatból is látható. Ezért lehetőség van rá, hogy a kormot kevesebbszer vessük alá előkezelésnek azért, hogy az üzemi gyártás minél egyszerűbb legyen.

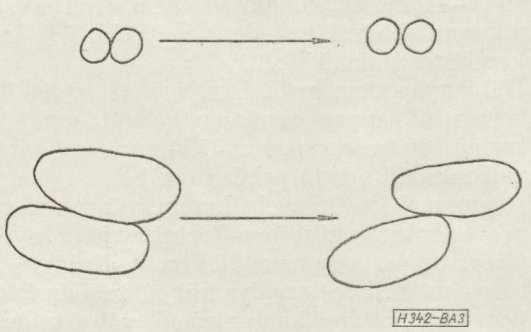
2. táblázat

Sokszor lakkozott koromból készült potenciométerek koptatás eredményei

Ohm érték	Kezdeti zaj	12 000 forgatás után	27 000 forgatás után	41 000 forgatás után	56 000 forgatás után	84 000 forgatás után	120 000 forgatás után
Mohm	mV	mV	mV	mV	mV	mV	mV
5,35	3,2	2,6	3	2,8	2,2	2,6	2,2
5,9	3,2	2	2	2,4	2,8	2,4	2,2
6,5	3,8	3,2	2,8	3,2	3,2	3,2	3,2
5,1	3,4	3,2	3,4	3,2	2,8	2,6	2,4
5,2	3,8	3,6	3,2	3,2	3,2	3,4	3,2

A koromszemcsék mérete

A potenciométerek elektromos tulajdonságai nagymértékben függnek a vezetőanyag szemcseméretétől, fajlagos ellenállásától, felületétől stb. Tapasztalataink szerint nem minden esetben a legfinomabb szemcséjű korom biztosítja a legmegfelelőbb elektromos paramétereket. Pl. nagyobb szemcséjű vezetőanyagot

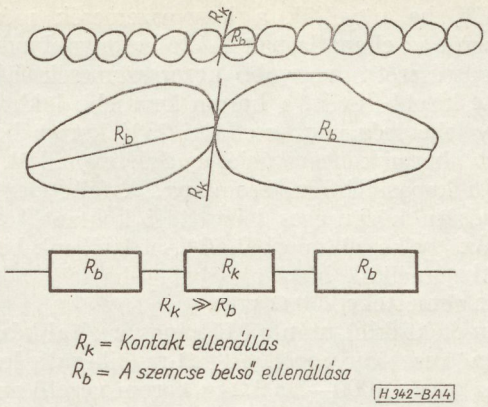


3. ábra. Koromszemcsék elmozdulása a lakktérfogat változásának hatására

alkalmazva mind az ellenállás nedvesítése, mind a hőfokegyüttható mérése során kisebb az ellenállás-pálya ohmérték változása. Ez valószínüleg abból adódik, hogy mind a nedvesedés, mind a hőfokegyüttható mérése alatti ohmérték változás egyik oka a lakkréteg térfogatának változása.

Ha túl finomak a szemcsék, akkor főleg csak pontszerüleg érintkeznek, amint a 3. ábra mutatja. Így a legkisebb duzzadás hatására több pont között megszakad az érintkezés. Ha viszont a szemcsék nagyságukból adódóan egymást átfedik, duzzadás hatására főleg csak az átfedés mértékében és a kontaktusok helyében áll be változás. Az ohmérték változása természetesen nemcsak a keletkező vagy megszűnő kontaktusok következtében jön létre. Ohmérték változással jár az is, pl. ha változik a korom vezetőanyag fajlagos ellenállása. A korom fajlagos ellenállása nagymértékben változhat adszorbció, ill. deszpropció következtében. A vezetőanyagként felhasznált kormon adszorbció, ill. deszpropció mind a potenciométer gyártása, mind a potenciométer használata során is felléphet. Az azonban, hogy a nagyobb szemcsével készült potenciométerpályák egyes elektromos sajátosságai jobbak, nem jelenti azt, hogy a potenciométer gyártásához minél nagyobb vezetőanyag szemcséket kell alkalmazni. Pl. a potenciométer terhelés alatti változása annál kisebb, minél finomabb a vezetőanyag szemcsemérete és eloszlása. Így a szemcseméret megválasztásánál a felhasználás területének megfelelően mindig kompromisszumot kell kötni. Pl. KPM típusú potenciométereknél egyik legfőbb követelmény a jó nedvességállóság. Így ezeknél a potenciométereknél a durvább szemcséjű előkezelt korom használata célszerű.

A lakkos előkezeléssel készült kormok szemcsemérete igen nagy mértékben függ a bepárlás és őrlés körülményeitől. Ezért az előzőkben ismertetettekből adódóan meg kellett oldani, hogy mindig reprodukálhatóan biztosítható legyen az optimális szemcsenagyság. Tehát biztosítani kellett, hogy mind a bepárlás, mind az őrlés állandóan azonos körülmények között történjék. Ezért egy megfelelő lakkbepárlót és egy koromőrlő berendezést is készítettünk.



4. *ábra.* Koromszemcsék kontakt és „belső ellenállása"

Üzemi gyártásnál legalább mindig annyi kormot kell előkezelni, hogy az több hónapra elegendő legyen. Így a lakk előkezelés különválasztható a potenciométer gyártás folyamatától. Ebből adódóan esetleges üzemzavarok nem okoznak nehézséget.

A legáltalánosabban használt lakkrétegpotenciométerek ohmértéke 470 Ω és 4,7 MΩ között van. Az 1 Kohm alatti potenciométereket általában alacsony ohmértékű potenciométereknek nevezzük. Jelenleg az alacsony ohmértékű potenciométereket korom + ezüst + grafit vezetőanyag bekeverésével állítják elő. Az ohmérték beállítása ezüst vezetőanyag bekeverése esetén nagyon nehézkes, és a készült patkók minősége sem megfelelő. Ezért feladatunk volt az ezüst vezetőanyag kiküszöbölése. A kérdést abból az alapgondolatból kiindulva oldottuk meg, hogy feltételeztük a koromszemcse belső ellenállása nagyságrenddel kisebb, mint a két korom-szemcse kontakt, ellenállása (4. ábra).

3. táblázat

Alacsony ohmértékű, 400 kΩ-os potenciométerek vizsgálati eredményei

Vizsgálatok		Egység	Maximum	Átlag	Minimum	Szabványban megadott tűrés max.
10 napos tartós nedves meleg vizsgálat		%	+8,8	+7,8	+6,4	30%
Forgatási zajfeszültség 50 000-szeres forgatás után		mV	2,6	2,5	2,2	8 mV 25 000-nél
10 napos tartós nedves meleg igénybevétel utáni zajfeszültség vizsgálat		mV	3	2,7	2,6	12 mV
Ellenállás változás	—25°C	%	+1,36	+1,27	+1,09	±6%
	+70°C	%	—0,89	—0,82	—0,72	±10%
1000 órás elektromos terhelés alatti élettartam vizsgálat		%	+4,3 —1,36	+1,2	+0,25 —0,33	±10%
Forgatási zajfeszültség élettartam igénybevétel után		mV	4,2	2,4	2,0	8 mV

Tehát, ha növeljük a koromszemcsék méretét, egyrészről az ellenállásnak kell alacsonyabbnak lennie, másrészről a nagyobb koromszemcsék fajlagos felülete kisebb lévén, a korom kevesebb lakkot köt le. Így lehetőség van az eddigi 25% korom helyett nagyobb koromkoncentráció bevitelére anélkül, hogy a pálya kopásállósága leromlana. A feltételezés kipróbálására közönséges háztartási kokszot törtünk meg. Az így készült porból 80%-ot tudtunk bevinni a lakkba anélkül, hogy a pálya puha lett volna, a pályák ohmértéke 200 Ω volt.

Ezen előkísérlet után a Műszéngyár által készített műszén vezetőanyaggal, 100 Ω-ra sikerült leszorítani az eddig 1000—2000 Ω-os korom vezető anyagú potenciométerpálya ellenállástartományt. Sőt, többszörös öntést alkalmazva, vagy kisebb oldószertartalmú masszát használva, lehetővé válik 100 Ω alatti potenciométerpályák gyártása is. Az így készített potenciométerpályák ohmérték szórása a gyártás során nagyon kicsi és az elektromos tulajdonságok (3. táblázat) a legújabb szabványt is többszörös biztonsággal elégítik ki.

Egyéb technológiai szempontok

Kísérleteink során készítettünk és vizsgáltunk olyan potenciométereket, amelyek készítése nagymértékben eltért a megadott gyártástechnológiától. Azaz készakarva rossz potenciométereket állítottunk elő. Így lehetővé tettük, hogy az üzemesítési kísérletek alatt és az üzemi gyártás során fellépő jellegzetes hibák legnagyobb részét elkerüljük.

Foglakoztunk még egy eddig eléggé elhanyagolt kérdéssel, a potenciométerpálya kontaktozásával. Vizsgálataink szerint a legkiválóbb minőségű potenciométerpályák is teljesen tönkretehetők nem megfelelő ezüst kontaktozással. Az ezirányban végzett vizsgálataink szerint pl. ha az ezüst bekeverése rövidebb ideig tart az előírtnál vagy változik a szemcse mérete, ill. a kötőanyag minősége, a beégetési körülmények stb., a potenciométerek már néhány százszoros forgatás után tönkremennek. Ebből adódhat többek között egyes esetekben, hogy az alig pár hétig használt rádiókészülék, ill. televízió készülék potenciométere már nem megfelelő. Ezen a hibán úgy lehet segíteni, hogy az ezüst kontaktokat alacsony ohmértékű kormos masszával fedjük le. A lefedés előnye még az is, hogy a pályák lényegesen kisebb mértékben kopnak. Ez abból adódik, hogy a pályára nem kerül ezüstpor, ezenkívül a leszedő rugó sem sorjásodik ki.

Befejezésül a 4. táblázatban ismertetjük az új technológiával készített potenciométerek néhány jellemző adatát. A vizsgált potenciométereket üzemi körülmények között üzemben készítettük. A vizsgálati eredmények szerint ezek a potenciométerek a legújabb szabvány követelményeit elég nagy biztonsággal kielégítik.

Összefoglalás

A lakkréteg potenciométerek új gyártástechnológiájánál a főbb elvi meggondolások és gyakorlati megoldások a következők:

Híradástechnikai felhasználásra csak olyan lakkokat szabad alkalmazni, amelyek gyártása reprodukálható.

A lakkipar által megadott beégetési idők a híradástechnikai felhasználás szempontjából általában nem megfelelőek. Ebből adódóan meg kellett határozni a helyes beégetési idő optimumokat.

Feltételeztük a *szabad gyantafázist*. Ezzel kapcsolatban kimutatható volt, hogy a rövidebb szénláncú termékek a pálya zajosságát okozhatják.

Az eddigieknél fokozottabb figyelmet fordítottunk a szárítás és beégetés során lejátszódó folyamatokra. Megállapítható volt, hogy a lakkban jól elosztott korom több hét alatt sem ülepedik jelentős mértékben. Így helytelen az az eddigi feltételezés, hogy a potenciométerpályákban tapasztalható egyenetlen koromeloszlás a korom és lakk fajsúlykülönbsége

4. táblázat

500 kΩ-os B karakterisztikájú potenciométerek vizsgálati eredményei

Vizsgálatok		Egység	Maximum	Átlag	Minimum	Szabványban megadott tűrés max.
10 napos tartós nedves meleg vizsgálat		%	+11,6	+10,45	+8,48	30%
Forgatási zajfeszültség 25 000-szeres forg. után		mV	5	4,28	3,8	8 mV
56 napos nedves meleg igénybevétel utáni forg. zajfeszültség vizsgálat		mV	4,4	3,9	3,6	12 mV
Hőmérsékleti tényező	—10°C-on	%°C	0,06	0,025	0,005	0,2%°C
	+70°C-on	%°C	0,08	0,068	0,05	0,2%°C
1000 órás elektromos terhelés alatt élettartam vizsgálat		%	—6,7	—2,49	—1,59	±10%
Forgatási zajfeszültség élettartam igénybevétel után		mV	4,6	4,06	3,6	8 mV

folytán fellépő ülepedésből jön létre. Az egyenetlen koromeloszlás okainak meghatározása céljából készített alacsony koromtartalmú masszánál lehetővé vált a száradás során lejátszódó folyamatok mikroszkóp alatti megfigyelése (korommozgás, rajzolatok kialakulása stb.).

A száradás során megváltozott oldószerösszetételből adódóan is a korom koagulálása léphet fel.

A korom lakkos előkészítésével sikerült megoldani a koromkoncentráció növelését és egyenletes eloszlatását. Az eddigiektől eltérően a különböző ohmértékeket nem a koromkoncentráció százalékos változtatásával, hanem a korom fajlagos ellenállásának változtatásával lehet beállítani. Így gyakorlatilag a különböző ohmértékű pályák azonos koromkoncentrációt tartalmaznak.

Az eddigi feltételezésektől eltérően nem minden esetben a legfinomabb koromszemcsék biztosítják a legmegfelelőbb tulajdonságokat.

A korom kontakt ellenállása nagyságrenddel nagyobb, mint a koromszemcse belső ellenállása. Így nagyobb szemcséjű korom vezetőanyagot alkalmazva más ellenállás csökkentő anyag hozzáadása nélkül is sikerült átlépni az eddigi 1—2 kΩ tartományt.

Olyan üzemi bepárló és őrlő berendezést készítettünk, amellyel mindig biztosítani tudjuk az optimális szemcsenagyságot.

A lakkréteg térfogatváltozásán kívül az adszorbció, ill. deszprobció is a lakkréteg ellenállás ohmértékének változását vonja maga után. Vizsgálataink szerint egyes potenciométerek már párszázszoros forgatás után tönkremennek. Ez főleg a potenciométerpályák ezüst kontaktusának meghibásodásából adódik. A fenti hiba az ezüst kontaktusoknak alacsony ohmértékű kormos masszával való lefedésével küszöbölhető ki.

A potenciométerpálya fényessége a potenciométerek zajánál közel sem játszik olyan fontos szerepet, mint azt eddig feltételezték. Döntő a potenciométerpálya optimális rétegvastagsága.

Végül, sikerült megoldani, hogy a technológiától való eltéréssel reprodukálhatóan tudunk rossz potenciométereket is előállítani. Így az üzemi gyártás biztonságosabban indulhat, mert a főbb hibaforrások tisztázhatók voltak már a kísérletek során.

HÍREK

Összeállította: CSERTEG ISTVÁN

Puskás Tivadar díjak kiosztása

1964. február 18-án a Híradástechnikai Tudományos Egyesület helyiségében az Egyesület elnöke átnyújtotta a kitüntetetteknek az 1961. és 1962. évi Puskás Tivadar-díjakat és oklevelet. Az alapítvány célja a magyar híradástechnika fejlesztése terén kimagasló érdemeket szerzett személyek kitüntetése.

A bíráló bizottság ajánlása és indoklásai alapján az elnökség a következő személyeknek ítélte oda a Puskás Tivadar-díjat:

Gergely Ödönnek, az Egyesület alapító tagjának, aki kezdettől fogva lelkes szervező munkát és irodalmi tevékenységet fejtett ki és az utóbbi időben figyelemre méltó érdemeket szerzett a műszaki propaganda területén;

Makó Zoltánnak, a Rádió és Televízió szakosztály vezetőjének, és az Egyesület Intézőbizottsága tagjának, aki mind az Egyesület társadalmi megmozdulásaiban, mind a szervező munkában jelentős részt vállalt és társadalmi úton nagymértékben előmozdította a műszaki fejlesztést szakosztálya területén.

Dr. Sárközy Gézának, az Egyesület alapító tagjának, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága és a Rendszertechnikai Bizottság vezetőjének, aki több hazai és nemzetközi értekezlet megszervezésében vett tevékenyen részt,

Kemenes Oszkárnak, az Egyesület Szabványbizottsága és Alkatrész Bizottsága tagjának, aki széleskörű munkásságot fejtett ki az Egyesület említett Bizottságaiban és nagy érdemei vannak a híradástechnikai ipar vidéki üzemeinek műszaki fejlesztése terén;

Nádas Tibornak, az Egyesület alapító tagjának, a Műszaki Tudományos Bizottság vezetőjének, aki jelentős szervező munkát fejtett ki az Egyesület munkaterveinek összeállításában és több nemzetközi konferencia előkészítésében.

Tiborcz Istvánnak, aki az Egyesület munkáját ráirányította a legfontosabb műszaki fejlesztési feladatokra, társadalmi úton nagymértékben elősegítette ezen feladatok megoldását és több műszaki kiállítást szervezett a híradástechnikai ipar eredményeinek népszerűsítésére.

*

Rendszertechnikai előadássorozat

Híradástechnikai iparunkat az ún. „nehéz" híradástechnikai berendezések irányában fejlesztjük, s ez mind hazai, mind export szempontból fokozottan előtérbe helyezi a rendszertechnikai problémákat. Egyesületünk e problémák tanulmányozására munkabizottságot szervezett. Néhány előkészítő megbeszélés után a munkabizottság 1963 decemberben megalakult és programot dolgozott ki.

Elsőül a rendszertechnikai fogalmak és egyes elméleti kérdések tisztázása került napirendre. Ezekkel kapcsolatban ez év áprilisáig hat előadás hangzott el. Ezt követően áprilisban és májusban további négy előadás foglalkozik a rendszertechnika társadalmi és közgazdasági vonatkozásaival, továbbá a híradástechnikai hálózatok tervezési módszereivel.

Az előadások befejezése után a munkabizottság javaslatot készít majd a Kohó- és Gépipari Minisztérium illetékes szervei részére a rendszertechnikai kérdések problémáival kapcsolatban annak érdekében, hogy e nagy fontosságú kérdéscsoport megfelelő helyet kapjon a távlati kutatási tervekben.

*

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Soproni Szervezete a múlt év közepén alakult meg. Megalakulása óta számos előadást szervezett, melyek alkalmat adtak arra, hogy a tagság megvitassa a színes televízió elterjedésével, az új kábelépítési technikával, a helyközi távbeszélő szolgálat műszaki fejlesztésével, a távbeszélő hálózatok tömegzavaraival kapcsolatos időszerű kérdéseket.

MOTÁL GYÖRGY
Egyesült Izzó Konverta Gyára

Szilícium rétegegyenirányítók fejlesztési szempontjai

ETO 621.314.63: 669.782

A szilícium egyenirányítók hazai, üzemszerű gyártása a Konverta Egyenirányítógyárban indult meg 1962-ben. Az új termék a lassan közismertté váló SiEK család volt és párhuzamosan gyártásba került a SiZT zenerdióda típuscsalád is. Ezek lényegében azonos technológiával készülnek, és beváltották a hozzájuk fűzött reményeket. Megjelenésük azonban szinte az első napon magával hozta a típusválaszték sürgős bővítésének igényét mind a teljesítmény, mind pedig a zárófeszültség vonalán. A vállalat tervében új típusok illetőleg típuscsaládok kidolgozását jelölték ki. A szilíciumfejlesztő laboratórium komoly feladat előtt állt, amelynek megoldása nem lett volna lehetséges a mintatípusok gépies másolásával, hanem megkívánta a már folyó gyártás tapasztalatainak és a felvetődő általános problémáknak gondos elemzését. Figyelembe kellett venni azt is, hogy a gyár nehezen bírta volna el a típusonként más és más — a mintapéldányokkal megegyező — alaptechnológia üzemesítésének terhét. Egységes alaptechnológia kialakítására kellett tehát törekedni úgy, hogy az egyes típusok előállítása között ne legyen lényegbe vágó különbség, azonos eszközökön gyárthatók legyenek. Az ilyen technológiával szemben természetesen a legszigorúbb követelményeket kellett felállítani.

E cikkben azokról a problémákról és megoldási lehetőségekről kívánunk tájékoztatást adni, mellyekkel a fejlesztés során szembekerültünk, majd a kész típusok adatainak ismertetésével kívánjuk bemutatni, hogy a választott út járható. A szóbakerülő típusokat a szűkebb szakmai körök már ismerik, mivel azok elfogadott prototípusok.

Alaptechnológia: ötvözés vagy diffúzió?

Mindenekelőtt a rétegegyenirányító lényegével, a p-n átmenettel kell foglalkoznunk. Ennek előállítási módja döntően meghatározza a tecnhológia jellegét.

A feladat lényege: valamilyen adott — pl. n — típusú félvezető kristályban ki kell alakítani egy ellentétes típusú — a fenti esetben p — tartományt megfelelő adalék atomok beépítésével.

A p-n átmenet kialakításának két alapvető megoldását használják az egyenirányítók technikájában, az ötvözést és a diffúziót. A két eljárás lényegében tér el egymástól, más követelményeket állít az alapanyaggal szemben, más műveleti sort kíván a technológiában. Az eljárások előnyeit és hátrányait részletesen összevetve a labornak döntenie kellett, hogy melyik utat válassza.

Ha a szilícium kristályt egy alkalmasan választott fémmel együtt az ötvözési hőmérsékletre melegítjük, akkor a fém a szilícium meghatározott mennyiségét feloldja, az érintkezési felületen olvadt fázisú ötvözet alakul ki. A beoldott szilicium térfogatát

$$V = \frac{\varrho_{\ddot{o}}}{\varrho_s} \cdot \frac{1-C}{C} \cdot V_0$$

adja meg, ahol $\varrho_{\ddot{o}}$ az ötvöző fém, ϱ_s a szilícium sűrűsége, C az adott hőmérséklethez tartozó szilícium koncentráció a két komponens fázisdiagrammján. V_0 az ötvöző fém térfogata. Ha a felületi nedvesítés egyenletes, akkor a keresztmetszet ismeretében az ötvöződés mélysége meghatározható, illetve ellenőrizhető. A rendszer lehűtésénél a fázisdiagramm szerint feleslegbe kerülő szilícium kiválik, és az alapkristállyal homogén szerkezetet alkotó, ún. visszakristályosodott réteget hoz létre. A kiválási sebességet

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\varrho_s}{\varrho_{\ddot{o}}} \cdot \frac{1}{(1-C)^2} \cdot \frac{dC}{dT} \cdot \frac{dT}{dt}$$

adja meg. Látható, hogy ez függ a fázisdiagram meredekségétől, a szilícium koncentrációjától a pillanatnyi T hőmérsékleten, és a lehűlési sebességtől. Ezeket az ötvözési hőmenet kialakításánál figyelembe kell venni. A visszakristályosodott rétegbe az ötvöző fém atomjai szilárd oldatot alkotva beépülnek, meghatározzák ennek a rétegnek fajlagos ellenállását és vezetési típusát. Ha az ötvöző fém koncentrációja az olvadékban maximális hőmérsékletnél C_0, akkor a beépülő atomok koncentrációja a visszakristályosodás határán

$$C_s = k \cdot C_0,$$

ahol k az ötvöző fém szegregációs állandója. N típusú szilíciumhoz pl. alumíniumot ötvözve, a visszakristályosodott réteg p típusú lesz, mivel az alumínium akceptor. Így p—n átmenet jön létre. Az ötvözött átmenetet meredek átmenetnek nevezzük, mivel a vezetési típus a kristályban folytonosság nélkül, hirtelen változik. Jellemzője az is, hogy az ötvözéssel kialakított tartomány adalék színtje és így vezetőképessége is az alapkristálynál lényegesen nagyobb. Az átmenet záróképességét azért döntően az alapkristály határozza meg. A nyitóirányú jelleggörbét pedig a p—n átmenet mérete, a visszakristályosodott réteg C_s koncentrációja és az alapkristály vastagsága befolyásolja.

Az ötvözési eljárás technologizálásánál a következő feltételek megoldását kell biztosítani:

a) Egyenletes felületi nedvesítés. Ez a homogén és éles határvonalú ötvözet kialakulásához szükséges. Ha a nedvesítés rossz, akkor egyrészt ellenőrizhetetlen lesz az ötvözési mélység, másrészt zár-

ványok keletkeznek az átmenetben, melyek mind a záróképességet, mind a terhelhetőséget lerontják.

b) Tökéletes szerkezetű visszakristályosodott réteg. Kialakulásához lassú és főleg egyenletes kiválási sebesség szükséges. Mivel a kiválási sebesség — mint a leíró formula mutatja — több tényezőtől függ, állandó értékét csak programozott lehűtési sebességgel lehet biztosítani.

c) Az elektromos csatlakozások megoldása. Erre a célra általában az ötvöző fémet használják fel közvetlenül, amelyhez az ötvözéssel egyidejűleg, vagy az ötvözés után forrasztják fel a kivezetőket.

A diffúziós technikánál a típusváltáshoz szükséges adalék atomokat termikus diffúzió segítségével viszik be az alapkristályba. Ez magas, 1200 C° körüli hőmérsékleten megy végbe. A beépülő atomok koncentrációját az ún. hibafüggvény írja le, azaz x mélységben a koncentráció

$$C(x) = C_0[1 - \mathrm{erf}\,(x/\sqrt{4Dt})],$$

ahol D a diffúziós állandó, mely hőmérséklet függő, t a diffúzió időtartama, C_0 pedig a felületi koncentráció. A p—n átmenet ott alakul ki, ahol a diffúziós koncentráció az alapkristály eredeti koncentrációjával egyenlő. A diffúzióval kialakított p—n átmenetben az adalékkoncentráció folytonosan, változik, és a változás meredeksége az átmenetnél, azaz a koncentrációgardiens

$$a = \left(\frac{\varrho c}{\varrho x}\right)_{x = x_{pn}}$$

fontos tényező az átmenet záróképességében. A magas zárófeszültség kicsiny koncentrációgardienst kíván, azaz mély diffúziós réteget. A kicsiny gradiens viszont rontja az átmenet nyitóirányú jelleggörbéjét. Ezért itt kompromisszumra van szükség.

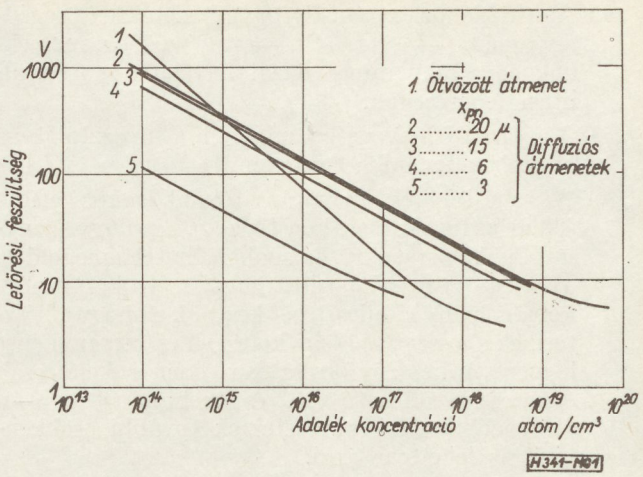
A diffúziós technika a következő fontosabb problémák megoldását kívánja:

a) Egyenletes és jól reprodukálható C_0 felületi koncentráció. A koncentráció eloszlás — mint formulájából látható — C_0 helyi változásaival együtt változik. Így a diffúziós front, azaz a p—n átmenet mélysége nem lesz egyenletes, és ez rossz elektromos paraméterekhez vezet.

b) Az ún. vad-átmenetek keletkezésének megelőzése. Ez rendkívül tiszta körülmények biztosításával érhető el. A vad-átmeneteket ugyanis a diffúziós térbe jutó különböző típusú nyomszennyezések okozzák.

c) Jól tapadó, kicsiny elektromos és termikus ellenállású, forraszthatő kontaktusok kialakítása a diffúziós felületekkel. Ezt általában vékony fémrétegek felvételével és szintereléssel állítják elő.

A diffúziós technika magas követelményeket állít az alapkristállyal szemben is. A hosszú, néhány óráig tartó és magas hőfokú kezelés a kristály eredeti paramétereit erősen lerontja. A meg nem felelő minőségű kristály pl. megváltoztatja ellenállását is, míg a kristályhibák egyenetlen diffúziós front kialakulását eredményezik. Magas zárófeszültség igénye esetén a diffúziós eljárás lényegesen tisztább és tökéletesebb kristályt kíván, mint az ötvözés. Az 1. ábra összefüggést ad az alapkristály adalék koncentrációja és az elérhető zárófeszültség között ötvözött és diffúziós átmenet esetén. A diffúziós átmenetek zárófeszültség összefüggését 20; 15; 6 és 3 p—n átmenet mélység mellett tüntettük fel.



1. ábra

Az előzőekből látható, hogy a p—n átmenet előállításának mindkét technikája kényes kérdések megoldását kívánja. Nehezen lehetne egyértelműen eldönteni, melyik megvalósítása egyszerűbb. Összehasonlításként vizsgáljuk meg az ötvözéses, illetőleg diffúziós alaptechnológiára felépülő gyártás műveletigényét is.

Ötvözés	Diffúzió
1. p—n átmenet és ohmikus kontaktus ötvözése egy lépésben.	1. p—n átmenet kialakítása diffúzióval.
	2. Ohmikus átmenet diffúziója
	3. Kontaktusfém felvitele párologtatással vagy kontaktbevonással.
	4. Kontaktus színterelése.
	5. Kontaktus védelme maszkolással.
2. p—n átmenet marása.	6. p—n átmenet marása.
3. p—n átmenet mosása, felületi kezelése.	7. p—n átmenet mosása.
	8. Maszk eltávolítása.
	9. Felületi kezelés.
Alaplemezre forrasztás.	
Kivezető felforrasztása.	
Tokozás.	
Mérés.	

A már folyó SiEK gyártás alapvető tapasztalata az, hogy a kész p—n átmeneten végzett műveletek kivétel nélkül selejtnövelő hatásúak, ezért ezek számát minimumra kell szorítani. Az összehasonlítás ebből a szempontból a diffúziós eljárás ellen szól.

Amikor az ötvözéses technika folytatása mellett döntöttünk, a következő szempontokat vettük figyelembe:

a) A diffúziós technika követelményeinek megfelelő minőségű alapanyag biztosítása hazai bázisból csak lényegesen távolabbi időpontra várható, mint az ötvözéshez alkalmas alapanyagé.

b) A diffúzióhoz extrém-tiszta vegyszerekre és segédanyagokra — kvarc stb. — van szükség, melyeknek egyáltalán nincs hazai forrásuk, sem előállítási lehetőségük.

c) A gyárban lényegesen nagyobb a tapasztalat az ötvözéses technika területén.

d) A teljesítmény egyenirányítóknál legkorszerűbb a keményforrasztásos konstrukció. Ez világviszonylatban is perspektívikusnak tekintett megoldás. Természetesnek látszott, hogy a legkorszerűbb konstrukciók kifejlesztését kezdjük el, hogy a késztermék hosszabb ideig korszerű és versenyképes legyen. A keményforrasztásos konstrukció csak ötvözéssel állítható elő, és technikája a p—n átmenet szerelési műveleteinek további csökkentését is lehetővé teszi.

A rétegegyenirányítók konstrukciójának lényeges szempontja, hogy a p—n átmenetben keletkező veszteségi hő elvezetését biztosítani kell. Ezért az egyes típusok hőellenállására a katalógusadatok felső határt szabnak. A hőellenállás a konstrukciós méretektől, a p—n átmenet szerkezeti minőségétől és az alaplemezhez rögzítő forrasztástól függ. Számszerűen:

$$K = \frac{\Delta T}{P}$$

ahol ΔT a p—n átmenet túlmelegedése P disszipált teljesítmény esetén. K tehát tájékoztatást ad arról, hány W-ot disszipálhat az átmenet káros túlmelegedés nélkül.

A hőellenállásban fontos szerepet játszik a p—n átmenet felforrasztásának módja. Az egyszerű lágyforrasztás nagy felületen nehezen végezhető el homogén módon. A hőmozgás következtében — főleg nagyobb keresztmetszetű egyenirányítóknál — öregszik is, és így csak szűkebb hőmérséklethatárok között használható. Hőellenállása sem a legkedvezőbb.

Lényegesen egyenletesebb és szilárdabb csatlakozást biztosít a keményforrasztás. Jobbak a hőátadási feltételek is. Hátránya viszont az, hogy mereven köt össze különböző hőtágulású elemeket, és a hőtágulás különbségéből származó mechanikus feszültség a p-n átmenet töréséhez vezethet. Alkalmazása tehát csak akkor lehetséges, ha sikerül a forasztási technológia és a konstrukció kialakításával ezt a mechanikus feszültséget kioltani, illetőleg az anyag rugalmassági határán belül tartani.

A keményforrasztással készült egyenirányítókban a p-n átmenet hőátadási viszonyai optimálisak, és így igen nagy — a névleges érték többszörösének megfelelő — áramlökéseket bír ki károsodás nélkül. A kicsiny hőellenállás az alkalmazási hőfokhatárok kiterjesztését is lehetővé teszi.

A fenti szempontok alapján a Konverta szilícium fejlesztő laboratóriuma az ötvözött és keményforrasztott alaptechnológiát tűzte ki célul és valósította meg új típusaiban. Tekintettel arra, hogy ez még nagy világcégeknél is csak fejlesztési téma, ez az eredmény a végcél, a világszínvonal elérése szempontjából is figyelemre méltó.

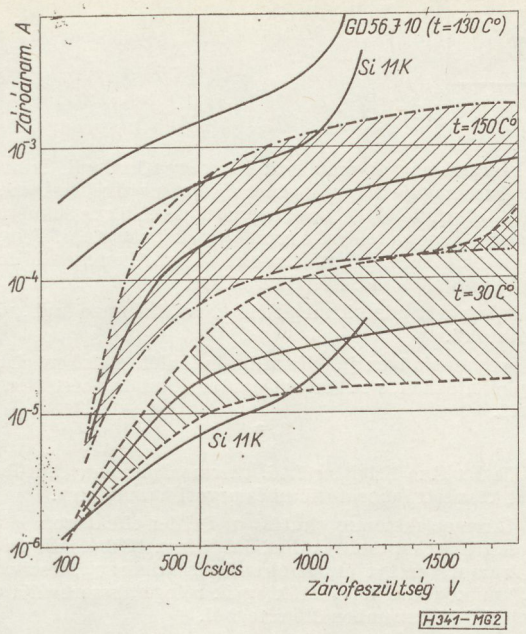
A felület szerepe

A rétegegyenirányítók technológiájának legkényesebb eleme a p-n átmenet felületének kezelése. A kristályfelület az egyetlen változékony alkotó elem az egyenirányítóban, így nem tökéletes kezelés esetén az egység öregedésének, vagy instabilitásának forrása lehet. A fejlesztés folyamán ezért igen nagy gondot fordítottunk az egyes felülettípusok viselkedésének vizsgálatára, és a különböző felületi kezelések hatásának, stabilitásának meghatározására. A mérési eredményeket a SiEK gyártási tapasztalatával, illetőleg kísérleti diódákkal vetettük össze.

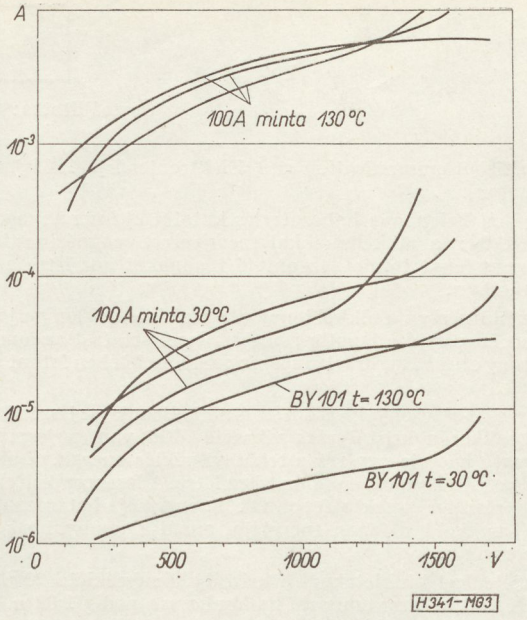
A nyers p—n átmenet közvetlen előállítás után — akár ötvözéssel, akár diffúzióval készül — általában nem rendelkezik kielégítő elektromos tulajdonságokkal, távolról sem éri el például az alapanyag paraméterei és a szerkezeti tökéletesség által biztosított záróképességet. Igen nagy a záróirányú árama is. Ennek oka az, hogy a felületen levő kristályhibák, melyek száma lényegesen nagyobb, mint a kristály belső hibahely sűrűsége, átnőnek a p—n átmenetbe. Ötvözésnél további felületi hibák keletkeznek a visszakristályosodott rétegben a kristály és olvadék csatlakozási peremére ható felületi feszültségből és az olvadék radiális irányú hőmozgásából, amely miatt a peremen a kiválási sebesség az egyensúlyi sebességnél nagyobb. Ehhez járul még a kristály felületének a környezetből és ötvöző fémből származó elszennyeződése is a hőkezelés folyamán. Ezért ezt a felületi réteget a kristályról, illetőleg a p—n átmenet peremvidékéről marással el kell távolítani. A marás után visszamaradó felület jellege a marástól és a marást követő kezeléstől függ.

A félvezető kristályok felületét egyrészt a fajlagos felületi vezetőképességgel, másrészt a vezetési típussal jellemezhetjük. Általában három felület jelleget különböztetnek meg. Így akkumulációs, inverziós, valamint semleges felületet. A felület akkumulációs jellegű abban az esetben, ha a vezetési típusa a kristály belső típusával megeggyezik, de fajlagos ellenállása a belső fajlagos ellenállásnál kisebb. Ha a felület vezetési típusa a kristály belső típusával ellentétes, akkor a felület inverziós. Akkor nevezzük semlegesnek, ha típusa megeggyezik a kristály belső típusával, de fajlagos ellenállása a belső fajlagos ellenállásnál nagyobb. A félvezető eszközök szempontjából a semleges felület az ideális. Ebben az esetben ugyanis a hibátlan p-n átmenet karakterisztikáját az alapanyag paraméterek határozzák meg egyértelműen. Ez azonban a gyakorlatban csak rendkívül nehezen lenne megvalósítható.

A legtöbb félvezető elemnél a felület akkumulációs, mivel ez alakul ki spontán, illetőleg legkönnyebben. Az általános kémiai vagy elektrokémiai maratásnál, vákum kezelésnél vagy ötvözésnél stb. ilyen felület jön létre. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az egyenirányítók letörési feszültségét a felület határozza meg. A letörési áram zömmel a p-n átmenet peremének kis tartományán, a felület leggyengébb pontján folyik. Az átmenetet a letörési feszültség környezetében használni veszélyes, mivel a kis tartományra lokalizált áram könnyen átütést hozhat létre. Akkumulációs felület esetén a felület állapotának legkisebb vál-



2. ábra



3. ábra

tozása a tokban maradt nedvesség, szerves nyomok stb. hatására a letörési feszültség változását, és az egyenirányító spontán átosztályozódását okozza. Ez a jelenség vezet az egyenirányítók üzem közötti meghibásodásához. Az ilyen változásokat csak rendkívül gondos gyártási körülményekkel, a tokban pedig különböző védőlakkokkal és getter anyagok alkalmazásával lehet megelőzni.

Az új típusok kifejlesztésénél arra törekedtünk, hogy az instabilitásra — közismerten mászósságra — hajlamos akkumulációs felület kialakítását a felületi kezelések során kiküszöböljük. Ideális a semleges felület kialakítása lett volna, de a kísérletek azt mutatták, hogy a gyengén inverziós felület is alkalmas nagy zárófeszültségű p—n átmenetek előállítására. Az akkumulációs felület ugyanis a belső p—n átmenettel párhuzamosan kötött kisebb zárófeszültségű átmenetnek tekinthető, az inverziós felület pedig nagymértékű shunt ellenállásnak. Az utóbbi esetben a p—n átmenet letörését a belső paraméterek szabják meg. Az inverziós felület tehát a záróirányú áram kismértékű növekedése árán a zárófeszültség nagymértékű növekedését eredményezi.

Magas környezeti hőmérsékletnél azonban a záróirányú áram már az inverziós felület javára alakul. A szilícium rétegegyenirányítók visszáramát ugyanis döntően két komponens határozza meg:

1. A p—n átmenetben termikusan gerjesztett töltéshordozók árama.
2. A felületi visszáram.

Az első komponens az alkalmazott kristály fizikai paramétereitől függ és a hőmérséklettel

$$AT^{3/2} \exp(-B/T)$$

jellegű összefüggés szerint változik. A és B konstansok. A második komponenst a felület jellege nagymértékben befolyásolja. Értéke általában függ az átmenet, azaz a felület geometriai méreteitől is.

Akkumulációs felület esetében a felületi visszáram szobahőfokon igen kicsiny értékre szorítható a felület gondos tisztításával és kristályszerkezeti tökéletességével. A hőmérséklet emelkedésével azonban változik, és így magas hőmérsékleten jelentős értékű lehet. Főleg ez a jelenség okozhatja az egyenirányító hőmegfutását, amikor a felületen fellépő kölcsönös áram és hőfoknövekedés az egyenirányító átütéséhez vezet.

Az inverziós felületen folyó visszáram a felület jellege miatt nagyobb, mint az akkumulációs felületé. Ez az áram azonban a hőmérséklet emelkedésével csökken. Így előállhat az a helyzet, ha az inverziós felület felületi fajlagos ellenállása igen nagy, tehát közel áll a semleges felülethez, hogy az inverziós felületű átmenet visszárama 120—150 C° körül már lényegesen alacsonyabb lesz, mint az akkumulációs felületű átmeneté. Az ilyen egyenirányító alkalmazási hőmérséklet határa magasabb lehet, mert nagymértékben csökken a hőmegfutás veszélye. Az inverziós felület igen stabil és jellegét csak erős behatásokra változtatja meg. A fenti szempontok a gyengén inverziós felület kialakításának gondolatát figyelemre méltóvá teszik.

Az előzőekben tárgyalt problémák megoldását, illetőleg megvalósítási módját még nem tárgyaljuk részletesen. A kész típusok laborpéldányainak jelleggörbéit azonban bemutatjuk a külföldi egyenértékű típusokkal összehasonlítva, amelyekből kiolvasható, milyen mértékben valósultak meg az eredeti célkitűzések. A technológia alkalmazhatósági határának vizsgálatára, bár ez már a vállalat profilján kívül esik, egészen 100 A terhelhetőségig állítottunk elő mintákat. A 2. ábra 10 db BY126 átlag záró áramát és szórási sávját adja meg 30 C° és 150 C° környezeti hőmérsékleten mérve. Összehasonlításként feltüntettük a hasonló teljesítményű, AEG, SillK és Soral GD 56 710 egyenirányítók zárókarakterisztikáját, ugyancsak 150 C°-on mérve.

A 3. ábrán a BY101 és a próbaként előállított 100 A terhelhetőségű egyenirányítók zárókarakterisztikáját mutatja ugyancsak 30 és 130 C° határhőmérsékleten mérve.

SZEMLE

Összeállította: SZILÁRD ZOLTÁN

A British Communication and Elektronics írja 1964 januári számában:

A Bell Telephone Laboratories kutatói új laser anyagot fedeztek fel: a nikkelionokkal szennyezett magnéziumfluorid koherens fényt termel, ezenkívül fononokat hoz létre a kristályrácsban.

Az új laserben a nikkel ionokat a szokásos módon gerjesztik magas energiájú állapotba; a felső laser szintről az ionok az alacsony szintre kerülnek, és laser működés közben fotont emittálnak.

Ezen az alacsonyabb szinten a nikkelionok gerjesztetlenek; ugyanakkor a kristályrács vibráció által van gerjesztve. A gerjesztő energia egy része tehát vibrációs energiává alakul, amely a kristályrácsban fonont hoz létre. A laser rezgésfrekvenciáját részben ennek a fononnak az energiája határozza meg. Minél nagyobb a fonon energiája, annál alacsonyabb a laser frekvenciája.

A jelenlegi kísérleteknél a kristály hőmérséklete 20 °K, ill. 78 °K volt, a laser emisszió hullámhossza pedig 1,62 μ.

A fonon frekvenciája a foton emissziójával együtt 10^{13} Hz volt.

*

A Raytheon Co. laser fejlesztő központjában sikerült 5 μ-nál kisebb átmérőjű lyukakat fúrni hajszálvékony drótokon — írja az Internationale Elektronische Rundschau 1964. 1. számában.

A laser berendezés segítségével készített furatok minőségét a csúcsteljesítmény, az impulzustartam és a teljesítménysűrűség pontos betartása befolyásolja.

A kísérleteknél sikerült megállapítani, hogy a rubin laser sugárdivergenciája az elméletileg számítottnál nagyobb volt. Ezeket az eltéréseket rezgésmódoknak a tengelyen kívüli gerjesztése és szórási effektusok indokolják. Tengelyen kívüli rezgésmódok akkor keletkeznek, ha a kristály oldalirányú méretei a hullámhosszhoz képest nagyok, és ha a laser jóval a gerjesztési küszöb felett üzemel. A szórás okozói a kristályban levő szennyezések.

Ezek a jelenségek a laserfolt mentén „fényudvart" hoznak létre, így a lasersugár közepén az intenzitás jóval erősebb, mint a szélén. Ezáltal az áthatolási képesség is középen a legnagyobb, ezért egy kónuszos furat keletkezik.

*

A polgári használatban alkalmazott autó-telefon megvalósításáról számol be az Electronic Engineering 1964. februári száma.

Svájc 10 rádió-telefon adóberendezést alkalmaz erre a célra, amelyek az URH sávban működnek. Az autós előfizetőket rádió-telefon útján értesítik, hogy üzenet várja őket. A vezető a hívás vétele után a legközelebbi telefonfülkéből érintkezésbe léphet bármely központtal, ill. a hívó féllel.

A hagyományos távbeszélőhálózat és a rádió-telefon így kölcsönösen kiegészítik egymást. Az erősen hegyes országban ezáltal sikerült kiküszöbölni azokat a problémákat, amelyet sok kisteljesítményű, mozgó URH adó okozott volna.

A hívóberendezések STC DU-6A típusú, 1 kW-os adók, amelyek 100—156 MHz frekvencián működnek.

*

Az Electronic Engineering 1964 januári számában repülőgépszerencsétlenségek adatait feljegyző készüléket ismertet. A berendezés rögzíti a pilóta beszédét, ezenkívül 280 információt másodpercenként, és képes a repülés utolsó 15 perce adatainak tárolására.

A készülék nagy gyorsulások, tűz vagy vízzel való érintkezés hatására elhagyja a repülőgépet és ejtőernyővel leereszkedik. A beépített rádióadó 48 órán keresztül működik és 50 mérföldes körzetben képes a felderítő repülőgépeket riasztani. Tengerbeesés esetén tengervíz hatására aktiválódó fluoreszkáló festék anyag segíti elő a műszer felkutatását.

A fejlegyzett adatok megfelelő készüléken azonnal „vissza játszhatók".

A berendezés igen jól ellenáll mindenféle külső mechanikai vagy hőhatásnak, s ez biztosítja a tárolt adatok sértetlen megőrzését.

*

A De La Rue Frigistor Ltd. thermoelektromos hűtőberendezést készített laboratóriumi és orvosi használatra.

A thermoelektromos hűtés a Peltier-effektuson alapul: szorosan összekapcsolt, különböző félvezetőkből álló blokkokon áramot vezetve át, az elrendezés mintegy „hőszivattyúként" működik, a félvezetők egyik rétege abszorbeálja a hőt és „elszívja" a szembenálló rétegből.

A frigisztor modulok 4, 6, 8 vagy 12 pár félvezető blokkból állnak, a maximálisan felhasznált egyenáram 15 A, 30 A vagy 60 A. A blokkokat réztuskók kötik össze és az elrendezés olyan, hogy a meleg réteg az egyik, a hideg pedig a másik oldalra esik, minden blokknál azonosan.

A hideg réteg a hűteni kívánt térrel áll összeköttetésben.

Ha a hideg és a meleg felületek hőmérséklete a hűtés megkezdésének pillanatában azonos, akkor a 15 A erősségű árammal működő modulok maximális hőelvonó képessége 0,86 W.

A modulok kis mérete lehetővé teszi a pontszerű hűtést. Ennek pl. elektronikus készülékekben vehetik hasznát, ahol kis területeken létrejövő túlmelegedés hibákat okozhat.

A hőmérséklet finom szabályozása az átfolyó áram erősségének változásával érhető el.

A szabvány modul felületei között elérhető legnagyobb hőmérsékletkülönbség 63°C, de ez túlhaladható úgy, ha az egyik modul meleg felületét egy másik modul hideg felülete hűti. Háromfokozatú thermoelektromos hűtéssel —100°C érhető el.

A frigisztorral működő hűtőberendezések sok célra alkalmazhatók: elektronikus készülékek hűtésére, zajcsökkentés céljából; thermokeresztek hitelesítésére; radarberendezésekben levő kvarc oszcillátorok kristályainak stabilizálására; az orvostudományban, műtétek alatt a beteg testhőmérsékletének szabályozására.

*

Az Institution of Electrical Engineers (I.E.E.) 1964. IX. 29.—X. 1-ig „Laserek és alkalmazásuk" címmel konferenciát rendez Londonban.

A konferencia célja: laserekről, koherens és quasi-koherens fényforrásokról szerzett eddigi ismeretek összefoglalása és a legújabb kutatási eredmények ismertetése. A konferencia többek között a következő témákat fogja tárgyalni:

Gáz, folyadék és szilárd típusú laserek; optikai szuperheterodyn vevők, detektorok és modulátorok;

hullámterjedés szabad térben és optikai csőtápvonalakban;

teljesítmény, spektrum és koherens mérések technikája;

physiologiai hatások és a szükséges elővigyázatossági intézkedések;

alkalmazások a hírközlésben és navigációban, a finommechanikában és az orvostudományban.

A konferencián a szokásoknak megfelelően az előadások terjedelme korlátozott: 300 szó maximálisan.

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.397.61 : 621.397.743

Villányi O.:

A IV—V frekvenciasávú TV adóhálózat fejlesztésének jelenlegi helyzete

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 4. sz.

A IV—V frekvenciasávban működő televízió adóhálózat kiépítése és a műsorsugárzás megkezdése felé vezető úton jelentős lépés volt az 1963 szeptemberében Moszkvában magtartott OSzSz szakértői konferencia. A cikk ismerteti a magyarországi helyzetet, a fejlődés irányát, továbbá a moszkvai értekezlet legfontosabb határozatait az adó konstrukció fő irányelveire, a képadóra, a hangadóra és az antennarendszerre vonatkozóan.

ETO 621.372.543

Lénárt Á.:

Alul- és felülátereszto szűrők realizálása szorosan csatolt tekercsekkel

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 4. sz.

A cikk végesben fekvő pólusokkal rendelkező csillapításmenetű alul- és felülátereszto szűrők szoros csatolású tekercsekkel történő realizálását tárgyalja. A szerző adott szűrőkapcsolásokból indul ki és ezekhez átalakításokat és összefüggéseket ad meg, amelyek segítségével egyszerű számítások útján megkaphatók a szűrő szorosan csatolt tekercsekből felépített ekvivalensei. Végül az alkalmazást egy számpélda mutatja be.

ETO 621.319.4.011.4 : 678.746.22

Ludányi J.:

Polisztirol kondenzátorok kapacitásának stabilitása

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 4. sz.

A szerző ismerteti a BHG kondenzátor laboratóriumában a polisztirol kondenzátorok kapacitásának stabilitásával kapcsolatban végzett vizsgálatainak eredményeit. Részletesen tárgyalja a burkolás nélküli polisztirol kondenzátorok kapacitásának stabilitását befolyásoló tényezőket, melyek közül legfontosabb a levegő relatív nedvességtartalma. A vizsgálatok szerint a tartós, 100%-ot megközelítő légnedvesség sem teszi tönkre a kondenzátorokat, s az igénybevételt követő rövidebb-hosszabb idejű pihentetés után újra az eredeti értékekre állnak vissza. Beszámol a burkolt kivitelű belés külföldi gyártmányú kondenzátorokon végzett vizsgálatokról melyek azt mutatták, hogy csak különlegesen hőkezelt és szerelt kondenzátorok rendelkeznek nagy kapacitás-stabilitással.

ETO 621.316.824

Berghammer A.:

Lakkréteg potenciométerek új gyártástechnológiájának kidolgozása

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 4. sz.

A szerző potenciométerek minőségjavításával foglalkozik. Ennek keretében ismertet egy eljárást, amellyel többszázezres forgatást meghibásodás nélkül kibíró lakkréteg potenciométer ellenálláspályák készíthetők. Ezenkívül foglalkozik az alacsony ohmértékű, az eddigieknél könnyebben gyártható jobb minőségű, ezüst vezetőanyagot nem tartalmazó potenciométerpályák előállításával. Végül ismerteti a pályák ezüst kontaktusából adódó hibákat és a hibák kiküszöbölését.

ETO 621.314.63 : 669.782

Motál Gy.:

Szilícium egyenirányítók fejlesztési szempontjai

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 4. sz.

A cikk azokkal a technológiai alapokkal foglalkozik, melyek a korszerű szilícium egyenirányítók fejlesztésének irányát meghatározzák. Az optimális elektromos adatok biztosításának szempontjából vizsgálja a *p-n* átmenet kialakításának módját, a konstrukciós megoldást, a felület szerepét. Végül bemutatja az Egyesült Izzó Konverta Gyárában kifejlesztett új egyenirányító típusok laborpéldányainak karakterisztikáit.

Zusammenfassungen

DK 621.397.61 : 621.397.743

O. Villányi:

Gegenwärtige Lage der Entwicklung Fernseh-Sendernetze in den Frequenzbändern IV—V

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

Es war ein wichtiger Schritt auf dem Wege zum Ausbau des Fernseh — Sendernetzes und Beginn der Programmausstrahlung in den Frequenzbändern IV—V die Konferenz der Sachverständigen der OSS in Moskau im September, 1963. Die Lage in Ungarn, ferner die Tendenz der Entwicklung, die richtigsten Beschlüsse der Moskauer Konferenz hinsichtlich der Hauptrichtlinien der Konstruktion des Bild- und Tonsenders, sowie des Antennensystems werden erörtert.

Обобщения

ДК 621.397.61:621.397.743

О. Виллани:

Настоящее положение развития сети телевизионных передатчиков в диапазонах частот IV—V.

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 4.

На пути к построению сети телевизионных передатчиков работающих в диапазонах частот IV—V совещание специалистов ОСС в Москве в месяце сентября 1963 г. является важным шагом. Статья дает обзор положения во Венгрии, направления развития, дальше самые важные решения совещания в Москве по основным директивам конструкции передатчиков изображения и збука, антенной системы.

ДК 621.372.543

А. Ленарт:

Осуществление фильтров нижних и верхних частот катушками с сильной связью

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 4.

Трактуется осуществление фильтров нижних и верхних частот, имеющих характеристики затухания с полюсами конечного значения, катушками с сильной связью. На основании данных схем фильтров разработаны преобразования и выражения, с помощью которых можно просто определить эквиваленты фильтров, содержащие катушки с сильной связью Наконец показывается цифровый пример применения.

ДК 621.319.4.011.4:678.746.22

Й. Лудани:

Стабильность емкости полистирольных конденсаторов

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 4.

Даны результаты испытаний по стабильности емкости полистирольных конденсаторов в лаборатории завода BHG. Подробно трактуются факторы влияющие на стабильность полистирольных конденсаторов без покрытия, самым важным из которых является относительная влажность воздуха. По результатам испытаний продолжительная влажность воздуха приближающаясь 100% не повреждает конденсаторы и его параметры отыгрывают первоначальные величины после покоя следующего нагрузку, определенного времени. Дан отчет об испытаниях конденсаторов с покрытием венгерского и зарубежного производства. Эти показывают, что только конденсаторы со специальной термообработкой и сборкой имеют высокую стабильность емкости.

ДК 621.316.824

А. Бергхаммер:

Разработка новой технологии производства лаковых потенциометров

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 4.

Трактуется улучшение качества потенциометров. В рамках этого описан метод, с помощью которого можно производить пути сопротивления потенциометров с лаковым слоем, выдержающие несколько сот тысяч вращений без повреждения. Кроме этого трактуется производство путьев потенциометров низково сопротивления, имеющих лучшее качество, изготовление которых легче. Наконец описаны недостатки связанные с серебряными контактами путьев и их устранение.

ДК 621.314.63 : 669.782

Г. Мотал:

Точки зрения разработки кремниевых выпрямителей

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 4.

Даны основы технологии, решающие направление разработки современных кремниевых выпрямителей. Испытаны способы осуществления оптимальных электрических параметров p-n переходов, решение конструкции, роль поверхности. Наконец показываны характеристики лабораторных образцев новых типов выпрямителей разработанных на заводе Тунгсрам-Конверта.

Summaries

UDC 621.397.61 : 621.397.743

O. Villányi:

Present Situation of the Development of Television Transmitter Network in the Bands IV—V

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

On the road leading to the establishment of the television transmitter network operating in bands IV—V the conference of the specialists of OSS, held in Moscow in September 1963, was an important step. The situation in Hungary, the direction of development, further the most important decisions of the Moscow conference as regards the main features of the image and sound transmitters and of the antenna system are dealt with.

DK 621.372.543

A. Lénárt:

Verwirecklichung von Tiefpass- und Hochpass- Filtern mit fest gekoppelten Spulen

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

Der Artikel erörtert die Verwirklichung von Tief- und Hochpass-Filtern, welche mit Hilfe von fest gekoppelten Spulen. eine Dämpfungscharakteristik mit endlichen Werten der Polen besitzen Es wird von gegebnen Filterschaltbildern ausgegangen und es werden Umformungen und Zusammenhänge angegeben, mit deren Hilfe die gleichwertigen Schaltbilder von Filtern, mit fest gekoppelten Spulen durch einfache Berechnungen erhalten werden können. Endlich wird ein Zahlenbeispiel der Verwendung angegeben.

DK 621.319.4.011.4 : 678.746.22

L. Ludányi:

Kapazitätstabilität der Polystyrolkondensatoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 4.

Der Verfasser erörtert die Resultate der Kapazitätstabilitätsprüfungen der Polystyrolkondensatoren die in dem Laboratorium für Kondensatoren der BHG ausgeführt wurden. Er gibt eine ausführliche Information über die Faktoren die, die Kapazitätstabilität der Kondensatoren ohne Gehäuse beeinflussen. Der wichtigste Faktor ist die relative Luftfeuchtigkeit. Gemäss den Prüfungen werden die Kondensatoren auch von einer ständingen 100 % annähernden Luftfeuchtigkeit nicht beschädigt und nach einer kürzeren oder längeren Lagerung nach der Beanspruchung gewinnen die Kondensatoren ihre ursprüngliche Werte zurück. Zum Schluss macht der Verfasser die an den im In- und Ausland hergestellten Gehäusekondensatoren durchgeführten Prüfungen bekannt, und beweist, dass nur Kondensatoren mit spezieller Wärmebehandlung und Fertigung eine hohe Kapazitätstabilität haben können.

DK 621.316.824

A. Berghammer:

Entwicklung neuer Herstellungstechnologie von Lackschichtpotentiometern

HÍRADÁSTECHNIKA Budapest XV. (1964) Nr 4.

Der Verfasser beschäftigt sich mit der Qualitätverbesserung von Potentiometern. In diesem Zusammenhang erörtert er ein Verfahren, mit welchem solche Potentiometer-Widerstandsbahnen aus Lackschicht verfertigt werden können, die mehrhunderttausend Drehungen ohne Fehler aushalten. Ausserdem beschreibt er die Herstellung solcher, Silber nicht enthaltenden niederohmigen Potentiometerbahnen, die leichter verfertigt werden können und auch bessere Qualität haben, als die bisherigen. Zum Schluss macht er die aus den Silberkontakten der Bahnen entstehenden Fehler und eine Beseitigung derselben bekannt.

DK 621.314.63 : 669.782

G. Motal:

Gesichtspunkte zur Entwicklung von Siliziumgleichrichtern

HÍRADÁSTECHNIKA BudapestXV. (1964) Nr 4.

Der Artikel beschäftigt sich mit jenen technologischen Grundlagen, die die Entwicklungsrichtung der modernen Siliziumgleichrichter bestimmen. Zur Sicherung der optimalen elektrischen Daten, untersucht er die Ausbildungsweise des p-n Überganges, die konstruktive Lösung, und die Rolle der Oberfläche. Zum Schluss stellt der Verfasser die Kennlinien der bei Firma Tungsram-Konverta entwickelten Laboratoriumsmustern von neuen Gleichrichtentypen vor.

ETO 621.372.543

A. Lénárt:

Realization of Low-Pass and High-Pass Filters with Tightly Coupled Coils

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

The realization of low-pass and high-pass filters the attenuation charasteristics of which has poles of finite values, with tightly coupled coils is described. Circuits of known configuration serve for the design and from these — by some transformations and relations — may be determined the equivalent circuits comprising tightly coupled coils. Their application is presented by an example.

UDC 621.319.4.011.4 : 678.746.22

J. Ludányi:

Capacitance Stability of Polystyrene Film Dielectric Capacitors

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 4.

The author presents the results of the tests of the capacitance stability of polystyrene film dielectric capacitors obtained in the Laboratory for Capacitors of the BHG. He discusses in detail the factors influencing the capacitance stability of polystyrene film dielectric capacitators whithout case. The most important of these factors is the relative humidity of air. According to the tests the capacitors do not fail being subjected to an approximately 100 % long term air humidity exposure and after a shorter or longer recovery period following the test they regain their initial values. The author informs us of the tests executed on the home and foreign made capacitators with case, which showed that only specially heat treated and manufactured capacitors have a high stability of capatitance.

UDC 621.316.824

A. Berghammer:

Development of the Manufacturing Technology of Lacquer Layer Potentiometers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

The improvement of the quality of potentiometers is dealt with. In this connection a method is described enabling the manufacture of potentiometers capable to withstand several hundred thousand rotations. Furthermore, the manufacture of resistance paths for low — resistance potentiometers, having better quality and not containing silver, is described. Finally the faults originating from the silver contacts and the elimination of these faults is set forth.
UDC 621.372.543

UDC 621.314.63 : 669.782

G. Motál:

Some Viewpoints of the Development of Silicon Rectifiers

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 4.

The technological basic principles determining the direction of development of modern silicon rectifiers are dealt with. The method of realizing p-n junctions, their constructional solution, of the role and surface are investigated to ensure optimum electrical operating data. Finally the characteristics of laboratory samples of rectifier types developed recently in the factory "Konverta" of the Tungsram Works are presented.

Résumés

CDU 621.397.61 : 621.397.743

O. Villányi:

Situation présente du développement du réseau des émetteurs de télévision dans les bandes de fréquence IV—V

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) No 4.

Sur le chemin de la réalisation d'un réseau des émetteurs travaillants dans les bandes de fréquence IV—V et du commencement des diffusions la conférence des spécialistes de l'OSS à Moscou en séptembre, 1963, était un pas important. La situation en Hongrie, la tendance du développement, ensuite les résolutions les plus importantes concernantes les principes de construction de l'émetteur de l'image et de son et du système d'antenne sont exposés.

CDU 621.372.543

A. Lénárt:

Réalisation des filtres passe-bas et passe-hauts avec bobines à couplage serré

HIRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) No 4.

L'article traite la réalisation des filtres passe-bas et passe-hauts, ayant des caracteristiques d'atténuation avec pôles de valeurs finis, par bobines à couplage serré. Basant sur circuits connus, transformations et rélations sont données, par lesquelles les circuits équivalents comprenant des bobines à couplage serré peuvent être déterminé par calculations simples. Enfin l'application est présentée par un exemple.

CDU 621.319.4.011.4 : 678,746.22

J. Ludányi:

Stabilité de la capacité des condensateurs à film en polystyrène

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 4.

L'auteur nous informe des resultats de recherche de la stabilité de capacité des condensatuers à film en polystyrène qu'il a obtenus dans la Laboratoire des condensateurs de la BHG. Il discute en détail les facteurs qui influencent la stabilité de capacité des condensateurs à film en polystyrène sans protection. Le plus important de ces facteurs est l'humidité relative de l'air. Selon les observations les condensateurs soumits à un essais de l'humidité de l'air de longue durée en abordant 100 % humidité relative les condensateurs ne subissent auqu'un dégat. Après une période de reprise moins ou plus longue les condensateurs regagnent leurs valeurs initiales. Il fait connaître les resultats des essais faits sur les condensateurs sans protection. Ces essais prouvent que seul les condensateurs d'un traitement thermique et montage spéciale ont une haute stabilité de capacité.

CDU 621.316.824

A. Berghammer:

Développement de la téchnologie de fabrication des potentiomètres á couche de laque

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) No 4.

L'auteur s'occupe de l'amélioration de la qualité des potentiomètres. Un procédé est donné, par lequel lesistes de résistance des potentiomètres à couche de laque peuvent être fabriquées supportants plusieurs cent milles rotations. Ensuite la fabrication des pistes de résistance pour potentiomètres ne contenantes pas d'argent, ayant une valeur de résistance basse, meilleure qualité et production plus facile est expose. Enfin les défauts de contact des pistes à argent et leur élimination sont analysées.

CDU 621.314.63 : 669.782

G. Motál:

Points de vue du développement des redresseurs au silicium

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) No 4.

Les bases technologiques déterminant la tendance du développement des rédresseurs au silicium modernes sont exposées. Pour assûrer les données électriques optimales, la méthode de la réalisation des jonctions p-n, la solution constructiv, et la rôle de surface sont analysées. Enfin les caractéristiques des échantillons de laboratoire des types nouveaux des rédresseurs fabriqués par la firme Tungsram-Konverta sont présentés.

TRANSZFORMÁTOR KTSZ.

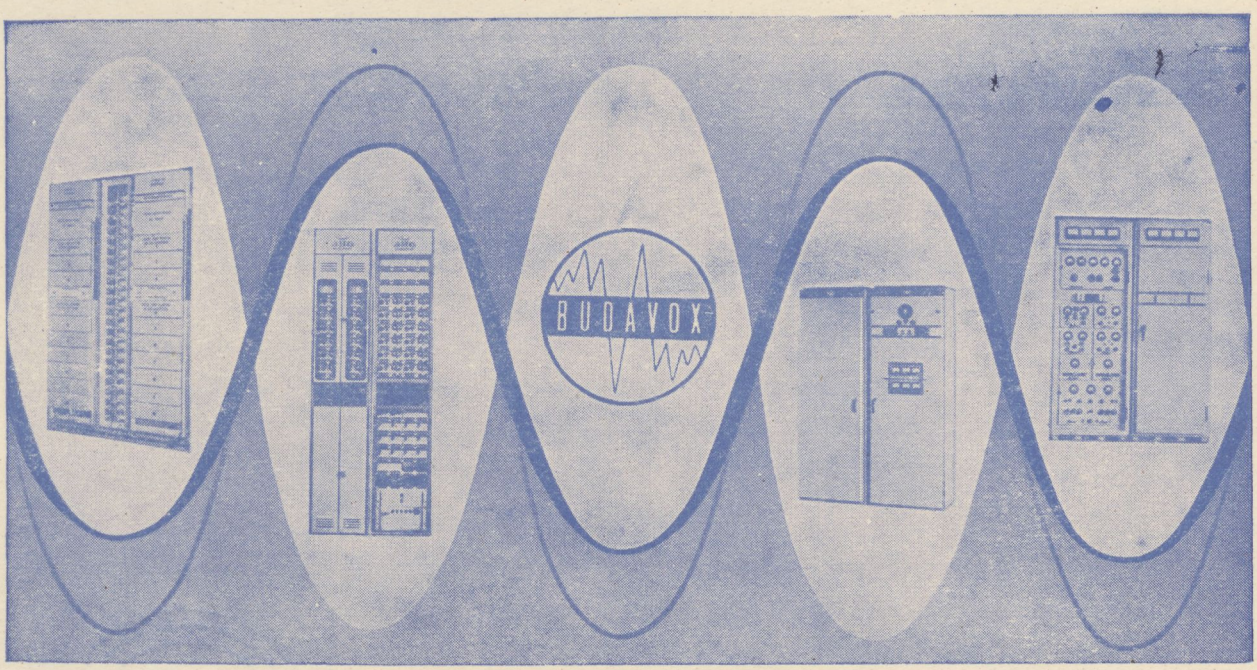
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

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



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

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

BUDAVOX

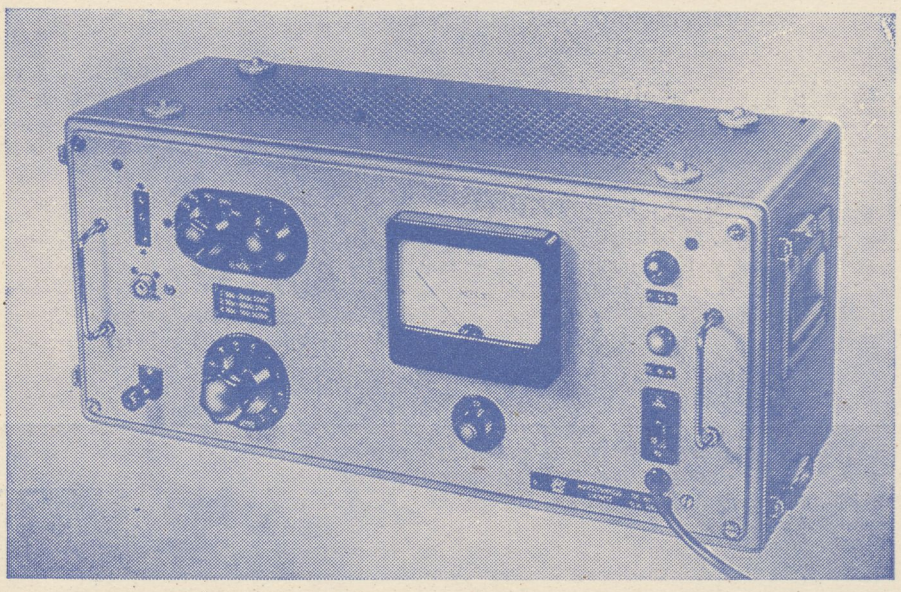
BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

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

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