



50.165

XIV. ÉVFOLYAM 3. SZÁM, 81—120 OLDAL
BUDAPEST, 1963. JÚNIUS HÓ

3

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

MUZNAY GÉZA: BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont. Házi vonalak helyszámának meghatározása	81
KEMÉNY ÁDÁM — FISCHER FERENC: Hazai fűlvezető elemek megbízhatósági kérdései	85
VASVÁRI GYÖRGY: Hibajavító kódok alkalmazása PCM rendszereknél	95
VÁNYAI PÉTER: Rezonanciagörbék kiértékelésének pontos módszere	97
GOBBI ISTVÁN: Új típusú transzformátor konstrukciók lehetősége a szemianizotróp transzformátor-lemez alkalmazásával	100
MAMUSICH GYÖRGY: Számítógépek felhasználása a híradástechnikai tervezőmunkában	104
GONDA LAJOS — ORGOVÁNY LÁSZLÓ: Korszerű galvanikus nemesfém bevonatok	108
Hírek	103
Szemle	103
Könyvismertetés	102, 104
Szabadalmi Szemle	115
Tartalmi összefoglalások	117
Обобщения	117
Zusammenfassungen	118
Summaries	118
Résumé	119

Szerkesztőség: BALOGH PÁL felelős szerkesztő, BOGLÁR GYULA szerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár. — 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, KÖMÜVES FRIGYES kandidátus, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, NOVÁK ISTVÁN, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER a műszaki tudományok doktora, VIG ISTVÁN.

HÍRADÁSTECHNIKA — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113—450. Felelős kiadó: SOLT SÁNDOR. A lap megjelent 1350 példányban. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 15 Ft, egész évre 30 Ft. Egyes szám ára: 5 Ft. Megjelenik kéthavonta. Csekkzámlaszám: Egyéni 61,254, közületi 61,065 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” P. O. B. 149 Budapest 62.

BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont. Házi vonalak helyszámának meghatározása

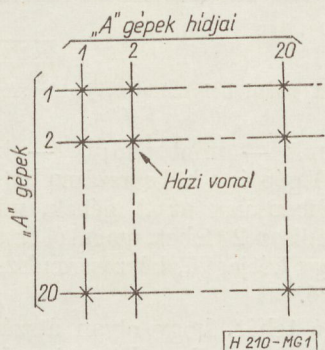
ETO 621.395.344.6

A CA-402 alközpontban — amint azt cikksorozatunk bevezető részében* már említettük — valamennyi kapcsolás felépítését a közös vezérlő áramkör irányítja. Minden egyes kapcsolás alkalmával a vezérlő áramkör első teendője a hívó-, ill. a hívott házi vonal kapcsolási adatainak meghatározása. A vezérlő áramkörnek e feladatot ellátó része az azonosító áramkör.

Előző közleményünkben** már foglalkoztunk az azonosítással. Bebizonyítottuk, hogy egy négyszáz vonalas központban — még a gyakorlatban előforduló legnagyobb forgalom mellett is — oly kicsi a hibás azonosítások valószínűsége, hogy elegendő egyetlen azonosító áramkört alkalmazni. Ez a körülmény természetesen kihat az áramkör kivitelére is és lehetővé tesz bizonyos egyszerűsítéseket.

Említettük továbbá azt is, hogy az azonosító áramkör sémája olyan matrix, amelynek elemei az egyes házi vonalaknak, a sorai, ill. oszlopai pedig az egyes A gépeknek, ill. az A gépek hídjainak felelnek meg (1. ábra). Bármely házi vonalat tehát két adattal: a megfelelő A gép és a megfelelő híd sorszámaival határozhatunk meg. E két adatból képzett számot nevezzük a szóban forgó házi vonal helyszámának. (Így például a tizenötödik A gép harmadik hídjára bekapcsolt házi vonal helyszáma: 15—03.)

Ezek szerint az azonosító áramkörnek az a feladata, hogy minden egyes kapcsolás alkalmával meghatározza ezt a helyszámot. Jóllehet a feladat mindig



1. ábra. Az azonosító áramkör sémája

azonos, az áramkör működése mégis különböző akkor, ha hívó, vagy ha hívott vonal helyszámát kell megállapítania. Ennek megfelelően a két esetet külön tárgyaljuk.

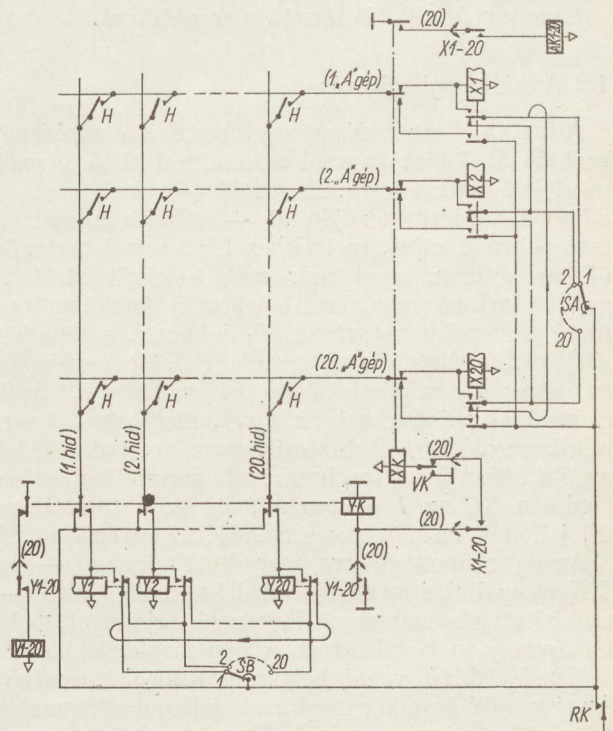
1. Hívó vonal helyszámának meghatározása

Az azonosító áramkör kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Az ezen feltüntetett kapcsolóelemek szerepe, ill. az egyes szimbólumok jelentése a következő:

Az azonosító-matrix elemeit a házi vonaláramkörök H hívójelfogójának záróérintkezői képezik. Valahányszor egy vonal hív, meghúzza a hozzátartozó H jelfogó és zárja érintkezőjét.

A matrix soraihoz az egyes A gépeknek megfelelő $X_1 \dots X_i \dots X_{20}$ jelfogók, oszlopaihoz pedig az egyes hidakra jellemző $Y_1 \dots Y_j \dots Y_{20}$ jelfogók tartoznak.

Az X_i jelfogók a hozzájuk tartozó AK_i konnektor-jelfogókat működtetik. Ezek feladata a megfelelő A gép felkapcsolása. Az Y_j jelfogókról a V_j konnek-



2. ábra. Hívó vonal helyszám-meghatározása

* Budai Lajos: BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont. Híradástechnika XIII. (1962). 6. sz. 201. old.

** Wirth József: BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont. Hívások azonosításának veszteségei. Híradástechnika XIV. (1963). 2. sz. 43. old.

torjefogók működnek, melyek az **A** gépek megfelelő hídját kapcsolják fel.

Az **SA** és **SB** szimbólumok sorrendkapcsolókat jelképeznek. Ezek szerepét később tárgyaljuk, egyelőre tételezzük fel, hogy mindkettő az ábrán feltüntetett helyzetben áll.

Az **XK** és **YK** jelfogók, valamint **RK** és **VK** kontaktusok szerepére a működés ismertetése során térünk ki.

A hívó vonal helyszámának megállapítása két lépésben történik: az első lépésben kiválasztjuk a vonalhoz tartozó **A** gépet, a másodikban pedig a hozzátartozó hidat.

1.1 Az **A** gép kiválasztása

Házi vonalak felől érkező hívások esetén felkapcsolódik a vezérlő áramkör és meghúzz **RK** jelfogója. **RK** földet kapcsol az azonosító-matrix minden oszlopára, így — a meghúzott **H** jelfogók záróérintkezőin át — földre kapcsolódnak a matrix azon sorai is, melyekhez hívó vonalak tartoznak. Meghúznak az **e** sorokhoz tartozó X_i jelfogók. A meghúzott X_i -k működtetik **XK**-t és **YK**-t, melyek bontják az összes X_i működtetőkörét. Ennek eredményeként elengednek a meghúzott X_i -k, kivéve azt az egyet, mely legelső az **SA** sorrendkapcsoló állása által meghatározott sorrendben, s így — **SA**-n keresztül — tartóáramkörre biztosítva van. (Mivel esetünkben **SA** az 1 ponton áll, ez a sorrend megegyezik X_i jelfogók természetes sorrendjével.)

Az egyedül tartva maradt X_i jelfogó — az **XK** záróérintkezője által kapcsolt földről — működteti a hozzátartozó AK_i konnektorjelfogót, mely felkapcsolja a megfelelő **A** gépet.

Ezzel az **A** gép kiválasztása megtörtént.

1.2 A híd meghatározása

A tartva maradt X_i a meghúzott **XK** záróérintkezőjén át földet kapcsol a kiválasztott **A** gépnek megfelelő matrix-sorra. Ez a föld — a meghúzott **H** jelfogók záróérintkezőjén át — mindazon matrix-oszlopokra is eljut, melyekhez hívó vonal tartozik. (Természetesen, most már csak a kiválasztott **A** géphez tartozó vonalakról lehet szó.) Meghúznak az illető oszlopokhoz tartozó Y_j jelfogók, s rövidre zárják **YK** tekercsét, mire az elenged. Elengedésekor az összes Y_j működtetőköre megszakad, így azok elengednek, kivéve azt az egyet, melynek **SB** sorrendkapcsoló tartást biztosít, azaz amelyik legelső az **SB** állása által meghatározott sorrendben. (Esetünkben **SB** az 1 ponton áll, így ez a sorrend az Y_j jelfogók természetes sorrendjével egyezik meg.)

Az egyedül meghúzva maradt Y_j jelfogó — az **YK** nyugalmi érintkezője által kapcsolt földről — működteti a hozzátartozó V_j konnektorjelfogót, mely felkapcsolja a kiválasztott **A** gép megfelelő hídját.

Ezzel a hívó vonal helyszámát meghatároztuk. Az azonosító áramkör meghúzott jelfogói a kapcsolás felépültéig tartva maradnak. Ezen idő alatt az áramkör a **H** jelfogók állapotában bekövetkező változásokkal szemben érzéketlen.

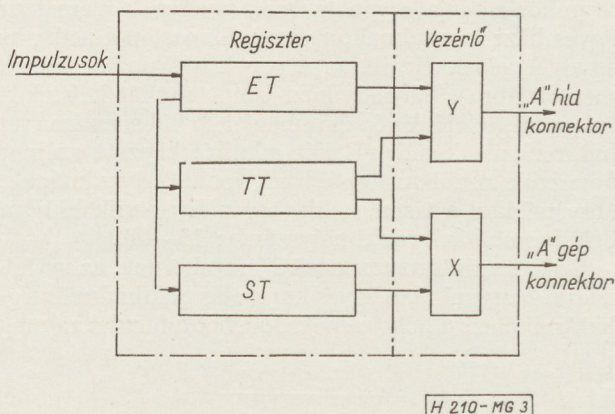
1.3 A sorrendkapcsolók szerepe

Az **SA** és **SB** szimbólumok olyan ciklikus működésű jelfogóláncokat jelképeznek, melyek minden egyes kapcsolás alkalmával lépnek egyet, s így minden kapcsolásnál más-más X_i , ill. Y_j jelfogónak biztosítanak elsőbbséget. Ez a sorrendváltás t_0 lehetővé, hogy az azonosító áramkör akkor is — legalább részben — üzemképes maradjon, ha a sorbakötött érintkezők valamelyike meghibásodik. (Rögzített sorrend esetén ugyanis a sorbakötött elemek bármelyikének meghibásodása megbéníthatná a sorrendben utána következők működését is.)

2. Hívott vonal helyszámának meghatározása

A központ általános ismertetése során említettük már, hogy a hívott vonal kapcsolására akkor kerül sor, amikor a hívó féllel kapcsolatban levő regiszter bevételezte a hívott fél számának mindhárom jegyét. Ilyenkor a vezérlő áramkör felkapcsolódik az illető regiszterre, s az átadja neki ezt a számot. A vezérlő áramkör azonban csak a helyszám ismeretében tudja felépíteni a kapcsolást, ezért első teendője, hogy a hívószámot helyszámmá alakítsa át.

A hívószám háromjegyű, tízes rendszerbeli szám. A jegyek számát a központ maximális vonalkapacitása (ez esetünkben 400 vonal), a számrendszer alapszámát pedig a számtárcsa szerkezete szabja meg.



3. ábra. Hívott vonal helyszám-meghatározásának sémája

A helyszámot — mint tudjuk — két adat: a kapcsolandó **A** gép és a híd sorszáma határozza meg. Mivel esetünkben úgy az **A** gépek, mint a hidak száma maximálisan 20 lehet, magától értetődik, hogy a helyszám egy kétjegyű, húszas rendszerbeli számnak tekinthető.

Nyilvánvaló tehát, hogy olyan átszámító áramkörre van szükség, amely a háromjegyű tízes rendszerbeli számokat kétjegyű húszas rendszerbeli számokká alakítja át. Az áramkör kivitele azonban függ attól, hogy a regiszter milyen kódban tárolja a hívószámot. A kódolás leggazdaságosabb módja viszont az impulzusszámláló jelfogólánc kivitelétől függ.

Fentiekből következik, hogy a hívószám—helyszám átszámítás, valamint a regiszterek számbevétele

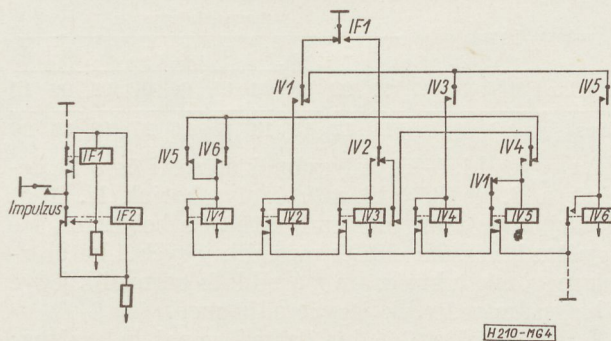
lezésének és tárolásának kérdése szorosan összefügg, ezért célszerű együtt tárgyalni őket. Az összefüggéseket a 3. ábra szemlélteti. Erről leolvashatjuk, hogy a hívó vonalról érkező impulzusokat az *ET* jelű jelfogólánc számlálja. Az első (százast) számjegyet az *ST* jelfogócsoport, a másodikat (a tizedeket) a *TT* csoport tárolja, míg a harmadikat (az egyeseket) maga az *ET* lánc. A vezérlő áramkör felkapcsolódásakor működésbe lép az *X* és *Y* jelű átszámító áramkör, mely a hívószám első és második jegyéből meghatározza a helyszám első jegyét (azaz a hívott *A* gépet), a második és harmadik számjegyből pedig a helyszám második jegyét (a hívott vonalhoz tartozó hidat).

2.1 Impulzusszámlálás

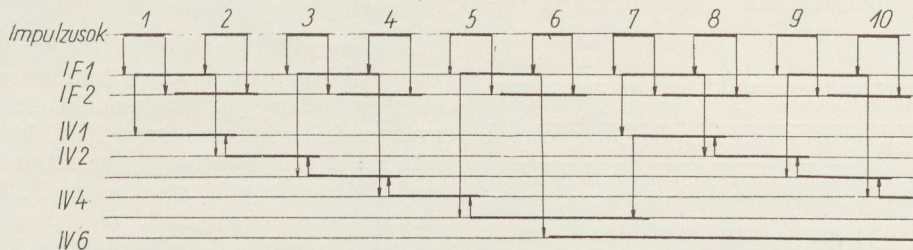
A 4. ábrán az *ET* impulzusszámlálólánc kapcsolási rajza, az 5. ábrán pedig idődiagramja látható. A 4. ábrán szaggatottan jelölt földek az impulzussorozatok (azaz az egyes számjegyek) közötti szünetekben megszakadnak, így a jelfogólánc minden impulzussorozat kezdetén alapállásból indul. A jelfogólánc működése az idődiagram alapján végigkövethető, így a szóbeli ismertetést mellőzzük. Megjegyezzük viszont, hogy az *IV1—IV6* impulzusvevőjelfogók az *IF1—IF2* jelfogókból álló impulzusfelezőből megnyújtott impulzusokat kapnak, ami jelentősen növeli a számlálólánc működési biztonságát.

2.2 Számtárolás

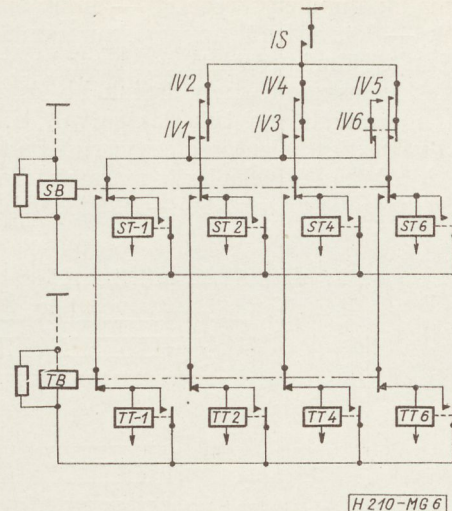
A 6. ábra az *ST* és *TT* tárolójelfogók kapcsolási rajzát szemlélteti. Itt a szaggatottan jelölt földek a regiszter áramkör tartóföldjét jelentik.



4. ábra. Impulzusszámlálólánc kapcsolási rajza



5. ábra. Impulzusszámlálólánc idődiagramja



6. ábra. Tárolójelfogók kapcsolási rajza

A tárolójelfogók kapcsolása és működése nem tér el a megszokottól, így csak egész röviden ismertetjük azt.

Az első impulzussorozat végén működik *IS* záró-érintkező, s a meghúzott *IV* jelfogók záróin át gerjeszti a megfelelő *ST* tárolójelfogókat. *IS* elengedésekor — a meghúzott *ST* jelfogókkal sorban — *SB* is működik. A második impulzussorozat végén *IS* a *TT* jelfogókat, majd elengedésekor *TB*-t működteti.

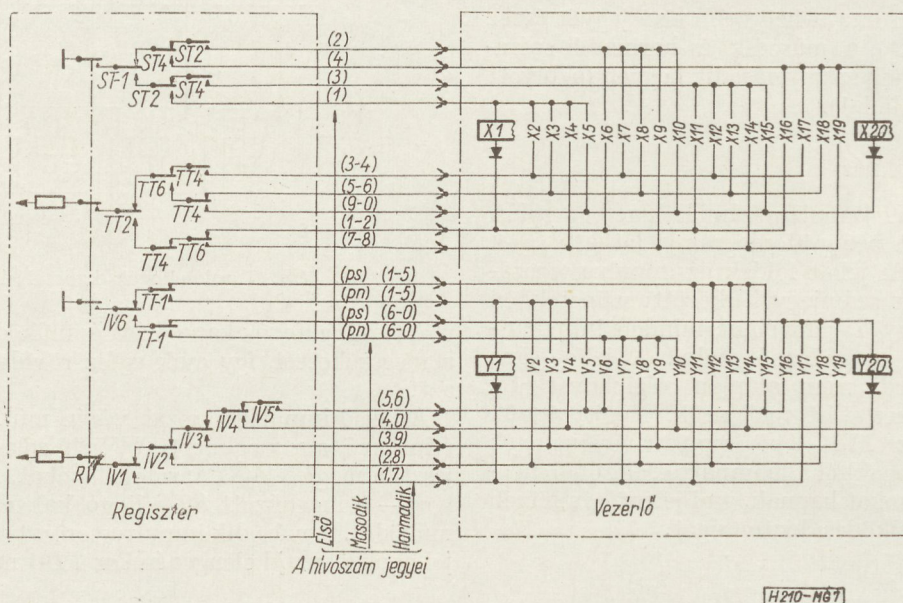
1. táblázat

Tárcsázott számjegy	Meghúzott jelfogók									
	IV						ST, TT			
	1	2	3	4	5	6	-1	2	4	6
1	+						+	+		
2		+						+		
3			+				+		+	
4				+					+	
5					+		+			+
6					+	+				+
7	+					+	+	+	+	+
8		+				+		+		+
9			+			+	+		+	+
0				+		+			+	+

A harmadik impulzussorozatot — mint azt már említettük — közvetlenül az impulzusszámlálólánc tárolja. Ez a körülmény szükségessé teszi, hogy olyan tárolókódot válasszunk, mely leginkább összhangban van a számlálólánc tulajdonságaival, ti. megfelelő kód választása jelentősen egyszerűsíti a tárolójelfogók érintkezőiből felépített faáramköröket. E célkitűzést szolgálja a szokatlan —1 kódelem bevezetése.

menő pontjaira, mire meghúz a helyszámnak megfelelő X_i és Y_j jelfogópár. (E jelfogók azonosak a 2. ábra X_i és Y_j jelfogóival.) A 2. ábrából láthatjuk, hogy a vezérlő áramkör VK jelfogójának imént említett meghúzásakor XK is működik, így X_i és Y_j meghúzásakor rögtön működnek a megfelelő AK_i és V_j konnektorjelfogók is.

Ezzel a hívott vonal helyszámának meghatározása megtörtént.



7. ábra. Hívószám-helyszám átszámító áramkör

Az impulzusszámláló és -tároló jelfogók működéséről az 1. táblázat nyújt szemléletes képet. Erről leolvashatjuk, hogy különféle számjegyeket társázva melyik IV, ST, ill. TT jelfogók maradnak tartva. A táblázatot tanulmányozva, felfedezhetjük az imént említett összhangot a számlálólánc működése és a tárolójelfogók kódolása között.

2.3 Hívószám-helyszám átszámítása

Az átszámító áramkör működését a 7. ábra alapján ismertetjük.

A regiszer a hívószám harmadik jegyének bevezetése után magárahívja a vezérlő áramkört. A vezérlő felkapcsolódásakor meghúz a vezérlő VK és a szóban forgó regiszer RV jelfogója.

Az RV jelfogó földet, ill. telepet kapcsol a tárolójelfogók érintkezőiből konstruált faáramkörök be-

3. táblázat

A hívószám										
második jegye	harmadik jegye									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
páratlan	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
páros	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Az egyes hívó- és helyszámok közötti összefüggéseket a 2. és 3. táblázatból olvashatjuk le. Mint láthatjuk (és mint már említettük), a helyszám első jegyét a hívószám első és második jegyéből határozzuk meg, míg a hívószám második és harmadik jegye a helyszám második jegyét adja meg.

Így például a 248 hívószámú vonal helyszáma: 07—18, azaz az illető vonal a 7. A gép 18 hidján található.

3. Összefoglalás

Az azonosító áramkört a teljes kiépítésű (400 vonalas) központtal kapcsolatban ismertettük. Magától értetődik, hogy az itt elmondottak értelemszerűen érvényesek kisebb vonalkapacitású központokra is.

Az ismertetés során végig arra törekedtünk, hogy mindenütt csak a lényegyet emeljük ki. Elhagytuk mindazokat a részleteket, melyekre a valóságban ugyan szükség van, de az áttekinthetőséget nehezítik.

Az áramkör tényleges kivitele bonyolultabb az itt ismertetettnél, s egyéb — itt nem említett — feladatokat is ellát.

2. táblázat

A hívószám					
első jegye	második jegye				
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-0
1	01	02	03	04	05
2	06	07	08	09	10
3	11	12	13	14	15
4	16	17	18	19	20

Hazai félvezetőelemek megbízhatósági kérdései

ETO 621.382.001.4

A rétegtranzisztor megszületésétől mindössze kb. 100 000 óra telt el, és azóta a gyártási technológia még rövid időre sem állt meg. Egy „tökéletes technológiával” gyártott félvezető eszköz tényleges élettartamára vonatkozóan (feltéve a perfekt lezárást és minden szennyeződéstől mentes kristályfelületet) így csak jóslásokba lehetne bocsátkozni.

Az eltelt időben igen sok erőfeszítést tettek — különösen az utolsó 5 évben — a megbízhatóság kérdéseinek tisztázására és ezzel párhuzamosan a megbízhatóság emelését célzó technológia kidolgozásába. A legtöbb esetben az a veszély áll fenn, hogy egy valamennyire is értékes élettartamvizsgálat elteltével a vizsgált típus és annak gyártási technológiája elavulttá válik: — Mindenesetre, az ilyen vizsgálatok a legnagyobb fontosságúak, hiszen ha aránylag rövid időtartamban — néhány ezer óra alatt — nagyon sok példány viselkedését vizsgáljuk, a kapott „tranzisztor-óra” szorzat nagy lesz, és így aránylag rövid idő alatt jó képet nyerhetünk a gyártmány megbízhatóságáról. Ez pedig technológiai fejlesztés ellenőrzését teszi lehetővé.

A megbízhatóság definiálása és követelményei

A megbízhatóságot befolyásoló tényezők

A megbízhatóság kérdése félvezető eszközöknél nagy mértékben függ: a) a külső működési feltételektől (hőmérséklet és egyéb környezeti tényezők); b) az alkalmazott kapcsolásban való igénybevételtől (disszipáció, csúcsfeszültség, csúcsáram); c) a meghibásodás definiálásától és d) a készülékben használt félvezető eszközök (pl. tranzisztorok) számától.

Az adott kapcsolásban működő félvezető eszközök egymásrahatása, továbbá tranziens jelenségek szintén számításba veendő tényezők. Ha nem vesszük figyelembe az összes tényezőt, egy bizonyos alkalmazásnál nyert eredményeink teljesen félrevezetőek lehetnek egy másik alkalmazásnál.

Az élettartam végpont kritériuma

A „meghibásodás” definíciója nagymértékben érinti a megbízhatóság mértékét. Az alkalmazott kapcsolat függvénye, hogy mely paraméter milyen mértékű változása engedhető meg egy eszközben a zavartalan működés megtartása mellett. E tekintetben az irodalmi anyagban nincs kialakult álláspont. Minden esetre a következő általános irányvonalak adhatók meg:

Kisjelű „A” osztályú erősítőknél a két legfontosabb áramkörü paraméter az erősítés és a zaj. Az erre

legjellemzőbb adatok a h_{21e} kisjelű közös emitteres áramerősítési tényező és az 1 kHz-es F zajtényező [1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10].

A zajtényező változást is több szerző vizsgálja [3, 8], de élettartam végpont kritériumként egyik sem adja meg, bár a témakör egyik legalapvetőbb cikkében Roberts, Henderson és Hastie [3] az I_{cbo} -al korrelációban, mint alapvető kritériumot említi. Ez a kérdés megítélésünk szerint elhanyagoltabb az irodalomban, mint a probléma fontossága szerint megilletné.

Laboratóriumunkban Hidas György és a szerzők vizsgálatai alapján egyértelműen bebizonyosodott, hogy nem stabil felületű tranzisztoroknál a zajtényező és az I_{cbo} visszáram növekedése szoros korrelációban áll. Az eleve megbízhatatlan instabil felületű tranzisztoroknál így a I_{cbo} időbeli vizsgálatával hathatós módszerünk van azok kiszektelására.

Nagyjelű erősítőknél az élettartam szempontjából leglényegesebb működési paraméterek a h_{21E} és az adott I_c -nél vagy I_b -nél beálló U_{be} (nagyjelű merekség). Az U_{be} -re több szerző kimutatja, hogy az gyakorlatilag változatlan, sok ezer órás vizsgálat esetén is [3, 7].

Impulzus üzem esetén az előző paraméterekhez még az U_{ces} telítési feszültség jöhet számba, ez azonban nem felületfüggő és így nem változik. Roberts, Henderson és Hastie, továbbá Thornton is kimutatják, hogy az U_{ces} a sokezer órás élettartam alatt gyakorlatilag nem változott [3, 7].

A másik fontos jellemző az U_{pt} „punch-trough” (érintkezési) feszültség, amely impulzus kapcsoló áramkörben az adott, ill. fellépő max. csúcsáramnál a biztonságosan megengedhető kollektor-emitter feszültséget adja. Laboratóriumunkban Kocsis Miklós kimutatta, hogy az eleve alacsony és az impulzusüzemi nagy csúcsáramoknál egyre alacsonyabbra kerülő érintkezési feszültség letörése felelős az egyes impulzus-üzemű alkalmazásoknál az eddig „katasztrofális meghibásodásnak” tekintett, gyakran előforduló tönkremenetelekért. A meghibásodás oka az egyenetlen, erős „rúcsköket”, kiemelkedéseket mutató határréteg. Az érintkezési feszültség a legkisebb kollektor-emitter távolságra jellemző. Nagy csúcsáramú üzemben az áram a kis $k-e$ távolsággal rendelkező „rúcskók” helyére koncentrálódik, és itt a réteghőmérséklet adiabatus változása következhet be. Ez a hirtelen hőmérsékletugrás a kollektor, ill. emitter határréteg „rúcskei” helyén a

beötöződés hőmérsékletét is elérheti, amely a bázisréteg fokozatos vékonyodását és egyben az érintkezési feszültség graduális esését eredményezi a „rűcsök” helyén. A folyamat vége a kollektor és emitter réteg érintkezése és így $k-e$ átszúrás. A jelenség különösen érdekes pl. nagyteljesítményű tranzverter alkalmazásoknál [11].

A visszáram, mint élettartam végpont index

Az olyan alkalmazásoknál, ahol az áramkör szükség szerűen kismértékű egyenáramú munkapontstabilizálással rendelkezik és egyúttal magas hőmérséklet vagy közel maximális disszipáció mellett működik (pl. A, B, ill. C oszt. teljesítményerősítő fokozatok), valamint, ha az áramkörtől nagy hőstabilitást, kívánunk meg (pl. egyenáramú erősítőknél), az erősítést befolyásoló paraméterek mellett a domináns paraméter a visszáram. Az eddigi irodalmi adatokból is kitűnik, hogy ez az idő folyamán legerősebb degradálódó paraméter [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10].

Összefoglalva az eddigieket, kimondhatjuk szintézisként, hogy az élettartam-végpont kritériumára egyetlen paraméter degradációja nem jellemző. Az időben jelentős változásra hajlamos paraméterek csoportját kell definiálni élettartam-végpontként, megadva a határértékeket, és az élettartam végpont elérését a csoport valamelyik paraméterénél a határérték túllépése jelzi.

Az időbeli változásra hajlamos paraméterek csoportja: I_{cbo} (lehetőleg specifikált max. feszültségen); BU_{cbo} , h_{21e} , ill. h_{21E} ; kisjelű tranzisztorerősítő alkalmazásoknál az F zajtényező és impulzusüzemű alkalmazásoknál az U_{pt} érintkezési feszültség, (BU_{cbo} a lavinaletörési feszültség.) A fentiek tekinthetők a kötelezően vizsgálendő paramétereknek.

Katasztrófális hibásodás

Az élettartam végpontot nem mindig előzi meg valamely paraméter, vagy paraméter csoport időben homogénnek tekinthető gyorsabb vagy lassúbb degradációja, hanem a meghibásodás hirtelen, minden átmenet nélkül következik be, zárlat vagy szakadás formájában. Az ilyen tönkremenetelt nevezzük katasztrófális hibásodásnak.

Oka általában mechanikai, gyártási vagy az eleve rossz technológiából adódik (pl. az emitterkivezetés rossz odaforrasztása az indiumpöttyhöz.) Zárlat esetén az I_{cbo} , ill. I_{ceo} mérhetetlenül magas, szakadás esetén h_{21e} nem mérhető.

Az alkalmazott félvezetőelemek számának hatása

A megbízhatóság egy berendezésen belül szükséges mértéke rendkívül erősen függ a félvezető elemek számától, ha a zavartalan működés meghatározott időtartamát vesszük alapul. Ennek illusztrálására idézzük az 1. táblázatot [1]. Ebből kiviláglik, hogy ugyanarról a gyártmányról beszélve, egy pl. 50 darabszámú alkalmazásnál tökéletesen kielégítő az egész berendezés megbízhatósága, míg egy 10 000 ugyanolyan tranzisztort alkalmazó számológépnél a megbízhatóság elfogadhatatlanul rossz.

Az 1. táblázat olyan tranzisztorra vonatkozik, ahol a hibásodási faktor (failure rate) $p = 0,01\%$

1. táblázat

Tipikus alkalmazás	Elemek száma készülékenként	1 készülék 1000 óra alatti hibásodásának valószínűsége: %
hordozható rádiókészülék	5	0,05
programvezérlő automata	50	0,5
kommunikációs lánc	1 000	9,5
elektronikus számítógép	10 000	63

per 1000 óra. (A táblázat utolsó rubrikája a Poisson-eloszlás alapján álló valószínűség-számítás eredménye.) Feltételeztük az előbbi táblázatnál, hogy a többi (passzív) elem p faktora legalább egy nagyságrenddel kisebb.

Látható, hogy azonos p faktor esetén az időegységenként bekövetkező valószínű meghibásodás egy N_0 számú identikus félvezető eszközt tartalmazó készüléknél fordítva arányos N_0 -al, ha $N \ll 1/p$. A hibák közt eltelt átlagos idő (mean time between failures, MTBF):

$$MTBF \sim \frac{1}{N_0}, \text{ pontosabban:}$$

$$MTBF = \frac{1000}{p \cdot N_0} [\text{óra}].$$

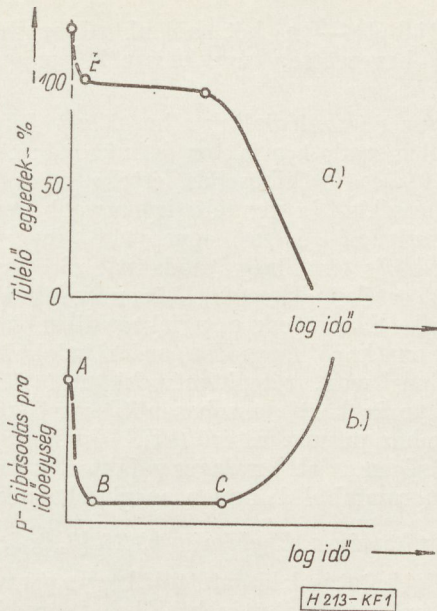
(A p értéke nem %-ban, hanem 1000 órában kifejezett abszolút számmal van megadva.)

A réteghőmérséklettől való függéssel külön foglalkozunk, mert az eddigi eredmények alapján statisztikai pontossággal tárgyalható.

A félvezető eszközök meghibásodásának időfüggvénye

Az élettartam kérdés olyan formában való feltevése, hogy „milyen hosszú ideig él egy tranzisztor”, teljesen elhibázott, és nyilván abból a beidegzett szemléletről származik, hogy elektroncsöveknél teljesen beszélhetünk „elhasználódásról”, mivel a töltéshordozók — elektronok — forrását képviselő oxidkatód kimerül, elhasználódik. Az ilyen „elhasználódó” eszközre jellemző az 1a ábra szerinti hibásodási diagram, ahol az ordinátán a „túlélő” egyedek százalékos mennyisége látható. Itt lehet „átlagos élettartamról” beszélni, amely egy időben lezajló fizikai folyamat — pl. a katód bárium párolgása, ill. az „interface” réteg kialakulása — révén az élettartamra jellemző paraméterek — pl. a merekség — megengedett határérték alá való esésében nyilvánul meg. Ez a folyamat, a függvény lognormál ábrázolása esetén alulról nézve homorú menetű lefutásban mutatkozik meg, tehát az élettartamra jellemző „túlélési” görbe elég meredeken törik le.

Az idő függvényében az időegység alatt meghibásodó elemek számát feltüntetve, a p meghibásodási faktor függvénye nyerhető. Ez a szám az egyedüli „függetlenített” index, amely az eszköz megbízhatóságára jellemző, félvezetőknél.



1. ábra. A túlélő egységek száma és a hibásodási faktor az idő függvényében, jellegzetesen elhasználódó alkatellelemnél (pl. elektroncső)

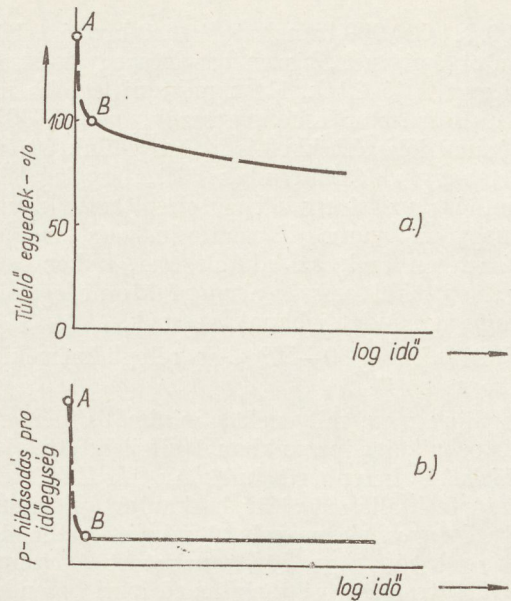
A p faktor időfüggvénye tulajdonképpen az exponenciális esésű túlélési görbe időállandója:

$$N_t = N_0 e^{-pt}$$

Elhasználódási mechanizmust felmutató eszközöknél, így elektroncsöveknél, a p faktor az idő függvényében nem állandó. A kezdeti „korai kiesés” a gyártási hibás egységekre jellemző, és ezt vizsgálatunkból kirekesztjük, mivel a gyárnak az ilyen példányokat szelektálni kell. A „használati” időtartomány hosszú középső szakaszában a p faktor állandó és a hibásodások főoka „katasztrófális”, tehát elektróda zárlat stb. A végső „elhasználódási” szakaszban a p faktor hirtelen emelkedést mutat.

A félvezető eszközöknél elhasználódási mechanizmus nincs, mivel a töltéshordozók forrásai, a kristályrácsba beépült szennyezőatomok nem fogyanak, és a maximálisan megengedett hőmérsékletnél nem vándorolhatnak el. Az élettartam szempontjából jellegzetes paraméterek maradé megváltozásának oka főleg felületi jelenségekben és másodsorban térfogati inhomogenitásokban keresendő. Ilyen változásokat a nem tökéletes lezárás miatt atmoszferikus befolyások, illetve nem perfekt technológia miatt a később tokba zárt kristályfelület szennyeződése, nem megfelelő marása, mosása és hőkezelése, ill. a tiszta és megfelelő felületű kristályra a tokozásnál bezárt szennyezés hatása, továbbá ötvözési hibák okoznak.

A túlélési görbe, ill. az időegység alatti hibásodás görbéje félvezető eszközöknél a 2. ábra szerinti jellegzetes exponenciális túlélési görbe, és a jó technológiával készült félvezető eszközöknél ennek szigorúan igaznak kell lennie. Megfelelően az exponenciálisan eső túlélési görbének, a p faktor időfüggvénye szigorúan konstans kell, hogy legyen. A túlélési görbe alulról nézve domború, inflexiója nincs,



2. ábra. A túlélő egységek száma és a hibásodási faktor az idő függvényében, elhasználódási mechanizmust elvben nem mutató alkatellelemnél (pl. félvezetők, kondenzátor)

és így átlagos élettartamról jó félvezető eszközöknél szigorú értelemben nem beszélhetünk.

A p -faktor tehát a félvezető eszköz megbízhatóságára jellemző egyetlen adat. Így pl. egy $p = 0,05\%/1000$ óra értéknél egy 10 000 identikus tranzisztort alkalmazó számológépnél átlagosan 200 óra telik el egy-egy meghibásodás között. A p faktor erősen csökkenthető egyazon típuson belül, ha a felhasználásnál az áramkörben a disszipáció, csúcsáram és csúcsfeszültség alacsonyak.

A p faktor szükséges értéke

„Megbízható” csöveknél a technológia mai állása szerint a p faktor a garantált 10 000 órás élettartamon belül kb. $0,25\%/1000$ óra. Félvezetők vonalán a fejlődés jól lemérhető abból, hogy kb. 5–6 évvel ezelőtt ez a tényező kommersziális tranzisztoroknál $0,1$ és 1% között mozgott a vezető nyugati gyáraknál, míg most megbízható tranzisztoroknál ez az érték $0,0005$ és $0,05\%/1000$ óra között mozog [3, 6, 7, 25].

Egyes irodalmi adatok egyelőre kísérleti technológiai szinten $0,0001\%/1000$ órás p faktorról beszélnek, és nincs messze az az idő, hogy ilyen megbízhatóságú tranzisztorok kommersziálisan is elérhetők lesznek [25]. Ezek az értékek jobbakként, mint a konvencionális legjobb minőségű passzív elemek (R , C , L) adatai.

Nézzük meg a kérdést más oldaláról. Egy nagyobb elektronikus számológépben kb. 10 000 tranzisztor van. Ahhoz, hogy a karbantartás gazdaságos legyen és az állási idő ne legyen túl hosszú, egy-egy meghibásodás közötti időt 200 órában állapítunk meg, mint még tolerálható értéket. A szükséges p faktor így az előző példával megegyező: $0,05\%/1000$ óra, amely a nyugati cégeknél a „megbízható” tranzisztorokra megengedhető legrosszabb érték. Látható ebből, hogy ma már nincs elvi akadálya annak, hogy

100 000...1 000 000 tranzisztort tartalmazó telefonközpontot építsenek, hiszen havonta egy hibásodás ott nagyon is jó érték. Ha a mostani legjobb megbízható tranzisztor esetét vesszük, $p = 0,0005\%/1000$ óránál jobb értékkel és megengedünk 50 óránként egy-egy valószínű hibásodást, úgy legalábbis négymillió tranzisztoros központot építhetünk, amely egy nagyobb város kapacitásának is megfelel. Természetesen ezek az adatok csak akkor helytállóak, ha a többi passzív elem p faktorát legalábbis egy nagyságrenddel jobbnak vesszük.

A fenti adatok 30—50° C-os réteghőmérsékletre vonatkoznak.

Vizsgáljuk meg, milyenek a minimális igények a híradástechnikai iparunkban kifejlesztett ipari „megbízható” berendezéseknél. Az *MTBF* érték a karbantartási, ill. megelőző karbantartási munkák még gazdaságosnak nevezhető szintje esetén 1000 órának vehető. Egy 50 tranzisztort tartalmazó és egy 500 tranzisztort tartalmazó ipari berendezés esetén a szükséges p faktorok az előzőek szerint

$$p = \frac{1000 [\text{óra}]}{MTBF \cdot N_0} \text{ képletből } 2\%/1000 \text{ óra}$$

és $0,2\%/1000$ óra

értékekre adódnak.

A fentiek értelmében két „ipari” félvezető minőség kifejlesztését tűztük ki célul:

a) „Normál ipari” félvezetők, legalább is $p = 1,5\%/1000$ óra értékkel, kevés félvezető elemet tartalmazó ipari berendezésekbe;

b) „Nagy megbízhatósági ipari” félvezetők, legalábbis $p = 0,15\%/1000$ óra értékkel, nagy mennyiségű félvezető elemet alkalmazó integrált ipari berendezésekbe (kis- és közepes méretű telefonközpontok, vívőhullámú rendszerek, kis számológépek), továbbá extrém megbízhatóságot megkövetelő különleges alkalmazásoknál.

A két ipari minőségnél megadott p faktorok nagyon magasnak tűnhetnek az előzőekben említett értékekkel szemben. Nem szabad elfelejtenünk, hogy a $0,05\%/1000$ óra érték 45° C körüli réteghőmérséklet esetére vonatkozik. A későbbiekben látni fogjuk, hogy a p faktor, a réteghőmérsékletet emelve kb. 8° C-onként megkétszereződik. Az $1,5$ ill. $0,15\%/1000$ óra értékű p faktor előírányzat viszont nem átlagos, hanem a katalógusi maximum értékeknek megfelelő, nagyon szigorú viszonyok mellett értendő, tehát $T_{jmax} = 75$ ° C-on. A fenti p faktorok 50° C mellett már közel egy nagyságrenddel jobbak a 8 fokoskénti p faktor kétszereződés értelmében. Így $T_j = 50$ ° C-on a „normál ipari” minőség $0,15\%/1000$ órás és a „megbízható ipari” minőség $0,015\%/1000$ órás hibásodási faktorúnak felel meg. Ezen értékeket az előbbiekben említett $0,05\%/1000$ órás, irodalomban szereplő küszöbszinttel összevetve, a „normál ipari” minőség valamivel rosszabb, a „nagy megbízhatóságú ipari” minőség lényegesen jobb. — A hazai viszonyokat tekintve, — mind a felhasználók igénye, mind az Izzó lehetőségei

szempontjából — a két különböző szintű ipari minőség bevezetése, úgy hisszük, nagyon is indokolt.

Mégegyszer összefoglaljuk a hazai ipari félvezetők elemeknél megadott p faktor definícióját: Az 1000 óránkénti átlagos hibásodás értéke a maximális réteghőmérsékletre rendelt legnagyobb megengedett disszipáció és a legnagyobb megengedett kollektor-bázis feszültség (diódáknál zárófeszültség) katalógusi értékeinek megfelelő üzemi körülményekre vonatkozik. Szerintünk a p faktor ilyen körülményekre vonatkozó megadása azért indokolt, mert így a típus max. réteghőmérsékletétől független, és az egymás közti összehasonlítást megkönnyítő mérőszámhoz jutunk. Eltérő (kisebb) hőmérsékleten és feszültségen az ott érvényes p faktort számolással vagy diagrammból könnyen megkaphatjuk.

A p faktor függése a réteghőmérséklettől [3, 6, 7, 24, 25]

Az eddigi kutatások kimutatták, hogy a germánium-tranzisztorok paramétereinek időbeli degradációja a kristályfelület megváltozásából adódik, ahol a kollektor-, illetve emitter kerületei mentén a bázislemezen n , illetve p típusú felületek kialakulásának tendenciája mutatkozik, amelyek tulajdonságai többé-kevésbé függetlenek a bázistömb típusától és fajlagos ellenállásától. Az ilyen felületi változásokat abszorbeált vagy kemisorbeált szennyezések okozzák [4, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26]. Közismert az is, hogy a vízgőz szennyezés nagymértékben növeli a degradációt [4, 12, 13, 17, 18, 19, 23].

A felületi vízgőz és egyéb szennyezések hatása megnövekedett ion-mozgékonyágban vagy valamilyen egyéb fizikai vagy fizikokémiai hatásban mutatkozik meg, és ezek a folyamatok mind hőmérsékletfüggőek, méghozzá az abszolút hőmérséklettel exponenciálisan növekvő tendenciájúak. Így a paraméterek időbeli degradációja egy termikusan aktivált mechanizmushoz van rendelve, és a mechanizmusok lejátszódásának sebessége a hőmérséklettel exponenciálisan nő.

Egy további függés várható a felületen mutatkozó elektromos potenciál gradiensétől — a télerőtől is, ha a szennyezés legalábbis részben ionos [3, 4, 12, 16, 20].

Nyilvánvaló, hogy a folyamatok hőmérsékletfüggésének szempontjából a legfontosabb a kollektorátmenet T_j hőmérséklete, mint a tranzisztor legmelegebb pontja; míg a potenciálgradiens arányos a nagy zárófeszültségen működő kollektor-bázis dióda közti U_{cb} feszültséggel. Így az időbeli degradációban főleg ez a két tényező: a T_j ; és az U_{cb} játszik szerepet. Az erősebb függést természetesen a T_j -től várhatjuk, mivel a folyamatok sebessége ettől exponenciálisan függ.

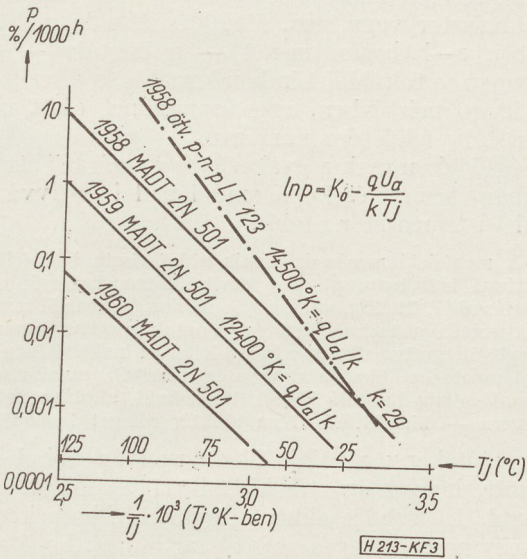
Nézzük először a T_j -től való függést. A számos irodalmi forrás egyértelműen igazolta a degradációs mechanizmus exponenciális hőmérsékletfüggését [3, 6, 7, 24, 25], amely szerint

$$p = e^{(\kappa - \frac{qU_a}{kT_j})}$$

ahol a K a tranzisztor minőségén kívül az egyéb tényezőktől — pl. U_{cb} feszültségtől — függő konstans, q az elemi töltés, k a Boltzmann-állandó és U_a a fizikai vagy fizikokémiai felületi degradációs mechanizmus aktiválási potenciálja. Az aktiválási energia qU_a/k értéke 12 400 és 14 500 K° között van irodalmi adatok szerint, amely megfelel 1,1...1,27 V értékű U_a aktiválási potenciálnak. Ez átlagosan a p faktor 8 C°-onkénti megkétszereződését jelenti 40—80 C° tartományban.

A fenti összefüggés legalábbis +40 C° felett fennáll. Alacsonyabb hőmérsékleten a rendkívül kis hibásodás miatt nem kontrollálható le, és így lehetséges, hogy ott már más jellegű romlási mechanizmus is szerepet kap, ill. dominál [1].

A p faktor az $1/T_j$ függvényében log-normál koordináta-rendszerben egyenest ad, amelyet 3. ábránkon mutatunk be. A szóban forgó amerikai MADT tranzisztornál megfigyelhető az 1958—1960-as gyártások közt az évenkénti egy nagyságrend javulás a p faktorban [11, 12, 25].



3. ábra. A hibásodási faktor réteghőmérsékletfüggése germánium-tranzisztoroknál, különböző irodalmi forrásokból. A MADT típusnál feltűnő az kb. egy nagyságrendet kitevő javulás

A p faktor függése a feszültségtől kevésbé pregnáns. Ha az U_{cb} feszültséget zérustól a katalógusban megadott U_{cbmax} -ig növeljük, a p faktor az irodalom különböző adatai szerint 1 és másfél nagyságrend közötti értékkel romlik [3], a tényleges lavinaletörés és a katalógusban megadott határadat BU_{cbo}/U_{cbmax} „biztonsági margójától” függően.

Több forrás állítja, hogy a p faktor gyakorlatilag független a $T_j - T_a$ hőmérséklet grádiensről, így nem nagy a különbség, ha a megbízhatóság vizsgálatoknál az adott T_j réteghőmérsékletet külső hő közlésével (kályhában) vagy alacsony U_{cb} feszültség mellett elektromos disszipátatással végezzük. Ez az eredmény szerintünk még nem egyértelmű, így ezt nagy darabszámú vizsgálattal ellenőrizni kell [3, 27].

Végso fokon a meghibásodási faktorra felírható regressziós egyenlet:

$$p = e^{(K_0 - qU_a/kT_j)} \cdot e^{K_1(U_{cb}/U_{cbmax})^n}$$

ahol K_0 a minőségre jellemző állandó és első közelítésben $n = 1$, és $K_1 = \ln 10 = 2,305$.

A paraméterek változásának tendenciája és a jóslás lehetősége

A legerősebb függést a visszáramok mutatják. Megbízható tokozású tranzisztorok esetén magas hőmérsékleten való tartásnál megfigyelhető általában egy korai — kb. 50—200 óras — szakaszban a visszáramok jelentős változása, úgy növekedő, mint csökkenő irányban. Ezután az élettartam folyamán a visszáram értéke eléggé stabil. A stabil szakasz az I_{cbo} egyedi értékeinek hirtelen emelkedésével, mint élettartam végponttal zárul [1, 3, 5, 9, 27].

A BU_{cbo} germániumtranzisztoroknál az első időben keveset változik, de az I_{cbo} stabilizációs szakaszában általában enyhé, de folyamatos degradációt mutat. E változás nagysága a visszáramok változása után a legnagyobb [3, 7], és a felületi lavinaletörés kialakulása okozza.

A h_{21e} és h_{21E} általában keveset változik jó lezárású és tiszta felületű tranzisztoroknál. Az első 50—200 órában, általában I_{cbo} korai változásával korrelálva, egy hirtelenebb esés tapasztalható [1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 24, 27].

A h_{11e} paraméter gyakorlatilag állandó marad, míg a h_{22e} , ill. h_{22b} jó lezárású tranzisztoroknál alig változik [3, 27]. A többi paraméter — így az adott I_b -nél mért U_{be} , az U_{ces} az eddigi tapasztalatok szerint nem változik lényegesen [3, 7]. Az I_{cbo} kezdeti értéke és degradációjának időpontja között semmilyen korreláció sincs, és ugyanez mondható a zajtényezőre is. Laboratóriumunk is igazolt eléggé szigorú korrelációt az I_{cbo} (valamint egyéb maradékáramok) és a zajtényező között, és a zajtényező „korai jelző” szerepét hangsúlyozzuk [3].

Az égetés korai adataiból való extrapoláció a paraméterek hosszú időtartam után való viselkedésére teljesen elhibázott dolog. Elhasználódási mechanizmust alapvetően nem mutató eszközknél, mint a félvezetők, elvileg is így kell, hogy legyen [1, 9]. A gyorsított élettartamvizsgálat egyedül lehetséges módja a magas réteghőmérsékleten való égetés, hiszen a p faktor és a hőmérséklet között, legalábbis a magasabb hőmérsékletek tartományában, pontos összefüggés van.

A kristályfelület stabilitásának kérdései

A „katasztrófális” halálesetektől eltekintve a meghibásodások — a paraméterek degradációja —, az érintkezési feszültséget kivéve, kizárólag a felületi jelenségekkel állnak összefüggésben, és a szennyezések a kollektor- és emitter közti bázisfelületen a réteghőmérséklettől exponenciálisan függő folyamatok okozói, és ezek felelősek a paraméterek instabilitásáért.

Szennyező anyagok jelenléte a felületen két módon befolyásolja a paramétereket; bár a jelenségek még messzemenően nem tisztázottak:

a) a felületi szennyezés ionos jellegű mellékszárként szerepel, és ez lehet az oka a visszáramok extrém mértékű növekedésének, ill. instabilitásának [4, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26].

b) A szennyezés megváltoztatja a felület típusát vagy fajlagos ellenállását, így a felületen egy eltérő p vagy n típusú, de az időben instabil és a hőmérsékleti grádiénstól függő réteg alakulhat ki, amely a kisebbségi töltéshordozók felületi rekombinációjának sebességét erősen növeli vagy csökkenti — a kialakult típustól függően, és így a h_{21e} , ill. h_{21E} érték erősen csökken vagy nő [4, 12, 13, 22].

Mivel a felületi mellékszár ionos jellegű, a hatás erősen hőmérsékletfüggő és csak másodrendűen feszültségfüggő. A hőmérséklet az ionmozgékony-ságot exponenciális értelemben változtatja, így a jelenség nehezen különíthető el a „bázistömbben” létrejövő és a hőmérséklettől szintén exponenciálisan függő valódi visszarámtól. A hatásért főleg a felületen adszorbeált vízgőz felelős [4, 7, 12 stb.].

A felületi struktúra I/V karakterisztikája két parallel komponensből tevődik össze: egy ohmos és egy telítést mutató komponensből. Az ohmos komponens felületi vezetésnek, a telítési jellegű a channel effektusnak tudható be. A felületi vezetés komponens 1 V feletti zárófeszültségeknél jelentős része a felületi áramnak. A víz fagypontja alatt a felületi vezetés befagyasztható. Így ezen a módon, továbbá a feszültségáram karakterisztika gondos vizsgálatával szétválasztható a felületi vezetés, a channel hatás és a valódi, a bázistömbben végbe-menő visszarám. A kifagyasztáskor a visszarám ugrásszerűen esik vissza, és csak a channel és valódi visszarám érték folyik [4, 12, 15, 16, 19, 21, 23].

A *creep-effektus* az instabil visszarámú tranzisztoroknál lép föl. A záróirányú előfeszítésnek a $c-b$ diódára való rákapcsolásakor a visszarám egy pregnáns exponenciális változást mutat az idő függvényében, néhány perc időállandóval, míg a zárófeszültség hirtelen csökkenésekor a folyamat reverzibilis, de egy lényegesen kisebb időállandóval. A „creep” pontos mechanizmusa még nem tisztázott, de annyi bizonyos, hogy a felületi nedvesség okozza, és hogy az ionos vezetés ohmos komponense adja, mivel „befagyasztható” [4, 12].

A felületi szennyezés hatása a h_{21e} -re, és a lezárás körülményei [3, 7, 8, 19, 20, 21, 22, 26]

Sokáig tartotta magát pnp tranzisztoroknál az a téves hiedelem, hogy a vízgőz csekély mértékű jelenléte a h_{21e} értéket magasra emeli és egyúttal a visszarám is minimális. Így a lezárást enyhén nedves atmoszférában kellene végezni optimális tulajdonságú tranzisztorok létrehozására. Egy tökéletesen tiszta felületű tranzisztor h_{21e} értéke tényleg elég alacsony és ha egy ilyen „tisztá” felületű tranzisztort egy nem tökéletesen záró tokban, száraz levegőben zárunk be, a használat folyamán mind a h_{21e} , mind a visszarámok értéke erősen ingadozik.

Ennek oka a „tisztá” felület erős aktivitása, és a felületi tulajdonságok rendkívül erősen változnak a bezárt levegő oxigénjének és a tokba kerülő vízgőznek adszorpciója és kemisorpciója miatt. Aktív, teljesen „tisztá” felületű tranzisztor védőgáz nélküli lezárása tehát teljesen elhibázott technológia. Az aktív száraz felületen a bázisban mozgó kisebbségi töltéshordozók (lyukak) felületi rekombinációs sebessége nagy és így a h_{21e} tényleg alacsony. Az ilyen felületre adszorbeált vízmolekulák a felületet az enyhén n típusú bázistömbnél erősebben n típusúvá teszik, és a felületi rekombináció csökken és h_{21e} nő. A teljesen tiszta, aktív felületnél még mindig jobb az enyhén nedves térbe bezárt kristály: magasabb a h_{21e} , h_{21E} és a visszarám stabilabb — feltéve, hogy az üzemi körülmények változatlanok. Ez vezetett arra a hibás törekvése, hogy meghatározott, állandó nedvességtartalmat „építsenek be” a tokba [8]. Az üzemi körülmények változtatásával a vízgőztenzió változik és emiatt a h_{21e} és a visszarám is. Példaként: a vízgőztenzió a környezeti hőmérsékleten kívül attól is függ, hogy működik-e a tranzisztor vagy sem. Működésnél a legmelegebb pont a $c-b$ határátmenet — a kristály — és a nedvesség a tok felületén kondenzál le, a disszipációtól függő mértékben, míg üzemszünet alatt ismét a kristály felületére vándorol.

Végző fokon csak a gyakorlatilag „száraz” atmoszférában lezárt, és kellő oxidálással inaktívvá tett felületű tranzisztor stabil.

A megfelelő marás és mosás utáni tiszta bázisfelületet inaktívvá kell tenni pl. pnp ötvöztött tranzisztorok esetén oxidálással [7, 21, 22], vagy egyéb módon. Planar Si tranzisztorok esetén a technológiai folyamatok során amúgy is szereplő SiO_2 réteg alkalmazásával lehet az inaktivitást elérni. Ezért megbízhatóbbak a modern „planar” Si tranzisztorok a technológiában hasonló MESA típusoknál, ahol az „asztal” — mesa — kialakításánál az inaktív réteget lemarják.

A „jótékony vízgőz” fikció nyilván abból származott, hogy a gyártás különböző fázisaiban egyes típusok I_{cho} szintje akkor a legkisebb, ha a környezet egy nagyon kevés vízgőzt tartalmaz. Ismételt és alapos tartóségetési vizsgálatok kimutatták, hogy az ilyen egyedek nem maradnak stabilak magas hőmérsékletű működtetés, ill. tárolás esetén. A technológiai munkamenetek közti mérések elsődlegesen az eljárás stabil szintjét vannak hivatva jelezni. A munkamenetek megváltoztatását mindig a végző termék stabilitása szerint kell kiértékelni, tehát hosszadalmas tartóségetéssel szigorú körülmények közt.

A lezárásnál az elképzelhető legszárazabb atmoszférát kell biztosítani: a kesztyűs lezáró szekrényekben legalább —40, de lehetőleg —60 °C-ú harmatpontot kell megvalósítani [26]. Ez utóbbi megfelel kb. $5 \cdot 10^{-6}$ rész vízgőznek a lezáró atmoszférában. Ismeretes olyan technológia is, ahol a száraz atmoszférában lezárt tokot utólag leszívják és teljesen száraz oxigénnel vagy semleges gázzal töltik fel (Siemens) [7, 21, 22, 26]. Az Egyesült Izzóban az előbbi módszert alkalmazzák.

A legjobb technológiájú lezárás esetén is lehet az alkalmazott fémtok nagyon kismértékben „húzó”. A bezárt és a későbbi működés alatt a felület

oxidréteg által okozott dehidratáció miatt keletkező vízgőz nyomait is el kell tüntetni, amely vízgőz „getterek” alkalmazásával lehetséges. Ilyenek: pl. szilikagél, porózus Vicor-üveg, molekula szűrők. Ezek közül az utolsó látszik legcélszerűbbnek és számos gyár alkalmazza is [7, 26].

Jó hermetikus zárását biztosító tok egyike a legnehezebb technológiai problémáknak. A kérdés világszinten megoldottnak tekinthető. Az irodalom szerint [26] a fémtok lezárásának legmegfelelőbb módja a nagyon gondos hideghegesztés, az illeszkedő felületek megfelelő anyaga, simasága és tisztasága esetén. A hazai tokzárási technológia is ilyen alapokra épül.

A színüveg tok helyett az Egyesült Izzó Félvezető Fejlesztés által kidolgozott, T01 szabványú fémtok kerül ezentúl alkalmazásra, amely az eddigi lezárási technológia nagyfokú javulását vonja maga után.

A tok hermetikus zárásának vizsgálata is alapvető kérdés. Ipari félvezetők esetén ennek a vizsgálatnak 100%-osnak kell lennie. (Rongcsoló hatású eljárásokat, pl. a sósavgáz alkalmazását eleve ki kell zárunk. Az ilyen gáz behatolása esetén a felület pregnánsan tönkremegy és a húzósság jól indikálható, de a jó példányok külső felülete is tönkremegy.) Az irodalomból ismert [3, 26] a többszöri tíz (pl. 72) órás ciklusos trópuspróba, magas hőmérsékletű (45–90 °C) vízgőz atmoszférában. A módszer jó és nem rongcsoló, de hosszadalmas, és abban az esetben, ha a kristályt védő közeg — pl. hidrofób szilikon lakk — veszi körül, az eredmény csak 1–2 hetet kitevő „lappangási idő” után értékelhető ki.

A hibajelző paraméter a fenti vizsgálatoknál mindig a megnövekedett I_{cbo} , amely a felületre kerülő vízgőz stb. hatására következik be. Laboratóriumunk, és a vonatkozó irodalom is kimutatta, hogy az I_{cbo} -al azonos érzékenységgű, de korábban jelző index a zajtényező; erős növekedése megelőzi az I_{cbo} hasonló erős növekedését, így a lappangási idő kisebb. Sajnos, a zajmérés bonyolultabb, mint I_{cbo} mérése, és a vizsgálati módszerek kidolgozásánál ezt figyelembe kellett venni.

Legmegfelelőbbnek látszik irodalmi adatok szerint a radioaktív kryptonnal való vizsgálat, ahol az aktív gáz terében egy ideig nyomás alatt tartott eszközöket utólag futószalagon G—M számlálóval ellenőrzik. A tokba bekerült radioaktív gáz hatására a G—M cső jelez [26].

A megbízható ipari félvezető, a mérési és visszamérhetőségi stabilitás definiálása

Kereskedelmi félvezetőknél a definíciók [28]:

a) Ha egy félvezető jellemző paraméterei a mérés alatt nem változnak, vagy változásuk olyan határértékhez tart, amely a katalógusi határokon belül van, a félvezetőt mérés alatt stabilnak mondhatjuk.

b) Ha egy félvezető két különböző időpontú mérése alatt (ahol a két mérés közt eltelt minimális idő megadott) a jellemző paraméterek nem változnak, vagy a katalógusi határértékeken belül maradnak, úgy visszamérhetőségi stabilitásuk megfelelő.

c) Egy félvezető tételt vagy típust akkor nevezhetünk kereskedelmi szempontból megfelelőnek, ha a szabványban lefektetett darabszámú szűrőpróban megejtett, specifikált körülmények melletti statikus tartóségetésben a meghibásodási faktor $p = 5\%/1000$ óra alatt van és az egyedek egy szabványosan specifikált darabszámú szűrőpróba vizsgálat alapján a szabványban biztosított (pl. 2%-os) max. selejtszint mellett az előbbi a) és b) definíciókban lefektetett mérési és visszamérhetőségi stabilitást mutatják.

A fenti definíciók szükségszerűen megváltoznak ipari félvezetőknél:

a) Ha egy félvezető jellemző paraméterei a mérés alatt nem változnak, vagy változásuk egy határértékhez tart, amelynek értéke a katalógusi határoknál szűkebb, külön specifikált érték, úgy a félvezetőt mérés alatt stabilnak nevezhetjük.

b) Ha egy félvezető specifikált technológiai, ill. vizsgálati folyamatok (pl. magas hőmérsékleten való tartás, statikus égetés) előtt és után mérve jellemző paramétereit nem változtatja, vagy a változás a katalógusi adatoknál szigorúbb, szintén specifikált határokon belül marad, úgy a félvezető visszamérhetőségi stabilitás szempontjából megfelelőnek mondható.

c) Egy félvezető típust vagy tételt akkor nevezhetünk „nagy megbízhatóságú ipari” szintűnek, ha meghibásodási faktora $p = 0,15\%/1000$ óra alatt van és a túlélő egyedek az a) és b) pontokon rögzített definíciók szerint mérési és visszamérhetőségi stabilitást mutatnak, specifikált konfidencia szintet biztosító szűrőpróba vizsgálat alapján, melyet a p faktor meghatározására szolgáló 1000 órás specifikált körülmények szerinti vizsgálati előégetés után kell mérni.

A „normál ipari” szintnél a fenti definícióban $p = 1,5\%/1000$ óra szerepel és az 1000 órás előégetés helyett a „megbízhatóságot biztosító technológiai és vizsgálati folyamatok (pl. magas hőmérsékleten tartás, statikus égetés)” értendő.

Szólunk kell a fenti definíciókban szereplő jellemző paraméterek szűkített határaitól. A legjellemzőbb paraméterek: az I_{cbo} és h_{21e} változási határai az ipari tranzisztoroknál nagyon szigorúak. Az I_{cbo} mérés alatti stabilitása a kezdeti érték $\pm 33\%$ -ával térhet el „normál ipari” szintnél; míg $\pm 10\%$ -nál kisebb kell, hogy legyen „nagy megbízhatóságú” tranzisztoroknál a creep-effektust mutató, instabil felületű példányok kiszelektálása céljából. Ezenkívül a nagy megbízhatóságú minőségű I_{cbo} max. értékét a katalógusi érték felében állapítjuk meg. A h_{21e} értékek visszamérések esetén a nemzetközi szinkódex határain belül kell, hogy maradjanak.

Az ipari minőséget biztosító technológiai és vizsgálati munkamenetek

A megbízható tranzisztorok gyártástechnológiája [28] a lezárás bevégeztéig nem tér el a kereskedelmi minőségtől, legfeljebb annyiban, hogy eleve ipari minőségnek szánt tételek indításánál különös gonddal vigyáznak a munkamenetek egyöntetűségére és

kinos precizitására. Így az egyes lépések között több elektromos ellenőrzés és szelekció szerepel.

A két ipari minőségnél a metodika a tok lezárását követően néhány műveletben közös:

- a) Gyártási mérés I_{cbo} , h_{21e} -re.
 - b) Ciklusos tokzárás vizsgálat (72 óra 90 C°-os telített vízgőz atmoszférában).
 - c) Mérés és szelekció I_{cbo} , I_{ebo} , h_{21e} , BU_{cbo} és F -re.
 - d) Hevertetés szobahőmérsékleten min. 6 hétig.
- A fenti, a két ipari minőségre közös munkamenetek végeztével a tétel a MEO-ba kerül. Itt a két ipari minőség vizsgálati metodikája különválik.

A „normál ipari” minőségnél végzett műveletek:

- e) MEO minősítő mérés és szelekció, altípusba válogatás, a nemzetközi színkódex szerinti válogatás h_{21e} értékcsoportjaira, típusbélyegzés. Az összes 100%-os mérés szerinti paraméterek kerülnek vizsgálatra.
- f) Hőkezelés 90...110 C°-on (500 óra).
- g) Hevertetés szobahőmérsékleten (min. 48 óra).
- h) MEO végső mérés és szelekció.

A végső mérésben a magas hőmérsékletű égetés után az eredendően instabil példányok kiesnek. A visszaram visszamérhetőséget nem mutató és a h_{21e} színkódex szerinti értékcsoportból kieső példányok „kereskedelmi” minőségűvé degradálódnak. Ha a kieső példányok száma egy meghatározott %-nál nagyobb a teljes tételt át kell minősíteni.

A „nagy megbízhatóságú ipari” minőségnél végzett műveletek:

- e) MEO minősítő mérés és előszelekció; altípusba és a nemzetközi színkódex szerint h_{21e} értékcsoportokba való válogatás, típusbélyegzés. Az előszelekció az összes 100%-osan mért paraméterre vonatkozik, de a következő szigorításokkal:

Az I_{cbo} , I_{cbR} , I_{ebo} visszaramoknál a szelekciós határ az egyébként megadott határ fele.

A nagy- és kis feszültségen mért I_{cbo} értékeknél a két visszaram viszonya 1,5-nél kisebb kell, hogy legyen.

A zajtényező határa 3 decibellel szigorúbb.

A szigorított előírásoknak nem megfelelő példányok „normál ipari” kategóriába kerülnek.

- f) Hőkezelés 90...110 C°-on (500 óra).
- g) Hevertetés (min. 48 óra).
- h) Mérés és szelekció I_{cbo} , I_{ebo} , h_{21e} , BU_{cbo} és F paraméterekre.
- i) Elektromos előégetés statikus munkapontú üzemben, P_{dmax} és U_{cbmax} -nál (1000 óra).

j) MEO végső ellenőrzés, a „normál ipari” minőségnél elmondottak szerint, de a szigorított határokkal.

A tokzárás vizsgálatot közvetlenül megelőző hevertetés utáni e) szerinti mérésnél a hibás lezárású példányok kiesnek.

Az f) szerinti magas hőmérsékletű égetésben a degradációs mechanizmus az exponenciális hőmérsékletfüggés miatt nagyon gyorsan játszódik le és az instabil felületű, eleve megbízhatatlan példányok

nagy valószínűséggel kiesnek. A korai kiesést így gyártási kieséssé lehet változtatni. A 90 C° max. réteghőmérsékletű típusoknál (ASZ 1015 család) a kezelési hőmérséklet 90 helyett 110 C°.

Az i) szerinti 1000 órás statikus előégetés a „megbízható ipari” minőségnél a korai kiesések további lehetősége mellett a p faktor állandó ellenőrzését biztosítja. A kiesésekről a teljes e) ... h), ill. e) ... j) munkamenetek és az egyes paraméterek szerint statisztikát vezetnek. Amennyiben a j) szerinti mérésnél a selejt 0,3% fölé nő, úgy nincs biztosítva a 0,15%/1000 órás p faktor és a gyártási munkameneteken szigorítanak, ill. kivizsgálják a hiba okát.

Stabilitás- és egyéb időszakos vizsgálatok ipari tranzistorokon

A stabilitás vizsgálatok céljaira szolgáló tranzistorokat olyan darabszámú szűrőpróbával választjuk ki, hogy a várható p faktor esetében biztonsággal adódjon kellő darabszámú hibásodott példány az adott égetési időben:

$$N_0 = \frac{10^5 k}{pt}$$

ahol k a minimálisan meghibásodó átlagos darabszám, pl. 3—5, amely a vizsgálat konfidencia-intervallumát szabja meg, p %/1000 óra és t az égetési összidő órában.

A „megbízható ipari” minőségnél a típusra, ill. tételre jellemző legkisebb vizsgálható darabszám a fentiek szerint, ha $k = 3$ és az égetési összidő $t = 5000$ óra:

$$N_0 = \frac{3 \cdot 10^5}{0,15 \cdot 5 \cdot 10^3} = 400; \text{ kerekben } 500.$$

A „normál ipari” minőségnél, mivel a p faktor tízszer nagyobb, az N_0 értéke legalább 50, típusonként, ill. gyártás indításonként.

A stabilitás vizsgálatok két csoportra oszlanak:

- a) Tartós vizsgálatok.
- b) Rövidített vizsgálatok.

A tartós vizsgálatok 5000 órás statikus tartós-égetésből állnak P_{dmax} és U_{cbmax} üzemi körülmények közt, megegyezően az 1000 órás „előégetés” körülményeivel. Vizsgálat előtt és után az összes 100%-osan mérendő paraméter, vizsgálat közben a 100, 200, 500, 1000 és minden további 1000 órában a visszaramok, h_{21e} , BU_{cbo} kerülnek mérésre. Naponta ellenőrzik a katasztrofális hibásodásokat.

A tartós vizsgálatok folyamatosak, az egyik végeztével ugyanabból a típusból új csoport égetését kezdik. Technológiai változtatás, ill. hibás gyártás utáni új gyártási szakasz indulásakor azonnal megkezdik az 5000 órás égetést az új, javított típusból. A tartós vizsgálat jelezte hiba esetén a gyártást és az átvételt a típusból azonnal leállítják a hiba egyértelmű kiküszöböléséig, és az átvétel csak akkor indul meg, ha a rövidített vizsgálatok megfelelő eredménnyel végződtek.

A rövidített vizsgálatok menete:

Típusonként 150 darabot választanak ki szűrőpróbával. A rövidített vizsgálatok „menetrendje”, 150-es tételből 50 darabon:

a) Tokzárás és trópus vizsgálat, 72 órás ciklusos 90 C°-ú telített vízgőzben; utána 48 óra hevertetés.

b) Mérés I_{cbo} , I_{ceo} , h_{21e} , BU_{cbo} , U_{pt} és F paraméterekre. Vonatkozó határok szerinti szelekció.

c) 100 óra 90 C°-on való hőntartás (90 C° max. réteghőmérsékletű típusoknál 110 C°); majd 24—48 óra hevertetés.

d) Ismételt mérés b) szerint.

e) 100 órás tartóségetés 1,25 P_{dmax} -al, statikus munkapontban.

f) Impulzusos csúcsáramvizsgálat specifikált körülmények közt, az egyenetlen átmenetű (rúcskös) tranzisztorokat létrehozó hibás gyártás felderítésére.

g) Ismételt mérés b) szerint, kiegészítve a 3 órás működés után mérhető ΔF zajtényező változás mérésével.

A rövidített vizsgálatok alapján az első 50 darabnál max. egy hibásodás adódhat. Ebben az esetben a további 100 darab is vizsgálat alá kerül a fenti menetrenddel, ahol egyetlen hibásodás sem adódhat. Ellenkező esetben az átvételt és gyártást leállítják.

Az egyéb időszakos vizsgálatok szintén típusonként 150 darabon folynak, legalább negyedévenként, de minden egyes új gyártásindítás, ill. technológiai változtatás után.

Az egyéb időszakos vizsgálatok egy része mechanikai, amelyeket itt nem részletezünk, mert GOSZT vagy IEC szerinti. Vibrációs, egyenetlen gyorsulási, ütés, kivezető terhelés és hajlítgatás, forrasztathatóság képezik a vizsgálatot.

Az ambiens körülmények szerinti vizsgálat nyomás- és vákuumkamrás működésre; három hőmérsékletciklusra +75 és -60 C° között; magas és alacsony hőmérsékleten való üzembiztos működésre, trópusállóságra vonatkozik.

Az időszakos vizsgálatok elektromos paraméterei: egyes kevésbé változó paraméterek, mint U_{be} (nagyjelű meredekség), f_a a legtöbb típusnál, és a hőellenállás.

Az időszakos vizsgálatoknál a tételből egy darab mutathat hibát, akár mechanikai, akár elektromos adatban. Több hibásodás esetén az átadás és a gyártás a hiba kijavításáig és újabb pozitív vizsgálati eredményig leáll.

A HIKI Elektronikus Laboratórium vizsgálatainak tervezele

A vizsgálatok a következő fő csoportokra oszlanak:

A) Az előzőekben ismertetett „ipari félvezető metodika” munkameneteinek leellenőrzése kellő darabszámú tartóségetéssel, a visszamérhetőséget veszélyeztető hibák (pl. rossz lezárás, szennyezett, instabil kristályfelület) korai kisselektálásra.

B) Tartós raktározási vizsgálatok szobahőmérsékleten és megemelt hőmérsékleten.

C) Tartós égetési vizsgálatok statikus munkapontban, kis- és a névleges legnagyobb disszipációnál, szoba-, ill. megemelt hőmérsékletű környezetben, tranzisztorokon.

D) Forszírozott élettartam vizsgálati módszer kidolgozása, az A) B) és C) pontok szerinti vizsgálatok eredményei alapján, ill. azok ellenőrzésével.

E) Impulzusüzemű tartóségetések tranzisztorokon és rétegdiodákra; ezen belül az eszközök megengedhető csúcsáramára vonatkozó katalógusi adatok ellenőrzése, ill. megadása, statisztikai módszerekkel.

F) A fenti pontok szerinti vizsgálatok kiértékelése a matematikai statisztika módszerével és a p meghibásodási faktor megállapítása adott körülmények között, jellegzetes dióda és tranzisztor típusoknál.

G) Összefüggések keresése az egyes vizsgált paraméterek egyedi, ill. medián-értékeinek időbeli viselkedése között.

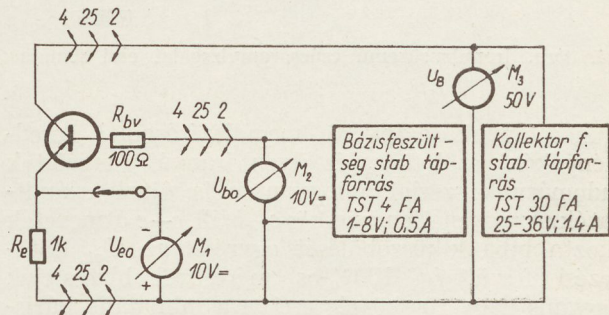
Statikus munkapontban végzett tartóségetési vizsgálatok

Ezek a vizsgálatok két fő csoportra oszlanak:

a) Alacsony disszipáció mellett, $T_a = 25$ C°-os szobahőmérsékleten és 45 C°-ú környezetben.

b) a teljes névleges disszipáció mellett, a megengedett T_{jmax} réteghőmérsékleten.

A vizsgálatok első menetében kb. 5000 tranzisztorhelyen, kb. 35 millió tranzisztor-órás kísérlet kerül végrehajtásra.



Beállítás P családánál és OC 1070, 71, 72, 76 típusoknál

$U_b = -36$ V $(P_d \approx 120$ mW $\approx P_{dmax})$

$U_{ce} = -32$ V $= U_{cbmax}$

$U_{eo} \approx U_{bo} = -4,1$ V

$I_e = -4$ mA

$R_e = 1$ kΩ

$R_{bv} = 100$ Ω

$T_a = 25, max$ 31°C

H213-KF4

4. ábra. Kis tranzisztor statikus égetőberendezés sémája

Összes statikus égetőberendezésünk közös emitteres kapcsolásban működik. A kis tranzisztorok vizsgálatára szolgáló 2600 helyes berendezés 200 helyes egységének sematikus kapcsolását 4. ábránkon mutatjuk be.

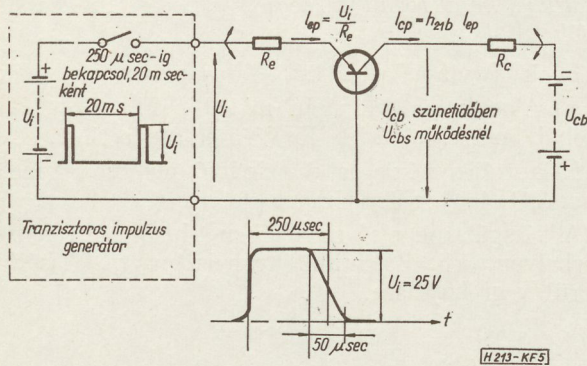
A vizsgáló áramkör tranzisztorhelyenként összesen két ellenállást tartalmaz. Az R_e emitterellenálláson mért U_{eo} feszültség a munkapontot egyértelműen meghatározza. Zárlatos tranzisztor esetén (c—e zárlat) a teljes U_B tápfeszültség esik rajta,

míg szakadás esetén zérus. Ezt az egyes helyekhez egymásután kapcsolható U_{eo} műszer jelzi, amelyet jelenlegi készülékeknél manuálisan, a későbbiekben félautomatikusan, léptető gépekkel végzünk. Ezt az ellenőrzést naponta végezzük. Az R_b ellenállás csak a bázis-kollektor zárlat esetén fellépő áramot limitálja, hogy néhány tranzisztorthely hibásodásánál a többi hely zavartalanul működjék.

A tranzisztorok tuchel-csatlakozókra vannak fel fogva és a beszámozott csatlakozókat kiemelve, több tranzisztor csoportot lehet a megfelelő célkészülékekben a fő paraméterekre sorozatosan lemérni.

Impulzusüzemű vizsgálatok

Az ipari félvezetők stabilitás vizsgálataiban szereplő impulzusüzemű tartóségetés a tranzisztorok kapcsoló-üzemben való biztonságos működését van hivatva biztosítani. A vizsgálat alapjai Kocsis Miklós



5. ábra. Impulzusüzemű csúcsáramvizsgálat elvi sémája

munkatársunk alapvető megállapításainak eredményeként születtek, és ilyen irányú vizsgálatok tudomásunk szerint világszinten is újak számíthatók. Az egyenetlen, rücskös $c-b$, ill. $c-e$ átmenetek okozta hiba kiküszöbölését egyrészt az U_{pt} érintkezési feszültség 100%-os mérésével biztosítjuk (ugyanis nagy rücskosság esetén a minimális bázisvastagság miatt az U_{pt} erősen leesik), másrészt az időszakos vizsgálatként beiktatott impulzusüzemű csúcsáram vizsgálattal, ill. tartóségetéssel. A vizsgálat alapelve az 5. ábrán látható.

A vizsgált tranzisztor közös bázisú kapcsolásban működik. A kollektor és bázis közé olyan záróirányú U_{cb} feszültség kapcsolódik R_c -n keresztül, amely a katalógusi U_{cbmax} értéknek felel meg. A hosszú szünetidőkben a $c-b$ között ez a feszültség jelenik meg. Az emitteráramot a $250 \mu\text{sec}$ működési időben egy pulzusgenerátor kelti, az R_e ellenálláson keresztül. Az impulzus alatt az emitterkörben az impulzus feszültsége és az emitterellenállás által meghatározott csúcsáram folyik. A kollektorkörben $h_{21b} \cdot I_{ep}$, tehát megközelítőleg az emitterárammal egyező kollektorcsúcsáram folyik ez alatt, és a kollektorfeszültség a telítési feszültségre esik vissza. Az R_c -t olyan értékűre kell választani, hogy az adott U_{cb} feszültség mellett kb. az I_{ep} csúcsáram folyjék.

A tranziens teljesítmény igénybevétele a $c-b$ átmenetben abból származik, hogy a tranzisztor nem tökéletes kapcsoló és a kapcsolási idők nem zérus értékűek. A bekapcsolás alatti $I_{ep} \cdot U_{cbs}$ tranziens teljesítmény alacsony, és hatása elhanyagolható (U_{cbs} a telítési feszültség, 1 V alatti érték). A be- és kikapcsolási tranziens teljesítménycsúcs a számottevő, és csúcserő az óriási

$$P_{ti} = \frac{U_{cb}^2}{4R_c} = \frac{U_{cb} I_{cp}}{4}$$

érték, amelyet a bekapcsolás vagy kikapcsolás kezdete utáni $t = \tau \ln 2$ idő után ér el. Ez a teljesítménycsúcs felelős a tranzisztor impulzusüzemű tönkremenetelért, különösen a kikapcsolási időben, amikor a „rúcsok” helyén felmelegedett határrétegre a nagy zárófeszültség kerül, amely az erős helyi I_{cbo} vissz-áram miatti adalékos teljesítményt és végső fokozott hőmegfűtést és $c-e$ átszűrást okozhat.

A kapcsolási tranziens annál veszélyesebb, minél hosszabb az egész kapcsolási folyamat. A teljes kapcsolási folyamatra integrált tranziens munka értéke

$$L = \tau \frac{U_{cb}^2}{4R_c} = \tau \frac{U_{cb} I_{cp}}{4},$$

ahol τ a be-, ill. kikapcsolási időállandó. Az átlagteljesítményt a fenti munka periódusidővel való szorzásával kapjuk:

$$\overline{P}_{ti} = \tau f \frac{U_{cb}^2}{4R_c},$$

ahol f az ismétlődési frekvencia.

Látható, hogy ez a tranziens teljesítmény a csúcsárammal és a kapcsolási idővel egyenesen arányos.

Az impulzusos égetésekben a veszélyesebb kikapcsolási folyamatot „használguk” a vizsgálat hatásos tényezőjeként. Az impulzusgenerátor olyan 50 Hz ismétlődési frekvenciájú, $250 \mu\text{sec}$ időtartamú vezérlő impulzusokat ad, ahol a felfutási idő rövid (kb. $5 \mu\text{sec}$), de a lefutási (kikapcsolási) idő jól kézben tarthatóan $50 \mu\text{sec}$ körüli mesterségesen megnyújtott érték. Az alkalmazott I_{ep} csúcsáram mindig a katalógusi statikus max. áramadat négyszerese. Ilyen igénybevétele mellett az alkalmazott 100 órás égetésnél az inhomogén bázisvastagságot okozó gyártási hibának feltétlenül mutatkoznia kell.

A meghajtó impulzusgenerátorok tisztán félvezetőelemeket tartalmaznak. Két típus született, egy 40 A-es és egy 160 A-es csúcsáramú, mindkettő 25 V impulzusamplitúdóval. A pulzusgenerátoroknál rendkívüli követelmény a teljes megbízhatóság, amelyet az elemek nagyfokú aláméretezésével és a soros, ill. soros-parallel alkatelem-redundancia elv alkalmazásával lehetett elérni. A berendezéseknél így a becsült MTBF 50 ezer és 500 ezer óra közt mozog. Eddigi próbaégetéseinknél hibásodás nem fordult elő.

IRODALOM

1. R. Brewer, W. W. D. Wyatt: A Reliability Appraisal of Semiconductor Devices; Inst. Electrical Engs, Paper No. 2980 E; 1960 márc.

2. R. Brewer: How Long Will a Transistor Live? Wireless World, 1960 márc.
3. F. F. Roberts, J. C. Henderson R. A. Hastie: An Accelerated Ageing Experiment on Germanium pnp Alloy-Type Transistors, Inst. Electrical Engs. Paper No. 3008 E, 1960 márc.
4. J. I. Carasso: Environmental Effects on the Growth of Excess Reverse Current in Germanium pn Junctions, Inst. Electrical Engs., Paper No. 3080 E, 1960 márc.
5. B. J. Cooper, R. E. Ireland: Life Testing of Germanium Power Transistors, Brit. Comm. and Electronics, 1960 január.
6. W. P. Cole, B. Zuckermann: Comparison of Field Experience with Accelerated Life Test on Precision Etched Electro-Chemical (MAT) Transistors; Philco Lansdal Div. Techn. Bull., 1960
7. C. G. Thornton: Design and Production of Ultra-High Reliability Germanium Micro-Alloy Diffused Base Transistors; Philco Lansdale Div. Techn. Bull. 1960.
8. J. J. A. Ploos van Amstel: Einige Verfahren zur Erzielung Stabiler Transistoren; Philips Techn. Rundsch. 1960/61 6. No.
9. H. König, M. J. O. Strutt: Alterungsmessungen an Germanium-HF-Transistoren mit homogen dotierter Basis, versch. Fabrikates; A.E.Ü., 1961. 7. sz.
10. M. G. Waltz: Semiconductor Reliability Studies, Bell Lab. Rec. 1960 márc.
11. W. W. Grannemann, J. D. Reese: Transient Junction Temperatures in Power Transistors; Electrical Eng. (AIEE) 1960 jan.
12. A. R. F. Plummer: Observations on the Growth of Excess Current in Germanium pn Junctions; Proc. Phys. Soc. 1956. B. 69, p. 539.
13. J. T. Law, P. S. Meigs: Effect of Water Vapour on Grown Germanium and Silicon np Junction Diodes; J. Appl. Phys. 1955. No. 26. p. 143.
14. R. H. Kingston: Semiconductor Surface Physics. Univ. Pennsylv. Press, 1956, p. 143.
15. Mc Whorter, R. H. Kingston: Channels and Excess Reverse Current in Grown Germanium pn Junction Diodes; Proc. IRE 1954, 42, p. 1376.
16. R. H. Kingston: Review of Germanium Surface Phenomena; J. Appl. Phys. 1956, p. 101.
17. W. H. Brattain, C. G. B. Barrett: Experiments on the Interface between Germanium and Electrolyte; Bell. S. T. J., 1955, p. 129.
18. H. Statz, G. A. De Mars: Electrical Conduction via Slow Surface States on Semiconductors; Phys. Rev. 1958. p. 169.
19. J. T. Wallmark, R. R. Johnson: Influence of Hydration-Dehydration of the Germanium Oxide Layer on the Characteristics of pnp Transistors; RCA Rev. 1957. p. 512.
20. A. J. Wahl, J. J. Kleinmack: Factors Affecting Reliability of Alloy Junction Transistors; Proc. IRE 1956. p. 494.
21. G. Adam: Der Einfluss der Gasatmosphäre auf die Oberflächenrekombination bei Germanium; Z. Nat. forsch. 1957. p. 574.
22. J. T. Wallmark: Influence of Surface Oxidation on Alpha c. b. on Germanium pnp Transistors; R.C.A. Rev. 1957. p. 255.
23. R. H. Kingston: Water Vapor Induced n-type Surface Conductivity on p-type Germanium; Phys. Rev. 1955. p. 1766.
24. B. Reich: An Empirical Study of the Degradation of Alloy Transistor Characteristics with Operating Temperature; Semicond. Prod. 1958 jan.
25. Report on Reliability Tests, Conducted on Transistor Type 2N 240; Philco Lansdale Div.; Techn. Bull., 1957
26. R. I. B. Cooper: Moisture Exclusion from Encapsulation of Long-Life Transistors; Proc. IRE 1962 febr.
27. G. Fassbender: Lebensdauerfragen und Streuwerte bei Transistoren; Nachrichtentech. 1961. No. 2.

VASVÁRI GYÖRGY

Hibajavító kódok alkalmazása PCM rendszereknél

ETO 621.376.56

Hölzler és Holzwarth, az impulzuskódmodulációval (PCM) foglalkozva, felvetik hibajavító kódok alkalmazásának lehetőségét [1]. Rámutatnak arra, hogy a kódolás e módszerével a PCM eljárás hatékonyságát fokozni lehet az átviteli csatornán fellépő zajok, illetve zavarok csökkentésére.

Mint ismeretes PCM-nél a folytonos jelek átvitele az időbeli folyamatok letapogatási tételének megfelelően

$$T_0 = \frac{1}{2B_0}$$

időpontokban vett amplitúdó minták átvitelével történik. A pillanatnyi amplitúdó értékeket diszkrét értékekből álló kvantálási lépcsők mérik le s azt digitálisan fejezik ki. A kvantálásnál nyert érték s az eredeti amplitúdó érték közötti eltérés nem halad meg egy lépcsőt, azonban nagysága arányos a lépcsők nagyságával, illetve számával. Libois az így

fellépő kvantálási zaj és a hasznos jel viszonyára a következő összefüggést adja meg [2]:

$$\frac{\text{jel}}{\text{zaj}} = 6p^2$$

ahol $2p$ a felhasznált kvantálási lépcsők száma, illetve

$$\left(\frac{\text{jel}}{\text{zaj}} \right)_{\text{db}} = 6i + 2$$

ahol i a felhasznált kódjegyek száma, és

$$p = 2^{i-1}$$

A jel/zaj viszony növelése szempontjából tehát kívánatos lenne a kvantálási lépcsők számának növelése. Mivel az amplitúdó értékének digitális kifejezése bináris rendszerben történik, a kvantálási lépcsők száma (q),

$$q = 2^i$$

Az átvitelhez szükséges frekvenciasáv

$$B_i = iB_0,$$

ahol B_0 a folyamatos jelek kvantálatlan átviteléhez szükséges frekvenciasáv, mely esetben $i = 1$ és

$$B_i = B_0$$

Általában 32, 64 vagy 128 kvantálási lépcsőt szoktak alkalmazni, mikor $i = 5, 6$ vagy 7 . Az átvitelhez szükséges frekvenciasáv, illetve a kvantálási lépcsők számának tetszőleges növelése nem lehetséges, de nem is kívánatos. Libois kimutatja, hogy $i = 6$, illetve $i = 7$ esetén már kielégítő jel/zaj viszony érhető el. Természetesen ez az érték csak a kvantálási zaj és a hasznos jel viszonyára vonatkozik.

A digitális értékeket általában nem közvetlenül, ún. direkt kódban fejezik ki, hanem valamilyen más bináris kódrendszert használnak. Ilyen kódrendszerek igen sok típusát dolgozták ki (példák [3]-ban találhatók). Többek között olyan kódrendszereket is ismerünk, melyek lehetővé teszik az esetlegesen fellépő hibák jelzését, illetve javítását [4]. Az esetlegesen fellépő hibákon az egy amplitúdó értéket kifejező bináris kódban, valamelyik bit 0-ról 1-re, illetve 1-ről 0-ra változása értendő, zavarok vagy zajok hatására. Hibajavításhoz (jelzéshez) az eddigi i biten kívül, további e bitet kell alkalmazni egy amplitúdó érték kifejezéséhez. Ezek az ún. ellenőrző bitek. Eddig tehát

$$q = 2^i$$

bitet használtunk, ezután

$$q_r = 2^n$$

bitet kell alkalmazni, ahol

$$n = i + e$$

Az ellenőrző bitek információt nem hordoznak, hanem a hibajavítást teszik lehetővé, alkalmazásukkal az egy amplitúdó értékét kifejező kód hosszabb lesz, redundánssá válik. E kedvező redundancia értéke

$$R = 1 - \frac{\log_2 q}{\log_2 q_r}$$

Az átviteli frekvenciasáv pedig ezek után nem B_i , hanem B_n lesz.

$$B_n = nB_0$$

A kvantálási zaj értéke továbbra is a kvantálási lépcsők számától függ, mivel i értéke nem változott.

A hibajavító kódok információ és ellenőrző helyérték fogalmával analóg B_i -t az információ átviteléhez szükséges frekvenciasávként, B_e -t pedig

$$B_e = B_n - B_i = (n - i) B_0$$

az ellenőrző helyértékek átviteléhez szükséges frekvenciasávként határozhatjuk meg.

Továbbá a redundancia

$$R = 1 - \frac{\log_2 q}{\log_2 q_r},$$

s mivel

$$\log_2 q = i,$$

valamint

$$\log_2 q_r = n,$$

így

$$R = 1 - \frac{i}{n},$$

s ha $\frac{i}{n}$ -t szorozzuk B_0/B_0 -al

$$R = 1 - \frac{iB_0}{nB_0} = 1 - \frac{B_i}{B_n}$$

ha $B_i = B_n$ (illetve $i = n$) $R = 0$

és ha B_n nő (azaz n , pontosabban e) $R \rightarrow 1$

Megállapítható tehát az, hogy a kód redundanciájának mértékében lesz redundáns az átviteli sáv is. A kvantálási zaj csökkentése céljából tehát a kvantálási lépcsők számának (i) növelése lenne kívánatos, azonban már ennek változatlan értéke mellett hibajelző vagy javító kód alkalmazása a frekvenciasáv további növelését eredményezi. Ezért a kvantálási zaj és a hibajelző vagy javító képesség között az adott átviteli viszonyoknak megfelelő optimális megoldást kell megkeresni. A legegyszerűbb hibajelző kód az egy hiba jelzésére alkalmas, 1_{ED} (error detecting) kód. Ebben az esetben $e = 1$ ugyanis a hibajelzés feltétele a párosság ellenőrzés, melyhez egy további helyérték elegendő, mivel

$$b_1 \oplus b_2 \oplus \dots \oplus b_i \oplus b_e = 0$$

Azaz az információ hordozó és ellenőrző bitek mod. 2 összege 0 kell legyen. Amennyiben nem 0, a vizsgált kód hibás. (Ebben az esetben az átviteli sáv, mivel $e = 1$

$$B_n = (i + 1) B_0$$

az eredeti $1/i\%$ -val nő.)

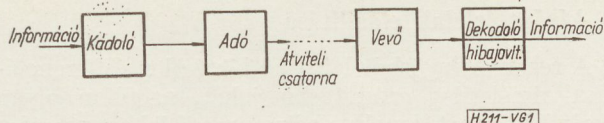
Hibajavító kód esetében a redundáns frekvenciasáv már jelentősebb. Hamming kimutatja (1. táblázat) n , i és e viszonyát egy hiba javítására alkalmas 1_{EC} (error correcting) kód esetén. Mint látható, például változatlan kvantálási zaj mellett (i), n értéke a szokásos ($i = 5, 6, 7$) esetekben 150,

1. táblázat

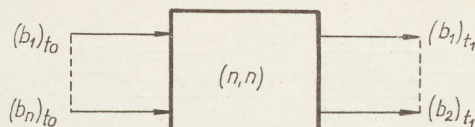
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
i	0	0	1	1	2	3	4	4	5	6	7	8
e	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4

100, illetve 75% -kal nő. Hibajelző kód esetén a hibás kód vételének jelzését úgy lehet pl. hasznosítani, ha az adótól visszakerdezzük a leadott kód kombinációt. Ez természetesen igen sok nehézséget okoz műszaki szempontból. A hibajavító kódok azonban a javítást hibás kód esetén a vételi oldalon realizálják anélkül, hogy az adó erről „tudomást szerezne”. Az 1. ábrán látható, hogy a vételi oldalon ilyen esetben a dekódoló egység még a hibajavító rendszerrel bővül. Adó oldalon az előbbieknél megfelelően újabb egység beiktatására nincs szükség. A kódolót azonban úgy kell kialakítani, hogy az egyes letapogatott amplitúdó értékeket hibajavító kódban adja meg. Ez természetesen az áramköri elemek számát növeli.

A hibajavító rendszert szemléltesse egy (n, n) pólus (2. ábra), ahol $n = i + e$. Az (n, n) pólus



1. ábra



2. ábra

bemenetére az egy amplitúdó értéket kifejező n bit érkezik. A kimeneten pedig a hibajavító kód adta feltételeknek megfelelően ellenőrzött és hiba esetén javított n bit jelenik meg T idő múlva. Tehát

$$(b_1 \dots n)_0 = (b_1 \dots n)_1, \text{ ha}$$

$$A = b_1 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_7 = 0,$$

$$B = b_2 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_7 = 0,$$

$$C = b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 = 0, \text{ és miután}$$

$$n' = C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0$$

a hibás bit helyértékét n' adja meg (Hamming szerint). Ezekután javítva a hibás helyértéket 0-ról 1-re vagy 1-ről 0-ra, az (n, n) pólus kimenetén megjelenik a helyes kód. E műveletek elvégzése

$$T = t_1 - t_0$$

időt vesz igénybe. A hibajavításnak természetesen meg kell történnie az újabb mintavétel előtt, így fenn kell állni

$$T < T_0$$

Beszédátvitelnél $T_0 = 12 \mu\text{sec}$, mely figyelembe véve, hogy egy korszerű digitális rendszer μsec nagyságrendben minden nehézség nélkül képes mod. 2 összeadást végezni, nem okoz különösebb nehézséget. (Hibajavító áramkörre [4]-ben található példa.)

IRODALOM

1. E. Hölzler — H. Holzwarth: Impulzus moduláció elmélete és gyakorlata. p. 149—160. 1962. Budapest. Műszaki Könyvkiadó.
2. L. J. Libois: Mikrohullámú összeköttetések és modulációs rendszerek. p. 242—268. 1960. Budapest. Műszaki Könyvkiadó.
3. Vasvári Gy.: Az információ ábrázolás néhány problémája a digitális technikában. Mérés és Automatika. 1962. 3. sz. p. 74—77.
4. Vasvári Gy.: Néhány példa zavarelhárító kódok alkalmazására. Gépek és Programok. 2. kötet. 1962. p. 85—95.
5. R. W. Hamming: Error detecting and correcting codes. Bell System Tech. J. 29, p. 147—160, 1950.
6. W. W. Peterson: Error correcting codes. M.I.T. Press. New-York. 1961.
7. Meyer—Eppler: Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Berlin. 1959. p. 153—172. Springer Verlag.

VÁNYAI PÉTER
Távközlési Kutató Intézet

Rezonanciagörbék kiértékelésének pontos módszere

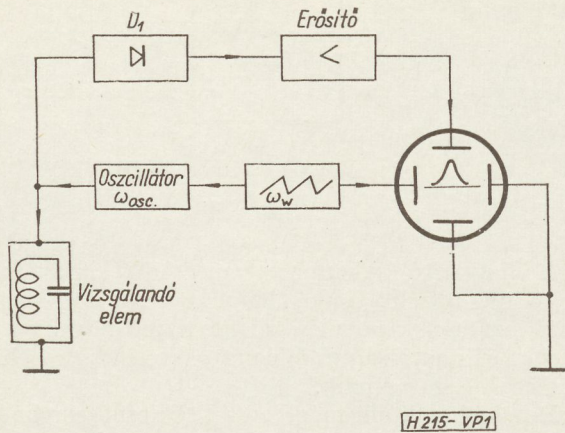
ETO 621.317.616;621.317.351.

A híradástechnikai mérések során gyakran szükséges rezgőkörök, üregrezonátorok, vagy szűrők rezonanciagörbéinek felvétele és kiértékelése. A rezonanciagörbéket a modern gyakorlatban vobulációs jellegű módszerekkel szokták ábrázolni. Egyszerű módon lehetőség kínálkozik a vizsgált karakterisztikák differenciálhányadosainak felrajzolására. Így az inflexióspontok közötti frekvencia-sáv nagy pontossággal meghatározható, amelyből viszont a 3 dB-es pontok közötti sávzélesség és a jósági tényező számítható. Ezen mérési módszert a 4 GHz-es rekvencia tartományban a mikrohullámú ferritek vizsgálatánál használják. [1], [2], [3]. A cikkben leírtak hasznosíthatók más rendszerű, nem mikrohullámú vizsgálatok esetén is.

A rezonanciagörbe ábrázolása

Az 1. ábrán látható klasszikus mérési elrendezés az oszcilloszkóp ernyőjére rajzolja a vizsgálandó üreg vagy rezgőkör frekvenciakarakterisztikáját. Az oszcillátor frekvenciáját a vobuláló háromszöggel megfelelő linearitással a kívánt frekvenciasávon át változtatja. A vizsgálandó elemen elő feszültséget egyenirányítás és esetleges erősítés után az oszcilloszkóp függőleges eltérítő lemezeire adjuk. A vízszintes eltérítést a vobuláló háromszöggel arányos jel végzi. A vobuláció szokásos üteme 20—100 Hz.

Ez a mérési módszer nem teszi lehetővé a pontos kiértékelést, mivel a 3 dB-es pontok megkeresése nagy szubjektív hibát jelent még négyzethálós kép-



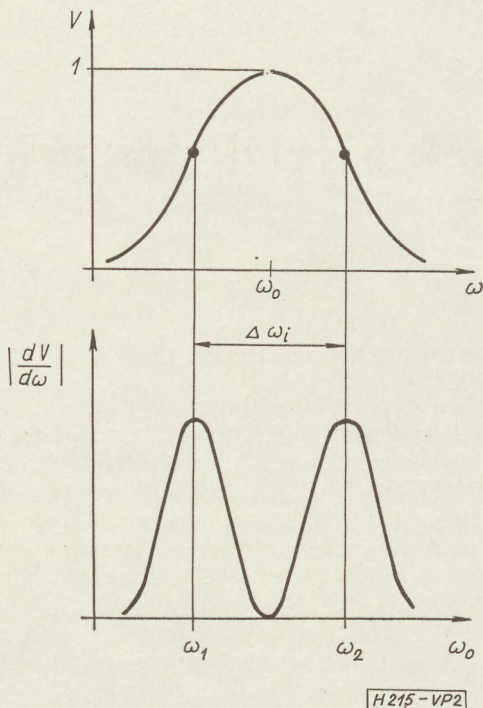
1. ábra. A vizsgálható elem frekvencia karakterisztikájának felrajzolására alkalmas elrendezés

ernyő esetén is. Ezenkívül a frekvencia-markeres vagy fénymodulációs kiértékelés ilyen módszerrel hosszadalmas és fáradságos is.

Ha a 2. ábrára pillantunk, láthatjuk, hogy a rezonanciagörbe differenciálhányadosának abszolút értéke olyan függvény, amely az inflexióspontok helyén maximális értékű. Eszerint az inflexióspontok közötti sávzsélességet könnyen és pontosan meghatározhatjuk. Az így megmért sávzsélesség azonban nem azonos a 3 dB-es pontok közötti sávzsélességgel, de bebizonyítható, hogy lineáris detektor esetén a jósági tényező a következő módon számítható:

$$Q_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{\omega_0}{\Delta\omega_i}, \quad (1)$$

ahol $\Delta\omega_i$ az inflexióspontok közötti sávzsélesség.

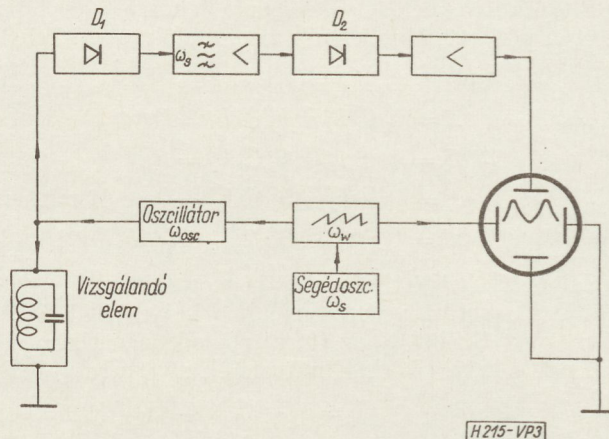


2. ábra. A rezonanciagörbe és differenciálhányadosának abszolútértéke

A kívánt jelalak előállítása

A rezonanciagörbét leíró jel közvetlen differenciálása elméletileg számításba jöhet, azonban olyan deriváló elemet, amely a célnak megfelelő pontossággal töltené be feladatát és a fázisviszonyok szempontjából is megfelelő lenne, nem találtunk.

Ezért más, közvetett módszert választottunk. A mérési elrendezést a 3. ábrán láthatjuk.



3. ábra. A derivált jel előállítására alkalmas elrendezés

Ezen közvetett módszer szerint a vobuláló jelre, egy annál sokkal kisebb amplitudójú ω_s frekvenciájú jelet szuperponálunk. Ezt a szinuszos jelet a segédoszcillátor állítja elő. A segédoszcillátor ω_s frekvenciájára legyen érvényes az alábbi egyenlőtlenség:

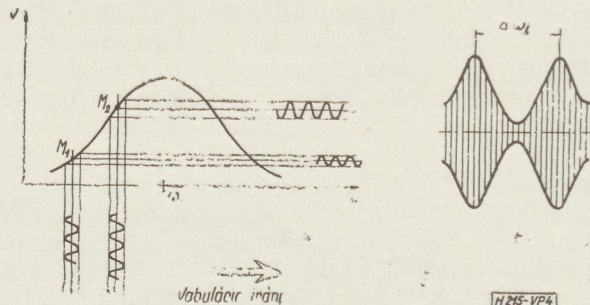
$$\omega_{osc} \gg \omega_s \gg \omega_w, \quad (2)$$

ahol ω_w a vobuláció frekvenciája.

Amennyiben a vobulációs háromszögjel egy pillanatra közel állandónak tekinthető, eközben az oszcillátor az ide tartozó frekvencia körül ω_s szerinti ütemben és ezen jel amplitudójától függő nagyságban változtatja frekvenciáját.

A vizsgált elemen eső feszültségből D_1 demoduláció után ω_s frekvenciájú amplitudó modulált jelet kapunk, amelyet egy sávszűrős erősítővel növelünk. Ezen jel modulációjának formája megegyezik a kívánt deriváltjel abszolút értékével. Ezután a D_2 demoduláció és esetleges erősítés után a kívánt jelet az oszcilloszkóp függőleges lemezeire kapcsoljuk. Természetesen a vobulációs háromszögjellel arányos a vízszintes eltérítést végző jel is.

A 4. ábrán mutatjuk be az ω_s frekvenciájú amplitudó modulált jel kialakulását azon esetben, ha egy



4. ábra. Az AM jel keletkezése

rezgőkört vagy egy üregrezonátort vizsgálunk. A vas-tag függőleges vonalak a vobuláció pillanatnyi helyzeteit jelölik, és a rezonanciagörbén egy-egy munkapontot jelölnek ki. Látható, hogy az ω_s frekvenciájú segédrezgés a rezonanciagörbén kijelölt munkapont szerint, ezen görbe meredekségétől függő modulációs mélységet okoz a vizsgált elemről levett és demodulált jelen. A 4. ábra szerinti M_1 munkapontban a rezonanciagörbe meredeksége kicsi, ezért a moduláció is kis mértékű. Az M_2 munkapontban a meredekség nagy és ennek megfelelően a moduláció nagyobb mértékű. A D_1 demoduláció után kialakult amplitudómodulált segédrezgést a 4b ábra szemlélteti. Az előbbieket szerint, tehát a kijelölt munkapontokban a V függvény első differenciáldányadosa fogja az idetartozó ω_s frekvenciájú jel modulációmélységét meghatározni.

A V függvény, amennyiben a vizsgált elemet egy párhuzamos rezgőkörrel modellezzük, — a relatív feszültséget jelenti.

$$V = \left| \frac{U}{U_r} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\eta Q_0)^2}}, \quad (3)$$

ahol U_r a rezonancián ($\omega = \omega_0$) mért feszültség,
 Q_0 a rezonancián mérhető jósági tényező,
 η a relatív elhangolás:

$$\eta = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \quad (4)$$

A (3) egyenlet az esetben ad pontos eredményt, ha a rezonancia-tartományban, vagy ha a magas frekvenciás tartományban ($\infty > \omega > \omega_0$) vizsgálunk.

A fentiek szerint az ω_s frekvenciájú jel modulációja a kívánt alakot veszi fel, mert a V függvény az inflexióspontokban a legmeredekebb és a moduláció ennek megfelelően itt maximális lesz.

A jósági tényező meghatározása

A derivált jel ábrázolása esetén könnyen mérhető lesz számunkra az inflexióspontok közötti sáv szélesség és ebből a jósági tényező könnyen meghatározható. Ezen célból határozzuk meg először az inflexióspontok közötti sáv szélesség nagyságát.

Az inflexióspontok helyét úgy tudjuk meghatározni, hogy keressük a V függvény második differenciáldányadosának nullahelyeit.

$$\frac{d^2 V}{d(\eta Q_0)^2} = - \frac{[1 + (\eta Q_0)^2]^{\frac{3}{2}} - 3(\eta Q_0)^2 [1 + (\eta Q_0)^2]^{\frac{1}{2}}}{[1 + (\eta Q_0)^2]^3} \quad (5)$$

$$\frac{d^2 V}{d(\eta Q_0)^2} = 0\text{-ből} \quad \eta Q_0 = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (6)$$

adódik.

Az η relatív elhangolás (4) a következő módon írható fel, mivel $\Delta\omega_i = \omega_2 - \omega_1$, ahol ω_2 és ω_1 az inflexióspontok helyei.

$$\eta = \frac{\omega_0 - \frac{\Delta\omega_i}{2}}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_0 - \frac{\Delta\omega_i}{2}}, \quad (7)$$

ahonnan

$$\eta = 1 - \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0} - \frac{1}{1 - \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0}}. \quad (8)$$

Helyettesítsük be a (8) kifejezést (a) 6 egyenletbe:

$$Q_0 = - \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{1 - \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0} - \frac{1}{1 - \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0}}} \quad (9)$$

Ha feltételezzük, hogy

$$\frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0} \ll 1,$$

akkor sorbafejtve és a magasabbrendű tagokat elhagyva:

$$\frac{1}{1 - \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0}} \approx 1 + \frac{\Delta\omega_i}{2\omega_0}$$

és

$$Q_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{\omega_0}{\Delta\omega_i}. \quad (10)$$

Általában azonban az első detektor nem tekinthető lineárisnak. Amennyiben a detektor n rendű karakterisztikával bír, az inflexióspontok helyét a következő módon határozhatjuk meg:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 V^n}{d(\eta Q_0)^2} &= \\ &= - \frac{[1 + (\eta Q_0)^2]^{\frac{n}{2} + 1} - 2(\eta Q_0)^2 \left(\frac{n}{2} + 1 \right) [1 + (\eta Q_0)^2]^{\frac{n}{2}}}{[1 + (\eta Q_0)^2]^{2(n+1)}} \\ \frac{d^2 V^n}{d(\eta Q_0)^2} = 0\text{-ből} \quad \eta Q_0 &= \pm \frac{1}{\sqrt{n+1}} \end{aligned} \quad (11)$$

A jósági tényező pedig

$$Q_0 = \frac{1}{\sqrt{n+1}} \frac{\omega_0}{\Delta\omega_i} \quad (12)$$

A gyakori négyzetes detektorok esetén a jósági tényező a következőképpen adódik:

$$Q_0 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\omega_0}{\Delta\omega_i} \quad (13)$$

IRODALOM

1. K—H. Gothe: Experimentelle Bestimmung de Komponenten des Permeabilitätstensors und des Spektroskopischen Aufspaltungsfaktors an Mg—Mn Ferriten im Mikrowellengebiet. Annalen der Physik 1960. Heft. 5—6.
2. Ványai Péter: Mikrohullámú ferritek vizsgálata. Híradástechnika, XIII. (1962) 6. sz.
3. Ványai Péter: Ferromágneses anyagok mikrohullámú mágneses és elektromos tulajdonságainak mérési módszere. Távközlési Kutató Intézet Közleményei, 1962. évf. 3. és 4. szám.

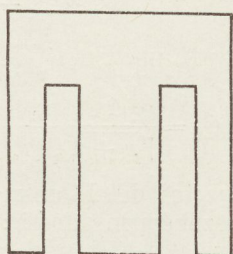
Új típusú transzformátor konstrukciók lehetősége a szemianizotróp transzformátor-lemez alkalmazásával

ETO 621.314.21.042.143

A szemianizotróp (textúrás) transzformátor-lemezek olyan előnyökkel rendelkeznek az általában használt anizotróp lemezekkel szemben, hogy híradástechnikai alkalmazásuk mielőbb kívánatos lenne. Ezt a jelentősen kisebb vasvesztés, a transzformátorok szórt mágnesmezejének csökkenthetősége, kimenő transzformátorok frekvencia-határainak tágítása indokolja. Mindezek mellett bizonyos fokú méretcsökkenés is elérhető és lehetségessé válik a transzformátorok gazdaságosabb előállítására is. Azt, hogy a felsorolt előnyök milyen mértékben aknázzhatók ki híradástechnikai transzformátorok céljára, az Elektroakusztikai Gyárban végzett, s itt közzétett méréseink alapján értékelhetők ki.

Vizsgálataink alapjául a Vasipari Kutató Intézet által kidolgozott és a Csepeli Fémműveknél legyártott, hidegen hengerelt, „Trafomax” anyagot alkalmaztuk. Az anyagot hidrogén atmoszférában lágyítottuk, 20, illetve 40 órán izzítottuk 1200 °C-on. Előzetes lágyítás esetén a jobb mágneses tulajdonságokat előidéző hőkezelés időtartama csökkenthető. A hűtés természetes sebességgel történt.

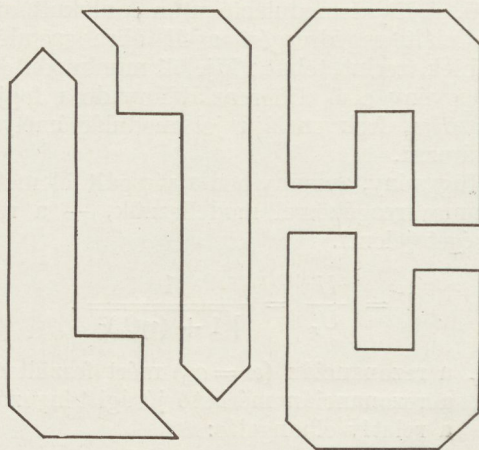
A mágneses mérésekhez, illetve a mintatranszformátor elkészítéséhez kétféle lemeztípust használtunk. Ezek egyike a kereszt irányban csökkent mágneses tulajdonságok miatt szélesebb járommal rendelkező EI alakzat (1. ábra), másik a Philbert-típusú PU (Philbert U), illetve PL (Philbert L) lemez formátum



H219-G11

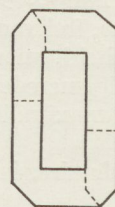
1. ábra

(2. ábra). A külföldi szakirodalomban feltüntetett előnyös tulajdonságai miatt különös figyelmet szenteltünk a Philbert-lemezekből összeállítható transzformátor típus vizsgálatára. Ennél a megoldásnál ugyanis a lemezek megfelelő rétegezésével (3. ábra) a PU, illetve a PL lemezpárok légrései átlapolhatók, minek következtében szórás szempontjából a pakett zárt toroiddal egyenértékű. A tekercseket szimmetrikusan helyezük a törzsekre.



H219-G12

2. ábra



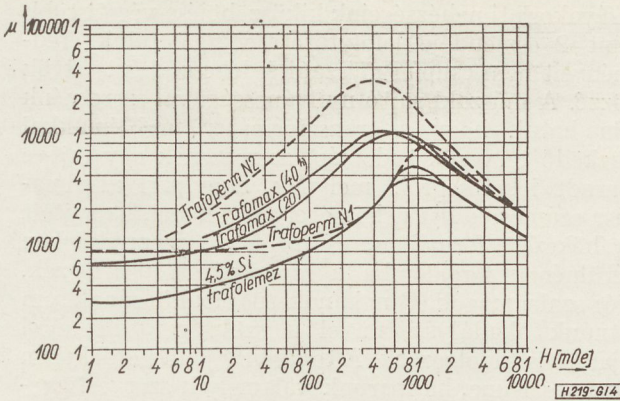
H219-G13

3. ábra

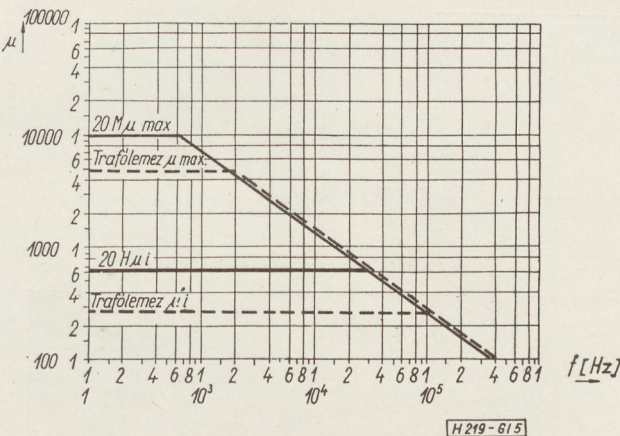
A mágneses jellemzők vizsgálatánál a következőket állapíthatjuk meg:

Permeabilitás értékei a térerősség függvényében

A 4. ábrán 20 és 40 órán át kezelt anyagok, valamint összehasonlításképpen a forgalomban levő átlagos minőségű szilíciumos trafólemezek és a (Vacuumschmelze Hanau által megadott) Trafoperm N1 és Trafoperm N2 textúrás anyagok permeabilitás görbéi láthatók. Szembetűnő, hogy a Trafomax mekkora javulást jelent a sok selejtet és gyártási nehézséget előidéző gyenge minőségű szilíciumos vassal szemben, s tulajdonságai a jobb és gyengébb minőségű külföldi anyag között vannak. Különösen hangfrekvenciás kimenő transzformátorok szempontjából jelentős, hogy a maximális permeabilitás értéke több mint 50%-kal nagyobb a szilíciumvashoz viszonyítva.



4. ábra



5. ábra

A permeabilitás frekvenciafüggősége

A permeabilitás értékek frekvenciafüggőségét 5. ábránkon mutatjuk be. A közönséges szilíciumos transzformátor-lemez, valamint a Trafomax kezdeti- és maximális-permeabilitás értékeinek változását mértük itt fel. Minthogy az anyag határfrekvenciáját az

$$f = \frac{\rho \cdot 10^4}{\pi \cdot d^2 \cdot \mu} \text{ [kHz]}$$

egyenlet határozza meg, azonos lemezvastagság (d/mm) esetén a nagyobb permeabilitása (μ) és (kevesebb szilícium tartalma miatt) kisebb fajlagos ellenállású (ρ) Trafomax határfrekvenciája valamivel alacsonyabb. Ez azonban nem jelent számottevő hátrányt, mert hangfrekvenciás transzformátor esetében a felső határfrekvencia szempontjából jobbára a szórt induktivitást kell figyelembe venni, ezt viszont új anyagunk nagyobb permeabilitása miatt csökkenteni lehet.

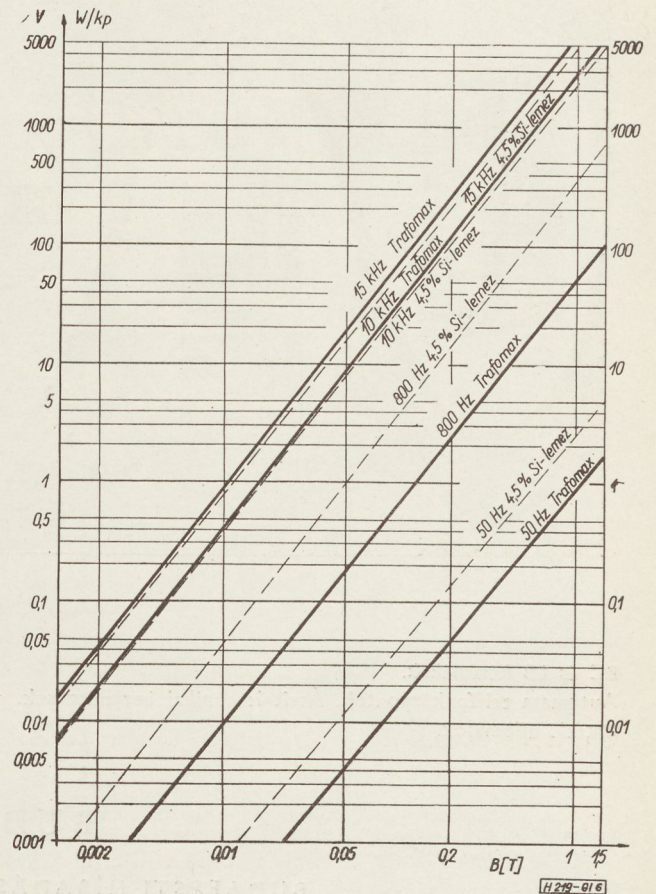
Vasvesztesség értékek az indukció és a frekvencia figyelembevételével

A 6. ábránkon látható mérésorozatból különösen kitűnik a szemianizotróp anyag előnye a nem textúrás szilíciumos vassal szemben. A 2,3 W/kp vas-

vesztességgel szemben 0,8 W/kp értéket kapunk 1 T (= 10 kG) indukciónál. 1,5 T-nál sem megy a veszteség 2 W/kp érték fölé, ami méretesökkenéshez és huzalmegtakarításhoz vezet. Hangfrekvenciás transzformátorok esetében magas frekvenciáknál a kisebb fajlagos ellenállás miatt a veszteségi viszonyok is megfordulnak, miként a határfrekvenciánál is látható volt, de ez a csekély veszteségnövekedés nem jelent különösebb hátrányt, legalábbis hálózati transzformátorok szempontjából egyáltalán nem. (Szélessávú hangfrekvenciás teljesítmény átvitelhez amúgy is a 36, ill. 45% Ni tartalmú lemezek alkalmazása célszerű.)

Egyéb — anyagi jellemzőkre vonatkozó — vizsgálataink közlése túlhaladná cikkünk kereteit, ezért áttérünk az ismertetett anyaggal készült mintatranszformátor jellemzésére. Az egyik mintatrafó magja a 2. ábrán bemutatott lemezekből áll s a törzseken osztott tekercselések helyezkednek el. Összehasonlításként ugyanakkora teljesítményű transzformátort készítettünk szilíciumos-vasmaggal M85-ös formában. A két transzformátor mérési adatait az 1. táblázatban közöljük.

Megjegyezzük, hogy modell transzformátorunkat korántsem tartjuk kiforrott konstrukciónak s ennél lényegesen kedvezőbb eredmények is elérhetők. A fennálló árfolyamok figyelembevételével és tömeggyártási hőkezelési költségek becslésével megállapí-



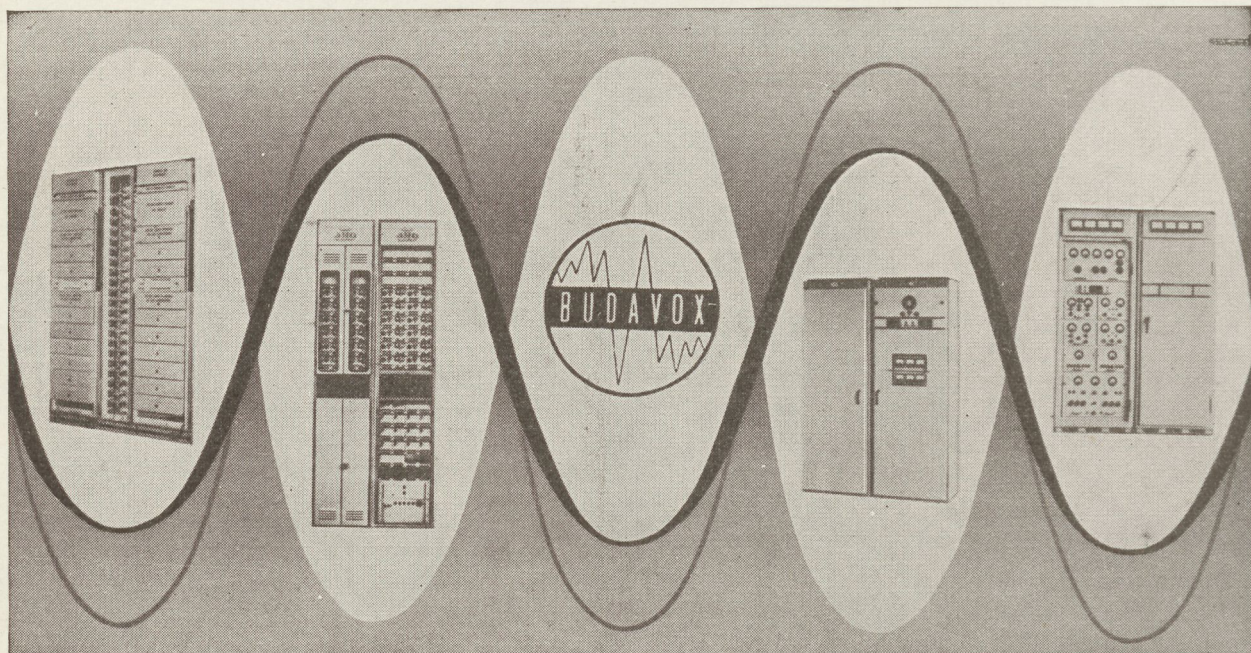
6. ábra

tottuk, hogy Trafomax esetén az árvíszony híradástechnikai transzformátorok számára 1-nél kedvezőbb.

1. táblázat

	M85 típ.	Philbert típ.
Névleges teljesítmény	80 VA	80 VA
Indukció	1,2 T	1,5 T
Vas keresztmetszet	9,4 cm ²	5,2 cm ²
Hatásfok	80 %	85 %
Szórás	7 %	4 %
Mag súlya	1,2 kp	0,99 kp
Réz súlya	0,44 kp	0,39 kp

Gyakorlati nehézségeink kiküszöbölése végett több mint 2 esztendeje lefolytatott vizsgálataink eredményeit nem csupán műszaki érdekességeként tettük közzé. A műszaki sajtó nyilvánosságával szeretnénk oda hatni, hogy a transzformátor problémákkal küzdő tervezők tudomást szerezzenek egy rejtve maradt lehetőségről, melynek nagyipari alkalmazása számos eddigi nehézséget megoldana, ha sajtolt és hőkezelt formában, és megfelelő mennyiségben kerülnének forgalomba a szemianizotróp lemezek. Még szalagmagok (Ringbandkern) előállításának sem látnánk akadályát, mivel a szükséges szigetelési eljárást is kidolgoztuk. A további fejlődés érdekében tanácsos lenne, ha iparunk valamelyik szerve figyelemmel kísérné az ipari kutatásban előállított anyag útját annak gyakorlati felhasználásáig.



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

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

BUDAVOX

BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

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

10 éves a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Az Intézet az évforduló alkalmából, május 27—29. között, 3 napos tudományos ülésszakot rendezett a Technika Házában, a Híradástechnikai Tudományos Egyesülettel közösen. Az ülésszakot György Gyula miniszterhelyettes képviselőjében Komporday Aurél, a KGM Híradástechnikai Igazgatóságának vezetője nyitotta meg. A megnyitón kívül 37 előadás hangzott el. Az olvasók szélesebb körének érdeklődésére számotartó előadásokat lapunk 1963. évfolyamának egy „cél”-számában közöljük.

IV. Nemzetközi Műszaki Könyvkiállítás

Világszerte évről évre növekszik az érdeklődés a Műszaki Könyvkiadó által kezdeményezett és évenként a Budapesti Nemzetközi Vásár keretében megrendezett Nemzetközi Műszaki Könyvkiállítás iránt. Ebben az évben már 75 kiadó, mintegy 3000 művét láthattuk a kiállításon. A kiállítók között ott voltak a Szovjetunió és a népi demokratikus országok könyvkiadói mellett Jugoszlávia, Nagy-Britannia, Hollandia,

a Német Szövetségi Köztársaság és az Egyesült Államok számottevő könyvkiadói.

A sajtótájékoztató megnyitó szavaiban dr. Köpeczi Béla a Kiadói Főigazgatóság vezetője rámutatott arra, hogy a reprezentatív nemzetközi könyvkiállítások ma már áttekinthetetlenek és szükséges, hogy külön-külön kiállításokon mutassák be egy-egy szakterület irodalmát. Éppen ezért helyes az a magyar kezdeményezés, hogy évenként megrendezik a műszaki könyvkiállításokat. Korunkban egyre növekszik a műszaki fejlesztés jelentősége, amellyel a műszaki szakirodalomnak lépést kell tartania. A megnyitó után Lévárdi Ferenc nehézipari miniszter tartott előadást a műszaki könyvkiadás jelentőségéről, feladatairól.

A kiállítás gazdag elméleti és gyakorlati anyagot mutatott be a gyengeáramú elektrotechnika területéről is. Érdemes felhívni a Műszaki Könyvkiadó figyelmét **Azarjev**: Villamosrendszerek matematikai modellezése (Szovjet Kiadók gyűjteményes kiállítása) és **Heinz Richter**: Tranzisztortechnikai kapcsolások könyve (Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart) művekre, melyek magyar nyelvű fordításának kiadása, sok más mellett, értékes gyarapodása lenne a magyar nyelvű szakirodalomnak.

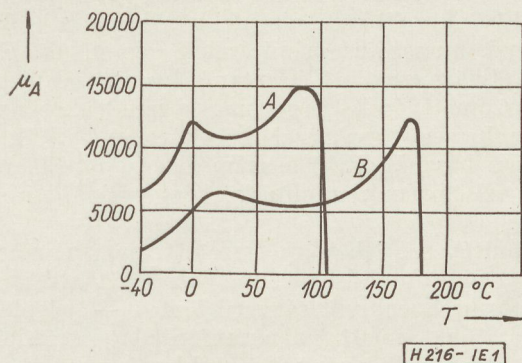
SZEMLE

Figyelemre méltó eredményekről számol be R. Röss és E. Moser a „*Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der hochpermeablen Ferrite*” c. cikkben, amely az Elektronische Rundschau 1963. februári számában (Mitteilung aus dem Wernerwerk für Bauelemente der Siemens & Halske A. G.) jelent meg. Kiemelik, hogy a nagypermeabilitású ferritek között különösen fontosak a mangán—cink-ferritek. Ezekkel érhető el a legnagyobb kezdeti permeabilitások és igen kis váltóáramú veszteségek, továbbá a mágneses tulajdonságok csekély időbeli változása. Ezenfelül a MnZn-ferriteknél lehetséges a kezdeti permeabilitás hőefficienciájának (TK μ) olyan befolyásolása, hogy a felhasználók ilyen irányú követelményeinek is megfeleljen. Az ilyen ferritek különösen a szűrő- és rezgőköri tekercsekben, továbbá hírszóró vevő- és TV-készülékekben bírnak nagy fontossággal.

Az újabb eredmények röviden az alábbiakban foglalhatók össze.

1. Nagy kezdeti permeabilitás

A szakirodalomból eddig kb. 5000-ig terjedő kezdeti permeabilitások ismeretesek. Általában nagyobb μ_A -hoz kisebb Curie-hőmérséklet tartozik. Így pl. 40°C Curie-hőfoknál $\mu_A \geq 10\,000$ elérhető megfelelő összetétel és igen tiszta alapanyagok esetén. Különleges módszerekkel, amelyek a ferrit kristályszerkezetének zavartalanítását biztosítják, ugyanolyan nagy kezdeti permeabilitás értékek érhetőek el, azonban 100°C-on felüli Curie-hőmérsékletek mellett is (lásd 1. ábra A görbét).



1. ábra

Ha a Curie-hőmérsékletet tovább emelik, akkor a kezdeti permeabilitás szobahőmérsékleten általában lényegesen kisebb lesz. Ha azonban egy anomális μ_A -maximum is van, akkor ez lehetővé teszi a nagy kezdeti permeabilitású és egyben magas Curie hőmérsékletű magok előállítását. Az 1. ábrán a B görbe mutatja egy ilyen magnál a permeabilitást a hőfok függvényében. A kezdeti permeabilitás 20°C-nál 6000 felett van, és a Curie-hőmérséklet kb. 180°C.

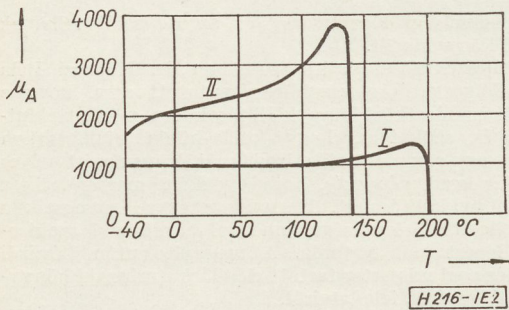
2. Kis veszteségek

A váltóáramú veszteségek, melyek hiszterézis, maradék és örvényáram veszteségekből állnak — hasonlóan μ_A -hoz — a kémiai összetételtől és a gyártási technológiától függenek. Így pl. az örvényáramveszteségek — melyek nagy frekvenciáknál ferriteknél is észrevehetőek — kevés kalciumvegyület adalékokkal lényegesen csökkenthetők. A hiszterézis veszteségek négyzetes hiszterézis hurkot mutató anyagoknál, így meghatározott összetételű MnZn ferriteknél (kevesebb mint 51 Mol % Fe_2O_3) különösen nagyok. Anomálishan kis hiszterézis veszteséget mutatnak az olyan MnZn ferritek, melyeknek hiszterézis hurka a perminvaréhoz hasonló. Ezen ferritek vastartalma 58 Mol % és ennél nagyobb. Az ilyenek kezdeti permeabilitása nem túl nagy és egyes alkalmazásoknál stabilitásuk sem megfelelő, ill. az idő folyamán bekövetkező permeabilitás csökkenés zavaró hatású. Az 53 Mol % Fe_2O_3 körüli tartományban újabban olyan anyagokat találtak, amelyek ferde helyzetű, az izoperméhez hasonló kis remanenciájú hiszterézis hurkot mutatnak. Az ilyen hiszterézis hurkot mutató ferriteknek nagy kezdeti permeabilitás ($\mu_A = 2000\text{—}6000$) mellett rendkívül kicsiny hiszterézis veszteségük van ($h/\mu_A^2 < 0,2 \cdot 10^{-3}$ cm/kA, szemben a normális ferriteknél ismeretes $h/\mu_A^2 < 1\text{—}3 \cdot 10^{-3}$ cm/kA értékhez). Emellett maradék veszteségük kicsiny és időbeli stabilitásuk igen jó. Ez lehetővé teszi a ferritmagok méretcsökkentését úgy, hogy a jósági tényező állandó maradjon, vagy esetleg még javuljon is.

3. Az üzemi hőfokhatárok kiterjesztése

A rezgőkörökre és szűrőkre vonatkozó, hőfoktól független frekvenciaállandóságra vonatkozó követelmények általában +20°C-tól +60°C-ig terjedtek. Újabban mind gyakrabban merülnek fel kívánságok olyan ferritmagokra, amelyek igen alacsony hőmérséklettől, pl. -40°C-tól egyes esetekben +100°C feletti hőmérsékletig igen kicsiny TK μ_A -t mutatnak. MnZn ferriteknél a már említett anomális permeabilitás

maximum létezése lehetővé teszi fenti követelményeknek bizonyos esetekben való kielégítését. Az anomális maximum helye a kémiai összetételtől függ, a maximum alakja a gyártás-



2. ábra

technológiával, különösen a zsugorítással erősen befolyásolható. A szükséges TK eléréséhez az összetételt úgy választják meg, hogy a maximum megfelelően alacsonyabb hőmérsékletnél legyen, és olyan zsugorítást használnak, hogy a maximum már csak mint könyök legyen észrevehető a $\mu_A(T)$ görbén. A 2. ábra mutatja két, fenti elv alapján előállított ferritmag $\mu_A(T)$ görbéjét.

Az I mag relatív hőkoeficiense -40°C és $+130^\circ\text{C}$ között igen kicsiny $TK/\mu_A = 0,2 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$. A II mag kezdeti permeabilitása -20°C és $+60^\circ\text{C}$ között lineárisan növekszik. E körzetben $TK/\mu_A = 0,9 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, mely érték alkalmas a szűrőkhöz gyakran használt sztiroflex kondenzátorok negatív hőkoeficiensének a kompenzálására.

A felhozott példák mutatják, hogy az újabban kifejlesztett ferritfajták alkalmasak a megnövekedett követelmények kielégítésére. Várható továbbá, hogy a szisztematikus ferritkutatás még további minőségi javulást fog eredményezni.

Dr. Istvánffy Edvin

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Valkó Iván Péter: **Az elektroakusztika alapjai**

Akadémiai Kiadó, 1963. ára 80 — Ft. (egészvázsonkötés, 373 oldal, 254 ábra).

A könyv mérnöki szinten, korszerű feldolgozásban foglalja össze az elektroakusztika elméleti alapjait és az alkalmazások lényegét, belső összefüggéseit.

Az első rész a rezgések és a hullámok elméletének rövid tárgyalásával kezdődik, majd részletesen foglalkozik a hang-sugárzás folyamatával, felhasználva a kérdés megvilágítására a hullámterjedés törvényeit. Ezután számbaveszi az elektromos-mechanikai átalakítások fizikai lehetőségeit, majd ismerteti a fiziológiai-akusztika és a teremakusztika alapvető

tényeit. A második rész tárgyalja a legfontosabb elektromos akusztikai átalakítók: a mikrofonok és hangszórók elvi és konstrukciós kérdéseit, továbbá az összetett rendszerek, erősítők és hangrögzítő berendezések elektroakusztikai problémáit. Különösen figyelmet érdemel a mikrofonokról szóló fejezet (VII), amelyben jelentős új tudományos eredményeket ismerhetünk meg. A könyv utolsó fejezete a mérési módszereket foglalja össze.

A könyv — amely e tárgykörben az elmúlt másfél éven belül a második (*Lamoth Emil*: Elektroakusztika, Műszaki Könyvkiadó, 1961.) — méltóképpen reprezentálja a magyar elektroakusztikai műszaki tudományág magas színvonalát és számottevő szolgálatot tesz a kiemelt elektroakusztikai gyártási ágazat fejlődésének. (—sz)

MAMUSICH GYÖRGY

Beloianisz Híradástechnikai Gyár

Számítógépek felhasználása a híradástechnikai tervezőmunkában

ETO 681.142:621.39

Az egyetemes, digitális számítógépek tervezési, kutatási segédeszközként való felhasználása világviszonylatban egyre nagyobb tért hódít. Hazánkban a híradástechnikai iparág 1961 óta rendelkezik az URAL I. típusú számítógéppel. Számos gazdasági és műszaki szempont azt követeli, hogy ezt a hatékony eszközt fokozottabb mértékben vegyük igénybe a híradástechnikai tervező- és kutatómunkában.

Sajnos, a villamosmérnökök nagyrésze idegenkedik méretező-számítómunkájának számítógépre való alkalmazásától. Pontosabban fogalmazva: nem látja ezt az utat járhatónak egy átlagos matematikai felkészültségű mérnök részére. A mérnöki köztudatba beidegződött az a felfogás, hogy a számítógép programozását végző személy kizárólag matematikus lehet. Ezt azzal indokolják, hogy a programok bonyolultsága, a felhasználandó matematikai apparátusok kezelése és általában az egész számítógép-programozás speciális, matematikusan képzett személyt igényel.

Ez a gondolatmenet kb. 10 évvel ezelőtt teljesen helytálló volt, de ma, amikor hazánkban sok számítógép üzemel és aránylag nagyszámú szakember foglalkozik programozással, már nem helytálló.

Kiindulási alapul azt kell meghatározni, hogy milyen számításokat érdemes számítógéppel végezteni. Első közelítésre kézenfekvő, hogy a sok-sokszámjegyű, numerikus számításokat gépesítsük. Ez viszont elvileg csak azt jelentené, hogy a jelenlegi asztali számológépeket egy nagyságrendekkel nagyobb sebességű eszközzel helyettesítsenék. Így korántsem használjuk ki a számítógép adottságait. A gépre rábízhatunk számításközbeni logikai döntéseket is.

A számítógépre lehetőleg összetett, nagy pontosságot igénylő számításokat, méretezéseket érdemes programozni. Ezenkívül célszerű fontos — jelenleg bonyolultságuk miatt diagramformában rendelkezésre álló — függvényeket táblázatosan, nagy pontossággal kiszámíttatni; gyakran ismétlődő, sok

számítást igénylő méretezést táblázatos formában előállítani.

A programozás elsajátítása

A programkészítés feladata egy olyan utasítás-rendszer készítése, melyet a géppel közölve, az a kérdéses problémát a kívánt módon megoldja. A program készítése folyamán előre kijelöljük, hogy a számítás során feldolgozandó adatok, az egyelőre még ismeretlen közbenső és végeredmények és maguk az utasítások is a memóriaegység mely rekeszében legyenek elhelyezve; az egyes adatokat milyen aritmetikai műveleteknek vetjük alá; a számítás adott ponton mely irányba folytatódjék stb.

Első lépésként meg kell ismernünk a számítógép működését fő vonalaiban. Egyáltalán nem szükséges a bonyolult belső elektronika ismerete, teljesen elegendő egy blokkvázlatszerű áttekintés is. Ezután következik a programozás elemi részének megismerése egészen egyszerű matematikai feladatoknak programozásával. Ezt célszerű a kérdéses gép utasítás-kódrendszerének felhasználásával végezni. Hangsúlyozzuk, hogy elvileg bármilyen gépre tudunk programozni kódrendszerének ismerete nélkül — de jelen esetben úgyis adott gépről van szó és így a kódrendszer beidegzése sokkal könnyebben történik.

A programozás elemi építőköveinek ismerete után kerülhet sor — a „gép nyelvének” megismerésére. Fokozatosan bele kell élni magunkat a gép számítási gondolatmenetébe, logikájába és a matematikai feladatok felépítését ehhez kell illeszteni. A tanultak érlelődése lassan egészen plasztikussá teszi a kódokból felépített programot. Ezután fokozatosan rá lehet térni az egyszerű programrészek összeillesztésével a bonyolultabb programok összeállítására.

A tulajdonképpeni nehézségek csak most kezdődnek. Eddig ugyanis többé-kevésbé mechanikusan lehetett adott szabályokat alkalmazni. Ezen a fokon azonban már felvetődnek a pontossági, kapacitás és nem utolsósorban gazdasági kérdések. A programnak biztosítania kell a feladat követelte pontosságot — ugyanakkor azonban figyelembe kell vennie a memóriakapacitás véges határait is. A gazdaságosság pedig azt jelenti, hogy tekintve a számítógép drága üzemidejét — a programnak a lehető legkevesebb lépésből kell állnia.

A programozási munka jelentős megkönnyítését jelenti az úgynevezett részprogramok (szubrutinok) technikája. Ez azt jelenti, hogy egyes, gyakran előforduló részszerkesztések programja már kidolgozva rendelkezésre áll. (Elemi trigonometrikus függvények, logaritmuskeresés, előre meghatározott pontossággal végzendő gyökvonás stb.) Ezenkívül az eddig kidolgozott és számítógéppel végrehajtott programok is bő tapasztalatokat nyújtanak és így a programozással ismerkedőnek nem kell az összes lépcsőket végigjárnia.

Ezzel vázoltuk a programozás tanulásának menetét. Célszerű ezt a munkát egy tapasztalt programozó irányításával végezni és a helyszínen megismerni az üzemelő számítógépet. A cikk végén felsorolt irodalom tanulmányozása is értékes segítséget nyújt [1, 2, 3, 4, 7].

Passzív hálózatok méretezése

A szűrő méretezésben egészen az utóbbi évekig a hullámparaméteres eljárás egyeduralgó volt. A korszerű üzemi paraméteres méretezés elmélete — mellyel előre megadott átviteli tulajdonságokkal rendelkező, lineáris, tiszta reaktáns és veszteséges hálózatokat tudunk méretezni — már több mint húsz éve készen áll. Elterjedését az gátolta, hogy a méretezési munka asztali számológépek felhasználásával hetekig vagy hónapokig tart.

A nagy számítási sebességgel dolgozó számítógépek megjelenése azonban előtérbe helyezte az üzemi paraméteres eljárást.

Az alábbiakban bemutatjuk egy adott tolerancia-terv szerinti, tiszta reaktáns aluláteresztő szűrő számítógéppel történő számításának menetét. Az üzemi paraméteres méretezés elméletét ismertnek tételezzük fel.

A program maga három főrészből áll:

1. karakterisztikus függvény számítása,
2. az üzemi átviteli tényező számítása,
3. realizálás.

1. Karakterisztikus függvény számítása

Ismeretes, hogy az üzemi átviteli tényező

$$|\Gamma(p)| = \sqrt{1 + |\varphi(p)|^2}$$

megállapításához először a $\varphi(p)$ karakterisztikus függvényt kell felírunk. A $\Gamma(p)$ és $\varphi(p)$ pólus helyei összeesnek. Így $\varphi(p)$ felírható mint egy racionális, valós együtthatójú törtfüggvény:

$$\varphi(p) = \frac{p(p^2 + A_1^2)(p^2 + A_2^2) \dots (p^2 + A_n^2)}{(p^2 + B_1^2)(p^2 + B_2^2) \dots (p^2 + B_m^2)} \cdot C, m \leq n$$

Az $A_1 \dots A_n$ és A_n zérushelyek és a $B_1 \dots B_2 \dots B_m$ pólushelyek számának és helyének, valamint a C állandónak meghatározása pedig igen fáradságos próbálgatással történt. Jelen programnál azonban a tapasztalt hálózattervező mérnök megállapítja a foksámot, felbecsüli a zérus- és pólushelyeket, a C állandót. Ezeket a géppel közölve kiszámítatjuk az áteresztőtartomány zérushelyei közötti csillapítás-maximumokat és a zárótartomány pólushelyei közti minimumokat és az áteresztőtartomány szélén levő értékeket. Ekkor a p_i diszkrét frekvencián meghatározzuk a kívánt és tényleges $\varphi(p_i)$ közötti eltérést, $\Delta\varphi(p_i)$ -t. Ezeket a diszkrét frekvenciákon:

$$d\varphi(p_i) = f(C, A_1, A_2 \dots A_n \dots B_m)$$

A pontos karakterisztikus függvény számítása egy Bader által javasolt korrekciós eljárással történhet [7]. A

$$d\varphi(p_i) = \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial C} dC + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial A_1} dA_1 \dots + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial A_n} dA_n \dots + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial B_m} dB_m$$

totális differenciál hányadosból kis értékekre felírható

$$\Delta\varphi(p_i) = \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial C} \Delta C + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial A_1} \Delta A_1 \dots + \\ + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial A_n} \Delta A_n \dots + \frac{\partial\varphi(p_i)}{\partial B_m} \Delta B_m$$

ebből a kérdéses p_i diszkrét frekvenciákon egy lineáris egyenletrendszer írható fel, melyeket a gép C , ΔA_1 , $\Delta A_2 \dots \Delta A_n \dots \Delta B_1$, $\Delta B_2 \dots \Delta B_m$ értékekre megold. Ez korrekciókat jelent a C , a zérushelyek és pólushelyek értékeire. Ezt a korrekciót addig ismételi, míg az összes C , ΔA_1 , $\Delta A_2 \dots \Delta A_n$ és ΔB_1 , $\Delta B_2 \dots \Delta B_m$ értékek kisebbek lesznek, mint $\delta = 0,0001$. Ez általában 4–5 egyenlet megoldás után teljesül is. A kielégítő pontosságú karakterisztikus függvényt azután a memóriában tároljuk.

2. Az üzemi átviteli tényező számítása

A $\varphi(p)$ karakterisztikus függvényből a $\Gamma(p)$ átviteli tényezőt az alábbi módon kapjuk meg.

$$|\Gamma(p)| = \sqrt{1 + |\varphi(p)|^2}$$

felírható a következő módon is:

$$\left| \frac{H(p)}{N(p)} \right|^2 = 1 + \left| \frac{h(p)}{N(p)} \right|^2$$

Matematikai megfontolások után:

$$\frac{H(p) H(-p)}{N(p) N(-p)} = 1 + \frac{h(p) h(-p)}{N(p) N(-p)}$$

és így

$$|H(p)|^2 = H(p) H(-p) = N(p) N(-p) + h(p) h(-p)$$

$\Gamma(p)$ meghatározásához ezt az egyenletet kell megoldanunk.

Tekintve, hogy $N(p)$ és $h(p)$ páros és páratlan függvények lehetnek, a fellépő kombinációk egyszerűsítésre adnak lehetőséget és így $N(p)$ páratlan és $h(p)$ páros, valamint $N(p)$ páros és $h(p)$ páratlan esetre az $N(p) + h(p) = 0$ egyenletet, a másik két kombináció esetén az $N(p)^2 + h(p)^2 = 0$ egyenletet kell megoldani. A program a számítást úgy vezérli, hogy mindenkor a helyes egyenlet kerül megoldásra és így $\Gamma(p)$ helyes zérushelyeit kapjuk meg.

Magasabbfokú polinom egyenletek megoldására különféle, számítógépre kidolgozott iterációs eljárások ismeretesek. Legkorszerűbbnek mondható D. E. Muller módszere [5], mely jól programozható és tapasztalatok szerint jól konvergál. Itt további nehézséget jelent, hogy magasabb fokszámú, meredekebb levágású szűrőknél a szokásos pontosság (kb. 9–11 tizedesjegy) nem elegendő. Az egyenletmegoldást 16–22 tizedesjegy pontossággal kell programozni.

3. Realizálás

A realizálásról tudjuk, hogy az $H(p)$, $N(p)$ és $h(p)$ páros és páratlan részeiből összeállított reak-

tanciából való kifejtést jelent. Pontosabban: a lánckapcsolásra történő kifejtés a $H(p)$ összes pólusainak a reaktanciáról előírt sorrendben való leválasztásával történik. Megtehetjük azt is, hogy a lehetséges pólussorrend permutációkat a géppel mind kiszámítjuk és ezekből a legkedvezőbbet kiválasztjuk.

Általános szűrő-szintézisprogram

Egy átfogó, általános szűrő-szintézisprogramhoz a [7] irodalom alapján úgy jutunk, hogy a gépen belül aluláteresztő, feluláteresztő és sávszűrő normálással dolgozunk. Egy normált aluláteresztő elvileg végtelen sok nem normált aluláteresztőt foglal magában. Így nincs értelme, hogy a teljes számítást minden alkalommal elvégezzük. A már egyszer kiszámított szűrőket tárolni kell. Ez a tetszés szerint bővíthető járulékos memóriaegységekkel (mágneses szalagok) érhető el. Tehát az összes kiszámított szűrőt, normált és típus szerint osztályozott alakban mágnesszalagon tároljuk.

Új szűrő számítása esetén a gép megvizsgálja a tárolt szűrőket. Ha rendelkezésre áll a megfelelő kapcsolás, akkor a megfelelő vissza-normálás után a gép ezt közvetlenül kiadja, ha nem, akkor specifikációban legközelebb állót veszi elő a gép, korrigálja a követelményeknek megfelelően, majd az eredetit és a korrigált kapcsolást is tárolja. Ezek az úgynevezett „tanulási programok”, ahol a kiszámított és tárolt szűrők számának emelkedésével a szűrőnkénti szükséges számítási idő egyre csökken.

Veszteséges szűrők méretezése

A jelenlegi gyakorlatban a próbálgatásos, a szűrőhöz korrektor illesztését igénylő módszer mellett legelterjedtebb a veszteséges átviteli függvény bevezetése. Ennek azonban igen komoly hibája az, hogy feltételezi, hogy az összes hálózati reaktáns elem, egy feltételezett, átlagos, azonos veszteséggel rendelkezik. Ezt a hiányosságot küszöböli ki a Desoer és Mitra által kidolgozott eljárás, melyet speciálisan számítógépre való alkalmazásra terveztek [6]. A módszert, mely a gyakorlat szempontjából nem tartalmaz irreális kikötéseket, aluláteresztő szűrőkre dolgozták ki, de elvileg kiterjeszthető más típusú szűrőkre is.

Hálózatszámítás

A gép segítségével könnyen áttekintést nyerhetünk arról, hogy a mindig fellépő elemtoleranciák milyen változást okoznak a szűrő tulajdonságaiban. Ezzel nagymérvű megtakarítás érhető el. Ugyanis a gyártási okokból megkívánt biztonság mellett a megvizsgált elemeknél nagyobb toleranciákat engedhetünk meg, azaz olcsóbb áramköröket tudunk felépíteni.

Ha jól kézben tartjuk hálózatunk tulajdonságait — tehát pontosabb az analízisünk —, újabb lehetőségeink nyílnak a szintézis finomítására. Ha ugyanis ismerjük a hálózat egyes elemeinek a csillapítás menetére gyakorolt hatását, akkor az elemek értékeinek célszerű változtatásával a csillapításgörbét

kívánság szerint alakíthatjuk. Az eljárás folyamán egy adott kapcsolásnál, az elemek még elfogadható értékeivel a csillapításgörbét kiszámíthatjuk és n elem esetén, n ponton a toleranciatervtől való eltérést egy fokozatos korrekcióval tüntetjük el.

Egyéb felhasználási lehetőségek

Nagy segítséget jelent a számítógép olyan szintézis feladatok megoldásánál is, melyek elméletileg nem tisztázottak és jelenleg a próbálgatásra vagyunk utalva. A számítási sebesség, valamint a tárolókapacitás növekedése mellett az iterációs módszerek a jövőben egyre nagyobb gyakorlati jelentőséggel fognak bírni.

További lehetőségek: a megtervezett hálózatok (szűrők, erősítők, kiegyenlítők, kétpólusok) könnyen ellenőrizhetők egy analízisprogrammal anélkül, hogy először laboratóriumi áramköröket kellene építeni. A szűrőszintézis programmal számított kapcsolásokat, a tényleges cséve- és kondenzátorvesztésekkel, valamint a csévék önkapacitásával és a többi parazita kapacitással együtt a végleges megépítés előtt megegyszer átszámíthatjuk.

Ezen igen figyelemre méltó eredmények mellett a programozó technika és az elektronikus számítógépek alkalmazása a híradástechnikában még kezdeti stádiumban van. Mivel a nagy és általános programok alkalmazása gazdaságosabb, mint a lépésenkénti számítások ismételt, időtrábló betáplálásával és kiadásával dolgozni, a jövőben a programok mindinkább átfogóbbak és teljesítőképesebbek lesznek. A nem lineáris áramköri elemek bevonásával a jövőben egész készülékek szintetikus kezelése válik majd lehetségessé.

Szervezési kérdések

Az átlagos műszaki adatokkal rendelkező számítógép komoly anyagi beruházást jelent, az üzemeltetés és karbantartás pedig jól képzett szakembereket igényel. A gép rendszeres üzeméhez hónapok tapasztalataira van szükség. A kezelő személyzet is csak fokozatosan tanulja meg egy adott típusú gép kezelését. A gép kényes és emiatt az elhelyezése, beleértve a különálló bemenő perforátort és kinyomtató egységeket, gondos szervezést kíván meg. (Elektroncsöves rendszereknél külön problémát jelent a 10 kW nagyságrendű disszipált teljesítmény üzembiztos elvezetése.) Statisztikai adatok szerint a karbantartás az átlagos 12 órás napi üzemidőből kb. 3 órát igényel.

Már ezekből is látható, hogy aránylag miért olyan drága a gépi idő. (Az URAL I. esetén kb. 1000 Ft/óra.) Az értékes gépi idő teljes kihasználása 5–10 programozó állandó munkáját igényli egyetlen gép esetén. A programozást végző személyek túlnyomó többsége matematikus. Ugyanis a jelenlegi gyakorlatban a tervezőmérnök a méretezés folyamán a nagy pontossággal megoldandó nehezebb matematikai feladatokat elküldi egy matematikai intézetnek. Itt a problémát pontosan megoldják és visszaküldik az eredményt. Ez nagyon rossz hatásfokú tervezés, mind az

idő, mind a szellemi kapacitás kihasználása terén. A matematikus mindig látja a megoldás során felépő kombinációkat és számítási lehetőségeket, de mivel nem ismeri a hozzátartozó műszaki tartalmat, csak az adott feladatot oldja meg, rutinszerű feladatnak megfelelően. A matematikus és mérnök kooperáció a gyakorlatban legtöbbször csak hivatalos levelezés formájában áll fenn. Így a mérnök sem látja a felmerülő megoldáskombinációkból a további műszaki realizálási lehetőségeket. Másik szempont, amely a fenti gyakorlat ellen szól az, hogy a részprobléma kiadása nem gazdaságos és az elkerülhetetlen adminisztrációs út miatt idővesztéssel jár.

A külföldi piacokon való versenyképesség is a számítógépek fokozott használatát követeli meg. Csak így csökkenthető a tervezési idő, így értékelhetők aránylag gyorsan a rendelkezésre álló lehetőségek. Ily módon válik lehetségessé, korszerű, nagy matematikai apparátust igénylő tervezési módszerek bevezetése és minimális elemszámú berendezések gyors tervezése. Összefoglalásul tehát: a programozás nagyobb része, a programtechnika fejlesztése továbbra is a matematikusokra hárul, de a tervezőmérnök is vegyen részt a programozásban, igyekezzék saját területének problémáit gépi úton nemcsak felmérni, hanem elemezni is. Cél az, hogy minél több híradástechnikai problémára kidolgozott, gazdaságos és üzembiztos programmal rendelkezünk.

Gazdaságossági megfontolások

A gazdasági és technikai fejlődés jelen fázisában még egy aránylag nagy híradástechnikai gyárnak sem gazdaságos számítógépet beszereznie, illetve tartania. Az egész iparágban viszont érdemes, sőt a versenyképesség megóvása érdekében kell is számítógépet használnunk. Egy ilyen gépre, mintegy ráépíthető egy számítástechnikai központ, mely a különböző, állandóan beérkező problémák beprogramozásával a számítógépet állandóan terhelni tudja. Az első időszakban ez nem okvetlenül gazdaságos, hiszen a gép megismerése, a programkészítés tapasztalatainak megszerzése mind időt igényel. Az idők folyamán azonban a gyakran előforduló problémákra egyre több kidolgozott program áll majd rendelkezésre és így a számítógép alkalmazása egyre gazdaságosabb lesz. A gazdaságosság igazolására a szűrőméretezés területéről veszünk megbízható irodalmi adatokat, melyekből a gazdaságosság szembetűnően kiviláglik:

Tízjegyű szám szorzása villamos hajtású, rendes asztali számológéppel 8–10 mp-et igényel. Számítógéppel viszont több ezer szorzást végezhetünk el másodpercenként. Asztali számológépeket véve alapul, a számítógépes hálózatszámítások kb. kétezer-szer gyorsabbak és kb. százszor olcsóbbak. Egy veszteséges aluláteresztő lánckapcsolás számítása például átlagban 5–10 perc, de általában is kimondhatjuk, hogy egy szűrő számítása 0,5–30 perc között változik.

A lehetőségek láthatóan igen nagyok. Ezek egy részét számítógéppel régebben rendelkező számos külföldi intézet és gyártó cég ki is használja. A hazai

híradástechnikai iparághoz került számítógép azt a célt szolgálja, hogy ezt a korszerű, hatékony eszközt minél nagyobb mértékben használjuk a mérnöki munkában.

IRODALOM

1. „Az URAL I. technikai leírása” GOSZINTI, Moszkva 1953.
2. Bakos: „Az URAL programozása” — „URAL programok” Központi Statisztikai Hivatal kiadványai 1962.
3. Ralston—Wilf: „Mathematical methods for digital computers” John Wiley Sons 1960. London.

4. Abetti—Cuthbertson: „Philosophy of applying digital computers to the design of electrical apparatus” A.I.E.E. Transactions 1958. Jul.
5. D. E. Muller: „A method for solving algebraic equations using an automatic computer” Math. Tables and other Aids to Computation. Vol. X. 1956. 208—215 old.
6. Desoer—Mittra: „Design of lossy ladders, using digital computer” I.R.E. Transactions CT. 1961. September
7. Härtl: „Die Anwendung Elektronischer Digitalrechner in der Netzwerktheorie” Nachrichtentechnische Zeitschrift 1960. Heft. 7.
8. Skwirzynski—Zdunek: „Note on calculation of ladder coefficients for symmetrical and impedance filters on a digital computer” I.R.E. Transactions CT. 1958. Dez.

GONDA LAJOS

Állami Pénzverő

ORGOVÁNY LÁSZLÓ

Elektromos Készülékek és Mérőműszerek Gyára

Korszerű galvanikus nemesfém bevonatok

ETO 669.22/23:621.357.7

1. Nemesfémbevonatokról általában

A különböző nem nemes fémből készült tárgyak nemesfém védőbevonatokkal való ellátása egyike a legrégebben ismert eljárásoknak. Kezdetben tűzi módszereket alkalmaztak aranyozásra és ezüstözésre, majd a XIX. század közepétől általánossá vált az elektrolitikus bevonási eljárás. Fő alkalmazási területe a nemesfém-, és dísztárgyakat készítő ipar volt, ahol az ékszereket, asztali dísztárgyakat és evőeszközöket ezüst- és aranybevonatokkal látták el.

A nemesfémbevonatok jelentősége egyéb területen, így az elektromos iparban csak az utóbbi három évtizedben nőtt meg, elsősorban a híradástechnikai ipar rohamos fejlődésével. Az elektromos ipar számtalan olyan alkatrészt használ, melynél fontos feladat a rendszerint nem nemes fémből készült darabok felületének fémesen tiszta állapotban való tartása, mind raktározás alatt, mind beépítés után és működés közben is. Ezt a követelményt csak úgy tudjuk teljesíteni, ha az alkatrészek felületének folyamatos tisztításáról gondoskodunk, vagy ha ez nem lehetséges, olyan fémmel vonjuk be a felületet, mely a levegő és egyéb közegek kémiai behatásainak jól ellenáll. Erre a célra kizárólag a nemesfémek alkalmasak, melyek amellett, hogy az atmoszferikus behatásoknak jól ellenállnak, egyéb olyan tulajdonságokkal is rendelkeznek, melyek villamossági szempontból kedvezőek, mint pl. jó villamos vezetőképeség, kopásállóság stb.

Korrózió elleni védelem szempontjából úgyszólván minden nemesfém felhasználhatnánk bevonási célokra, azonban egyéb tulajdonságaik — elsősorban a villamos vezetőképességük — különbözősége miatt csak néhány nemesfémféleség között válogathatunk.

A követelményeknek legjobban megfelelnek: az ezüst, arany, rhodium és palládium bevonatok.

A legelterjedtebb használt bevonófém az ezüst. Az ezüst nemesfém, azaz közönséges körülmények között nem oxidálódik, azonban a levegőben mindig jelenlevő kénhidrogén hatására felületén könnyen képződik sötét színű ezüstsulfid réteg, mely használhatóságát korlátozza, illetőleg néha bonyolult utánkezelési eljárásokra van szükség, hogy fémesen tiszta felületét megőrizzük. Használata mégis elkerülhetetlen, mert az összes fémek között a legnagyobb a villamos vezetőképesége, másrészt mert ára a többi nemesféméhez viszonyítva alacsony.

A különböző összetételű aranybevonatok villamosipari alkalmazása szintén hosszabb múltra tekinthet vissza. Elterjedését annak köszönheti, hogy a legtöbb kémiai behatásnak jól ellenáll, a villamos vezetőképesége a nemesfémek sorában az ezüst után következik. Széleskörű alkalmazását korlátozza a viszonylag magas ára.

A rhodiumot és palládiumot mint bevonó fémeket villamosipari célokra mindössze 15—20 év óta alkalmazzák.

A rhodium tökéletes korrózióállóságával és nagy keménységével összefüggő kopásállóságával tűnik ki. Rendszerint előzetesen ezüstözött vagy nikkelezett alkatrészek bevonására használják, rendkívül vékony rétegben. Hátránya, hogy az ára magas és a bevonási művelet nagy gondosságot igényel, továbbá, hogy a rhodiumozott alkatrészek lágyforrasztása nehézségekkel jár.

A palládiumbevonatot ezüstbevonat helyett használhatjuk, mert a levegő behatásainak jobban ellenáll, mint az ezüst. A korrózió ellen nem nyújt tökéletes védelmet, mert a bevonat rendszerint nem elég tömör. Az ezüsthöz lényegesen alacsonyabb a villa-

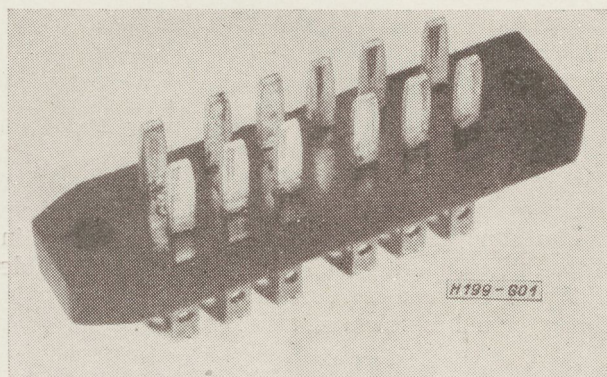
mos vezetőképessége, és ára többszöröse az ezüst árának. Ezért használata csak szűkebb területre korlátozódik.

Az egyes nemesfém bevonófémek célszerű és gazdaságos megválasztása terén még gyakran bizonytalanság uralkodik, ezért a későbbiekben részletesebben foglalkozunk az egyes fémek tulajdonságaival és célszerű alkalmazási területükkel.

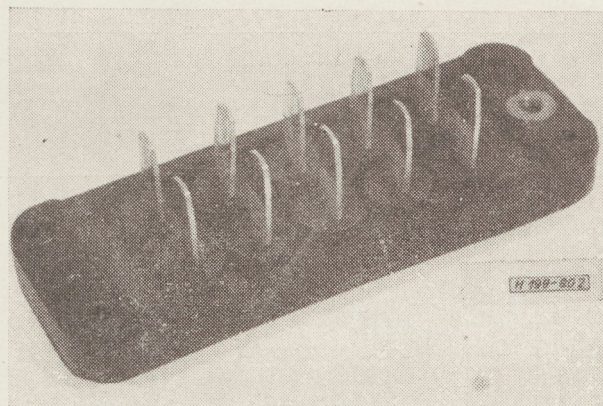
Már az előbbieken vázoltuk, hogy mi a szerepe a nemesfémbevonatoknak a villamos iparban. Nem beszéltünk azonban azokról a követelményekről, melyet ezeknek a bevonatoknak ki kell elégíteni.

Nemesfémbevonatok alkalmazása célszerű és néha elengedhetetlen ott, ahol áram vezetésére szolgáló alkatrészeket oldhatóan, tehát nem forrasztással vagy szegecseléssel stb. kell összekötnünk. Ezek között az alkatrészek között találjuk a dugós összekötő darabokat, a villás kapcsolókat, a csúszó érintkezőket stb. Az 1., 2. és 3. ábra különböző típusú ezüstözött vörösréz kontaktusokat mutat be. Ezeknél az alkatrészekenél fontos, hogy a kapcsolódó elemek érintkezési felületei között minél kisebb átmeneti villamos ellenállás keletkezzék, amely erősen megnövekszik, ha az érintkező felületek oxidosak, vagy egyéb anyaggal szennyezettek.

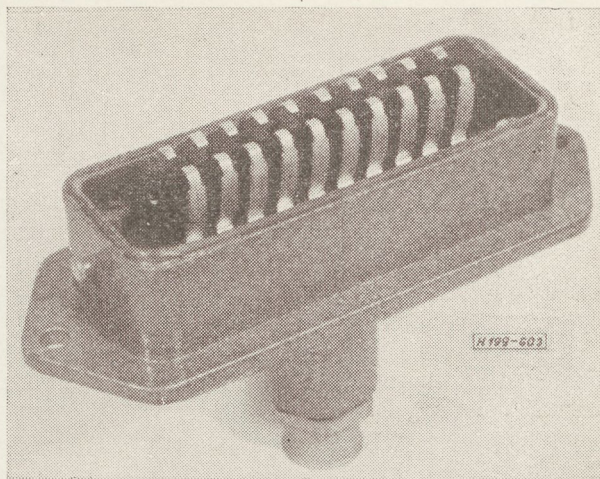
Az elektromos iparban használt érintkezők és hasonló építőelemek jórészt rézből és ötvözeteiből, alpakából, alumíniumból és kivételes esetekben acélból készülnek. Ezek a fémek a levegőn is korrrodálódnak, így felületük védelméről gondoskodnunk kell.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

A híradástechnikai gyártmányok fejlődése a nemesfémbevonatokkal szemben még további igényt támasztott, elsősorban a nagyfrekvenciás áramot vezető alkatrészekenél, illetőleg nagyfrekvenciás áramkörbe iktatott kapcsoló elemeknél. Itt ugyanis a felületvédelmi szempontok mellett a bevonatok magas villamos vezetőképessége is fontos követelmény.

Ezért gyakran nemesfémbevonattal — elsősorban ezüstbevonattal — látják el a nagyfrekvenciás tekercseket, vezetőket, és érintkezőket. A skinhatás folytán a 100 MHz feletti tartományban az áram a vezető felületén halad, a behatolás mélysége a milliméternek csak század vagy ezred részét teszi ki, ezért célszerű az egyébként nem nemesfémbevonatból készült vezetőt nagy vezetőképességű ezüsttréggel bevonni.

Az eddig elmodottakon kívül a nemesfémbevonatokkal szemben még számos egyéb igény is jelentkezik. Ezért, hogy a bevonatok helyes megválasztása terén könnyebben eligazodjunk összefoglaljuk azokat a főbb követelményeket, melyeket a bevonatokkal szemben általában támasztunk:

a) Az alapfémhez tökéletesen tapadjon és jó villamos vezető kapcsolatban legyen.

b) Jó és állandó villamos vezetőképességű legyen, beleértve a bevonó fém esetleg képződő oxidjának vezetőképességét is.

c) Kívánatos a jó hővezetőképesség és viszonylag magas olvadáspont.

d) Felülete megfelelő simaságú és pórusmentes legyen.

e) Ne legyen túlságosan kemény a kis átmeneti ellenállás érdekében.

f) Ellenálló legyen a mechanikai behatásokkal (súrlódás, ütés stb.) szemben.

g) Korróziós szempontból ellenálló legyen és megfelelő kémiai potenciállal rendelkezzen az alapfém-mel szemben.

h) Az alapfém csekélyebb rugalmas alakváltozását követni tudja, azaz hajlítható és jól tapadó legyen.

i) Akadálytalanul forrasztható legyen a használatos lágy forrasztókkal.

j) Előállítási költsége lehetőleg alacsony legyen.

Nehéz feladattal állunk szemben ha a felsorolt összes feltételeket egyidőben kell teljesítenünk, vagy egy eljárás keretében szükséges a megoldásuk. Ezért gyakran kompromisszumra kényszerülünk és csak az elérhető legfontosabb követelményeket elégítjük ki. Az 1. táblázat szemléltetően összefoglalja a nemesfémbevonatok tulajdonságait.

A következőkben ismertetjük a leghasználatosabb nemesfémbevonatokat, azok tulajdonságait és alkalmazási lehetőségeit.

2. Ezüstbevonatok

Az ezüst a villamos iparban különböző kedvező tulajdonságai révén fontos szerepet játszik. Széleskörű alkalmazását a gyenge- és erősáramú technikában az teszi lehetővé, hogy az összes fémek között a legnagyobb a villamos- és hővezetőképessége. Villamos vezetőképessége $62 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$.

Az ezüst viszonylag magas ára nem teszi lehetővé hogy egész alkatrészeket ezüsből készítsük. Kielégítő eredményeket érhetünk el akkor is, ha a nem nemesfémekből készült darabokat ezüstbevonattal látjuk el. Nagyrészt ezüstözéssel készülnek a különböző dugós és csúszós érintkezők, a nagyfrekvenciás berendezések szerelő lemezei, és tekercsei stb. Az ezüstbevonat nagy villamos és hővezetőképessége jól használható ezeknél az alkatrészeknél, mert csökken — a készülékek működése szempontjából káros — felmelegedés. Különleges szerepet játszik, mint már említettük, a bevonat vezetőképessége a nagy frekvenciás berendezéseknél a skinhatás következtében.

Az ezüstbevonat képlékenysége és az oxidációval szembeni ellenállása folytán az érintkezőknél kisebb érintkezési nyomásra, nagy villamos és hővezetőképessége következtében pedig kisebb alkatrész és készülékméretre van szükség. Az ezüst ezen tulajdonságait a villamosipar fokozottan kihasználja,

mivel a kezdeti gördülő vagy csúszó érintkezésről mindjobban áttérnek a nagyon csekély súrlódással bíró érintkezőkre. A vörösréz érintkezőket szinte teljesen kiszorította az ezüstözött érintkezők használata. A vizsgálatok szerint érintkezőknél és első sorban kettős érintkezőknél már $2\text{--}5 \mu$ rétegvastagság is elegendő és csak magasabb hőmérséklet esetén célszerű a vastagabb ($15\text{--}20 \mu$) bevonatra való törekvés.

Ezüstözésre többnyire réz és ötvözetekből, ritkábban acélból és alumíniumból készült alkatrészek kerülnek.

Ezüstöző fürdő

Ma kétféle galvanikus ezüstözési eljárást használnak. Az egyszerűbb és klasszikusnak számító matt ezüstözési, és az új korszerű fényes ezüstözési eljárást. Összehasonlításként bemutatjuk két fürdő összetételét.

	Matt ezüstoffürdő	Fényes ezüstoffürdő
Ag tartalom mint AgCn	12—24 g/l	24—40 g/l
Szabad káliumcianid	30—60 g/l	100—140 g/l
Káliumkarbonát	20—40 g/l	40—45 g/l
Fényező adalék	—	0,2—0,4 g/l
Felületi feszültség csökkentő anyag	—	0,5—1,2 g/l
Áramsűrűség A/dm ²	0,4—0,8	0,8—2
Fürdőhőfok	20—25 °C	28—40 °C
1 óra alatt leválasztható rétegvastagság		
Állófürdőben	12—24	24—60
Dobfürdőben	5—12	12—30
Technikai feltételek		Katódmozgatás és a fürdő gyakori, vagy állandó szűrése

Fényező adalékként különféle szerves és szervetlen tartalmú anyagok, így nátriumthioszulfát, széndiszulfid, valamint széndiszulfid és különféle aldehidek és ketonok kondenzációs termékei, valamint thiokarbamid és származékai szolgálnak.

1. táblázat

Nemesfémek és a réz tulajdonságai

Fémek	Fajsúly [g/cm ³]	Olvadáspont [°C]	Forrási hőmérséklet [°C]	Brinell- keménység — lágy — [kg/mm ²]	Brinell- keménység — kemény — [kg/mm ²]	Hővezető képesség cal [$\frac{\text{cm}}{\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}}$]	Elektromos vezető- képesség m [$\frac{\text{cm}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$]	Fajlagos villamos ellenállás [$\frac{\text{m}}{\text{m}}$]	Villamos ellenállás hőmérséklet egyhá- tatója [$\frac{1}{^\circ\text{C}}$]
Réz	8,9	1083	2300	50	100	0,94	58	0,017	4,3
Ezüst	10,5	961	2200	30	80	1,00	62	0,016	4,1
Arany	19,3	1063	2970	25	60	0,70	44	0,023	4,0
Platina	21,4	1773	4400	40	95	0,17	10	0,100	3,9
Palládium	12,0	1554	4000	40	100	0,17	9	0,111	3,8
Rhodium	12,4	1966	4500	130	280	0,21	22	0,046	4,4
Iridium	22,5	2454	5300	220	350	0,14	19	0,053	4,1
Wolfram	19,1	3400	5900	300	350	—	18	0,055	—

A fényező adalékok mellett, hogy fényes bevonatot eredményeznek, egyben növelik a bevonat keménységét, de speciális esetekben még külön keménységnövelő anyagokat is adagolnak. Ilyenek a hexametilentetramin, pentaeritrit, etilén-glikol, cink-formaldehid-sulfoxilát stb. mint szerves keménységnövelő adalékanyagok. A szerveseknek közül legfontosabb a szelén, különféle vegyületek alakjában, továbbá az ólom, leginkább mint bázisos ólomacetát és az antimon mint kálium-antimoniltartarát.

A matt ezüsfürdő üzemellenőrzése egyszerű, és igénytelen, esetenkénti felerősítéssel üzemben tartható. A fényes és kemény bevonatokat szolgáltató fürdők rendszeres ellenőrzést igényelnek és fontos az adalékanyagok állandó értéken való tartása.

Az említett fürdőtípusokon kívül olyan fürdők is használatosak, melyekből ezüstötvezetek választatók le.

Az ezüstbevonatok tulajdonságai

Hátránya az ezüstnek és így a belőle készült galvanikus bevonatoknak is, hogy olvadáspontja viszonylag alacsony (961,5 °C). Ezen tulajdonsága és csekély keménysége miatt az egymással érintkező kontaktusoknál előfordulhat összeragadás és összehégedés.

Az ezüstbevonatok keménységének és kopásállóságának jelentős szerepet kell tulajdonítanunk. Jelenleg még vitás, hogy a két tulajdonság milyen kapcsolatban áll egymással. R. Weiner és E. Brosch vizsgálták, hogy milyen összefüggés áll fenn a bevonat benyomódási keménysége, karc keménysége, és kopásállósága között. Ők, sok szerzővel ellentétben, azt találták, hogy a benyomási keménység melyet mikro- (Vickers-) keménységben mérnek, nem egyértelműen jellemző a bevonat kopásállóságára, mivel a súrlódási igénybevétellel szembeni ellenállás szempontjából nemcsak a keménység az irányadó, hanem egyéb tulajdonságok, pl. a fémfelület szívóssága. Vizsgálataik szerint a karc-keménységből inkább lehet következtetést levonni a kopásállóságra. Azt találták, hogy a karc-keménységnek a benyomási keménységhez viszonyított növekedése a kopásállóság emelkedését is jelenti, míg a karc-keménységnek a benyomódási keménységgel szembeni csökkenése esetén a kopásállóság romlik. A kopásállóságot súlyvesztés alapján határozták meg, amely az ezüstözött alkatrészek csiszolóporral való koptatás után következett be.

Fenti szerzők tapasztalata azonban nem általánosítható, mert néhány galvánbevonatok kopásállósága a mikrokeménységgel valamelyest növekszik.

Általánosan elfogadott álláspont, hogy a nagy kopásállóságú ezüstbevonatok a közepes (70–100 Vickers-) keménységi tartományba esnek. 160, de különösen $200 \pm$ Vickers-érték felett a bevonat rideg és kopásállósága csekély, ezért az ilyen nagy keménységű bevonatok gyakorlatilag használhatatlanok.

Ismert tény, hogy a fényes ezüstbevonatok keménysége magasabb, mint a matt bevonatoké. Ez a

fényező anyagoknak a kristályrácsba való beépülésén alapszik. Ez azt is jelenti, hogy ha áttérünk a matt ezüstözésről a fényes ezüstözésre, az egyben keménység növekedést is eredményez.

Szerzők kísérleteket folytattak, hogy a különféle fényező adalékanyagok hogyan befolyásolják a bevonat keménységét. Ezenkívül megvizsgálták az így előállított bevonatok keménységének tárolás alatti változását.

A vizsgálat eredményét a 2. táblázat mutatja be.

Látható, hogy a szerves fényező adalékanyagok által keletkezett keménység rövid idő alatt megszűnik, míg a szervesetlen adalékanyagokkal — főként a szelén hatására — lényeges maradandó keménységet kapunk. Egyes szelén vegyületek, mint pl. káliumszelenit alkalmazása esetén azonban változó keménységet kapunk.

2. táblázat

Fürdő	Keménység kg/mm ²				
	Ezüstözés után azonnal	4 nap múlva	11 nap múlva	25 nap múlva	56 nap múlva
Matt ezüsfürdő	85	82	81,8	80	81
Fényes ezüsfürdő, kén-tartalmú keton-kondenzátum fényező adalék-kal	124,8	115,2	109	99	97
20 g/l pentaeritrit-tartalmazó fürdő	132,7	112,5	85,1	82,5	81,8
0,5 g Te, mint kálium-telluritot tartalmazó fürdő	132,5	124,6	106,9	107,1	105
0,2 g Se, mint szelénia-nidot tartalmazó fürdő	149,2	147,5	151,7	149	149,5
0,4 g Se, mint káliumsze-lenit tartalmazó fürdő	120,4	89,3	87,3	88,7	89,1

A jelenség oka valószínűleg az, hogy a galvanikusan leválasztott ezüst kristályrácsba az adalékanyagok beépülnek és a rácsszerkezetben változásokat idéznek elő. A rácsnak ez az állapota egy rekrisztallizációs folyamat révén megszűnik, ha a beépült anyagok elbomlanak.

Megítélésünk szerint az egyes bevonatok kopásállósága mindaddig csak gyakorlati próbákkal ellenőrizhető, amíg elfogadható eredményeket adó kopásállósági vizsgálati módszer ki nem alakul. Valószínűleg ezen a területen a csiszoló anyaggal való koptatási eljárás hoz majd eredményt. A vizsgálatok még nincsenek lezárva, az elért eredményekről egy későbbi dolgozatban fogunk beszámolni.

Az ezüstbevonat korrózióállósága és forraszthatósága

Az ezüst közönséges körülmények között nem oxidálódik, de a levegő kénhidrogénjének és egyéb kén-tartalmú gázok hatására felületén feketés barna ezüstszulfid réteg képződik. Ez a jelenség nemcsak esztétikailag rontja a gyártmányt, hanem érintkezők

esetében bizonyos mértékű átmeneti ellenállást is képez.

Az alkatrészek ezüstözés után többnyire raktárba kerülnek, és csak későbbi időpontban kerülnek beszerelésre. A frissen ezüstözött alkatrészek lágyforrasztása akadálytalanul elvégezhető. Ha viszont raktározás alatt a felületen szulfidréteg képződött, akkor a forrasztásnál általánosan használt savmentes forrasztókenőcsök már nem képesek a felület letisztítására. Eltávolítására a darabokat 10%-os káliumcianidos oldattal kezeljük. Ez azonban sok munkát igénylő és idővesztéssel járó folyamat és nem is mindig végrehajtható. (Pl. az érintkezők már be vannak ágyazva műanyagba.)

Célszerű az ezüstözött részeket védőréteggel bevonni. Fontos, hogy olyan védőréteget képezzünk ki, amely nem akadályozza a későbbi forrasztást. Számtalan eljárást dolgoztak ki erre a célra, a legelterjedtebbek a következők:

a) Passzíválás

A Schering-cég Argalin néven olyan passzíváló oldatot hozott forgalomba, mely hosszú időn át biztosítja az ezüstbevonat védelmét. Az eljárás elektrokémiai, és hátránya, hogy a kezelés csak tökéletesen meghatározott áramviszonyok esetén nyújt kielégítő eredményt. Használata apróbb alkatrészeknél nehézkes, mert a darabokat az áram-hozzávezetés érdekében drótra kell fűzni. Dob- vagy harangfűrdő nem alkalmazható.

Jobb eredményt nyújt és tömegben is alkalmazható módszer a kémiai passzíválás, mely káliumbikromátos oldatokban történik. Az így kialakított védőréteg a levegő kénhidrogénjének jól ellenáll és a forrasztathatóságot sem befolyásolja lényegesen.

b) Gyantás bevonás

A darabokat 50%-os gyantatartalmú alkoholos oldatba mártják. A gyantás bevonat hátránya, hogy nem nyújt tökéletes védelmet, továbbá, hogy az alkatrészek összeragadhatnak.

c) Paraffinozás

Ennél az eljárásnál paraffin 20%-os trikloretilénes oldatába mártják a darabokat. Ez azonban nem biztosít kielégítő védelmet.

d) Lakkozás

A zaponlakkal kezelt alkatrészek jól ellenállnak a levegő behatásának, azonban a lakkréteg igen megnehezíti vagy megakadályozza a forrasztást.

e) Aranyozás

A darabokat igen vékonyan galvanikusan aranyozzák úgy, hogy a felülete éppen sárgán elszíneződött legyen. Az így kezelt alkatrészek korlátlan ideig tárolhatók és a forrasztózsírral vagy anélkül tökéletesen forrasztathatók.

3. Aranybevonatok

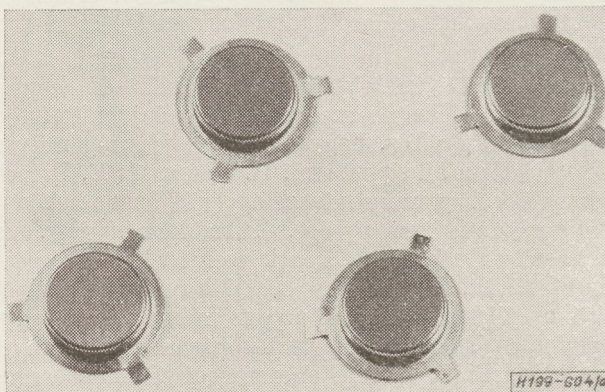
Az arany még magasabb hőmérsékleten sem oxidálódik. Csak királyvíz, továbbá klór és levegő jelenlé-

tében cianidok oldják. A levegő kén tartalma nem támadja meg. Nagy előnye az aranybevonatnak, hogy forrasztathatóságát korlátlan ideig megtartja, tárolás vagy raktározás alatt is.

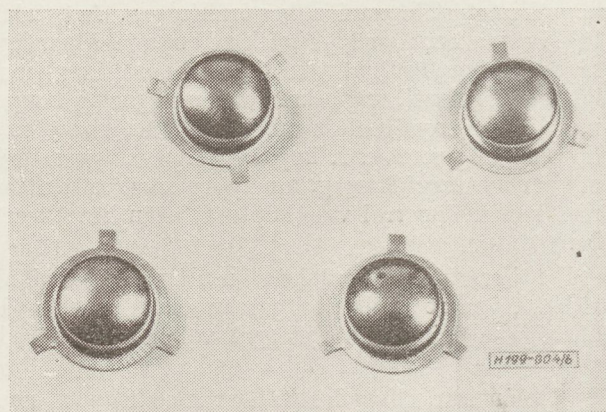
A színarany vezetőképessége $44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$, vagyis lényegesen alacsonyabb, mint az ezüsté. Ehhez még hozzájárul, hogy a galvanikusan leválasztott arany vezetőképessége csak felét teszi ki a tömör arany vezetőképességének.

Aranybevoatot nakkor célszerű alkalmazni, a nagyon kis érintkezési nyomás és kis feszültség mellett tökéletes kapcsolásra van szükség, és akkor is, ha az érintkezők ritkán használatosak és így nem öntisztítóak.

Az aranybevonatokat elsősorban a híradástechnikai iparban érintkezőknél használjuk akkor, ha az alacsony átmenőellenállást működési veszteség nélkül hosszú időn át garantálni kell. A 4a és b ábra különböző aranyozott híradástechnikai érintkező elemeket mutat be. Jól beválik az aranybevonat akkor is, ha a készülék rendeltetésszerű használata normálisnál magasabb hőmérsékleten történik.



4a ábra. Matt aranybevonat



4b ábra. Fényes, vastag aranybevonat

Aranyozó fűrdő

Az aranyozásnál három eljárás használatos. Az egyszerű matt aranyozás, a fényes vastag színarany réteget eredményező eljárás és magas fényű arany-ötívözet leválasztás.

Példaként közlünk néhány fűrdőösszetételt:

Matt aranyfűrdő:

Au mint aranycianid	2,8—3,5 g/l
Káliumcianid	8—14 g/l
Dinátriumhidrogénfoszfát	60—80 g/l
Anód	aranylemez
Hőmérséklet	18—24 °C
Katódáramsűrűség	0,05—1,0 A/dm ²
Feszültség	2—2,2 V

Fényes, vastag színarany bevonat előállítására szolgáló fűrdő:

Au mint aranycianid	8—16 g/l
Szabad káliumcianid	80—140 g/l
Káliumhidroxid	1—6 g/l
Kéntart. szerves, vagy szervetlen fényező adalék	0,2—0,4 g/l
Felületi feszültség csökkentő anyag	0,5—0,8 g/l
Áramsűrűség	0,6—1,2 A/dm ²
Feszültség	2—2,6 V
Fűrdőhőfok	45—60 °C
30 perc alatt leválasztható rétegvastagság	10—25 mikron

Au—Ni ötvözet leválasztására szolgáló fűrdő:

Au mint aranycianid	4—9 g/l
Ni mint komplex só	1,5—4 g/l
Cink, mint cinkacetát	0,2—0,6 g/l
Áramsűrűség	1,2—1,6 A/dm ²
Hőmérséklet	45—50 °C
A leválasztott arany 2—4% Ni-t tartalmaz.	

2. Az aranybevonatok tulajdonságai

Amennyire vitatott kérdés az ezüstbevonatoknál a keménység és kopásállóság összefüggése, olyan egyértelmű az aranybevonatoknál. Abban minden szakember véleménye megegyezik, hogy a nagy keménységű fényes színarany, de különösen arany-ötvözetekből álló bevonatok kopásállóbbak.

A. G. Anasztánsz Kudraszcev és V. N. Karatájev beszámolnak, hogy sikerült az általánosan alkalmazott 100 kg/mm² keménységű színarany bevonat helyett 160—190 kg/mm² Au—Ni ötvözetet leválasztani. A nikkeltartalom az Au—Ni ötvözetben általában nem haladja meg a 2%-ot. Az arany-nikkel bevonat dörzsölési igénybevételénél 35 ± 5 g szorító erővel történő munkáknál magas szilárdságot tanúsít és az így leválasztott bevonat kétszeresen meghaladja a színarany bevonatok kopásállóságát és szilárdságát. A fenti ötvözeteknél a keménység 200 °C-os hőkezelésnél is maradandó volt.

Az aranybevonatok korrózióállósága és forrasztathósága

Bármilyen típusú aranybevonat, ha a galvanizálási eljárást jól hajtjuk végre, tökéletesen megvédi a darabokat a korróziótól. Már 1—2 mikron vastagságban is jó védelmet biztosít. Kopásnak kitett alkatrészeknél célszerű vastagabb (5—20 mikron) bevonatok alkalmazása.

Az aranybevonattal ellátott alkatrészek lágyforrasztásánál semmiféle akadály nem merül fel.

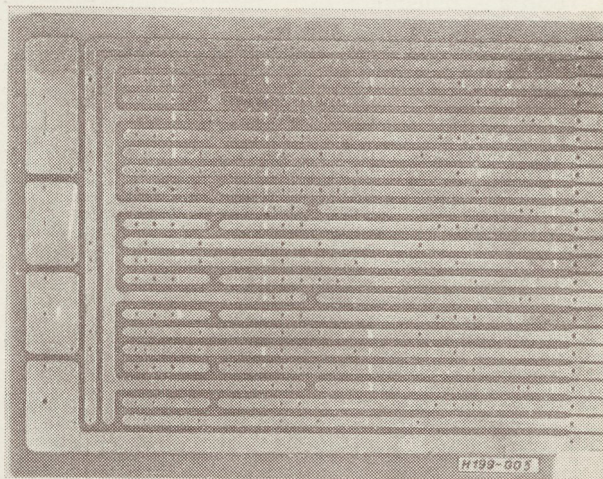
4. Rhodiumbevonatok

A rhodium azon nemesfémek közé tartozik, melyet korai felfedezése ellenére csak az utóbbi évtizedekben kezdtek gyakorlati célokra felhasználni.

A rhodium egyike a legnemesebb és külső kémiai és mechanikai behatásoknak legjobban ellenálló fémeknek. Különösen a savakkal szembeni ellenállása emelhető ki, mert ilyen szempontból felette áll az aranynak és platinának is. Sem sav, sem savkeverék nem támadja meg, beleértve a hideg királyvizet és a fluorsavat. Csak hosszabb ideig tartó királyvízben való főzés alkalmával oldódik igen rosszul. Tömény füstölő kénsav is csak 300 °C-os hőmérsékleten támadja meg.

A rhodium elektromos vezetőképessége 22/m mm² tehát lényegesen rosszabb vezető, mint az ezüst.

Használata mégis előnyös, mert érintkező ellenállása bármilyen hosszú tárolás, vagy használat után sem változik, miután nem képződik a felületén ellenállást növelő oxid-, vagy egyéb réteg. Ez a tulajdonsága igen jelentős, különösen akkor, ha kis feszültséggel dolgozó berendezésekről van szó.



5. ábra

Különösen előnyös a rhodiumbevonat csúszó-érintkezőkre, akkor ha az hosszabb időn át álló helyzetben van. Az 5. ábra egy ezüstözött és részlegesen rhodiumozott nyomtatott áramkörlemez mutat be. Más fémből készült érintkezők felülete nyugalmi helyzetben oxidálódik, ami az érintkezés tökéletlenségére vezet.

Jól használható a rhodiumbevonat fizikai állapotok mérésére szolgáló műszerek alkatrészénél, rádió- és hangfrekvenciás áramkörök érintkezőinél, ahol az érintkező felületek változásai hamis jelzéseket eredményezhetnek. Ezenkívül felhasználható bármely alapfém esetében, mint korrózióvédő bevonat tengeri levegő korrodáló hatása ellen. Legelterjedtebb alkalmazási területe azonban a fényszórók és egyéb fényvisszaverő tükrök bevonásánál van.

Rhodiumfürdő

Többféle fürdőtípust dolgoztak ki, de legjobban a rhodiumszulfát tartalmúak terjedtek el.

Általánosan használt az alábbi fürdőösszetétel:

Rhodium (mint szulfát)	3—4	g/l
Kénsav	60—70	g/l
Ammóniumszulfát	20—25	g/l
A fürdő üzemi hőmérséklete	30—40	°C
Alkalmazott áramsűrűség	1	A/dm ²
Leválási sebesség	1	mikron/10 perc

Általában csak igen vékony réteget választunk le. A legvastagabb rétegek sem érik el az 50 μ -t. Egyeszerű korrózióvédelemre megfelel a 0,4—0,5 μ -os rétegvastagság is.

Ha olyan érintkezőket kívánunk rhodiumozni, melyek nincsenek állandóan üzemeltetve csak hosszabb-rövidebb időközökben, úgy vastagabb bevonatot célszerű előállítani (3 μ). Kopásnak erősen kitett alkatrészeknél 2,5 μ -nál vékonyabb réteget ne alkalmazzunk.

A rhodiumbevonat tulajdonságai és forraszthatósága

A galvanikusan leválasztott rhodiumréteg keménysége igen magas (700—800 Vickers) és megközelíti a keménykróm bevonat keménységét. A kémiai behatásokkal szembeni ellenállása azonban lényegesen nagyobb a króménál, fényét huzamos időn át megtartja.

A rhodiumbevonat belső feszültsége igen magas, ezért felületén többnyire hajszálrepedések találhatók. Ujabban ugyan kifejlesztettek olyan rhodiumfürdőket, melyek repedésmentes bevonatot adnak.

A rhodiumozott felület lágyforrasztása nehézkes ezért célszerű a forrasztani kívánt felületeket rhodiummentesen hagyni.

5. Palládiumbevonatok

A legutóbbi 20 évben megnőtt a palládiumnak, mint bevonófémmek a jelentősége. Elterjedése annak tulajdonítható, hogy ára olcsóbb, mint az arany és rhodium és egyes esetekben jól helyettesítheti a két fém.

Jóllehet a palládium számos savban oldódik, a levegő behatásának jól ellenáll és alkalmazása ebből a szempontból kedvezőbb, mint az ezüsté.

Elektromos vezetőképessége 9 m/ Ω mm², tehát az ezüst vezetőképességének mindössze 1/7 része. Emiatt az ezüstöt csak olyan területen helyettesíti, ahol a magas vezetőképesség nem alapvető követelmény. Mint galvanikus bevonatot legelterjedtebben a gyengeáramú készülékek érintkezőire használjuk.

1. Palládiumfürdő

Legáltalánosabban használt fürdőtípus:

Palládium mint palládium-	
klorid	40—50 g/l
Ammóniumklorid	24—32 g/l
PH-t sósavval 0,5-re kell beállítani	
Hőfok	35—50 °C
Áramsűrűség	0,4—0,8 A/dm ²
Palládiumozási idő	2—5 perc

2. A palládiumbevonat tulajdonságai, és forraszthatósága

A legtöbb eddig ismert palládium fürdő némileg porrózus bevonatot ad. A bevonat minőségét befolyásolja az alapfém is, melyre a bevonatot fel akarjuk vinni. A palládiumozás számára legelőnyösebb alapfém az ezüst, melyre megfelelő körülmények között kifogástalan, az atmoszferikus behatásoknak jól ellenálló bevonatot vihetünk fel. Már 1 μ rétegvastagság is kielégítő védelmet biztosít a levegő behatásával szemben. Kopásnak, vagy erősebb kémiai behatásnak kitett alkatrészeknél azonban a rétegvastagságot növelnünk kell. Ilyen esetben is elegendő azonban 3 μ -os vastagság.

A palládiumbevonat minden nehézség nélkül forrasztható az általánosan használt lágyforrasztókkal.

Összefoglalás

Az elektrotechnikai, híradástechnikai és műszeripar nagy tömegben alkalmazza az érintkezőknél a nemesfém-bevonatokat. A bevonatok alkalmazását indokolja ezen fémek alacsony átmeneti ellenállása, magas korrózióellenálló-képessége, kiváló hővezető-képessége, és kedvező mechanikai és technológiai tulajdonságai. A legnagyobb tömegben alkalmazott ezüstbevonat előnye kiváló elektrotechnikai tulajdonságai, de hátránya, hogy a levegő kénhidrogéntartalmának hatására ezüstsulfid réteggel vonódik be. Ezen hátrányos tulajdonság kiküszöbölésére legjobban bevált módszer a kémiai passzíválás, vagy arannyal történő átszínezés. Saját vizsgálatok alapján felhívják a figyelmet a szerzők, hogy egyes fürdőtípusokkal nyert bevonatok keménysége raktározás alatt rohamosan csökken.

Aranybevonatok alkalmazását gazdasági okok korlátozzák. Ott kell alkalmazni, ahol nincs öntisztítás és az alacsony átmeneti ellenállást hosszú időn át garantálni kell. Nagy jelentőségűek a fényes és magas keménységű aranyötvezet bevonatok. A rhodiumbevonatot önállóan ritkán, inkább az ezüstbevonat fedőrétegeként alkalmazzák, ha nagy kopásállóságra van szükség korrózió környezetben és tökéletes fémes érintkezés szükséges. A palládium hasonló a rhodiumhoz de annál kevésbé ellenálló és tetszetős bevonat.

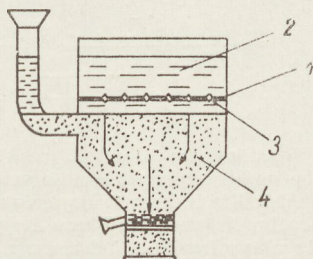
IRODALOM

1. *Werner Flühmann*: Technische Anwendung galvanischer Goldplattierungen. Galvanotechnik 1962. 2 p. 83—86.
2. *Keil A.*: Die Erhaltung der Lötbarkeit versilberter Teile bei der Lagerung. Metalloberfläche 11 k. 10. p. 334—335.
3. *Dr. Holzmann*: Edelmetalle und Edelmetall-Legierungen als Werkstoffe für elektrische Kontaktenmetall 1958. 12 k. 7. p: 630—336.
4. *Dr. Heinz und Deltner*: Die Eigenschaften und Anwendung von Edelmetallüberzügen in der Technik. Galvanotechnik 1962. 2. p: 87—92.
5. *Weiner, R.—Brosch, E.*: Härte und Abnutzungsbeständigkeit galvanischer Silberüberzüge. Metalloberfläche 1956. 6. p: 164—167.
6. *Dr. Johannes Fischer*: Galvanische Edelmetallüberzüge Eugen G. Leuze Verlag Saulgau.

Eljárás és berendezés germániumszeletek méretre marására

Bejelentette az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt., Binner Tihamér technikus, 1962. február 21-én. (150 318; 48d)

A félvezető gyártásánál eddig sok selejtet okozott az, hogy a szeleteket nem sikerült a kívánt méretre maratni. A találmány szerint a félvezető szeleteket egy vízszintes 1 lemezzel kettéosztott edénybe helyezik, amelyben felül a 2 marófolyadék minden irányban elkezd marni. A megfelelő méret elérése



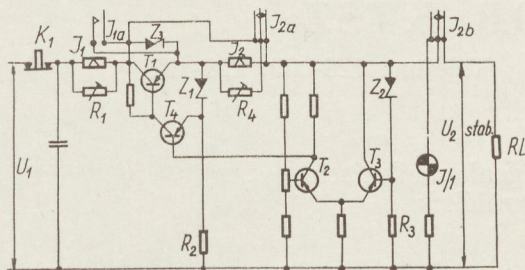
H 226-SZ1

után a félvezető szeletek a 3 nyíláson áthullanak és az alul elhelyezkedő 4 nagyfajsúlyú védőfolyadékba merülnek, ahonnan már könnyűszerrel eltávolíthatók. A tartólemez nyílásait úgy méretezik, hogy a félvezető lemezek kívánt vastagságát adják. A szeletek behelyezését a nyílásokba kézzel, csipesszel, esetleg automatikus berendezésekkel végzik.

Nagyfeszültségű, stabilizált tranzistorvédelemmel ellátott tranzistoros tápegység, kisfeszültségű tranzistorokkal

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet, 1961. november 10-én (150 357; 21 a⁴ 21—35)

A találmány szerinti kapcsolás kisfeszültségű tranzistorokkal oldja meg a fogyasztó ellátását stabilizált nagyfeszültséggel, váltakozóáramú hálózatról, biztosítva a névleges terhelés beállításáig a túlfeszültség, valamint a fogyasztóban keletkező rövidzár, vagy túláram esetén a tranzistorok védelmét. A tranzistoros stabilizált tápegység előnyei az elektroncsöveshez képest nyilvánvalóak: hosszabb élettartam, méretcsökkenés stb.



H 225-SZ1

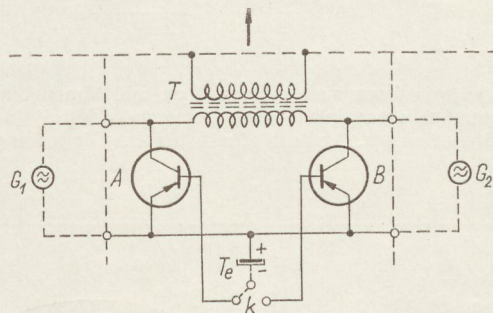
Az U_1 nemstabilizált egyenfeszültség a J_1 túlfeszültségvédő jelfogón keresztül jut a T_1 szabályozó teljesítménytranzisztorhoz. A Z_1 , R_2 , Z_2 , R_3 diódák, illetve ellenállások határozzák meg az alkalmazott kisfeszültségű tranzistorok munkafeszültségét, amely $10-30 \text{ V}$ $U_2 = 150-250 \text{ V}$ kimenőfeszültség esetén. A T_2 , T_3 differenciálkapcsolású tranzistorok a hibajel érzékelését végezve vezérlik a T_1 talptranzisztort, ismert egyenáramú erősítő kapcsolásban. Fogyasztói túlterhelés, hiba esetén a J_2 jelfogó húz meg, amely J_{2a} , J_{2b} érintkezőkkel a fogyasztót leválasztja a táprendszerrel.

A találmányt a TKI alkalmazza.

Nagyfrekvenciás elektronikus teljesítménycsatoló

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. július 17-én (150 283; 21a⁴ 64—77)

Nagy csatornaszámú vívőfrekvenciás berendezéseknél szokásos, hogy a vívőfrekvenciákat előállító berendezés egyidejűleg több rendszer szükségletét látja el, vagyis a vívőellátó berendezés helyes működésétől több száz átvívó csatorna üzembiztossága függ. Ha valamelyik vívőfrekvenciának a szintje 0,3 N-nél nagyobb értékkel csökken, akkor automatikusan átkapcsolnak a tartalékra. Az eddig ismert berendezések jelfogóval oldják meg az átkapcsolást, aminek az a hátránya, hogy az átkapcsolási idő nem csökkenthető mikroszekundum nagyságrendűre. Márpedig nagysebességű kódolt információátvitelhez erre szükség van, így tehát a figyelő, vezérlő és az átkapcsoló nem tartalmazhat jelfogót. A találmány szerinti kapcsolási elrendezés a kapcsolási időt az ismert megoldásokhoz képest nagyságrendekkel lecsökkenti, a hiba keletkezését mikroszekundum nagyságrendű idő alatt észleli és azt követően az átkapcsolást elvégzi. Az A és B tranzistorok kollektor és emitter köre rövidzárt vagy szakadást jelent a G_1 üzemi, illetve G_2 tartalék vívőellátó berendezés kábeljei szerint, hogy K csatoló az A vagy B tranzisztor bázisára negatív feszültséget ad vagy nem ad a T_e telepéből.



H 224-SZ1

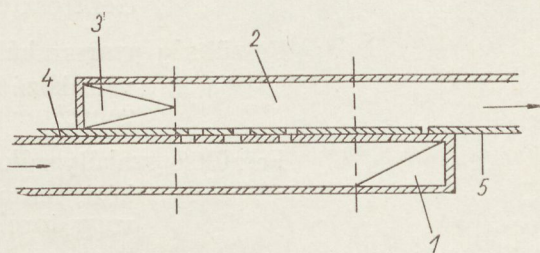
A fogyasztó felé a nagyfrekvenciás teljesítményt a T transzformátor csatolja ki. Az áramkör időkonstansa rendkívül kicsi, úgyhogy az átkapcsolás igen gyors.

A találmányt a Beloiannisz Híradástechnikai Gyár és a Telefongyár alkalmazza.

Nagyteljesítményű, változtatható csillapítóberendezés

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. február 14-én (150 282; 21a⁴ 64—77)

Nagyobb mikrohullámú teljesítmény csillapítására alkalmazott eddig ismert csatolóberendezések hátránya, hogy csillapításuk nem változtatható és hogy ez a fix csillapítás



H 223-SZ1

frekvenciafüggő. A találmány szerinti csillapító alkalmas nagy teljesítmény csillapítására; nem frekvenciafüggő, csillapítása mechanizmussal állítható, melynek skálája dB-ben kalibrálható, ezért külön kisteljesítményű csillapító alkalmazása nem

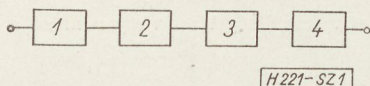
szükséges. Az 1 nagyteljesítményű vonallezáró állóhullám-aránya 1,3—1,5 lehet és szerepe a betáplált mikrohullámú teljesítmény nagy részének elnyelése. A 2 szaggatott vonalak közötti rész változtatható csatolású iránycsatoló, melynek nagy irányhatása van (30 dB), miáltal csak a haladó teljesítményre reagál, és az 1 nagyteljesítményű vonallezáró reflexiója csak kis hibát okoz. A csillapító csillapítása oly módon változtatható, hogy a segédvonal 5 falát a csatolónyílásoknál kivágják, és helyére teszik a 4 lemezt, amely mozgatható. A 4 lemezt mozgatható mechanizmus beszállítható és közvetlenül dB-ben kalibrálható. A 3 rész kisteljesítményű vonallezáró, melynek reflexiója igen kicsi, hogy az iránycsatoló hatását ne befolyásolja.

A berendezéssel a TKI kísérleteket folytat; az ipari megvalósítás folyamatban van.

Optimális vevőszűrő-karakterisztikájú PPM vevőkészülék

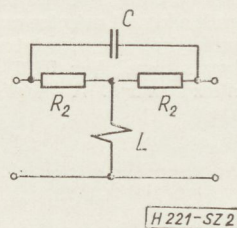
Bejelentette a BUDAVOX Budapesti Híradástechnikai Vállalat, 1961. április. 17-én (150 226; 21a⁴ 1—28)

Az impulzus helyzetmodulációt (PPM) leginkább sokcsatornás, irányított rádióhullámokkal működő hírközlő berendezésekben használják. Az ilyen berendezések egyik alapvető minőségi jellemzője az ún. *S* rendszerérték, amely a hangfrek-



venciás jel/zaj viszonyának, valamint az adó kimenetén és a vevő bemenetén megjelenő nagyfrekvenciás jelteljesítmény viszonyának összege. Az áthidalható távolság és a hangfrek-

venciás jel/zaj viszony növelése érdekében a rendszerérték növelésére kell törekedni. Az eddig ismert megoldásokban még nem teljes mértékben kiaknázott lehetőség a rendszerérték növelésére az, hogy a vevőszűrőkarakterisztika alakját az adóimpulzus spektrumfüggvényének figyelembevételével tervezik. Az ismert módszerekkel nem érhető el akkora jel/zaj viszony javulás, mint a találmány szerinti optimális vevővel, mert a vevőszűrő-karakterisztikát nem illesztik optimálisan



az adójelhez. Ugyanis nem elegendő csak a sáv szélesség megválasztása optimális értékre, hanem a vevőszűrő-frekvenciakarakterisztikát kell a legkedvezőbb alakra hozni. A találmány szerinti optimális vevőszűrő-karakterisztika esetén a rendszerérték javulása legalább kétszeres a régi vevőkhöz képest: a PPM vevő erősítőjének frekvencia-karakterisztikája az adóimpulzus spektrumfüggvénye konjugált komplexének megfelelő alakú. Az 1 bemenő- és erősítőfokozathoz csatlakozó 2 videodetektor kimenetén a 2. ábra szerinti 3 deriváló-áramkör és a 4 (impulzushelyzetmeghatározó) nullkomparátor áramkör van. A deriváló-áramkör Y kapcsolású kollektort tartalmaz, melyet a mikrohullámú vevő videodetektora után beiktatva a kívánt jelalak kapható.

A találmány szerinti készüléket a Beloiannis Híradástechnikai Gyár gyártja.



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

Feszültség szabályozók:

kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekerces
vagy toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:

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

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.395.344.6

Muzsnay G.:

BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont házi vonalak helyszámának meghatározása

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

Crossbar rendszerű alközpontokban minden kapcsolat alkalmával meg kell határozni a hívó, vagy a hívott házi vonal kapcsolási adatait (helyszámát). Ezt a feladatot az azonosító áramkör látja el. A cikk ismerteti ezen áramkör felépítését és működését. Mint szorosan idetartozó témát, tárgyalja a hívószám-helyszám átszámítás kérdését, s ezzel kapcsolatban ismerteti a regiszterekben alkalmazott impluzusszámláló és tároló jelfogólcancok működését is.

ETO 621.382.001.4

Kemény Á.—Fischer F.:

Hazai gyártású félvezető eszközök megbízhatósági kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

A cikk körvonalazza a híradástechnikai nagyberendezésekben alkalmazott ún. „ipari” alkalmazású félvezető eszközök gyártástechnológiájával, illetve azok megbízhatóságának vizsgálatával kapcsolatos fiziko-kémiai és technológiai vonatkozásokat, majd részletesebben tárgyalja az elektromos vizsgálatok módszerét. Vizsgálat tárgyává teszi az egyes elektromos paraméterek időbeli változását statikus és impulzusüzem esetén. Megállapítja, hogy elsősorban a visszaram, továbbá az áramerősítési tényező és a lavalátozási feszültség a változásra hajlamos paraméterek. Ezek változása a félvezető eszköz felületi tulajdonságaival függ össze. Impulzusüzem esetén az érintkezési feszültség leromlása jelentkezik, ami a félvezető tömb tulajdonságainak megváltozására vezethető vissza. Ezután, érintve a megbízhatósági faktor regressziós egyenletét a réteghőmérséklettel és feszültséggel összefüggésben, megadja a „normál” és „nagy megbízhatóságú” ipari minőség p -faktorának előírását. Befejezésül vázlatosan ismerteti a tervezett vizsgálatok menetét, a statikus és impulzusüzemi vizsgálatok körülményeit és a vizsgálatoknál alkalmazott berendezéseket.

ETO 621.376.56

Vasvári Gy.:

Hibajavító kódok alkalmazása PCM rendszereknél

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

Impulzus kódmodulációnál lehetőség kínálkozik a kvantált értékeket hibajavító kódban megadni. A cikk foglalkozik e megoldás előnyeivel és hátrányaival, kimutatja a kód-redundancia hatását az átviteli frekvenciasávra. Rámutat arra, hogy hibajavító kódok alkalmazása esetén a frekvenciasáv bővítése szükséges.

ETO 621.317.616 : 621.317.351

Ványai P.:

Rezonanciagörbék kiértékelésének pontos módszere

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

A cikk ismerteti a vobuláció útján felvett rezonanciagörbék kiértékelésének pontos módszerét. A vobuláló jelet egy segéd-oscillátor jelével superponáljuk. A vizsgálandó elemről levett feszültség — demoduláció után — olyan jelet eredményez, amely a segédoscillátorral megegyező frekvenciájú, amplitúdó modulációjának formája pedig a vizsgált rezonanciagörbe differenciálhányadosának abszolút értékével egyezik meg. Ezek szerint az inflexióspontok helyén az oszcilloszkópon ábrázolt jel maximális értékű. A sávszélesség és a jósági tényező így módon pontosan meghatározható.

ETO 621.314.21.042.143

Gobbi I.:

Új típusú transzformátor-konstrukciók lehetősége az irányított szemeszerkezetű transzformátorlemez alkalmazásával

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

A szerző ismerteti a Magyarországon kifejlesztett és gyártott szemianizotrop szemeszerkezetű transzformátor lemezanyagot, mely Trafomax néven kerül forgalomba. Összehasonlítja hasonló jellegű külföldi gyártmányok műszaki adataival. Közli az alkalmazásra vonatkozó kísérletek eredményeit, melyek szerint a Trafomax alkalmazása műszaki és gazdasági előnyökkel jár.

ETO 681.142 : 621.39

Mamusich Gy.:

Számítógépek felhasználása a híradástechnikai tervező munkában

HÍRADÁSTECHNIKA XIV. (1963) 3. sz.

A cikk felhívja a figyelmet a híradástechnikai feladatok számítógéppel való megoldásának lehetőségére. Ezen belül bemutatja, hogy milyen módon sajátíthatja el a fejlesztő villamosmérnök a programozási technikát. Egy példát ismerteti az üzemi paraméteres szűrőkonstrukciós területéről. Főbb vonalakban tárgyalja a digitális, elektronikus számítógépek alkalmazásakor felmerülő gazdasági, személyi és programkészítési tényezőket.

Обобщения

ДК 621.395.344.6

Д. Мужнаи:

Координатная АТС с 400 линиями производства ВНГ. Установление числа места домашних линий

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

В координатных АТС в случае каждого вызова должны быть установлены данные вызываемой линии (число места). Эту задачу выполняет цепь опознавания. В статье описаны решение и эксплуатация этой цепи. Как тесно связанные темы трактуются вопрос перечисления вызванного номера-числа места, и тоже эксплуатация цепей реле, примененных в регистрах как счетчики и для накопления импульсов.

ДК 621.382.001.4

А. Кемень—Ф. Фишер:

Вопросы надежности полупроводниковых приборов венгерского производства

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

Описаны физико-химические и технологические отношения связанные с производством и испытанием надежности «промышленных» полупроводниковых приборов, примененных в больших оборудованных связи, потом подробно изложены методы электрических испытаний. Исследованы временные изменения отдельных электрических параметров в статическом и импульсном режиме. Определено, что в первую очередь обратный ток, коэффициент усиления по току и напряжение при пробое лавины являются параметрами, склонными к изменению. Изменения этих параметров связанные с свойствами поверхности полупроводниковых приборов. При импульсном режиме является ухудшение напряжения контакты, вызванное изменением свойств полупроводникового блока. Потом даны предполагаемые величины коэффициентов R для «нормального» и «высоконадежного» качества, после изложения уравнения регрессии коэффициента R , в зависимости температуры слоя и напряжения. Наконец схематично описаны метод планированных испытаний, условия испытаний в статическом и импульсном режимах, а также аппаратуры примененные к испытаниям.

ДК 621.376.56

Д. Вавари:

Применение кодов для исправления ошибок при системах ИКМ

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

При импульсной кодовой модуляции представлена возможность передать нумерации кодом для исправления ошибок. Трактуются преимущества и невыгоды этого решения, показывается влияние излишней части кода на передаваемую полосу частот. Показывается, что при применении кодов для исправления ошибок необходимо расширить полосу частот.

ДК 621.317.616:621.317.351

П. Ваняи:

Точный метод оценки резонансных кривых

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

Трактуются точный метод оценки резонансных кривых, снятых качением частоты. Сигнал качения частоты гетеродинируется сигналом вспомогательного осциллятора. Напряжение снятое с испытанного элемента — после демодуляции — даёт сигнал частота которого идентична с гетеродином, а форма его амплитудной модуляции равно абсолютной величиной производной испытанной кривой. По этому сигнал на осциллокопе имеет максимальное значение на точках инфлексии. Ширина полосы и добротность точно определяются таким образом.

ДК 621.314.21.042.143

И. Гобби:

Возможность введения новых конструкций трансформаторов при применении трансформаторной стали с ориентированными зёрнами

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

Описаны полуанизотропические трансформаторные стали разработанные и изготовленные во Венгрии, названием Трафмакс. Эти сравняются данными статей подобного характера заграничного производства. Даны результаты экспериментов применения, доказывающие технические и экономические преимущества Трафмакса.

ДК681.142:621.39

Г. Мамушич:

Применение вычислительных машин в работы проектирования техники связи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

Статья обратит внимание на возможность решения задач в технике связи с помощью вычислительных машин. В рамках этого показывается каким образом инженер работающий в разработке образцов может освоить технику программировки. Дан пример относительно проектирования фильтров по рабочим параметрам. Трактуются основные экономические, личные факторы, а также вопросы программировки при применении дигитальных электронных вычислительных машин.

ETO 669.22.23:621.357.7

Gonda L.—Orgovány L.:

Korszerű galvanikus nemesfém bevonatok

HÍRADÁSTECHNIKA, (XIV. (1963) 3. sz.

A híradástechnikában legnagyobb tömegben alkalmazott ezüst bevonat a levegő kénhidrogén-tartalmának hatására ezüstszulfid réteggel vonódik be. Ez ellen legjobban bevált módszer a kémiai passziválás, vagy arannyal átszínezés. Saját vizsgálatok alapján felhívják a figyelmet a szerzők, hogy egyes fűrdőtípusokkal nyert bevonatok keménysége raktározás alatt rohamosan csökken. Nagy jelentőségűek a fényes és magas keménységű aranyótváz bevonatok. A cikkben szó van még a ródiom és palladium bevonatok készítéséről és tulajdonságairól.

Zusammenfassungen

DK 621.395.344.6

G. Muzsnay :

BHG hergestellte Crossbar-Nebenstellenanlagen mit 400 Linien.**Die Bestimmung der Positionsnummer der Nebenstellen** HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr 3.

In Nebenstellenanlagen von Crossbarsystem müssen die Schaltungsangaben (Positionsnummer) der Rufenden und Gerufenen Linien im Falle jeder einzelnen Schaltung bestimmt werden. Dieses Problem wird durch dem Identifikationsstromkreis versehen. Der Artikel beschäftigt sich mit der Frage der Umrechnung der Rufnummer-Positionsnummer und diesbezüglich beschreibt er die Funktion der in den Registern angewandten Impulzzählern und Speicherrelais.

Á. Kemény—F. Fischer :

Fragen der Zuverlässigkeit heimischer Halbleiterprodukte

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr 3.

Es werden die Herstellungsverfahren und die Phisikalisch-Chemischen Vorgänge bei Halbleiterprodukten für nachrichtentechnische Zwecke in Hinsicht auf die Zuverlässigkeit untersucht und die nötigen Messverfahren behandelt. Danach wird die Zeitliche Änderung der einzelnen elektrischen Parameter bei statischer Belastung und bei Impulsbetrieb untersucht und festgestellt, dass die sich am stärksten ändernden Parameter der Reststrom, der Stromverstärkungsfaktor und die Lawinendurchbruchspannung sind, deren Änderungen mit der Beschaffenheit der Kristalloberfläche zusammenhängen. Bei Impulsbetrieb ändert sich die Berührungsspannung (Punch thorough) am stärksten, was mit den Inhomogenitäten im Inneren des Kristalls zusammenhängt. Danach wird die Abhängigkeit des p-Faktors von der Temperatur betrachtet, und kurz die Prüfmethode und die dazu nötigen Einrichtungen umrissen.

DK 621.376.56

Gy. Vasvári :

Anwendung von Fehlerausgleichungskoden bei den PCM Systemen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr 3.

Bei der Impulskodemodulation darbietet sich eine Möglichkeit die gequantalten Werte mit Fehlergleichungskoden zu geben. Der Artikel befasst sich mit den Vor- und Nachteilen dieser Lösung und weist aus die Wirkung der Koderedundanz auf dem Übertragungsfrequenzband. Ferner weist er darauf hin, dass im Fehlerausgleichungskode die Erweiterung des Frequenzbandes nötig ist.

DK 621.317.616 : 621.317.351

P. Ványai :

Genauere Methode der Auswertung der Resonanzkurve

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr 3.

Der Artikel erörtert die genaue Methode der Auswertung der durch Wobulation aufgenommenen Resonanzkurven. Das Wobulationzeichen wird mit dem Zeichen des Hilfsschallers superponiert. Die von dem Prüfelement abgehobene Spannung ergibt — nach der Demodulation — solch ein Zeichen, welches dieselbe Frequenz hat als der Hilfsschaller und ihre Amplitudomodulationsform mit dem Absolutwert des Differenzialquotienten der geprüften Resonanzkurve übereinstimmt. Demgemäß ist das auf die Quatzkristalle auf der Stelle der Wendepunkte illustrierte Zeichen von absolutem Wert. So ist die Bandweite und der Gütefaktor genau bestimmbar.

DK 621.314.21.042.143

I. Gobbi :

Die Möglichkeit der Transformationkonstruktionen von neuem Typ mit der Anwendung von Transformatorenblechen mit gerichteter Struktur

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

Der Verfasser erörtert das in Ungarn entwickelte und hergestellte Transformatorenblechenmaterial mit Semianisotropkonstruktur, das unter dem Namen Trafomax in den Handel gelang. Er vergleicht es mit den technischen Angaben von ausländischen Produkten ähnlichen Charakters. Er macht die Versuchsergebnisse bezüglich der Anwendung bekannt, nach welchen die Anwendung des Trafomax mit technischen und ökonomischen Vorteilen verbunden ist.

DK 669.22/23:621.357.7

И. Гонда—Л. Орговань:

Современные гальванические покрытия драгоценных материалов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XIV. (1963) № 3.

Серебряное покрытие, примененное в наибольшей массе в технике связи, вызывает слой серебряного сульфида вследствие влияния содержания водорода серы в воздухе. Против этого самым лучшим методом является химическое пассивирование, или же раскрашивание золотом. Опыты авторов показывают, что твердость некоторых покрытий быстро уменьшается в течение помещения на складе, в случае определенных ванн. Блестящие покрытия сплавов золота высокой твердости имеют большое значение. Трактуются тоже изготовление и свойства покрытий родия и палладия.

Summaries

UDC 621.395.344.6

G. Muzsnay :

BHG Made Crossbar PBX of 400 Lines.**Determination of the Position Number of Local Lines**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

In the Crossbar subexchange in case of every single connection the connection data (position number) of the called and calling local line shall be determined. This task is carried out by the identification circuit. The article describes the structure and operation of this circuit. He deals with the question of translation of the callnumber-positionnumber and with this in connection he presents the operating of the pulse counter applied in the registers and that of the storage relays.

UDC 621.382.001.4

Á. Kemény—F. Fischer :

Reliability Problems of Semiconductor Devices Made in Hungary

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

The paper gives an outline of the production technique of so called „industrial” semiconductor devices applied in installations for telecommunication techniques. He describes their physical-chemical technological relations referring to their reliability test. He discusses in detail the method of electrical tests. He examines the change with temperature of certain electrical parameters in case of static and pulse operation. He states that first the backflow, further the current amplification circuit factor and the avalanche breakdown voltage are the parameters subject to alteration. The alteration of these is connected with the surface qualities of the semiconductors. In case of pulse operation the worsening of contact voltage presents itself, which may be led back to the change of the qualities of the semiconductors. Further by mentioning the regression equation of the breakdown factor he gives in connection with the base temperature and voltage the rating of the p-factor for „normal” and „high reliability” industrial quality. Finally he describes in outlines the course of the intended tests, the circumstances of static and pulse-operation tests and the equipments used for the tests.

UDC 621.376.56

Gy. Vasvári :

Application of Error Correcting Codes for PCM Systems

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

For pulse code modulation it is possible to give the quantized values in error correcting code. The article deals with the advantage and disadvantage of realization and indicates the influence of code-redundancy on the transmitting frequency band. He points out that in case of applying error correcting codes enlarging of the frequency band is necessary.

UDC 621.314.21.042.143

I. Gobbi :

The Possibility of New Type Transformer Designs by Application of Grain Oriented Transformer Sheets

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

The author presents the home developed and manufactured transformer sheet material of semianisotropic granular structure issued under the mark Trafomax. He compares it with the data of foreign products of similar character. He presents the results of experiments concerning application according to which the application of Trafomax has technical and commercial advantages.

UDC 681.142 : 621.39

Gy. Mamusich :

Use of Computers in the Drafting Work of Telecommunication

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

The paper calls the attention to the possibility of solving telecommunication tasks by computers. Within this he describes the method by which the developing electrical engineer can learn the technic of programming. He presents an example from the field of service parameter filter dimensioning. He discusses in main lines the economical, personal and program preparing factors at the application of electronic computers.

DK 681.142 : 621.39

Gy. Mamusich :

Verwendung der Rechengerte in der fernmeldetechnischen Planungsarbeit

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr. 3.

Der Artikel macht auf die Möglichkeit der Lösung der fernmeldetechnischen Aufgaben mit den Rechengerten aufmerksam. Innerhalb dieser wird erörtert, nach welcher Methode der Entwicklungselektroingenieur die Programmierungstechnik aneignet. Er gibt einen Beispiel von dem Gebiet des Betriebsparameterfilters, bekannt. Er beschreibt hauptsächlich die ökonomischen, persönlichen und Programmierungsfaktoren.

DK 629.22 .23 : 621.357.7

L. Gonda—L. Orgovány :

Zeitgemässige galvanische Edelmetallüberzüge

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr. 3.

Der in der Fernmeldetechnik in grosser Menge verwendete Silberüberzug wird auf dem Einfluss des Hydrothionsäuregehaltes der Luft mit Silbersulfid beschlagen. Die beste Methode gegen diesem ist die chemische Passivierung, oder das Überziehen mit dünner goldener Schicht. Auf dem Grunde eigener Prüfungen lenken die Verfasser die Aufmerksamkeit darauf hin, dass die Härte der Überzüge die mit gewissem Badtypus erlangen wurde während der Lagerung schnell abnimmt. Die glänzenden Goldlegierungsüberzüge mit hoher Härte sind von grosser Bedeutung. Ferner beschäftigt sich der Artikel mit der Herstellung und Eigenschaften der Rhodium- und Palladiumüberzüge.

CDU 621.395.344.6

G. Muzsnay :

Crossbar central privé de 400 lignes, produit par BHG. La détermination du numéro de la position des lignes d'abonnées

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

Dans les centres téléphoniques d'un système crossbar il faut déterminer en cas de chaque connection les données de la connection (numéro de la position) de la ligne d'abonné appelante et appelée. Ce devoir est pourvu par le circuit identifié. L'article fait connaître la structure et l'opération de ce circuit. Il s'occupe du problème de la transmission du numéro d'appel-numéro de la position et à ce propos il fait connaître l'opération des numérotations des impulsions appliquées dans les registres et celles de relais de registre.

CDU 621.382.001.4

Á. Kemény—F. Fischer :

Les problèmes de la sécurité des dispositifs à semiconducteurs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

L'article fait connaître la technologie de la production des dispositifs à semiconducteurs soit-disant pour l'application industrielle, resp. il décrit les relations physico-chimiques et technologiques en connection avec leur examen de sécurité. Il examine le changement de temps de certains paramètres électriques en cas de l'opération statique et de l'impulsion. Il constate que ce sont les paramètres de courant de retour, le facteur d'amplificateur de circuit et la tension de rupture d'avalanche, qui sont en premier ligne les objets de changement. Le changement de ces paramètres est en connection avec la qualité superficielle des semiconducteurs. En cas de l'opération d'impulsion le délabrement de la tension de contact se présente qu'on peut expliquer avec le changement des qualités de semiconducteurs. Puis en mentionnant l'équation de regression du facteur de la panne il donne en connection avec la température de base et de la tension l'évaluation du facteur-p pour la qualité industrielle «normale» et de «grande sécurité». Enfin il fait connaître la marche des essais projetés, les circonstances des essais statiques et de l'opération d'impulsion et les équipements appliqués pour les essais.

CDU 621.317.616 : 621.317.351

P. Ványai :

Méthode exacte pour l'estimation des courbes de résonance

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

L'article fait connaître les méthodes exactes de l'estimation des courbes de résonances prise par la wobulation. Le signe de wobulation est superposé par un signe d'un oscillateur auxiliaire. La tension enlevée de l'élément d'essai — après la démodulation — donne un tel signe qui a la même fréquence que celle de l'oscillateur auxiliaire, et la la forme de sa modulation d'amplitude est conforme à la valeur absolu de la différentielle de la courbe de résonance examinée. En conséquence le signe illustré sur l'oscilloscope — étant à la place des points d'inflexion — est d'une valeur maximale. Comme cela la largeur de la bande et le facteur-Q sont précisément déterminables.

UDC 621.317.616 : 621.317.351

P. Ványai :

Precise Method for the Estimation of Resonance Curves

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

The paper presents the precise method of estimation of resonance curves taken by wobulation. The wobulation signal is superposed by an auxiliary oscillator signal. The voltage taken off from the element to be tested — after demodulation — forms such a signal, which has a frequency conforming with the auxiliary oscillator and the form of its amplitude modulation is in accordance with the absolute value of the differential quotient of the tested resonance curve. According to this the signal—illustrated on the oscilloscope in the point of inflexion—is of maximal value. This way the frequency band and the Q-factor may be precisely determined.

UDC 669.22/.23 : 621.357.7

L. Gonda—L. Orgovány :

Up-to-Date Galvanic Metal Coverings

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

The silver covering used in the greatest mass in the telecommunication technics is covered with a silver sulfide sheet by the influence of the hydrogen sulfide content of the air. The best method to prevent this, is the chemical passivation or the covering with thin golden sheet. The authors on the basis of their examinations call attention to the fact, that the hardness of sheets got by certain bath types reduces rapidly while storage. The shining golden alloyed sheets of high hardness are very important. The article deals further with the preparation of rhodium and palladium sheets and their qualities

Résumés

CDU 621.376.56

Gy. Vasvári :

Application des codes de correction des fautes pour le système PCM

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

Pour la code-modulation de l'impulsion il est possible de donner des valeurs quantées en forme de code de correction des fautes. L'article s'occupe des avantages et désavantages de cette solution, il démontre l'influence de la redondance du code sur la bande de fréquence de la transmission. Il prouve qu'en appliquant des codes de correction des fautes, l'élargissement des bandes de fréquences est nécessaire.

CDU 681.142 : 621.39

Gy. Mamusich :

Application des machines électroniques à calculer dans le travail du projet

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

L'article fait attention sur la possibilité de la solution des problèmes télétechniques. En dedans il présente comment l'ingénieur de développement peut faire sienne la technique du planning. Il fait connaître un exemple du domaine du mesurage du filtre. Il discute en grande ligne des facteurs commerciaux, personnels et ces de la programmation.

CDU 621.314.21.042.143

I. Gobbi :

La possibilité des constructions des transformateurs d'un type nouveau par application des feuilles de transformateur a grain dirigé

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) No 3.

L'auteur fait connaître la matière des feuilles de transformateur d'une structure de grain semianisotrope mise en circulation avec la marque Trafomax. Il la compare avec les données technologiques des produits étrangers d'un caractère semblable. Il fait connaître les résultats concernant l'application, selon l'application de Trafomax a des avantages techniques et économiques.

CDU 669.22/.23 : 621.357.7

L. Gonda—L. Orgovány :

Modernes armatures de metal noble galvanique

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XIV. (1963) Nr. 3.

L'armature d'argent appliquées dans la plus grande masse dans la télétechnique, se couverte par l'argentite sur l'influence de la teneur en hydrosulfurique de l'air. La méthode, la plus éprouvée contre cette teneur est la passivation chimique, ou la recouvrement d'une mince couche d'or. Les auteurs sur la base de leurs essais attirent l'attention sur le fait, que la dureté des teneurs reçue par certain type de bain se diminue rapidement pendant l'emmagasinage. Les enduits des alliages d'or luisants et de grande dureté sont d'une grande importance. Enfin l'article s'occupe de la préparation et de la propriété de teneur du rhodium et palladium.

Dr. Tarnay Kálmán: Elektroncsöves kapcsolások (II. javított és bővített kiadás)

Műszaki Könyvkiadó, 1963.; ára 34— Ft.

(sz—)

Az elektroncsövek alkalmazási területe rendkívül széles. A sokoldalú alkalmazhatóság következtében olyan sokfajta kapcsolat fejlődött ki, hogy ezeknek az áttekintése egy könyv korlátozott terjedelmét figyelembe véve igen nehéz feladatot jelent. Dr. Tarnay Kálmán sikeresen oldotta meg ezt a feladatot. Széleskörű áttekintést nyújt a legfontosabb kapcsolásokról az alapvető fizikai működés és a leglényegesebb számítási módszerek bemutatásával. Az ismertetésre kerülő kapcsolások megválasztása tükrözi a szerző nagy áramkörtervezési gyakorlatát. Ennek köszönhető, hogy a bemutatott kapcsolások és működési elvek korlátozott száma ellenére teljes képet tud adni az elektroncsöves kapcsolásokról és a könyv még a gyakorlott konstruktőrök számára is tartalmaz új mondanivalót.

Az első két fejezet az elektroncsövek működésének fizikai alapjaival és a felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságaival foglalkozik.

A további fejezetek sorra veszik a legfontosabb kapcsolásokat. A jel-, mérő- és teljesítményegyenirányítók után az erősítőkapcsolások ismertetése következik. Ez a rész az erősítőre jellemző tulajdonságok (erősítés, frekvenciamenet, kivehető teljesítmény stb.) tárgyalása mellett foglalkozik a negatív visszacsatolással, valamint a különleges erősítőkkal is.

Külön fejezetek tárgyalják a rezgéskeltőket és a keverő kapcsolásokat, valamint az impulzusteknikai alkalmazásokat.

A könyvben helyet kaptak a legkorszerűbb felhasználási területek kapcsolástechnikai kérdései is, különösen az analóg és digitális áramkörök. Végül a modern, nagyszámú elektroncsövet tartalmazó berendezések szempontjából fontos megbízhatósági kérdéseket ismertet az utolsó fejezet.

A könyv használhatóságát és érthetőségét a jól megválasztott nagyszámú kapcsolási példa fokozza.

Dr. Komarik József

J. I. Felisztak: Egyszerű rádióalkatrészek készítése.

Műszaki Könyvkiadó, 1963; ára 7,90 Ft.

A könyv az egyszerűbb rádióalkatrészek elkészítését ismerteti, minimális szerszám és műszerszükséglettel. A legfontosabb szerelési alkatrészek (csatlakozók, villásdugók, forrlécek, csőfoglatok, tumblerkapcsolók, többpólusú, többállású kapcsolók stb.) és áramköri elemek (különböző kondenzátorok, ellenállások, indukciós tekercsek, transzformátorok) számításának és elkészítésének ismertetésén kívül számos gyakorlati tanácsot is tartalmaz.

A könyv „A Rádiótechnika Könyvei” sorozatban jelent meg, 120 oldal terjedelemben 62 ábrával.

iff. B. P.

GYÁRTMÁNYAINK:



TV és URH vevőantennák

Antennaszerelvények, szigetelők

Központi antennák és erősítők

Híradástechnikai csatlakozók

Fényjelző, személyhívó berendezések

TELINFORM vezeték nélküli személyhívó berendezés

Vészlámpák (üzemekhez, raktárakhoz stb.)

Feszültségszabályozó berendezések

Tranzisztoros transzverterek

Telefontechnikai töltőberendezések

Szikraforgácsoló tápegységek

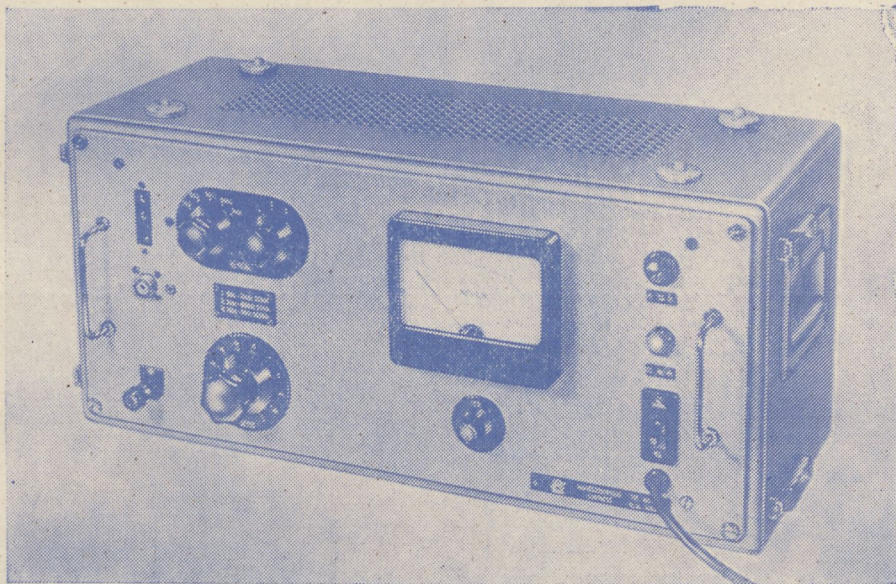
Különleges száraz egyenirányító berendezések

HÍRADÓTECHNIKAI VÁLLALAT BP. XI., DARÓCZI ÚT 1/3

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

A korszerű távbeszélőtechnika minden területén előnyösen használható. Vívőfrekvenciás berendezések, sokcsatornás láncok fejlesztésénél, üzembehelyezésénél, karbantartásánál nélkülözhetetlen eszköz.

Széles frekvenciasávban (30 Hz—1 MHz) nagy érzékenységgel rendelkezik (-10 N). Jól használható hídmeréseknél, 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 k Ω

II. Szimmetrikus 3 kHz — 600 kHz > 3.5 k Ω

III. Aszimmetrikus 30 Hz — 1 MHz > 500 k Ω $\parallel < 50$ pF

SZIMMETRIKUS ILLESZTÉSEK:

Kapcsolható lezárások 75 — 135 — 150 — 600 Ω

ALKALMAZOTT CSÖVEK:

5 db. 18 042, E83F,
PL 81, 85A2.

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

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





TUNGSRAM

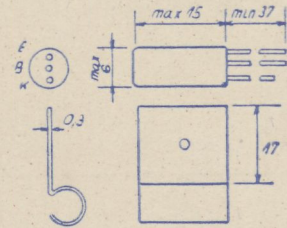
tranzisztor típusok

OC 1074, OC 1079 és OC 1080 tranzisztorok adatai

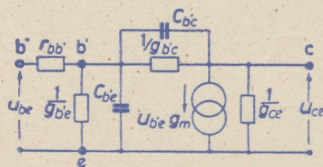
Beállítások	Határértékek												Visszáramok		$-U_{CB} = -U_{CE} = 6\text{ V}$	$-U_{CE} = 6\text{ V}$
															$I_E = -50\text{ mA}$	$I_E = -5\text{ mA}$
Jelölések	$-U_{CB}$	$-U_{CEM}$	$-U_{CE}$	$-U_{CEM}$	$-V_{EE}$	$-U_{EBM}$	$-I_C$	$-I_{CM}$	I_E	I_{EM}	$-I_B$	$-I_{BM}$	$-I_{CBO}$	$-I_{EBO}$	f_{ae}	F
Mértékegység	V	V	V	V	V	V	mA	mA	mA	mA	mA	mA	μA	μA	kHz	dB
OC 1074	20	—	20	—	6	—	300	600	310	600	—	—	10	6	>15	<30
OC 1079	—	—	26	26	6	6	300	600	310	600	—	—	10+	4,5	>20	<15
OC 1080	32	32	—	—	20	—	300	600	340	630	40	200	10+	6	>12	—

Nagyjelű áramerősítési tényező az OC 1074, OC 1079 és 1080 típusoknál

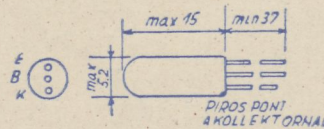
Beállítás	$-U_{CE}$	h_{21E}	h_{21E}	h_{21E}
	I_E	6 V	6 V	1 V
		5 mA	50 mA	300 mA
OC 1074		60	100	65
OC 1079		—	60	—
OC 1080		—	180	—



OC 1074, OC 1079 és OC 1080 tranzisztorok külrajzai



Nagyfrekvenciás helyettesítőkép



OC 1044 és OC 1045 tranzisztorok külrajzai

OC 1044 és OC 1045 tranzisztorok adatai

Beállítások	Határértékek										Visszáramok	$-U_{CE} = 6\text{ V}$	A nagyfrekvenciás helyettesítőkép elemei					
											$-U_{CB} = -U_{CE} = 2\text{ V}$	$-U_{CE} = 2\text{ V}$						
Jelölések	$-U_{CB}$	$-U_{CEM}$	$-U_{CE}$	$-U_{CEM}$	$-U_{EE}$	$-U_{EBM}$	$-I_C$	$-I_{CM}$	$-I_{CBO}$	$-I_{EBO}$	f_{ae}	C_{bce}	C_{bce}	g_{bce}	g_{bce}	g_m	g_{ce}	r_{bb}
Mértékegység	V	V	V	V	V	V	mA	mA	μA	μA	kHz	pF	pF	μS	μS	mA/V	μS	Ω
OC 1044	15	15	15	15	12	12	5	10	0,5	0,4	>75	410	10,5	390	0,5	39	40	100
OC 1045	15	15	15	15	12	12	5	10	0,5	0,4	>60	1000	10,5	760	0,5	39	15	75