ORSZ. SZÉCHENYI KÖNYVTÁR
Fo.165

XV. ÉVFOLYAM 3. SZÁM, 65—96 OLDAL
BUDAPEST, 1964. MÁRCIUS HÓ 3

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1964. március, XV. évfolyam, 3. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

EDÖCSÉNY LÁSZLÓ: Antenna által vett feszültség és teljesítmény számítása tetszőleges beeső hullám esetén 65
BÁRTFAI PÁLNÉ: Egy új mérési eljárás a töltéshordozók élettartamának meghatározására 71
HÁZMAN ISTVÁN: Rétegtranzisztor határfrekvencia mérések 75
EREKY VILMOS—SŐREG ISTVÁN—GODÓ BÉLA: Adócsövek sztatikus és dinamikus vizsgálata 77
DUPLINSZKY EDE—NEUHOF SUSKI LÁSZLÓ: Új kerámiai hordozótest ellenállásgyártás céljára 86
Külföldi események 76, 90
Könyvismertetés 89
Szemle 92
Szabadalmi Szemle 93
Tartalmi összefoglalások 94
Обобщения 94
Zusammenfassungen 95
Summaries 95
Résumés 96

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

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

Index: 25.375

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

64.4603 Egyetemi Nyomda, Budapest

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

EDÖCSÉNY LÁSZLÓ
Beloiannisz Híradástechnikai Gyár

Antenna által vett feszültség és teljesítmény számítása tetszőleges beeső hullám esetén

ETO 621.396.67.015.001.24:621.391.81

A legtöbb gyakorlati esetben a vevőantennára beeső hullám síkhullámnak tekinthető, amikor is a vett teljesítmény a hullám amplitúdójának és az antenna hatásos felületének ismeretében egyszerűen számítható; feltételezve természetesen, hogy a beeső hullám és a vevőantenna polarizációja megegyezik. Ez a gyakran alkalmazott számítási módszer az adó- és vevőantennára vonatkozó reciprocitási tételen alapszik [1, 2].

A jelen dolgozatban azonban a belső hullámot tetszőlegesnek tekintjük és feladatul tűzzük ki az antenna terhelő ellenállásán fellépő feszültség és teljesítmény meghatározását. A cikkben követett módszer nem az adó- és vevőantennára vonatkozó reciprocitási tételen alapszik, hanem ellenkezőleg, a reciprocitási tétel a kapott eredmények következménye.

A Stratton és Chu által levezetett képletek [1, 2] lehetővé teszik a hullám meghatározását a hullám forrásainak ismeretében; jelen esetben pedig a hullám és a nyelő (vevőantenna) kölcsönhatását vizsgáljuk. Az ezen két esetre vonatkozó eredmények összekapcsolása lehetőséget nyújt a forrás és a nyelő közti csatolás, az adó- és vevőantenna transfer impedanciájának kiszámítására, mintegy kiegészítésként az adó- és vevőantennára vonatkozó reciprocitási tételhez.

A vevőantennában lejátszódó jelenségek fizikáját Istvánffy E. részletesen elemezte [3], ezért az alábbiakban a problémát matematikailag vizsgáljuk, ami quantitatív összefüggések származtatását teszi lehetővé.

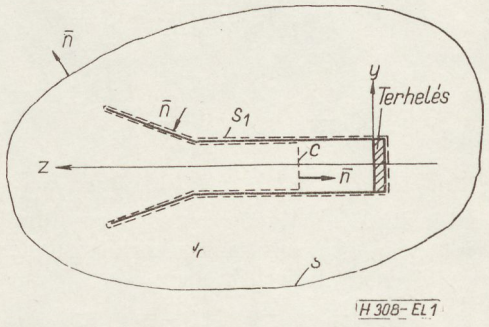
1. A vett mennyiségek a beeső és a fiktív hullámmal kifejezve

Vizsgálatainkat a következő feltételek mellett végezzük:

Az egész cikk folyamán minden mennyiségnek az amplitúdója szerepel, az $e^{j\omega t}$ időfüggést nem tüntetjük fel. Feltételezzük, hogy az antenna a tápvonalhoz, az utóbbi pedig a terheléshez illesztve van (az illesztés kikötése csak a tárgyalás egyszerűségét szolgálja, a függelékben bebizonyítjuk, hogy a kapott eredmények illesztetlen esetben is változatlanul érvényesek); feltételezzük továbbá, hogy a tápvonalban csak egyetlen mód terjedhet szabadon.

Az antennát körülvesszük a tetszőleges, zárt S felülettel (1. ábra); kikötjük azonban, hogy a beeső hullám forrásai S-en kívül vannak. Az S által határolt V tartományból az antennát alkotó vezetőket, melyeket tökéletes vezetőknek tekintünk, a rájuk simuló S_1 zárt felülettel kirekesztjük. S_1-nek részét képezi a tápvonal C keresztmetszete, melyet az antennától olyan távol veszünk fel, ahol a beeső hullám által gerjesztett magasabb módok már kellőképp csillapítottak. Az S és S_1 határolta V_0 tartományból az $\bar{n}$ normális-egységvektor kifelé mutat.

Legyen $(\bar{E}_i, \bar{H}_i)$ a beeső hullám, $(\bar{E}_t, \bar{H}_t)$ pedig az a hullám, melyet antennánk kisugározna, ha adásra használnánk. Az utóbbit „fiktív hullám"-nak nevezzük



1. ábra

a továbbiakban. A V_0 tartományban mindkét hullám forrásmentes, tehát kielégíti a

$$\nabla \times \bar{H} = j\omega\varepsilon\bar{E}, \tag{1}$$

$$\nabla \times \bar{E} = -j\omega\mu\bar{H} \tag{2}$$

egyenleteket.

A beeső hullám hatására egyrészt a szabadon terjedő módnak megfelelő hullám halad a tápvonalban a terhelés felé, és abban teljesen elnyelődik, másrészt a beeső hullám az antenna-komplexum vezető felületein szóródik. Az $(\bar{E}_s, \bar{H}_s)$ szórt hullám S_1-en kívül kielégíti az (1), (2) egyenleteket. Feltételezzük, hogy az $(\bar{E}_s, \bar{H}_s)$ hullám szóródása a beeső hullám forrásán az utóbbit csak elhanyagolható mértékben befolyásolja. A fiktív mező, valamint a beeső és szórt mezők eredője, az $(\bar{E}_r = \bar{E}_i + \bar{E}_s, \bar{H}_r = \bar{H}_i + \bar{H}_s)$ mező eleget tesz a határfeltételeknek:

$$\bar{n} \times \bar{E}_r = 0\,, \quad \bar{n} \times \bar{E}_t = 0. \tag{3}$$

Az E_t és $\bar{E}_r$ vektorokra alkalmazzuk a vektorális Green-tételt:

$$\int_{S+S_1} (\bar{E}_r \times \nabla \times \bar{E}_t - \bar{E}_t \times \nabla \times \bar{E}_r) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= -\int_{V_0} (\bar{E}_r \cdot \nabla \times \nabla \times \bar{E}_t - \bar{E}_r \cdot \nabla \times \nabla \times \bar{E}_t)\, \mathrm{d}v$$

(1) és (2)-ből kifolyólag a jobboldal zérus, felhasználva továbbá (2)-t, kapjuk:

$$\int_{S+S_1} (\bar{E}_r \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_r) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S = 0. \tag{4}$$

Mármost

$$\int_S (\bar{E}_r \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_r) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$\int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S +$$

$$+ \int_S (\bar{E}_s \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_s) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S. \tag{5}$$

A függelékben bebizonyítjuk a következő segédtételt: a $\bar{J}_1$ ill. $\bar{J}_2$ áramsűrűségek, mint források által gerjesztett $(\bar{E}_1, \bar{H}_1)$ és $(\bar{E}_2, \bar{H}_2)$ hullámokra

$$\int_S (\bar{E}_1 \times \bar{H}_2 - \bar{E}_2 + \bar{H}_1) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S = 0, \tag{6a}$$

és

$$\int_V (\bar{E}_1 \cdot \bar{J}_2 - \bar{E}_2 \cdot \bar{J}_1)\, \mathrm{d}v = 0, \tag{6b}$$

ha mindkét hullám forrása vagy az S zárt felület által határolt V tartományban, vagy mindkettőé rajta kívül van, és a hullámok a korlátossági és kisugárzási feltételeket teljesítik, azaz

$$\lim_{R\to\infty} R\bar{H}_1 = \bar{c}_1, \quad \lim_{R\to\infty} R\bar{H}_2 = \bar{c}_2 \tag{7a}$$

és

$$\lim_{R\to\infty} R(\bar{R}_0 \times \bar{E}_1 - Z_0 \bar{H}_1) = 0,$$

$$\lim_{R\to\infty} R(\bar{R}_0 \times \bar{E}_2 - Z_0 \bar{H}_2) = 0, \tag{7b}$$

ahol R a végtelenbe kitáguló S (R) gömbfelület sugara, melynek középpontja V-ben van, $\bar{R}_0$ a sugárirányú egységvektor, $\bar{c}_1$ és $\bar{c}_2$ véges vektorok és $Z_0 = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$.

Felhasználva a segédtételt adódik (4) és (5)-ből:

$$\int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= \int_{S_1} (\bar{E}_t \times \bar{H}_r - \bar{E}_r \times \bar{H}_t) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= \int_{S_1} [\bar{H}_r \cdot (\bar{n} \times \bar{E}_t) - \bar{H}_t \cdot (\bar{n} \times \bar{E}_r)]\, \mathrm{d}S. \tag{8}$$

(3)-ból kifolyólag az S_1-re vonatkozó integrál csak a C keresztmetszeten különbözik zérustól, továbbá (8)-ból kiolvasható, hogy a C-re vonatkozó integrál integrandusában a mezők longitudinális komponense nem lép fel. A tápvonalban az antenna, ill. a terhelés felé szabadon terjedő mód transzverzális komponensei viszont a következő formában írhatók [1]:

$$\bar{E}_{tT} = U_t \bar{g}(x,y)\, e^{-j\beta z}, \quad \bar{H}_{tT} = -I_t \bar{n} \times \bar{g}(x,y)\, e^{-j\beta z}, \tag{9a}$$

$$\bar{E}_{rT} = U_r \bar{g}(x,y)\, e^{j\beta z}, \quad \bar{H}_{rT} = -I_r \bar{n} \times \bar{g}(x,y) e^{jz\beta}, \tag{9b}$$

ahol $\beta = 2\pi/\lambda_g$, λ_g a hullámhossz a tápvonalban, továbbá ha Z a tápvonal hullámellenállása, akkor

$$U_t = ZI_t, \quad U_r = -ZI_r. \tag{10}$$

Feltesszük még, hogy a módra jellemző, valós $\bar{g}(x, y)$ függvény normált:

$$\int_C |\bar{g}(x,y)|^2\, \mathrm{d}S = 1. \tag{11}$$

A transzverzális komponensek (9) alatti kifejezéseit felhasználva, valamint figyelembe véve (10) és (11)-et:

$$\int_{S_1} (\bar{E}_t \times \bar{H}_r - \bar{E}_r \times \bar{H}_t) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= \int_C (\bar{E}_{tT} \times \bar{H}_{rT} - \bar{E}_{rT} \times \bar{H}_{tT}) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S = 2U_r I_t, \tag{12}$$

vagyis (8) és (12)-ből a vett feszültség:

$$U_r = \frac{1}{2I_t} \int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S, \tag{13a}$$

mely további átalakításokkal a következő formában is írható:

$$U_r = j \frac{\lambda}{4\pi Z_0 I_t} \int_S \left(\bar{E}_i \cdot \frac{\partial \bar{E}_t}{\partial n} - \bar{E}_t \cdot \frac{\partial \bar{E}_i}{\partial n} \right) \mathrm{d}S, \tag{13b}$$

ill.

$$U_r = j \frac{\lambda Z_0}{4\pi I_t} \int_S \left(\bar{H}_t \cdot \frac{\partial \bar{H}_i}{\partial n} - \bar{H}_i \cdot \frac{\partial \bar{H}_t}{\partial n} \right) \mathrm{d}S. \tag{13c}$$

A vett, ill. a fiktív teljesítmény $P_r = |U|^2/(2Z)$, ill. $P_t = \frac{1}{2}|I_t|^2 Z$ alakban írható, így (13a) felhasználásával

$$P_r = \frac{1}{16 P_t} \left| \int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S \right|^2 \tag{14a}$$

ill.

$$P_r = \frac{1}{8} \frac{\left| \int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S \right|^2}{\mathrm{Re} \int_S (\bar{E}_t \times \bar{H}_t^*) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S} \tag{14b}$$

Eredményeink, a (13) és (14) összefüggések akkor is érvényesek, ha az S felület nem a vevő-antennát, hanem a beeső hullám forrását, az adóantennát veszi körül. Ez a következőképp látható be: tartalmazza az S_0 tetszőleges, zárt felület az adó- és vevőantennát egyaránt (S_1 most is a vevőantennára vonatkozik).

A Green-tételt az S_0, S és S_1 által határolt tartományra írva fel változatlanul (4)-re jutunk, mert a segédtétel alapján az S_0-ra kiterjesztett integrál zérust ad. n azoban most S-be befelé mutat.

A vett teljesítmény tehát számítható, ha egy tetszőleges, zárt felületen, amely vagy a vevő, vagy az adóantennát veszi körül, ismert a beeső hullám és a fiktív hullám. A vett feszültség számításához ezenfelül ismernünk kell még a fiktív hullámnak a tápvonalban és az S felületen felvett értéke közti kapcsolatot; viszont ez teszi lehetővé, hogy (13) a vétel fázisát is adja.

A függelék B. pontjában kimutatjuk, hogy ha a fiktív hullámot terhelő impedanciával egyenlő belső impedanciájú generátor által képzeljük gerjesztettnek a terheléssel azonos helyen, továbbá az I_t, P_t mennyiségeket a fiktív generátor betáplálási pontjára vonatkoztatjuk, akkor a (13) és (14a), valamint az alább álló (16), (18)—(21) összefüggések akkor is érvényesek, ha az antenna-tápvonalrendszerben illesztetlenségek vannak.

Az ezen szakasz elején tett feltételek teljesülése esetén a kapott eredmények az antenna, ill. tápvonal fajtájától függetlenül általánosak és akkor is érvényesek, ha az antenna egyidejüleg vesz és ad, azaz (E_t, H_t) is valóságos hullám. Az utóbbi állításokat, valamint a vett mennyiségek egyértelműségét a függelék C. pontjában bizonyítjuk.

2. A vett mennyiségek a beeső hullámmal és a fiktív árammal kifejezve

A vett menyiségek a fiktív hullám forrásainak, a fiktív áramoknak ismeretében is számíthatók. Legyen $\bar{J}$- a térbeli fiktív áramerősség, és alkalmazzuk a (13a) jobboldalán álló felületi integrálra a Gauss-tételt, figyelembe véve, hogy most (1) helyett a

$$\nabla \times \bar{H}_t = j\omega\varepsilon \bar{E}_t + \bar{J}_t \tag{15}$$

egyenletet kell használnunk. Így az

$$\int_S (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$\int_S \nabla \cdot (\bar{E}_i \times \bar{H}_t - \bar{E}_t \times \bar{H}_i) \,\mathrm{d}v = -\int_V \bar{E}_i \cdot \bar{J}_t \,\mathrm{d}v$$

összefüggésre jutottunk, melyet (13a)-val összevetve:

$$U_r = -\frac{1}{2I_t} \int_V \bar{E}_i \cdot \bar{J}_t \,\mathrm{d}v. \tag{16}$$

4. Két antenna transzfer impedanciája

Az eddigi eredményeket felhasználva vizsgáljuk most két antenna közti csatolást. Az irodalomban ki van dolgozva az ekvivalens négypólus származtatása [1], melyet most a transzfer impedancia képletével egészítünk ki. Az antennákat 1—, 2-vel különböztetjük meg és a 2. szakasz elején felsorolt feltételek teljesítését mindegyiktől megkívánjuk. Az antennák által adáskor kisugárzott hullámok, illetőleg a megfelelő forrásáramok az alábbi formában írhatók:

$$\bar{E}_1 = U_1 \bar{e}_1(\bar{r}), \quad \bar{H}_1 = I_1 \bar{h}_1(\bar{r}), \tag{17a}$$

$$\bar{E}_2 = U_2 \bar{e}_2(\bar{r}), \quad \bar{H}_2 = I_2 \bar{h}_2(\bar{r}), \tag{17b}$$

$$\bar{J}_1 = I_1 \bar{j}_1(\bar{r}), \quad \bar{J}_2 = I_2 \bar{j}_2(\bar{r}), \tag{17c}$$

ahol $\bar{r}$ a helyvektor, az $\bar{e}_1, \ldots \bar{j}_2$ függvények pedig tartalmazzák a fázisnak a hely függvényében való változását is. Az $U_1, \ldots I_2$ feszültség és áram-paraméterek definíciója változatlanul (9)-nek felel meg.

Ha az 1 antenna ad és a 2 vesz, azaz ha $\bar{E}_i = \bar{E}_1$, $\bar{H}_i = \bar{H}_1$ és $\bar{E}_t = \bar{E}_2$, $\bar{H}_t = \bar{H}_2$ ill, $\bar{J}_t = \bar{J}_2$, valamint azzal a kikötéssel, hogy S az alábbiakban mindig a 2 antennát veszi körül, akkor (13a) és (16)-ból kapjuk:

$$U_{r2} = \frac{1}{2I_2} \int_S (\bar{E}_1 \times \bar{H}_2 - \bar{E}_2 \times \bar{H}_1) \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= -\frac{1}{2I_2} \int_V \bar{E}_1 \cdot \bar{J}_2 \,\mathrm{d}v.$$

Felhasználva (10)-et és (17)-et:

$$Z_{21} = \frac{2U_{r2}}{I_1} = \int_S [Z_1(\bar{e}_1 \times \bar{h}_2) - Z_2(\bar{e}_2 \times \bar{h}_1)] \cdot \bar{n} \mathrm{d}S =$$

$$= -Z_1 \int_V \bar{e}_1 \cdot \bar{j}_2 \,\mathrm{d}v, \tag{18}$$

ahol Z_1 és Z_2 az antennák tápvonalainak hullámellenállásai. Szem előtt tartottuk, hogy a (13) képlet illesztetten lezárt tápvonalra vonatkozik, míg Z_{21} definíciója nyitott kapcsokat tételez fel.

Ha most a 2 antenna ad és az 1 vesz, azaz ha $\bar{E}_i = \bar{E}_2$, $\bar{H}_i = \bar{H}_2$ és $\bar{E}_t = \bar{E}_1$, $\bar{H}_t = \bar{H}_1$ ill. $\bar{J}_t = \bar{J}_1$, továbbá ügyelve arra, hogy változatlan S és $\bar{n}$ esetén (13) előjelét ellenkezőre kell változtatnunk, ill. figyelembe véve (6b)-t, akkor a $Z_{12} = \frac{2U_{r1}}{I_2}$ transzfer impedanciára változatlanul a (18)-ban szereplő integrálokat kapjuk, tehát $Z_{12} = Z_{21}$, ami a reciprocitás jólismert alakja.

5. Közelítő képletek apertúrasugárzókra

A 2. szakaszban kapott (13a) képletet átírjuk apertúrasugárzók esetére, erre ugyanis a következő szakaszban bemutatott alkalmazásnál szükségünk lesz.

Apertúrasugárzók esetén az S felület egy végtelen sík, amely az adó- és vevőantenna közt fekszik és tartalmazza a vevőantenna A apertúráját. Az apertúrán $\bar{E}_t = \bar{E}_A$, $\bar{H}_t = \bar{H}_A$, a sík minden más pontján $\bar{E}_t = \bar{H}_t = 0$, azaz

$$U_r = \frac{1}{2I_t} \int_A (\bar{E}_i \times \bar{H}_A - \bar{E}_A \times \bar{H}_i) \cdot \bar{n} \mathrm{d}s. \tag{19}$$

A normális vektor abba a féltérbe mutat, melyben az adóantenna van. A számítások megkönnyítése érdekében egyes esetekben közelítésekkel élhetünk.

Ha a fiktív hullám fázishibája kicsi az apertúrán, akkor a hullámfrontra merőleges irány csak kevéssé hajlik el az apertúra normálisától, továbbá

általában használhatjuk az $|\bar{E}_A| \approx Z_0|\bar{H}_A|$ közelítést, tehát $\bar{n} \times \bar{E}_A \approx Z_0 \bar{H}_A$, vagyis

$$U_r \approx \frac{1}{2Z_0 I_t} \int_A (\bar{E}_i \cdot \bar{E}_A - Z_0^2 \bar{H}_i \cdot \bar{H}_A)\, ds. \quad (20)$$

Amennyiben az előző feltételek a beeső hullámra is teljesülnek, azaz ha $\bar{n} \times \bar{E}_i \approx -Z_0 \bar{H}_i$, akkor

$$U_r \approx \frac{1}{Z_0 I_t} \int_A \bar{E}_i \cdot \bar{E}_A\, ds \quad (21)$$

Mindkét esetben a fiktív teljesítmény

$$P_t = \frac{1}{2} Re \int_A (\bar{E}_A \times \bar{H}_A^*) \cdot \bar{n} ds \approx \frac{1}{2Z_0} \int_A \bar{E}_A \cdot \bar{E}_A^*\, ds, \quad (22)$$

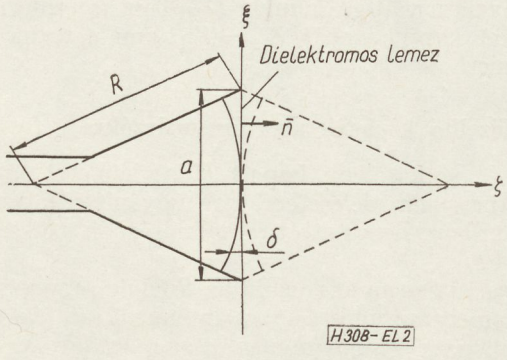
melyre a vett teljesítmény számításánál van szükség, ha csak az apertúra mezők ismertek.

6. Radome-tól származó reflexió számítása

Eredményeink alkalmazási lehetőségei közül csak ezzel az egyel foglalkozunk, az alkalmazást egy példán mutatva be.

Ha egy antenna radome-mal van ellátva, akkor a kisugárzásra kerülő hullám egy részét a radome reflektálja, amely az antenna részére beeső hullámot jelent. Célunk az antenna tápvonalában mérhető állóhullámarány számítása, melyhez elegendő a Γ feszültség reflexiós tényező abszolút értékének ismerete.

Legyen antennánk egy négyzet keresztmetszetű piramis-tölcsér, melynek szájnyílását egy arra illeszkedő sík dielektromos lemezzel zárjuk le (2. ábra). A 2. szakasz elején tett feltételeket teljesítettnek tekintjük.



2. ábra

Feltételezzük, hogy a tölcsér a H_{10} módban dolgozik [4], továbbá, hogy $R \gg a/2$ és $a/2$ és $a \gg \lambda$, ahol λ a szabadtéri hullámhossz. Ekkor a térerő iránya csak csekély mértékben változik az apertúrán és így Γ értékét nem befolyásolja jelentősen, ezért a térerő irányát állandónak vesszük, úgyhogy

$$\bar{E}_A \approx E_0 \cos\frac{\pi\eta}{a}\, e^{-jk\delta}\, \bar{i}, \quad (23)$$

ahol $\bar{i}$ a ξ irányú egységvektor, $k = 2\pi/\lambda$ és δ az útkülönbség a hullámfront és a tölcsér szájsíkja közt:

$$\delta \approx \frac{1}{2R}(\xi^2 + \eta^2)$$

Az előbbi feltételek teljesülése esetén a reflektált hullám a kisugárzásra kerülő hullámnak a dielektromos lemezre vonatkoztatott tükörképének tekinthető, azaz a tölcsér szájsíkján $\bar{E}_i \approx \varkappa \bar{E}_A$, ahol $\varkappa$ a lemez merőleges beesésre vonatkozó reflexiós tényezője. Feltételezzük, hogy $\varkappa \ll 1$, tehát a többszörös reflexiók elhanyagolhatók (a „laza csatolás"-nak megfelelő feltétel).

Ha P_t a kisugárzott teljesítmény a lemez eltávolítása esetén, melyet (22) ad, P_r pedig a lemez által reflektált hullámból vett teljesítmény, melyet az előbbi feltételeknek megfelelően a (21) képlet felhasználásával számítunk, akkor

$$|\Gamma| = \sqrt{\frac{P_r}{P_t}} \approx \frac{\left|\int_A \bar{E}_i \cdot \bar{E}_A\, dS\right|}{\int_A \bar{E}_A \cdot \bar{E}_A^*\, dS}. \quad (24)$$

számítsuk ki az integrálokat. A nevezőben szereplő

$$\int_A \bar{E}_A \cdot \bar{E}_A^*\, dS = E_0^2 \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos^2\frac{\pi\eta}{a}\, d\xi\, d\eta = \frac{a^2}{2} E_0^2.$$

Továbbá

$$\left|\int_A \bar{E}_i \cdot \bar{E}_A\, dS\right| = \varkappa E_0^2 \left| \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos^2\frac{\pi\eta}{a}\, e^{-j2k\delta}\, d\xi\, d\eta \right| =$$

$$= \varkappa E_0^2 \left| \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-j\frac{k\xi^2}{R}}\, d\xi \right| \cdot \left| \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos^2\frac{\pi\eta}{a}\, e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta \right|.$$

Legyen

$$\frac{k\xi^2}{R} = \frac{\pi\tau^2}{2}$$

és

$$\tau_1 = \frac{a}{2}\sqrt{\frac{2k}{\pi R}} = \sqrt{\frac{a}{R}\frac{a}{\lambda}},$$

akkor

$$\left| \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-j\frac{k\xi^2}{R}}\, d\xi \right| = \frac{a}{\tau_1} \left| \int_0^{\tau_1} e^{-j\frac{\pi\tau^2}{2}}\, d\tau \right| =$$

$$= \frac{a}{\tau_1} \left| C(\tau_1) - jS(\tau_1) \right| = \frac{a}{\tau_1} [C^2(\tau_1) + S^2(\tau_1)]^{1/2},$$

melyben $C(\tau_1)$ és $S(\tau_1)$ Fresnel-integrálok.

$$\left| \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos^2 \frac{\pi\eta}{a}\, e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta \right| =$$

$$= \left| \int_{0}^{\frac{a}{2}} e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta + \frac{1}{2} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos\frac{2\pi\eta}{a}\, e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta \right|.$$

Mint előzőleg:

$$\int_{0}^{\frac{a}{2}} e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta = \frac{a}{2\tau_1}[C(\tau_1) - jS(\tau_1)]. \qquad (25)$$

Írható továbbá:

$$\cos\frac{2\pi\eta}{a} = e^{-j\frac{2\pi\eta}{a}} + j\sin\frac{2\pi\eta}{a},$$

ezzel:

$$\frac{1}{2}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \cos\frac{2\pi\eta}{a}\, e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta =$$

$$= \frac{j}{2}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \sin\frac{2\pi\eta}{a}\, e^{-j\frac{k\eta^2}{R}}\, d\eta + \frac{1}{2}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-j\left(\frac{k\eta^2}{R}+\frac{2\pi\eta}{a}\right)}\, d\eta.$$

A jobb oldal első integrálja láthatóan zérus. A második integrál integrandusa (l. jobboldali hasábon, fent):

$$e^{-j\left(\frac{k\eta^2}{R}+\frac{2\pi\eta}{a}\right)} = e^{-j\left(\frac{\pi\tau^2}{2}-\varphi\right)},$$

ahol

$$\frac{\pi\tau^2}{2} = \left(\frac{\pi}{a}\sqrt{\frac{R}{k}} + \eta\sqrt{\frac{k}{R}}\right)^2,$$

illetve

$$\varphi = \frac{\pi^2 R}{a^2 k} = \frac{\pi}{2\tau_1^2},$$

továbbá az új határok:

$$\tau_2 = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\left(\frac{\pi}{a}\sqrt{\frac{R}{k}} - \frac{a}{2}\sqrt{\frac{k}{R}}\right) = \frac{1}{\tau_1} - \tau_1,$$

és

$$\tau_3 = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\left(\frac{\pi}{a}\sqrt{\frac{R}{k}} - \frac{a}{2}\sqrt{\frac{k}{R}}\right) = \frac{1}{\tau_1} + \tau_1,$$

vagyis

$$\frac{1}{2}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-j\left(\frac{k\eta^2}{R}+\frac{2\pi\eta}{a}\right)}\, d\eta = \frac{ae^{j\varphi}}{4\tau_1}\int_{\tau_2}^{\tau_3} e^{-j\frac{\pi\tau^2}{2}}\, d\tau =$$

$$\frac{ae^{j\varphi}}{4\pi_1}[C(\tau_3) - jS(\tau_3) - C(\tau_2) + jS(\tau_2)] =$$

$$= \frac{a}{4\tau_1}[\Delta C\cos\varphi + \Delta S\sin\varphi + j(\Delta C\sin\varphi - \Delta S\cos\varphi)], \qquad (26)$$

ahol

$$\Delta C = C(\tau_3) - C(\tau_2), \quad \Delta S = S(\tau_3) - S(\tau_2).$$

Képezve (25) és (26) összegének abszolút értékét, majd az eredményeket visszahelyettesítve (24)-be:

$$|\Gamma| \approx \frac{\varkappa}{2\tau_1^2}\left([C^2(\tau_1) + S^2(\tau_1)]\{[2C(\tau_1) + \Delta C\cos\varphi + \Delta S\sin\varphi]^2 + [2S(\tau_1) + \Delta S\cos\varphi - \Delta C\sin\varphi]^2\}\right)^{1/2}.$$

Függelék

A) *A segédtétel bizonyítása*

Ha mindkét hullám forrásai V-n kívül vannak, akkor a (6a) összefüggés a Green-tétel közvetlen folyománya.

Ha mindkét hullám forrásai V-ben vannak, akkor az S felületet körülvesszük még egy R sugarú, $S(R)$ gömbfelülettel, melynek középpontja V-ben van, majd az S és $S(R)$ által határolt V' tartományra írjuk fel a Green-tételt, amely (1) és (2) figyelembevételével a következőre vezet:

$$\int_{S+S(R)} (\bar{E}_1 \times \bar{H}_2 - \bar{E}_2 \times \bar{H}_1)\cdot \bar{n}\, dS = 0. \qquad (27)$$

A (7) alatti feltételek a következő formában is írhatók:

$$R\bar{H}_1 = \bar{c}_1 + \bar{\delta}_1, \quad R\bar{H}_2 = \bar{c}_2 + \bar{\delta}_2,$$

illetve

$$R(\bar{R}_0 \times \bar{E}_1) = RZ_0\bar{H}_1 + \bar{\delta}_3,$$
$$\bar{R}(R_0 \times \bar{E}_2) = RZ_0\bar{H}_2 + \bar{\delta}_4,$$

ahol $\bar{\delta}_i \to 0$, ha $R \to \infty$. Figyelembe véve még, hogy $S(R)$-en $\bar{n} = \bar{R}_0$, írhatjuk:

$$\lim_{R\to\infty}\int_{S(R)} (\bar{E}_1 \times \bar{H}_2 - \bar{E}_2 \times \bar{H}_1)\cdot \bar{n}\, dS =$$

$$= \lim_{R\to\infty}\int_{S(R)} [\bar{H}_2\cdot(\bar{R}_0 \times \bar{E}_1) - \bar{H}_1\cdot(\bar{R}_0 \times \bar{E}_2)]\, dS =$$

$$= \lim_{R\to\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} [R\bar{H}_2\cdot(RZ_0\bar{H}_1 + \bar{\delta}_3) -$$

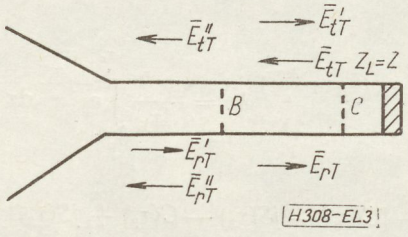
$$- R\bar{H}_1\cdot(RZ_0\bar{H}_2 + \bar{\delta}_4]\sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi =$$

$$= \lim_{R\to\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \delta\sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi.$$

Itt $\delta = (\bar{c}_2 + \bar{\delta}_2) \cdot \bar{\delta}_3 - (\bar{c}_1 + \bar{\delta}_1) \cdot \bar{\delta}_4$, azaz $\delta \to 0$, ha $R \to \infty$, amiből az integrálszámítás középértéktételének alkalmazásával következik az utólsó integrál eltűnése is. Ennek figyelembevételével viszont (27)-ből (6a) adódik. (6b)-t pedig (6a)-ból a Gauss-tétel alkalmazásával nyerhetjük.

B) *A vett mennyiségek illesztetlenség esetén*

A C keresztmetszetet most a reflexió keresztezési helye (B) és a terhelés közt vesszük fel (3. ábra). Ha a terhelő impedancia nincs illesztve a tápvonalhoz, akkor a terhelő impedanciát gondolatban egy olyan tápvonal darabon keresztül csatlakoztatjuk az eredeti tápvonalhoz, melyhez a terhelő impedancia illesztve van; így ezt az esetet visszavezethetjük a 3. ábrán mutatott esetre. Amennyiben több helyen keletkezik reflexió, úgy az alábbi gondolatmenet megismételhető és ugyanarra az eredményre vezet.



3. ábra

A 3. ábrán a tápvonalban haladó hullámokat az elektromos térerőkkel azonosítottuk. A fiktív hullám egy része B-nél reflektálódik és a fiktiv generátor belső impedanciáján, mely a terhelő impedanciával egyenlő, elnyelődik; másik része kisugárzásra kerül. A beeső hullám egy része szóródik, az a része pedig, amely az antenna-tápvonal rendszerben terjedni tud, B-nél szenved részleges reflexiót; a reflektált rész kisugárzódik, a többi a terhelésben elnyelődik.

A Green-tételt a fiktív mezők eredőjére és a vételkor fellépő mezők eredőjére írva fel, a segédtétel alapján az S-re vonatkozó integrál ugyanaz lesz mint (8)-ban. A C-re vonatkozó integrál most a következő:

$$\int_{\dot{C}} [(\bar{E}_{tT} + \bar{E}'_{tT}) \times \bar{H}_{rT} - \bar{E}_{rT} \times (\bar{H}_{tT} + \bar{H}'_{tT})] \cdot \bar{n} \mathrm{d}S,$$

beírva a mezők (9)-nek megfelelő alakjait és felhasználva (10)-et ez az integrál változatlanul $2U_r I_t$-t ad, amivel állításunkat igazoltuk.

C) *Az eredmények általánossága és egyértelműsége*

A 2. szakaszban végzett levezetést végigkövetve látható, hogy az az antennától független, hiszen a határfeltételek teljesülése esetén az S_1-re vonatkozó integrál a C keresztmetszet kivételével mindenütt zérust ad. Ez igaz akkor is, ha az antenna több, vezető, ill. dielektromos tárgyból áll (reflektor, lencse stb.), amikor is az S_1 felület több zárt felületre oszlik.

Az első ábrán hullámvezető csatlakozott az antennához, azonban a (9), (10) és (11) összefüggések minden, egy mód szabad terjedését biztosító tápvonalra fennállnak. *TEM* mód esetén azonban a (9) és (11) által definiált U, I paraméterek általában nem azonosak a tápvonal két vezetője közt mérhető feszültség, ill. a bennük folyó áram amplitúdójával. Most kimutatjuk, hogy az eredményül kapott formulákban az utóbbi mennyiségeket helyettesítve azok változatlanul érvényesek.

A tápvonal két vezetője közti feszültség amplitúdóját az elektromos térerő vonalintegrálja adja, amely TEM mód esetén útfüggetlen:

$$U' = U \int \bar{g} \cdot \mathrm{d}\bar{r} = kU,$$

ahol k egy állandó. Viszont a tápvonalban haladó komplex teljesítmény kétszerese: $U'I'^* = UI,^*$ amiből $I' = (1/k)\, I$ következik.

Ily módon

$$U'_r I'_t = kU_r \frac{1}{k} I_t = U_r I_t,$$

amit (13)-mal összevetve állításunk helyessége következik.

A vizsgált problémára vonatkozólag fizikailag három mező létezhet önállóan: az adás esetén fellépő mező (mely azonos a fiktív mezővel), a vétel esetén fellépő eredő mező, valamint az egyidejű adás és vétel esetén fellépő mező, mely a szuperpozíció tétel alapján az előbbi kettő összege. Könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a Green-tételt ezek közül bármelyik kettőre írva fel azonos eredményre jutunk. A vételi mennyiségekre kapott összefüggéseink tehát egyértelműek és egyidejű adás és vétel esetén is érvényesek.

IRODALOM

1. *S. Silver:* Microwave antenna theory and design. MIT. Rad. Lab. Ser. 12, McGraw-Hill New York, 1949.
2. *Simonyi K.:* Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
3. *E. Istvánffy:* The Mechanism of reception by directional antennae. Acta Techn. Hung, 1955. Tom. XI. 257—268 o.
4. *S. Stein—D. E. Johansen:* A theory of antenna performance in scatter-type teception. IRE TRANS. on Antennas and Prop., 1961. m. j. 304—311.
5. *H. Laub—W. Stöhr:* Hornparabolantenne für Breitband-Richtfunkanlagen. Frequenz, 1956. febr.
6. *G. Piefke:* Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in einem Pyramiden-Trichter. Zeitschr. Angew. Phys., 1954. nov.

BÁRTFAI PÁLNÉ
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Egy új mérési eljárás a töltéshordozók élettartamának meghatározására

ETO 537.311.33:621.317.3

Előírt paraméterekkel rendelkező félvezető eszközök készítéséhez az alapanyag több jellemzőjének ismerete szükséges. Egyik ilyen jellemző a kisebbségi töltéshordozók élettartama az egykristályban.

Az élettartam-mérések lényege, hogy a félvezetőben elektromos úton vagy fénygerjesztéssel többlethordozókat keltünk és ezek rekombinációs folyamatát vizsgáljuk. A többlethordozók koncentrációjának csökkenése, a generálás megszűnte után, az időnek közel exponenciális függvénye, amelynek időállandóját nevezzük a kisebbségi töltéshordozók élettartamának és τ-val jelöljük. Az élettartamot elsősorban a szennyeződések és kristályhibák befolyásolják, továbbá a minta méreteitől függően több-kevesebb szerepe van a felület hatásának. A mérések kiértékelésénél fontos megkülönböztetni az úgynevezett belső élettartamot és a felületi élettartamot, amely a felületi rekombinációs sebességgel van összefüggésben. A koncentrációváltozás exponenciális függvényéből nyert időállandó az effektiv élettartamot adja, amely

$$\frac{1}{\tau_{eff}} = \frac{1}{\tau_b} + \frac{1}{\tau_f}$$

kapcsolatban van a belső és a felületi élettartammal [1].

Az élettartammérések egy csoportját képezik azok a módszerek, amelyek a mérendő minta vezetőképességének modulációján alapulnak.

Az úgynevezett kétimpulzusos módszernél [2] a vizsgálandó félvezetődarabra tűkontaktust helyezünk és ezen keresztül nyitóirányban kettős impulzust bocsátunk. A két impulzus amplitudója egyenlő. Az injektáló áramimpulzussal bevitt többlet töltéshordozók vezetőképességnövekedést okoznak, ami a méréshez használt oszcilloszkópon láthatóan a feszültség csökkenésében jelentkezik. A két impulzus közötti időben létrejött rekombináció következtében a második impulzus kezdetén a feszültség már nagyobb, mint az első impulzus végén. Az impulzusok közötti idő függvényében ábrázolva az impulzusamplitudók különbségének logaritmusát, a kapott egyenes iránytangense az élettartamot adja.

A fotovezetés-lecsengés vizsgálatán alapuló módszereknél a többlethordozók injektálása fénnyel történik. A mérés lényege, hogy az ideális négyszög alakot minél jobban megközelítő fényjelet adva a mintára (különösen fontos a lefutóág meredeksége), mérjük a fényjel megszűnte után azt az időt, amely alatt a mintán a feszültség az eredeti érték $1/e$ részére esik. A módszernek különféle változatai vannak attól függően, hogy milyen a fényforrás és milyen módszerrel történik a kérdéses időtartam megállapítása [3, 4, 5].

A továbbiakban részletesebben ismertetünk egy ugyancsak a minta fotovezetésváltozásának vizsgálatán alapuló új élettartammeghatározási módszert.

A kétfényjeles élettartammérés

Ismeretes, ha a mintára ideális négyszögalakú fényimpulzust adunk, akkor a többlet töltéshordozók koncentrációnövekedésének időfüggése

$$N_n = k\beta I\tau\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right), \tag{1}$$

csökkenése pedig

$$N_c = k\beta I\,\tau e^{-\frac{t}{\tau}} \tag{2}$$

alakú, ahol I a megvilágítás erőssége (intenzitása), k az anyagra jellemző abszorpciós állandó, β pedig a kvantumhatásfok. (1) és (2) érvényességi feltétele az, hogy a rekombináció mértéke a többlet töltéshordozók sűrűségének első hatványával legyen arányos, ekkor az élettartam az egész folyamat alatt állandó, tehát sem I-től, sem az időtől nem függ (lineáris rekombináció). Ez a feltétel germánium és szilicium esetén nem extrém nagy szennyezettség és nem túl magas injektálási szint mellett mindig elfogadható [6].

Számításokat végeztünk arra vonatkozólag, hogyan módosul (1) és (2) abban az esetben, ha a fényintenzitás a valóságban megvalósíthatatlan ideális négyszögfelfutás helyett az időnek valamilyen $I(t)$ függvénye. A számításhoz szükséges fizikai feltételezés a következő: $I(t)$ minden értékéhez tartozik egy bizonyos hordozókoncentráció érték, és a fényintenzitás megnövelésével a koncentrációváltozás jellege minden esetben ugyanolyan, vagyis a koncentrációérték nulla szintje eltolható. Más szóval, a hordozókoncentráció időfüggésének, $N(t)$-nek kezdeti értéke nem befolyásolja annak időfüggését. A fenti meggondolásokból levezetett differenciálegyenlet egyezik a [7] -ben közölt differenciálegyenlettel, amely az itt használt jelölésekkel:

$$\frac{dN(t)}{dt} + \frac{N(t)}{\tau} = k\beta I(t) \tag{3}$$

Tekintsük azt az esetet, amikor a fényintenzitás az 1. ábrán látható módon függ az időtől, vagyis a $0 \leqq t \leqq t'$ tartományban $I(t) = at$, a $t = t'$ időpontban $I(t') = I_{max}$, majd ezen értéktől kezdve a $t' < t \leqq 2t'$ tartományban $I(t) = I_{max} - a(t - t')$. A t' időt nevezzük a fényjel felfutási idejének és ennek valamint az I_{max} értékének ismeretében a fényintenzitás felfutási meredeksége meghatározható:

$$a = \frac{I_{max}}{t'}$$

$I(t)$ fenti értékét behelyettesítve a (3) differenciálegyenletbe, meghatározható a fényintenzitás növekvő és csökkenő ágához tartozó töltéshordozókoncentráció időfüggése. A megoldáshoz szükséges kezdeti érték a $0 \leqq t \leqq t'$ szakaszon: $N(0) = 0$; majd a differenciálegyenlet megoldása után az ebből kiszámított $N(t')$ érték adja a $t' < t \leqq 2t'$ szakaszon a vonatkozó kezdeti értéket. A $2t'$ időponttól kezdve a még meglevő $N(2t')$ nagyságú többlethordozó koncentráció τ időállandójú exponenciális függvény szerint csökken nullára.

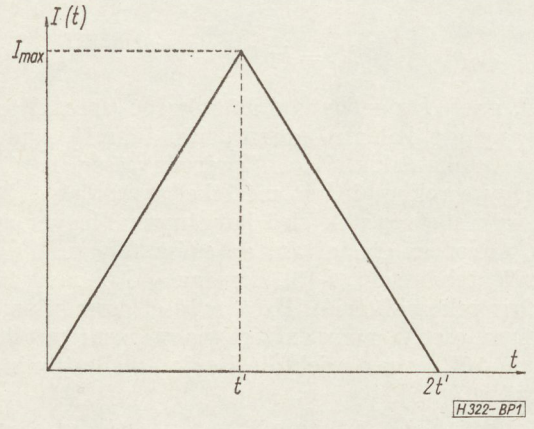
Az elmondottak alapján végezve a számításokat, az $N(t)$ függvény az alábbi három részből tevődik össze:

$$N(t) = \begin{cases} \dfrac{k\beta I_{max}\tau}{t'}\left[t - \tau\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right], & \text{ha } 0 \leqq t \leqq t' \\ N(t')\, e^{-\frac{t-t'}{\tau}} - k\beta I_{max}\tau\left[\dfrac{t-t'}{t'} + \left(1 + \dfrac{\tau}{t'}\right)\left(1 - e^{-\frac{t-t'}{\tau}}\right)\right], & \text{ha } t' < t \leqq 2t' \\ N(2t')\, e^{-\frac{t-2t'}{\tau}}, & \text{ha } 2t' < t < \infty \end{cases} \tag{4}$$

Ez a görbe a maximumát a $t' < t \leqq 2t'$ szakaszban valamilyen t_{max} helyen fogja elérni. t_{max} meghatározása után kiszámítjuk $N(t_{max})$ értékét is:

$$N(t_{max}) = k\beta I_{max}\tau\left[1 - \frac{\tau}{t'}\ln\left(2 - e^{-\frac{t'}{\tau}}\right)\right] \tag{5}$$

amely tehát a hordozókoncentráció-maximumot jelenti.



1. ábra. A fényintenzitás változása az idő függvényében. t' jelenti a felfutási időt

A fenti összefüggések ismeretében az élettartam meghatározását a következőképpen végezzük: két, azonos meredekséggel változó, de különböző t' értékkel rendelkező fényjelet állítunk elő, és ezekkel mérjük mindkét esetben a mintában keltett nemegyensúlyi hordozókoncentrációértékek maximumát. A két maximum-érték hányadosa

$$\lambda' = \frac{N^{(1)}_{(t_{max})}}{N^{(2)}_{(t_{max})}} = \frac{I^{(1)}_{max}}{I^{(2)}_{max}} \cdot \frac{1 - \frac{\tau}{t_1}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}\right)}{1 - \frac{\tau}{t_2}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}\right)} \tag{6}$$

alapján függ az élettartamtól, ahol t_1 az első fényjel felfutási idejét, t_2 pedig a második fényjel felfutási idejét jelenti.

Részletesebben kell tárgyalnunk az úgynevezett háromszögalakú fényjel előállítását. A gyakorlatban a mintára eső fény intenzitásának folyamatos változtatása igen nehézkes lenne, ehelyett a fényfluxust változtatjuk, vagyis a mintára eső össz fotonszámot. Térjünk vissza a (6) összefüggéshez és szorozzuk meg annak mindkét oldalát a minta legnagyobb megvilágított felületéhez tartozó köbtartalommal (a minta vastagsága mindenütt ugyanakkora). Ekkor az egyenlet baloldalán a többlet töltéshordozók száma áll, jobboldalán pedig a maximális fényintenzitás helyett a maximális fényfluxus szorozva a minta vastagságával. Ennek megfelelően (6)-ban λ' a töltéshordozók összes számának hányadosát jelenti, amely most már a legnagyobb megvilágított felületek hányadosával lesz arányos, a minta vastagságának értékével és a megvilágítás erősségével (6) egyszerűsíthető, mivel ezek mindkét fényjel esetén azonosak. Ekkor tehát (6) így írható:

$$\lambda' = \frac{N^{(1)}_{(t_{max})össz}}{N^{(2)}_{(t_{max})össz}} = \frac{q_1}{q_2} \cdot \frac{1 - \frac{\tau}{t_1}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}\right)}{1 - \frac{\tau}{t_2}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}\right)} \tag{7}$$

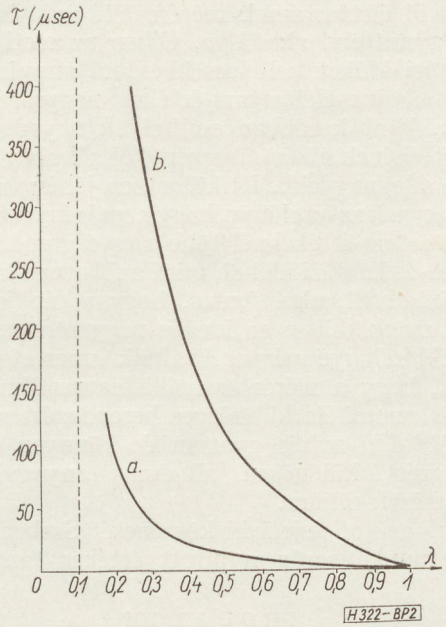
ahol q_1 és q_2 az első, illetve a második fényjel által megvilágított legnagyobb felületet jelenti.

Vezessük be a $\lambda = \frac{q_2}{q_1}\lambda'$ új változót, akkor

$$\lambda = \frac{1 - \frac{\tau}{t_1}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}\right)}{1 - \frac{\tau}{t_2}\ln\left(2 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}\right)} \tag{8}$$

Ezt az összefüggést ábrázolja a 2. ábra, ahol a felfutási idő-értékek az a görbe esetén $t_1 = 12\ \mu s$; $t_2 = 120\ \mu s$, illetve a b görbén $t_1 = 96\ \mu s$; $t_2 = 960\ \mu s$. Az ábrából látható, hogy $\tau \to \infty$ esetén

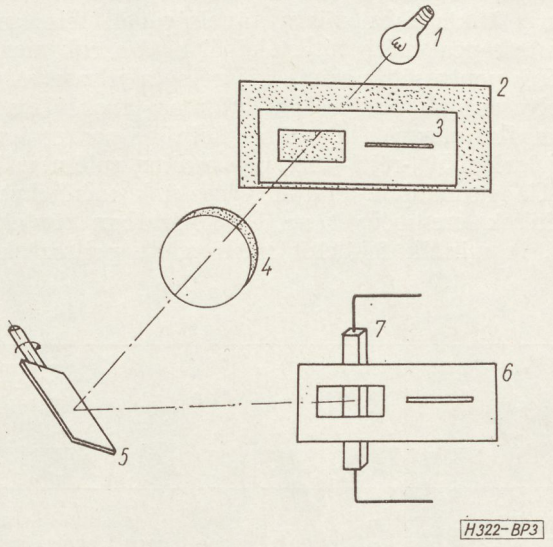
λ értéke $\frac{t_1}{t_2}$-hez tart, mely a jelen esetben 0,1; $\tau = 0$ esetén pedig $\lambda = 1$. A mérésnél ügyelni kell arra, hogy a fényjelek felfutási idejét úgy válasszuk meg, hogy λ értéke a mérések során 0,300 és 0,900 közé essék. Ez esetben ugyanis a legpontosabb a



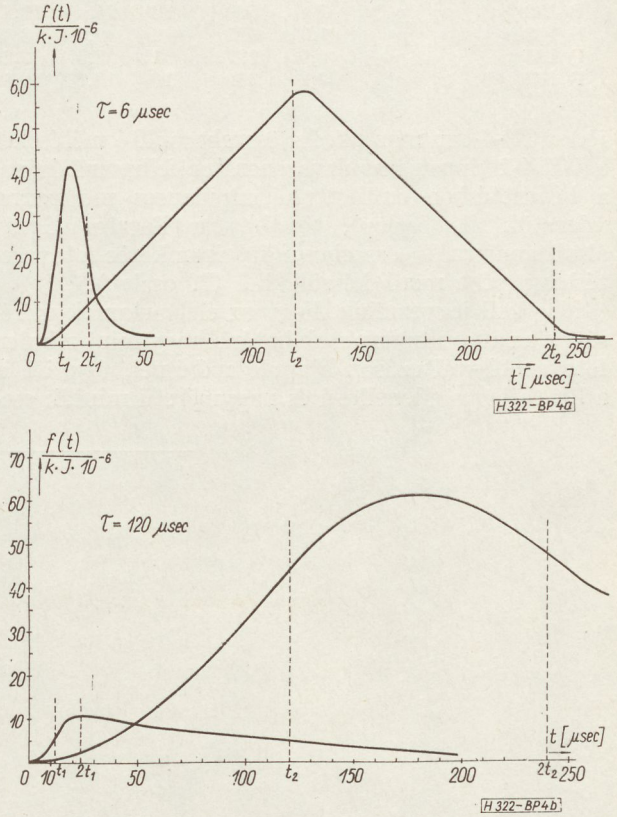
2. ábra. A mérés kiértékeléséhez szükséges grafikonok. *a* görbe: $t_1 = 12$ μs; $t_2 = 120$ μs, *b* görbe: $t_1 = 96$ μs; $t_2 = 960$ μs

mérés. A $t_1 = 12$ μs-os és $t_2 = 120$ μs-os felfutási időket használva az 1—40 μs-os élettartamok mérhetők a legpontosabban, míg a 96 μs és 960 μs-os értékeknél a kedvező élettartam-tartomány körülbelül 30—400 μs -ig terjed.

A mérés elrendezését a 3. ábra szemlélteti. A mintára jól definiált élekkel rendelkező fénysávot ejtünk, melyet forgótükörrel szaggatunk. A minta elé olyan rést helyezünk, amelynek szélessége megegyezik a fénysáv szélességével, így érjük el azt, hogy a fényfluxus lineárisan nő mindaddig, amíg a fénysáv teljes egészében meg nem világítja a réssel határolt mintát, és ettől kezdve ugyanolyan mértékben csökken. Fényforrásul 400 W-os elliptikus lámpát használunk, amely elé homályos üveget és egy tolóablakot helyezünk. A tolóablak segítségével egy 10 mm-es és egy 1 mm-es kilépő rés-szélességet állíthatunk be. Ebben az esetben tehát a megvilágított területek és a felfutási idők aránya 1 : 10. (A tükröt forgató motor fordulatszáma, valamint a tükör és a minta távolsága mindkét fényjel esetén ugyanakkora.) A rés képét egy 13,5 cm-es fókusztávolságú Jupiter optika segítségével leképezzük a mintára, amelyet ugyanilyen, beállítható szélességű réssel határolunk. A mintában bekövetkező töltéshordozószám növekedéssel arányos a minta sarkain mérhető feszültségváltozás. A jel alakja a 4. ábrának megfelelő. Az ábrán jól láthatók a (4)-ben meghatározott szakaszok. A $0 \leqq t \leqq t'$ tartományban a görbe konvex, a $t' < t \leqq 2t'$ tartományban konkáv, itt éri el a maximumát és a két tartományt határoló inflexió felel meg a t' felfutási időnek. A fényjel megszűnése, mint második inflexiós pont jelentkezik a görbén a $2t'$ időpontban Innentől kezdve a görbe lefutása az idővel exponenciálisan csökken. A jobb áttekinthetőség kedvéért a rövidebb felfutási időhöz tartozó jelet tízszeres nagyításban ábrázoltuk. A 4*a* ábra egy kis élettartammal rendelkező mintáról levett jelet, a 4*b* ábra pedig nagy élettartamú mintán végzett mérést mutat. A különbségek eléggé szembetűnőek: ha a töltés-



3. ábra. A mérés elrendezésének sematikus rajza. *1* — fényforrás, *2* — homályos üveg, *3* — tolóablak, *4* — optika, *5* — forgó tükör, *6* — tolóablak, *7* — félvezető minta



4. ábra. A (4) összefüggés ábrázolása. A kisebbik jelnél a felfutási idő $t_1 = 12$ μs, míg a nagyobbik jelnél $t_2 = 120$ μs. *a*) $\tau = 6$ μs; *b*) $\tau = 120$ μs

hordozók élettartama kicsiny, a koncentrációváltozás viszonylag jól követi a fényjel változásait, míg nagy élettartamnál a fényjel követésének tehetetlensége nagyobb. Maga a mérés lényegében a két jel csúcsának relativ meghatározásából áll. Mivel a jelek kitöltési tényezője igen rossz, a szokásos csúcsdetektorok nem alkalmazhatók. Legcélszerűbb a jelmagasságokat osszcilloszkópon leolvasni. A felfutási időket a tükröt forgató motor fordulatszámának, valamint a két rés szélességének ismeretében a tükör és a minta távolságának félszázalék pontossággal mérhető értékéből határozzuk meg. A mérés pontosságát szinte kizárólag a jelmagasságok leolvasásának pontossága határozza meg. További vizsgálat tárgyát képezi részünkről a pontosságnak a jelenlegi 5%-ról 1—2% pontosságra való növelése.

Tíz germánium-mintán végeztünk méréseket, a mérések eredményét az 1. táblázatban tüntettük fel. A minták felületét mérés előtt políroztuk és

1. táblázat

Minta jele	Típus	Fajlagos ellenállás ohm/cm	Vastagság μ	Mért élettartam μs	Összehasonlító élettartam-mérések μs	
					1.	2.
N 155	*n*	19	290	54	40	58
PME—2	*n*	22,2	5000	175	170	180
V—61	*n*	28	3400	134	132	150
N 159	*n*	28,7	302	29	43	28,5
N 114	*n*	34,4	416	76	145	50
N 116	*n*	42	900	131	285	160
P 152	*p*	1	500	19	25	13,4
P 108	*p*	1,3	357	9	9,5	8
P 135	*p*	5,6	237	1	3,5	2,4
P 162	*p*	32,2	230	10	12,7	9,8

jódos CP-4-ben martuk. Az összehasonlító méréseket a GISZ-2 tipusú impulzusgenerátor felhasználásával a bevezetésben említett kétimpulzusos módszerrel végeztük (1. oszlop), továbbá a Pásztor Gyula által konstruált összehasonlító áramkörös fotovezetéslecsengést mérő készülékkel (2. oszlop).

Meg kell jegyeznünk, hogy az élettartamok mérésének az a körülmény szab határt, hogy mint minden fotovezetés-változáson alapuló mérésnél, úgy itt is a kis fajlagos ellenellású és nagyméretű minták esetén a fény által előidézett vezetőképességváltozás nagyon kicsiny és így mérése elég nehézkes. További vizsgálatokat folytatunk arra nézve, hogyan lehetne e módszert más, kontaktus nélküli módszerekkel úgy összekapcsolni, hogy az élettartam-mérések tartománya a nagy élettartamok felé jelentős mértékben kiterjeszthető legyen.

A rövid élettartamok mérése felé való kiterjesztésnek nincs elvi akadálya, ebben az esetben csak a felfutási időket kell lecsökkenteni annyira, hogy azok a kivánt élettartam-értékek nagyságrendjébe essenek. Mint korábban említettük ugyanis, ekkor lesz τ értékének a $\lambda(\tau)$ függvényből a leolvasási pontossága a legnagyobb. Itt különösen jól érvényesülne e módszernek az az előnye, hogy nem igényel a mérendő élettartam-értékeknél több nagyságrenddel rövidebb fel- és lefutási időket, mint a fotovezetés-lecsengés méréseknél, ahol fontos, hogy a fényjel minél jobban megközelítse az ideális négyszögugrást.

További előnye még az általunk ismertetett módszernek, hogy a mérés összeállítása rendkivül egyszerű és semmiféle különleges berendezést nem igényel. Maga a mérés gyorsan és könnyen elvégezhető, ezért különösen alkalmas anyagvizsgálati rutinmérések céljára.

Szerző ezúton fejezi ki köszönetét Szebeni Péternek a munka során nyújtott értékes tanácsaiért.

IRODALOM

1. *G. Bemski:* „Recombination in Semiconductors". Proceedings of the IRE 46—6 (990) 1958.
2. *M. J. Iglicün:* „Measurements of the Changecarrier Lifetime in Monocrystalline Silicon". Zs. T. F. *27*—7. (1414) 1957.
3. *D.T. Stevenson, R. J. Keys:* „Measurement of Carrier Lifetimes in Germanium and Silicon". Journal of Applied Physics *26*—2. (190) 1955.
4. *D. Navon, R. Bray and H. Y. Fan:* „Lifetime of Injected Carriers in Germanium." Proceeding of the IRE *40*—11 (1342) 1952.
5. *G. K. Wertheim and W. M. Agustyniak:* „Measurement of Short Carrier Lifetimes". Review of Scientific Instruments *27*—12 (1062) 1956.
6. *Rivkin:* Poluprovodnyiki v nauke i technyike II. kötet 463—515. (Szovjetunió Tudományos Akadémia Kiadó Moszkva—Leningrád) 1958.
7. *H. L. Armstrong:* „Comparator Method for Optical Lifetime Measurement on Semiconductors". The Review of Scientific Instruments *28*—3 (202) 1957.

HÁZMAN ISTVÁN
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Rétegtranzisztor határfrekvencia mérések

ETO 621.382.333:621.317.34

Rétegtranzisztor kisjelű erősítését (1. ábra) az áramátviteli tényező (α) frekvenciafüggése, valamint a kollektoroldali, lényegileg átmeneti kapacitás (C_c) és báziskörben (r_b)— esetleg a kollektorkörben—adódó, rendszerint rezisztívnek tekintett soros impedancia határozza meg [1]. Az áramátviteli tényező abszolút értéke a frekvencia növekedtével csökken és növekvő fázistolás lép fel.

A „külső" elemektől (átmeneti kapacitások és rétegellenállások) megfosztott „belső" tranzisztor áramátvitelét az áramhordozó részecskéknek elsősorban a bázisrétegen, a nagyfrekvenciás tranzisztoroknál nem elhanyagolható mértékben a kollektoroldali kiürített rétegen való áthaladása határozza meg (2. ábra). Az áramszállítási folyamat fizikai mibenlétének ismeretében ez az áramátviteli tényező (α_b) elvileg számítással meghatározható [2]. A gyakorlatban a számszerű kiértékelést a tranzisztor geometriai és kristálytani adatainak bizonytalan ismerete lehetetlenné teszi.

A „belső" áramátviteli tényező méréssel történő meghatározásánál nem lehet a zavaró hatásokat kiküszöbölni. A tranzisztorba beépített „külső" elemek közül a nagyfrekvenciás tranzisztor-típusoknál az emitteroldali átmeneti kapacitás (C_e) jelentős mértékben csökkenti nagyfrekvencián a mérhető áramátvitelt. Ennek hatását figyelembe véve kapjuk a „külső" áramátvitelt (α), mint lényegileg mérhető mennyiséget.

A többi „külső" tranzisztor-elem (kollektoroldali kapacitás, rétegellenállások), az elektróda-kivezetések közötti szórt kapacitások (C_{be}, C_{bc}, C_{ec}), valamint a váltakozó áramú árammérők ideálistól eltérő voltát kifejező mérőellenállások (R_m) hibajellegű eltérést okoznak, melyet külön mérésekkel lehet meghatározni, vagy közelítőleg megbecsülni. Hibaszámítással a mért áramátvitel-értékből kiküszöbölve a hibát, kapjuk a „külső" áramátviteli tényezőt. Az alkalmazott mérőáramkörök jóságát, pontosságát éppen azzal jellemezzük, hogy a mérés rendszeréből adódó hiba abszolút értékben milyen alacsonyan tartható. (1—2% értékű hibát okozó mérés esetén a korrekciót nem kell elvégezni, de még jónak kell tekintenünk azt a mérést is, ahol a megbecsült hiba a legkedvezőtlenebb esetben 10—20% körüli.)

1. A határfrekvenciák definíciója

A külső áramátviteli tényező abszolút értékét és fázisát általában nem szükséges ismerni. A kis frekvencián mérhető (α_o ill. β_o) érték ismeretén túlmenően megelégszünk a kisfrekvenciás értékhez viszonyított különféle abszolútérték-eséshez tartozó határfrekvenciák meghatározásával. Csak alapvető, elvi kérdések tisztázására érdemes kiterjedtebb mérést végezni. Jellemző határfrekvencia-értékek:

a) a földelt bázisú alapkapcsolásban adódó —3 dB abszolútérték-eséshez tartozó frekvencia ($f\alpha$),

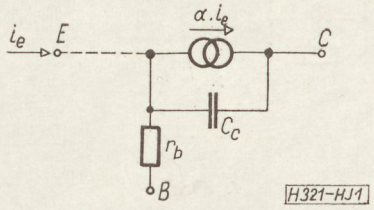
b) a földelt emitteres alapkapcsolásban adódó —3 dB abszolútérték-eséshez tartozó frekvencia (f_β), valamint

c) a földelt emitteres alapkapcsolásban az áramerősítési tényező egységnyi abszolútértékéhez tartozó frekvencia (f_1)

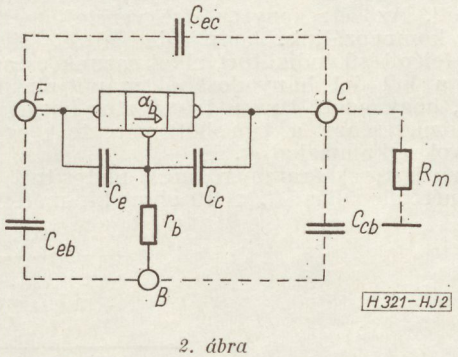
A két utóbbi között közel egységnyi alacsony frekvenciás érték ($\alpha_o \cong 1$) esetében

$$f_1 = \beta_0 \cdot f\beta$$

összefüggés áll fenn. A földelt bázisú határfrekvenciának többi határfrekvenciához viszonyított értéke a mérendő tranzisztor strukturális felépítésére jellemző, viszonylag széles határok között változik.



1. ábra



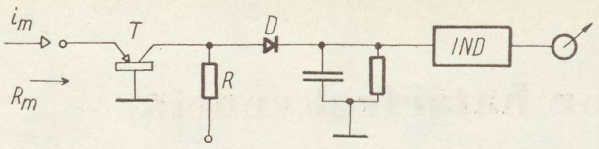
2. ábra

2. A határfrekvenciák meghatározásának módszere

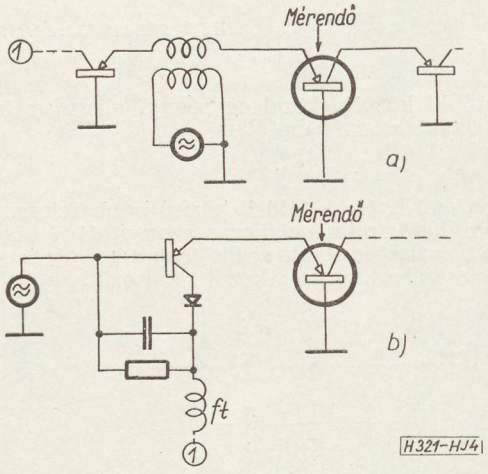
A határfrekvenciák meghatározására szolgáló módszerek azon az elven alapulnak, hogy a váltakozóáramúlag üzemelő tranzisztor elektródáin folyó váltakozó áramokat kis, kvázi-rövidzárt adó mérőellenállásokon mért feszültségből számolják. A két-két rövidzárási áram viszonyaként adódó áramátvitel meghatározása történhetik csak abszolútértékre vagy abszolútértékre és fázisra [3—10]. Mivel az 1. pontban definiált határfrekvenciák az áramátviteli tényező meghatározott abszolútértékével vannak definiálva, meghatározásukra elegendő a jelek abszolútértékének összehasonlítása.

3. Tranzisztoros mérőáramkör

Az általunk kifejlesztett és alkalmazott módszer lényeges alkotóeleme egy földelt bázisú erősítő formájában kialakított — kvázi-rövidzárt biztosító — váltakozóáram-mérő áramkör (3. ábra). Az áramkör bemenőoldalán kis lezáró-, mérőellenállást biztosít, a tranzisztor *(T)* által felerősített feszültséget az R ellenállásról egyenirányító diódára *(D)* vezetjük, az egyenirányított jelet pedig célszerűen érzékeny váltakozó áramú feszültségmérővel *(IND)* mérjük. A váltakozó áramú indikálásnak megfelelően, a méréshez AM-generátorjelet kell alkalmazni.



3. ábra



4. ábra

A módszer legfőbb előnye felépítésbeli egyszerűségében rejlik. A mérőáramkör teljes nagyfrekvenciás része egyetlen tranzisztorból és a hozzácsatlakozó diódából áll. Az érzékenység frekvenciafüggését oly módon kompenzáljuk, hogy minden méréshez két, azonos felépítésű indikátort alkalmazunk és az eredményt a két jel hányadosából számítjuk. Ezáltal elérjük, hogy adott típusú tranzisztor határfrekvenciáinak méréséhez a típusból választott egyforma példányok alkalmazhatók.

A tranzisztoros árammérő által biztosított kis lezáró-, mérőellenállás ($R_m \cong 10$ ohm) kis mérési hibát eredményez. Az elért feszültségerősítés a termikus zajok által okozott mérési nehézségeket csökkenti és kis mérőáram alkalmazását teszi lehetővé.

A módszer alkalmazásának felső frekvenciahatárát (3—500 MHz) a megvalósítható mérőellenállás növekedése szabja meg. Az induktív jellegű soros impedancia kiküszöbölése koaxiális technikára való áttérést követel, ekkor a változó bemenő impedanciájú mérőtranzisztor széles frekvenciasávra kiterjedő vonallezárókénti alkalmazása nehézséget jelent.

4. Megvalósított áramkörök

Az áramátviteli tényező f_1 és f_a határfrekvenciáinak mérésére szolgáló mérőberendezéseket dolgoztuk ki kb. 500 MHz felső mérési frekvenciáig. Az f_1 mérésénél emitter-betáplálással a bázis- és kollektor körben alkalmazott rövidzár-indikátorok jelét hasonlítjuk össze, az f_a mérését közvetlenül leföldelt bázissal végezzük. Az emitterkörben soros betáplálást és emitteráram-indikálást alkalmazunk a 4. ábra szerinti két változatban.

A határfrekvencia-mérésekhez kifejlesztett kis belső ellenállású nagyfrekvenciás árammérő jól használható minden olyan mérésnél, ahol rövidzárási áramot kell mérni (pl. vezetés-paraméterek mérése stb.). Ilyen vonatkozásban az elektroncsöves, nagy belső ellenállású feszültségmérő dualizált áramkörének tekinthető.

IRODALOM

1. *H. Rüchardt*, NTF 18-1960, S. 39—48.
2. *M. Das—A. Boothroyd*, Proc. IEE. part B. Jan. 1960, p. 536—549
3. *F. Hyde—R. Smith*, Proc. IEE, part B May 1958, p. 221—228.
4. *J. Bickley*, Proc. IEE, part B, May 1960, p. 301—304.
5. *J.O'conell—T. Scott*, RCA. Rev. Dec. 1958. p. 568—615.
6. *D. Page—A. Boothroyd*, Proc. IRE, July 1959.p. 1273.
7. *M. Gay*, Proc. IEE. part B, May 1959, p. 550—554.
8. *M. Das—A Boothroyd*, Proc. IEE. part B, Jan. 1960. p. 536—549.
9. *B. Harden*, Electronic Techn. Sept. 1961. p. 321—136
10. *L Herbst— J.Grover*, J. Sci. Instr. 1962. p. 435—437

KÜLFÖLDI ESEMÉNYEK

Poznani vásár — 1963.

A 32. poznani vásárt júniusban több mint 225 000 m² területen rendezték meg, amelyből mintegy 80 000 m² fedett. Egy-egy állam átfogó kiállításait és a kisebb kiállítók szakosított bemutatóit 20 nagy pavilonban helyezték el. Ezek közül a legszebb rendezésű a lengyel villamos- és könnyűipar, a legjobb rendezésű az USA pavilonja volt.

A vásár híradástechnikai szempontból nem volt jelentős, így sok nagy vállalat profiljának csupán tört részét mutatta be. Nagy híradástechnikai berendezéseket, adókat, sokcsatornás berendezéseket nem állítottak ki. Érdeklődésre tarthat számot a lengyel ipar és a francia CSF által gyártott üzemben bemutatott teljes TV stúdió, valamint a TM 110/B mikrohullámú berendezés lengyel változata. Ez egyben a vásári TV műsorok továbbítását is végezte.

Rádió és TV vevőkészülékeknél szembeötlő volt a minőség széles skálája, valamint a luxuskivitelű készülékek nagyfokú automatizálása. Természetesen sok nézőt vonzottak a japán és USA cégek miniatürizált berendezései.

A szocialista tábor országai jelentősen fejlődtek ultrarövidhullámú csövek, így adótetródák gyártásában. A vevőcsövekben tovább nőtt a választék, első sorban a nagymeredekségű csövekben. Elektronikus műszerek terén elsősorban a klasszikus műszerek kerültek bemutatásra, korszerű impulzustechnikai és mikrohullámú műszert kevesen állítottak ki. Így a „Radiometer" és a „Rohde-Schwarz" is csupán a BNV-n szerepeltetett műszereivel vonult ki.

A vásár alapján a lengyel ipar számottevő fejlődése mérhető le, amelyen belül a híradástechnika, az erősáramú készülékek, a könnyűipar és a vasúti vontatás a legjelentősebbek.

EREKY VILMOS — SŐREG ISTVÁN — GODÓ BÉLA
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Adócsövek sztatikus és dinamikus vizsgálata

ETO 621.385.1.001.4:621.396.61

Az alábbiakban ismertetjük az adócsövek emissziós és sztatikus karakterisztikáinak felvételével kapcsolatban és új típusú ultrarövidhullámú adócsövek nagyfrekvenciás működésének vizsgálatával kapcsolatban a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben végzett munkák egy részét.

Emissziós és sztatikus karakterisztikák és mérésük

1. *Adócsövek emissziós és sztatikus karakterisztikáinak jellemző adatai*

Emissziós karakterisztika vagy katódáram-karakterisztika alatt értjük diódáknál a katódáram (I_k) függését az anódfeszültségtől (U_a):

$$I_k = f(U_a) \tag{1}$$

Ismeretes, hogy ennek a karakterisztikának három szakasza van, az indulóáram, a tértöltésiáram és a telítésiáram szakasz. Ezúttal csak a tértöltési és telítésiáram mérésével foglalkozunk.

Egy- és többrácsos csöveknél az (1) alatti összefüggésnek a katódáramnak a vezérlőfeszültségtől (U_v) való függés felel meg:

$$I_k = f(U_v) \tag{2}$$

ahol U_v az ekvivalens dióda feszültsége,

$$U_v = U_{r1} + D_{21}U_{r2} + \ldots + D_{a1}U_a, \tag{3}$$

U_{r1}, U_{r2} ... U_a a rácsok és az anód feszültségei, D_{r1} ... D_{a1} a rácsok és az anód áthatása az első rácson.

Rácsos csövek esetében a (2) szerinti emissziós karakterisztika a diódák emissziós karakterisztikájához hasonló, ismert alakú. E karakterisztikából meghatározható a cső tértöltési állandója és a telítési áram értéke. Arra vonatkozólag, hogy ez hogyan történik, csak utalunk az irodalomra [1].

A mérés kivitelénél a rácsokat az anóddal összekötjük, így

$$U_{r1} = U_{r2} = \ldots = U_a \tag{4}$$

írható a (3) összefüggésében. A (2) ekkor így alakul:

$$I_k = f[U_a \cdot (1 + D_{21} + \ldots + D_{a1})] \tag{5}$$

A gyakorlatban szokásos a rácsos csöveknél a katódáramot egyszerűen az anódfeszültség függvényében ábrázolni, vagyis az (5)-ben az áthatásokat az egység mellett elhanyagolni. Kis áthatású csöveknél ez megengedhető, nagyáthatású csöveknél azonban a tértöltési állandó kiértékelésénél rendszeres hibára vezet.

A katalógusban megadott sztatikus karakterisztikák — mint ismeretes — az anódáram, a rácsáram, az anódfeszültség és a rácsfeszültség közötti valamilyen kapcsolatot ábrázolnak:

$I_a = f_1(U_a)\, U_r = \text{const}$ $\quad$ $I_r = \varphi_1(U_a)\, U_r = \text{const}$
$I_a = f_2(U_r)\, U_a = \text{const}$ $\quad$ $I_a = \varphi_2(U_r)\, U_a = \text{const}$
$U_a = f(U_r)\, I_a = \text{const}$ $\quad$ $U_a = f(U_r)\, I_r = \text{const}$

Adócsöveknél gyakran használatos az utolsó sorban megadott összefüggés ábrázolása.

Az emissziós karakterisztikák és sztatikus karakterisztikák mérésének módszere természetesen függ a mérendő áramok és feszültség nagyságától, az elérni kívánt pontosságtól, attól a szemponttól, hogy a mérésnél fellépő terhelések és feszültségek a csövet tönkre ne tegyék stb.

Az alábbiakban az adócsöveknél mérendő áramok és feszültségek és a fellépő teljesítmények nagyságára közlünk tájékoztató adatokat.

Az 1. táblázatban egy thoriumos wolfram katódos adócsőcsalád emissziós karakterisztikájával kapcsolatos jellemző értékeket tüntettünk fel. A táblázat 1. oszlopában a cső típusát írtuk fel. A 2. oszloptól az 5.-ig az emissziós karakterisztika telítési tartománya felső határának megfelelő értékek szerepelnek. Éspedig a 2. oszlopban az összekötött anód és rács feszültsége, a 3.-ban a katód emissziós árama. A 4. oszlop azt mutatja, mekkora áram jut a katód emissziós áramból

1. táblázat

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Csőtípus	$U_a = U_r$ [V]	I_k [A]	I_a [A]	I_r [A]	$U_{at} = U_{rt}$ V]	I_{kt} A]	I_{at} [A]	I_{rt} [A]
3SO13T	200	1,3	0,8	0,5			—	—
3SO35T	250	2,4	1,5	0,9	2000	7	4,37	2,63
3L1T	450	7	5,3	1,7	3000	24	18,2	5,8
3L5T	750	11	8	3	3000	40	29,1	10,9
3V2OT	1200	22	15,5	6,3			—	—
V25T	1200	70	49	21	3000	300	210	90

Thóriumos wolfram katódos adócsövek emissziós áram adatai. (A felsorolt típusú triódák az Egyesült Izzó Magyar Adócsőgyárának gyártmányai)

az anódra, az 5. pedig, hogy mennyi jut a rácsra. A 6. és 7. oszlopok a telítési tartomány egy pontjában fellépő adatokat mutatják. A 6. oszlop a közös anód és rácsfeszültséget, a 7. oszlop a katód áramot adja meg. A 8. és 9. oszlop mutatja mennyi áram jut ebből az anódra és a rácsra.

Hogy az emissziós karakterisztika mérésekor a csövet túl ne terheljük, figyelembe veendő az anód és a rács terhelhetőségének megengedhető maximális teljesítmény értéke. Az 1. táblázat adataiból kiszámítható az emissziós karakterisztika két jellegzetes pontjának mérésénél az anódra és a rácsra jutó terhelő teljesítmény. Ez különösen a rácsot illetőleg jóval túllépheti a tartósan megengedhető maximális értéket. Ezért a mérést impulzus módszerrel kell végezni. Négyszögalakú impulzusokat feltételezve az impulzus maximális időtartama τ és az impulzus periódus idő T viszonya a megengedhető tartós teljesítményből kiszámítható:

$$\frac{\tau}{T} = \frac{\text{az elektróda megengedett állandó terhelése}}{\text{az elektróda impulzus terhelése}}.$$

A τ időtartamnak továbbá elegendő kicsinek kell lenni, abból a célból, hogy az elektródák impulzus terhelésénél az elektródákon a hőmérsékletingadozás elhanyagolható legyen a kialakuló közepes hőmérséklethez képest.

A 2. táblázatban teljesítmény és a τ/T értékeket adtuk meg a szemléltetés céljából kiválasztott csőtípusokra. A 2. táblázat első sora ismét a cső típusát tünteti fel, a második sor a tartósan megengedhető anódteljesítményt, a harmadik sor a tartósan megengedhető rácsteljesítményt, a negyedik a tértöltési tartomány felső határán impulzusmérésnél fellépő anódteljesítményt, az ötödik ugyanott a rácsteljesítményt, a hatodik ezek összegeként az impulzus generátor által szolgáltatandó teljesítményt adja meg. A hetedik a telítési tartományban az impulzus mérésnél fellépő anódteljesítményt, a nyolcadik a rácsteljesítményt, a kilencedik ezek összegét, az impulzusgenerátor teljesítményét mutatja. A tizedik sor a τ/T viszonyt adja meg a tértöltési tartományra a rácsra vonatkozólag, a tizenegyedik a telítési tartományra vonatkozólag. Ezeket az értékeket ugyanis a rács terhelési igénybevétele korlátozza és ezért csak ezeket érdemes figyelembe venni.

Az 1. és 2. táblázatból kiolvasható, hogy az emissziós karakterisztika mérésénél fellépő áramok, feszültségek és teljesítmények miként változnak az egyes csőtípusoknál. A táblázatban feltüntetett thóriumos wolfram katódos csöveknél

a feszültségek	3000	V-ig
az áramok	300	A-ig
az impulzus teljesítmények	900 000	W-ig

terjednek. Az impulzusidő/periódusidő, $\tau/T \leqq 10^{-3}$ értékűnek vehető, figyelembe véve a táblázat adatait. Ha a periódusidőt legfeljebb 1/20 s-nak vesszük, hogy pl. oszcilloszkópon jó képet kapjunk, akkor az impulzus időtartamra ez adódik:

$$\tau \leqq \frac{1}{20} \cdot 10^{-3} = 0{,}05 \text{ ms}.$$

Adócsövek sztatikus karakterisztikáira vonatkozó adatokat a 3. táblázat tartalmaz. Két jellegzetes karakterisztikapont adatait írtuk ki. Az egyik kisfeszültségű és nagyáramú, a másik egy nagyfeszültségű és kisáramú pont. A táblázat 1. oszlopa a cső típust tünteti fel, a 2. az anódfeszültséget, a 3. a rácsfeszültséget, a 4. az anódáramot, az 5. a rácsáramot a 6. az anódimpulzus teljesítményt, a 7. a rácsimpulzus teljesítményt, a 8. a megengedett tartós anódteljesítményt, a 9. a megengedett tartós rácsteljesítményt, a 10. és 11. a négyszög impulzusok időtartamának és periódus idejének a fenti teljesítmények-

2. táblázat

1.	Csőtípus	3SO13T	3SO35T	3L1T	3L5T	3V20T	3V25T
2.	$N_{a\,max}$ [W]	135	350	2000	5000	20000	25000
3.	$N_{r\,max}$ [W]	20	40	70	200	600	1200
4.	N_{ai} [W]	160	375	2380	6000	18600	59000
5.	N_{ri} [W]	100	225	765	2250	7800	250000
6.	N_{gi} [W]	260	600	2145	8250	26400	84000
7.	N_{ati} [W]		8740	54600	87500		630000
8.	N_{rti} [W]		5260	17400	32500		270000
9.	N_{gti} [W]		14000	72000	120000		900000
10.	τ/T_{ia}	0.2	0,18	0,09	0,09	0,08	0,05
11.	τ/T_{ir}		0,0076	0,004	0,006	—	0,0045

Thoriumos wolfram katódos adócsövek emissziós árama mérésénél fellépő teljesítmények.
(A felsorolt típusú triódák az Egyesült Izzó Magyar Adócsőgyárnak gyártmányai)

3. táblázat

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Csőtípus	U_a [V]	U_r [V]	I_a [A]	I_r [A]	N_{ai} [W]	N_{ri} [W]	$N_{a\,max}$ [W]	$N_{r\,max}$ [W]	$\frac{\tau_a}{T_r}$	$\frac{\tau_r}{T_r}$	f_{max} [MHz]
3SO13T	1000 2500	250 — 50	1,5 0,15	0,3 —	1500 375	75 —	135	20	0,09 0,36	0,27 —	200
3SO35T	1600 3000	200 — 50	2,7 0,4	0,3 —	4300 1200	60 —	350	40	0,08 0,3	0,33 —	150
3L1T	3000 400	300 300	4,7 2,8	0,5 1,0	14100 1120	150 300	2000	70	0,14 —	0,47 0,23	200
3L5T	2000 900	800 — 300	10 0,5	2,8 —	20000 4500	2240 —	5000	200	0,25 1,1	0,09 —	50
3V20T	5000 17000	1100 —400	20 1,5	2,9 —	100000 25500	3200 —	20000	600	0,2 0,79	0,19 —	30
3V25T	4500 15000	1200 —200	91 5	23,6 —	409000 75000	28300 —	50000	1500	0,12 0,67	0,053 —	60
3LO30T-U	500 2000	150 150	2,2 3	1,05 0,5	1600 6000	158 75	300	15	0,19 0,05	0,09 0,20	900
3LO50T-U	500 2000	150 100	1,6 1,7	1,1 0,65	800 3400	165 65	500	—	—	—	1000

Thóriumos wolfram katódos adócsövek sztatikus karakterisztikája mérésénél fellépő jellemző adatok.
(A felsorolt csőtípusok az Egyesült Izzó Magyar Adócsőgyárának gyártmányai)

ből számítható viszonyát, mint felső határértéket tünteti fel az anódra, ill. a rácsra vonatkozólag. A 12. oszlopban tájékoztatásul a csövek üzemi frekvencia határai szerepelnek.

A táblázatból látható, hogy a sztatikus karakterisztikák mérésénél fellépő

anódfeszültségek	17 000 V-ig
a rácsfeszültségek	1 200 V-ig
az anódáramok	90 A-ig
a rácsáramok	24 A-ig

az anódimpulzus teljesítmények	400 000	W-ig
a rácsimpulzus teljesítmények	28 000	W-ig

terjednek. Az impulzus idő és periódús idő viszonyára a 3. táblázat figyelembevételével

$$\tau/T \leqq 10^{-2}$$

értéket célszerű választani és $T = 1/20$ s választással

$$\tau \leqq 0{,}5 \text{ ms}$$

adódik.

2. Karakterisztikamérő berendezések

A fentiekből láthatjuk, hogy az adócsövek mérésénél fellépő feszültségek, áramok és teljesítmények tág határok között változnak. Ezért a kivitelezés és a gazdaságosság szempontjából célszerűnek tartjuk a kisebb és a nagyobb teljesítményű adócsövek méréséhez más-más mérőberendezés használatát. Egy másik figyelembe veendő szempont a mérés gyors kivitelére és pontosságára vonatkozó igény.

A kisteljesítményű csövekhez sztatikus karakterisztika íróberendezések aránylag egyszerűen megvalósíthatók [2, 4]. Közepes teljesítménynél a sztatikus karakterisztikák pontonkénti méréséhez alkalmas impulzus generátor szintén elég egyszerűen előállítható. Egészen nagy teljesítményeknél ilyen berendezés készítése körülményes és költséges. Az irodalom idevágó ismertetésére vázlatosan sem térhetünk ki, csak utalunk néhány idevonatkozó tanulmányra [3, 5, 6,].

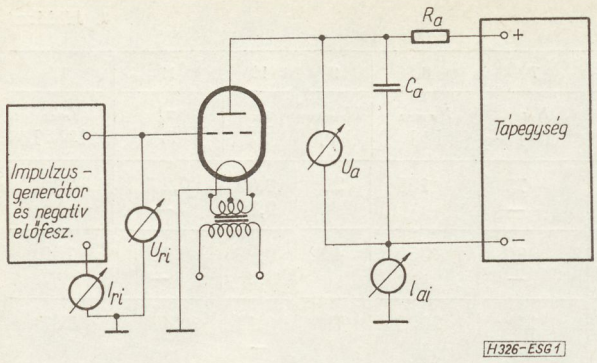
A 3. táblázatból látható, hogy pl. a 3V25T csőnél a sztatikus karakterisztikánál a max. anódimpulzus teljesítmény 400 000 W körül van és a legnagyobb feszültség 17 000 V. E cső emisszió mérésénél az 1. és 2. táblázat szerint a legnagyobb impulzus teljesítmény 900 000 W, az impulzus feszültség ekkor 3 000 V. Ilyen nagyságrendű impulzus teljesítmények és feszültségek lépnek fel a radartechnikában használatos egyes magnetronoknál [16]. A radartechnikában használt művonalas impulzus modulátorok alkalmazásának fő nehézsége esetünkben az, hogy ezeket a modulátorokat csak állandó ellenállású terhelésnél lehet használni, a karakterisztika mérésnél viszont a terhelő ellenállás változik az egyes karakterisztika pontokban és az egyes csöveknél is. A terhelő ellenállás értékekre a 4. táblázat ad tájékoztató számértékeket. Eszerint 100 és 600 ohm közötti ellenállás értékek lépnek fel a példaként kiválasztott csöveknél a sztatikus karakterisztikák mérésénél.

Az alábbiakban részletesen ismertetjük egy olyan sztatikus karakterisztika mérőberendezés elvi működését, amely berendezést az intézet adócsőlaboratóriumában dolgoztunk ki, s amely alkalmasnak bizonyult kb. 5 kW. anóddisszipációig adótriódák és

4. táblázat

Csőtípus	U_a [V]	U_r [V]	I_r [A]	$R_r = \frac{U_r}{I_r}$ [ohm]
3LO30T-U	200 1000 2000	150 150 150	1,3 0,8 0,5	115 190 300
3L1T	350 3000	300 300	1,1 0,5	270 600
3L5T	1000 6000	800 800	4,5 2,2	180 365

A rácskör egyenáramú bemenő ellenállása különböző karakterisztika pontokban.
(A felsorolt típusú adócsövek az Egyesült Izzó Adócsőgyárának gyártmányai)

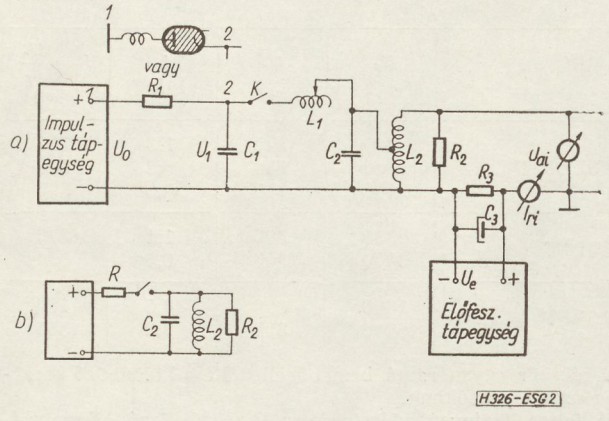


1. ábra

tetródák sztatikus karakterisztikáinak pontonkénti mérésére. A berendezés impulzus generátora alkalmasnak bizonyult olyan emissziós karakterisztikák felvételére is, amelyeknél maximálisan 800 V impulzus feszültség, 20 A impulzus áram, ill. 16 000 W impulzus teljesítmény elegendő.

A sztatikus karakterisztika mérőberendezés elvi működését az 1. ábra alapján ismertetjük. Egyszerűség kedvéért csak a triódák mérésére szorítkozunk. Az 1. ábra szerint az anódkörben egy kondenzátor és egy tápegység, a rácskörben egy előfeszültség forrás és egy impulzus generátor van. A rácskörben levő negatív előfeszültség a csövet lezárja és áramok csak a pozitív impulzusok időtartama alatt folynak (3*b* ábra). A C_a energia tároló kondenzátornak akkorának kell lennie, hogy a rács impulzusok alatt kivett töltés ne csökkentse számottevően az anódfeszültséget. Az anódkörben és a rácskörben mérjük az impulzus feszültségeket és áramokat, az ábrán feltüntetett műszerekkel. Az anódfeszültség, az előfeszültség és az impulzus feszültség változtathatók.

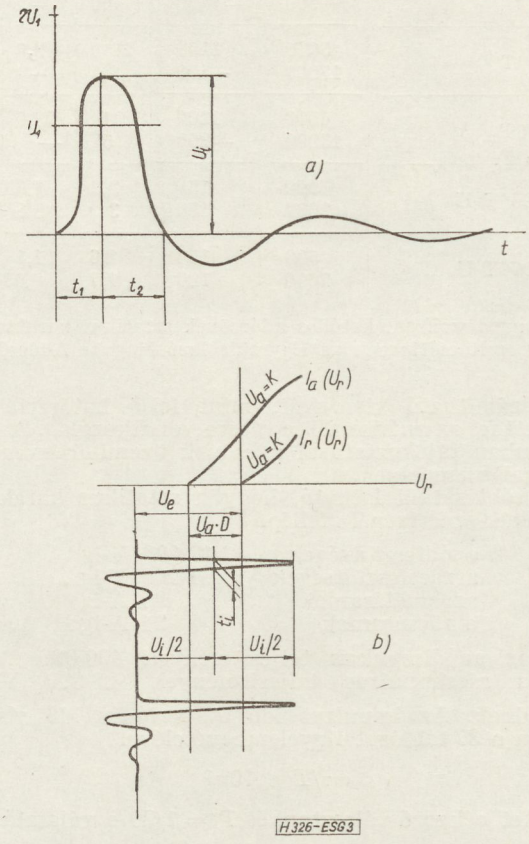
Az impulzusgenerátor elvi kapcsolási rajza a 2*a* ábrán látható. A C_2-L_2-R_2 egy parallel rezgőkört képez, amelynek a csillapítása úgy van beállítva, hogy valamivel kisebb legyen a kritikus csillapításnál, amely a periodikus kisülések aperiodikusba való átmeneténél lép fel. Ha egy ilyen rezgőkörre ellenálláson keresztül egyenfeszültséget kapcsolnánk a 2*b* ábra szerint, akkor a parallel körön fellépő feszültség impulzus a tápfeszültséghez képest kicsi lenne. Az R ellenállást ugyanis viszonylag nagy értékűre kellene venni, hogy kis teljesítményű tápegységet használhassunk. Ez a megoldás nem használatos. A 2*a* ábrán látható megoldásnál abból a célból, hogy kis teljesítményű tápegységet lehessen használni, az impulzus energiát C_1 kondenzátorban tároljuk. Ezt az R_1 ellenálláson keresztül töltjük fel a tápfeszültségre. A K kapcsoló zárásával a feltöltött C_1 tároló kondenzátort az L_1 tekercsen keresztül a C_2-L_2-R_2 parallel körre kapcsoljuk. A C_1-L_1-C_2 megfelelő választásával a be-



2. ábra

kapcsoláskor C_2 rezonáns töltése állítható elő. Így a C_2-őn a tápfeszültségnél nagyobb feszültséget kaphatunk. A rezonáns töltési folyamat a C_2-L_2-R_2 parallel kör közel aperiodikus kisülésével kapcsolódva egy olyan impulzust eredményez, melynek a homlokmeredeksége az L_1-el változtatható és amelynek feszültsége a rezonáns töltés következtében nagyobb a tápegység feszültségénél. Az így kialakuló impulzus — amely az R_2-ön mérhető — a 3*a* ábrán látható. Az L_2 változtatásával az impulzus kicsengésének meredeksége változtatható.

A K kapcsoló periodikusan kapcsol be s a C_1 kisülése után gyakorlatilag árammentes állapotban kapcsol ki. A K lehet elektronikus kapcsoló (thyrátron, excitron rácsvezérléssel stb.), kisebb feszültségek esetében lehet mechanikus kapcsoló is.



3. ábra

A fentiekben már foglalkoztunk azzal, hogy a cső karakterisztikák felvételéhez használt impulzusok időtartama és periódúsideje korlátozva van felülről, azaz nem léphet túl bizonyos maximális értéket az elektródák káros melegedése szempontjából.

Szükséges azonban annak a megállapítása is, hogy az impulzusok időtartama alulról is korlátozva van a mérés gyakorlati kivitele szempontjából. — Túl rövid időtartamok és meredek homlokú feszültség impulzusok ugyanis a vezetékek önindukciójából és a cső kapacitásokból álló rezgőköröket berezgetik. Ezeknek a rezgéseknek a kiküszöbölése a mérés gyakorlati kivitelénél többnyire legalább annyi gondot okoz, mint a csövek túlterheléstől való megóvásának feladata. A berezgések zavarják a mérést, különösképpen az oszcilloszkóp használatát.

Tapasztalatunk szerint elegendő hosszú időtartamú és elég lapos homlokmeredekségű és kicsengésű impulzusok alkalmazásával e zavaró berezgések kiküszöbölhetők. Ilyen szempontból a 3*a* és *b* ábrákon felrajzolt hullámformák és elegendő nagy impulzus

időtartamok ($\tau \approx 0{,}1$ ms) esetén jó eredményre vezettek. — Ezenkívül természetesen szükséges az esetleges, visszacsatolásból eredő rezgések kiküszöbölése.

Érdemesnek látszott a meredek homlokú impulzusok okozta gerjedések kérdését elméletileg is kissé alaposabban megvizsgálni. Az elméleti vizsgálatnál azt a szempontot tartottuk szem előtt, hogy a problémát matematikailag a lehető legegyszerűbben fogalmazzuk meg a fizikai lényeg megtartása mellett. Ennek megfelelően felvetettük azt a kérdést, hogy mekkora lesz egy adott jóságú soros rezgőkör berezgésének intenzitása egy ugrásfeszültség rákapcsolása esetén, továbbá akkor, ha különböző homlokmeredekségű egyenfeszültséget kapcsolunk a rezgőkörre. Ezeket a feszültségeket a következő függvényekkel megadott alakúnak vettük fel:

Ugrásfüggvény:

$$U = \begin{cases} 0 & , \text{ ha } t < 0 \\ U_0 & , \text{ ha } t \geqq 0 \end{cases}$$

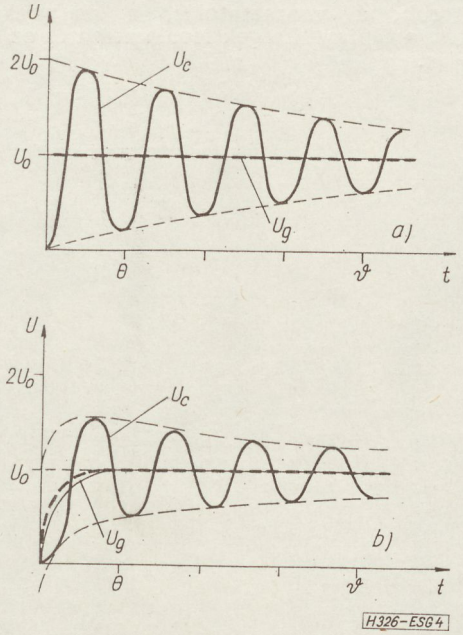
Véges homlokmeredekségű függvény:

$$U = \begin{cases} 0 & , \text{ ha } t < 0 \\ U_0(1 - e^{-\frac{t}{T}}) & , \text{ ha } t \geqq 0 \end{cases}$$

Kérdés, hogy a soros rezgőkör kondenzátorán — amely mérésünknél megfelel a cső valamelyik elektróda kapacitásának — hogyan alakul a feszültség az idő függvényében a fenti alakú generátor feszültségek bekapcsolása esetében.

Mivel az ilyen módon megfogalmazott kérdés tárgyalását az általunk átnézett irodalomban nem találtuk meg, a feladatot magunk oldottuk meg. A megoldás matematikai eredményét a függelékben közöljük. A megoldás fizikai tartalmát a következőkben foglalhatjuk össze:

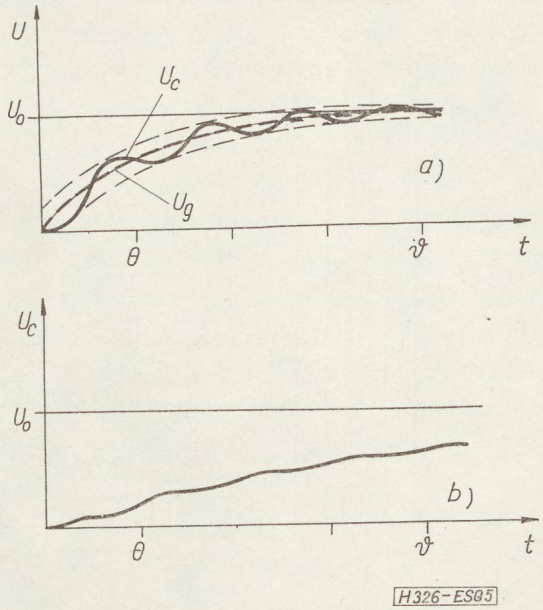
1. Ugrásfeszültség rákapcsolásakor elegendő nagy jósági tényezőjű rezgőkör esetén intenzív rezgés keletkezik az egyenfeszültség kétszeresét megközelítő maximális értékkel (*4a* ábra).



4. ábra. *4a* esetén a generátorfeszültség ugrásfüggvény, $\vartheta = 4\Theta$ ($Q = 12{,}6$). *4b* esetén a generátorfeszültség exponenciális homlokú, $\vartheta = 4\Theta$, ($Q = 2{,}6$), $T = 0{,}2\ \Theta$. Jelölések: Θ a rezgőkör saját periódusideje, ϑ a rezgőkör csillapítási időállandója, T a generátorfeszültség időállandója

2. Ugrásfüggvény helyett exponenciális homlokú egyenfeszültség bekapcsolása esetén a rezgés intenzitása annál inkább csökken, minél kisebb a homlok meredeksége (*4b*, *5a* ábrák).

Ha a homlokmeredekséget adott jóságú rezgőkör esetében olyanra vesszük, hogy a holokmeredekség időállandója egyenlő legyen a rezgőkör csillapítási idő állandójával, akkor a kondenzátor feszültsége már monoton növekvő függvény, amely jól követi a generátor feszültség időbeni változását. Az észlelhető rezgés intenzitása viszonylag kicsi (*4b*, *5a*, *5b* ábra).



5. ábra. A generátorfeszültség exponenciális homlokú, *5a* esetén $\vartheta = 4\Theta$, ($\Theta = 12{,}6$), $T = \Theta$. *5b* esetén: $\vartheta = 4\Theta$, ($Q = 12{,}6$), $T = \vartheta$. Jelölések: Θ a rezgőkör saját periódusideje, ϑ a rezgőkör csillapítás időállandója, T a generátorfeszültség időállandója

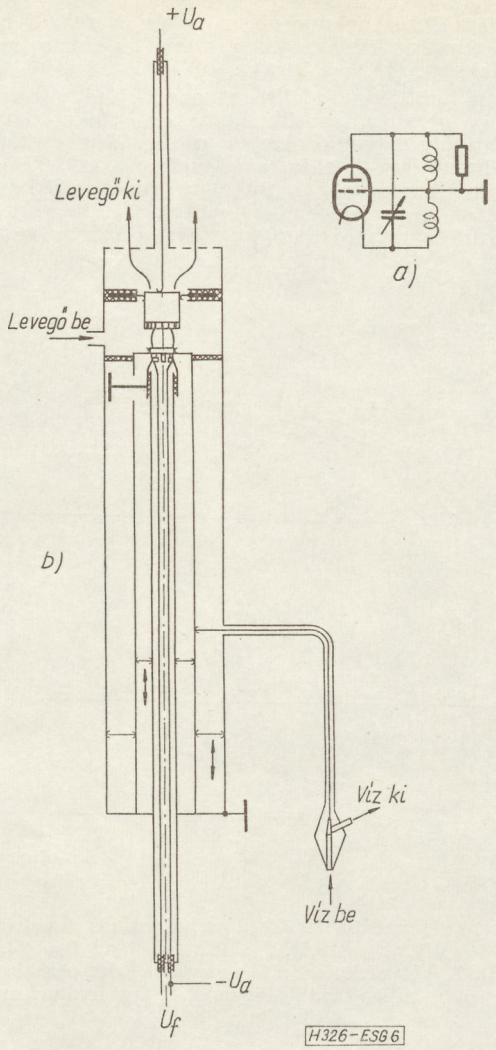
Dinamikus vizsgálatok

A dinamikus vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy a csövek az üzemi viszonyokhoz haonló körülmények között, nagyfrekvenciás oszcillátorként vagy teljesítmény erősítőként hogyan viselkednek. Egyszerűbb vizsgálatnál eltekintünk a modulációtól, viszont célszerű a csövet több egymástól távol eső frekvencián mérni, éspedig a határfrekvencia közelében is és olyan frekvencián is, amelynél az elektronfutási idő elhanyagolható. Az alábbiakban két ilyen mérőberendezésről számolunk be.

1. Berendezés egy kilowatt anóddisszipációjú csövek vizsgálatára 60 és 180 MHz között

A berendezés 1 kW anóddisszipációjú, léghűtéses, thóriumos wolfram katódos trióda vizsgálatára készült, 60 MHz-től 180 MHz-ig folyamatosan volt hangolható és modulálatlan üzemmódban *C* osztályú beállításban működött mint öngerjesztésű oszcillátor. A berendezést a HIKI Adócsőlaboratóriumában terveztük, a Magyar Adócsőgyár szerkesztési osztályának közreműködésével. A kivitelezést az Elektronikai KTSZ végezte. A nagyfrekvenciás körök elvi vázlata a tápfeszültség leválasztás és a nagyfrekvenciás hidegítés nélkül a *6a* ábrán látható. Eszerint a kapcsolás rácsbázisú és földelt rácsú, a visszacsatolás kapacitív. A berendezés felépítésének vázlatát a *6b* ábra mutatja.

Az ilyen berendezések megvalósításánál a fő nehézségek rendszerint nem a rezgőkörök kiképzésében, hanem inkább a helyes visszacsatolás, a nagyfrekven-



6. ábra

ciás hidegítés, a tápfeszültségek leválasztása és az energia kicsatolás megvalósításában vannak. Berendezésünkben a rezgőkörök koaxiális vonalrezonátorokból állnak, melyek rövidrezáró dugattyú mozgatásával 60 MHz-től 180 MHz-ig hangolhatók. A katódköri koaxiális vonalrezonátor térbelileg az anódköri rezonátoron belül van elhelyezve, így a két rezonátor egy visszacsatoló résen keresztül kapacitív csatolásba hozható. Az egyenfeszültség leválasztás az anódnál és katódnál koncentrált kondenzátorokkal történik, a rács galvanikusan föld potenciálon van. A tápfeszültség hidegítése közel páratlan számú negyed hullámhosszúságú, a végén nagy koncentrált kapacitással lezárt koaxiális vezetékszakaszokkal történik. Az oszcillátor széles frekvencia tartományára való tekintettel, a lezáró kondenzátor helyét különböző frekvenciáknál változtatni kellett. E hidegítési mód kérdésére még röviden visszatérünk. A nagyfrekvenciás energia kicsatolása az anódkörből galvanikusan történik, a kicsatolt energiát koaxiális kábelen egy vízhűtéses műantennához vezetjük.

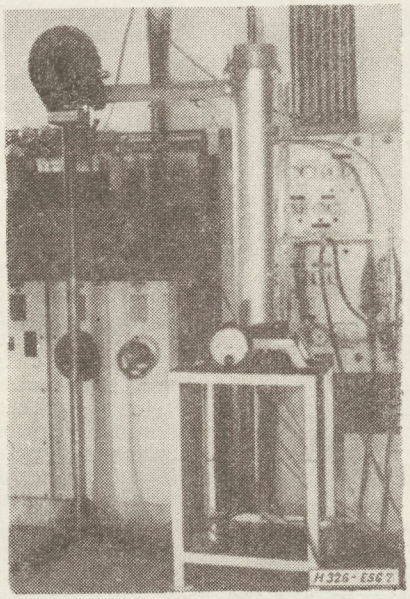
A 7. ábrán látható a berendezés összeszerelt állapotban a hűtőventillátorral és a műantennával, a 8. ábrán a katódrezonátor hangoló dugattyúja és a katód leválasztó kondenzátor. A 9. ábra az anód rezonátor hangoló dugattyúját mutatja be a visszacsatoló kondenzátorral.

2. Berendezés 300 és 500 watt anóddisszipációjú csövek vizsgálatára 175 és 900 MHz között

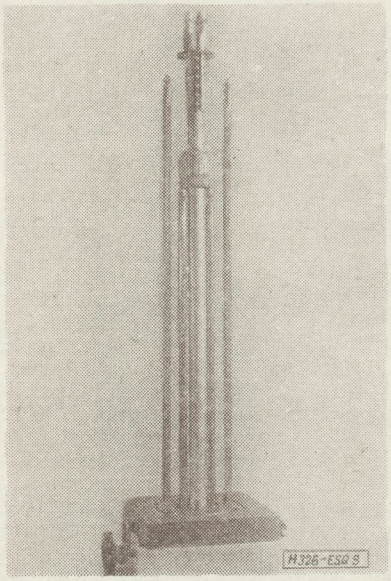
Ez a berendezés 300 és 500 wattos anóddisszipációjú, léghűtéses, tóriumos wolfram katódos triódák vizsgálatára készült és 175, 400, 625 és 900 MHz frekvenciák környezetében működtethető modulálatlan üzemmódban. Két fokozatból áll. Az első fokozat öngerjesztésű teljesítményoszcillátor és közvetlenül műantennára dolgozhat vagy a második fokozatot vezérli. Ez utóbbi esetben a műantennát a vezérelt fokozat kimenetéhez csatlakoztatjuk.

A nagyfrekvenciás körök elvi vázlata a 10. ábrán látható, az *a* ábrán az öngerjesztésű fokozat, a *b* ábrán pedig a két fokozat együtt, vezérelt üzemben.

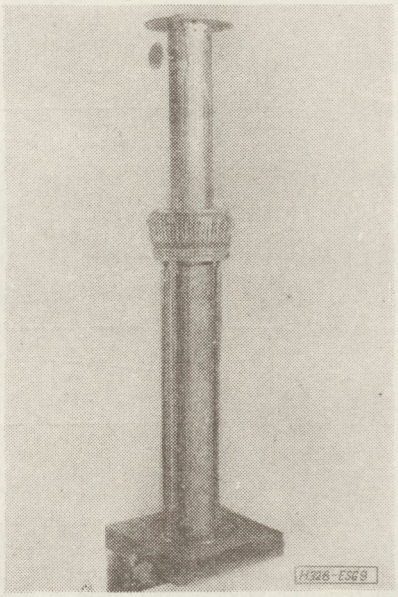
Az öngerjesztésű berendezés felépítésének vázlatát a 11. ábra mutatja. Ezen láthatók a koaxiális vonalrezonátorok, a visszacsatolás, a nagyfrekvenciás hidegítés, a tápfeszültségek leválasztása és az energia kicsatolás.



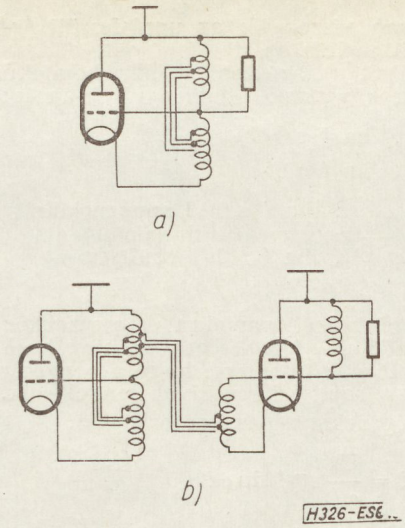
7. ábra



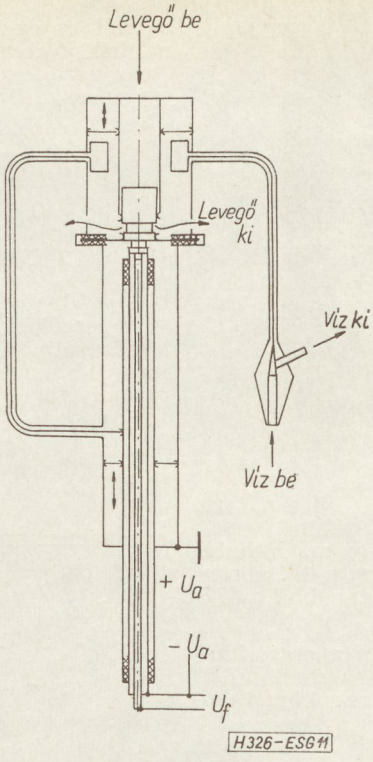
8. ábra



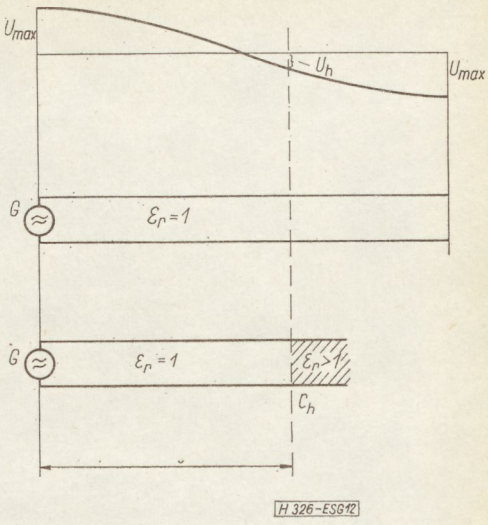
9. ábra



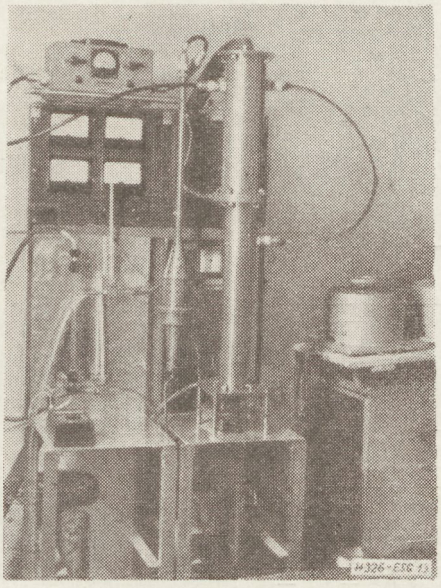
10. ábra



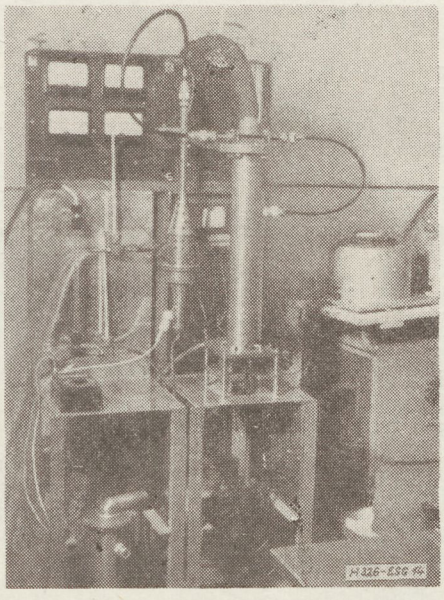
11. ábra



12. ábra

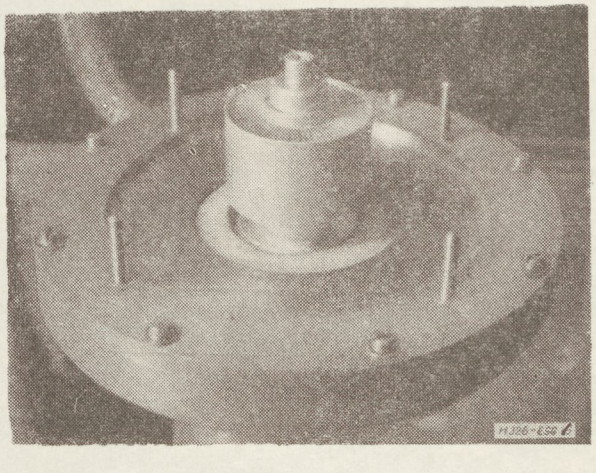


13. ábra

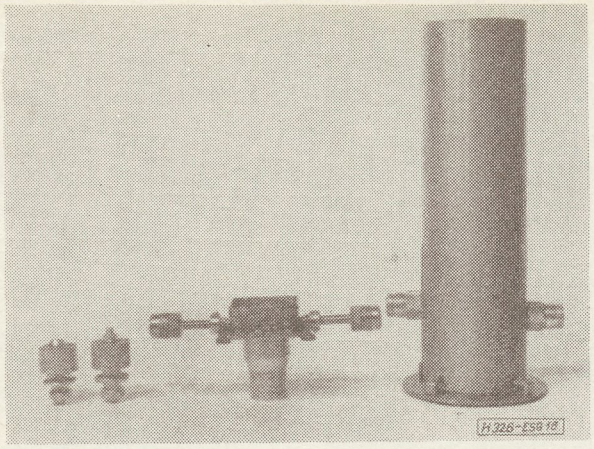


14. ábra

A koaxiális vonalrezonátorok az 1. pontban leírt berendezéstől eltérően axiális irányban egymáshoz képest el vannak tolva s a cső rácskivezető tárcsájának síkjában találkoznak. Az anódrezonátor a kívánt frekvenciához cserélhető, a katódrezonátor folytonosan hangolható. A visszacsatolás galvanikus vagy induktív csatolással történik $\lambda/2$ egésszámú többszöröse hosszúságú kábelszakasz közbeiktatásával. Az anód földelve van, a katódnál az egyenfeszültség leválasztása közelítőleg koncentráltnak tekinthető kondenzátorral történik. A katód hidegítés páratlan számú negyed hullámhosszúságú, a tápfeszültség felőli végén nagy koncentrált kapacitással zárt, koaxiális vezetékszakasszal történik. A hidegítésnek ezt a módját szemlélteti a 12. ábra, amelyben a hidegítendő nagyfrekvenciás feszültséget, amely a katód leválasztó kondenzátoron lép fel, generátorfeszültségként ábrázoltuk. A hidegítő vezetékszakasz hossza az egyes frekvenciáknak megfelelően betétdarabok alkalmazásával változtatható. Az energia kicsatolás az anódkörből galvanikus, induktív vagy kapacitív módon történik. A 13. ábra mutatja az öngerjesztésű fokozatot összeszerelt állapotban a 185 MHz-es, a 14. ábra pedig a 877 MHz-es anód-



15. ábra



16. ábra

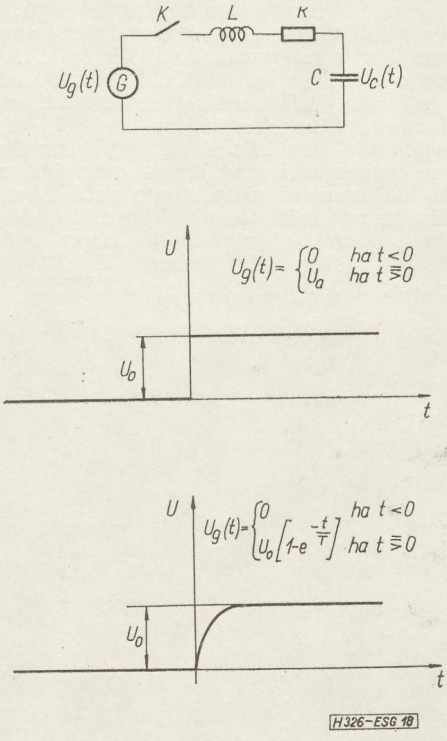
rezonátorral. A 15. ábrán az 500 W-os cső látható a berendezés csőfoglalatában elhelyezve, a 16. ábrán pedig a 300 W-os és az 500 W-os cső, továbbá a 877 MHz-es és a 185 MHz-es rezonátor.

A berendezés kivitelezését az adócsőlaboratórium dolgozói végezték. A tervezésnél felhasznált főbb irodalmi forrásokra az irodalmi jegyzék következő pontjai utalnak: [5, 7, 8, 9, 10, 11].

Függelék

Soros rezgőkör gerjedése exponenciális homlokú egyenfeszültség bekapcsolása esetén [13, 14, 15].

Megvizsgáltuk azt a bekapcsolási jelenséget, amidőn egy exponenciális homlokú egyenfeszültséget kapcsolunk egy soros rezgőkörre. Ezt összehasonlítottuk az ugrásfeszültség bekapcsolásakor fellépő jelenséggel. Megvizsgáltuk, hogy a rezgés intenzitása hogyan függ a rezgőkörre kapcsolt feszültség homlokmeredekségétől és ez hogyan viszonylik az ugrásfeszültségnél fellépő rezgés intenzitáshoz.



17. ábra

Az ugrásfeszültséget és az exponenciális homlokú egyenfeszültséget a következő függvények írják le:

$$U_g(t) = \begin{cases} 0\ , & \text{ha } t < 0 \\ U_0\ , & \text{ha } t \geqq 0 \end{cases} \quad \text{Ugrásfeszültség}$$

$$U_g(t) = \begin{cases} 0 & , \text{ ha } t < 0 \\ U_0(1 - e^{-\frac{t}{T}}) & , \text{ ha } t \geqq 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Exponenciális} \\ \text{homlokú} \\ \text{feszültség} \end{matrix}$$

(17. ábra).

A rezgőkörben létrejövő áramokra és a rezgőkör kondenzátorán kialakuló feszültségre a következő megoldásokat nyertük, feltételezve, hogy a rezgőkör olyan jóságú, hogy sajátfrekvenciával rendelkezik.

1. Ugrásfeszültség bekapcsolásakor az áram:

$$i = \frac{U_0}{\omega L} e^{-\alpha t} \sin \omega t$$

a kondenzátoron a feszültség

$$U_c = U_0 [1 - A_u e^{-\alpha t} \sin (\omega t + \psi)]$$

$$A_u = \frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega} \qquad \operatorname{tg}\psi = \frac{\omega}{\alpha}$$

$\alpha = R/2L$ a kör csillapítási tényezője

$\omega = \sqrt{1/LC - (R/2L)^2}$ körfrekvencia

2. Exponenciális homlokú egyenfeszültség bekapcsolásakor az áram:

$$i = I_0 e^{-\frac{t}{T}} - I_0 \sqrt{(\alpha - 1/T)^2 + \omega^2}\, e^{-\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$I_0 = \frac{U_0 / LT}{\omega^2 + (\alpha - 1/T)^2} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega}{\alpha - 1/T}$$

a kondenzátoron a feszültség

$$U_c = U_0 [1 - Be^{-\frac{t}{T}} + A_e e^{-\alpha t} \sin (\omega t + \varphi + \psi)]$$

$$B = \frac{\omega^2 + \alpha^2}{\omega^2 + (\alpha - 1/T)^2} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega}{\alpha - 1/T}$$

$$A_e = \frac{1}{T\omega} \sqrt{\frac{\omega^2 + \alpha^2}{\omega^2 + (\alpha - 1/T)^2}} \qquad \operatorname{tg}\psi = \frac{\omega}{\alpha}$$

3. Következtetések:

a) Nagyon meredek homlokú feszültség esetén $T \ll \frac{1}{\alpha}$, $T \ll \frac{2\pi}{\omega}$ és $B \approx 0$, $Ae \approx Au$, $\varphi \approx o$. Ekkor a kondenzátoron fellépő feszültség közelítőleg az ugrásfüggvénynél fellépő feszültséggel egyezik.

Nagyon lapos homlokú feszültségnél $T \gg \frac{1}{\alpha}, T \gg \frac{2\pi}{\omega}$ és $B \approx 1$, $Ae \approx O$, Ekkor a kondenzátoron fellépő feszültség megközelíti a bekapcsolt feszültség menetét.

b) Numerikus példa:

Jelöljük

a csillapítási állandót ϑ-val, $\vartheta = 1/\alpha$
a rezgés periódus idejét Θ-val, $\Theta = 2\pi/\omega$
a rezgés jósági tényezőjét Q-val, $Q = \pi\vartheta/\Theta$

Példánkban $Q = 12{,}6$, vagyis $\vartheta = 4\Theta$. A rezgőkörre kapcsolt feszültség legyen U_0 nagyságú ugrásfüggvény. Ekkor a rezgőkör kondenzátorán intenzív rezgés jön létre, amelyet a 4*a* ábrán rajzoltunk fel.

Ha a rezgőkörre U_0 nagyságú, exponenciális homlokú feszültséget kapcsolunk, akkor a rezgés inten-

zítása csökken. Ez a csökkenés jól látható a 4*b*, 5*a* és 5*b* ábrákon, amelyeken $T = 0{,}2\ \Theta$, $T = \Theta$ és $T = 4\Theta = \hat{v}$, azaz a generátor feszültség homlokmeredeksége fokozatosan csökken.

c) Annak a feltétele, hogy a zavaró rezgés amplitudója az U_0 1%-ánál kisebb legyen, amidőn a generátor feszültség 1%-ra közelíti meg az U_0 értéket, a következő:

$$T \geqq \frac{Q}{\pi}\Theta = \hat{v}$$

A 5*b* ábrán a $T = \hat{v}$ esetetet mutatjuk be.

Annak a feltétele, hogy a zavaró rezgés minden időpontban elhanyagolható kicsi legyen az, hogy

$$T >> \hat{v}$$

IRODALOM

1. Standards on electron Tubes: Methods of Testing Proc. IRE 1950.
2. *Skotnitzky, I.:* Elektroncső jellemzők automatikus felvételére szolgáló egyszerű mérőberendezés, Slaboproudy Obzor, *t*1955. 1. sz.
3. *Livingson, O. W.:* Oszcillographic Method of Measuring Positiv-Grid Characteristics, Porc. IRE. June. 1940.
4. *Karmerloher u. Kreps:* Entwicklung eines Kennlinienschreibers für Senderöhren. Funk und Ton 1954. Sept.
5. *Heyboer, Zijlstra:* Senderöhren, Philips Technische Bibliothek, 1951.
6. *Stolzer, G.:* Die Aufnahme der Karakteristiken von Senderöhren, Tungsram Radio Kraftverstärker und Senderöhren, 1939—1940.
7. *Papenhuizen, P. J.von.:* Eine Sendetriode für Frequenzen bis 900 MHz, Philiphs Technische Rundschau, 1957/58, 4. sz.
8. *Megla:* Dezimeterwellentechnik, VEB Verlag Technik, 1961.
9. *Meiman, M. S., Dr.:* Neidhardt, P. Dr. Ing.: Ultrahochfrequenz-Generatoren mit Trioden und Tetroden, VEB Verlag Technik, 1956.
10. *Meinke—Gundlach:* Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, 1962,
11. *Susánszky L.:* Rádióadástechnika, Közlekedési Kiadó, 1953.
12. Magyar Adócsőgyár Csőkatalógus, Híradástechnikai Alapanyag és Alkatrész Katalógus, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
13. *Szabó N.:* Impulzustechnika, Akadémiai Kiadó, 1958.
14. *Mikusinszky:* Operátorszámítás, Műszaki Könyvkiadó, 1961.
15. *Fodor Gy.:* A Laplace-transzformáció műszaki alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó, 1962.
16. *IstvánffY E.:* Mikrohullámok technikája és rádiólokátorok, Tankönyvkiadó, 1957.

Felhívjuk szíves figyelmét a Műszaki Könyvkiadó alábbi szakkönyveire

Breido	EGYENÁRAMÚ JELEK ERŐSÍTÉSE	fűzve	7,60	Ft
Domsch	HÍRADÁSTECHNIKAI TRANSZFORMÁTOROK	kötve	33,—	Ft
Domsch	MÁGNESES TEREK ÁRNYÉKOLÁSA	fűzve	7,30	Ft
Győző—Konkoly	HANGFREKVENCIÁS GENERÁTOROK ..	fűzve	16,70	Ft
Horváth Lajos	A TELEVÍZIÓ TECHNIKÁJA	kötve	56,—	Ft
Hölzler—Holzwarth	AZ IMPULZUSMODULÁCIÓ ELMÉLETE ÉS GYAKORLATA	kötve	82,—	Ft
Kádár Géza	RÁDIÓVÉTELTECHNIKAI ISMERETEK ...	fűzve	26,—	Ft
Kardos György	MŰANYAGOK A HIRADÁSTECHNIKÁBAN	fűzve	22,—	Ft
Keister—Ritshie—Washburn	KAPCSOLÓÁRAMKÖRÖK TERVEZÉSE ...	kötve	84,—	Ft
Kobzev—Sismakov	TRANZISZTOROS RÁDIÓKÉSZÜLÉKEK FOKOZATAI	kötve	41,—	Ft
Lóránt Péter	A MIKROHULLÁM	fűzve	8,—	Ft
Magyari Béla	FOTOELEKTRONIKA	fűzve	14,—	Ft
Meinke—Gundlach	RÁDIÓTECHNIKAI KÉZIKÖNYV	kötve	180,—	Ft
Parfentyev—Pusszet	A MÁGNESES HANGRÖGZÍTÉS FIZIKAI ALAPJAI	kötve..	29,50	Ft
Tarnóczy Tamás	ULTRAHANGOK	kötve	51,—	Ft
Urbán János	A HANGRÖGZÍTÉS	fűzve	9,50	Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az Állami Könyvterjesztő Vállalat könyvesboltjaiban.

Szakbolt: TÁNCSICS KÖNYVESBOLT Bp, VII., Lenin krt. 17.

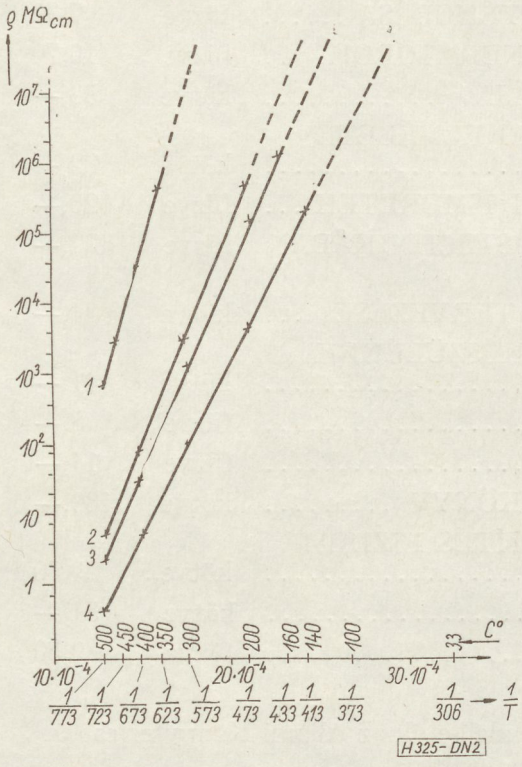
DUPLINSZKY EDE
Építőanyagipari Központi Kutató Intézet
NEUHOF SUSKI LÁSZLÓ
Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Új kerámiai hordozótest ellenállásgyártás céljára

ETO 621.316.8:621.315.612.2:666.593

A kristályosszén és bórkarbon rétegellenállások vezetőrétegét — mint ismeretes — szénhidrogének, ill. bórtartalmú vegyületek krakkolása útján, a fémrétegellenállásokét pedig vákuumgőzöléssel, porcelán hordozótestre állítjuk elő. Ily módon a hordozótest anyagi összetétele és felületének morfológiája jelentős mértékben befolyásolja az ellenállás tulajdonságait. A felület minőségének hatásával ebben az előadásban nem foglalkozunk, csupán az anyagi összetétel befolyását tárgyaljuk. A porcelán alkotói közül az alkáliionok felelősek az ellenállások terhelési stabilitási tulajdonságaiért. Előadásunkban e tárgyban végzett kutatásunkról számolunk be, melynek eredményeképpen olyan — alkáliionban szegény — hordozótestet dolgoztunk ki, amely nagy stabilitású kristályosszén, bórkarbon és fémrétegellenállások előállítására alkalmas.

Az ellenálláshordozó anyagának elektromos szigetelőnek kell lennie, vagy legalábbis vezetőképességének szobahőmérsékleten és az üzemi hőmérsékleten (100 C°) egyaránt elhanyagolhatónak kell lennie a kristályos szénréteg ellenállásához képest.



1. ábra. Különféle porcelánok fajlagos ellenállása, összehasonlítva a kvarcéval, a hőmérséklet függvényében. *1* kvarcrúd, *2* stromciummentes alkáliionszegény porcelán, *3* alkáliionszegény porcelán, *4* közönséges porcelán

A porcelán szobahőmérsékleten gyakorlati szempontból jó szigetelőnek tekinthető. A porcelán lényegében alkáli-alumíniumszilikát üvegbe ágyazott mullit és kvarc kristályokból áll. Tulajdonságait az alkáli-alumíniumszilikát üveg mennyisége és összetétele döntően befolyásolja. Az üvegekről közismert, hogy alkalitartalmuknak egy része ionos állapotban van és 200 C° körüli hőmérsékleten vezetőképességük már jól mérhető. Az üvegek másodrendű vezetők, vagyis úgy vezetik az elektromos áramot, mint a sóolvadékok.

A porcelán ellenállása a hőmérséklet emelkedésével rohamosan csökken az üvegekre érvényes Rasch-Hinrichsen törvénynek megfelelően, amely szerint a fajlagos ellenállás logaritmusa az abszolút hőmérséklettel fordítva arányos:

$$\ln \varrho = \frac{\varepsilon}{T} + K_1$$

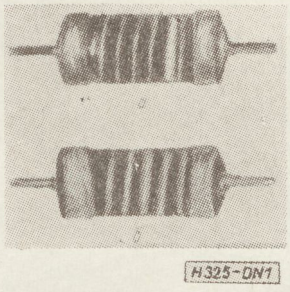
Mivel a vezetésben csak az alkáliionok vesznek részt, a porcelán elektromos ellenállásának hőmérsékletfüggését — adott alkálioxid tartalom mellett — egyéb tényezők lényegesen nem befolyásolhatják, vagyis az előállítási technológiának és az összetételnek a megváltoztatása nem eredményezhet jelentékeny minőségváltozást. Ezt kiterjedt kísérletsorozatokkal igazoltuk. A porcelán szigetelési ellenállásának változását a hőmérséklet függvényében a 1. ábra szemlélteti.

A közönséges porcelántestre krakkolás útján készült kristályosszén rétegellenállás nem felel meg az IEC szerinti egyenáramú terhelési követelményeknek, minthogy a szénréteg e porcelán alkálioxidokat tartalmazó üvegfázisa miatt, magasabb hőmérsékleten egyenfeszültség és légnedvesség hatására — valószínűleg anodikus oxidáció következtében — tönkremegy. A katódon kiváló Na^+-ionok pedig hajlamosak a kristályos szén rácssíkjai közé történő beépülésre.

Bocskarjev szerint fémrétegellenállások esetében egyenáramú terheléskor a katódoldalon kiváló nátrium a réteget erősen korrodálja, amint az a 2. ábra felső részén látható. Hosszú ideig alkalmazott váltófeszültség hatására is bekövetkezik korrózió, ez azonban az ábra tanúsága szerint az ellenállás közepén jelentkezik, ami természetes.

Olyan porcelán előállítására, amelynek alkálioxid tartalma minimális, már régebben is történtek kísérletek. Ismeretes, hogy az elektroporcelánokban a kaolin és a földpát egy részét agyaggal helyettesítik. Előbbit azért, mert a tömörre égetést a kaolinnál jobban segíti elő, utóbbit a szigetelési ellenállás növelése miatt. Radcliffe R. S. a földpát helyett kalciumoxid használatát javasolta. Ez nem vált be, minthogy a tömörre-égés hőmérséklete és az olvadáspont igen közel esnek egymáshoz.

Bleininger és Riddle a földpát helyett magnézium, berillium, vagy alkáliföldfém alumíniumszilikátok alkalmazását javasolta. Grisdale R. O. 1947-ben alkáliföldfémoxidokat tartalmazó porcelánszerű anyag előállítását szabadalmaztatta.



2. ábra

Kutatásunk során a fölsorolt irodalmi támpontokból indultunk ki, és arra törekedtünk, hogy olyan porcelánszerű anyagot állítsunk elő, melyben a földpát teljes egészében alkáliföldfémoxidokkal van pótolva — alkáliát gyakorlatilag tehát nem tartalmaz — és amely a magyar finomkerámiai iparban szokásos égetési módszerrel tömörre égethető.

Kutatásunknál azt tartottuk szem előtt, hogy az előállítandó porcelán üvegfázisának

1. nem szabad elektronvezetőt tartalmaznia,
2. viszkozitását a hőmérséklet függvényében nem változtathatja nagymértékben,
3. lágyulás- és olvadáspontjának lehetőleg távol kell esnie egymástól.

A lágyulás- és olvadáspont lehető nagy távolsága azért fontos, mert az ipari kemencékben 1—2 SK-nál pontosabban nem lehet a hőmérsékletet tartani. Így — ha a massza zsugorodási intervalluma nem elég nagy — akkor alacsony hőmérséklet esetén a késztermék nem tömörödik teljesen és porózus marad, magas hőmérséklet esetén pedig megolvad. A zsugorodási intervallum növelése érdekében kell tehát többféle alkáliföldfémoxidot alkalmaznunk és nem lehet a vezetőképességet legjobban csökkentő CaO egyedüli alkalmazásával kielégítő eredményt elérni.

Sikerült a követelményeknek megfelelő alkálionszegény ellenállástesteket előállítanunk laboratóriumi szinten és az előállítást reprodukálnunk félüzemi szinten a Pécsi Porcelángyárban.

Az előállításnál, amely kerámiai módszerekkel történik, nem lehet a masszát közvetlenül oxidokból elkészíteni, mivel az alkáliföldfémoxidok vízben oldhatók. A karbonátokat sem lehet a többi alkotórésszel összeőrölni, mert égetéskor CO_2 fejlődés miatt a termék porózus lesz. Először olyan frittet kell előállítanunk, amely az alkáliföldfémoxidokat oldhatatlan vegyületek alakjában tartalmazza, továbbá nyers szilárdsággal is rendelkeznie kell, hogy extrudálni lehessen.

Az alkáliionszegény porcelán előállítása a normál porcelán előállításánál bonyolultabb, mert nem rendelkezünk olyan ásványi nyersanyagokkal, amelyek a masszakészítéshez közvetlenül felhasználhatók volnának. A kiindulási anyagoknak ugyanis elég tisztáknak kell lenniök, alkáliákat lehetőleg egyáltalán nem, vasvegyületeket pedig legfeljebb néhány tized %-ban tartalmazhatnak. Vízben nem oldódhatnak, égetésnél gázokat nem fejleszthetnek stb. Mivel ilyen követelményeket kielégítő, alkáliföldfémtartalmú ásványok a természetben nem fordulnak elő, kiindulási anyagként legcélszerűbb a megfelelő karbonátokat felhasználnunk, melyeket külön műveletben kell massza-készítésre alkalmas anyaggá átalakítanunk. A frittkészítés célja a karbonátok elbontása és olyan vízben oldhatatlan alkáliföldfém vegyületek előállítása, amelyekből a szokásos nedves őrléssel már lehet masszát előállítani, természetesen a szükséges egyéb anyagok felhasználásával. Mivel extrudálhatóság céljából a masszának elég plasztikusnak kell lennie, kívánatos volna a késztermékhez szükséges kaolin legnagyobb részét a masszakészítéshez felhasználni.

A kaolinnak a massza és a fritt közötti elosztását azonban az a körülmény is befolyásolja, hogy az alkáliföldfémkarbonátokból keletkező oxidokat kovasavval kell lekötni, vízben oldhatatlan szilikátok képzése céljából. Minthogy a kaolinizzításakor mulliton kívül szabad SiO_2 (kvarc) is keletkezik, célszerű a fritt összetételét úgy választani, hogy annyi kovasav keletkezzék, amennyi az alkáliföldfémoxidok lekötéséhez, ill. szilikáttá alakításához szükséges. Ha mind a négy alkáliföldfémkarbonátból azonos mennyiséget használunk fel, akkor a fritt bemérése a következő lesz:

10% $BaCO_3$
10% $SrCO_3$
10% $CaCO_3$
10% $MgCO_3$
60% kaolin

A frittkészítés kísérleteink szerint SK 7 fölött történhet. Az SK 7-nél izzított termékből desztillált vízzel főzve nem oldódik ki alkáliföldfémhidroxid, pH-ja 7, ami azt mutatja, hogy a keletkezet toxidok teljesen le vannak kötve.

Természetesen lehet frittet úgy is előállítani, hogy a magnéziumkarbonát helyett pl. talkumot használunk fel. Mivel a talkumból izzításkor szintén keletkezik kovasav, a beméréshez kevesebb kaolin szükséges. Egy ilyen fritt bemérése a következő:

10% $BaCO_3$
10% $SrCO_3$
10% $CaCO_3$
30% talkum
40% kaolin

Előnyt az előbbi fritthez képest ez az összetétel nem jelent.

A masszát frittből, kvarcból és kaolinból készítettük. Az összetétel választásánál két ellentétes szempontra kell tekintettel lennük. Túl sok kaolin az égetési hőmérsékletet emeli, kevés kaolin és sok fritt alkalmazása pedig az üvegfázis mennyiségét növeli, ami a szilárdság csökkenését és a zsugorítási intervallum szűkülését eredményezi.

A legalkalmasabb összetétel a következő:

35% fritt
15% kvarc
50% kaolin

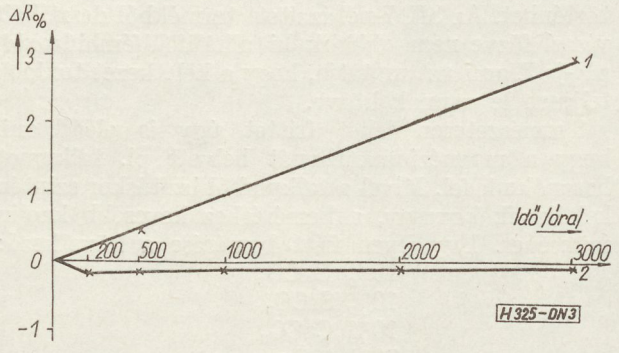
A masszakészítés a kerámia iparban szokásos nedves őrléssel golyósmalom történik. Az őrlőtest: víz: bemért anyag aránya a szokásos 1 : 1 : 1. Az őrlési idő 24 óra. A massza finomsága hasonló a porcelánmasszáéhoz, 4900-as szitán a maradék 1%-nál kevesebb. Szűrőpréselés után kb. 28% nedvességtartalom mellett vákuumozva extrudálásra alkalmas. A teljes légtelenítés miatt célszerű legalább háromszor átengedni a vákuumprésen. Az alkalmazott szájnyílás méretét a 13%-ot kitevő égetési zsugorodás figyelembevételével úgy kell választani, hogy az égetést követő mechanikai megmunkálásra elegendő anyag maradjon.

Az égetés a porcelángyártáshoz hasonlóan, vagy kerek-, vagy alagútkemencében történik. A darabokat megfelelő ágyazóanyagba helyezve, tokokban égetjük. Ágyazóanyagnak talkum, vagy kvarc egyaránt megfelel. Az égetés hőfoka SK 9.

Az így készült alkáliionszegény ellenállástesteknek és a belőlük készült ellenállásoknak a villamos tulajdonságai a következők voltak.

Az alkáliionszegény ellenállástest fajlagos ellenállása a hőmérséklet függvényében a 1. ábrán látható. Ebben egy stronciumtartalmú és egy stronciummentes alkáliionszegény ellenállástest fajlagos ellenállását közönséges porcelántest és kvarcüvegrúd fajlagos ellenállásával hasonlítottuk össze.

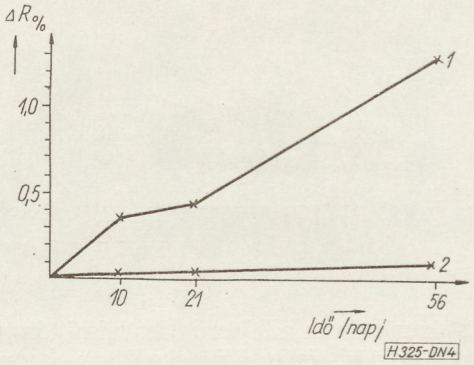
A vízszintes tengelyen az abszolút hőmérséklet reciprokát, a függőleges tengelyen pedig a fajlagos ellenállás logaritmusát ábrázoltuk. Így a Rasch-Hinrichsen-féle törvény értelmében egyeneseket kaptunk. Látható, hogy az alkáliionszegény porcelán fajlagos ellenállása még 500 C°-on is egy nagyságrenddel nagyobb a közönséges porcelánénál.



3. ábra. Az alkáliionszegény és közönséges porcelántestre készült kristályosszén ellenállás (0,25 W, 1/4000 KΩ) egyenáramú terhelési stabilitása az idő függvényében. *1* közönséges porcelán, *2* alkáliionszegény porcelán

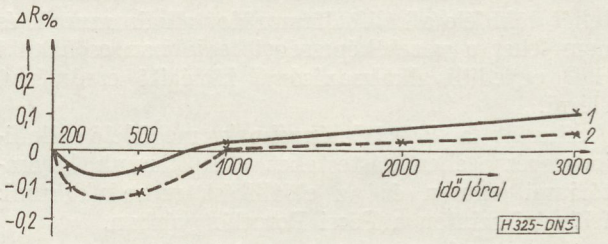
Az üzemi hőmérséklet felső határán pedig legalább három nagyságrenddel nagyobb. A kísérleti hibák határán belül gyakorlatilag megegyezik vele a stronciummentes alkáliionszegény porcelán fajlagos ellenállása. Az is látható, hogy az alkáliionszegény testek fajlagos ellenállásának görbéi középütt helyezkednek el a közönséges porcelán és a kvarc görbéje között.

Az alkáliionszegény ellenállástestre készült kristályosszén rétegellenállás egyenáramú terhelési stabilitása a 3. ábrán látható, melyben feltüntettük a közönséges porcelántesttel készült ellenállás stabilitását is. Látható, hogy a közönséges porcelánra készült kristályos szénréteg ellenállása pozitív irányban folyamatosan és nagymértékben nő, míg az alkáliionszegény testre készült ellenállás gyakorlatilag állandó marad.



4. ábra. Alkáliionszegény és közönséges porcelántestre készült kristályosszén ellenállás IEC szerinti nedves terhelési stabilitása. *1* — közönséges porcelán, *2* — alkáliionszegény porcelán

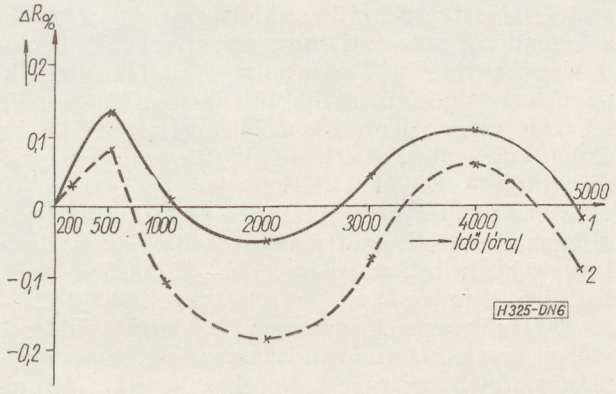
A 4. ábrában a különféle ellenállástestekre készült kristályosszén ellenállások IEC szerinti nedves terhelésének a hatására bekövetkező változását tüntettük föl az idő függvényében. E vizsgálati előírás szerint az ellenállás 40 C°-os, 96%-os rel. nedvességtartalmú térben névleges terhelhetőségének csupán 1/10 részével terhelhető. Látható, hogy a közönséges porcelántest esetében az ellenállás értéke monoton növekedik, maga a növekedés pedig a csökkentett terhelés ellenére igen nagy mértékű, míg az alkáliionszegény test esetében a változás jelentéktelen. A nedves térben, rövid idő alatt bekövetkező nagy változás oka a korrózió, ami a közönséges porcelánból kioldott alkálihidroxidok elektrolízisének a következménye.



5. ábra Az alkáliionszegény és közönséges porcelántestre készült kristályosszén ellenállás váltóáramú terhelési stabilitása az idő függvényében (0,25 W, 1/400 KΩ). *1* — alkáliionszegény porcelán, *2* — közönséges porcelán

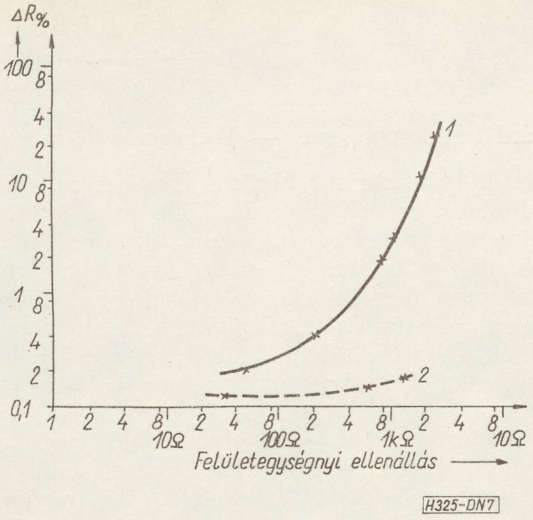
Az alkáliionszegény és a közönséges porceláneestre készült kristályosszén ellenállás váltóáramú terhelési stabilitását az 5. ábrán mutatjuk be. Látható, hogy az alkáliionszegény testre készült kristályosszén ellenállások tartós váltófeszültségű terhelés hatására gyakorlatilag egyező módon viselkednek a közönséges porcelánra készültekkel.

A 6. ábrában az alkáliionszegény és a közönséges porceláneestre készült ellenállások raktározási stabilitását hasonlítjuk össze. Megállapítható ebből, hogy az alkáliionszegény testek valóban jó minőségűek. A bemutatott adatokból levonhatjuk azt a következtetést, hogy egyrészt az alkáliionszegény porceláneestre készült ellenállás egyetlen villamos tulajdonsága sem rosszabb a közönséges porcelánénál — sőt több tulajdonságában jobb annál — másrészt, hogy megfelel a szabvány követelményeinek, elsősorban az egyenáramú terhelési stabilitás tekintetében.



6. ábra. Alkáliionszegény és közönéges porceláneestre készült kristályosszén ellenállás raktározási stabilitása az idő függvényében (0,25 W, 1/400 KΩ). *1* — alkáliionszegény porcelán, *2* — közönséges porcelán

Végül megvizsgáltuk az alkáliionszegény porcelán célszerű alkalmazási tartományát, amire elsősorban gazdasági okok késztettek, lévén az alkáliionszegény porcelán drágább a közönséges porceláneestnél.



7. ábra. Alkáliionszegény és közönséges porceláneestre készült kristályosszén ellenállás egyenáramú terhelési stabilitása (Δ R%, 5000 óra) a felületegységnyi ellenállás függvényében. *1* — közönséges porcelán, *2* — alkáliionszegény porcelán

E célból összehasonlítottuk az alkáliionszegény és a közönséges porcelán 5000 órás egyenáramú terhelési stabilitását a felületegységnyi ellenállás függvényében (7. ábra). Látható, hogy 100 Ω értékig a kétféle porcelán között nem mutatkozik számottevő különbség. Az alkáliionszegény porceláneestet alkalmazása tehát 0,5 osztályú ellenállások esetén a 100 Ω felületegységnyi ellenállás fölötti tartományban indokolt. Ez 0,25 W-os ellenállás esetén kb. 125 Ω alapértéknek felel meg. Az 1 KΩ felületegységnyi ellenállás fölötti tartományban viszont az alkáliionszegény porceláneestet alkalmazása feltétlenül szükséges, még az 5-ös osztályú ellenállások gyártásához is, ha azok egyenfeszültség hatásának vannak kitéve.

Eredményeinket abban foglalhatjuk össze, hogy a kutatást laboratóriumi és félüzemi szinten sikeresen lezártuk: a kidolgozott alkáliionszegény test tulajdonságai megfelelnek az előírásoknak és a vele készült ellenállások minősége a világszínvonalnak.

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Kármán Tódor—Maurice A. Biot:

Matematikai módszerek műszaki feladatok megoldására

Műszaki Könyvkiadó, 1963, Ára 72.— Ft.

A műszaki tudományok fejlődése szükségszerűen megkövetelte olyan jellegű könyv kiadását, amely a felsőbb matematika egyes speciális feladatait a műszaki alkalmazások igényeinek tükrében tárja az olvasó elé — olvashatjuk Kármán professzor előszavában. Ebben rejlik a mű külföldön elért nagy sikerének magyarázata is; a könyvet tanulmányozva a műszaki szakemberek a matematikai módszerek, matematikusok pedig a műszaki gondolkodásmód megismerésében mélyülhetnek el. Ennek megfelelően — alkalmazott matematikára építve — a szerzők célja az elmélet és gyakorlat szoros egységbe foglalása volt. Noha a mű első kiadása 25 évvel ezelőtt jelent meg, a műszaki problémák ismertetett matematikai megfogalmazásai ma is éppúgy megfelelnek mint annak idején.

A szerzők kitűnő előadásmódban ismertetik a műszaki tudományok és a fizika legkülönbözőbb területein alkalmazott matematikai módszereket, az elméleti mechanikától és a fizika más fejezeteitől kezdve az aerodinamikán, a statikán, a szilárdságtanon és a stabilitáselmélet számos kérdésének vizsgálatán keresztül, a hálózatok elméletéig. A kötet szép kiállításban, bőséges példa és feladatanyaggal, számos ábrával, 570 oldal terjedelemben jelent meg.

(— sz)

KÜLFÖLDI ESEMÉNYEK

Összeállította: GÖDÖR ÉVA

Szilárd test kongresszus — Warnemündében

Az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat és a Physikalische Gesellschaft in der DDR által együttesen rendezett kongresszus tárgya a természettudományoknak az a területe volt, amelyik ma talán legrohamosabban fejlődik: a szilárd testek fizikája. Műszaki kihatásai révén leginkább a fémek és félvezetők kutatói között keltett nagy érdeklődést, azonkívül a kristályok sajátosságaival alapkutatási szinten, modellanyagokkal kísérletezők között. A híradástechnikai, vákuumtechnikai ipart elsősorban a félvezetőkre és a wolfram és molibdénre vonatkozó előadások érdekelték. Az egyidőben stagnálni látszó wolframkutatás hatalmas fejlődésnek indult és nagy érdeklődést keltettek az e tárgyú előadások. Így például a Berliner Glühlampenwerke nyolc szakembere, kutatója kimondottan ezekre az előadásokra jött el, melyek a tárgy szerinti csoportosításnak megfelelően eléggé egy napra koncentrálódtak. Az ebben a tárgykörben előadók az Institut für angewandte Physik der Reinststoffe (Zedler, Müller, Schlaubitz, Wadewitz, Barthel), az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete (Millner akadémikus, Prohászka, Kovácsné Csetényi E., Gáal és Imre), a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet (Gadó), az Egyesült Izzó (Neugebuer, Bánki) és a VEB Werk für Fernsehelektronik (Preschel, Keiler, Kühnel) munkatársai voltak.

A konkrétan vákuumtechnikai anyagokkal foglalkozó előadásokon kívül, a címűkről ítélve tisztán elméleti tudományos jelentőségű, vagy a vákuumtechnikától távolálló anyagokkal foglalkozó előadások között is sok volt, amelyből termékeny gondolatokat lehetett meríteni. Így a hallgatók teljesen beleélték magukat a diszlokációkkal átszőtt kristályok világába, abba a szemléletbe, mely nélkül ma már nem lehet a szilárd testek tulajdonságait megérteni. Meggyőződtek róla, hogy ennek a világnak az ablaka az elektronmikroszkóp és speciális röntgenkészülékek. Ezzel a szemlélettel új értelmet nyernek klasszikus vizsgálatok: szakítódiagramm, mikrokeménységmérés, kristálynövekedés vizsgálata.

Dr. Neugebauer Jenő

Híradástechnikai kiállítás — Bukarestben

1963. november hó 9—21. között az Elektroimpex Külkereskedelmi Vállalat kiállítást rendezett Bukarestben.

A kiállított termékek egy része már itthon is ismert az idei vagy múlt évi Nemzetközi Vásáron bemutatott híradástechnikai cikkekből állt. Ezek között több olyan áru volt, amely Bukarestben újdonságot jelentett. Több termék magyar viszonylatban is újdonság volt. A kiállítást a Batistei-utcai állandó magyar kiállítási teremben rendezték.

A kiállítás igen nagy érdeklődést váltott ki. A látogatók valósággal özönlöttek a kiállított termékek megtekintésére, így délelőtt folyamán a szakemberek, délután a nagyközönség. A kiállított termékek újszerű voltán és a magas szintű választékon felül a kiállítás sikerét az ügyes, szép, dekoratív elrendezés is elősegítette. A szakember szemével nézve igazán örvendetes volt, hogy a magyar ipar ilyen korszerű, esztétikailag és műszakilag magas szintű berendezések sokaságát tudta felvonultatni.

Kicsinyített, a valóságban pusztán kontroll célt szolgáló világító táblával üzemelt a VILÁTI fényújságja. A kb. 6000 db tranzisztorral és félvezető diódával működő 0—240 betű/perc folyamatosan szabályozható sebességű berendezés már a hazai kiállításokról is ismert. A logikai áramkörök vezérlése lyukkártya rendszerre van felépítve. A vezérlő asztal iróasztal méretű, a kiolvasást és a beírást a berendezés automatikusan szabályozza. A berendezéssel rövidesen Budapesten is találkozhatunk, mivel a Lenin-körút és Kertész utca sarkán szerelik fel véglegesen. A hatalmas méretű berendezés kisebb családtagjaként az atlétikai 4, ill. 2 számjegyes eredményhirdető táblákat láthattuk.

Szépen megtervezett formában mutatkozott be az átdolgozott EAG gyártmányú stúdió lemezjátszó. Hangfrekvenciás tartománya 30—15 000 Hz. A lehallgató hangszórók a beépített erősítőkkel 25—20 000 Hz-ig képesek sugározni 3% alatti torzítással.

Ugyancsak új formában jelent meg a stúdió magnetofon, mely az ismert típushoz képest több újdonságot tartalmaz. Sebessége 19 és 38 m/s 30—15 000 Hz-ig 3 dB-en belüli frekvenciamenettel. A torzítás az egész sávban 2% alatt van. Amerikai és európai rendszerű szalagra egyaránt alkalmazható. A stúdióorsó mellett kommersz orsóval is üzemeltethető. Stereo és normál lejátszásra egyaránt alkalmas, távvezérelhető, mint montirozó is alkalmazható.

Igen nagy érdeklődést váltott ki a Híradástechnikai Ktsz ipari tv-berendezése, amely új megoldásban mutatkozott be. A kamerákon belül van elhelyezve az eltérítő, kioltó és szinkron egység. A vezérlőpultról egyidejűleg négy kamera távszabályozása lehetséges. Nem video kimenet van, hanem nagyfrekvenciás és ez lehetővé teszi, hogy egyidejűleg egy azonos készülékkel 4 csatornán 4 kamera jelét regisztrálja. A pultra kb. 10 kereskedelmi vevőt lehet kapcsolni. A kamerák és a monitor nyomtatott huzalozású, igen szép felépítésű berendezések.

A világcégek gyártmányaival vetekszik az EIVRT PCT 254 típusú vidikon képfelvevő csöve. Már 10 lux megvilágítású tárgyról megfelelő minőségű képet ad. Színképi érzékenység maximuma 4500 Å. Fókuszállás és eltérítés mágneses. Jel/zaj viszony: 300. Gradációs lépcsők száma: 7. Használható képfelület 9,6 × 12,8 mm Súlya kb. 50 gramm.

Újdonságot jelentett a Gamma FACSIMILE képtávíró berendezése. Adó-vevő üzemre alkalmas, kisméretű, teljesen tranzisztorizált berendezés. Az át-

viendő kép lehet kézzel írott, nyomtatott újság, vagy térkép nyomású színes és fekete-fehér. A vevő oldalon egy színben vegyi beavatkozás nélkül, közvetlenül jelenik meg a kép. Egy A/5 formátumú kép továbbítása 3,5 perc alatt megy végbe. Az összeköttetéshez szabvány sávszélességű távbeszélő vonal vagy AM, ill. FM rádiócsatorna szükséges. A szinkronjárást nagy pontosságú kvarc-oszcillátor biztosítja. Felbontás a forgás irányában: 3,7 vonal/mm, az előtolás irányában: 5 vonal/mm. A készülék 12 V-os akkumulátorról, vagy adapter segítségével erősáramú hálózatról működik.

Tudosító irodák részére készül a BRG gyártmányú EHR 16 hírkiértékelő asztal. 8 sávos nagy érzékenységű rádióvevő 0,15—25 MHz-ig, manuálisan és lábpedállal kezelhető magnetofonnal. A magnetofon vezérelhető a rádióról, a beépített mikrofonról, vagy telefonvonalról. Lehallgató hangszóró is be van építve.

Osztatlan érdeklődést váltott ki a HTV itthon már jól ismert „Telinform" személyhívó készüléke. Teljesen automatizált modern kivitelű asztali adókészüléke 49 szelektív hívást tesz lehetővé és üzenet továbbítására is alkalmas. A vevőkészülék 5 tranzisztoros nyomtatott áramkörű, mindössze 120 gramm súlyú. A hívott készülék csipogó jelzést ad, majd a hívás megszűntekor a nyomógomb benyomásával a leadott üzenet meghallgatható.

Ugyancsak nagy volt az érdeklődés az EMV „Simulton" tolmácsberendezése iránt. A hat független adókészülék vivőfrekvenciákon üzemel, AM modulációval. A központi ellenőrző berendezés lehetővé teszi mind a hat csatorna lehallgatását, a szükséges értékek ellenőrzését. Az adókészülékek illesztett hurokra dolgoznak. A hurkon belül üzemelnek a vevőkészülékek, melyeken kapcsoló segítségével választható ki a hat csatorna közül a venni kívánt. A vevőkészülék nyomtatott áramkörű, tranzisztoros, 100 g súlyú.

A kiállított sok rádiókészülék közül a legnagyobb sikert az itthon még nem ismert TERTA UKW Superton aratta. Hullámtartománya közép — hosszú — UKW, a hangolt körök száma: 7/11. 9 tranzisztorral és 4 germániumdiódával működik. Hangszórója 155×105 mm ovál, permanens dinamikus. UKW-ra teleszkóp antennával, közép- és hosszú hullámra beépített ferritantennával és autóantenna csatlakozással rendelkezik. Telepfeszültség: 9 V, mérete: 24×18×8,5 cm, súlya: 2 kg

Esztétikailag és műszakilag mutatós zeneszekrény is szerepelt a rádióvevők között. AR 612 rádió beépítésével, de javított hangszórórendszerrel, valamint import eredetű mikro-normál lemezjátszóval.

A B 137 F készülék itthon még nem ismert új kávában mutatkozott be.

Az itthon jól ismert AT 650 típusú televízió óriási tetszést váltott ki.

A rádiókészülékek és tv-k az ugyancsak kiállítási tárgyként szereplő központi antennaerősítő rendszerrel üzemeltek, melyet a HTV állított ki.

Ugyancsak újdonság volt a 3 sebességű „Calypso" magnetofon.

A felsoroltakon kívül még számtalan termék volt kiállítva, melyek szintén hozzájárultak a kiállítás sikeréhez.

Juhász Béláné

Nemzetközi műanyagipari kiállítás — Düsseldorfban.

1963. október 12—20-ig a Német Szövetségi Köztársaság nagyszabású nemzetközi műanyagipari kiállítást rendezett Düsseldorfban.

A kiállítás az első azok között, amelyen a műanyagipar az alapanyagoktól a feldolgozó gépeken, mérőberendezéseken keresztül a félkész, illetve késztermékig teljes keresztmetszetében megmutatkozott. Méreteire jellemző volt, hogy mintegy 70 000 m²-en 700 cég állította ki termékeit. A 700 kiállító cég közül természetesen a rendező NSZK képviseltette magát a legnagyobb létszámmal. 490 nyugatnémet cég vett részt a kiállításon. A fennmaradó 210 kiállító nagy része európai országokból tevődött össze. Ezek közül a legnagyobb létszámmal Svájc (32 cég), Franciaország (31 cég) Anglia (31 cég) Ausztria (25 cég), Olaszország (22 cég), Belgium (19 cég) képviseltették magukat. A tengerentúli országok közül elsősorban az Amerikai Egyesült Államok (20 cég) volt a legjelentősebb kiállító, de megtalálhatók voltak Japán, India és más tengerentúli országokat képviselő cégek is. A szocialista országokat Lengyelország és Jugoszlávia képviselték.

A kiállítás alapjában véve 2 részre tagozódott: anyagok, félkész és késztermékek, valamint gépek, műszerek és egyéb berendezések. Ez a kettős tagozódás sem volt élesen elhatárolva egymástól, úgyhogy pl. az anyagoknál ki voltak állítva a gépek is. A tagozódáson belül aztán semmilyen szakmai rendszer nem volt felfedezhető.

A látottak alapján levonható az a következtetés, hogy az egyes anyagféleségeket a széles körű felhasználás, továbbá a minőség és feldolgozás finomodása jellemezték. Így pl. a poliészter főleg üvegszállal erősítve nagyobb formatestek készítésére is alkalmas (autókarosszériák, vitorlás hajótestek, tartályok stb.). Az epoxigyanták magas áruk ellenére is egyre nagyobb szerepet játszanak az elektromosiparban. Sajnos, a híradástechnikai ipart nagyon érdeklő dielektrikumok, kiöntőgyanták és különböző szigetelőanyagok alkalmazását egy-két kivételtől eltekintve nem mutatták be. Említésre méltó azonban — bár kiállítva nem volt és csak az illető céggel történő beszélgetésből derült ki — az NSW nyugatnémet cég újtípusú stiroflex fóliája, amely 90 C° üzemi hőmérsékletig használható.

Mind nagyobb arányú fejlődés tapasztalható abban az irányban, hogy a műanyagok mindinkább kiszorítják a fémekből készült szerkezeti elemeket. Megjelent egy-két igen nagy szakítószilárdságú műanyag, mint pl. a hőre lágyuló Delrin. (Szakítószilárdság 710 kg/cm², hajlítófeszültség 1080 kg/cm²). Sokat ígérőnek látszik a kiállításon látott műanyaggal bevont fémfóliával dekoratív elemek készítése és a műanyag lemezekre történő feliratozás.

A kiállított gépek és műszerek ugyanazt a sokféleséget és tarka képet mutatták, mint az anyagok. Itt azonban már megállapítható volt egy többé-

kevésbé határozott irányvonal, az ugyanis: hogy a különböző technológiai tulajdonsággal rendelkező fröccs- és présgépek az univerzálódás felé haladnak. Csaknem minden gép a maga területén — hőre lágyuló, vagy hőre keményedő műanyag tagozódásban — mindenfajta anyagféleségre alkalmas. A kiállító cégek így is propagálják gépeiket. Jellemző volt ebben a vonatkozásban, hogy igen sok, többnyire egybetétes szerszámmal ellátott kisgépet állítottak ki, amelyeket a nagyméretű több-betétes szerszámokkal ellátott gépek helyett alkalmaznak. Ez esetben ugyanis a dugattyú vagy a csiga mozgása felgyorsítható és így az egybetétes szerszám okozta hátrány némiképp csökkenthető. További előnyt jelent természetesen a kisebb szerszámköltség is.

Nagy népszerűségnek örvendett a kiállításon a Tavannes svájci cég 10 fejes hőre keményedő műanyagokra alkalmas teljesen automatikus rotációs présgépe, amellyel óránként kb. 120—160 préselés végezhető. Elektromos fűtésű és előmelegítés nélkül dolgozza fel a présport. Hasonló szellemes konstrukció volt a W. Nothelfer KG. 6 fejes revolver fröccsgépe, amely akár 6 különböző, akár 6 egyforma szerszámmal működik még akkor is, ha az egyik szerszám meghibásodik. Kb. 100 g-os formatestek állíthatók elő vele. Említésre méltó a Stübbe cég kétszín fröccsgépe különböző dekoratív és felirati megoldásra.

A szerszámoknál elterjedőben van a tipizálás, az építőszekrény elv alkalmazása. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy ennek következtében mintegy 25—30%-kal csökkenthető a szerszámköltség.

A kiállított különböző műszerek közül talán a legfigyelemre méltóbbak a viszkoziméterek voltak. A tapasztalat szerint a műanyagok viszkozitásának mérése nagy fontosságú feladat, a készülő formatest minőségének szempontjából. Ezért egy-két cég felismerve ennek jelentőségét, olyan viszkoziméterekét készített, amelyek az anyag viszkozitását üzemviszonyok, a fröccsölés időszakában méri, különböző nyomás és hőmérsékleti értékek mellett. Ennek jelentőségét különösen nálunk nem elég hangoztatni. Ugyanis a különböző külföldi cégektől vásárolt azonos típusú műanyagok mindig mutatnak eltérő tulajdonságokat. Ezek az eltérések az alkalmazott fröccsgép és egyéb technológiai eljárások miatt még szembetűnőbbek lehetnek és végső fokon kihatnak a kész formatestek minőségére is. Ezzel a mérési metódikával egyértelmű összehasonlításokat lehetne végezni, amelyeknek eredményeképpen a helyes technológiai paraméterek beállíthatók.

Jakab György

SZEMLE

Összeállította: SZILÁRD ZOLTÁN

Az Internationale Elektronische Rundschau írja 1963. 8. számában: A Westighouse cég kutató laboratóriumában (USA) plazma fényforrást sikerült előállítani, amely kb. 12,5 mm átmérőjű felületre 15 kW energiát képes koncentrálni. A kívánt spektrális eloszlás szerint a fényt különböző gázokban állítják elő, amelyet plazma állapotba helyezve igen nagy nyomás alatt tartanak.

A nem koherens fénynyaláb a besugárzott területen olyan nagy hőmérsékletet állít elő, hogy pl. az autóiparban alkalmazott acéllemezeket 2—3 s alatt keresztüllyukasztja.

Az új fényforrás felhasználható fémek és kerámia anyagok olvasztására, nagyhőmérsékletű kémiai reakcióknál, repülőterek megvilágítására és űrhajók számára az atmoszférába való visszatérés feltételeinek megvalósítására.

*

Új félvezető diódákról és speciálcsövekről számol be a Telefunken Sajtóosztály közleménye.

Diódák

Az *AA132* jelű germánium csúcsdióda szubminiatűr kivitelben készül. Zárófeszültség szempontjából megfelel az OA150-nek, azonban ott is alkalmazható, ahol az alkatrészek kis mérete elsődleges szempont.

Egyidejűleg sikerült azt is elérni, hogy a kis zárófeszültségeknél folyó záróirányú áramok lecsökkentek.

BA 121

Ezt az UHF és UKW előfokozatokban alkalmazott utánhangoló diódát új diffúziós technikával állítják elő. Ezáltal több tulajdonságban lényeges javulást sikerült elérni.

Az ismert BA 101 típussal szemben a záróréteg kapacitásának szórási tartománya jelentősen beszűkült, ezenkívül a pályaellenállás értéke is kedvezőbb, így az utánhangoló automatika áramkörében fellépő veszteségek is lecsökkenthetők.

Elektroncsövek

A D3—106J típusú kisméretű katódsugárcső csekély fűtőteljesítményt igényel, így célszerűen felhasználható tranzisztorokkal működő oszcilloszkópokban.

A cső ernyő átmérője 30 mm, teljes hossza kb. 103 mm. A fűtőteljesítmény 0,5 W; többi elektromos adatában megfelel aD63—12A típusú katódsugárcsőnek.

ED 8000

Elektronikusan szabályozott hálózati készülékekben soros csőként alkalmazható a fenti trióda.

A csőre megengedhető disszipációs teljesítmény 17 W, a maximális katódáram 180 mA. Az eddig alkalmazott 6080 jelű kettőstriódánál ugyanezek az adatok 40, ill. 20%-kal kisebbek. Erősítésfaktora ugyanakkor nagyobb, így kedvezőbb szabályozási lehetőségeket biztosít. Mivel az elektronikusan szabályozott hálózati készülékek tartós üzemben működnek, a cső élettartama különösen jelentős a berendezések megbízhatósága szempontjából.

E236L és E235L

Az E236L az évek óta gyártott, vízszintes eltérítőfokozatokban alkalmazott PL36 jelű pentódának hosszú élettartamú változata. A cső a fenti területen kívül előnyösen alkalmazható ellenütemű erősítőként, szélessávú és katóderősítőkben, elektronikusan vezérelt hálózati készülékekben pedig kapcsoló és soros csőként. Az E235L az E236L-től lényegében azáltal különbözik, hogy anódja a 3. csőlábra csatlakozik, míg az E236L-nél ez a bura tetején helyezkedik el.

A cső alkalmazása az E236L helyett akkor célszerű, ha nincs szükség az előbbi csőnél megengedett 7 kV anódcsúcsfeszültségre, és a könnyebb csőcsere érdekében az anódkivezetésnek a foglalaton kell elhelyezkednie.

SZABADALMI SZEMLE

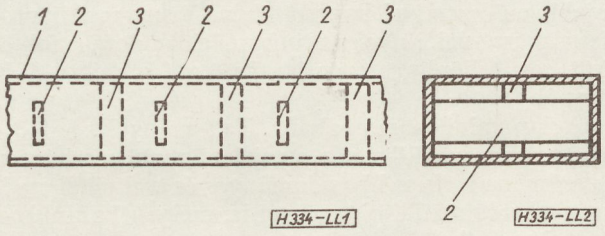
Összeállította: LÉNÁRD LÁSZLÓ

Szimmetrikus csillapításkarakterisztikájú mikrohullámú sávszűrő

Bejelentette a Budavox Híradástechnikai Vállalat 1962. július 25-én (150 882; 21a[4] 64—77)

Feltalálók: *Uzsoky Miklós, Frigyes István* és *Völgyesi Sándor*

Sokcsatornás hírközlő rendszerek szűrőivel szemben követelmény, hogy a szűrő csillapítása, karakterisztikája kis elhangolások esetén az áteresztőség középpontja körül szimmetrikus legyen. Ezt a szimmetrikus csillapításkarakterisztia kát az eddig ismert tápvonalba épített sávszűrők esetébecsak bizonyos nehézségek árán tudták megvalósítani. Vagy n rezgőkör nem volt üregenként realizálható, amiért a vesztesége nagy volt, vagy pedig gyártási tűrésekre rendkívül kényes volt. A találmány szerinti szűrő áteresztő sávjának szélessége nem haladja meg az üzemi frekvencia néhány százalékát és a szűrő csillapításkarakterisztikája szimmetrikus, vesztesége kicsi. A TE_{01} hullámformával működő *1* tápvonalba $(4n + 2)$dB, jelen esetben 6 dB *2* és *3* diszkontinuitás (fémalkatrészek, amelyeknek csőtengelyirányú mérete kisebb a csőhullámhossz egytizedénél) van beépítve, amelyek felvátva induktívek, ill. kapacitívek. Az induktivitás szerepét a *3* botok, a kapacitásokét a *2* lemezek töltik be. A diszkontinuitások egymástól mért távolsága rendre ½, ¼, ½, ¼.... csőhullámhossz. A diszkontinuitások méretezése olyan, hogy azok szuszceptanciája az áteresztősáv középső frekvenciáján rendre:



1. ábra

$$B_0 - B_1 B_2 - B_3 \ldots B_n, - B_n \ldots B_3 - B_2 B_1 B_0 ,$$

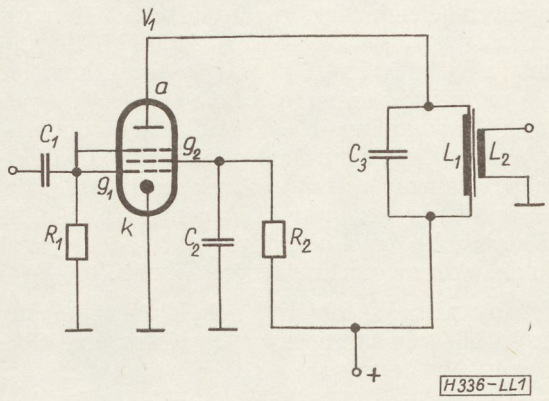
a szomszédos diszkontinuitások szuszceptanciái viszont eltérő nagyságúak ($B_0 = B_1$). 2000 MHz körüli frekvencián egyszerű technológiával ezres jósági tényező érhető el. A találmány szerinti szűrőt a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban gyártják. A találmányt több nyugati államban bejelentették.

Határoló áramkör nagy AM kompressziójú és kis AM—PM konverziójú kapcsoláshoz

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1962. augusztus 22-én (150 917; 21a[4] 14—77)

Feltalálók: *Süli Mihály* és *Orbán Károly*

A találmány szerinti határolóáramkör egyetlen pentódával 62 dB AM kompressziót ad. A szükséges bemenőfeszültség maximum 0,6 V. Az AM—PM konverzió 0,02 ns/%. Ezt azzal érik el, hogy a moduláló frekvencia szempontjából nem hidegített g_2 segédrácsra megfelelő nagyságú segédrács visszacsatolást biztosítanak, a C_2 kondenzátorból és R_2 ellenállásból álló áramkörrel. A találmányt a TKI megvalósítota. Hazai és külföldi szállításokra gyártják.



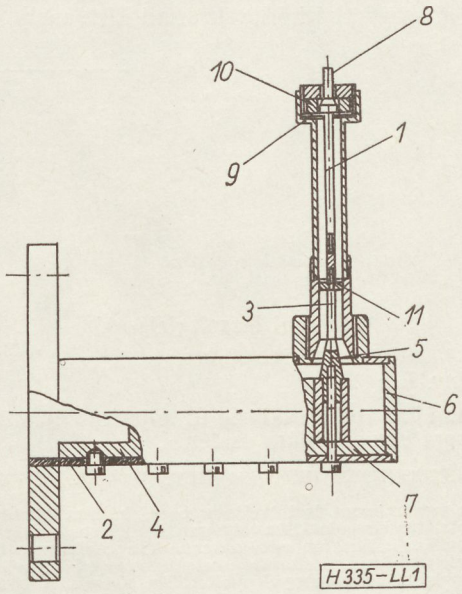
1. ábra

Szélessávú mikrohullámú hullámvezetőből kialakított teljesítménymérőfej közepes teljesítmények mérésére

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet 1961. november 10-én (150 916; 21a[4] 64—77)

Feltalálók: *Hartner László* és *Neumayer Béla*

A találmány szerinti teljesítménymérővel széles frekvenciasávban 10 mW — 10 W-ig terjedő teljesítmények mérhetők. Ezt az alábbi megoldással érik el: Az *1* réteg baretter a *2* hullámvezetőhöz csatlakozó *3* koaxiális vonalat illesztve zárja le ésabszorbeálja a hullámvezetőben terjedő mikrohullámú teljesítményt. A mérőfejben a *2* hullámvezető a *6* rövidrezárt *7* bordás hullámvezető szakaszban végződik. A *2* hullámvezető egyik kimenetére a hullámellenállást meghatározott mértékben vált oztató *4* Csebisev jellegű lépcsős transzformátor, másik kimenetére az *5* kuposillesztő kicsatoló transzformátor illeszkedik, amely a *3* koaxiális tápvonalban végződik. Ennek végére csatlakozik illesztetten a *11* teflon kitámasztón az *1* baretter, melynek *8* kimenetére a teljesítmény indikátor csatlakozik a mikrohullámú kapacitással és a *10* porvas lezáróval. A találmányt a TKI megvalósította.



1. ábra

A „Szovjetunió"

című többszín-mélynyomásos képes folyóirat, amely 17 nyelven jelenik meg, gazdag áttekintést nyújt a hatalmas szocialista országról: gazdasági, kulturális és tudományos életéről. Neves tudósok, szakemberek, kíváló publicisták számolnak be a szovjet tudomány és technika vívmányairól, köztük a legújabb tudományágak eredményeiről. A színes fényképekkel és rajzokkal bőven illusztrált cikkek segítséget jelentenek a szakember számára is. Éppen ezért ajánljuk a legkülönbözőbb értelmiségi pályákon dolgozóknak, azoknak, akik még nem olvasói a lapnak.

Néhány példa a folyóirat sokoldalú tudományos és kulturális témakörének jellemzésére, az 1963-as évfolyam tükrében:

Vlagyimir Mihalevics, a Szovjet Tudományos Akadémia Kibernetikai Intézetének igazgatóhelyettese „Kibernetika és Közgazdaság" címen írt cikket, melyben rendkívül érdekes adatokat ismertet a modern számítástechnika matematikai módszereinek felhasználásáról a különböző tudományágakban, a tervezésben, az építkezések mechanikai feladatainak megoldásánál. A mikroelektronikáról írt cikk a tudomány és a technika új ágáról számol be. Konsztantyin Lavrenyenko a Szovjetúnió energetikai és villamosítási miniszterének első helyettese a szovjet távvezeték-építés eredményeit ismerteti. A lap egyik száma, többek között, szemlét közöl a világ tudományos életének elmúlt évi legfontosabb eseményeiről „Tudomány és emberiség" címmel. Ugyanebben a számban egy új tudományág, a nukleáris meteorológia keletkezéséről olvashatunk a szovjet nukleáris meteorológiai állomás vezetőjének tollából.

Vinogradov akadémikus a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Geofizikai Intézetének laboratóriumában végzett kísérletekről ad hírt, mely kísérletek lehetővé teszik a világegyetem kialakulására vonatkozó feltételezések felülvizsgálását. A „Szovjetunió" 1963 májusi számában az első részletes riportot közli a szovjet atomtengeralattjáróról. A „Biológia és kibernetika" című írás rámutat azokra a műszaki és matematikai elméletekre, melyek gazdagítják az élő természet kutatásait, feltárják a szervezetekben a matematikai összefüggéseket, és a jövő gépeinek körvonalait, továbbá vázolja a kibernetika perspektíváit a szovjet tudósok legújabb munkáinak tükrében.

A lap rendszeresen ismerteti a nagyszabású külföldi tudományos és műszaki konferenciákat, így például júliusi számában beszámolót ad a Berkeleyben (USA) tartott tudós és szakember összejövetelről, amikor is a geofizikus konferencián 48 ország 3000 tudósa cserélte ki tapasztalatait. Érdekes cikkeket közöl a lap a laboratóriumban végzett űrhajózási kísérletekről és a nagy teljesítményű neutrongyorsítóval az atommag szerkezetével kapcsolatban végzett kutatásokról. Elsőnek adott hírt a lap a 102. elem izotópjának dubnai előállításáról és egy ismert szovjet hídmérnök tapasztalatairól, a hídépítés legújabb módszereivel kapcsolatban. Visnyevszkij professzor operációi nyomán információt adott a folyóirat egy különleges orvosi műszerről, a mikro-AIK agyról.

A lap minden számában „Találmányok, felfedezések, hipotézisek" címen megjelenő rovat részletesen beszámol a legfrissebb tudományos és technikai eredményekről, köztük olyanokról is, melyek hazánkban még ismeretlenek.

A tudós, a szakember a szakmájába vágó cikkeken kívül, minden számban több érdekes, szórakoztató riportot, interjút, beszámolót olvashat filmről, színházról, zenéről, képzőművészetről stb.

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.396.67.015.001.24:621.391.81

Edöcsény L.:

Antenna által vett feszültség és teljesítmény számítása tetszőleges beeső hullám esetén

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 3. sz.

A cikk a vevőantenna és tetszőleges beeső hullám kölcsönhatásának kvantitativ vizsgálatát tartalmazza. Ennek során származtatja a beeső hullám hatására a vevő antenna kimenetén kapott feszültség és teljesítmény számítására szolgáló képleteket, melyek tetszőleges polarizációs viszonyok mellett érvényesek. A közölt vizsgálat érdekessége, hogy nem az adó- és vevőantennára vonatkozó reciprocitási tételen alapszik. A cikk tartalmazza két, lazán csatolt antenna transzferimpedanciájának képletét is, mely a vett feszültség és teljesítményformuláival együtt az antenna elmélet fontos kiegészítését jelenti. Az eredmények alkalmazása egy részletes számítás kapcsán kerül bemutatásra, amely hasznos módszert ad valamely radome által okozott reflexió számításához.

Обобщения

ДК 621.396.67.015.001.24:621.391.81

Л. Эдечени:

Расчет мощности и напряжения, принятых антенной при любом направлении принимаемой волны

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕЪНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 3

Статья содержит анализ взаимодействия между приемной антенной и любой падающей на нее волной. В процессе анализа в статье даются расчетные формулы напряжения и мощности, вызванные действием дринимаемой волны на антенну, которые действительны при любых условиях поляризации. Интересной оснбенностью статьи является то, что этот анализ не базируется на принципе взаимности для приемных и передающих антенн. Статья содержит формулу дляи мпеданса передачи в случае двух слабо связанных антенн, которая вместе с формулами для напряжения и мощности, принятыми антенной, является важным вкладом в теорию антенн. Использование результатов анализа показано на примере одного подробного расчета ,который дает полезный метод расчета отражения (несогласованности), вызванного каким-нибудь обтекателем.

ETO 537.311.33 : 621.317.3

Bártfai P.né:

Töltéshordozók élettartamának mérése félvezetőkben

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964). 3. sz.

A szerző ismerteti az élettartam méréseknél jelenleg használatos módszereket. Ezek: kétimpulzusos módszer, Valdes-mérés, mikrohullámú abszorpció mérés. Részletesebben beszámol egy új mérési eljárásról, amelynek lényege a következő: a mintára két különböző amplitudójú lineáris felfutású fényjelet adnak. Meghatározzák a két fényjel által gerjesztett nem egyensúlyi töltéshordozó koncentráció maximum értékét, amely arányos az áramgenerátorosan táplált minta sarkain mérhető ellenállásváltozással. A két maximum hányadosából az élettartam grafikon segítségével igen egyszerűen meghatározható.

ETO 621.382.333 : 621.317.34

Házman I.:

Rétegtranzisztor határfrekvencia-mérések

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 3. sz.

Rétegtranzisztorok földelt bázisú áramviteli tényezője abszolút értékének — 3 dB-es pontjához tartozó (f_α) frekvenciának, valamint a földelt emitteres áramviteli tényező abszolút értékének egységnyi értékéhez tartozó (f_1) frekvenciának a mérése a tranzisztoros strukturális felépítése, valamint az áramköri alkalmazhatóság határaira ad felvilágosítást. A kifejlesztett mérési módszer a két fenti áramátviteli tényező abszolut értékének gyors és pontos mérését teszi lehetővé széles frekvenciasávban. Lényege a közel-rövidzárt adó nagyfrekvenciás árammérő alkalmazása, melyet egy földelt bázisú tranzisztorból álló erősítő, diódás demodulátor és egyenvagy váltakozóáramú indikátor alkot. A mérőberendezés igen egyszerűen megépíthető, a mérési módszer számos egyéb tranzisztorparaméter mérésére is felhasználható.

ETO 621.385.1.001.4 : 621.396.61

Ereky V.—Sőreg I.—Godó B.:

Adócsövek sztatikus és dinamikus vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 3. sz.

A cikk ismerteti az adócsövek sztatikus karakterisztikájának mérését impulzus módszerrel. Az impulzussal történő méréseknél felmerülő áramköri követelményeket és megoldásokat, gerjedési problémákat tárgyalja. A cikk további tartalma: adócsövek dinamikus vizsgálata, áramköri követelmények és áramköri megoldások a modern ultrarövidhullámú csövek dinamikus mérésénél.

ETO 621.316.8 : 621.315.612.2 : 666.593

Duplinszky E.—Neuhof Suski L.:

Új kerámiai hordozótest ellenállásgyártás céljára

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) 3. sz.

A szerzők ismertetik az eddig használt, normál porcelántest tulajdonságait és e tulajdonságok javítása érdekében végzett kutatás fontosabb eredményeit. Ismertetik továbbá a kutatók által kidolgozott új anyagnak, az alkáliionszegény hordozótestnek a tulajdonságait, gyártástechnológiáját és az ezzel készült kristályosszén réteg ellenállás villamos jellemzőit.

Zusammenfassungen

DK 621.396.67.015.001.24 :621.391.81

L. Edöcsény

Berechnung von Empfangsspannung und Leistung einer Antenne bei beliebigen ankommenden Wellen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 3.

Inhalt der Arbeit ist die quantitative Untersuchung der Wechselwirkung zwischen der Empfangsantenne und einer beliebigen ankommenden Welle. Im Verlauf der Untersuchung werden die Formeln für die Berechnung der unter der Wirkung der ankommenden Welle am Ausgang der Empfangsantenne erhaltene Spannung und Leistung abgeleitet, welche Formeln bei beliebigen Polarisationsverhältnissen gelten. Die Untersuchung ist auch insofern interessant, dass sie nicht auf dem Gesetz der Reziprozität zwischen Sende- und Empfangsantenne beruht. Die Arbeit enthält auch die Formel für die Transferimpedanz zwischen zwei lose gekoppelten Antennen, die zusammen mit den Formeln für die empfangene Spannung und Leistung eine wichtige Ergänzung der Antennentheorie darstellt. Die Ergebnisse werden an Hand einer detaillierten Rechnung vorgeführt, die eine nützliche Methode für die Berechnung der von einer Antennenkuppel (Radome) hervorgerufenen Reflexion darstellt.

DK 537.311.33 : 621.317.3

Frau P. Bártfai:

Lebensdauermessung der Ladungsträger in den Halbleitern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 3

Die Verfasserin erörtert die gegenwärtigen Methoden, die bei den Lebensdauermessungen angewendet werden. Diese sind: Doppelimpulsverfahren, Valdes—Messung, Mikrowellenabsorptionsmessung. Im Folgenden beschreibt sie ausführlich eine neue Messmethode.

ДК 537.311.33:621.317.3

П.-не Бартфаи:

Измерение жизни носителей зарядов в полупроводниках

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 3

Описаны методы примененные при измерениях жизни в настоящее время. Эти: метод с двумя импульсами, измерение Валдес, измерение микровольновой абсорпции. Дан подробный отчет о новом методе измерения, существо котого следующее: даются два сигнала света различной амплитуди и линейного возхождения. Определится максимальное значение концентрации небалансовых носителей зарядов возбужденного двумя сигналами света. Это максимальное значение пропорционально с измеряемым изменением сопротивления на зажимах образца питанного как генератор тока. Жизнь определится из частного двух максимумов очень просто с помощью графика.

ДК 621.382.333:621.317.34

И. Хазман:

Измерения предельных частот плоскостных транзисторов

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 3

Измерения частоты (f_α), принадлежающей к пунктам 3 дб абсолютной величины коэффициента усиления по току в схеме с общей базой, а также частоты (f_1) принадлежащей к величине единицы абсолютной величины коэффициента усиления по току с общим эмиттером дают информации по структуре и пределам возможности применения в схемах транзисторов. Метод измерения, разработанный автором, дает возможности измерить точно и быстро два вышеуказанного коэффициента усиления по току в широком диапазоне частот. Прибор содержит измеритель тока в. ч., составляющий приблизительно которкое замыкание, усилитель с транзистором с общей базой, демодулятор с диодом и индикатор постоянного или переменного тока. Прибор очень просто построить и метод может быть применен тоже для измерения многих других параметров транзистора.

ДК 621.385.1.001.4:621.396.61

В. Эреки—И. Шерег—Б. Годо:

Статическое и динамические испытание генераторных ламп

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 3

Описан метод измерения статических характерисних генераторных ламп с помощью импульсов. Трактуются требования электрических цепей и их решения, проблемы самовозбуждения, возникающие при измерении импульсами. Изложены дальше: динамическое испытание генераторных ламп, требования и решения цепей при динамических испытаниях современных генераторных ламп УКВ.

ДК 621.316.8:621.315.612.2:666.593

Э. Дуплински—Л. Найхоф-Шушки:

Новый керамический корпус для производства сопротивлений

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будабешт) XV. (1964) № 3

Описаны свойства нормальных керамических корпусов, примененных до сих пор и важнейшие результаты исследований проведенных с целью усовершенствования этих свойств. Изложены свойства нового материала разработанного авторами: корпуса содержающего малого количества щелочных ионов, его технология производства и электрические параметры солротивлений с слоем кристаллического уголя, которые изготовлены на этих корпусах.

Summaries

UDC 621.396.67.015.001.24 : 621.391.81

L. Edöcsény:

Calculation of the Voltage and Power Received by the Antennae in the Case of an Arbitrary Incident Wave

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 3,

The paper offers the quantitative investigation of the interaction of the receiving antennae and the oncoming wave. In the course of the discussion it derives the formulae serving for the calculation of the voltage and power obtained at the output of the receiving antennae on the effect of the oncoming wave, which formulae are valid under arbitrary polarization conditions. In the described investigation it is of interest, that it is not based on the theorem of reciprocity referring to the transmitter and receiver antennae. The paper also supplies the formula of the transfer impedances of two weakly coupled antennas, which with the formulae of the obtained voltage and power, represents an important supplement to the antennae theorem. The application of the results is presented in connection with a detailed calculation, which supplies a useful method for the calculation of the reflection caused by a radome.

UDC 537.311.33 : 621.317.3

Mrs. Bártfai:

Lifetime Measurement of the Charge Carriers in Semiconductors

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

The author presents the methods used to the measurement of lifetime. These methods are: two impulse methods, Valdes-measurement, microwave absorption measurement. In the following she

Dieser Methode gemäss werden zwei linear steigende Lichtsignale von verschiedenen Amplituden gegeben und der Maximalwert der durch Lichtsignal erregten Nicht-Gleichgewichtsträgerkonzentration wird bestimmt. Dieser Wert is mit dem auf den Klemmen des Stromgenerators gespeisten Probe messbarer Widerstandervänderung proportional. Von die Quotienten der zwei Maximum ist der Lebensdauer mit Gratikon sehr leicht zu bestimmen.

DK 621.382.333 : 621.317.34

I. Házman:

Grenzfrequenzmessung der Flächentransistoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 3

Die Messung der Frequenz (f_a), bei der der Absolutbetrag des Stromverstärkungsfaktors des in Basisschaltung betriebenen Flächentransistors um 3 dB abhält, sowie jener Frequenz (f_1) bei der der Absolutbetrag des Stromverstärkungsfaktors des in Emitterschaltung betriebenen Transistors auf 1 abnimmt, gibt Auskunft über den strukturellen Aufbau sowie über die Grenzen der schaltungstechnischen Verwendbarkeit des Transistors. Die entwickelte Messmethode ermöglicht die rasche und genaue Messung des Absolutbetrages obiger beider Stromverestärkungsfaktoren im breiten Frequenzband. Das Grundprinzip der Messmethode ist die Anwendung eines nahezu Kurzschluss sichernden Hochfrequenzstrommessers, der aus einem in Basisschaltung arbeitenden Transistorverstärker, einem Diodendemodulator und einem Gleich- oder Wechselstromindikator besteht. Die Messchaltung ist sehr einfach aufzubauen. Die Messmethode eignet sich zur Messung einer Anzahl von übrigen Transistorparametern.

DK 621.385.1,001.4 : 621.396.61

V. Ereky—I. Sőreg—B. Godó:

Dynamische und statische Prüfung der Senderöhren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr

Der Artikel erörtert die Messung der statischen Charakteristik der Senderöhren nach der Impulsmethode. Er beschäftigt sich mit den bei der Impulsmethode auftretenden Forderungen, Lösungen und Induktionsproblemen. Der weitere Inhalt des Artikels ist: die dynamische Prüfung der Senderöhren, Stromkreisfragen und Lösungen bei der dynamischen Messung der modernen UKW-Röhren.

DK 621.316.8 : 621.315.612.2 : 666.593

E. Duplinszky— L. Neuhof Suski:

Neue keramische Trägerkörper zur Widerstandsherstellung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 3

Die Verfasser erörtern die wichtigeren Resultate der Forschungen die zur Entdeckung und Verbesserung der Eigenschaften normaler Porzellankörper ausgeführt wurden. Ferner werden die Eigenschaften des von den Forschern ausgearbeiteten, neuen Materials des alkalionarmen Trägerkörpers, dessen Herstellungstechnologie und die elektrische Eigenschaften der mit dieser Technologie hergestellten Glanzkohlewiderstände bekannt gemacht.

gives account in details of a new measuring process: giving two linear growing light signals with two different amplitudes, the max. value of the concentration of non-equilibrium carrier induced by the two light signals is determined and this value is proportional to the resistance change measurable on the end contacts of the sample which are biasing with a current generator. From the quotient of the two maximums the lifetime may be determined with a diagram in a simple way.

I. Házman:

Junction Transistor Cut-off Frequency Measurements

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

The measurement of the frepuency (f_a) belonging to the 3 dB value of the magnitude of the common base current gain of junction transistors and those of the frequency (f_1) belonging to the unity value of the magnitude of the common-emitter current gain give informations of structural construction of the transistors and of the limits of the applicability in circuits. The developped method makes possible the quick and accurate measurement of the magnitude of the two above mentioned current gains in a wide range of frequency. The principle of the measuring is the application of a high frequency ammeter giving near short-circuit, which is composed of an amplifier consisting of a common base transistor, a diode demodulator and of a d.c or a.c. indicator. The measuring instrument may be built very simply, the measuring method can be used for the measurement of many other transistor parameters.

UDC 621.385.1.001.4 : 621.396.61

V. Ereky—I. Sőreg—B. Godó:

Static and Dynamic Tests of Transmitting Tubes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

The paper presents the measuring results of the static characteristics of transmitting tubes obtained with pulse method. He discusses the circuit requirements and solutions arising at measurements with pulse method and the problems of excitement. The further content of the article is: dynamic test of the transmitting tube, circuit requirements and solutions in the dynamic measurement of recent ultra short wave tubes.

UDC 621.382.333 : 621.317.34

UDC 621.316.8 : 621.315.612.2 : 666.593

E. Duplinszky—L. Neuhof Suski:

New Ceramic Substrate for Resistors

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

The authors present the characteristics of the normal ceramic substrates used till today and the most important results of researches made to improve their properties. They describe further the properties of their newly elaborated material poor in alkali ions for substrates, their production technology and the electrical characteristics of the carbon film resistors made by this technology.

Résumés

CDU 621.396.67.015.001.24 : 621.391.81

L. Edöcsény:

Calcul de la tension et de la puissance reçues par une antenne, pour des ondes incidentes quelconques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

L'étude présente l'examen quantitatif de l'action mutuelle de l'antenne de réception et d'une onde incidente quelconque. Pour le calcul de la tension et de la puissance reçues à la sortie de l'antenne de réception, sous l'action de l'onde incidente, l'auteur déduit des formules valables dans des conditions de polarisation quelconque. La méthode de calcul a ceci de particulier qu'elle ne repose pas sur le théoreme de la réciprocité entre les antennes d'émission et de réception. L'étude contient aussi la formule de l'impédance de transfert de deux antennes à couplage lâche, formule qui, jointe à celles de la tension et de la puissance reçues, constitue un complément important de la théorie des antennes. L'application des résultats est présentée à l'aide d'un calcul détaillé, apportant une méthode utile pour le calcul des réflexions causées par un radome.

CDU 537.311.33 : 621.317.3

Mme. P. Bártfai:

Mesure de la durée de vie du porteur de charge dans les semiconducteurs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

L'auteur fait connaître les procédés utilisés à présente pour la mesure de la durée de vie. Ce sont: méthode à deux impulses, mesure de Valdes, mesure d'absorption à microonde. Elle fait un compte rendu détaillé d'un nouveau procédé de mesure dont voici l'essentiel: on donne sur l'échantillon deux signaux lumineux des différentes amplitudes l'intension lumineuse se croit d'un façon linéaire. Elle dètermine la valeur maximale de la concentration de porteurs de charge non d'équilibre produits par les deux signaux lumineux, proportionelle en changement de resistance mesuré aux angles d'échantillon alimenté par un générateur de courrant. Le quotient des deux maxims donne à l'aide d'un graphique la durée de vie cherchée.

CDU 621.382.333 : 621.317.34

I. Házman:

Mesure de la fréquence de coupure des transistors à jonction

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

La mesure de la fréquence (f_a), ou la valeur du module du gain en courant dans la montage base commune des transistors à jonction décru de 3 dB et celle de la fréquence (f_1), qui appartient à la valeur-unité du module du gain en courant dans le montage émetteur commun donnent des informations sur la construction structurelle des transistors et sur les limites de leur applicabilités dans les circuits. Par cette méthode la vite et exacte mesure du module des deux gains en courant dans une large bande de fréquence devient possible. Le principe de la mesure est l'application d'un ampèremètre de haut fréquence guarantissant un présque court-circuit. Cet ampèremètre consiste d'un amplificateur d'un transistor au montage base commune, d'un démodulateur à diode et d'un indicateur au courant continu ou alternatif. La construction d'un pareil instrument de mesure ne présente aucune difficulté, la méthode de mesure peut être appliquée à la mesure d'autre paramètres de transistor aussi.

CDU 621.385.1.001.4 : 621.396.61

V. Ereky—I. Sőreg—B. Godó:

Essais statique et dynamique des tubes d'emission

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

L'article fait connaître la mesure des carateristiques statiques des tubes d'emission avec la méthode d'impulsions. Il discute des exigences et solutions se présentant dans les mesures à l'impulsion ainsi que les problèmes d'induction. Puis il s'occupe de l'essais dynamique des tubes d'émission, des exigences et solution du circuit dans la mesure dynamique des tubes moderns d'ondes ultra courtes.

CDU 621.316.8 . 621.315.612.2 : 666.593.

E. Duplinszky—L. Neuhof Suski:

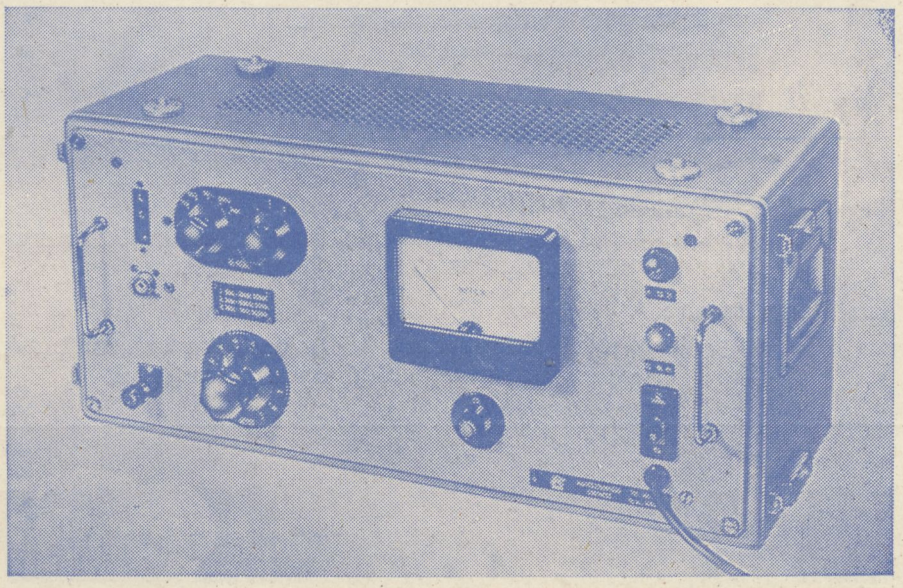
Un nouveau support ceramique pour la production des resistances

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 3.

Les auteurs font connaître les propriétes de la porcelaine normale appliquée jusqu'à présente et les rèsultats plus importants des recherches faites pour l'amélioration de ces qualités. Ils présentent les qualitès de la nouvelle matière — pour un support pauvre en ion alcalin — élaborée par eux-mêmes et décrivent sa technologie et les caractéristiques électriques des resistances à couche de carbone y mentionnée.

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

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



Műszaki adatok:

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

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

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

Elektronika KTS BUDAPEST

A lap példányonkénti eladási ára: 4,— Ft

TRAFO KTSZ

TRANSZFORMÁTOR KTSZ.

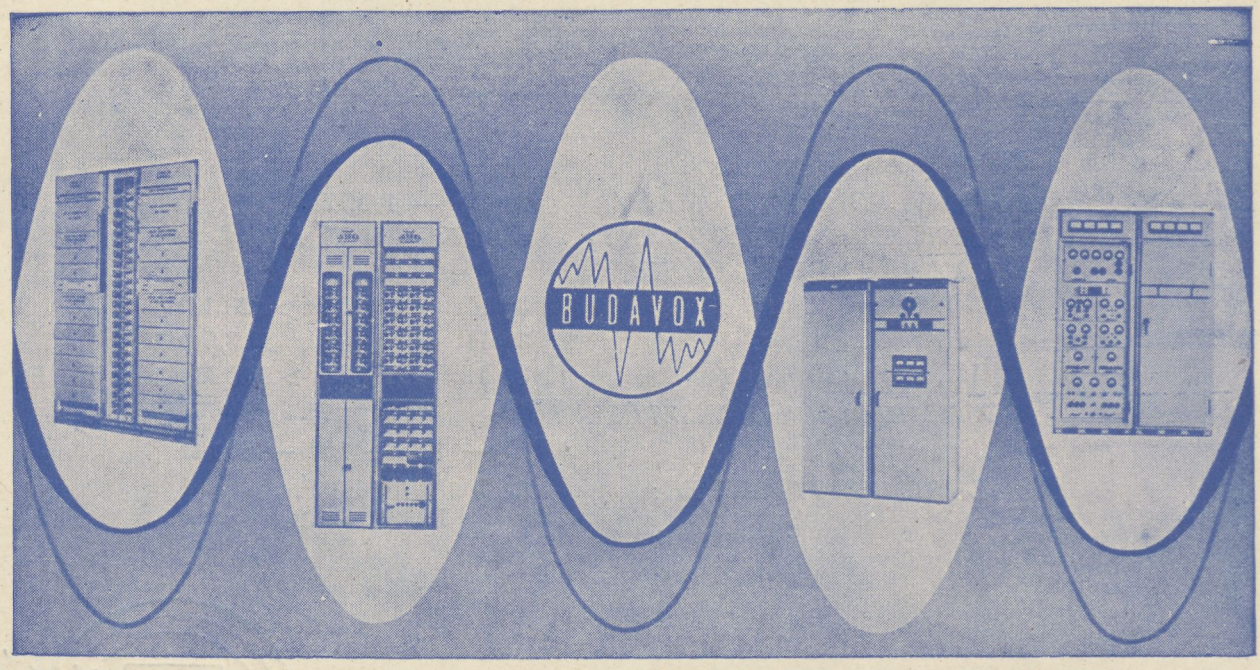
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorsszabályozók

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

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



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

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

BUDAVOX

BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

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