50 165

ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

XVIII. ÉVFOLYAM, 10. SZÁM, 301—332 OLDAL
BUDAPEST, 1967. OKTÓBER HÓ 10

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

1967. október, XVIII. évfolyam, 10. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

MAGOS ANDRÁS – ZOMBORY LÁSZLÓ: Kisfrekvenciás adóhurok mágneses tere 301
SZENTANNAI PÉTER: Dinamikus áramkörök működési idejének meghatározása 308
Párizsi elektronikai alkatrész kiállítás 317
TARDOS LÁSZLÓNÉ: Idegen ionok hatása Mn-Zn ferritek mágneses sajátságaira 319
A Popov Egyesület tudományos ülésszaka 327
A HTE 1967. november havi rendezvényei 329
Hírek 329
Tartalmi összefoglalások 329
Обобщения 329
Zusammenfassungen 330
Summaries 330
Résumés 330

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA szerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, SÁRKÖZY GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, FLESCH ISTVÁN, RUPPENTHAL PÉTER, VÁSÁRHELYI PÁL 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 tagjai: 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, LAJKÓ SÁNDOR, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VIG ISTVÁN

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, 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 61,066 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA": P. O. B 149 Budapest 62.

67 1080 Egyetemi Nyomda, Budapest

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

MAGOS ANDRÁS—ZOMBORY LÁSZLÓ
BME Elméleti Villamosságtan Tanszék

Kisfrekvenciás adóhurok mágneses tere

ETO 538.13 : 621.396.721.029.4 : 654.937.7

Kis távolságú vezeték nélküli összeköttetést (személyhívó, helyhez nem kötött tolmácsberendezés stb.) célszerű kisfrekvenciás áram mágneses terével, induktív úton létrehozni. Ilyen megoldást alkalmaz például a Híradástechnikai Vállalat „Telinform" személyhívó berendezése.

A helyhez kötött adóberendezés az áramot adóhurkon hajtja keresztül. Ez lényegében a beszórandó terület, épület elrendezésétől függő alakú, egy vagy többmenetes, sokszor bonyolult geometriájú tekercs. A zsebben hordozható vevőberendezés tekercse függőleges tengelyű ferritrúdon helyezkedik el. Így a két tekercs közötti induktív csatolásban csak a tér függőleges komponense játszik szerepet. Az összeköttetés természetesen egyirányú, információátvitel csak a helyhez kötött adótól a mozgó vevő felé történhet.

Egy adott berendezésnél a hurokban folyó áram és a vevőkészülék működtetéséhez szükséges minimális függőleges térerősség-komponens értéke ismert. Például a már említett „Telinform" hurokárama 1 A, a minimális függőleges térerősség-komponens pedig $5\ \frac{\mathrm{mA}}{\mathrm{m}}$. Ezeknek az adatoknak az ismeretében az adóhurok elhelyezésére vonatkozó általános szabályokat igyekeztünk adni az alábbi szempontok szerint:

1. Hogyan számítható a vízszintes síkban elhelyezett hurok mágneses térerősségének függőleges komponense, ha a hurok közelében elhelyezkedő tárgyak a mágneses teret nem befolyásolják?

2. A fenti feltétel mellett adott elrendezésnél hol lesz a mágneses tér függőleges komponensének minimuma a hurok síkjában és ezzel párhuzamos síkokban? Mekkora a minimum értéke?

3. Az előbbiek alapján milyen úton végezhető el a hurok tervezése?

A gyakorlati szempontnak megfelelően három hurokelrendezést vizsgálunk:

1. Egy síkban fekvő egyenes vezetőkből összeállítható hurok.

2. Téglalap alakú hurok.

3. Kör alakú hurok.

Jelen cikk a „Telinform"-mal kapcsolatos számításokat kissé általánosítva tárgyalja. Itt nem foglalkozunk azonban az adóhurok impedanciájának számításával. Az adókészülék optimális terhelőimpedanciáját ugyanis a hurokkal sorbakapcsolt hangoló impedancia megfelelő választásával egyszerűen beállíthatjuk.

1. A feladat matematikai megoldása

A mágneses térerősség számításánál a Biot—Savart törvényből indulunk ki:

$$\bar{H} = \frac{I}{4\pi} \oint \frac{\mathrm{d}\bar{l} \times \bar{r}^0}{r^2}, \qquad (1)$$

ahol I a zárt vezetőhurokban folyó áram, $\mathrm{d}\bar{l}$ a hurok egy elemien kicsi irányított szakasza, $\bar{r}^0$ ettől a szakasztól a vizsgált pont felé irányuló egységvektor, r pedig a fenti szakasz és a vizsgált pont távolsága. Az integrálás során a hurok körüljárási iránya a pozitív áramirány. Az áramot amperben, a hosszakat pedig m-ben helyettesítve a mágneses térerősséget $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{m}}$-ben kapjuk. A törvény csak mágneses szempontból homogén térben érvényes.

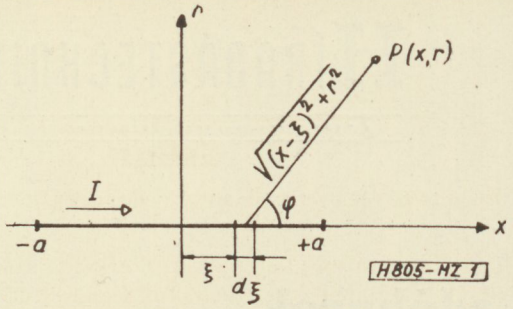
2. Árammal átjárt egyenes vezetőszakasz mágneses tere

Egyenes szakaszokból összeállított zárt vezetőhurok esetén az (1) integrált szakaszonként számítjuk és az így kapott rész-térerősségeket összegezzük. Fizikailag csak ez az összeg értelmezhető, matematikailag azonban meghatározható egyetlen egyedülálló, árammal átjárt egyenes vezetőszakasz mágneses tere. Ez a tér hengerszimmetrikus, így csupán két koordináta függvénye. A számítás céljából válasszuk koordinátarendszerünket az 1. ábrán látható módon. Ekkor (1) alapján a mágneses térerősség abszolút értéke a $P(x, r)$ pontban:

$$H = \frac{I}{4\pi} \int_{-a}^{a} \frac{r}{[(x-\xi)^2 + r^2]^{3/2}}\, \mathrm{d}\xi \qquad (2)$$

és az integrált kiértékelve:

$$H = \frac{I}{4\pi r} \left(\frac{a-x}{\sqrt{a-x^2+r^2}} + \frac{a+x}{\sqrt{a+x^2+r^2}} \right) \qquad (3)$$



1. ábra. Koordináta-rendszer egyenes vezető terének számításához

A térerősségvektor mindenütt merőleges a P pont és az egyenes szakasz által meghatározott síkra, irányát a jobbcsavarszabály adja meg.

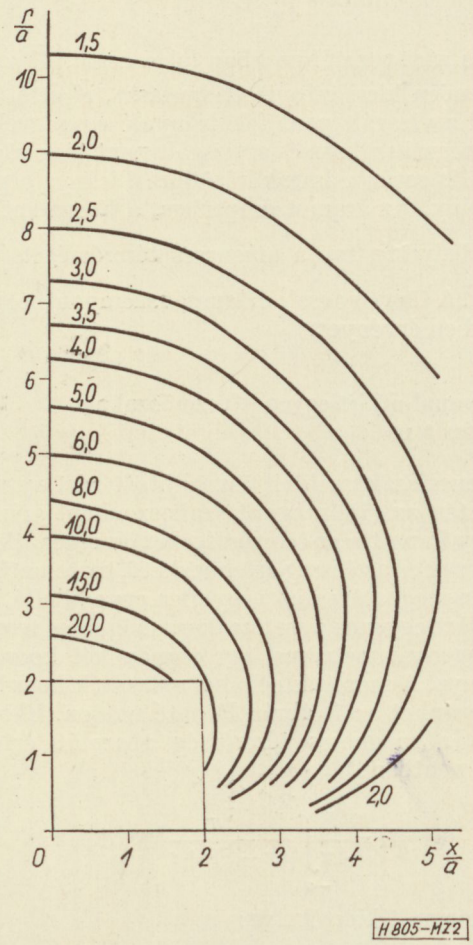
(3)-ból kapjuk, hogy

$$\frac{H}{I/a}=\frac{I}{4\pi\frac{r}{a}}\left[\frac{1-\frac{x}{a}}{\sqrt{\left(1-\frac{x}{a}\right)^2+\left(\frac{r}{a}\right)^2}}+\frac{1+\frac{x}{a}}{\sqrt{\left(1+\frac{x}{a}\right)^2+\left(\frac{r}{a}\right)^2}}\right], \tag{4}$$

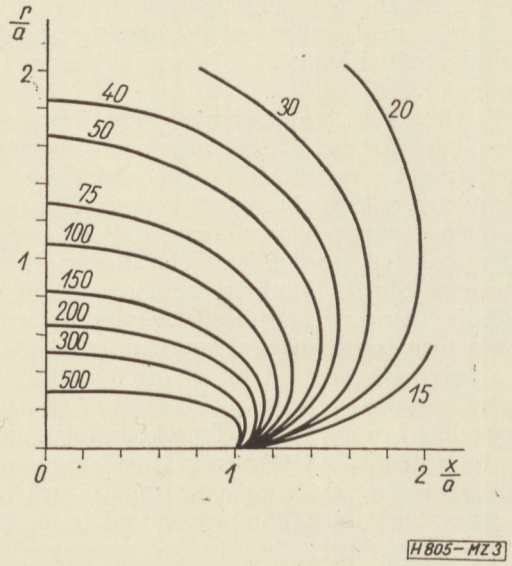
azaz a $\frac{H}{I/a}$ viszony csupán az $\frac{r}{a}$ és $\frac{x}{a}$ dimenziótlan mennyiségek függvénye. Ez a kifejezés bármilyen $2a$ hosszúságú egyenes szakaszra azonos. A számítások meggyorsítása érdekében célszerű (4)-et grafikusan megadni. Legszemléletesebbnek a szintvonalas ábrázolás mutatkozik: a koordináta-tengelyekre $\frac{r}{a}$, ill. $\frac{x}{a}$ értékeit mérjük fel és összekötjük az azonos $\frac{H}{I/a}$ értékhez tartozó pontokat.

Két ilyen diagramot szerkesztettünk: a $0<\frac{r}{a}<10$; $0<\frac{x}{a}<5$ (2. ábra) és a $0<\frac{r}{a}<2$; $0<\frac{x}{a}<2$ (3. ábra) tartományokra.

A diagram két szintvonal közötti területen természetesen nem adhat pontos értéket, de a térerősség alsó határának jó becslésére feltétlenül alkalmas.



2. ábra. $10^3\frac{H}{I/a}$ értéke a relatív távolságok függvényében



3. ábra. $10^3\frac{H}{I/a}$ értéke a relatív távolságok függvényében

A mágneses térerősség vertikális komponensének meghatározásához nézzük a viszonyokat a P ponton átmenő és az x tengelyre merőleges síkban (4. ábra). A háromszögek hasonlóságából

$$H_z=H\frac{y}{r}.$$

H értékét a diagramból vesszük, r és y pedig a vizsgált pont helyzetéből közvetlenül meghatározható. Tetszőleges pontban a vertikális térerősséget úgy határozzuk meg, hogy kiszámítjuk az egyes szakaszok által a vizsgált pontban létrehozott „rész-térerősségek" vertikális komponensét és ezeket összegezzük. A (3)-ból látható, hogy az $r=0$, $x=a$ pont a függvény szinguláris pontja. Ennek a környékén (azaz a keret töréspontjánál) a diagram nem használható. Ebben a tartományban azonban a térerősség meghatározására jó közelítő összefüggéseket adhatunk. A következőkben ezeket határozzuk meg.

Legyen a vezetékszakasz végének közelében fekvő P pont két koordinátája $\varrho(\ll a)$ és φ (5. ábra).

Ekkor

$$x = a - \varrho \cos \varphi$$

$$y = \varrho \sin \varphi$$

behelyettesítésével (3)-ból közelítéssel a

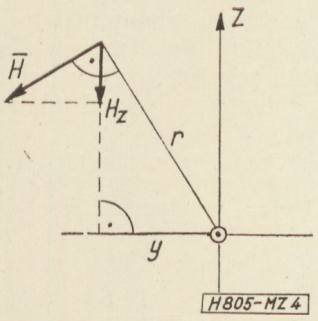
$$H \approx \frac{I}{4\pi\varrho} \frac{1+\cos\varphi}{\sin\varphi} = \frac{I}{4\pi\varrho} \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \qquad (6)$$

összefüggéshez jutunk. Az elhanyagolás hibájának abszolút értékére fennáll a

$$|\Delta H| < \frac{I}{8\pi} \frac{\varrho \sin\varphi}{(2a - \varrho\cos\varphi)^2} \qquad (7)$$

egyenlőtlenség.

Kitűzött szempontjainknak megfelelően ezután határozzuk meg az egyenes szakasz végpontjának közelében a térerősségnek vertikális (valamely z tengellyel párhuzamos) komponensét. Ehhez vezessünk be új koordináta-rendszert (6. ábra), amelyben P pontunk helyzetét ψ, η és z jellemzik. Eddigi változóink kifejezései:



4. *ábra.* A térerősség vertikális komponensének számítása

$$\varrho = \sqrt{z^2+\eta^2} \quad \cos\varphi = \frac{\eta\cos\psi}{z^2+\eta^2} \quad \sin\varphi = \frac{\sqrt{z^2+\eta^2\sin^2\psi}}{\sqrt{z^2+\eta^2}}.$$

Ezeket (6)-ba behelyettesítve és rendezve, a

$$H = \frac{I}{4\pi\sqrt{z^2+\eta^2}} \frac{\sqrt{z^2+\eta^2}+\eta\cos\psi}{\sqrt{z^2+\eta^2\sin^2\psi}} \qquad (8)$$

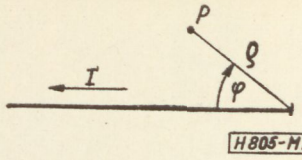
kifejezést kapjuk. A vertikális komponens

$$H_z = H\cos\alpha = H\frac{\eta\sin\psi}{\sqrt{z^2+\eta^2\sin^2\psi}} \qquad (9)$$

és ide (8)-ból helyettesítve:

$$\frac{H_z}{I/z} = \frac{1}{4\pi\sqrt{1+\left(\frac{\eta}{z}\right)^2}} \frac{\frac{\eta}{z}\left[\sqrt{1+\left(\frac{\eta}{z}\right)^2}+\frac{\eta}{z}\cos\psi\right]\sin\psi}{1+\left(\frac{\eta}{z}\right)^2\sin^2\psi}. \qquad (10)$$

Láthatóan $\frac{H_z}{I/z}$ két mennyiség: $\frac{\eta}{z}$ és ψ függvénye. Szintvonalas ábrázolása azonban sokkal nehezebb és sokkal kevésbé szemléletes a $\frac{H}{I/a}$-ra kapott görbéknél.



5. *ábra.* Koordináta-rendszer a vezető végpontjának közelében

Gyakorlatilag fontos a keret síkjától távol, a sarokpont feletti térrészben észlelhető függőleges térerőkomponens. Vizsgáljuk ezért az $\eta \ll z$ esetet. (10)-et sorbafejtve és $\frac{\eta}{z}$-ben harmadfokú tagnál megállva

$$\frac{H_z}{I/z} \approx \frac{1}{4\pi}\frac{\eta}{z}\left[1+\frac{\eta}{z}\cos\psi-\left(\frac{\eta}{z}\right)^2\sin^2\psi\right]\sin\psi \qquad (11)$$

(11)-ből első közelítésben

$$H_z \approx \frac{I}{4\pi}\frac{\eta}{z^2}\sin\psi. \qquad (12)$$

A továbbiakban ezt az összefüggést fogjuk használni a sarokpont környékének vizsgálatakor. (12) hibájának megadásánál igen óvatosan kell eljárnunk, hiszen (8) és így (9) maga is közelítő összefüggés. Felírhatjuk, hogy

$$H_{z\,\text{pontos}} = H_z + \Delta H_{z1} + \Delta H_{z2}, \qquad (13)$$

ahol

ΔH_{z1} a (9) összefüggés közelítésből eredő hibája,

ΔH_{z2} pedig a (12) összefüggés hibája (10)-hez viszonyítva.

ΔH_{z1}-re (7) és (9) felhasználásával felírhatjuk a

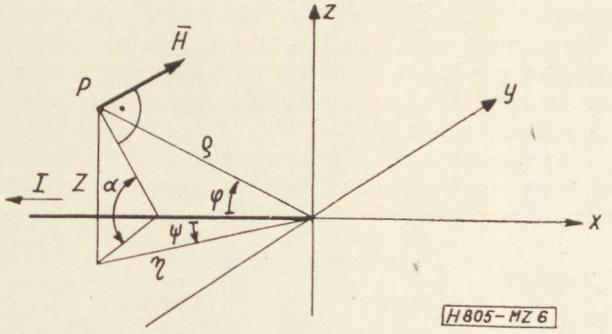
$$\Delta H_{z1} < \frac{I}{8\pi}\frac{\sqrt{z^2+\eta^2\sin^2\psi}}{(2a-\eta\cos\psi)^2}$$

egyenlőtlenséget, míg ΔH_{z2}-re:

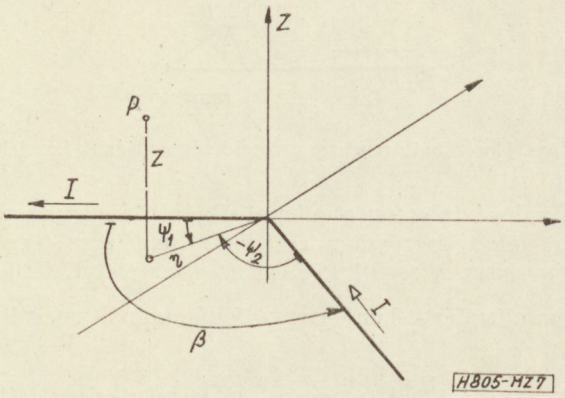
$$\Delta H_{z2} < \frac{I}{4\pi}\frac{\eta^2}{z^3}\sin\psi\cos\psi = \frac{I}{8\pi}\frac{\eta^2}{z^3}\sin 2\psi.$$

(13)-ból látható, hogy a teljes elkövetett hiba abszolút értékére legrosszabb esetben is

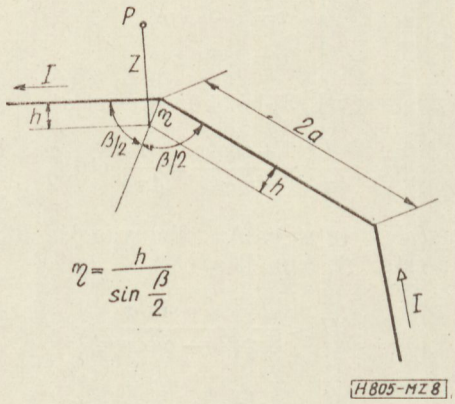
$$\Delta H_z = \Delta H_{z1} + \Delta H_{z2} < \frac{I}{8\pi}\left[\frac{\sqrt{z^2+\eta^2\sin^2\psi}}{(2a-\eta\cos\psi)^2}+\frac{\eta^2}{z^3}\sin 2\psi\right]. \qquad (14)$$



6. *ábra.* Koordináta-rendszer a vezető végpontjának közelében a vertikális térerősségkomponens számításához



7. *ábra.* A töréspont környezete



8. *ábra.* Holt sáv a töréspont környezetében

(Mindenütt a távolságok abszolút értékeit helyettesítjük).

Pontosabb számításhoz (11)-ből megadhatjuk a második közelítést, hibatagjával (ΔH_{z2}) együtt.

A (12) összefüggés-érvényességi határain belül — módot nyújt arra, hogy két egyenes szakasz találkozási pontjának környezetében a két szakaszban folyó áram által létrehozott tér vertikális komponensét meghatározzuk. Az elrendezést és a jelöléseket a 7. ábra szemlélteti.

Első közelítésben a két szakasz hatására kialakuló „rész-térerősség" vertikális komponense:

$$H_z = \frac{I}{4\pi}\,\frac{\eta}{z^2}\,[\sin\psi_1 - \sin(-\psi_2)]. \qquad (15)$$

A negatív előjelek a szögre és áramra vonatkozó előjelkonvenciók eredményei.

Trigonometriai átalakítással és a $\psi_1+\psi_2=\beta$ egyenlőség figyelembevételével kapjuk (15)-ből:

$$H_z = \frac{I}{2\pi}\,\frac{\eta}{z^2}\,\sin\frac{\beta}{2}\,\cos\left(\psi_1-\frac{\beta}{2}\right). \qquad (16)$$

(15) és (16) hibája (14) felhasználásával az összeg hibájára vonatkozó összefüggésekkel megadható.

3. Egyenes szakaszokból összeállított vezetőkeret tere

A következő szempontokat adhatjuk egyenes vezetőkből álló szabálytalan sokszög vizsgálatára.

A vertikális komponensnek a sarokpontok felett minimuma van, hiszen itt a két legközelebbi vezető terének nincs vertikális komponense. Természetesen felléphet minimum a geometriai középpont környékén is, erre azonban szabálytalan sokszögnél összefüggést megadni nem tudtunk.

A sarokpont feletti térrész vizsgálatánál tételezzük fel, hogy egy h szélességű holt sáv megengedhető (8. ábra). Ezen sáv belsejében a térerősség függőleges komponense az előírt minimum alá csökkenhet. Ekkor a vertikális térerő minimumát a P' pont feletti P pontokban találjuk. Tételezzük fel, hogy a P pontban a távolabbi vezetők terének vertikális komponense elhanyagolható a saroknál találkozó vezetőkéhez képest.

Ekkor H_z értéke a P pontban (16) felhasználásával és $\eta=\dfrac{h}{\sin\frac{\beta}{2}}$; $\psi_1=\dfrac{\beta}{2}$ helyettesítéssel

$$H_z = \frac{I}{2\pi}\,\frac{h}{z^2} \qquad (17)$$

(17) érvényességének feltétele, hogy $a \gg z \gg \eta$, ahol a betűk jelentése a 8. ábrából leolvasható.

Ha a távolabbi oldalak tere nem hanyagolható el, akkor a (17) által megadott térerősséghez hozzá kell adnunk a többi hurokoldal hatására létrejövő vertikális térerősségkomponenst. Használjuk fel ehhez a 2., ill. 3. ábra diagramjait, valamint a 4. ábrát és az (5) összefüggést.

Ha a keret többi oldalai közel vannak, rendszerint nem teljesül az $a \gg z$ feltétel. A (17) formula használhatatlansága esetén valamennyi oldal hatását a fenti módon számítjuk.

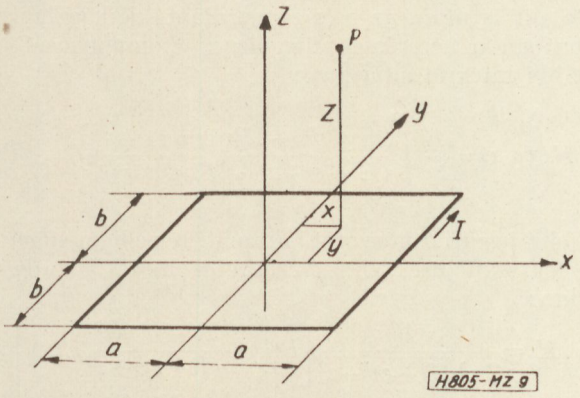
Ha a vertikális térerő minimuma nem éri el a kívánt szintet, két vagy több egymás fölé helyezett hurkot alkalmazunk. Ennek a számításával egyszerűbb keretelrendezések terének részletes elemzése után foglalkozunk.

4. A téglalap alakú hurok

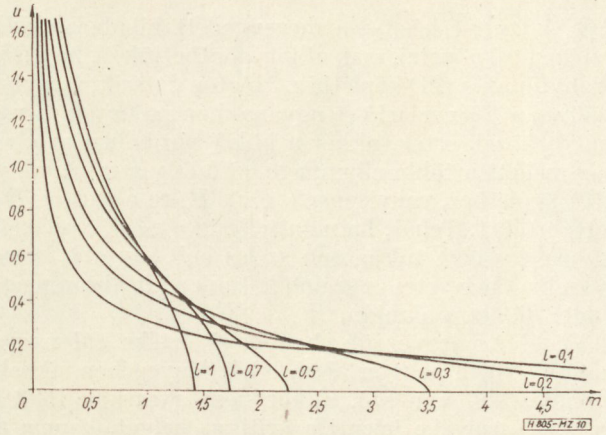
Az egyenes szakaszokból összeállított hurok egyik legegyszerűbb, ugyanakkor a gyakorlatban legsűrűbben előforduló esete a téglalap alakú hurok (9. ábra). A tér tetszőleges pontjában a mágneses térerősség függőleges (z-irányú) komponense a (3) képlet alapján határozható meg:

$$H_z(x,y,z) = \frac{I}{4\pi}\left\{\frac{(a+x)(b+y)}{\sqrt{(a+x)^2+(b+y)^2}}\left[\frac{1}{(a+x)^2+z^2}+\frac{1}{(b+y)^2+z^2}\right]+\frac{(a+x)(b-y)}{\sqrt{(a+x)^2+(b-y)^2z^2}}\left[\frac{1}{(a+x)^2+z^2}+\frac{1}{(b-y)^2+z^2}\right]+\right.$$

$$\left.+\frac{(a-x)(b+y)}{\sqrt{(a-x)^2+(b+y)^2+z^2}}\left[\frac{1}{(a-x)^2+z^2}+\frac{1}{(b+y)^2+z^2}\right]+\frac{(a-x)(b-y)}{\sqrt{(a-x)^2+(b-y)^2+z^2}}\left[\frac{1}{(a-x)^2+z^2}+\frac{1}{(b-y)^2+z^2}\right]\right\}, \qquad (18)$$



9. ábra. Téglalap alakú hurok



10. ábra. H_z mininális értéke téglalap alakú hurok esetén

ahol I jelenti az áramerősséget, a, b, x, y, z jelentése az ábráról leolvasható.

Könnyen belátható, hogy a $-a \leq x \leq a$ és $-b \leq y \leq b$ tartományban a hurok síkjával párhuzamos síkokban (z=áll.) H_z a téglalap sarkai fölött, pl. az $x=a$ és $y=b$ pontban lesz minimális. A minimum értéke:

$$H_{z0}=\frac{I}{4\pi}\,\frac{de}{\sqrt{d^2+e^2+z^2}}\left[\frac{1}{d^2+z^2}+\frac{1}{e^2+z^2}\right] \qquad (19)$$

ahol d és e jelöli a téglalap oldalainak hosszát.

Bevezettük az

$$u=\frac{z}{d} \qquad l=\frac{e}{d} \qquad \text{és} \qquad m=\frac{4\pi H_z d}{I} \qquad (20)$$

dimenzió nélküli mennyiségeket, és ezek segítségével ábrázoltuk H_{z0} és z közötti, (19) alatt megadott függvénykapcsolatot, ahol l-et tekintettük a görbesereg paraméterének (10. ábra). Ez a diagram felhasználható arra, hogy adott méretű hurok esetén meghatározzuk a térerősség függőleges komponensének minimumát az érdekes tartományban, vagyis H_z-t a téglalap sarkai felett. Ha a térerősség függőleges komponensének szükséges értéke és az áramerősség adott, és ugyanakkor ismeretesek a hurok méretei, akkor a fenti diagram segítségével meghatározható, hogy mennyire lehet eltávolodni a hurok síkjától anélkül, hogy H_z az előírt minimális érték alá csökkenjen.

Közelebbről megvizsgálva a (18) alatti függvényt kiderül, hogyha z értéke a-hoz és b-hez képest nem túl nagy, és például elindulva az $x=a$ és $y=b$ pontból x és y értéket fokozatosan növeljük, kezdetben H_z rohamosan növekszik. Ez azt jelenti, hogy bár a sarkok fölött a térerősség esetleg nem éri el az előírt minimumot, kicsit beljebb már igen. Más szóval, hogyha a kereten belül megengedünk egy keskeny holt sávot, z megengedhető maximális értékére sokkal kedvezőbb eredményt kapunk. A térerősség függőleges komponensének közelítő értéke az $x=a-h$ és $y=b-h$ pontban (ahol h jelenti a holt sáv szélességét és $h \ll z$):

$$H_z \approx \frac{I}{2\pi}\left[\frac{de}{2\sqrt{d^2+e^2+z^2}}\left(\frac{1}{d^2+z^2}+\frac{1}{e^2+z^2}\right)+\frac{h}{2z^2}\left(\frac{d}{\sqrt{d^2+z^2}}+\frac{e}{\sqrt{e^2+z^2}}\right)+\frac{h^2}{z^3}\right] \quad (h \ll a, b, z), \qquad (21)$$

ahol $d=2a$ és $e=2b$, és a szögletes zárójelben $\frac{h^3}{z^4}$ nagyságrendű tagokat hanyagoltunk el. Először azt az esetet vizsgáljuk, amikor $z \ll d, e$. Ha a fenti kifejezésben d^2 és e^2 mellett elhanyagoljuk z^2-et, akkor H_z-re az alábbi közelítő képletet kapjuk:

$$H_z \approx \frac{I}{2\pi}\left(\frac{\sqrt{d^2+e^2}}{2de}+\frac{h}{z^2}+\frac{h^2}{z^3}\right). \qquad (22)$$

Ha adott az áramerősség és H_z előírt minimális értéke, ezt jelöljük H_0-val, akkor a fenti képlet alapján kiszámítható a hurok síkjától z távolságra levő síkban a holt sáv h szélessége:

$$h \approx z\,\frac{\sqrt{1+4kz}-1}{2}, \qquad (23)$$

ahol

$$k=\frac{2\pi H_0}{I}-\frac{\sqrt{d^2+e^2}}{2de}. \qquad (23a)$$

Ha kihasználva a $h \ll z$ feltételt a (21) képletben elhanyagoljuk a $\frac{h^2}{z^3}$ tagot is, és kifejezzük z-t, kapjuk hogy

$$z \approx \sqrt{\frac{h}{k}}, \qquad (24)$$

ahol k ugyanazt jelenti, mint előbb. Ezen képlet segítségével a holt sáv szélességének és H_0, I, d és e ismeretében meghatározható, hogy milyen messzire lehet eltávolodni a hurok síkjától.

Hangsúlyozni kell, hogy a (24) képlet csak a $z \ll d, e$ reláció teljesülése esetén jelent jó közelítést. Ha olyan z érték adódik ki, amelyre ez már nem teljesül, akkor z értékét mindenképpen választhatjuk olyan nagyra, amely mellett a közelítések hibája még megengedett. A térerősség értékénél fellépő relatív hiba az alábbi nagyságrendben van:

$$\Delta=\frac{2z^2}{d^2+e^2}.$$

Azt, hogy z-t lehet-e a megengedett hibából adódó értéken túl növelni, csak akkor dönthetjük el, ha visszanyúlunk a (21) képlethez. Rögtön látszik, hogyha teljesül a $h \ll z$ reláció és ugyanakkor z a hurok méreteihez közeli érték, akkor a külső zárójelben az első tag mellett a többi elhanyagolható és visszajutunk a (19) képlethez, vagyis megkapjuk H_z-re a sarkok feletti értéket. Tehát, ha nem teljesül a $z \ll d, e$ reláció, akkor egy nem túlságosan széles holt sáv alig befolyásolja a helyzetet és számolhatunk a 10. ábrán megadott diagram alapján.

Végül megjegyezzük, hogyha h értéke túl nagy, vagy z értéke nagyon kicsi, tehát lényegében síkbeli elrendezésről van szó, akkor nem a sarkok fölötti pontok környéke jelenti a kritikus helyet, hanem a téglalap középpontja feletti pont ($x=0$ és $y=0$).
A térerősség ebben a pontban

$$H_z = \frac{I}{\pi} \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2+z^2}} \left(\frac{1}{a^2+z^2} + \frac{1}{b^2+z^2} \right). \qquad (25)$$

Ez a függvény ugyanolyan felépítésű, mint a (22) alatti. Ezért, ha úgy látszik, hogy ellenőrizni kell, vajon a téglalap középpontja felett is eléri-e H_z az előírt értéket, akkor felhasználható a 10. ábrán látható diagram, csak az u, l, m paraméterek értelemszerűen mást jelentenek, vagyis

$$u = \frac{z}{a} \qquad l = \frac{b}{a} \qquad \text{és} \qquad m = \frac{\pi H_z a}{I}. \qquad (26)$$

Ezt az ellenőrzést általában csak akkor kell végrehajtani, ha síkbeli elrendezés a vizsgálat tárgya, vagyis $z \approx 0$. Viszont ilyenkor a térerősség a téglalap középpontjában az alábbi egyszerű alakban adható meg:

$$H_z = \frac{I}{\pi} \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = \frac{2I}{\pi} \frac{\sqrt{d^2+e^2}}{de}. \qquad (27)$$

5. Kör alakú hurok

A kör alakú hurok esete inkább elvi szempontból érdekes, bár a gyakorlat is igényli ennek az esetnek az ismeretét akár kör alakú, akár körrel közelíthető sokszög alakú épületek esetén.

A kör alakú hurok tere nyilvánvalóan hengerszimmetrikus lesz, ezért célszerű a problémát hengerkoordináták segítségével tárgyalni (11. ábra). A Biot—Savart-törvény alkalmazásával, némi matematikai átalakítás után, az r és z koordinátákkal jellemzett pontban a térerősség függőleges komponensét az alábbi integrál adja meg:

$$H_z(r, z) = \frac{I}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{R^2 - 2Rr\cos\varphi}{(R^2+r^2+z^2-2Rr\cos\varphi)^{3/2}} \, d\varphi, \qquad (28)$$

ahol I jelenti a körvezető áramát, R pedig a sugarát. A fenti kifejezés visszavezethető elliptikus integrálokra:

$$H_z = \frac{I}{2\pi\sqrt{(R+r)^2+z^2}} \left[F(k) + \frac{R^2-r^2-z^2}{(R-r)^2+z^2} E(k) \right],$$

ahol $F(k)$ elsőfajú teljes elliptikus integrál, vagyis

$$F(k) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\alpha}{\sqrt{1-k^2\sin^2\alpha}}.$$

$E(k)$ másodfajú teljes elliptikus integrál, vagyis

$$E(k) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1-k^2\sin^2\alpha} \, d\alpha$$

és a k paramétert az alábbi összefüggés definiálja

$$k = \sqrt{\frac{4Rr}{R+r^2+z^2}} \qquad (29)$$

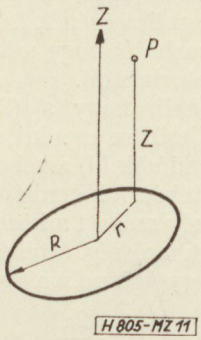
Megvizsgálva a H_z függvényt egy a hurok síkjával párhuzamos síkban (z=konst.) és a kör R sugaránál kisebb sugarakra ($r \leq R$) az derül ki, hogy z elegendően nagy értékeinél H_z legkisebb értéket a tartomány határán vagyis $r=R$ esetben veszi fel. Ekkor

$$H_z = \frac{I}{4R\sqrt{1+u^2}} [F(k) - E(k)], \qquad (30)$$

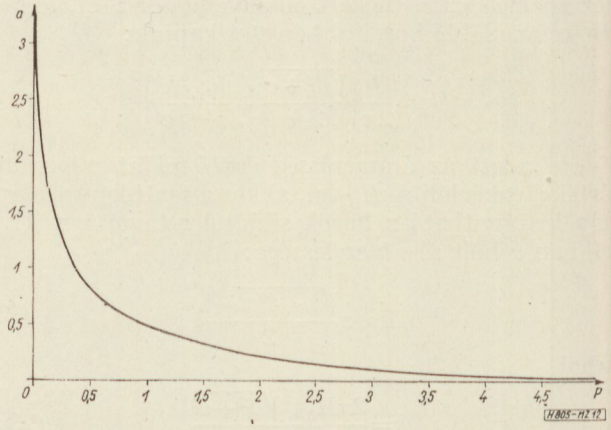
ahol $u = \frac{z}{2R}$ és $k = \frac{1}{\sqrt{1+u^2}}$.

Ezt a függvénykapcsolatot ábrázoltuk a 12. ábrán, ahol az egyik tengelyre u-t, a másikra a

$$p = \frac{4\pi H_z R}{I}$$



11. ábra. Kör alakú hurok



12. ábra. H_z minimális értéke kör alakú hurok esetén

dimenzió nélküli paramétert vittük fel. Ez a diagram felhasználható arra, hogy a hurok síkjával párhuzamos tetszőleges sík $r \ll R$ tartományában meghatározzuk H_z minimális értékét, vagyis H_z-t az $r=R$ pontban. Ha H_z megengedhető minimális értéke adott, akkor a diagram alapján kiszámítható, hogy mennyire lehet eltávolodni a hurok síkjától anélkül, hogy H_z az előírt érték alá csökkenjen.

Határozzuk meg végül H_z-t a tengely mentén, vagyis az $r=0$ esetben:

$$H_z(r=0)=\frac{I}{2}\frac{R^2}{(R^2+z^2)^{3/2}}=\frac{I}{2R}\frac{1}{(1+4u^2)^{3/2}}, \quad (31)$$

ahol u ugyanazt jelenti mint előbb. Összevetve a (30) és (31) képleteket az derül ki, hogy u kis értékeire a térerősség a tengely mentén kisebb mint az $r=R$ pontban. A részletesebb számítások azt mutatják, hogy ez akkor van így, ha $u<2{,}7\cdot10^{-3}$, vagyis $z<5{,}4\cdot10^{-3}R$. Ilyen kis u értékek esetén a térerősség minimális értéke az $r \leq R$ tartományban

$$H_z=\frac{I}{2R}. \quad (32)$$

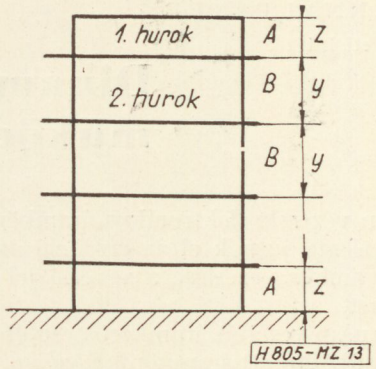
Innen látszik, hogy az alkalmazható legnagyobb hurok sugara

$$R_{max}=\frac{I}{2H_0}, \quad (33)$$

ahol H_0-val jelöltük a térerősség megengedett minimális értékét. Természetesen ebben az esetben alig távolodhatunk el a hurok síkjából, vagyis lényegében síkbeli elrendezésről van szó.

6. Több hurok alkalmazása

Túl magas épületek esetében az eddig ismertetett számítások alapján kiderülhet, hogy egyetlen hurok nem biztosítja a kijelölt térrészben mindenütt a szükséges térerősséget. Ilyenkor két, esetleg több, különböző magasságokban elhelyezett hurok alkalmazása szükséges (13. ábra). Legcélszerűbb ezeket a hurkokat sorba kapcsolni; ilyenkor közös lesz az áramuk. Az



13. ábra. Több hurok alkalmazása egy épületen

ábrán A-val jelölt zónákban gyakorlatilag csak egy hurok hatása érvényesül, ezért aszerint, hogy milyen alakú a hurok, az eddig ismertetett módszerek egyikével meghatározható a z-vel jelölt méret lehetséges maximális értéke. A B-vel jelölt zónákban két hurok hatása érvényesül, a többi hurok hatása elhanyagolható. Nyilvánvaló, hogy a térerősség a két hurok közti felezősíkban lesz a legkisebb és az is nyilvánvaló, hogy ezen síknak abban a pontjában, ahol a térerősség a legkisebb, az egy hurok által létrehozott térerősségkomponens szükséges minimális értéke az előírt érték (H_0) fele. Így minden további nélkül alkalmazni lehet az eddigi számítási módszereket, csak H_0 helyett 0,5 H_0-val kell számolni és az így nyert lehetséges maximális távolság (z) kétszerese adja két hurok lehető legnagyobb távolságát, vagyis $y=2z$. Látszik, hogy ha n számú hurkot alkalmazunk, akkor az az épületmagasság, amely mellett az épület belsejében a térerősség függőleges komponense még mindenütt eléri az előírt értéket, az alábbi alakban adható meg

$$h=(n-1)y+2z. \quad (34)$$

Ha az épület magassága adott, akkor az előző képlet alapján meg lehet határozni, hogy hány hurok szükséges.

Befejezésül köszönetet szeretnénk mondani dr. Vágó István docensnek munkánkban nyújtott segítségéért.

A Papír- és Nyomdaipari Műszaki Egyesület rendezésében aug. 29-én az Ulano & Co. Inc. Brooklyn-(Zürich) európai főmegbízottja, H. Kuncz tartott előadást, „szitanyomó sablonok előállítása" címmel.

A vállalatnak egyik főterméke a Rubylith elnevezésű filmanyag, amely 0,05–0,08 mm vastagságú poliészter hordozórétegen szintetikus ragasztóval kötött fényzáró emulziót tartalmaz. Az emulziónak a hordozóig történő bemetszésével a film alá helyezett rajz, (nyomtatott huzalozás v. alkatrész, mikromodul-klisé stb.), tetszőleges pozitív vagy negatív képe állítható elő az emulzióréteg megfelelő részének eltávolításával. Az így nyert klisé egyszerű nedvesítéssel megtapad a szitán ahol (a hordozóréteget leválasztva) percek alatt másolásra kész. A Blue Poly-2 és Poly-X elnevezésű anyagok fényérzékenyített fotokontakt filmek, hordozójuk a fentivel azonos. Kezelési idejük a hagyományos anyagokénak törtrésze, méretartásuk és megbízhatóságuk kiváló. Kontúrbiztos, jó képet adnak bármilyen fényzáró klisé, különösen Rubylith, v. Amberlith felhasználása esetén. A kétféle anyag együttes használatával a Rubylith-maszkok megőrizhetők és a nyomtatás bármikor reprodukálható.

SZENTANNAI PÉTER
Posta Kísérleti Intézet

Dinamikus áramkörök működési idejének meghatározása

ETO 621.373.431.064.001.24

Sztatikusan vezérelt elektronikus áramkörök vezérlő jelei közvetlenül jutnak el az érzékelő áramkörhöz, ezért az áramkör vezérlése a vezérlő jel kezdetétől a végéig tart.

Dinamikusan vezérelt áramkörök esetében a vezérlő jel és a működtetett áramkörök közé ún. dinamikus áramköröket helyeznek el. Egy áramkör dinamikus vagy sztatikus volta az irodalomban általában nincs egyértelműen meghatározva. A továbbiakban dinamikus áramköröknek az olyan elektronikus áramköröket tekintjük, amelyek bemeneti és kimeneti jelét leíró függvény Laplace-transzformáltjának fokszáma nem egyenlő. A dinamikus áramkörök módosítják a vezérlő jelet, ezért a vezérlő jel és az érzékelő áramkör vezérlése között a kapcsolat az alábbiak szerint alakulhat:

a) Az érzékelő áramkör vezérlése a vezérlő jellel egyidőben kezdődik, de a vezérlő jel megszűnte előtt fejeződik be. Ilyenek pl. az impulzuskapukon keresztül működtetett áramkörök (számláló láncok, forgó láncok stb.).

b) Az érzékelő áramkör vezérlése a vezérlő jel után meghatározott idővel kezdődik, és a vezérlő jellel egyidőben fejeződik be. Ilyen a késleltető áramkörökkel működtetett áramkörök egy része.

c) Az érzékelő áramkör vezérlése a vezérlő jellel egyidőben kezdődik, és a vezérlő jeltől függetlenül, meghatározott idő múlva fejeződik be (monostabil multivibrátorok).

d) Az áramkör vezérlése, valamint a vezérlő jel kezdete és vége egybeesik (astabil multivibrátorok).

A fenti célokra alkalmazott dinamikus áramkörök — habár szerepükben és felépítésükben eltérnek egymástól — közös vonásokat is tartalmaznak. Ezek a következők:

a) Kondenzátorban tárolt energiával tranzisztorokat zárnak le, illetve késleltetőkben a vezető állapot kialakulását késleltetik. A vezérlés, illetve a késleltetés ideje a tárolt energia nagyságától és az általuk működtetett áramkörök fogyasztásától függ.

b) Az áramkörök ismételt vezérlése csak akkor lehetséges, ha a kondenzátorban ismét felhalmozódott a vezérléshez szükséges energia.

Dinamikus áramkörökkel kapcsolatban az egyik legfontosabb feladat működési idejük meghatározása. Az említett közös tulajdonságok következtében a különböző áramkörök kapcsolási időit azonos módon számíthatjuk.

A következőkben az egyik legösszetettebb feladatot ellátó dinamikus áramkör, az impulzuskapu (dinamikus kapu, dinamikus előtét, kiváltó előtét, dinamikus tartozék stb.) működési idejének meghatározásával foglalkozunk.

Az első részben a gyakorlatban sokszor elhanyagolható tényezőket is figyelembe vettük, az itt kapott eredményt általánosítjuk, és a többi kapcsolási idő meghatározásánál felhasználjuk.

A 4. pontban a kapcsolási elemek és a tápfeszültségek szórásából eredő hatások számításával foglalkozunk.

Az 5. pontban összehasonlítjuk a számítási és mérési eredményeket.

A cikkben az időben változó mennyiségeket kisbetűkkel, azok állandósult értékeit nagybetűkkel jelöltük. Az áramkör egy pontjának feszültségén a pont és a föld között mérhető feszültségkülönbséget értjük.

Logikai rendszer dinamikus áramköreinek tervezésekor figyelembe kell venni a velük együttműködő többi áramkör adatait is, ezek ismeretében az itt leírtak a dinamikus áramkörök vizsgálatának, illetve tervezésének alapjait képezhetik.

1. Az impulzuskapu működése, kapcsolási idők definíciói

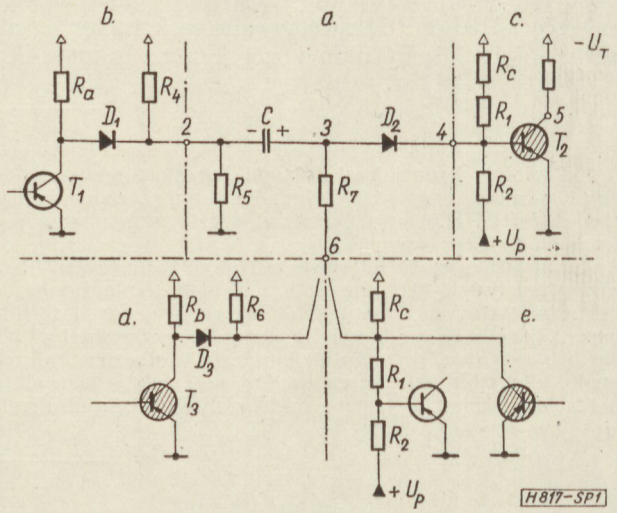
A hazai fejlesztésű központok logikai rendszerében felhasznált impulzuskapu és a hozzá kapcsolódó áramkörök rajza az 1. ábrán látható. Az impulzuskapu működése a következő.

Impulzusadás

T_1 tranzisztor vezetni kezd és ennek hatására a 2 ponton a feszültség $-U_2$-ről $-U_{20}$-ra esik.

$U_2=\frac{U_T \cdot R_5}{R_4+R_5}$ az előfeszültség, U_T a tápfeszültség, és $-U_{20}$ egy, a $-U_2$-nél kisebb feszültség.

A feszültségugrás hatására a C kondenzátoron pozitív impulzus jelenik meg, vagyis T_1 a C kondenzátort kisüti. A kisütő áram hatására T_2 bázisa



1. ábra. Az impulzuskapu és a hozzá kapcsolódó áramkörök. a) impulzuskapu; b) vezérlő áramkör; c) impulzust érzékelő áramkör; d), e), kapu nyitását, illetve lezárását végző áramkörök. Vagy *d*, vagy *e* csatlakozik a 6 ponthoz

pozitív lesz, a tranzisztor lezár, az 5 ponton tehát negatív impulzus jelenik meg.

Impulzusszünet

Az impulzusadás megismétlése csak akkor lehetséges, ha a kondenzátor előbb feltöltődött.

Kapunyitás

A C kondenzátor csak akkor tud az 1. ábrán feltüntetett polaritású feszültségre feltöltődni, ha a 6 pontra a d vagy e áramkör U_{60} feszültséget ad ($-U_{60} < -U_2$). Az U_{60} feszültség vezérli a kaput.

Kapu-lezárás

Ha a d vagy e áramkör a 6 pontra U_6 feszültséget ad ($-U_6 > -U_2$), akkor a C kondenzátor az 1. ábrán feltüntetett polaritással ellentétesen töltődik fel. Ha a b áramkörről ilyen polaritású feltöltés után érkezik jel, akkor a 3 ponton megjelenő impulzus polaritása olyan lesz, hogy a D_2 diódán keresztül nem juthat a T_2 tranzisztor bázisára.

Az impulzuskapu működésének részletes vizsgálata előtt deffiniálni kell a kapu működésére jellemző kapcsolási időket.

Impulzuskövetési idő: t_k

Az első impulzus vége és a második impulzus eleje között eltelt idő.

Kapuimpulzus szélesség: t_j

A 2 ponton fellépő, elég hosszú feszültségváltozás hatására az 5 ponton megjelenő impulzus hossza.

Kaputöltődési idő: t_t

amely alatt a kondenzátor feszültsége maximális értékének 63%-át éri el.

Kapu-feltöltődési idő: $3t_t$

amely alatt a kondenzátor feszültsége maximális értékének 95%-át éri el.

Kapu-lezárási idő: t_z

A kondenzátor áttöltéséhez szükséges idő. A kapu csak akkor zár le, ha a kondenzátor a nyitott állapottal ellentétes polaritású feszültségre töltődik fel.

Kapunyitási idő: t_n

Ennyi idő szükséges ahhoz, hogy a lezárt kapu kondenzátora áttöltődjön úgy, hogy maximális feszültségének 63%-át elérje.

Kapu-kinyitási idő: t_{ny}

Ennyi idő szükséges ahhoz, hogy a lezárt kapu kondenzátora áttöltődjön úgy, hogy maximális feszültségének 95%-át elérje.

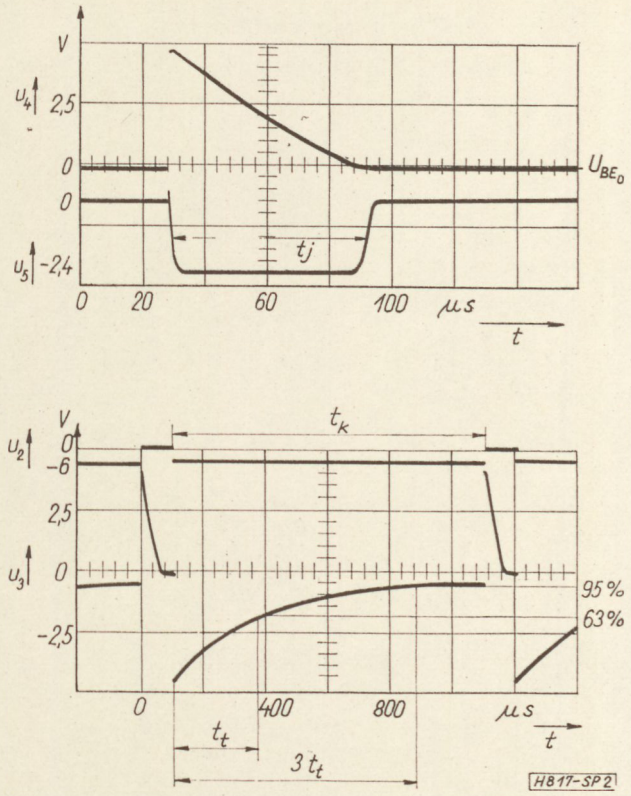
A következő pontban meghatározzuk a kapuimpulzus szélességet, t_j-t, ennek érdekében az 1. ábrát egyszerűsítő kapcsolásokkal helyettesítjük.

2. Kapuimpulzus szélesség meghatározása

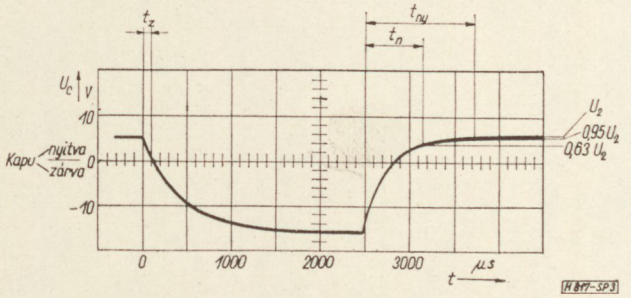
Az 1. ábrán látható áramkör a 4. ábra szerinti kapcsolással helyettesíthető.

Az 1. ábrán feltüntetett T_1 és D_1, illetve T_3 és D_3 félvezetők nyitó irányú ellenállását az R_3 illetve R_8 ellenállások helyettesítik. T_1 tranzisztor szerepét a K kapcsoló tölti be. Impulzusadás előtt K nyitott, C kondenzátor pedig feltöltött állapotban van. Impulzusadás alatt K zár, C pedig kisül. A kisülés időtartama szabja meg a kapu által kiadott impulzus szélességét, t_j-t. A t_j idő meghatározása érdekében a 4. ábrán látható kapcsolást tovább egyszerűsítjük.

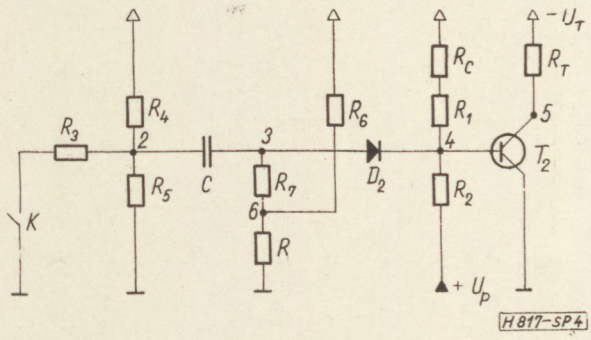
A kapuimpulzus szélesség meghatározásához ismernünk kell a feltöltött kondenzátor feszültségét,



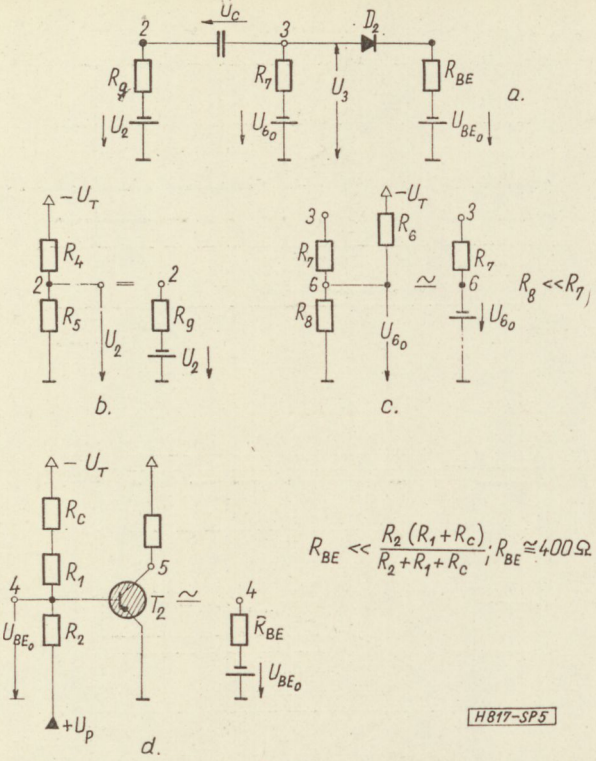
2. ábra. Az impulzuskapu feszültséggörbéi impulzusadás esetén. Az 1. ábra 2 pontjára adott impulzusok hatására a 3, 4 és 5 pontokon megjelenő feszültséggörbék. Kapcsolási idők definíciói



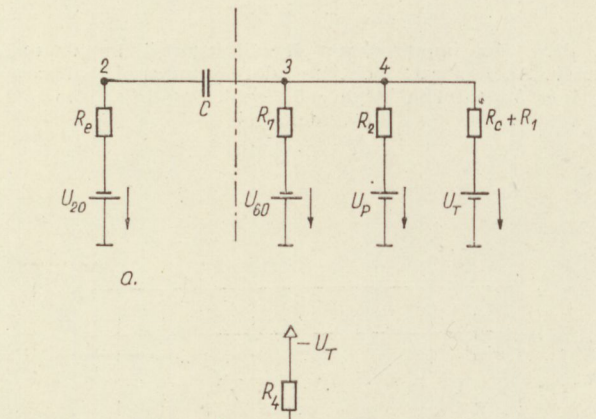
3. ábra. A C kondenzátor feszültséggörbéje a kapu vezérlése esetén. Kapcsolási idők definíciói



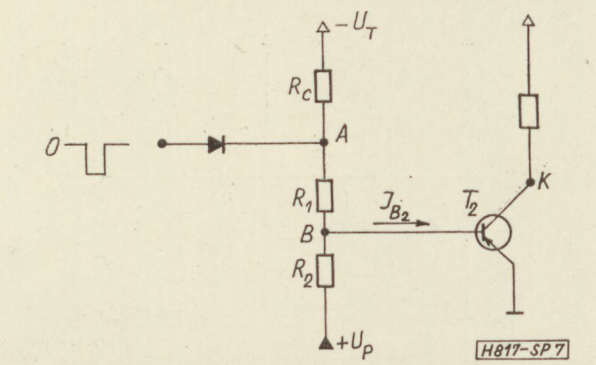
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. *ábra.* A logikai fordító vezérlése sztatikus bemenetről

amelyet U_{CK}-val jelölünk. Impulzusadás előtt a 4. ábra az 5*a* ábrán látható kapcsolással helyettesíthető, amelyen a következő egyszerűsítéseket vezettük be:

a) Felhasználtuk az 5*b* ábra szerinti helyettesítést,

ahol
$$R_g = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5}, \tag{1}$$

és
$$U_2 = \frac{U_T \cdot R_5}{R_4 + R_5}. \tag{2}$$

b) Felhasználtuk az 5*c* ábra szerinti helyettesítést.

c) Felhasználtuk az 5*d* ábrán látható helyettesítést, ahol R_{BE} a T_2 tranzisztor bázisemitter diódájának nyitó irányú ellenállása, U_{BE0} pedig a T_2 tranzisztor bázisa és emittere között vezető állapotban mérhető feszültség.

PNP típusú tranzisztorok alkalmazása esetén $U_{60} \leq 0$ és $U_{BE0} < 0$. Az 5*a* ábrán látható, hogy a 3 ponton mérhető feszültség

$$U_3 \cong \begin{cases} U_{BE0}, & \text{ha} \quad |U_{BE0}| \geq |U_{60}| \\ U_{60}, & \text{ha} \quad |U_{BE0}| \leq |U_{60}| \end{cases}. \tag{3}$$

Az első esetben ugyanis az $U_{BE0} - U_{60} < 0$ feszültség nyitja a D_2 diódát. D_2 dióda nyitó irányú ellenállása és az R_{BE} ellenállás összege sokkal kisebb, mint R_7, ezért $U_3 \cong U_{BE0}$. A második esetben D_2 záró irányú előfeszültséget kap, tehát $U_3 = U_{60}$.

Az 5*a* ábra és a (3) összefüggés alapján belátható, hogy $t = 0$ időpillanatban

$$U_{CK} \cong \begin{cases} U_{BE0} - U_2, & \text{ha} \quad |U_{BE0}| \geq |U_{60}| \\ U_{60} - U_2, & \text{ha} \quad |U_{BE0}| \leq |U_{60}|. \end{cases} \tag{4}$$

Ezzel a kezdeti feltételt meghatároztuk.

Az impulzusadás pillanatában K érintkező zár. Ezt az állapotot helyettesíti a 6*a* ábra, ahol az alábbi egyszerűsítéseket alkalmaztuk:

a) Felhasználtuk a 6*b* és az 5*c* ábrán látható helyettesítéseket. R_e az R_3, R_4 és R_5 ellenállások eredője.

b) A 4. ábra D_2 diódája impulzusadás alatt nyitó irányú előfeszültséget kap, így ellenállása az R_C, R_1 és R_2 ellenállások eredőjéhez képest elhanyagolható.

c) Impulzusadás esetén T_2 tranzisztor bázisára pozitív impulzus jut. A pozitív impulzus elején a tranzisztor hatása úgy jelentkezik, mintha kis kapacitás, később pedig úgy, mintha nagy ellenállás csatlakozna a 4 ponthoz. Mivel T_2 tranzisztor belső kapacitása lényegesen kisebb, mint a C kondenzátor értéke, és a kollektor-bázis záró irányú ellenállása sokkal nagyobb, mint az R_C, R_1 és R_2 ellenállások eredője, ezért T_2 a helyettesítő képből elhanyagolható.

T_2 tranzisztor bázisában tárolt töltés nagyságát a fordító sztatikus vezérlésével felvett görbék alapján határozhatjuk meg. A fordító sztatikus vezérlését a 7. ábra szerinti elrendezésben mértük. A fordító megfelelő pontjain megjelenő feszültség hullámalakjai a 8. ábrán láthatók.

Az u_B és u_A görbék összehasonlításakor kitűnik, hogy miután az A ponton már 0 V feszültség van, u_B egy ideig még negatív marad. A pozitív feszültség

hatására a bázisba folyó áram, I_{B2} kiszámítható, ez a megadott kapcsolásban 0,33 mA. A tranzisztor bázisa a rákapcsolt pozitív feszültség után addig marad negatív, amíg a bázisában felhalmozott töltés ki nem sül. Ez az időtartam egyenlő t_s+t_f-fel, értéke kb. 5 μs.

A tranzisztor bázisában tárolt töltés a következő módon számítható ki:

$$q_B < I_{B2}(t_f+t_s)=0{,}33\cdot10^{-3}\cdot5\cdot10^{-6}\cong1{,}7\cdot10^{-9}\ \text{As}.$$

A C kondenzátorban tárolt töltés:

$$q=U_{CK}\cdot C=5{,}28\cdot10\cdot10^{-9}=52{,}8\cdot10^{-9}\ \text{As}.$$

A bázisban tárolt töltés tehát a C kondenzátor töltésének kb. 3%-a. Méréseink szerint a hazai fejlesztésű központokban felhasznált logikai fordítók esetében a legkedvezőtlenebb beállításban is $t_f+t_s\leq8$ μs, ekkor az előbb kiszámított 3%-os érték kb. 5%-ra emelkedik, vagyis a tranzisztor kapacitásának hatása elhanyagolható.

A 6*a* ábrán, az eredményvonal jobb oldalán elhelyezkedő rész tovább egyszerűsíthető. Az egyszerűsítés a 9. ábrán látható, ahol

$$\frac{1}{R_f}=\frac{1}{R_7}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_C+R_1}. \tag{5}$$

Ebből R_f-et kifejezve

$$R_f=\frac{(R_C+R_1)R_2\cdot R_7}{(R_C+R_1)\cdot(R_2+R_7)+R_2\cdot R_7}. \tag{6}$$

U_f értéke a 9. ábrán látható kapcsolásra felírt egyenletből határozható meg.

$$\frac{U_f-U_{60}}{R_7}+\frac{U_f-U_p}{R_2}+\frac{U_f-U_T}{R_C+R_1}=0, \tag{7}$$

ebből U_f-et kifejezve:

$$U_f=\frac{U_{60}\cdot R_2(R_C+R_1)+U_pR_7\cdot(R_C+R_1)+U_T\cdot R_2\cdot R_7}{(R_C+R_1)\cdot(R_2+R_7)+R_2\cdot R_7}. \tag{8}$$

Az így kapott helyettesítést a 6*a* ábrán látható kapcsolásra alkalmazva, és figyelembe véve, hogy $R_e\ll R_f$, a 10. ábra szerinti kapcsolást kapjuk.

Az áramkört jellemző differenciálegyenletből a kezdeti feltétel és a végállapot ismeretében t_j meghatározható.

A kezdeti feltételt a (4) egyenletekkel már meghatároztuk.

A végállapotot u_C azon U_C értéke határozza meg, amelynél a T_2 tranzisztor vezetni kezd. T_2 tranzisztor a 10. ábrán a 4 ponthoz csatlakozik, ezért

$$u_4\geq0\tag{9}$$

esetben lezár,

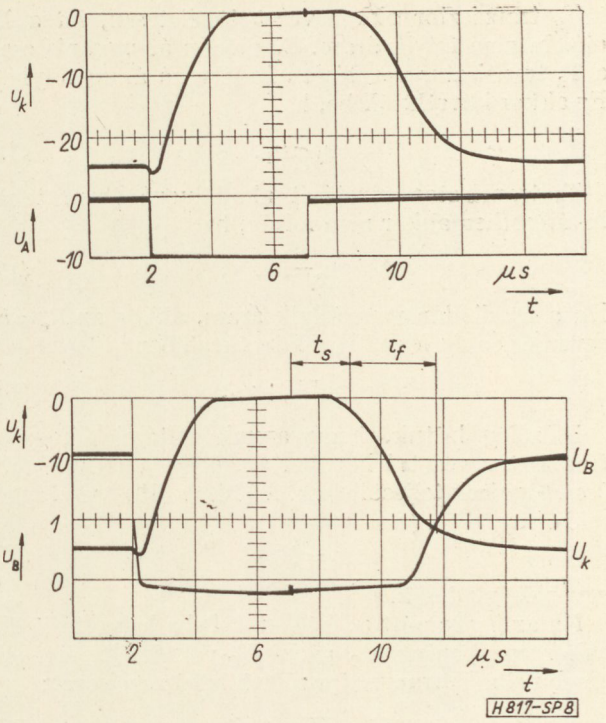
$$u_4=U_{BE0} \tag{10}$$

esetben pedig vezet. Tehát a

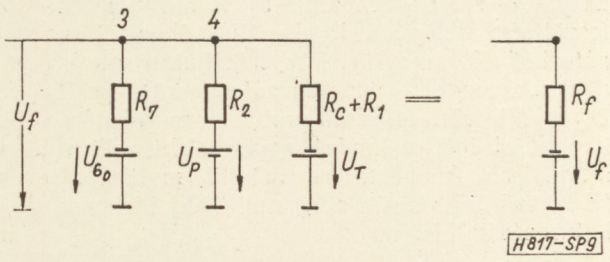
$$0\geq u_4\geq U_{BE0} \tag{11}$$

intervallum befutása alatt vált át lezárt állapotból vezető állapotba.

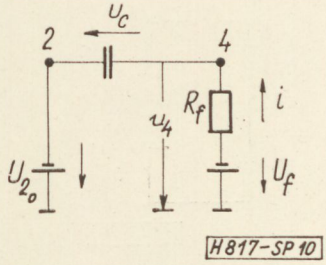
T_2 lezárt állapotának megfelelő helyettesítés a 10. ábrán, a vezető állapotnak megfelelő helyettesítés a 11. ábrán látható.



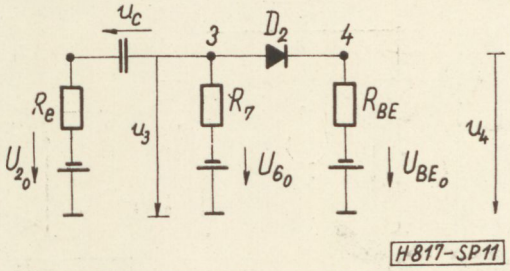
8. ábra. A logikai fordító feszültséggörbéi sztatikus vezérlés esetén



9. ábra



10. ábra. Az impulzuskapu helyettesítő képe impulzusadás alatt



11. ábra. Az impulzuskapu helyettesítő képe impulzusadás végén

T_2 tranzisztor akkor vezet tökéletesen, ha a D_2 diódán nem folyik áram. D_2 diódán át ugyanis csak a T_2 tranzisztor vezetését akadályozó áram folyhat. Ez akkor következik be, ha

$$u_3 \leq u_4. \tag{12}$$

T_2 tranzisztor vezetését akadályozó áram tehát határesetben akkor nem folyik, ha

$$u_3 = u_4. \tag{13}$$

Ha a D_2 diódán nem folyik áram, akkor az $R_e \ll R_7$ egyenlőtlenség fennállása következtében

$$u_3 \cong U_{20} + u_C. \tag{14}$$

Előzőleg láttuk, hogy annak feltétele, hogy a tranzisztor vezetni kezdjen az, hogy a (10) és (13) összefüggések teljesüljenek. A (10) és (13) összefüggésekből az

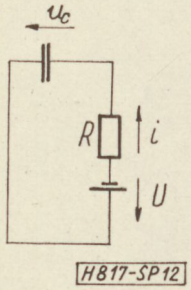
$$u_3 = U_{BE0} \tag{15}$$

egyenlőség adódik.

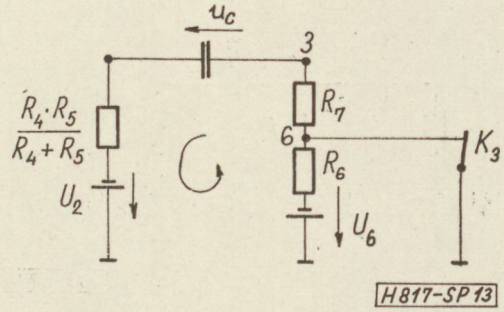
Ha az így kapott u_3 értéket (14)-be helyettesítjük, akkor megkapjuk u_C azon U_C-vel jelölt értékét, amelynél a T_2 tranzisztor már tökéletesen vezet:

$$U_C = U_{BE0} - U_{20}. \tag{16}$$

Az eddigi eredményeket a következőkben foglalhatjuk össze. Legyen adva a 12. ábrán látható, U feszültségű telepből, R ellenállásból és C kondenzátorból álló áramkör. Meg kell határoznunk azt a t_x időt, amely alatt a kondenzátor feszültsége U_{CK}-ról U_C-ra változik. Hasonló probléma merül fel a többi kapcsolási idő, valamint egyéb elektronikus alapáramkörök (monostabil-, astabil multivibrátorok, késleltető áramkörök stb.) működési idejének meghatározásánál is.



12. ábra



13. ábra. Az impulzuskapu helyettesítő képe a kapu vezérlése esetén

Az irodalomból ismert megoldás

$$t_x = R \cdot C \ln \frac{U_{CK} - U}{U_C - U} \tag{17}$$

alakú.

A továbbiakban egy-egy áramkör kapcsolási idejének meghatározásakor t_x a már definiált kapcsolási időknek felel meg. A (17)-ben szereplő mennyiségeket a kapcsolás adataiból kiszámítjuk, majd a (17) egyenletbe helyettesítjük.

Jelen esetben tehát $t_x = t_j$.

A 10. és 12. ábra összehasonlításával látható, hogy

$$R = R_f$$

$$U = U_f - U_{20}.$$

A fentieket, valamint a (10) összefüggést (17)-be helyettesítve, a keresett t_j érték

$$t_j = R_f \cdot C \cdot \ln \frac{U_{CK} - U_f + U_{20}}{U_{BE0} - U_f}. \tag{18}$$

Ezt az eredményt a mérések tapasztalatai alapján kismértékben módosítani fogjuk.

A (18) összefüggés akkor érvényes, ha a C kondenzátor az impulzusadás előtt fel tudott töltődni, vagyis ha $t_k > 3t_t$, és a kapu nyitása az impulzus érkezése előtt legalább t_{ny} idővel történt. Ha az impulzusadás előtt a C kondenzátor maximális értékének csak 63%-ára tudott feltöltődni, vagyis ha $t_k = t_t$, vagy ha a kapu nyitása az impulzus érkezése előtt t_n idővel történt, akkor (18)-ba U_{CK} helyett $0{,}63 \cdot U_{CK}$-t kell helyettesíteni.

A (18) kifejezésben előforduló mennyiségek sztatikusan mérhetők, vagy a (2), (4), (6), (8) egyenletek segítségével kiszámíthatók.

3. A többi kapcsolási idő meghatározása

A további kapcsolási időket a (17) összefüggés segítségével egyszerűen kiszámíthatjuk, csak az összefüggésben szereplő állandókat kell meghatároznunk. A gyakorlatban sokszor nincs szükség a kapcsolási idők pontos meghatározására. A következőkben a nyitó irányban, illetve telítésben működő félvezetők ellenállását, valamint a rajtuk eső feszültséget elhanyagoljuk.

3.1 Kaputöltődési és -feltöltődési idő

Impulzusadás után a kapu töltése akkor indul meg, amikor a T_1 tranzisztor lezár. C kondenzátor a T_3 vezető tranzisztoron és az R_7, R_4, valamint R_5 ellenállásokon keresztül

$$t_t = \left(\frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_7 \right) \cdot C \tag{19}$$

idő alatt maximális feszültségének 63%-ára, $3t_t$ idő alatt 95%-ára töltődik fel. A C kondenzátor akkor töltődött fel, ha a 3 ponton mérhető U_3 feszültség nem változik.

3.2 Kapu-lezárási idő

A kapu lezárásának folyamata a T_3 tranzisztor lezárásával indul meg és akkor tekintjük lezártnak, ha a kondenzátor feszültsége

$$u_C = 0 \text{ lesz,}$$

tehát

$$U_C = 0.$$

A kondenzátor áttöltődési köre a 13. ábrán látható kapcsolással helyettesíthető.

K_3 a T_3 tranzisztort helyettesíti. K_3 zárt állásában fennálló sztatikus állapot meghatározza U_{CK} értékét:

$$U_{CK} + U_2 = 0.$$

A kondenzátor áttöltődése K_3 nyitásával indul meg.

A 12. és 13. ábra összehasonlításával kapjuk, hogy

$$U = U_6 - U_2, \text{ és}$$

$$R = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_6 + R_7.$$

A fentieket (17)-be helyettesítve, a kapu lezárási ideje:

$$t_z = \left(\frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_6 + R_7 \right) C \cdot \ln \frac{U_6}{U_6 - U_2}. \qquad (20)$$

Amennyiben az 1. ábra 6 pontjához nem a *d*, hanem az *e* áramkör csatlakozik, akkor a (20) összefüggésben R_6 helyére

$$\frac{R_C \cdot R_1}{R_C + R_1}$$

értéket kell helyettesíteni.

3.3 Kapunyitási és -kinyitási idő

A 13. ábrán látható, hogy K_3 tartós bontása esetén U_C az $U_6 - U_2$ értékre csökken, és csökkenése közben áthalad az $u_C = 0$ értéken, ahol a kapu elkezd lezárni.

A kapu nyitása K_3 zárásával indul meg. A kapu nyitásához szükséges idő kiszámításához csak azt az időt kell meghatározni, amely alatt az u_C feszültség $U_6 - U_2$-ről ismét $u_C = 0$-ra emelkedik, mert az ezután lejátszódó töltési folyamat megegyezik az impulzuskapu töltési folyamatával.

A kezdeti állapotban tehát

$$U_{CK} = U_6 - U_2,$$

végállapotban

$$U_C = 0.$$

K_3 zárt állapotában a 12. és 13. ábra összehasonlításával kapjuk, hogy

$$U = -U_2,$$

és

$$R = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_7.$$

A fentieket a (19) összefüggés felhasználásával (17)-be helyettesítve:

$$t_x = t_t \cdot \ln \frac{U_6}{U_2}.$$

Az így kapott idő és a kaputöltődési, illetve feltöltődési idejének összege adja a kapu nyitási, illetve kinyitási idejét, tehát

$$t_n = t_t \left(1 + \ln \frac{U_6}{U_2} \right) \qquad (21)$$

és

$$t_{ny} = t_t \left(3 + \ln \frac{U_6}{U_2} \right). \qquad (22)$$

A kapott eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Kapcsolási idők számításának összefoglalása

	R	C	U_{CK}	U_C	U
$t_j = t_x$	$R_f = \frac{(R_C + R_1) \cdot R_2 \cdot R_7}{(R_C + R_1)(R_2 + R_7) + R_2 \cdot R_7}$	C	$U_{BE0} - U_2$, ha $\lvert U_{BE0} \rvert \gtrless \lvert U_{60} \rvert$ $U_{60} - U_2$, ha $\lvert U_{BE0} \rvert \gtrless \lvert U_{60} \rvert$	$-U_{20}$	$U_f - U_{20} = \frac{U_{60} R_2 (R_C + R_1) + U_p R_7 (R_C + R_1) + U_T R_2 R_7}{(R_C + R_1)(R_2 + R_7) + R_2 + R_7}$
$t_t = t_x$	$\frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_7$	C	$\ln \frac{U_{CK} - U}{U_C - U} = 1$		
$t_z = t_x$	$\frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_6 + R_7$	C	$-U_2$	0	$U_6 - U_2$
$\frac{t_n = t_t + t_x}{t_{ny} = 3t_t + t_x}$	$R \cdot C = t_t$		$U_6 - U_2$	0	$-U_2$

$$t_x = R \cdot C \cdot \ln \frac{U_{CK} - U}{U_C - U}, \qquad U_2 = \frac{U_T \cdot R_5}{R_4 + R_5}$$

4. Hibaszámítás

A logikai áramköröket a legkedvezőtlenebb esetre szokták méretezni. Ezért azt is ismernünk kell, hogy az alkatrészek és a tápfeszültségek megengedett legnagyobb eltérései esetén t_j értéke milyen határok között változik. A tápfeszültségek és az alkatrészek változásainak hatására létrejövő t_j változást hibaszámítással határoztuk meg, majd a hibaszámítás alapján méréssel is ellenőriztük. Tekintve, hogy igen sok változót kell figyelembe venni, a számítás részletes ismertetése nagyon hosszadalmas volna, ezért csak a számítás menetét írjuk le, és a végeredményeket közöljük. A hibaszámítást csak az áramkör legkényesebb jellemzőjére, a kapuimpulzus szélességre végeztük el, de a leírtakhoz hasonlóan a többi kapcsolási időre is elvégezhető. A hibaszámítás elvégzése azért is fontos, mert az így kapott adatok segítségével állapítható meg, hogy melyik alkatrész milyen mértékben befolyásolja t_j értékét. Vagyis így tudjuk meg, hogy melyik alkatrészt kell kisebb tűrésűnek választanunk ahhoz, hogy az áramkört javítani tudjuk.

A t_j függvény öröklött hibája a következő összefüggés alapján határozható meg:

$$\delta t_j = \sum_{n=1}^{k} \left| \frac{\partial t_j}{\partial x_n} \right|_{(a_1,\ldots,a_k)} \cdot \delta a_n, \qquad (23)$$

ahol $x_1,\ldots,x_k$ a (18) kifejezésben előforduló, t_j értékét meghatározó változók, $a_1,\ldots,a_k$ az $x_1,\ldots,x_k$ változók meghatározott értékei a vizsgált beállításban, $\delta a_1,\ldots,\delta a_k$ az $a_1,\ldots,a_k$ elemek hibái.

A (18) összefüggésben előforduló változók egy része szintén a kapcsolási elemek (2), (4), (6), (8) összefüggések által meghatározott függvénye, ezért a $\delta a_1,\ldots,\delta a_k$ értékeket szintén meg kell határoznunk. Ez a következő összefüggések segítségével történik:

$$\begin{aligned}
\delta a_1 &= \sum_{m=1}^{l} \left| \frac{\partial x_1}{\partial y_m} \right|_{(b_1,\ldots,b_l)} \cdot \delta b_m, \\
\delta a_2 &= \sum_{m=1}^{l} \left| \frac{\partial x_2}{\partial y_m} \right|_{(b_1,\ldots,b_l)} \cdot \delta b_m, \qquad (24) \\
&\vdots \\
\delta a_k &= \sum_{m=1}^{l} \left| \frac{\partial x_k}{\partial y_m} \right|_{(b_1,\ldots,b_l)} \cdot \delta b_m,
\end{aligned}$$

ahol az $x_1,\ldots,x_k$ függvényeket a (2), (4), (6), (8) kifejezések, illetve a kapcsolási adatok határozzák meg. $y_1,\ldots,y_l$ a (2), (4), (6), (8) összefüggések változói, amelyeknek meghatározott értékei $b_1,\ldots,b_l$, ezek hibája $\delta b_1,\ldots,\delta b_l$. A $b_1,\ldots,b_l$ értékeket és hibáikat a kapcsolási adatok tartalmazzák.

Ha (23)-ba a (24) egyenletrendszert behelyettesítjük, akkor az így kapott, sok tagból álló összeg mindegyikében szerepel — szorzó tényezőként — a kapcsolási adatok $\delta b_1,\ldots,\delta b_l$ hibái közül egy. Az összeget a kapcsolási adatok $\delta b_1,\ldots,\delta b_l$ hibái szerint rendeztük, és kiszámítottuk az egyes tagok együtthatóinak értékét. Az összegezést azonban nem végeztük el, hanem a fizikai működésből meghatároztuk a tagok együtthatóinak előjelét. Az egyes elemek hibája ugyanis az áramkör különböző pontjain ellentétes hatást fejthet ki.

Az előjelek figyelembevételével történő összegezést a „legrosszabb esetre" méretezett áramkörök esetén célszerű elvégezni. Amennyiben az áramkörök gyors ellenőrzésére célműszerek állnak rendelkezésre, célszerű az elemek hibáját statisztikusan összegezni. Így meghatározható, hogy adott tűrésű elemekből felépített áramkörtől milyen szórású adatokat kívánhatunk meg gazdaságosan, illetve adott előírások esetén milyen tűrésű elemekből célszerű felépíteni az áramkört. Ez utóbbi megoldás esetén az összeállított áramköröket beépítés előtt célműszerrel ellenőrizni kell a megengedett szórást túllépő áramkörök kiszűrése végett. Ezzel egyben a szerelésből és alkatrészhibából származó hibákat is kiküszöböljük.

Az együtthatók nagysága és előjele ismeretében meghatároztuk azt, hogy az egyes elemek hibájának (δb) milyen irányú beállítása hat t_j-re a legkedvezőtlenebbül.

A fentieket egy konkrét példával világítjuk meg. Ha U_T értéke pl. δb_1-gyel nő, akkor $-U_2$ és $-U_f$ is nő. A számítások szerint $-U_2$ növekedésének hatására t_j kb. 5 μs-mal nő, $-U_f$ növekedésének hatására t_j kb. 7 μs-mal csökken. $t_{j\min}$ meghatározásánál nyilván megnövekedett $-U_T$-vel számolunk, illetve a mérésnél megnövelt $-U_T$-t állítunk be.

A kapcsolási adatok $b_1,\ldots,b_l$, és azok hibái, $\delta b_1,\ldots,\delta b_l$ ismeretében meghatároztuk azt, hogy az egyes elemek megadott szélső értékei esetén t_j az „alap" beállítástól milyen mértékben tér el. Az eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

Kapuimpulzus szélesség változása az egyes elemek változásának hatására

	$R_4, R_5, R_C, R_1, R_2, R_7$	C	U_T	U_P	U_{20}	U_{60}	Σ
Δt_j μs	10,7	13,3	2,1	3	3,7	5,4	38,2

t_j hibájának meghatározásánál figyelembe vettük az egyes elemek által az áramkör különböző pontjain okozott hibák előjelét is. Az előjelek figyelembevételével kapott t_j hibát Δt_j-vel jelöltük, ez az érték jobb közelítés, mint δt_j.

Az első oszlopban feltüntetett impulzusszélesség-változás az összes ellenállás együttes, legkedvezőtlenebb értéke esetén áll elő. R_7 hibájába beszámítottuk a 3c ábra közelítésének hibáját $R_8 \leq 280\ \Omega$ esetén. U_{20} hibájában szerepel $R_e \leq 280\ \Omega$ hibája.

A táblázatból látható, hogy t_j öröklött hibáját legnagyobbrészt C hibája okozza, vagyis az áramkör csak C pontosabbá tételével javítható lényegesen.

5. Számítási példa és mérési eredmények

A következő számítási példában egy hazai fejlesztésű impulzuskapu adatait ismertetjük.

Tranzisztorok: AC 125 K (Z); $B = 75\ldots150$;
$U_{CB} = 0$; $-I_C = 50$ mA;
$-U_{BE0} \approx 0{,}2$ V;

Diódák: OA 1182

Ellenállások: R_4, R_C, R_2, 18 kΩ
R_5, 5,6 kΩ
R_6, 18 kΩ vagy 6,8 kΩ
R_7, 22 kΩ

Minden ellenállás 5% tűrésű.

Kondenzátor:		10 nF	±20%
Feszültségek:	$-U_T$	24 V	±10%
	U_p	6 V	±10%
	$-U_{20}$	0,4 V	±0,4 V
	$-U_{60}$	0,4 V	±0,4 V

Az U_{20} és U_{60} értékeket a következők alapján becsültük meg. Az impulzuskapu 2, illetve 6 pontját legfeljebb két tranzisztoron és két diódán keresztül földeljük. Katalógusadatok szerint egy diódán a feszültségesés $I_F=2$ mA-nál 0,26 V. Méréseink szerint a BHG által felhasznált logikai- és teljesítményfordítóknál AC 125 K és AC 125 U típusú tranzisztorok esetében, $-I_C=8$ mA-nál $-U_{CE0}=0{,}05$ V, $-I_C=50$ mA-nál $-U_{CE0}\leq 0{,}2$ V. ASZ 1018 típusú tranzisztorok esetén $-I_C\leq 400$ mA-nál $-U_{CE0}\leq 0{,}2$ V. A felsorolt adatokból látható, hogy egy nagyáramú és egy kisáramú fordító, továbbá két dióda sorbakötése esetén a rajtuk eső feszültség $\leq 0{,}8$ V.

A fenti adatokból az is kiszámítható, hogy $0\leq R_8\leq 280$ Ω és $0\leq R_e\leq 280$ Ω. Célszerű $R_8=R_e=0$-val számolni, így legrosszabb esetben t_j számított értéke kisebb lesz a valódi értéknél. Nagy hibát nem követünk el, mivel $R_7\gg 280$ Ω, és $R_e\ll R_f$.

A kapcsolási adatok ismeretében a kapcsolási idők kiszámíthatók.

a) t_j meghatározása

(2) szerint: $U_2=\dfrac{U_T\cdot R_5}{R_4+R_5}=-5{,}68$ V

(4) szerint: $U_{CK}=U_{60}-U_2=5{,}28$ V

(6) szerint: $R_f=\dfrac{(R_C+R_1)\cdot R_2\cdot R_7}{(R_C+R_1)(R_2+R_7)+R_2\cdot R_7}=7{,}48$ kΩ

(8) szerint:

$$U_f=\frac{U_{60}\cdot R_2(R_C+R_1)+U_p\cdot R_7(R_C+R_1)+U_T\cdot R_2\cdot R_7}{(R_C+R_1)(R_2+R_7)+R_2\cdot R_7}=$$

$$=-3{,}63\text{ V}$$

(18) szerint:

$$t_j=R_f\cdot C\cdot\ln\frac{U_{CK}U_f+U_{20}}{U_{BE0}-U_f}=67\ \mu\text{s}.$$

A 2. ábrán a C kondenzátor kisülésének u_4 görbéjéről leolvasható az előbb kiszámított t_j érték. Az u_4 és az alatta látható u_5 görbe összehasonlításával megállapítható, hogy a definiált t_j rövidebb mint C teljes kisülésének időtartama. Az is látszik, hogy t_j-t pontosabban számíthatjuk, ha feltételezzük, hogy a kisülés nem $u_4=U_{BE0}$, hanem $u_4=0$ értékig tart. Ekkor a (18) összefüggés

$$t_j=R_f\cdot C\cdot\ln\frac{U_{CK}-U_f+U_{20}}{-U_f}$$

alakú lesz. A méréseket és számításokat a hibaszámítás alapján a két szélső esetben végeztük el. A mérésekből és a számításokból kapott eredmények jó közelítéssel megegyeztek, ezeket a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

Kapuimpulzus szélesség

	min.	alap	max.	
t_i μs	28	50	80	ha $t_k=330$ μs
t_i μs	33	64	107	ha $t_k=1000$ μs

A táblázatból kitűnik, hogy $t_k=1000$ μs esetén t_j az alap beállításához képest szélső esetben 31 μs-mal csökken, és 43 μs-mal nő. Az így kapott eredmény összhangban van a hibaszámításból kapott eredménnyel, mivel a 2. táblázatban szereplő 38,2 μs a fenti két érték közé esik.

A 14. ábráról leolvasható, hogy

$$f(a-\delta a)-f(a)\leq|f'(a)\cdot\delta a|\leq f(a)-f(a+\delta a).$$

b) A többi kapcsolási idő meghatározása

(19) szerint:

$$t_t=\left(\frac{R_4\cdot R_5}{R_4+R_5}+R_7\right)\cdot C=264\ \mu\text{s},$$

(20) szerint:

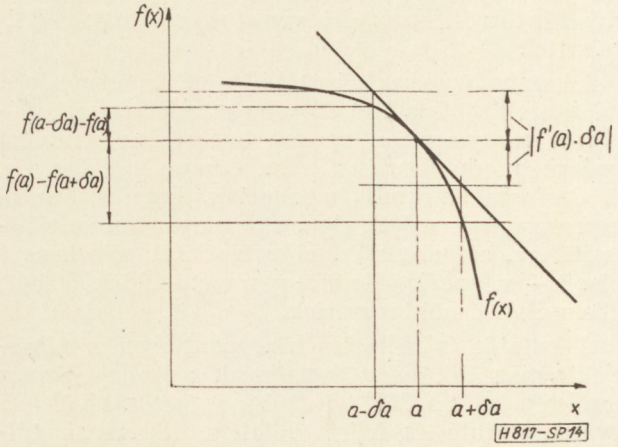
$$t_z=\left(\frac{R_4\cdot R_5}{R_4+R_5}+R_6+R_7\right)C\cdot\ln\frac{U_6}{U_6-U_2}=118\ \mu\text{s},$$

(21) szerint:

$$t_n=t_t\left(1+\ln\frac{U_6}{U_2}\right)=660\ \mu\text{s},$$

$$t_{ny}=t_t\left(3+\ln\frac{U_6}{U_2}\right)=1170\ \mu\text{s}.$$

Az eredmények összehasonlítása alapján látható, hogy az elhanyagolásokkal kapott számítási ered-



14. ábra

mények a gyakorlat számára elegendő pontossággal megegyeznek a mérésekkel.

Végezetül ezúton is köszönetemet fejezem ki Farkas Vilmosnénak a mérések pontos elvégzéséért és a felvételek készítéséért.

IRODALOM

1. *Bajcsay P.:* Matematikai összefoglaló. Tankönyvkiadó, Budapest 1957.
2. *Blum E.:* Korszerű elektronikus telefonközpontok. Elektronikus áramkörök. Mérnök Továbbképző Intézet, Budapest 1966.
3. *Egyesült Izzó:* Adatlapok 1961,...,1966.
4. *Engelhard, D.:* Zählstufen des Schaltkreissystems SIMATIC N; Siemens Zeitschrift, 1964. H. 11.
5. *Feissel, W.:* Grundbausteine des Schaltkreissystems SIMATIC H; Siemens Zeitschrift, 1966. H. 2.
6. *Simonyi K.:* Villamosságtan; Akadémiai Kiadó, Budapest 1962. 543. o.
7. *Szentannai P.:* Tranzisztoros fordítók kapcsolási idejének mérése és számítása; Posta Kísérleti Intézet Közleményei, VI. 1965.

A párizsi elektronikai alkatrész kiállítás

(1967. április 5—12.)

A francia elektronikai ipar az utóbbi évek folyamán jelentékenyen fejlesztette az elektronikai alkatrészek iparágát. Ezt bizonyította elsősorban maga a kiállítás is, amely már a katalógusban úgy hirdette magát, hogy ez a legnagyobb kiállítás az elektronika alkatrészei területén az egész világon. Kb. 1000 kiállító cég vett részt 26 országból és a statisztikai adatok szerint a kiállítást több mint 200 000 látogató tekintette meg. A kiállítás alapterülete is bővült a korábbiakhoz képest. A múlt évi kiállítás alapterületét másfélszeresre bővítették.

Változást jelent a korábbi évekhez képest az is, hogy a francia cégek kiállítása megnőtt és az alapterület kb. 40%-át tette ki. A kiállításon részt vettek a tőkés országok közül mindazok, amelyeknek fejlett elektronikai iparuk van.

Az alapvető híradástechnikai passzív alkatrészeken kívül félvezető eszközök, elektronikai és mechanikai alkatrészek is kiállításra kerültek, ezenkívül kiállítottak műszereket gyártó vállalatok is, elsősorban olyan elektronikus műszereket, amelyek az alkatrészek vizsgálatához szükségesek.

A korábbi évekhez képest a francia híradástechnikai alkatrész ipart átszervezték és ez az átszervezés a kapott információk szerint befejezés előtt áll. A CSF tröszt magába olvasztotta az alapvető alkatrészeket előállító elektronikai gyárak túlnyomó részét. Kis része, ami a francia szakemberek szerint az alkatrész iparnak csak kb. 20—30%-a, maradt a trösztön kívül. Ezek éles versenyben állnak a CSF trösszttel.

A korábbi évekhez képest fejlesztették technológiai módszereiket és a francia alkatrészek ma már felveszik a versenyt a nyugatnémet és az amerikai gyárak produktumaival minőségben és árban is. A CSF szakemberei elmondották, hogy a francia kormány nagy súlyt helyez az elektronikai ipar fejlesztésére, a kutatás és fejlesztés költségeinek egyrészét — mégpedig jelentékeny részét —, közel 50%-át állami dotálásból biztosítják.

A kutatás és fejlesztés középpontjában a mikroelektronika áll, ezzel foglalkozik az alkatrészipar területén belül a CSF tröszt és a trösztön kívül álló gyárak kutató és fejlesztő laboratóriumának túlnyomó része.

Éles konkurrencia harc folyik az amerikai gyárakkal mind a passzív, mind az aktív alkatrészek területén. Jellemző, hogy a kiállítás időszakában megjelenő újságok is foglalkoznak e témával. Az Electronics Paris Daily 1967. április 5-i száma cikket közöl az amerikai gyárak franciaországi inváziójáról az aktív alkatrészek területén. A cikk-író aggályát fejezi ki, hogy vajon fog-e sikerülni a francia gyáraknak az amerikai cégekkel felvenniök a versenyt minőség és ár szempontjából. Feltétlenül szükségesnek látja a kormány még erősebb támogatását, ami részben kutatás és fejlesztés anyagi dotálásával, másrészt védő vámok formájában valósulhatna meg.

Jelentős fejlődést mutat a francia alapanyag ipar is, amely az alkatrész ipart ellátja. Azokat az alapanyagokat, amelyeket még 1—2 évvel ezelőtt Franciaországnak importálnia kellett, jelenleg túlnyomórészt francia gyártásból biztosítani tudja. Így pl. a vékony polietiléntereftalát és polikarbonát fóliák gyártására Franciaország már berendezkedett, holott ezeket az anyagokat 1—2 évvel ezelőtt Nyugat-Németországból és az Egyesült Államokból importálta.

1. Mikroelektronika

A kiállítás egyik legérdekesebb témája a mikrominiatürizálás volt. Mind a franciaországi, mind a többi ország kiállításából megállapítható volt, hogy a mikroelektronika területével ma minden fejlett nyugati ország intenzíven foglalkozik. Látható volt az is, hogy a mikroelektronika két fő területe, a félvezető áramkörök és a szigetelő alapú vékonyréteg áramkörök fejlesztése és gyártása, egymással nem konkurál. A korábbi években ilyen jellegű konkurencia még észlelhető volt. Ez következett a korábbi években abból is, hogy a félvezető alapú mikroelektronikai áramkörök fejlesztésével és gyártásával olyan gyárak foglalkoztak, amelyek korábban félvezető eszközöket állítottak elő, amíg a passzív alkatrészeket előállító gyárak a vékonyréteg áramkörök előállításával foglalkoztak. Ma ezen a területen is változás állt be. A félvezető eszközöket előállító gyárak túlnyomó többsége mind félvezető áramköröket, mind vékonyréteg áramköröket előállít és e két mikroelektronikai megoldás ma egymás kiegészítőjeként szerepel.

1.1 Szigetelő alapú vékonyréteg áramkörök

Ami a vékonyréteg áramkörök technikáját illeti, itt az első szembetűnő változás a korábbiakhoz képest az, hogy a méreteket lényegesen csökkentették. Miután a hibrid-áramkörökben igen kis méretű szilícium tranzisztorokat alkalmaznak (1×1, 1,5×1,5 mm), a passzív elemek méreteit is ennek megfelelően csökkentették.

Az ellenállások méreteinek csökkentése lényegében úgy történik, hogy a meander alakú ellenállások vonalszélességét csökkentették 0,8—0,5 mm-ről, 0,1 sőt 0,05 mm-re. Ezt a méretcsökkentést úgy a Ni-Cr, mint a tantál ellenállásoknál végrehajtották. Az előállítás technológiájánál az indirekt maszkokról direkt maszkokra tértek át. Az ilyen kis méretű vonalszélességet viszonylag szűk toleranciával és a megfelelő pontossággal csak kontakt maszkozásos eljárással sikerült előállítani.

A kondenzátorok fajlagos kapacitásának növelését a tantál — tantálpentoxid — arany szerkezetű gőzölt fegyverzetű kondenzátorokkal sikerült elérni.

Egyes gyárak hibrid-áramköreikben a kondenzátorokat külön lapkákból állítják össze, mégpedig úgy, hogy vékony kerámia hártyákat alakítanak ki, ahol a kerámia hártya vastagsága kb. 50 μ, a fegyverzetet pedig az áramkörbe forrasztják. A kerámia dielektrikum ehhez $\varepsilon = 10\,000$ dielektromos állandóval készül. E kondenzátoroknak a hőfok karakterisztikája csak viszonylag kis hőmérséklet-tartományban elfogadható.

A vékonyréteg áramkörök mellett a vastagréteg áramköröket is előállítják. Vannak egyes cégek, amelyek mindkét technikát művelik. Az utóbbit akkor, amikor nem nagypontosságú és nem nagy stabilitású áramkörök előállítására van szükség.

A vastagréteg áramköröket általánosságban szitanyomásos eljárással készítik. Szitanyomással állítják elő az áramkör kapcsolását is ezüstpasztából. Az ellenállásokat legtöbbnyire kerámia-fém keverékből ugyancsak nyomtatás útján viszik fel a bázis lapra. A vastagréteg áramkörök alaplemeze legtöbbnyire alumíniumoxid alapú kerámia lapka. Egyes olyan áramkörök esetében, ahol nagy disszipációk szükségesek, ott jobb hővezetésű berilliumoxid kerámia lapkát alkalmaznak.

A francia gyárak gyártmányai közül elsősorban a CSF (LCC) tröszt vékony- és vastagréteg áramkörei a legelterjedtebbek.

1.2 Félvezető áramkörök

A vékonyréteg áramkörök mellett természetesen a félvezető áramkörök fejlődése is nagymértékű. A félvezető áramkörök fejlődésére jellemző az, hogy az integrálás mértéke, vagyis az egy-egy félvezető áramkörben levő félvezetők és ellenállások száma megnőtt. Az elemek száma 2—3—5-ről 10—30-ra nőtt.

A fejlődés másik iránya pedig az, hogy egyre inkább megjelennek a digitális félvezető áramkörök mellett az analóg áramkörök is, elsősorban erősítők.

2. Memoria egységek

Jelenleg verseny folyik a ferritgyűrűs és a vékony mágneses rétegekből kialakítható memoria egységek területén. A ferritgyűrűs tárak egyik hátránya az, hogy szerelésük nehézkes, kézi szerelést igényel. Viszonylag nagy tömegnél fogva a kapcsolási idő nagy, egy pár μs. Ez azt jelenti, hogy az elektronikus számítógépek sebességét, a tárak, illetőleg az alkalmazott mágneses elemek kapcsolási sebessége szabja meg. A kapcsolási sebesség növelése érdekében csökkentették a ferritgyűrűk méreteit. A korábban alkalmazott 2 mm átmérőjű ferritgyűrűk már egyáltalában nem is voltak láthatóak a kiállításon. A kiállított ferritgyűrűk külső átmérői: 0,8 mm, és 0,3 mm, sőt a Siemens gyár 0,25 mm-es ferritgyűrűket állított ki. Ez utóbbiakra már 0,5—1 μs kapcsolási időt adnak meg. Természetesen ilyen kis átmérőjű gyűrűkből memória egységek szerelése csak nagyító, vagy mikroszkóp alatt végezhető el.

Ezek mellett láthatóak voltak a kidolgozás alatt levő vékony mágneses rétegből kialakított tárak. Kiemelendő a Laboratoires Central de Télécommunications (Páris) kiállítása. Ez az intézet vékony permalloy rétegekből készített tárat dolgozott ki, amelyet nagytisztaságú rézlemezre vákuum gőzöléssel állított elő. A rétegvastagság a megadott adatok szerint 380 Å. A rézlemezre, amelynek felületét elektrolitikusan polírozzák, elsőként SiO szigetelő réteget gőzölnek. A mágneses réteg gőzölésénél anizotrop tulajdonságok elérése céljából mágneses teret alkalmaznak. A mágneses rétegekre újból szilíciummonoxidot gőzölnek. Erre gőzölik az olvasó vezetékeket, amelynek vastagsága 17 μ vastag réz-réteg, a vezetékek szélessége 0,6 mm, a közbenső szilíciummonoxid rétegvastagsága pedig 6 μ. E felületre újból szilícium-monoxid réteget gőzölnek és keresztirányban gőzölik fel az olvasó vezetéket ugyancsak rézből 35 μ vastagságban.

Az így kialakított memória egységekre nézve 75—150 ns kapcsolási időt adnak meg. E memóriaegységek egyelőre csak kiegészítő memóriaként kerülhetnek alkalmazásra, mivel a mágneses réteg hosszú idejű stabilitása, ma még nem teljesen megoldott. Közölték azonban, hogy várhatóan ez év végére már olyan vékonyréteg memória-egységeket fognak alkalmazni tudni, amelyek nagy memóriák készítésére is alkalmasak és ahol a kapcsolási idő 100 ns nagyságrendű lesz.

A kiállításon szerepelt a *IBM* gyár is, amely szintén bemutatott mágneses vékonyréteg memória-egységeket és közlése szerint számítógépeinél ezt már jövő évben alkalmazni fogja.

3. Hagyományos R-C alkatrészek

A hagyományos R-C alkatrészek kiállítása is igen bő anyagot tartalmazott.

Több francia, angol és amerikai cég a műanyag dielektrikumú kondenzátorok méreteit tovább csökkentette és 25—40 V üzemi feszültségű tekercselt műanyag fóliás kondenzátorokat dolgozott ki. Ezeknek a kondenzátoroknak az alapanyaga polikarbonát fólia, amelyet több műanyag gyár 2 μ vastagságban készít. A polietilén-tereftalát anyagból a legvékonyabb fólia, amiből kondenzátort készítettek egyes cégek 3,5 μ. A kisfeszültségű (25—40 V feszültségű) kondenzátorok igen széles kapacitás tartományban készülnek: 0,22 μF—22 μF-ig.

Az elektrolit-kondenzátorok fejlődése az alumínium anódú kondenzátorok területén mutat nagyobb előrehaladást. Számos cég széles hőmérséklet határok között működő elektrolit-kondenzátorokat fejlesztett ki. −55+125 °C hőmérséklettartomány az, amit a jelenlegi fejlesztés csúcsának tarthatunk. A gyárak szakembereivel folytatott beszélgetés során azt a választ kaptam, hogy ezeknél a kondenzátoroknál elektrolit-oldószerként dimetilformamidot alkalmaznak és abban az esetben, ha igen nagy tisztaságú anyagokat alkalmaznak, úgy a fentebbi hőmérséklet tartomány biztonsággal tarthatónak látszik.

Külön kell megemlíteni a japán alkatrészgyárak kiállítását, ahol az előbb említett kondenzátorokon kívül száraz elektrolitú alumínium kondenzátorok is igen sokféle konstrukcióban kerültek bemutatásra. Félvezető katódú kondenzátorokat fejlesztett ki a Nippon Chemical Condenser CO, a Fox gyár, a Fuji gyár és a Matsuo Electric CO.

A tantal kondenzátorok területén egyre több gyár dolgozott ki újabb konstrukciókban színterelt tantál anódú kondenzátorokat nedves elektrolittal.

E gyárak szakembereinek véleménye szerint ezek a kondenzátorok nagyobb megbízhatóságot mutatnak, mint a száraz tantál-kondenzátorok. Különösen figyelemre méltó volt a japán szakemberek véleménye, akik egy előadás keretében is foglalkoztak elektrolit kondenzátoraik megbízhatóság vizsgálatának eredményeivel. Itt azt közölték, hogy a száraz alumínium kondenzátorok vizsgálatánál kevesebb meghibásodást találtak, mint száraz elektrolitú tantál-kondenzátoroknál. Véleményük szerint e kondenzátoroknak bizonyos önregeneráló képességük van, amely azonban az alumínium anódú kondenzátornál jobb. Éppen ez az oka annak, hogy tantál-kondenzátorok újabb típusainál nagy megbízhatóságú berendezésekbe a nedves kivitel alkalmazását javasolják, bár ez utóbbiaknak méretei kb. 2—3-szor nagyobbak, kapacitás értékétől függően, mint a száraz kivitelnél.

Új alkatrészként jelent meg ezen a kiállításon a varicap diódák hangolásához alkalmazható, több pályás szabályozó potenciométer. A Preh gyár mutatott be a kiállításon 5—12 pályás szabályozó potenciométer típusokat. E hangolási módnak az előnye az, hogy a több pályás potenciométerekkel előre beállíthatóak az egyes állomások és az állomások gombnyomással válthatóak. A készülékgyárak véleménye szerint ez a módszer távhangolásra is alkalmas és ezek az előnyök e hangolási mód elterjedését szerintük biztosítani fogják annak ellenére, hogy e hangolási mód alkalmazása a készülék árát növelni fogja, mivel a varicap diódák alkalmazásán kívül szükséges feszültség stabilizáló Zener diódák alkalmazása is.

Az ellenállások területén megállapítható, hogy a fémréteg-ellenállások szélesebb körben kezdenek elterjedni és emellett a fémoxid-ellenállásokat is számos gyár (francia, angol és nyugatnémet) kifejlesztette, és igen kedvező paraméterekkel ajánlja. A fémoxid-ellenállások árát nagymértékben lecsökkentették; az egészen közel áll a kristályszénréteg ellenállások árához, ezzel szemben paraméterei megközelítik a fémrétegellenállások kedvező tulajdonságait.

Több nyugati gyár (francia, nyugatnémet és angol gyár) új nagyohmos ellenállás típust mutatott be. Ezek az újtípusú 0,5—50 Mohm értékű ellenállások porcelán testre felvitt lakk-korom keverékű rétegellenállások. Ezeket az ellenállásokat, mint az a gyárak szakembereivel folytatott megbeszélés során kiderült, azért dolgozták ki, mivel a kristály-szénréteg ellenállások már a Mohm nagyságrendű tartományban nem elég megbízhatóak. Bár a lakk-korom szuszpenzióból készült ellenállások stabilitása valamivel rosszabb, mint általában a kristály-szénréteg ellenállásoké, e gyárak véleménye szerint ezek az új típusú ellenállások teljes tönkremenetel szempontjából nézve megbízhatóbbak, mivel viszonylag vastag (1—5 μ) réteggel állítják elő azokat.

Különösképpen rádió és televízió célokra ajánlják ezeket az ellenállásokat, amelyek elsősorban nagyobb üzemi feszültségek alkalmazása esetén mutatnak kevesebb meghibásodást a kristály-szénréteg ellenállásokhoz képest. Ezek az ellenállások az IEC 140 publikáció 2 A és 2 B osztályainak felelnek meg.

4. Megbízhatósági vizsgálatok

A kiállításon jelen volt a Központi Minőség Vizsgáló Laboratórium és bemutatta azokat a vizsgálati módszereket, amelyeket Franciaországban a megbízhatósági vizsgálatok területén alkalmaznak. Közölték, hogy bár egyes vállalatok saját maguk is folytatnak megbízhatósági vizsgálatokat, azonban e vizsgálatok országos méretben központosan szervezettek és a Központi Minőség Vizsgáló Laboratórium van e téma összefogásával megbízva. A megbízhatósági vizsgálatok költségeit 50%-ban az állam, 50%-ban pedig az alkatrészeket előállító vállalatok fedezik.

Rendszeresen kiadják „Fiabilité" című közleményeket, amelyek részben az e területen végzett kutatások eredményeit összegezik, részben konkrét vizsgálatok eredményeit mutatják be. Vizsgálati tervük bizonyos mértékig eltér a mienktől. Ők ugyanazon az alkatrész minta mennyiségen többféle vizsgálatot végeznek el és a paraméterek változásait ennek megfelelően komplex módon adják meg.

Az alkatrész stabilitásán ők nem egy vizsgálat, pl. meghatározott ideig tartó villamos terhelés vizsgálat utáni érték változásokat értik, hanem meghatározott rendben lefolytatott vizsgálatsorozat végén adódó összes paraméter-változást tekintik mértékadónak. Ennek megfelelően elég bonyolult módszereket kell alkalmazni a különböző vizsgálatoknál, különböző eloszlás függvények figyelembevételével.

Kiértékelési módszereik hasonlítanak a nálunk alkalmazottakhoz. Kiesésszerűen vizsgálják a meghibásodások számát és idejét és külön vizsgálják a paraméterek változását is. Összefüggéseket állapítanak meg forszírozott és nem forszírozott vizsgálatok között. Külön tématerületként foglalkoznak minősítő vizsgálatok kidolgozásával, amelyek alkalmasak arra, hogy igen nagy biztonsággal meghibásodásmentes működést biztosítsanak egyes alkatrészek alkalmazásánál. Ilyen speciális minősítő vizsgálatokat dolgoztak ki a szateliteknél alkalmazott alkatrészekre.

Katona János
a műszaki tudományok doktora

TARDOS LÁSZLÓNÉ
Távközlési Kutató Intézet

Idegen ionok hatása Mn-Zn-ferritek mágneses sajátságaira

ETO 549.731.1 : 621.318.134

Mn-Zn-ferriteket világszerte igen nagy mennyiségben állítanak elő, hazánkban is többet termelnek, mint évi 300 tonnát. Így érthető, hogy a ferritekkel szemben fellépő fokozott követelmények miatt a ferritkutatás is erős ütemben folyik. E kutatások célja egyrészt mindig újabb típusú, az előzőeknél valamilyen sajátságban jobb minőségű ferrit előállítása, másrészt az üzemi gyártástechnológiák javítása révén a selejt csökkentése, illetőleg általában a gyártmány olcsóbbá tétele.

Jelen dolgozatban az idegen ionoknak a Mn-Zn-ferritek mágneses sajátságaira gyakorolt hatásának vizsgálatáról kívánok beszámolni. E munkát a TKI-ban végeztük a Híradástechnikai Anyagok Gyára számára.

Az idegen ionok hatásának vizsgálata több szempontból is fontos. Az egyik az, hogy a mérések alapján pontosan körül lehet írni a meghatározott mágneses adatok eléréséhez szükséges alapanyagok tisztasági követelményeit. A másik eredmény az lehet, hogy szennyező ionok célszerű beépítésével a mágneses adatokat kedvezően befolyásolhatjuk.

Az egyébként igen bő Mn-Zn-ferrit irodalomban meglepően kevés cikk foglalkozik a szennyezők hatásával. Guillaud [1, 2] széleskörű kísérleteiben azt állapította meg, hogy az A-, Ce-, Ti-, Pb-, Cr, Co-, Li-, Na, Ka, Si, Sr és Ba-ion csak 0,01% alatti mennyiségben, a többi fémion 0,05% mennyiségben engedhető meg magas minőségi követelményű ferritekben. Külön foglalkozik [3] a Ca-ion hatásával, amelynek 0,01—0,20%-ig való alkalmazásával — amennyiben az összes egyéb szennyezés nem haladta meg a 0,05%-ot — a relatív veszteségi tényező — tg δ/μ_K — javulását érte el. Kvalitatíve hasonló — bár effektív értékben erősen eltérő — kísérleti eredményre jutott Yuso Schichijo [4]. Tovább fokozta a veszteségek csökkentését vanádium ion egyidejű bevitelével. Más szerzők [5, 6] az adalékanyagoknak a kiégetett ferrit tömörségére gyakorolt hatását vizsgálták.

Az irodalomban szereplő adatokat igen óvatosan kell kezelni, mert a szerzők általában nem jelölik meg a mágneses adatokra nagymértékben ható egyéb paramétereket, és nem definiálják a felhasznált alapanyagok fizikai minőségét. Egy további ok — amiért ferrit fejlesztési munkáinkhoz a szennyezések hatását magunknak kell kísérletileg megvizsgálnunk, abban rejlik, hogy a szerzők csupán egy-két paraméter változását publikálták, és — a Ca, Va-tól eltekintve — mindig csak egyféle jelenlevő szennyezés esetén.

Elvi megfontolások

A ferritek mágneses sajátságait — mint minden más ferromágneses anyagét is — a kémiai összetételen kívül polikristályos szerkezetük határozza meg. Ebből következik, hogy az idegen ion hatása is különféle lehet. Ha beépül a ferritkristály rácsába — vagy annak egy összetevőjét elvonja — megváltoztatja kémiai összetételét. Ha nem képes a spinell rácsába beépülni, rácstorzulást okozhat, vagy idegen fázist képezhet. Az első esetben belső feszültségek, anizotrópiák létrehozásával növeli a mágneses veszteségi értékeket. Az utóbbi esetben a hatás mértéke attól függ, hogy milyen az idegen fázis eloszlása, illetőleg milyen változást okoz a ferrit polikristályos szerkezetében.

Az idegen ionok elhelyezkedését a ferritben rendkívül nehéz meghatározni. A szokásos kémiai analízis csupán a jelenlevő ionok mennyiségéről ad felvilágosítást, a polikristályos rendszerben való helyzetükről — nem. A röntgen finomszerkezet vizsgálat — az adott kristályokra jellemző reflexióvonalak kimérésével — kvantitatív képet adhatna, a szennyező ionok elhelyezkedésének követelésére azonban kétféle ok miatt is alkalmatlan. Az egyik ok az, hogy még abban az esetben is, ha az idegen ion önálló oxidfázist képez, a gyakorlatban csak kb. 1% felett mutatható ki, tehát a mi problémánknál nem használható. A másik ok az, hogy a tapasztalható kismérvű rácsparaméter változást — a beépülő idegen ionon kívül — több különböző effektus idézheti elő. Ilyen pl. a Mn-Zn-Fe aránynak kismérvű megváltozása is. Ezen effektusok összessége néha azt eredményezi, hogy rácsparaméter változást egyáltalán nem észlelünk.

A hatások követése igen érzékenyen valósítható meg mágneses mérésekkel. Tudjuk, hogy a Curie-hőmérséklet a kémiai összetétel függvénye. Változása tehát az idegen ion beépülésére utal. Ugyancsak a kémiai összetétel határozza meg a ferrit ferromágneses telítési indukcióját is, itt azonban óvatosabban kell következtetnünk. A formatest telítését ugyanis az esetleges hajszálrepedésekből, porozitásokból adódó légrések lemágnesező tere csökkentheti. Ebben az esetben tehát az előállítás körülményeivel befolyásolható diffúzió mértékének, és a polikristályos szerkezet milyenségének hatását együtt észleljük. Még komplikáltabb a helyzet azoknál a mágneses paramétereknél, amelyek a kémiai összetételen kívül a domain-szerkezet függvényei. Ilyen pl. a kezdőpermeabilitás és a hiszterézisveszteség. Minden olyan tényező, amely a domainfal mozgást akadályozza — zárványok, inhomogenitások, pórusok stb. — csökkenti a kezdőpermeabilitás értékét és növeli a hiszterézisveszteséget. Ugyancsak számolni kell a szennyezőionok hatásával, a relatív veszteségi tényező alakulásánál is. Ennek oka az említetteken kívül elsősorban a fajlagos ellenállás értékének változása lehet.

A mágneses értékek mérése mellett fontosnak tartottuk a polikristályos szerkezet változásainak követését is. A kristályok méretét fénymikroszkóppal, a

zárványok, illetőleg a kristályok közötti fázis szerkezetét pedig elektronmikroszkóppal néztük. E vizsgálatok eredményétől vártunk sok esetben magyarázatot a struktúrafüggő mágneses értékek alakulásának okaira.

A kísérleti technológia leírása

Az idegen ionok hatásának tanulmányozására a már előző években kidolgozott, és a Híradástechnikai Anyagok Gyárában **M 2000 U** típus névvel gyártott anyagnak megfelelő 53 mól% Fe_2O_3, 26 mól% MnO és 21 mól% ZnO összetételű ferritet választottunk. Igen tiszta alapanyagokból kiindulva, a választott szennyező iont vagy ionokat tartalmazó oxidok számított mennyiségét a nyers oxidkeverékhez kevertük, már az előszínterelést is együtt végezve el. A ferritminták előállítása a szokásos lépésekben történt, alapos előkeverés, 1050 °C-on 3 órán át történő előszínterelés, majd újabb őrlés alkalmazásával. A mágneses mérések céljára 20 mm külső ∅-jű mérőgyűrűket sajtoltunk, 1 t/cm² fajlagos nyomással.

Annak megállapítására, hogy az adott szennyező ionok különböző hőkezelési effektusok hatására különböző módon épülnek-e be a ferritbe, a zsugorítást az alábbi háromféle módon végeztük el:

1. Égetés 1350 °C-on 3 órán át, hűtés 1,5 óra alatt N_2-ben
2. Égetés 1300 °C-on 3 órán át, hűtés 1,5 óra alatt N_2-ben
3. Égetés 1350 °C-on 3 órán át, hűtés 1,5 óra alatt levegőben

Minden kísérletet háromszor reprodukáltunk 3—3 mérőgyűrűvel, a grafikonokon feltüntetett adatok a mérések átlagértékeit mutatják.

Egy szennyező ion hatása

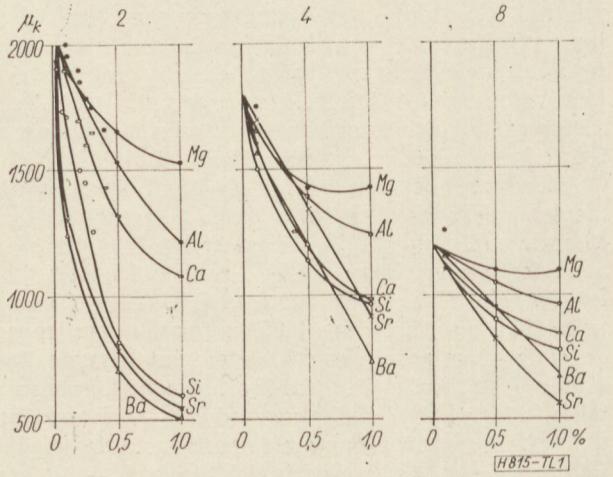
Egyedi szennyező ionként az alkáli földfémek, majd a Mg, Al, és Si hatását vizsgáltuk. Mértük a kezdőpermeabilitás, a telítési indukció, a hiszterézis veszteségi tényező és a tg δ/μ_K értékeit, továbbá a permeabilitás hőmérséklet és időbeli stabilitását és a Curie-hőmérsékletet. A mérések eredményeit az 1—7. ábrákon mutatjuk be. Az abszcisszákon minden esetben az idegen ion mennyiségét vettük fel, az ordináták a mágneses értékeket adják. Az idegen ion minőségét a görbéken tüntettük fel.

A kísérletekből megállapítható, hogy az általunk alkalmazott különböző égetési technológia a kezdő permeabilitás és a veszteségek értékét erősen befolyásolja, de a vizsgált paramétereknek a szennyezési koncentráció függvényében felvett görbéinek irányára nincs hatással. A vizsgált mágneses sajátságok általában azon hőkezelésnél a legjobbak, amely hőkezelési technológia a tiszta alapanyagnál is a legjobbnak bizonyult, vagyis a kis mennyiségű szennyező jelenléte nem befolyásolta alapvetően a kialakuló polikristályos szerkezetet.

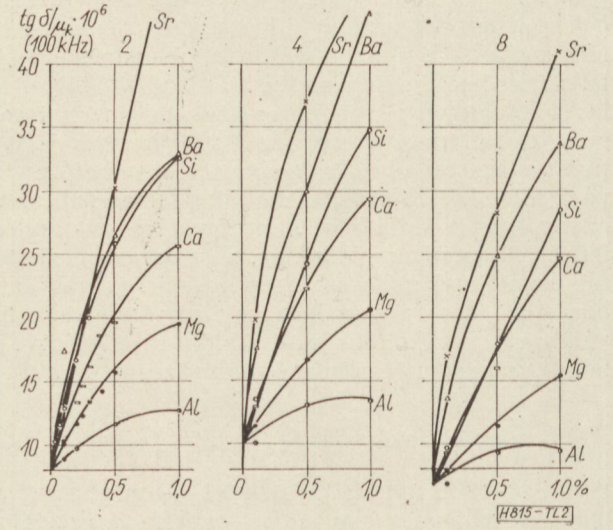
Megfigyelhető, hogy semleges atmoszférában való hűtést alkalmazva, a ferritek kezdőpermeabilitás-értéke növekszik és veszteségeik csökkennek, a levegőben történő hűtéssel nyert értékekhez képest. A szennyezések mennyiségének növelésével azonban a mágneses paraméterek érzékenyebben romlanak a nitrogénes hűtésnél, mint a levegőn történő hűtés mellett. Kevésbé igényes ferrit előállítására tehát indokoltabb a szennyezésre kevésbé kényes, levegőn történő hűtési technológiát alkalmazni.

Mint az 1. ábrából láthatjuk, a kezdeti permeabilitás értékét a különböző szennyező atomok igen különböző mértékben befolyásolják, de mindegyik megvizsgált esetben az idegen ion koncentrációjának növekedésével csökken a kezdeti permeabilitás értéke. Ez a csökkenés 0,5% idegen ion-tartalomig igen meredek és közel lineáris. 0,5—1,0% között permeabilitás változás lényegesen kisebb mértékben észlelhető. A vizsgált $\mu_K = 2000$ típusú ferritnél a Ba és Sr szennyezés csak kb. 0,01% alatt engedhető meg. Ca és Si 0,1—0,2% még megengedhető, Mg és Al 0,4—0,5%-ig. Meg kell természetesen jegyeznünk, hogy a szennyezés koncentrációkat a ferritminták nem egymás mellett, hanem külön-külön tartalmazzák.

Hasonló következtetést vonhatunk le értelemszerűen a veszteségeket és a kezdő permeabilitás hőmér-



1. ábra



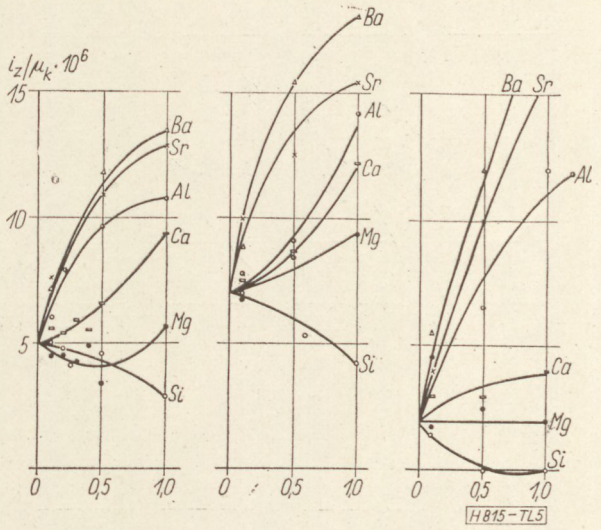
2. ábra

sékleti és időbeli stabilitását bemutató ábrákból is (2., 3., 4. és 5. ábra). A 6. ábra a ferritminták Curie-pontjának függését mutatja be a szennyező ionok mennyiségétől és minőségétől. A Curie-pont értéke, mint ismeretes, a ferrit kémiai összetételétől függ és nem változik a kristálystruktúra alakulásával. A ferrit kristályok közé elhelyezkedő idegen atom, tehát nem változtatja meg a Curie-pont értékét úgy, mint a kristályrácsba beépülő ion, vagyis az, amelyik a ferrit kémiai összetételét módosítja.

Jól látható, hogy míg a Ca és Si mennyiségével a ferrit Curie-hőmérséklete igen erősen változik, a többi vizsgált szennyező ion nem befolyásolja lényegesen, vagyis a Ca és Si a ferrit kémiai összetételét módosítja.

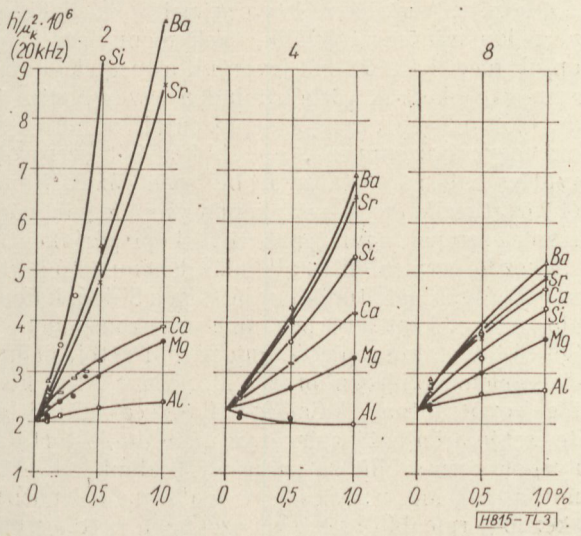
Ugyanezt a következtetést húzzák alá a telítési indukció értékének változásai is (7. ábra).

Eddig leírt kísérleteink eredményeiből megállapíthatjuk, hogy a vizsgált ferrit típus előállításánál az alapoxidok szennyezése döntő tényező. Legkevésbé a Mg és Al hatása káros. A földfémek permeabilitáscsökkentő és veszteségnövelő hatása ion-rádiuszok növelésével nő. Általában 0,1% alatti idegen fém en-

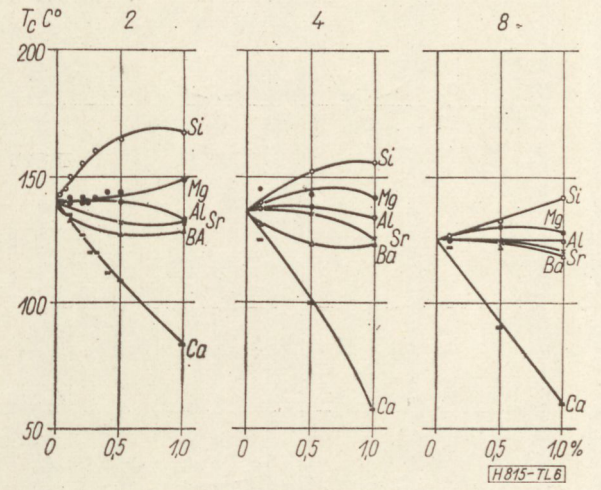


5. ábra

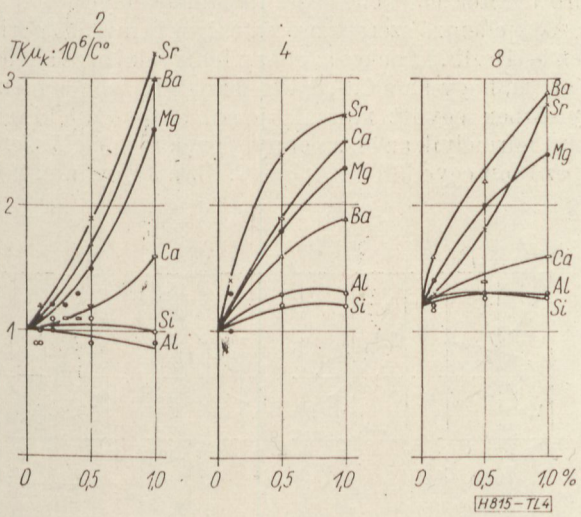
(Hibakiigazítás: A fenti 5. és a további 12., 19., 21., és 26. ábrán $\frac{i_z}{\mu_k}$ helyett $-\frac{i_z}{\mu_k}$ értendő)



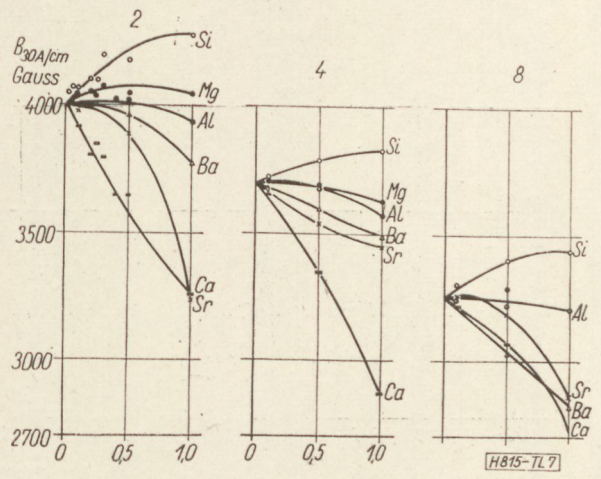
3. ábra



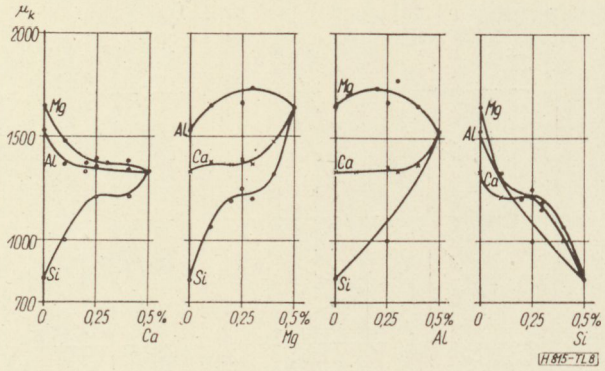
6. ábra



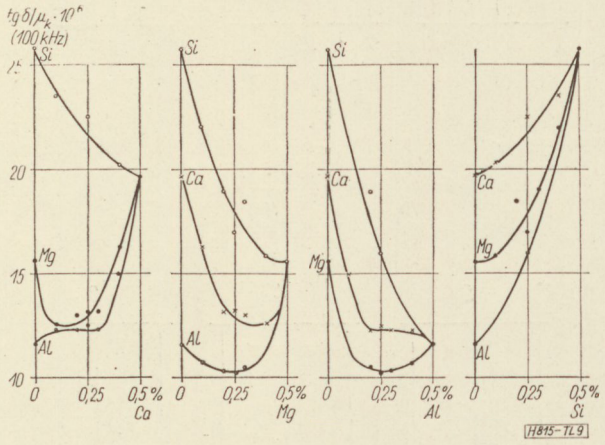
4. ábra



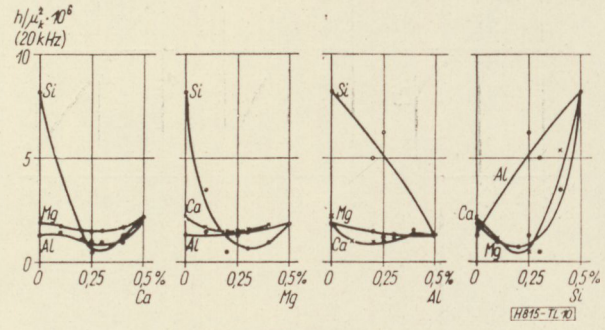
7. ábra



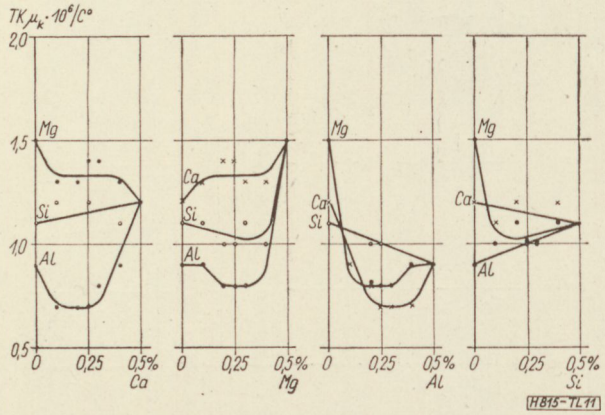
8. ábra



9. ábra



10. ábra



11. ábra

gedhető meg, de ezen vizsgálatokból a szennyezések együttes hatására még nem következtethetünk.

Világosan kitűnik, hogy — különösen nagyobb koncentrációkban — a Ba- és Sr-ion jelenléte a mágneses jellemzők erős romlását eredményezte. Miután megállapítottuk, hogy ezek az ionok az általában használt alapanyagokban 0,01% tartalom felett nem fordulnak elő, e két kationt további kísérleteinkből kirekesztettük. Ugyancsak az előző eredményekre alapozva, nem foglalkozunk tovább előállítási technológiai variációkkal sem.

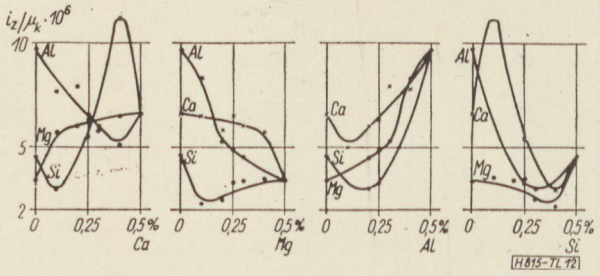
Kétféle szennyező ion együttes hatása

Az egyfajta szennyező ion hatásának megvizsgálása után természetesen felmerül a kérdés, hogyan módosulnak a mágneses jellemzők kétféle idegen ion együttes jelenléte esetén.

E célból a Si-, Ca-, Mg- és Al-ion kettős variációját képeztük 0,5% együttes mennyiségben. A mérések értékeit a 8—14. ábrák mutatják. Az ordinátákra a mágneses adatokat mértük fel, az abszcisszákon az egyik szennyező ion mennyiségét tüntettük fel 0—0,5% között. A görbékre írt vegyjelek a másik szennyező ion minőségét jelölik, ezek mennyiségét úgy kapjuk meg, ha 0,5%-ból levonjuk a megfelelő abszcissza-értékeket. A görbék minden egyes pontja tehát, 0,5% idegen anyagot reprezentál, a két szélső pont egyedi szennyező, a többi a két szennyező együttes hatását mutatja. Ebből az ábrázolási módból következik, hogy voltaképpen mindegyik görbe kétszer szerepel, egymásnak tükörképi párjaként.

A kezdő permeabilitás alakulását bemutató görbesereg (8. ábra) legfeltűnőbb sajátsága a Si-ionok dominánó szerepe. Azok a görbék, amelyek azonos mennyiségű Si-t tartalmaznak — függetlenül attól, hogy a másik jelenlevő idegen ion Ca, Mg, vagy Al — közelítően együtt futnak. A Ca-Mg és Ca-Al együttes jelenléte esetén a Ca hatása érvényesül, a Mg-Al-tartalmú anyagok permeabilitása pedig alig különbözik attól, mintha csak Mg, vagy csak Al-ion lenne a ferritben. A kezdő permeabilitás értékei ezeknél a kettős szennyezéseknél a 0,5%-os egyedi szennyező tartalommal bíró ferritek értékei között foglalnak helyet.

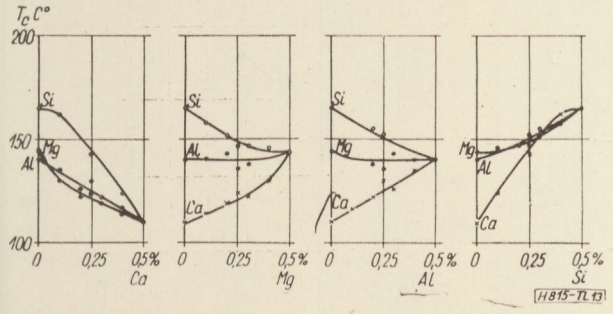
A Si jellemző szerepe a veszteséget bemutató görbéken is látszik. Érdekes azonban felfigyelni arra a jelenségre is, hogy ha a Ca-, és Mg-ionok kb. azonos mennyiségben együtt vannak jelen, a tg δ/μ_K kisebb, mint bármelyik az összmennyiségnek megfelelő szennyező ion egyedüli hatására (9. ábra). Ugyancsak ki-



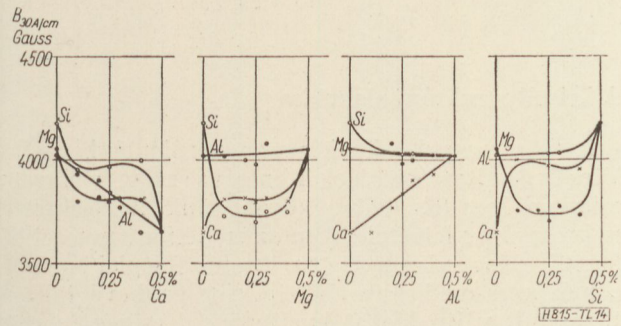
12. ábra

tűnik, hogy a Si-Ca- és Si-Mg-tartalmú anyagok a szennyezők kb. azonos mennyiségénél minimális hiszterézis veszteségi tényezőt mutatnak (10. ábra).

A kezdő permeabilitás hőmérsékleti tényezőjének változása olyan csekély, hogy értékelése nem indokolt, a dezakkommodációs tényező $-i_z/\mu_K$ értékek lényegileg a 0,5%-os egyedi szennyezők által mutatott adatok között fekszenek (11., 12. ábra).



13. ábra



14. ábra

A Curie-hőmérséklet alakulását mutató görbék (13. ábra) — ugyanúgy, mint egyedi szennyezés esetén —, a Ca és Si kémiai összetételt befolyásoló hatását mutatják. A Curie-pont nem változik, ha 0,5% Mg-iont fokozatosan 0,5% Al-ionra cseréljük.

Az elvégzett kísérletsor eredményei alapján most már csak a Si-ionnal variálva, olyan két szennyezőt tartalmazó keverékeket készítettünk, amelyeknél az együttes idegenion-tartalom 0,25%. A mágneses mérési adatokat a 14—20. ábrák mutatják, melyeket szintén az előzőekben elmondottak szerint ábrázoltunk.

Mind a kezdő permeabilitás alakulásánál, mind a veszteségeknél rendkívül figyelemre méltóak a Ca-Si-görbék. Látható, hogy a kb. azonos mennyiségű Ca- és Si-iont együttesen tartalmazó minták magas kezdőpermeabilitást és alacsony veszteségi értékeket mutatnak. Az együttesen 0,25% Ca- és Si-iont tartalmazó ferritminták mágneses értékei jobbak, mint bármelyik ion egyedüli jelenléte esetén és megközelíti a szennyezetlen anyag sajátságait.

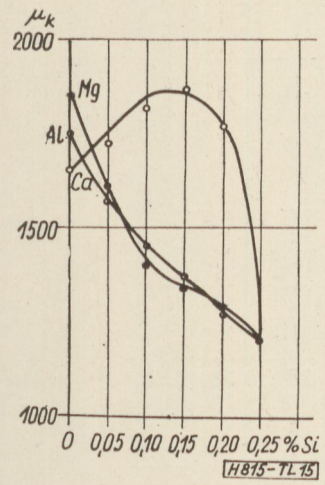
Ez a megfigyelés az iparban közvetlenül felhasználható. Ha az alapanyag a megengedettnél pl. több Ca-iont tartalmaz, Si adagolásával, Si-tartalmú alapanyag esetén pedig Ca adagolásával javíthatjuk a mágneses értékeket. Ez a módszer $\mu_K = 2000$ kezdőpermeabilitású Mn-Zn-ferrit esetén — mint ezt az előző kísérleti eredmények mutatják — csak kb. 0,3% fémiont tartalmazó össz-szennyezőig használható.

Háromféle szennyező ion együttes hatása

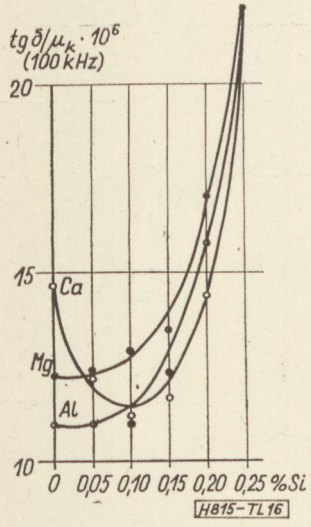
Háromféle szennyező ion együttes jelenléte esetén létrejövő változások regisztrálására először olyan összetételsort készítettünk, amelynél 0,3% össz-szennyezőion-tartalomnál a Si, Ca és Mg mennyiségét variáltuk. A mágneses adatokat a 21. ábra mutatja. Láthatjuk, hogy lényegesen laposabb görbéket — kisebb változásokat — hoz létre a Ca és Mg mennyiségének változása (21. ábra), azonos Si-tartalom mellett, mintha a Si mennyisége változik, akár a Ca, akár a Mg mennyiségének rovására. A változások iránya megegyezik az előző kísérleteinkben leírtakkal.

A következő háromszennyezős összetételsort úgy állítottuk össze — mindig azonos Si-tartalommal —, hogy a domináló Si hatás ne nyomja el a többi idegen ion befolyását.

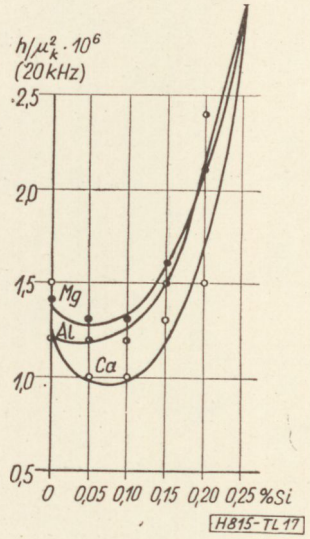
Mindegyik minta 0,125% Si-iont tartalmaz, továbbá vagy Ca-, vagy Mg-, vagy Al-ionból 0,125%-ot. Ehhez az alapszennyezéshez adódik 3. idegen ionként 0,05—0,125% mennyiségben a Ca-, Mg-, vagy Al-ion.



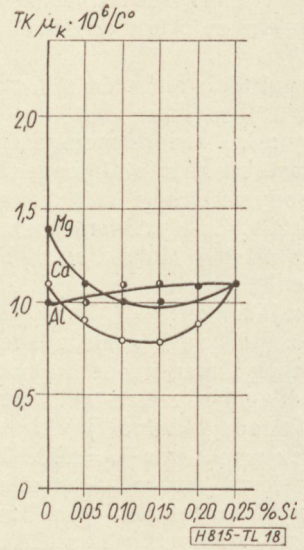
15. ábra



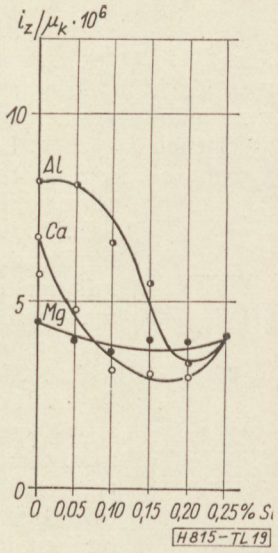
16. ábra



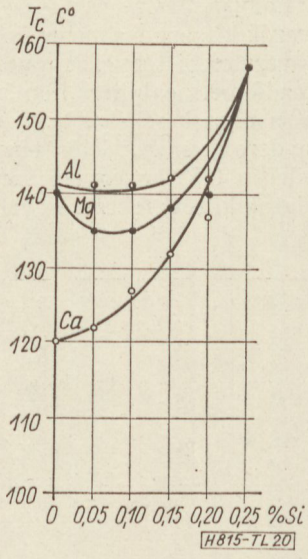
17. ábra



18. ábra



19. ábra



20. ábra

Tehát a görbék első pontja à 0,125%-os — összesen 0,250%-os —, kétszennyezős minta jellemző adatait mutatja, az összes többi pontjai háromszennyezősek, növekvő idegenion-tartalommal, az utolsó pont minden esetben 0,5% össz-szennyezőt reprezentál. Az abszcisszákon a 3. szennyező ion mennyiségét vettük fel, ezt az ábrán a zárójelen kívül jelöltük.

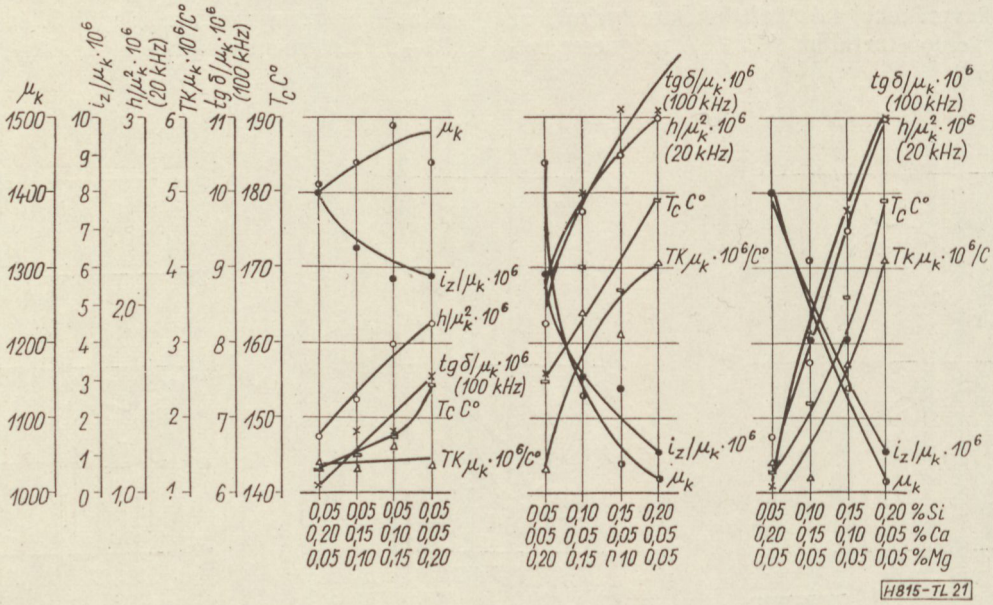
Ezeken a görbéken már nem látható a Si-ion dominál hatása, hiszen mindegyik mintában azonos mennyiségben szerepel.

A mért értékeket a 22—27. ábrákon adjuk meg. E görbéken is igen szemléletesen mutatkozik az a jelenség, hogy a kb. azonos mennyiségű Si- és Ca-ion jelenléte mutatja a legalacsonyabb veszteségi értékeket.

A kristálystruktúra alakulása

A mágneses adatoknak a szennyezőionok hatására létrejövő változásainak okát kutatva számos elektronmikroszkópos felvételt is készítettünk. Az elektronmikroszkópos felvételeinken az eredeti szennyezetlen ferrit képéhez viszonyított mikromorfológiai hatások a mágneses eredményekkel teljesen egybevágtak. A tapasztalt változásokat kvalitatíve 4 csoportra osztottuk:

1. Amikor a szennyezetlen anyag polikristályos szerkezetéhez képest nem látunk különbséget, akkor a kémiai összetételtől függő paraméterek (Curie-pont, telítés stb.) változnak, a struktúrafüggő sajátságok (mágneses veszteségek stb.) pedig nem.



21. ábra

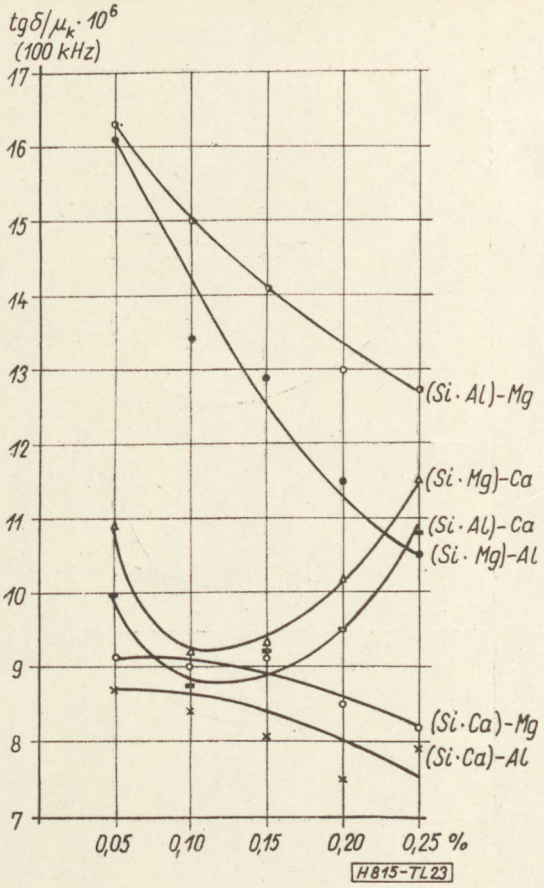
2. Ha a maratott felület torzult szubstruktúra szerkezetet mutat, akkor kissé romlanak a magnetostrikciótól függő paraméterek.

3. A kristályok belsejében található idegen fázisok erősen csökkentik a kezdő permeabilitást és növelik a veszteségeket, annak jeléül, hogy az idegen precipitátum a domain-fal mozgást akadályozza.

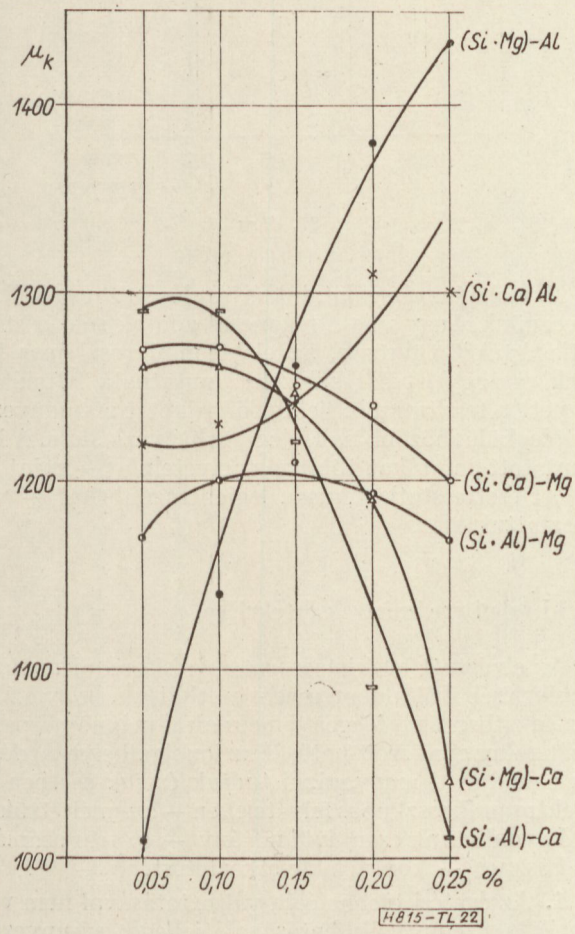
4. Legkevesebb mágneses változást azok a minták mutatnak, amelyekben az idegen fázis a kristályhatárok között rakódik le. Ez egybevág azzal a ténnyel, hogy a kristályhatárok amúgy is határt szabnak a ferritekben a domain-fal vándorlásának.

A képek alapján közelítő számításokat végeztünk az idegen fázisok térfogatának meghatározására, és minden esetben lényegesen nagyobb értékeket kaptunk, mint amilyen a beadagolt szennyező ion mennyiségéből reális lenne. Ebből azt a következtetést kell levonnunk, hogy az idegen fázist nem a szennyező ion oxidja, hanem egy — az eredeti összetételtől eltérő — a szennyező ionban dús ferritféleség képezi. Ezzel tudjuk magyarázni az egyes idegen ionok — pl. Si —jelenlétében mért magasabb Curiepont értéket is.

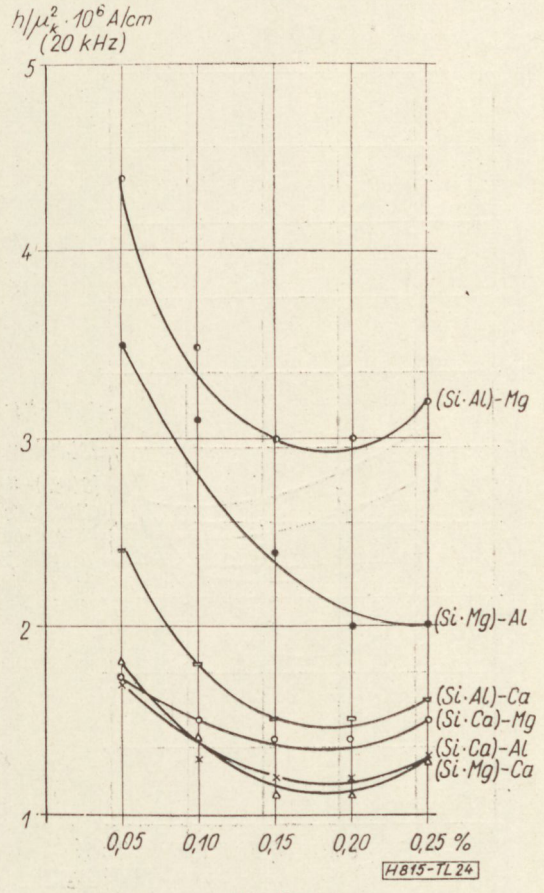
A következő 28—30. ábrákon bemutatunk néhány kiragadott elektronmikroszkópos felvételt, amelyeknél a szennyező ionok által előidézett mikromorfológiai változás konkrét összefüggésbe hozható a mágneses adatok alakulásával.



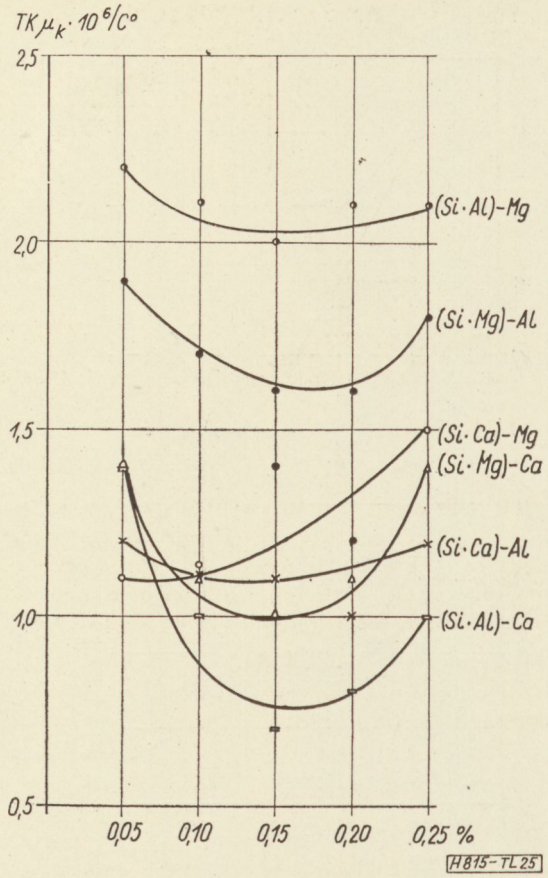
23. ábra



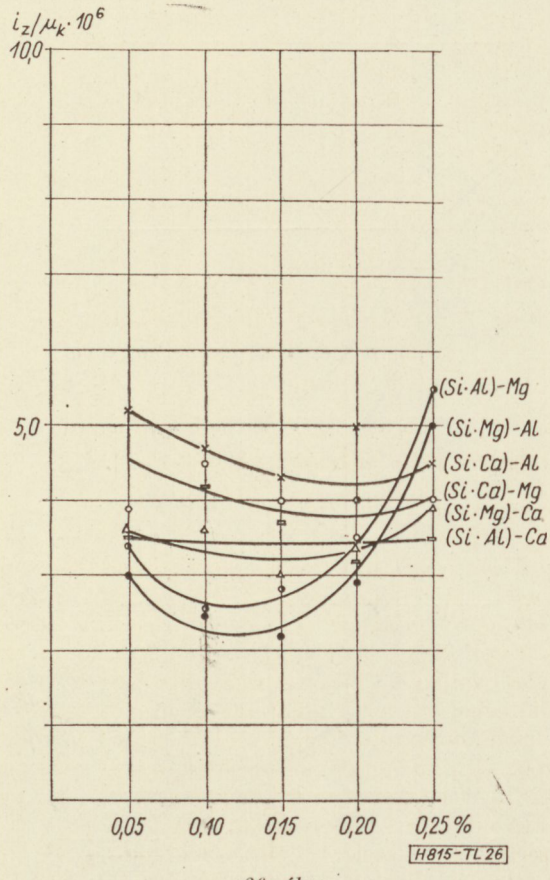
22. ábra



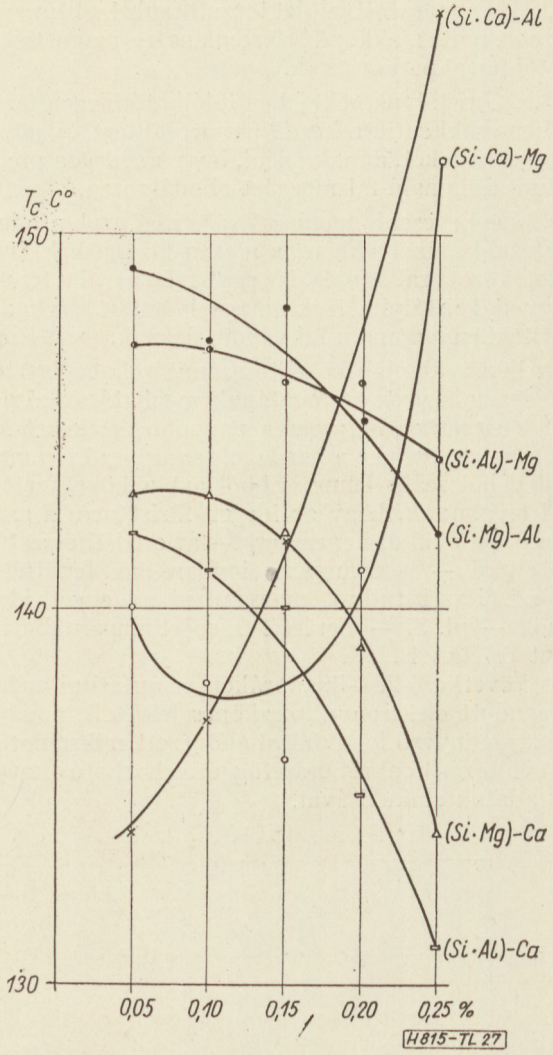
24. ábra



25. ábra



26. ábra



27. ábra

Morfológiai vizsgálataink értékeléséhez meg kell jegyeznünk, hogy míg a mágneses adatok sok kristály átlagértékét tükrözik, az elektronmikroszkópos képek egy-egy egyedi helyzetet mutatnak. Általában egyetlen ferritmintán belül előfordulhat a szennyezések legkülönbözőbb morfológiai elhelyezkedése. A bemutatott mintákat többszáz felvételből — mint az adott esetre statisztikusan legjellemzőbbeket — választottuk ki.

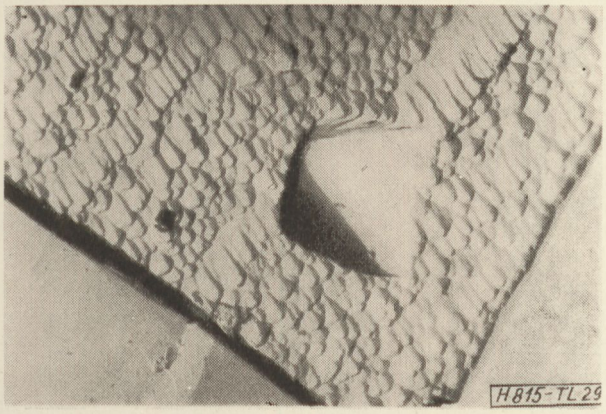
A kísérleti eredmények értékelése

Az elvégzett kísérletsorozat mérési eredményeinek értékeléséből általában megállapíthatjuk, hogy a Mn-Zn-ferritben levő idegen ionoknak a mágneses paraméterekre gyakorolt hatását az ionok elhelyezkedésének módjával magyarázni tudjuk és sok esetben — elektronmikroszkópos felvételeken — szemléltettük is.

Levonhatunk ezenkívül néhány — az ipar számára is hasznos — konkrét következtetést.

1. Az égetési technológia változtatásával nem változik a szennyezők hatásának jellege, szennyezett anyagon is az az előállítási technológia mutatkozik

28. ábra. Szennyező anyag nélküli Mn-Zn-ferrit törete



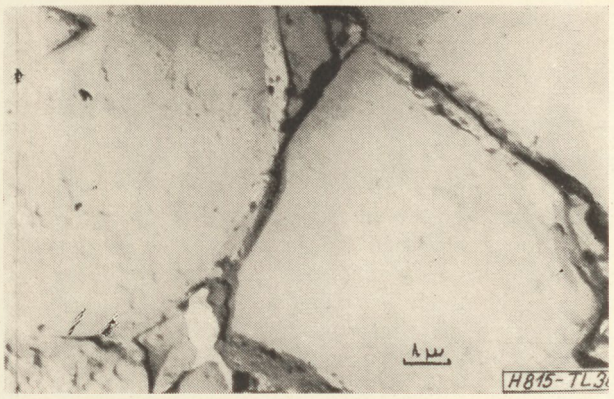
29. ábra. 0,1% Ca-iont tartalmazó Mn-Zn-ferrit törete

a legkedvezőbbnek, amelyik kémiailag tiszta anyag esetében a legjobb eredményt adta.

2. A szennyező ion mennyiségét növelve, levegő atmoszférában történő hűtésnél kisebb mágneses adat változtatásokat találunk, mint N_2 atmoszférában való hűtést alkalmazva.

3. Az alkáli földfémionok a kezdő permeabilitás értékét csökkentik, a mágneses és dielektromos veszteségeket növelik. Hatásuk ionrádiuszuk arányában nő.

4. A Ca és Si ionok jelenléte már csekély mennyiségben is módosítja Mn-Zn-ferritek eredeti kémiai összetételét.



30. ábra. 0,25% Ca- és 0,25% Si-iont tartalmazó Mn-Zn-ferrit törete

5. A kb. azonos mennyiségben jelenlevő Ca- és Si-ionok egymás kedvezőtlen hatását közömbösítik. Az idegen fázis ebben az esetben a ferritkristályok között képződik és így a domain-fal mozgást nem akadályozza jobban, mint maga a kristályhatár.

6. Az idegen fázisokat nem a szennyező ion oxidja, hanem — egy a szennyező ionban dús — az eredeti összetételtől eltérő arányú ferritféleség képezi.

IRODALOM

1. *Guillaud, C.:* The Properties of Manganese-Zinc Ferrites and the Physical Processes Governing them. Proc. IEE *104B* (Suppl.) 165—173. (1957).

2. *Guillaud, C.:* Perfectionnements Apportes aux matériaux magnetiques et a leure procedes de preparation. Francia szabadalom 525 036 (1954).

3. *Guillaud, C.:* Perfectionnement aux materiaux ferromagnetiques du genre ferrite. Francia szabadalom 1 110 334 (1956).

4. *Shichijo, Y.—Tauya, N.:* Initial Permeability Characteristics of Vanadium- Doped Manganeses-Zinc-Ferrites. J. Appl. Phys. (Suppl.) *32* 386—87. (1961).

5. *Burke, V. E.:* Role of Grain Boundaries in Sintering. J. Am. Ceram. Soc. *40* 80—85. (1957).

6. *Weyl, W. A.:* Atomistic Interpretation of the Mechanism of Solid State Reactions and of Sintering. Ceram. Age *60* 28—38. (1952).

A Popov Egyesület tudományos ülésszaka

Moszkva 1967. május 4—6.

A Popov Egyesület minden évben május elején, a Rádiózás Napja tiszteletére tudományos ülésszakot, konferenciát rendez. Az ez évi ülésszak sorrendben már a 23-ik volt. Az ülésszaknak különös fontosságot, jubileumi jelleget adott az a tény, hogy a Szovjetunióban az idén ünneplik a szovjet hatalom fennállásának 50. éves évfordulóját. A konferencián Magyarországról Dr. Ács Ernő (TKI), Schmidt János (BHG) és dr. Szokolay Mihály (BME) vettek részt és előadásokat tartottak.

A konferencián néhány megnyitó, közös előadás után a szakelőadások 25 szekció keretében hangzottak el. Az egyes szekciók megnevezése: 1. Információ elmélet, 2. Antennák, 3. Félvezető eszközök, 4. Rádió relévonalak, 5. Sokcsatornás berendezések, 5/a Gépi kapcsolástechnika, 6. Televízió technika, 7. Elektronika, 8. Rádiótechnikai mérések, 9. Általános rádiótechnika, 10. Rádió műsorszóró berendezések, 11. Rádióhullámok terjedése, 12. Rádió vevőkészülékek, elektroakusztikai- és hangrögzítő berendezések, 13. Elektronikus számológépek, 14. Kvantum elektronika, 15. Kibernetika, 16. Távközlési és távvezérlési rendszerek, 17. Mikroelektronika, 18. Diszkrét jelek átvitele, 19. Bioelektronika, 20. A rádiózás

és hírközlés története, 21. Tudományos-technikai információk átvitele, 22. A rádiótechnika alkalmazása az orvostudományban és biológiában, 23. Operáció kutatás, 24. Analóg módszerek és eszközök határérték feladatok megoldására, 25. Analóg számológépek.

A fenti szekciókban az előadók kb. 600 előadást tartottak. Az előadások szövegét a Popov Egyesület még ez évben könyv formában kiadatja.

Az előadások között igen értékes és érdekes volt az első két megnyitó előadás. Az első előadáson K. Ja. Szergejcsuk a szovjet hírközlés 1966—1970 közötti fejlődéséről, a másodikon pedig Sz. A. Adcsemov hírközlés területén folyó tudományos kutatás fő irányvonaláról számolt be. Az alábbiakban ezen előadások alapján ismertetem a Szovjetunió hírközlésének fejlődésére vonatkozó legfontosabb adatokat és megállapításokat.

K. Ja. Szergejcsuk előadása kezdetén vázolta az elmúlt kb. hét év fejlődésének számadatait.

Ezek szerint

— a helyközi kábelvonalak hossza megháromszorozódott,
— a városi távbeszélő-központok vonalkapacitása 1,9 szeresére emelkedett,
— a kb. 4,1 millió városi távbeszélő-állomás 80%-a automata távbeszélő-központhoz tartozik,
— a rádió-adóállomások teljesítménye 170%-kal növekedett,
— 125 új, 1 kW-os, vagy annál nagyobb teljesítményű tv-adóállomást helyeztek üzembe,
— a lakosság kb. 20 millió tv-készülékkel rendelkezik. A lakosság kb. 60%-a tv-műsorral el van látva,
— 124 új, 2 programmot sugárzó frekvenciamodulált adóállomás épült.

1966—1970 között megkezdik a Szovjetunió egész területére kiterjedő automatikus helyközi hálózat kiépítését. Ennek a tervnek a keretében ezen idő alatt a távbeszélő-központok kapacitását 1,8-szeresre, a helyközi távbeszélő-csatornák hosszát 2,5 szeresre növelik. A központok kapacitása ekkor 7,577 millió előfizető lesz és a távbeszélő sűrűség Moszkvában 23 készülék/100 lakos-ra emelkedik. A távbeszélő központok a közeljövőben még crossbar-rendszerűek lesznek. A központok közötti átvitel céljából a K-30-as frekvenciamodulált és az IKM-24 kódmodulált rendszereket alkalmazzák. A helyközi távbeszélő-átvitel céljára a K-300-as koaxiális rendszert, tv és távbeszélő átvitel céljára pedig a K-1920-as rendszereket fejlesztik. Igen nagy mértékben fejlesztik a közvetlen átlátású és troposzférikus szórással terjedő rádiórelé rendszereket, valamint a távközlési műholddal történő összeköttetéseket.

A hálózatot alkalmassá teszik a telex-, adat-, képtávíró jelek átvitelére.

A rádió és tv műsorszórás fejlesztésénél figyelembe veszik, hogy ez hatalmas fegyver a tömegek ideológiai nevelése területén. A rádióadók teljesítményét ezért 40%-kal növelik. 120 új tv-adóállomást építenek. A tv nagyadók száma 300, a kis- és nagy tv-adók együttes száma pedig kb. 1400 lesz. Ezzel a lakosság 80%-a jó tv vételi körülmények között fog élni.

A nagytávolságú tv átvitelt távközlési műholdakkal biztosítják, a földi vevőállomások körzetében pedig kábeles és mikrohullámú rendszerek továbbítják a jeleket.

Megkezdődik a kísérleti színes tv-adás, valamint a sztereofonikus rádió műsorszórás.

Sz. A. Adzsemov előadásának elején foglalkozott a hírközlés fejlődésének ütemével, valamint a gazdaságosság kérdésével úgy a Szovjetunióban, mint a fejlett tőkés országokban. Megállapította, hogy e fejlődés ütemét fokozni kell, hogy a legfejlettebb tőkés országokat a híradástechnikai eszközök alapvető mutatóiban, például a telefonsűrűségben is utolérjék. A nagyméretű és gyorsütemű fejlesztés megköveteli, hogy a hírközlési eszközök telepítése a tudomány és technika legutolsó eredményeinek maximális felhasználásával történjék.

A hírközlés területén a meglevő átviteltechnikai berendezések mellett új, nagykapacitású átviteli rendszereket fejlesztenek. Az új kábeles koaxiális rendszer 3600 csatornás lesz. Fejlesztenek csőtápvonalas összeköttetéseket 20 000, ill. még több távbeszélő csatorna átvitelére. Kísérleteket folytatnak a lasersugárnak nagyteljesítményű trunkvonalakként történő alkalmazására.

Az előadó véleménye szerint a kapcsolástechnika fejlődésében jelentősen lemaradt az információ átviteli eszközök fejlesztése mögött. Így pl. régebben az egy csatornára jutó kapcsolóeszközök költsége 20 km átviteli csatorna árával volt egyenértékű. Ma ez a költség már 200 km átviteli csatornáéval egyenlő, de a jövőben az arány még növekedni fog. Ennek megfelelően a fejlesztés erőit a kapcsolási rendszerek területén végzendő munkákra összpontosítják. Ezen a területen egyrészről kvázi-elektronikus térosztású központokat fejlesztenek, ahol a beszédutat mechanikus (reed) jelfogók kapcsolják, másrészről teljesen elektronikus időosztású központokat terveznek. Ezek a jelenlegi crossbar és egyéb rendszereket fokozatosan felváltják.

Nagy gondot fordítanak a PCM rendszerek fejlesztésére. A kísérletek célja olyan elsőrendű kérdések eldöntése, hogy lehetséges-e bármilyen jellegű információ átvitelére képes egységes átviteli csatorna létrehozása. Ezek a csatornák — úgy az átviteli, mint az elosztó berendezésekben — csak egységes „a logikai számítás technikában szokásos" jelelemeket továbbítanának.

A fejlesztési munka egy részét a különféle megbízhatóságú és információ sebességű adatátviteli rendszerek kialakítása képezi. Az eddigi, 1200 Baud távíró sebességű rendszerek mellett az új moduláció eljárások, kódolástechnikai eszközök és automatikus korrekciós módszerek a nagy megbízhatóságú, 7200—9600 Baud távíró sebességű átvitelt a távbeszélő-csatornákban már lehetővé teszik.

A szekció előadások a szovjet kutatás és ipar számos területén végzett értékes kutató munkáról számoltak be. A nagy mennyiségű anyag azonban lehetetlenné teszi, hogy tartalmukat akár csak kivonatosan is összefoglaljuk.

Dr. Szokolay Mihály

A HTE 1967. november havi rendezvényei

Összeállította: VALKÓ PÉTERNÉ

Az előadások helye: TECHNIKA HÁZA, Budapest V., Szabadság tér 17. III. 376.

Alapanyag	: Alapanyag Szakosztály	Elnök: Dr. Pataky Balázs
Félvez.	: Félvezető Szakosztály	Titkár: Kocsis Miklós
Távb.	: Távbeszélő Szakosztály	Elnök: Budai Lajos
Konst.	: Konstrukció Szakosztály	Elnök: Dr. Almássyy György
Átviteltech.	: Átviteltechnikai Szakosztály	Elnök: Lajkó Sándor

1967. november	Szakosztály	Előadás
10. péntek, 15 ó.	Alapanyag	*dr. Tardos Lászlóné* (TKI) Gránát struktúrájú ferromágneses anyagok
14. kedd, 16 ó.	Félvez.	*dr. Ambrózy András* (BME) *Hidas György* (HIKI) Tranzisztorok zaja A zaj fizikai forrásai. Helyettesítő kapcsolások. Zajtényező. Frekvenciafüggés. Zajmérés kis- és nagyfrekvencián. Kiszajú bemeneti fokozatok méretezési szempontjai.
17. péntek, 17 ó.	Átviteltech.	*Sáfár Zoltán* (TRT) A telefongyári távírótechnikai fejlesztés és eredményei
22. szerda, 15 ó.	Konstr. Vitadélután	*Temessy Ernőné* (TKI) Korszerű mikrohullámú mérőműszerek konstrukciós kérdései
23. csütörtök, 17 ó.	Távb.	*Gosztony Géza* (BHG) Kerülőutas hálózatok méretezésének alapelvei.
24. péntek, 15 ó.	Alapanyag	*dr. Pataky Balázs* (VASKUT) Mangántartalmú ferritek oxidációja.

Tartalmi összefoglalások

ETO 538.13:621.396.721.029.4:654.937.7

Magos A.—Zombory L.:

Kisfrekvenciás adóhurok mágneses tere

HÍRADÁSTECHNIKA XVIII. (1967) 10. sz.

Kistávolságú vezetéknélküli összeköttetést (személyhívó, helyhez nem kötött tolmácsberendezés stb.) célszerű kisfrekvenciás áram mágneses terével létrehozni. A beszórandó területet körülfogó és a helyhez kötött adóhoz csatlakozó adóhurok, valamint a mozgó vevőkészülék között induktív csatolás van. Jelen cikk tárgyalja az általános sokszög, ezen belül részletesen a téglalap alakú és végül a kör alakú adóhurok tervezésének módszerét.

ETO 621.373.431.064.001.24

Szentannai P.:

Dinamikus áramkörök működési idejének meghatározása

HÍRADÁSTECHNIKA XVIII. (1967) 10. sz.

Az elektronikus áramkörök dinamikus elemeinek, mint az astabil és monostabil multivibrátorok, késleltetők stb., sok közös jellemzőjük van. A közös jellemzőket kihasználva a szerző cikkében olyan összefüggéseket határoz meg, amelyek segítségével a dinamikus áramkörök kapcsolási ideje egységesen számítható. Számításokat végez az elemek szórása következtében előálló kapcsolási idő változásokra is. A számításokból kapott eredményeket a szerző mérésekkel ellenőrizte és ezekről oszcilloszkóp felvételeket közöl.

ETO 549.731.1:621.318.134

Tardos L.-né:

Idegen ionok hatása Mn-Zn ferritek mágneses sajátságaira

HÍRADÁSTECHNIKA XVIII. (1967) 10. sz.

A cikk részletesen ismerteti kis mennyiségű Ca, Mg, Si, Al, Sr és Ba ionok hatását a Mn-Zn ferritek mágneses sajátságaira. Számos mérési adat alapján összefüggéseket állapít meg a szennyező ion minősége és mennyisége és a kezdő permeabilitás, veszteségi értékek, telítési indukció és Curie pont értékének alakulása között, egy, két és háromféle szennyező ion együttes jelenléte esetén. Az idegen ionok elhelyezkedését elektronmikroszkópos felvételeken is szemlélteti.

Обобщения

ДК 538.13:621.396.721.029.4:654.937.7

А. Магош—Л. Зомбори:

Магнитное поле передающего шлейфа низких частот

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVIII. 1967) № 10.

Радиосвязь малого расстояния (зватель лиц, устройство для переводчиков с нефикцированным местом и т. д.) осуществляется с помощью магнитным полем тока н. ч. Между шлейфом, окружающим площадь обслуживания; связанным с передатчиком фиксированного места, и подвижным прииником является индуктивная звязь. Излагается метод проектирования передающего шлейфа формы общего многоугольника, в рамках этого подробно прямоугольника и круга.

ДК 621.373.431.064.001.24

П. Сентаннаи:

Определение времени работы динамических цепей

(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) (1967) № 10.

Динамические элементы электронных цепей, как астабильные и моностабильные мультивибраторы блока задержки и т. д., имеют многие общие параметры. На основе общих параметров определены соотношения, с помощью которых время коммутации динамических цепей можно рассчитать одинаковым образом. Даны расчеты по изменениям времени коммутации вследствие разброса элементов. Результаты, полученные из расчетов были проверены измерениями и осциллоскопическими фотоснимками.

ДК 549.731.1:621.318.134

Л. Тардош:

Влияние инородных ионов на магнитные параметры ферритов Mn—Zn

HIRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVIII. (1967) № 10.

Подробно излагается влияние малых количеств ионов Ca, Mg, Si, Al, Sr и Ba на магнитные параметры ферритов Mn—Zn. На основе многих данных измерений устанавливаются соотношения между качеством и количеством гразящих ионов и величинами начальной проницаемости, потерь, индукцией насыщения и точки Кюри, в присутвии одого, двух и трёх гразящих ионов. Помещение иородных ионов показано на фотоснимках с электронным микроскопом.

Zusammenfassungem

DK 538.13:621.396.721.029.4:654.937.7

A. Magos—L. Zombory:

Magnetfeld einer Niederfrequenz-Sendeschleife

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) Nr. 10.

Eine kurzentfernte drahtlose Verbindung (Personenanrufapparat nicht ortsgebundene Dolmetschvorrichtung usw.) wird zweckmässig durch das Magnetfeld von Niederfrequenzströmen verwirklicht. Zwischen der zum ortsgebundenen Sender angeschlossenen Sendeschleife, die das bestreuende Gebiet umfasst, und dem beweglichen Empfangsapparat besteht eine induktive Kopplung. Dieser Artikel behandelt die Entwurfsmethoden von Sendeschleifen, welche die Form eines allgemeinen Vieleckes, und ausführlich eines Parallelogrammes, oder Kreises haben.

DK 621.373.431.064.001.24

P. Szentannai:

Bestimmung der Funktionszeit dynamischer Stromkreise

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) Nr. 10.

Die dynamischen Elemente der elektronischen Stromkreise und zwar die astabile und monostabile Multivibratoren, Verzögerungsgeräte usw. haben viele gemeinsame Kennwerte. Diese gemeinsamen Kennwerte ausnützend werden in dem Artikel solche Zusammenhänge bestimmt, mit deren Hilfe die Schaltzeit der dynamischen Stromkreise einheitlich berechnet werden kann. Es werden Berechnungen durchgeführt bezüglich der Schaltzeit-Veränderungen, welche infolge der Streuung der Elemente entstehen. Die erhaltenen Ergebnisse werden mit Messungen kontrolliert und die Resultate mit Oszilloskopaufnahmen illustriert.

DK 549.731.1:621.318.134

Frau L. Tardos:

Einfluss von fremden Ionen auf die magnetischen Eigenschaften von Mn-Zn Ferriten

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) Nr. 10.

Der Artikel behandelt ausführlich den Einfluss von wenigen Ca, Mg Si, Al,Sr und Ba Ionen auf die magnetischen Eigenschaften der Mn-Zn Ferrite. Auf Grund zahlreicher Messdaten stellt er Zusammenhänge zwischen Qualität und Quantität der verunreinigenden Ionen und Anfangspermeabilität, Verlustwerte, Sättigungsinduktion und Curie-Punkt fest, im Falle der gemeinsamen Anwesenheit von ein, zwei oder drei Arten von verunreinigenden Ionen. Die Anordnung der fremden Ionen wird auch auf elektronmikroskopischen Aufnahmen gezeigt.

Summaries

UDC 538.13.621.396.721.029.4:654.937.7

A. Magos—L. Zombory:

Magnetic Field of a Low Frequency Radiating Loop

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

A short distance wireless connection (personal call unit, mobile interpreter equipment) may easily be established by the magnetic field of a low frequency current. Inductive coupling is set up bete ween the radiating loop connected to the transmitter, surroundin-, the space to be covered and the mobile receiver. The present articlg deals with the method of design for a general polygon, within this for a parallelogramme and a circle in detail.

UDC 621.373.431.064.001.24

P. Szentannai:

Determination of the Operating Time of Dynamic Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

Dynamic elements of the electronic circuits such as: astable and monostable multivibratiors, delay devices, etc. have many common characteristics. Making use of the common characteristics the author determines in his paper relations by the aid of which the switching time of the dynamic circuits can be determined uniformly. Calculations are made regarding the change of the switching time which arises from the dispersion of the elements. The results obtained are checked by measurements and oscillographic photos are also presented.

UDC 549.731.1:621.318.134

Mrs. L. Tardos:

Influence of Contaminating Ions on the Magnetic Properties of Mn-Zn Ferrites

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

The paper deals in detail with the influence of a small number of Ca, Mg, Si, Al, Sr and Ba ions on the magnetic properties of Mn-Zn ferrites. Based on many measurement results relations are established between the quality and quantity of the contaminating ions and the values of the initial permeability, the losses, the saturation induction and the Curie point in the case of the simultaneous presence of one, two or three kinds of contaminating ions. The location of the contaminating ions is demonstrated on electronmicroscopic photos.

Résumés

CDU 538.13:621.396.721.029.4:654.937.7

A. Magos—L. Zombory:

Champ magnétique d'un cadre d'émission

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

Une liaison sans fil à petite distance (appareil d'appel des personnes appareil d'interprètes non-fixé etc.) peut être convenablement établie par le champ magnétique d'un courrant basse fréquence. Il y a un couplage magnétique entre le cadre d'émission connecté à l'émetteur, entourant la surface à couvrir et le récepteur mobile. L'article expose la méthode du projet d'un cadre d'émission ayant la forme rncld'polygone, et particulièrement d'un parallélogramme et d'un ciue.

CDU 621.373.431.064.001.24

P. Szentannai:

Détermination du temps de fonction des circuits dynamiques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

Les éléments dynamiques des circuits electroniques, comme les multivibrateurs astables et monostables, blocs à retard etc., ont beaucoup de caractéristiques communes. En utilisant les caractéristiques communes l'auteur détermine dans son article des relations à l'aide desquelles on peut calculer uniformement les temps de commutation des circuits dynamiques. Il fait des calculs concernant les changements des temps de commutation à cause de la dispersion des éléments. Les résultats des calculs ont été contrôlés par mesures et prises oscillographiques.

CDU 549.731.1:621.318.134

Mme. L. Tardos:

Influence des ions contaminants sur les paramètres magnétiques des ferrites Mn-Zn

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVIII. (1967) N°. 10.

L'article expose en détail l'influence des petites quantités des ions de Ca, Mg, Si, Al, Sr, et Ba sur les paramètres magnétiques des ferrites Mn-Zn. Basant sur nombreux resultats de mesures corrélations sont établies entre la qualité et quantité des ions contaminants et la permeabilité de début, les valeurs de pertes, l'induction de saturation et le point Curie, en cas de la présence simultanée des ions contaminants d'une, deux et trois sorte. L'arrangement des ions contaminants est illutré sur les photos du microscope électronique.

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, valamint híradástechnikai transzformátorok

HÍRADÁSTECHNIKAI ANYAGOK GYÁRA

VÁC, ZRÍNYI UTCA 1

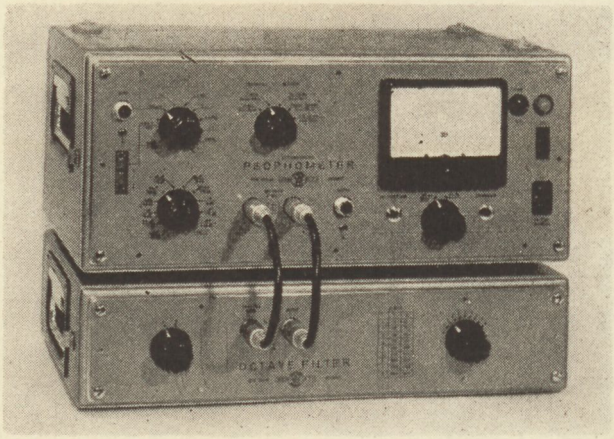
Ferrit lágymágneses alkatrészek: fazékmagok, árnyékoló serlegek, E-magok, U-magok, eltérítő gyűrűk, antennarudak, menetes magok, ferrit rudak

Transzformátor alkatrészek, lemezmaglapok, köpeny transzformátorokhoz és fojtótekercsekhez: tekercselt vágott vasmagok, csévetestek, hálózati, valamint hangfrekvenciás transzformátorok és fojtótekercsek

Fénycsőfojtók

Nyomtatott áramköri huzalozású lemezek

Töltött és töltet nélküli forrasztóónok



Tranzisztoros
PSOPHOMETER

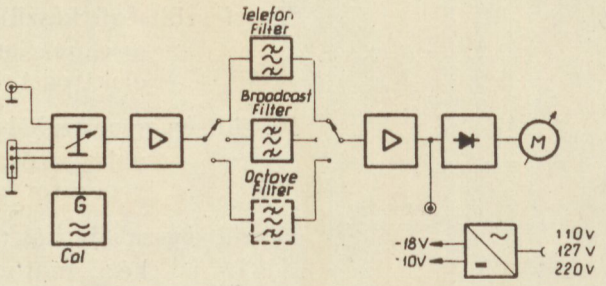
Zajfeszültségek mérésére és analízisére szolgáló műszer, mely kielégíti a CCITT legújabb ajánlásait (1960. Róma). Ennek megfelelően kiválóan alkalmas műsortovábbító és telefonberendezések vizsgálatára.

MŰSZAKI ADATOK:

Frekvencia – tartomány:	15 Hz — 20 kHz
Lineáris torzítás:	± 0.5 dB
Mérési tartomány	100 μV — 10 V
11 fokozatban:	— 80 db-től 20 dB
Legkisebb leolvasható feszültség:	20 μV

BEMENŐ IMPEDANCIÁK:

Szimmetrikus:	600 Ohm ± 2 % > 10 kOhm
Aszimmetrikus:	≧ 100 kOhm
Fogyasztás:	5 VA



Gyártja: ELEKTRONIKA
Budapest, VII., Klauzál u. 30.
Telefon: A telefonkönyv 31. oldalán

1891 MM 1966

MAGYAR KÁBEL MŰVEK
IGAZGATÓSÁG ÉS KÖZPONTI GYÁR
Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 466-770, 266-670

ZOMÁNCHUZALGYÁR
Budapest, XI., Hunyadi J. út 1.
Telefon: 268-930

SZEGEDI KÁBELGYÁR
Szeged, Huszár út 1.

GYÁRTMÁNYOK:

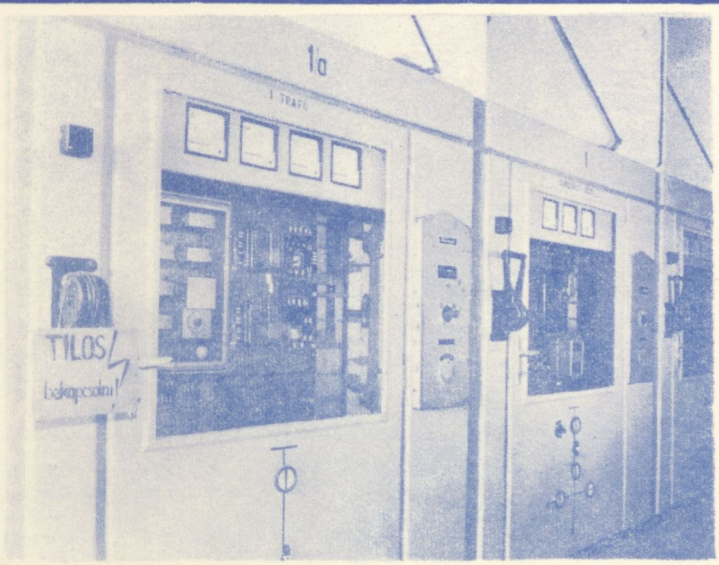
Erősáramú szigetelt vezetékek
Jelző, mérő, működtető kábelek
Erősáramú kábelek 1—35 kV-ig
Alumínium és acél-alumínium szabadvezetékek
Tekercselő huzalok
Switch-kábelek
Gumitömlő-kábelek
Híradástechnikai vezetékek
Távkábelek
Távbeszélő kábelek
Hajókábelek
Szigetelt zománchuzalok
Mikroszeparátor lemezek
Zárt-acélkötelek
Hullámosított lemezek
Kábeldobok

ÉVITERV

Az ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat tervezési tevékenysége

Ipartelepi villamosberendezések

villamos erőátvitel,
világítás
köz- és díszvilágítás,
sportpályavilágítás,
eredményhirdetők,
mezőgazdasági villamos-
berendezések,
szabadvezetékek,
szaktanácsadás,
felülvizsgálat,
központi fűtés,
gáz, víz, csatorna,
légtechnika,
felvonó.



ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat

Budapest VIII., Vas u. 2/d.
Telefon: 337-960, 377-964-től 969-ig.

SZTE SZÉCHENYI KÖNYVTÁR

RFT

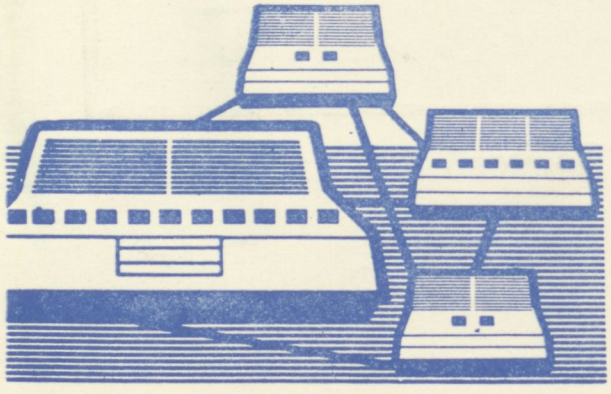
RFT váltóüzemű távbeszélő — a műszaki haladás fontos tényezője

Racionális üzemmenet ma már nem képzelhető el az üzemen belüli megbízható hírközlés lehetősége nélkül. Éppen ezért alkalmazzák a gazdasági élet, az ipar és a közlekedés minden területén egyre fokozódó mértékben az RFT váltóüzemű távbeszélő berendezéseket. Kis és nagy berendezések hurok- és csillagvonalú távközlésre, zajos üzemi viszonyok közepette is helytállóan működnek. Rendelkezésre állnak továbbá speciális berendezések: többszörös, váltóüzemű ajtó-távbeszélő, segélyhívó-váltóüzemű távbeszélő, vasúti ranzsirozásnál alkalmazható berendezés és röntgen-váltóüzemű távbeszélő.

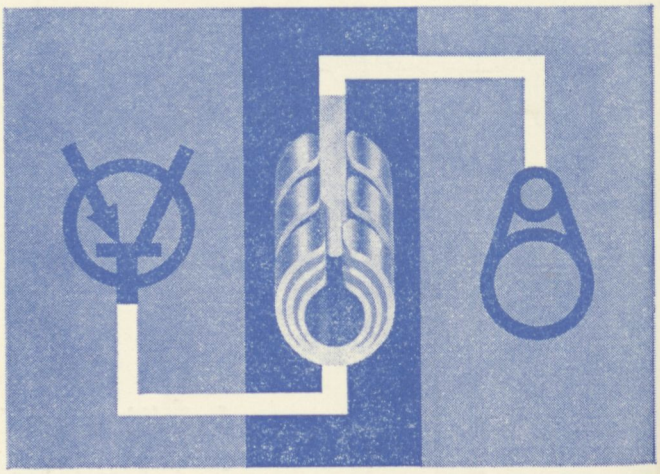
VEB Funk- und Fernmelde-Anlagenbau Berlin

Kérjük az érdeklődőket, forduljanak az
NDK magyarországi követségének
kereskedelmi kirendeltségéhez
(elektrotechnikai ügyosztály)
Budapest XIV.,
Ajtósi-Dürer sor 25a

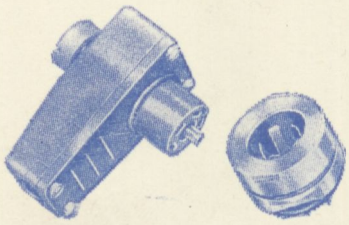
Exportálja: Deutscher Innen- und Aussenhandel
Elektrotechnik — 104 Berlin
Német Demokratikus Köztársaság



TUCHEL-KONTAKT



Elektronikus szisztémák – **dugaszolhatóvá téve** – vezérlik, szabályozzák, ellenőrzik, átviszik és összekötik az elektronikát a mechanikával üzembiztos egységgé. A **TK**-szisztéma megfelel a fizikai törvényeknek, a precizió kiváló minőséghez vezet. Dugaszolható, öntisztuló többszörös érintkezők veszteségmentesek, rázásbiztosak, időjárásérzéketlenek – üzembiztosak. – **Dugaszolhatóvá tenni** – műszaki fejlődést jelent. Sok műszaki és gazdasági problémát csak dugaszolható elektronikus szerelési egységekkel lehet megoldani, – ezért dugaszolhatóvá kell tenni –. **Hol kell dugaszolhatóvá tenni:** A technika majdnem minden területén alkalmazhatók. **Mikor kell dugaszolhatóvá tenni:** Rögtön a szerkesztési tervezés elején, hogy a gyártmányt sokrétűbben lehessen alkalmazni és az versenyképes legyen – egyszerűbb service –. **Mit kell dugaszolhatóvá tenni:** Elektronikus vezérlésű egyes szerkezeti elemeket minden műszaki gép részére – nehézgépek exportja. **Hogyan kell dugaszolhatóvá tenni:** A **TK**-szisztéma segítségével.



T 3352 T 3353/2
Dugaszoló csatlakozás a vezérléstechnika részére
Gyártási sorozat 5 pólusú
Áramerősség érintkezőnként 10 A
Közepes feszültség VDE 0110 előírásnak megfelelően 250 V~ vagy –
PG-kapcsolódobozzal és ovális peremmel.

Kérje információs anyagunkat és különlenyomatainkat.

TUCHEL-KONTAKT GMBH
7100 Heilbronn/Neckar · Postfach 920 · Telefon 8 80 01
Német Szövetségi Köztársaság

BIZTONSÁG a TK-SZJSZTÉMA ÁLTAL