SZTE KÖNYV-TÁR

XV. ÉVFOLYAM 12. SZÁM, 353—384 OLDAL
BUDAPEST, 1964. DECEMBER HÓ 12

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1964. december XV. évfolyam, 12. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

SOMOGYVÁRI MAGDA: Hálózattervezés és lineáris programozás 353
VÖRÖS ANDRÁS: Impulzusszámlálás elvén működő FM demodulátorok torzítási kérdései 359
K. TOMASEK: Nomogrammok tranzisztorparaméterek átszámításához 366
FELLEGI ZOLTÁN: A forrasztatlan csavartkötés 374
Külföldi események 370, 379
Könyvismertetések 373
Szabadalmi szemle 365, 382
Tartalmi összefoglalás 383
Обобщения 383
Zusammenfassungen 383
Summaries 383
Résumés 384

Szerkesztőség: BALOGH PÁL felelős szerkesztő, BOGLÁR GYULA, SÁRKÖZY GÉZA kandidátus, VÁRALJAI VILMOS, tudományos szerkesztők; SZŐLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, FLESCH ISTVÁN, RUPPENTHAL PÉTER, szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest,V., Október 6 utca 7. IV. 421. Telefon: 183—772. — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113—027.

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

Index: 52.375

HÍRADÁSTECHNIKA — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113—450. Felelős kiadó: SOLT SÁNDOR. A lap megjelent 1400 példányban. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a posta Központi Hírlapirodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850) vagy bármely postahivtalnál. Előfizetési díj: félévre 24 Ft, egész évre 48 Ft. Egyes szám ára: 4 Ft Megjelenik havonta. Csekkszámlaszám: Egyéni 61,254, közületi 61,065 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest 62.

64.6281 Egyetemi Nyomda, Budapest

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

SOMOGYVÁRI MAGDA
Posta Kísérleti Intézet

Hálózattervezés és lineáris programozás

ETO 621.395.742 : 65.012.122

A hírközlő rendszerek iránti igények rohamos növekedése jelentős feladat elé állítja a tervezőket, ha egy nagy műszaki- és gazdaságossági követelményeket kielégítő országos távbeszélő hálózat egzakt tervezését kell végrehajtaniok. Ezt a cikket e témakörben bevezető-, problémafelvető cikknek szánjuk.

A következőkben néhány fogalmat tisztázunk a tervező munkával-, annak matematikai módszereivel-, főleg a lineáris programozással kapcsolatban, majd bemutatunk egy példát a lineáris programozás alkalmazására. Ez a példa tárgyát nem a hálózattervezésből veszi. Erre a területre vonatkozó szemléltető példát még nem tudunk közölni, de a termelési tervek optimalizálását tükröző feladat a módszer felhasználását meg tudja világítani és talán utat mutat a lineáris programozásnak a hálózattervezésre való alkalmazására is. Végül felvetjük a hálózattervezéssel kapcsolatos problémákat, elsősorban a matematikai megoldás szempontjából.

A tervező munka és a matematika

Az utóbbi évtizedekben fokozottan előtérbe került a gazdasági- és társadalmi folyamatok tudományos igényű vizsgálata. Ezen vizsgálatok jellegzetessége, hogy modellekkel dolgozik és igénybe veszi a technika legmodernebb eszközeit, így például a matematikai módszereket és a kibernetikát.

Minket elsősorban a gazdasági folyamatok vizsgálata és ezen belül főleg a tervezés érint. A matematika szerepét is ebből a szempontból vizsgáljuk. Lényeges hangsúlyozni itt is, hogy a matematika csak *segédeszköze* a gazdasági tervezésnek, a matematikának nem feladata és nem is képes arra, hogy gazdasági döntéseket hozzon, de bizonyos gazdasági döntések mennyiségi kihatását meg tudja vizsgálni. A tervezésnek rengeteg olyan tényezőt is figyelembe kell venni, ami egyelőre matematikailag nem is önthető formulába.

A modell

Bármilyen jelenséget is vizsgálunk, a jelenség vizsgálatánál minden tényezőt, minden körülményt nem tudunk teljes egészében figyelembe venni. Bizonyos egyszerűsítő feltevésekkel kell élni, vagyis meg kell konstruálni a probléma modelljét. Jelen esetben modellen matematikai modellt értünk.

A modell tehát a valóság leegyszerűsített képe. A modell megalkotásának módját az szabja meg, hogy milyen cél érdekében készítettük azt. A modell általában nem használható arra, hogy a vizsgálat tárgyával kapcsolatban minden kérdésre válaszoljon, de elvárjuk, hogy a vizsgálat közvetlen céljára vonatkozóan információt tudjon adni. A modellel szemben a következő alapkövetelmények lépnek fel:

a) a modellt meghatározó feltevések a cél szempontjából hűen ábrázolják a valóságot,

b) lehetőleg könnyen kezelhető legyen;

A modell matematikailag a következőt jelenti: Egy n változós f $(x_1, x_2 \cdots x_n)$ függvény optimális értékét kell meghatározni azon feltétel mellett, hogy a függvény értelmezési tartományát m db egyenlőtlenségből álló rendszer határozza meg: $g_j\ (x_1, x_2 \cdots x_n) \leqq 0$ ahol $j = 1,2 \cdots m$. Az $f(x_1, x_2 \cdots x_n)$ a vizsgálat célját kifejező függvényt jelenti, például a hálózattervezés esetén a fellépő költségek függvénye. $x_1, x_2 \cdots x_n$ a változók, vagyis például a mi esetünkben a forgalom nagysága, a központok távolsága, az összeköttetés minősége stb. — amitől az f $(x_1\ x_2 \cdots x_n)$ függvény értéke függ. $g_j\ (x_1, x_2 \cdots x_n)$ a változókra vonatkozó gazdasági és műszaki feltételek matematikai megfogalmazása.

A modellek fajtái:

a) ha az f $(x_1, x_2, \cdots x_n)$ és $g_j\ (x_1, x_2, \cdots x_n)$ (j = 1,2 ··· m) függvények valamennyien lineárisak, akkor *lineáris modellről* beszélünk;

b) ha az f $(x_1, x_2, \cdots x_n)$ és $g_j\ (x_1, x_2, \cdots x_n)$ $(j = 1,2 \cdots m)$ függvények valamelyike vagy mindegyike nem lineáris, akkor *nem lineáris modellekről* van szó.

A gyakorlatban eddig — ha nem is kizárólagosan — főleg lineáris modellekkel dolgoznak.

A következőkben néhány modellfajtát említünk meg, csak felsorolásképpen.

a) várakozási idő modellek;
   1. sorbanállási modell;
   2. körutazási modell;

b) pótlási modellek,

c) hozzárendelési probléma modelljei;

Ez utóbbinak döntő felhasználási területe a közlekedés, de a mi problémáinkkal a hálózattervezéssel is ehhez a modellhez kapcsolódhatunk. A hozzárendelési modell leggyakoribb változata a lineáris programozás.

A lineáris programozás elemei

A tervezés során a tervezőnek sok lehetőség közül kell kiválasztania a leggazdaságosabbat. Ez lehetséges olyan módon, hogy végigszámoljuk az összes lehetséges esetet és ezután kiválasztjuk a legkedvezőbbet. Általában azonban már a legegyszerűbb példánál is az összes eset olyan nagyszámú, hogy végigszámolni gyakorlatilag lehetetlen. Milyen lehetőségek állnak rendelkezésre ilyenkor? Egyrészt az *ösztönös módszer*, ez azon alapul, hogy a nagy tapasztalattal rendelkező szakemberek nagyot nem tévednek. A mai kor követelményei azonban ezen már túlmutatnak és a tervezők figyelme emellett a programozási eljárások felé is fordul. A programozás abban az értelemben, ahogy mi itt használjuk — olyan céltudatos tevékenység, amely lehetséges esetek halmazából a legmegfelelőbbnek a kiválasztására irányul. Egy programozási feladat matematikai úton való megoldásához szükséges, hogy a feladatot matematikailag meg tudjuk fogalmazni, tehát a problémához matematikai modellt tudjunk alkotni.

Megfogalmazás

A lineáris programozás *általános esete* a következőképpen adható meg:

Meghatározandó azon $\mathbf{x}$ vektoronak összessége, amelyek eleget tesznek az alábbi követelményeknek:

$$
\begin{aligned}
&a) \quad \mathbf{x} \geqq 0 \\
&b) \quad A_1\mathbf{x} \leqq \mathbf{b}_1 \qquad \text{és} \quad \mathbf{b}_1 \geqq 0 \\
&\qquad A_2\mathbf{x} = \mathbf{b}_2 \qquad \text{és} \quad \mathbf{b}_2 \geqq 0 \\
&\qquad A_3\mathbf{x} \geqq \mathbf{b}_3 \qquad \text{és} \quad \mathbf{b}_3 \geqq 0 \\
&c) \quad \mathbf{c}^x\ \mathbf{x} \rightarrow \max.
\end{aligned}
$$

ahol A_1, A_2, A_3 mátrixok — és $\mathbf{b}_1$, $\mathbf{b}_2$, $\mathbf{b}_3$ és $\mathbf{c}^x$ vektorok elemei állandók és $\mathbf{x}$ komponensei a változók és a változók közötti nagyságrendi relációk úgy értendők, hogy a kérdéses reláció minden megfelelő elem között fennáll. Az *a)* és *b)* feltétel az értelmezési tartományt adja meg, a *c)* feltétel pedig az ún. célfüggvényt, amelynek optimumát keressük. Az *a)* és *b)* feltételt kielégítő $\mathbf{x}$ vektorok halmaza alkotja a lehetséges programok halmazát, a *c)* feltételt is kielégítő $\mathbf{x}$ vektor (vagy vektorok) adják az optimális programot (vagy programokat).

Tehát a lineáris programozás során egy olyan lineáris függvény szélső értékét kell meghatározni, amelynek értelmezési tartományát egy egyenlőtlenség rendszer segítségével adjuk meg.

$\mathbf{v} = A_3\mathbf{x} - \mathbf{b}_3 \geqq 0$ új változó bevezetésével a feladat *módosított normál feladattá* alakítható át, amit az alábbiak szerint fogalmazhatunk meg:

Meghatározandó azon v vektorok összessége, amelyek eleget tesznek az alábbi követelményeknek:

$$
\begin{aligned}
&a) \quad \mathbf{v} \geqq 0 \\
&b) \quad A_1\mathbf{v} \leqq \mathbf{b}_1 \quad \text{és} \quad \mathbf{b}_1 \geqq 0 \\
&\qquad A_2\mathbf{v} = \mathbf{b}_2 \quad \text{és} \quad \mathbf{b}_2 \geqq 0 \\
&c) \quad \mathbf{c}^x\ \mathbf{v} \rightarrow \max.
\end{aligned}
$$

ahol — és a továbbiakban is — a jelölések az előbbiek szerint értendők, és az általános esethez képest a *b)* pont csak két feltételt tartalmaz, azaz csak egyik irányú egyenlőtlenség szerepel.

Minden, lineáris programozási feladat visszavezethető módosított normál — vagy *normál feladatra*, ami a következőt jelenti:

Meghatározandó azon $\mathbf{w}$ vektorok összessége, amelyek eleget tesznek az alábbi követelményeknek:

$$
\begin{aligned}
&a) \quad \mathbf{w} \geqq 0 \\
&b) \quad A\mathbf{w} \leqq \mathbf{b} \qquad \text{és} \quad \mathbf{b} \geqq 0 \\
&c) \quad \mathbf{c}^x\mathbf{w} \rightarrow \max.
\end{aligned}
$$

ahol: a módosított normál feladathoz képest a b) pont eggyel kevesebb feltételt tartalmaz.

Az itt felírt feladatok mindegyike maximum feladat volt. Minden maximum feladathoz hozzárendelhető egy duális minimum feladat és viszont. Pl. az előbb felírt normál feladat duálisa a következő:

Meghatározandó azon $\mathbf{u}^x$ vektorok összessége, amelyek eleget tesznek az alábbi követelményeknek:

$$
\begin{aligned}
&a) \quad \mathbf{u}^x \geqq 0^x \\
&b) \quad \mathbf{u}^x A \leqq \mathbf{c}^x \\
&c) \quad \mathbf{u}^x\mathbf{b} \rightarrow \min.
\end{aligned}
$$

$\mathbf{w}$ komponenseit primál változóknak —, $\mathbf{u}^x$ komponenseit duális változóknak nevezzük. A dualitás jelentőségére majd a feladatnál mutatunk rá.

Megemlítjük a *degeneráció* fogalmát, ami azt jelenti, hogy $\mathbf{b}$ komponensei között a 0 is fellép.

A megoldhatóság feltételére megadható elméleti tételekkel itt nem foglalkozunk, mert jelen tárgyalásban nem viszik előbbre a kérdés megoldását, néhány gyakorlati kritérium említésére azonban egy példa bemutatása során alkalmat találunk.

A megoldás főbb módszerei

a) Szimplex módszer

Ez egy lehetséges programból indul ki, és azt lépésről lépésre javítja. E javítás véges lépés után optimumhoz vezet, vagy jelzi, hogy a feladat nem megoldható. Ez tekinthető a lineáris programozás legáltalánosabb módszerének.

b) Disztribuciós módszer

A szimplex módszer módosított változata. Főleg szállítási feladatoknál alkalmazzák a megoldásra. Felhasználhatóságának feltétele az, hogy a szállítási viszonylatok kötetlenek legyenek.

c) Magyar módszer

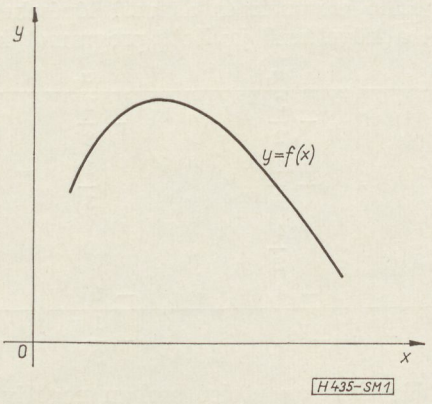
Degenerációs esetekben jól alkalmazható. Bizonyos gráfelméleti meggondolásokon és tételeken alapuló módszere ez a lineáris programozásnak.

A szélső értékszámítás klasszikus módszereit nem használhatjuk, mert a célfüggvény optimuma a függvény értelmezési tartományának határára esik.

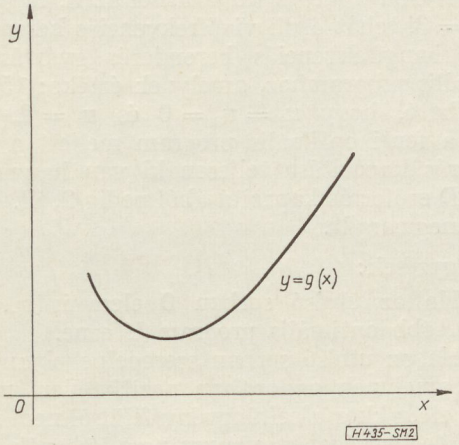
Kiegészítő megjegyzések

a) A lineáris programozás általános megfogalmazásánál láttuk, hogy $\mathbf{c}^x$ komponensei, tehát a célfüggvény együtthatói adott számok. Általánosabb esetben lehetséges, hogy a célfüggvény együtthatói bizonyos paramétertől függnek. Ebben az esetben *parametrikus programozásról* beszélünk.

b) A gyakorlatban nagyon sokszor — így a hálózattervezésnél is — ha jó modellre, tehát a valóság hű utánzására törekszünk, akkor nem teljesül az a feltétel, hogy a célfüggvény lineáris legyen. Nem lineáris célfüggvények esetében alkalmazható a *konvex programozás*. A konvex programozás legegyszerűbb esetének lényege az, hogy új változók bevezetésével, és új feltételi egyenlőtlenségek felírásával a feladatot közönséges lineáris programozási feladatra vezetjük vissza. E módszer alkalmazhatóságának feltétele az, hogy maximum feladatnál a célfüggvényt — az egyes változókban — felülről nézve konvex görbe (1. ábra) ábrázolja, minimum feladatnál pedig az, hogy a célfüggvény képe — az egyes változókban — alulról konvex görbe (2. ábra) legyen. A megoldás során a célfüggvényt ábrázoló görbét lineáris szakaszokkal közelítjük meg. A változó helyébe a közelítő szakaszok számával megegyező számú új változót vezetünk be. Ezután pedig lineárisan programozunk.



1. ábra



2. ábra

Összefoglalás

a) a programozandó feladatban szereplő mennyiségek és a maximalizálandó —, illetve minimalizálandó mennyiség között lineáris vagy lineárisra visszavezethető kapcsolat legyen;

b) A programozásra kerülő mennyiségek egységekre oszthatók legyenek; vagyis az egyes programozandó egységek egymást helyettesíthetik;

Példa a lineáris programozás alkalmazására

A lineáris programozás általános ismertetése során csak felsoroltuk a megoldás módszereit, de nem részleteztük azokat. A következő példa kapcsán bemutatjuk a szimplex módszer menetét. Gyakori a lineáris programozásnak optimális termelési terv készítésére vonatkozó alkalmazása. *Például:*

Egy híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalat kétféle termék gyártására rendezkedett be: vívőfrekvenciás (I.) és hangfrekvenciás (II.) berendezéseket tud gyártani. A gyártás során többféle *(A, B, C, D)* ún. erőforrást használnak fel. (Erőforrás: anyag-, gép-, energia-, munkaerő- stb. szükségletet jelenthet.) Tudjuk, hogy az *A, B, C, D* erőforrásokból 12, 21, 8 és 30 egység áll rendelkezésre és hogy egy vívőfrekvenciás berendezés előállításához az egyes erőforrásokból 1, 3, 2 és 5 egység-, egy hangfrekvenciás berendezés előállításához az egyes erőforrásokból 2, 3, 0, illetőleg 3 egység szükséges. Ismeretes ezenkívül, hogy egy vívőfrekvenciás berendezés előállítása 3 egység-, egy hangfrekvenciás berendezés előállítása 1 egység tiszta nyereséggel jár. Meghatározandó, hogy hány darab vívőfrekvenciás berendezés illetőleg hány darab hangfrekvenciás berendezés gyártása biztosítja az adott feltételek mellett a legnagyobb tiszta nyereséget?

Ha a gyártandó berendezések számát x_1 és x_2-vel jelöljük, akkor a lineáris programozási feladat a következőképpen fogalmazható meg:

Meghatározandó azon x_1, x_2 értékpárok összessége, amelyekre teljesül:

$$
\begin{array}{lll}
a) & x_1,\ x_2 & \geqq\ 0 \\
b) & x_1 + 2x_1 & \leqq\ 12 \\
 & 3x_1 + 3x_2 & \leqq\ 21 \\
 & 2x_1 & \leqq\ 8 \\
 & 5x_1 + 3x_2 & \leqq\ 30 \\
c) & 3x_1 + x_2 & \rightarrow\ \max.
\end{array}
$$

Tehát az általános alakban megadott normál feladat jelöléseit figyelembevéve:

$$\mathbf{x} = [x_1; x_2]$$

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 0 \\ 5 & 3 \end{vmatrix}$$

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 12 \\ 21 \\ 8 \\ 30 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{c}^x = [3; 1]$$

a) Először elkészítjük az induló szimplex táblázatot:

$\mathbf{u}^x$	$\mathbf{x}$	
	A	$\mathbf{b}$
	$\mathbf{c}^x$	$\mathbf{0}$

általános formának megfelelően:

	x_1	x_2	
u_1	1	2	12
u_2	3	3	21
u_3	[2]	0	8
u_4	5	3	30
	3	1	0

A jobb alsó sarokban látható a program értékének mínusz egyszerese, egyébként e táblázat csak a kiindulási értékeket tartalmazza. A program értéke 0 itt azt fejezi ki, hogy még nem gyártunk egyfajta terméket sem, tehát nyereség sem lehet.

b) Majd a „programot javítjuk".

Kiválasztjuk az egyik terméket és azt bevonjuk a programba (vagyis az egyik fajta berendezésből gyártani fogunk), ez javítani fogja a program értékét, mert bármelyik termékhez feladatunkban pozitív c_j nyereség tartozik.

Vonjuk be először a programba x_1-t, azaz a vivőfrekvenciás berendezés gyártását!

Készítsük el a $\frac{b_j}{x_{1j}}$ hányadosokat:

$$\frac{12}{1} = 12; \frac{21}{3} = 7; \frac{8}{2} = 4 \text{ és } \frac{30}{5} = 6$$

Tekintsük ezek közül a minimálisat a 4-t és az ezt meghatározó 2 elemet nevezzük generáló elemnek. A generáló elem kiválasztása után a következő szimplex táblázatra térhetünk:

	u_3	x_2	
u_1	$-\frac{1}{2}$	2	8
u_2	$-\frac{3}{2}$	[3]	9
$\rightarrow x_1$	$\frac{1}{2}$	0	4
u_4	$-\frac{5}{2}$	3	10
	$-\frac{3}{2}$	1	−12

Látható, hogy a pgrogram valóban javult, hisz a program értéke növekedett: 4 vívőfrekvenciás berendezést készít a gyár és ezzel a nyereség 12 egység lett. Az utóbbi szimplex táblázat származtatását az induló szimplex táblázatból a következőkben szemléltetjük ismételten hangsúlyozva, hogy a generáló elem a 2, és a generáló elem helyébe az utóbbi szimplex táblázatban a generáló elem reciproka kerül.

	u_3	x_2	
u_1	$\left(-\frac{1}{2}\right)1$	$2-\left(\frac{1}{2}\cdot 0\right)1$	$12-\left(\frac{1}{2}\cdot 8\right)1$
u_2	$\left(-\frac{1}{2}\right)3$	$3-\left(\frac{1}{2}\cdot 0\right)3$	$21-\left(\frac{1}{2}\cdot 8\right)3$
x_1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\cdot 0$	$\frac{1}{2}\cdot 8$
u_4	$\left(-\frac{1}{2}\right)5$	$3-\left(\frac{1}{2}\cdot 0\right)5$	$30-\left(\frac{1}{2}\cdot 8\right)5$
	$\left(-\frac{1}{2}\right)3$	$1-\left(\frac{1}{2}\cdot 0\right)1$	$0-\left(\frac{1}{2}\cdot 8\right)3$

A táblázatból látható, hogy az új szimplex tábla elemeinek származtatása a generáló elem sorában és oszlopában eltér a többi helyen álló elemek származtatásától.

c) Visszatérve a 2. szimplex táblára, mivel a táblában van még olyan $cj > 0$ elem, amelynek oszlopában található pozitív elem, a program tovább javítható. Az előbbi módszer szerint a 3-t választjuk generáló elemnek és a fenti lépéseket megismételve, a következő javított programot kapjuk:

	u_3	u_2	
u_1	$-\frac{3}{2}$	$-\frac{2}{3}$	2
x_2	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	3
x_1	$\frac{1}{2}$	0	4
u_4	−4	−1	1
	−2	$-\frac{1}{3}$	−15

E táblázatban az utolsó sorban negatív számok szerepelnek. Ez jelzi, hogy a program tovább nem javítható.

Kiolvasható még a táblázatból az is, hogy $x_1 = 4$ és $x_2 = 3$, tehát 4 db vívőfrekvenciás berendezés és 3 db hangfrekvenciás berendezés gyártása vezet optimális programhoz, amelynek értéke: 15 egység.

Látható, hogy $u_2 = u_3 = 0$ és $u_1 = 2$, $u_4 = 1$. Azaz a fenti optimális program mellett a B és C erőforrás kapacitása teljesen ki van használva, az A és D erőforrás kapacitásából pedig 2, ill. 1 egység még megmaradt.

Megjegyzések:

a) Ha az utolsó sorban 0 elem is szerepelne, akkor több optimális program létezne.

b) Ha az utolsó sorban szerepelne olyan pozitív elem, amelynek oszlopában pozitív elem nem fordulna elő, akkor a célfüggvény felülről nem korlátos volna, tehát véges maximum nem léteznék, tehát a feladat nem lenne megoldható.

c) Ha formálisan megfogalmazzuk a fenti feladat duálisát, akkor a következő feladatot kapjuk: Meghatározandó azon u_1, u_2, u_3, u_4 értéknégyesek összessége, amelyekre teljesül:

a) $u_1, u_2, u_3, u_4 \geqq 0$

b) $u_1 + 3u_2 + 2u_3 + 5u_4 \geqq 3$

$2u_1 + 3u_2 + 3u_4 \geqq 1$

c) $12u_1 + 21u_2 + 8u_3 + 30u_4 \rightarrow \min.$

Ezt a feladatot már nem szükséges az ismertetett módon megoldani, hanem a duál feladat megoldása az eredeti feladat szimplex táblázatából kiolvasható. Az első sor fogja mutatni a programba bevont változókat, s ezek numerikus értéke az utolsó sorban található ellenkező előjellel.

$$u_3 = 2; \quad u_2 = \frac{1}{3}$$

$$u_1 = u_4 = x_1 = x_2 = 0$$

A program értéke 15.

A hálózattervezés és lineáris programozás

Először a hálózattervezés feladatát fogalmazzuk meg. Az országos hálózat a megyei, ill. járási hálózatokból — mint egységekből épül fel. Első közelítésben egy-egy járás — a járásból kivezető vonalak szempontjából — a megye hálózatában, mint egy vagy két központ fogható fel. Ugyanúgy egy megye is, az országos hálózat szempontjából egy vagy több, de adott számú központként tekinthető. Első közelítésben elég például egy járásra mint önálló egységre megfogalmazni a feladatot:

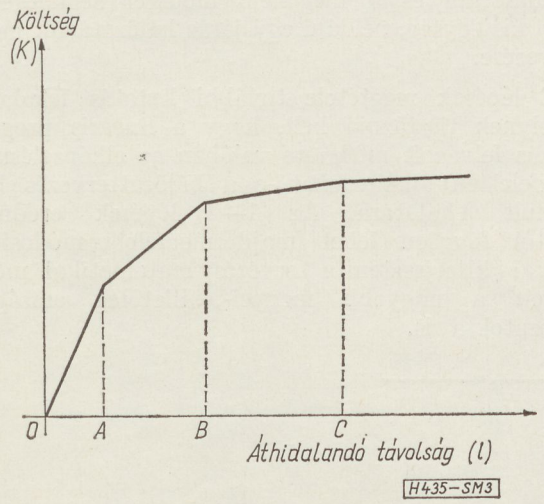
Adott n számú központ (mivel járásról van szó, n nem nagy egész szám, a megye népsűrűségétől függően 15 és 75 között változik) és ezek elhelyezkedése, azaz kölcsönös távolságuk. Ismertnek tekintjük még:

a) a forgalom megoszlását az egyes központok között;

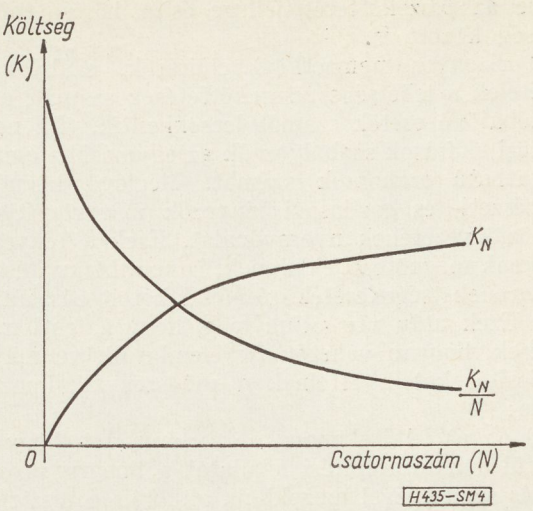
b) a forgalom és az összeköttetés jellege közötti kapcsolatot;

c) a hálózatépítési költséget a hálózat hosszának függvényében;

d) a hálózatépítési költséget az összeköttetés jellegének függvényében.



3. ábra



4. ábra

A tapasztalatból már közelítőleg ismert a költség és a távolság közötti függvénykapcsolat (3. ábra). Itt pl. *A* pontig a hangfrekvenciás összeköttetés —, *A* és *B* között a rövidtávú rendszer —, *B* és *C* között a szimmetrikus kábelek — és *C* ponton túl koaxiális kábelek vagy mikrohullámú összeköttetések alkalmazása a leggazdaságosabb.

Hasonlóképpen megadható a költség és a csatornaszám közötti kapcsolat: a teljes költség a csatornaszámmal növekedik, az egy csatornára eső költség a csatornaszámmal fordítottan arányos (4. ábra).

Feladat: az adott központok között az adott forgalom lebonyolítására alkalmas hálózat tervezése, minimális hálózatépítési költséggel.

A feladat jellegében emlékeztet a szállítási probléma alapfeladatára. Ott ugyanis adott bizonyos számú feladóhely, bizonyos készlettel (kapacitással) és bizonyos számú rendeltetési hely adott szükséglettel. Feladat a rendeltetési helyek igényét minimális szállítási költséggel kielégíteni. A megfeleltetés úgy értendő, hogy a hálózattervezésnél is vannak feladóhelyek (a központok) és vannak rendeltetési helyek (szintén a központok). Az elszállítandó árunak a lebonyolítandó forgalom felel meg. Az analógia azonban korántsem teljes, hiszen a távbeszélő hálózaton keresztül szállítandó híranyag esetében nem teljesül a szállítási viszonylatok kötetlensége.

1. Nézzük meg tehát először, hogy melyek azok a speciális kötöttségek és jellegzetességek a hálózattervezés feladatánál, amelyek akadályozzák a közönséges értelemben vett lineáris programozás közvetlen alkalmazását.

a) Az előbbiek értelmében — a feladatot szállítási feladatként felfogva — nem teljesül a szállítási viszonylatok kötetlensége, mert a híranyag szállításánál a kiindulási pont (feladóhely) és a végpont (rendeltetési hely) rögzített.

b) A hálózatépítés költségeit leíró függvény nem lineáris, ugyanis egyrészt a hálózatépítés költségei növekvő hosszal nem egyenes arányban növekednek, hanem a kezdeti rohamos növekedés után csak kismértékben változnak, másrészt ugyanez a helyzet a forgalom és az összeköttetés jellege, tehát köz-

vetve az összeköttetés jellege és a hálózatépítési költség között is.

c) Bizonyos nemzetközi előírások, szabványos feltételek a lehetséges összeköttetések számát, azaz a szóbajövő esetek számát lecsökkentik. (Pl. nemzetközi előírások szabályozzák az egymáshoz csatlakoztatható szakaszok számát. Meglevő közutak, természeti- és gazdasági tényezők már rögzítik a hírközlő vezetékek nyomvonalát. Ezek a tényezők nemcsak megkötést jelentenek, hanem könnyítést is, éppen a lehetséges esetek számának korlátozása által.)

2. Ezek után vizsgáljuk meg, hogy a fenti megkötések, hogyan vehetők figyelembe illetve milyen módosításokat követelnek a módszer alkalmazása során:

a) Az a) feltétel maga után vonja azt, hogy ha sikerül a hálózatépítési feladatot a lineáris programozás segítségével megoldani, akkor is a disztribuciós módszer nem alkalmazható.

b) A b) feltétel következménye az, hogy — mivel a célfüggvény nem lineáris — a közönséges értelemben vett lineáris programozás közvetlenül nem alkalmazható. Amennyiben sikerül a célfüggvényt olyan alakban felírni, hogy azt alulról nézve konvex görbe ábrázolja, akkor a feladat konvex programozás segítségével oldható meg.

c) a c) alatti feltételeket a feltételi egyenlőtlenségekbe kell belefoglalni, ill. lehetséges, hogy e megkötések következtében néhány eredeti feltételi egyenlőtlenség módosul ill. elmarad.

3. Mindezen észrevételek figyelembevételével a következő kiindulások látszanak lehetségesnek.

a) Jelöljük a központokat 1, 2, 3, $\cdots$ n számokkal, az i és j-vel jelölt központ közötti forgalmi igényt valamilyen egységben x_{ij}-vel ($x_{ij} \geqq 0$) és az egyes központok összforgalom igényét b_k-val ($k = 1, 2, \cdots n$) ugyanilyen egységben, akkor a $c\,(x_{11}, x_{12}, \cdots x_{nn})$-neleljelölve a hálózatépítési költség függvényét, a feladat matematikailag a következőképpen fogalmazható meg:

Meghatározandó $x_{11}, x_{12}, \cdots x_{nn}$ értéke a következő feltételek mellett:

$$a)\quad x_{ij} \geqq 0 \quad \text{ha } i \neq j$$
$$x_{ij} = 0 \quad \text{ha } i = j$$

$$b)\quad \sum_{j=1}^{n} x_{1j} \geqq b_1$$
$$\sum_{j=1}^{n} x_{2j} \geqq b_2$$
$$\vdots$$
$$\sum_{j=1}^{n} x_{kj} \geqq b_k$$
$$\vdots$$
$$\sum_{j=1}^{n} b_{nj} \geqq b_n$$

c) $c\,(x_{11}, x_{12}, \cdots x_{nn}) \rightarrow \min.$

Ha $c(x_{11}, x_{12}, \cdots x_{nn})$ függvényt fel tudjuk írni olyan formában, hogy azt az egyes változókban egy alulról konvex görbe ábrázolja, akkor a feladat konvex programozással megoldható. Várható, hogy ha a hálózatépítési költségeket az egy csatorna létesítési költségeivel jellemezzük, akkor ez a feltétel teljesül.

b) Ismét alkalmazzuk a központokra az 1, 2, $\cdots$ n jelölést. Közelítő eljárásnak tekinthető a következő út: tekintsük az első központ forgalom igényét és annak megoszlását. Tervezzük meg ezen forgalom lebonyolítását a leggazdaságosabb útvonalon. Ha ez megtörtént, akkor ezt az állapotot rögzítsük. Majd vegyük sorra a 2. központot és erre végezzük el a számítást és így tovább. Ez az eljárás korántsem vezet tökéletes eredményre, de végrehajtása aránylag egyszerűbb és a költségek figyelembevétele aránylag könnyűnek tűnik.

c) Más kiindulási mód: gépi úton előállítani a kívánt forgalom lebonyolításának összes lehetséges útját. Azután a hálózatépítési költség függvényét gépre programozhatóan előállítani (grafikon vagy táblázat formájában) és az összes lehetséges eset költségét megállapítani és ezután kiválasztani a leggazdaságosabbat.

Bármelyik kiindulást is tekintjük, a célfüggvény alkalmas felírása látszik a legdöntőbb feladatnak.

További elképzelések

Mint már a bevezetésben hangsúlyoztuk, ez a cikk az alapfogalmakon kívül csak a hálózattervezés feladatát és a célszerűnek látszó kiindulási utakat akarta felvázolni.

A további lépések:

1. a hálózattervezésnél a kiindulásnál már figyelembe veendő kötöttségek rendszerezése;

2. a hálózatépítési költségfüggvény megkonstruálása;

3. a felsorolt lehetséges kiindulások egyikének kiválasztása és a megfelelő módszer segítségével egy kis egység, például egy járás hálózatának megtervezése.

E lépések megtétele további kutatás feladata, amelynek tisztáznia kell, hogy a lineáris programozás felvázolt módszere valóban az elképzelésnek megfelelően alkalmazható-e a hálózattervezés bonyolult feladatára. Az 1—3 lépések eredményétől függően lehet majd megfelelő módosításokkal kiterjeszteni a tervezés matematikai módszereit a nagyobb megyei-, illetőleg országos hálózatokra is.

VÖRÖS ANDRÁS
Műszeripari Kutató Intézet

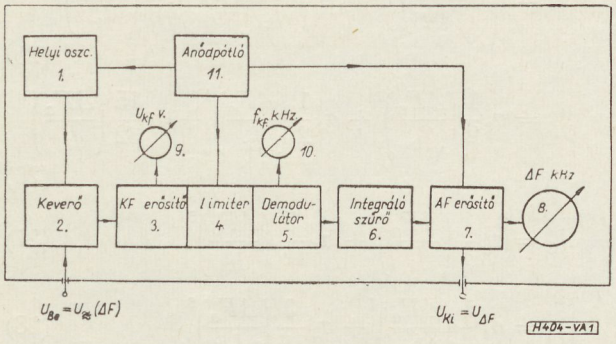
Impulzusszámlálás elvén működő FM demodulátorok torzítási kérdései

ETO 621.376.33.018.78 : 621.374.32

Frekvencialöketmérés céljaira csak jó linearitású demodulátorokat alkalmaznak. Kedvező tulajdonságaik miatt általánosan az egyszerű passziv áramkörrel felépített számláló típusú diszkriminátorok terjedtek el.

Scultéty László a „Frekvencia-feszültség átalakítók szintézise" címen a „Híradástechnika" 1964. évi 11. számában megjelent tanulmányában új módszert ismertet, érzékenyebb, nagylinearitású FM demodulátor kapcsolások nyerésére. Ebben az ismertetésben az egyszerű passzív áramkörrel felépített számláló típusú diszkriminátor megoldásokhoz képest ezen passzív áramkörök magasabbrendű struktúrák formájában történő továbbfejlesztése útján olyan megoldásokat ad, amelyek segítségével vagy linearitás növelés, vagy érzékenység növelés érhető el, esetleg mindkettő. Ezek az ilyen módon nyert analóg frekvenciafeszültség-átalakítók, mint FM demodulátorok úgy működnek, hogy egy adott frekvencia (a középfrekvencia) köré leképzik a frekvenciamodulációs ingadozást, amely aztán az átalakító lineáris jelleggörbéjén azonos jellegű feszültségingadozássá alakulát.

A használt középfrekvenciák általában 100 kHz-től 2 MHz-ig terjedő tartományba esnek. A demodulátor meghajtása típusától függően feszültség vagy áram négyszögjel-generátorral történik. Egy frekvencialöketmérő tömbvázlata az 1. ábrán látható.



1. ábra. Frekvencialöketmérő tömbvázlata

A frekvencialöketméréshez felhasználható demodulátor alapáramkörök és demodulátor kapcsolások az [1] irodalomban a 8—14. ábráig láthatók.

Az ezen megoldások bonyolultságuktól és a bennük levő egyenirányítás útszámától függően fokszámmal vannak jelölve (n). Az n értéke a demodulátor elvi kapcsolásában található reaktáns elemek számával azonos. A fokszám x kitevője az egyoldalas egyenirányítást jelöli. A további megkülönböztetés is ezen fokszámnak a segítségével történik. Az egyes demodulátor megoldások általános karakterisztikája, ha feszültséggenerátoros meghajtású demodulátor nyer alkalmazást:

$$U = k\tau f U_0 [1 - h(\tau f)] \qquad (1)$$

Ha áramgenerátoros meghajtású demodulátor van alkalmazva, akkor az

$$U_0 = I_0 R \qquad (2)$$

behelyettesítést kell az (1) képletben elvégezni.

τ a demodulátor időállandója

k az egyenirányítás útszáma, amelynek értéke 1 vagy 2 lehet.

$h(\tau f)$ a linearitástól való eltérés, azaz a linearitás hibája.

Az egyes hiba-függvények a különböző fokszám esetén:

$$n = 1 \quad h_1(\tau f) = 2e^{-\frac{1}{2\tau f}} \qquad (3)$$

$$n = 1^x \quad h_1{}^x(\tau f) = e^{-\frac{1}{2\tau f}} \qquad (4)$$

$$n = 2 \quad h_2(\tau f) = 2e^{-\frac{1}{2\tau f}}\left(1 + \frac{1}{\tau f}\right) \qquad (5)$$

$$n = 3 \quad h_3(\tau f) = 2e^{-\frac{3}{2\tau f}}\left(1 + \frac{1}{\tau f} + \frac{3}{2(\tau f)^2}\right) \qquad (6)$$

$$n = 4 \quad h_4(\tau f) = 2e^{-\frac{2}{\tau f}}\left(1 + \frac{2}{\tau f} + \frac{8}{3(\tau f)^3}\right) \qquad (7)$$

Gyakorlati szempontból megvizsgálva a fenti megoldásokat részben az [1] irodalom alapján, részben a megvalósítás és bemérés nehézségeiből adódóan, az alábbi megállapítások tehetők:

Az $n = 3$-as fokszámú kapcsolást a kezdeti feszültségugrás szempontjából nem érdemes használni, valamint azért, mivel három elem jó beállítása már bizonyos nehézséget jelent a bemérési munkában.

Az $n = 4$-es megoldást a sok alkatrész következtében létrejövő sok paraméter beállításának és bemérésének a megnövekedett nehézsége miatt nem érdemes alkalmazni, valamint a vele nyerhető linearitásnövekedésnek, vagy érzékenységnövekedésnek az alkatrészszám növekedéssel nem arányos volta miatt. Így a lényeges javulást ígérő eset az $n = 2$-es fokszámú. Az elemszáma nem nagy, így a beállítási nehézség kicsi, valamint az eggyel alacsonyabb fokszámú esethez képesti nyereség linearitásban vagy érzékenységben a legnagyobb a többi esethez képest.

A fentiek figyelembevételével a torzítási vizsgálatokat lényegében csak az $n = 1$, $n = 1^x$ és $n = 2$ fokszámú esetekre érdemes elvégezni, mivel ezek a lényeges gyakorlati esetek. Az, hogy a linearitási hiba alakulása milyen fizikai tényezőkkel van összefüggésben és ezek hogyan alakulnak, az [1] irodalomban van kifejtve, így itt kitérés ezekre nem történik.

A számláló típusu diszkriminátorok torzításának számítása

Az (1), illetve (3), (4), (5) egyenletekkel jellemzett demodulációs karakterisztikák nem teszik lehetővé a felmerülő matematikai nehézségek miatt a torzí-

tásnak, illetve az egyes hamonikusok amplitúdóinak, azaz a Fourier-együtthatóknak zárt alakban való felírását. Ezért a Fourier-együtthatók közelítő értékeinek kiszámítása sorbafejtés útján történik. Először a demodulátor általános karakterisztikájának általános Taylor-sorát számítjuk ki. A sorfejtés a karakterisztika középfrekvenciás pontjában történik.

A Taylor-sor:

$$f(x) = f(x_k) + \frac{x-x_k}{1!} f'(x_k) + \frac{(x-x_k)^2}{2!} f''(x) + - - -$$

$$- - - + \frac{(x-x_k)^n}{n!} f^{(n)}(x_k) + - - - \qquad (8)$$

A maradék tag

$$R_n = \frac{(x-x_k)^{n+1}}{(n+1)!} f^{(n+1)}(\xi) \qquad (9)$$

ahol ξ, x_k és x közé esik egy alkalmas helyre. Az

$$f(x) = U \qquad (10)$$

továbbá:

$$x = \tau f \qquad (11)$$

ahol τ a deriváló kör időállandója.
Valamint:

$$f = f_k + \Delta F(t), \qquad (12)$$

azaz az f_k középfrekvencia körül a $\Delta F(t)$ időfüggvény szerint ingadozik a pillanatnyi frekvencia. A (12) egyenletet τ-val szorozva

$$\tau f = \tau f_k + \tau \Delta F(t) \qquad (13)$$

azaz

$$x = x_k + x_{\Delta F} \qquad (14)$$

eredményt ad, innen a $x_{\Delta F}$ kifejezve

$$x_{\Delta F} = x - x_k \qquad (15)$$

nyerhető.
Ezt visszahelyettesítve a (8) egyenletbe, az alábbit kapjuk:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} x_{\Delta F}^{n} f^{(n)}(x_k) \qquad (16)$$

Ezt tovább alakítva:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \left(\frac{x_{\Delta F}}{x_k}\right)^n f^{(n)}(x_k)\, x_k^n \qquad (17)$$

alak keletkezik.
Az

$$\frac{x_{\Delta F}}{x_k} = \frac{\tau \Delta F(t)}{\tau f_k} = \frac{\Delta F(t)}{f_k} \qquad (18)$$

átalakítással és az

$$a_n = \frac{x_n^k}{n!} f^{(n)}(x_k) \qquad (19)$$

jelölést bevezetve a demodulációs karakterisztika az alábbi alakú

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^n \qquad (20)$$

Ez a demodulátor általános karakterisztikájának az f_k középfrekvenciás pontra felírt általános Taylor-sora.

A további vizsgálatokhoz a Taylor-sorral való közelítés 6. fokig történik. (A 6. fokig való közelítés a gyakorlatban előforduló értékek esetében teljesen elegendő.)

A 6. fokú közelítő sor:

$$U = a_0 + a_1 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right) + a_2 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^2 +$$

$$+ a_3 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^3 + a_4 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^4 + a_5 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^5 +$$

$$+ a_6 \left(\frac{\Delta F(t)}{f_k}\right)^6 \qquad (21)$$

A moduláló jel:

$$\Delta F(t) = \Delta F_a \cos \omega t \qquad (22)$$

Ezt behelyettesítve (21) egyenletbe az alábbi spektrum keletkezik:

$$U = A_0 + A_1 \cos \omega t + A_2 \cos 2\omega t + A_3 \cos 3\omega t + A_4 \cos 4\omega t + A_5 \cos 5\omega t + A_6 \cos 6\omega t \qquad (23)$$

Ahol az egyes amplitúdók értékei az alábbiak:

$$A_0 = a_0 + a_2 \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^2 + a_4 \frac{3}{8} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^4 +$$

$$+ a_6 \frac{5}{16} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^6 \qquad (24)$$

$$A_1 = a_1 \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right) + a_3 \frac{3}{4} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^3 + a_5 \frac{5}{8} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^5 \qquad (25)$$

$$A_2 = a_2 \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^2 + a_4 \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^4 + a_6 \frac{15}{32} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^6 \qquad (26)$$

$$A_3 = a_3 \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^3 + a_5 \frac{5}{16} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^5 \qquad (27)$$

$$A_4 = a_4 \frac{1}{8} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^4 + a_6 \frac{3}{16} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^6 \qquad (28)$$

$$A_5 = a_5 \frac{1}{16} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^5 \qquad (29)$$

$$A_6 = a_6 \frac{1}{32} \left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^6 \qquad (30)$$

Az így nyert amplitúdókkal már a torzítás számolható.
Az egyes torzítások:

$$k_2 = \left|\frac{A_2}{A_1}\right| \qquad (31)$$

$$k_3 = \left|\frac{A_3}{A_1}\right| \qquad (32)$$

$$k_4 = \left|\frac{A_4}{A_1}\right| \tag{33}$$

$$k_5 = \left|\frac{A_5}{A_1}\right| \tag{34}$$

$$k_6 = \left|\frac{A_6}{A_1}\right| \tag{35}$$

Az össztorzítás:

$$k_{\ddot{o}} = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + A_5^2 + A_6^2}}{A_1} =$$

$$= \sqrt{k_2^2 + k_3^2 + k_4^2 + k_5^2 + k_6^2} \tag{36}$$

Ezzel a torzítás számolás általános képletei 6. fokig készen állnak.

Ezek után az egyes konkrét demodulátor típusok vizsgálata következik.

Az n = 1, az n = 1^x és az n = 2 fokszámú demodulátorok torzításainak számítása

Az előzőkben leírtak alapján a demodulációs karakterisztika egyes együtthatóinak értékei számolhatók. Az $n = 1$-es fokszámú demodulátor karakterisztika együtthatói az alábbiak (a demodulációs karakterisztika kU_0-ra van normálva):

$$a_0 = x_k\left[1 - 2e^{-\frac{1}{2x_k}}\right] \tag{37}$$

$$a_1 = x_k\left[1 - e^{-\frac{1}{2x_k}}\left(2 + \frac{1}{x_k}\right)\right] \tag{38}$$

$$a_2 = -\frac{1}{4}\frac{1}{x_k}e^{-\frac{1}{2x_k}} \tag{39}$$

$$a_3 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[\frac{1}{4}\frac{1}{x_k} - \frac{1}{24}\frac{1}{x_k^2}\right] \tag{40}$$

$$a_4 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[-\frac{1}{4}\frac{1}{x_k} + \frac{1}{12}\frac{1}{x_k^2} - \frac{1}{192}\frac{1}{x_k^3}\right] \tag{41}$$

$$a_5 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[\frac{1}{4}\frac{1}{x_k} - \frac{1}{8}\frac{1}{x_k^2} + \frac{1}{64}\frac{1}{x_k^3} - \frac{1}{1920}\frac{1}{x_k^4}\right] \tag{42}$$

$$a_6 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[-\frac{1}{4}\frac{1}{x_k} + \frac{1}{6}\frac{1}{x_k^2} - \frac{1}{32}\frac{1}{x_k^3} + \frac{1}{480}\frac{1}{x_k^4} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{23040}\frac{1}{x_k^5}\right] \tag{43}$$

Az $n = 1^x$ fokszámú demodulátor karakterisztika együtthatói az alábbiak (a demodulációs karakterisztika kU_0-ra van normálva):

$$a_0 = x_k\left[1 - e^{-\frac{1}{2x_k}}\right] \tag{44}$$

$$a_1 = x_k\left[1 - e^{-\frac{1}{2x_k}}\left(1 + \frac{1}{2x_k}\right)\right] \tag{45}$$

$$a_2 = -\frac{1}{8}\frac{1}{x_k}e^{-\frac{1}{2x_k}} \tag{46}$$

$$a_3 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[\frac{1}{8}\frac{1}{x_k} - \frac{1}{48}\frac{1}{x_k^2}\right] \tag{47}$$

$$a_4 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[-\frac{1}{8}\frac{1}{x_k} + \frac{1}{24}\frac{1}{x_k^2} - \frac{1}{384}\frac{1}{x_k^3}\right] \tag{48}$$

$$a_5 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[\frac{1}{8}\frac{1}{x_k} - \frac{1}{16}\frac{1}{x_k^2} + \frac{1}{128}\frac{1}{x_k^3} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{3840}\frac{1}{x_k^4}\right] \tag{49}$$

$$a_6 = e^{-\frac{1}{2x_k}}\left[-\frac{1}{8}\frac{1}{x_k} + \frac{1}{12}\frac{1}{x_k^2} - \frac{1}{64}\frac{1}{x_k^3} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{960}\frac{1}{x_k^4} - \frac{1}{46080}\frac{1}{x_k^5}\right] \tag{50}$$

Az $n = 2$-es fokszámú demodulátor karakterisztika együtthatói az alábbiak (a demodulációs karakterisztika kU_0-ra van normálva):

$$a_0 = x_k\left[1 - 2e^{-\frac{1}{x_k}}\left(1 + \frac{1}{x_k}\right)\right] \tag{51}$$

$$a_1 = x_k\left[1 - 2e^{-\frac{1}{x_k}}\left(1 + \frac{1}{x_k} + \frac{1}{x_k^2}\right)\right] \tag{52}$$

$$a_2 = e^{-\frac{1}{x_k}}\left[\frac{1}{x_k} - \frac{1}{x_k^2}\right] \tag{53}$$

$$a_3 = e^{-\frac{1}{x_k}}\left[-\frac{1}{x_k} + \frac{5}{3}\frac{1}{x_k^2} - \frac{1}{3}\frac{1}{x_k^3}\right] \tag{54}$$

$$a_4 = e^{-\frac{1}{x_k}}\left[\frac{1}{x_k} - \frac{7}{3}\frac{1}{x_k^2} + \frac{11}{12}\frac{1}{x_k^3} - \frac{1}{12}\frac{1}{x_k^4}\right] \tag{55}$$

$$a_5 = e^{-\frac{1}{x_k}}\left[-\frac{1}{x_k} + 3\frac{1}{x_k^2} - \frac{7}{4}\frac{1}{x_k^3} + \frac{19}{60}\frac{1}{x_k^4} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{60}\frac{1}{x_k^5}\right] \tag{56}$$

$$a_6 = e^{-\frac{1}{x_k}}\left[\frac{1}{x_k} - \frac{11}{3}\frac{1}{x_k^2} + \frac{17}{6}\frac{1}{x_k^3} - \frac{23}{30}\frac{1}{x_k^4} + \right.$$

$$\left. + \frac{29}{360}\frac{1}{x_k^5} - \frac{1}{360}\frac{1}{x_k^6}\right] \tag{57}$$

Amint az előzőkből látható a közelítő karakterisztika együtthatói a fokszámtól függetlenül csak x_k-tól függenek.

Gyakorlat szempontjából érdekes x_k gyakorlati értéktartománya aránylag jó linearitású demodulációs karakterisztika esetén. Mint az [1] irodalomból kiderül tulajdonképpen a fentebbi demodulátor típusok mind vagy feszültség, vagy áram négyszögjelalakok deriválása útján nyert impulzus sorozat integrálásával hoznak létre kapcsolatot a bejövő frekvencia és a kimenő feszültség között. Ezen kapcsolat annál lineárisabb, minél tökéletesebb a jelalak deriválás.

Ugyanakkor közismert az hogy négyszögjelalakok deriválásánál a deriválás jósága annál nagyobb, minél kevésbé mérhető össze a deriváló áramkör időállandójának a reciproka a négyszögjel ismétlődési frekvenciájával.

Ebből az következik, hogy x_k értéktartományára egy felső értékkorlát tehető. Ezen értékkorlátra az $x = 0{,}1$-es választás gyakorlatilag a legmegfelelőbb. (Ezt a későbbi példák is alátámasztják.)

Az előzőkben rendelkezésre álló közelítő karakterisztika együtthatók értékeit és így a torzítások alakulását is x_k két értéke mellett vizsgáljuk meg. Ezek

$$x_k = 0{,}1 \quad \text{és} \quad x_k = 0{,}076.$$

A kivezérlési tartomány, amely mellett a torzítások alakulását érdemes vizsgálni $\frac{\Delta F_a}{f_k}$ viszonyában nézve 0,1 — 0,6 értékig terjed. A felső értékének (0,6), mint maximális értéknek a megkötését az a körülmény teszi indokoltá, hogy a világpiacon jelenleg kapható frekvencialöketmérő készülékek részben linearitási, részben már technikai okból ennél nagyobb kivezérlést nem alkalmaznak.

Az $n = 1$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett a 2. ábrán látható.

Az $n = 1^x$ fokszámú demodulátor típus torzításának alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett a 3. ábrán látható.

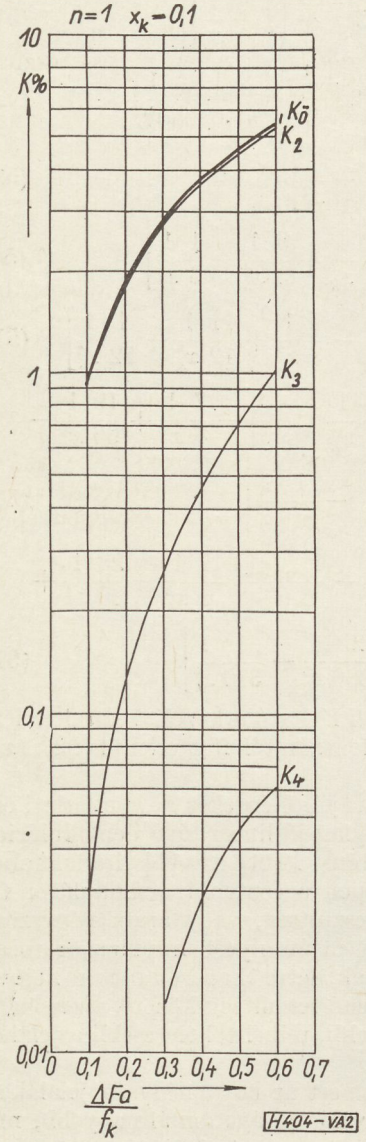
Az $n = 2$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett a 4. ábrán látható.

A három görbesereg adatai közt az eltérés csak a fokszámban van.

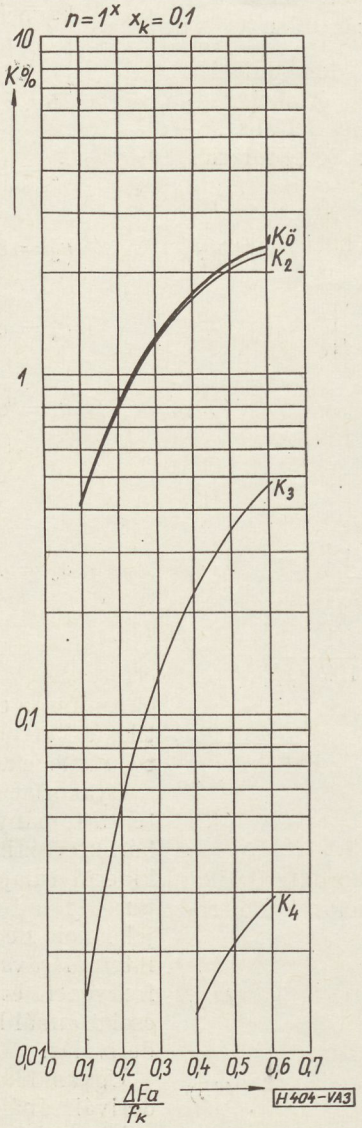
A K_2, K_3, K_4 jelű görbék az egyes torzítások, a $K_ö$ jelű görbe az össztorzítás alakulását mutatja.

Az egyes demodulátorok linearitási tulajdonságainak a kiértékeléséhez, az általuk szállított feszültség, azaz az érzékenység ismerete segít összehasonlítási alapot teremteni.

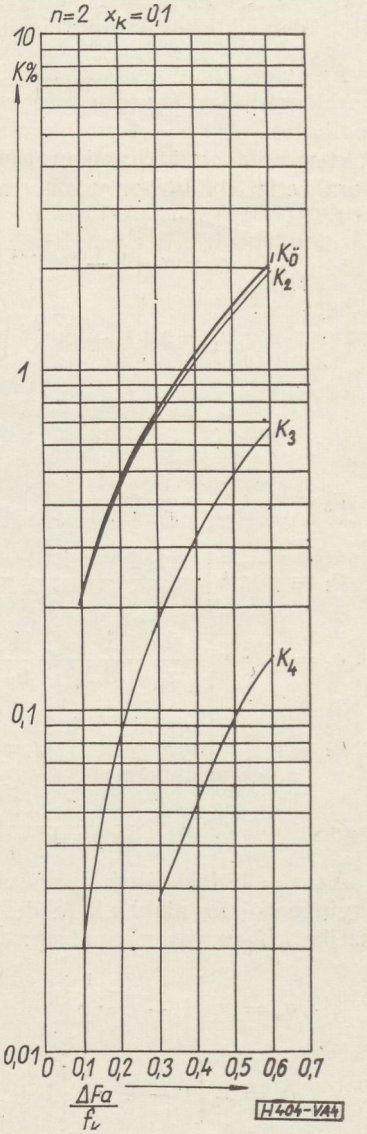
Az 1 fokszámú megoldás az 1^x megoldástól az egyenirányítás útszámban tér el. Az 1 esetben kétutas egyenirányítás van az 1^x esetben egy utas. Ez



2. ábra. Az $n = 1$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett



3. ábra. Az $n = 1^x$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett



4. ábra. Az $n = 2$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}1$ értéke mellett

azt jelenti, hogy az 1^x eset fele érzékenységű, mint az 1-es. A 2-es fokszámú esetnél a torzítást az egyenirányítás útszáma nem befolyásolja. Így azonos adatok esetén azonos érzékenységű az 1 és 2 eset, és ezekhez képest fele érzékenységű az 1^x eset.

A görbéket vizsgálva azt találhatjuk, hogy a legnagyobb torzítás az 1. fokszámú esetben lép fel, a legkisebb a 2. fokszámú esetben.

Az azonos érzékenységű 1. és 2. esetek közül azonos kivezérlés mellett kisebb torzítási értékeket a 2. eset ad.

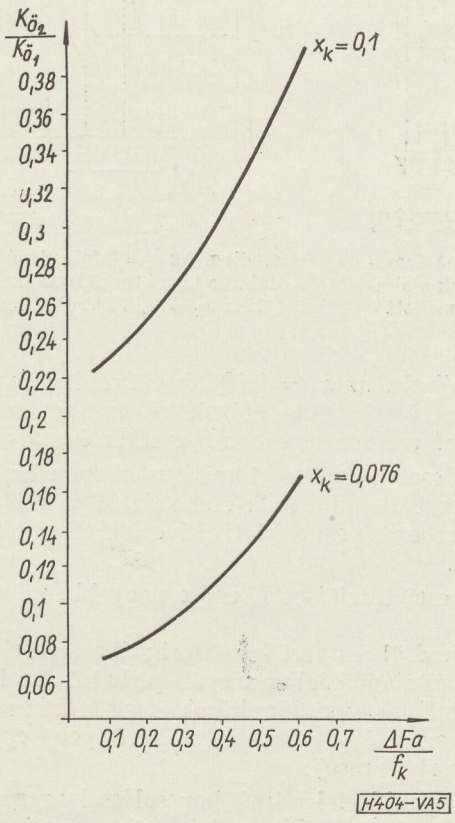
Érdemes megvizsgálni az össztorzítások arányának alakulását a kivezérlés függvényében.

Az 1 és 1^x esetek közötti arány az 1. eset értékére vonatkoztatva állandó és értéke jó közelítéssel 0,5 Az 1. és 2. esetek között viszont az 1. eset értékeire vonatkoztatott arány nem állandó, hanem függ a kivezérlés mértékétől.

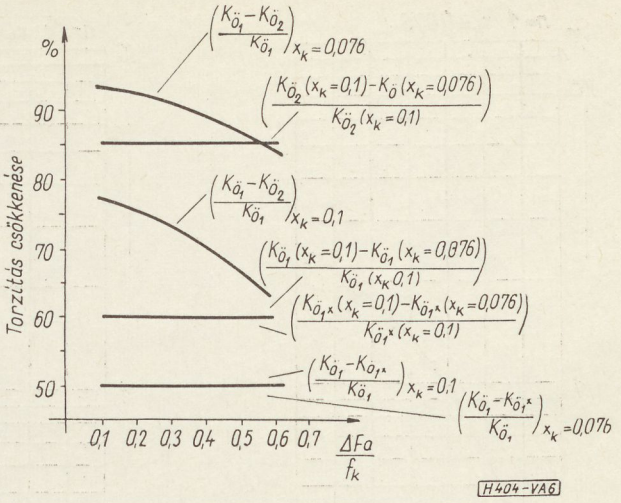
Az 5. ábrán lévő függvényeket kis linearitási hiba esetén közelítően az alábbi összefüggés írja le:

$$\frac{k_{\ddot{o}2}}{k_{\ddot{o}1}} \sim \frac{a_{2_2} + a_{4_2}\left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^2}{a_{2_1} + a_{4_1}\left(\frac{\Delta F_a}{f_k}\right)^2} \qquad (58)$$

Az (58)-as összefüggés pontatlansága a nagy torzítás értékek felé rohamosan nő. Az 1 és 1^x fokszámú esetben a torzítás jellegét illetően a domináló a második harmonikus okozta torzítás. A további harmonikusok okozta torzítás-értékek messze alatta maradnak a



5. ábra. Az összetorzítások arányának alakulása a kivezérlés függvényében $x_k = 0{,}1$ és 0,076 értékei esetén az 1 és 2 fokszámú rendszerek között



6. ábra. A torzítás csökkenésének alakulása különböző esetekben

K_2-nek. Ez azt jelenti, hogy még 0,6 értékű relatív kivezérlés mellett is pár százalékos (1. esetnél 3%, 1^x esetnél 2%) hibával azonosnak vehető az össztorzítás értéke ezen esetekben a K_2 értékével.

A 2. fokszámú esetnél is a második harmonikus okozta torzítás a domináló, de az előző esetekhez képest a magasabb harmonikusok okozta torzítások aránya növekedett. Ezek ellenére még 0,6 értékű relatív kivezérlésnél is párszázalékos (6%) hibával az össztorzítás értéke azonosnak vehető K_2 értékével.

A torzításcsökkenés alakulása az egyes demodulátorok összehasonlítását szemléletes módon teszi lehetővé (6. ábra).

A 6. ábrán az $x_k = 0{,}1$ értéke mellett van felrajzolva az össztorzítás százalékos csökkenése az 1. fokszámú esethez képest a 1^x-esetben és a 2. esetben.

Az 1^x eset százalékos torzításcsökkenése az 1. esethez képest állandó. A 2. eset százalékos csökkenése az 1. esethez képest a relatív, kivezérlés függvényében változó.

A 2. eset torzításcsökkenése nagyobb, mint az 1^x eseté.

A jobb linearitású demodulátorok torzítása alakulásának vizsgálatára célszerű x_k kisebb, mint 0,1 értéke mellett az előzőkhöz hasonló görbeseregek elkészítése.

Az $n = 1$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett a 7. ábrán látható.

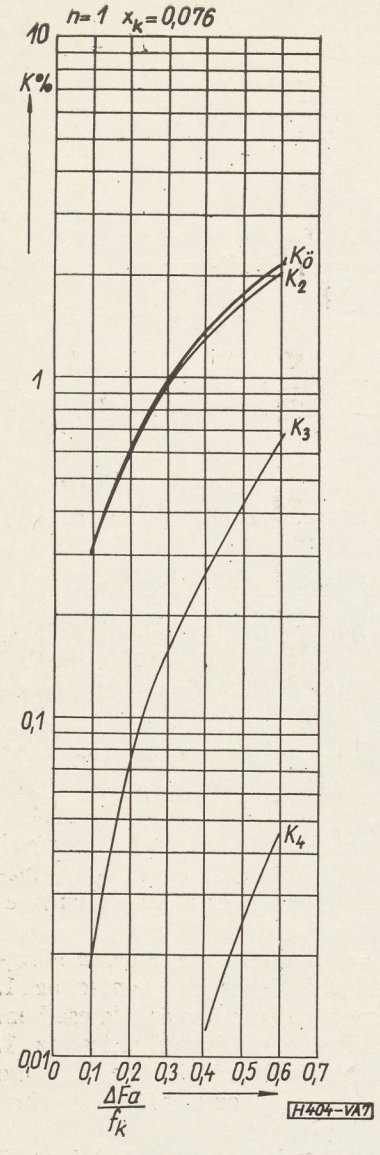
Az $n = 1^x$ fokszámú demodulátor típus torzításának alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett a 8. ábrán látható.

Az $n = 2$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett a 9. ábrán látható.

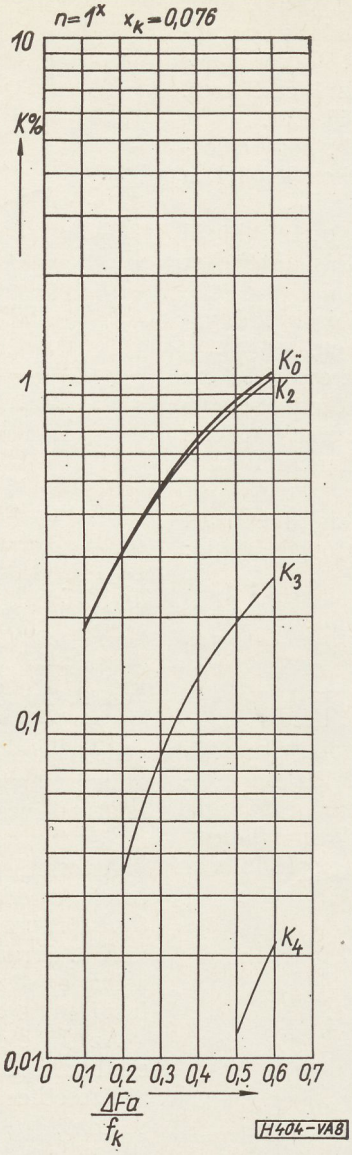
Ezen három görbesereg adatai közt az eltérés csak a fokszámban van. Itt is a K_2, K_3, K_4 jelű görbék az egyes torzítások a $K_{\ddot{o}}$ jelű görbe az össztorzítás alakulását mutatja.

Itt is megállapítható, hogy a legnagyobb torzítás az 1. fokszámú esetben lép fel, a legkisebb a 2. esetben.

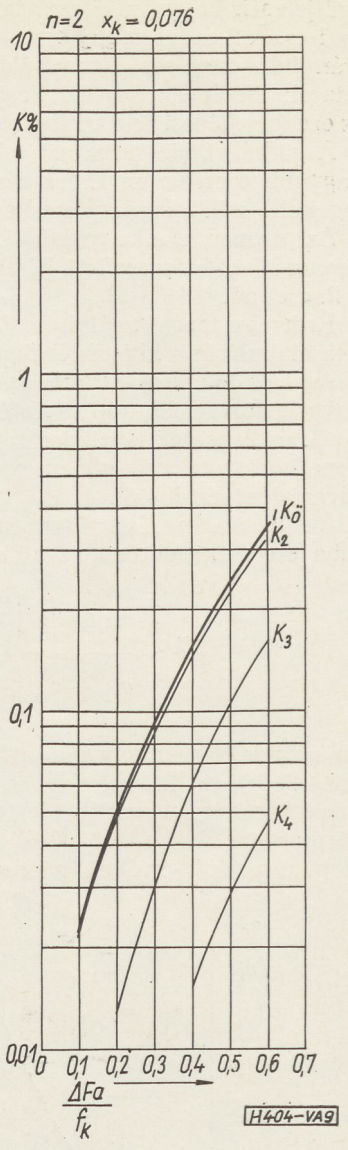
Az azonos érzékenységű 1. és 2. esetek közül szintén a 2. eset torzítás értékei a jobbak.



7. ábra. Az $n = 1$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett



8. ábra. Az $n = 1^x$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett



9. ábra. Az $n = 2$ fokszámú demodulátor típus torzításainak alakulása $x_k = 0{,}076$ értéke mellett

Az 1. és 1^x eset torzításai közt vett arány értéke jó közelítéssel 0,5 és független a kivezérléstől, míg az 1. és 2. eset közti, függ a kivezérléstől és menete az 5. ábrán látható.

Az (58) összefüggés itt is hasonló minőségi feltételekkel fennáll.

Az 1. és 1^x esetekben a torzítás jellegét a második harmonikus határozza meg. A további harmonikus okozta torzítás értékek messze alatta maradnak K_2-nek. Az össztorzítás eltérése a K_2 értéktől a 0,6 kivezérlésnél 1. esetben 6%, 1^x esetben 3%. A 2. esetnél még itt is dominál a második harmonikus okozta torzítás, de az összes többi esethez képest itt a legkevésbé, amire az jellemző, hogy itt a K_2 és $K_ö$ 0,6 kivezérlésnél fellépő eltérési hibája már közel 9%. A torzítás görbék sűrűsödése itt a legnagyobb, minden előző esethez képest még a 2. eset $x_k = 0{,}1$ értékű görbeseregéhez képest is.

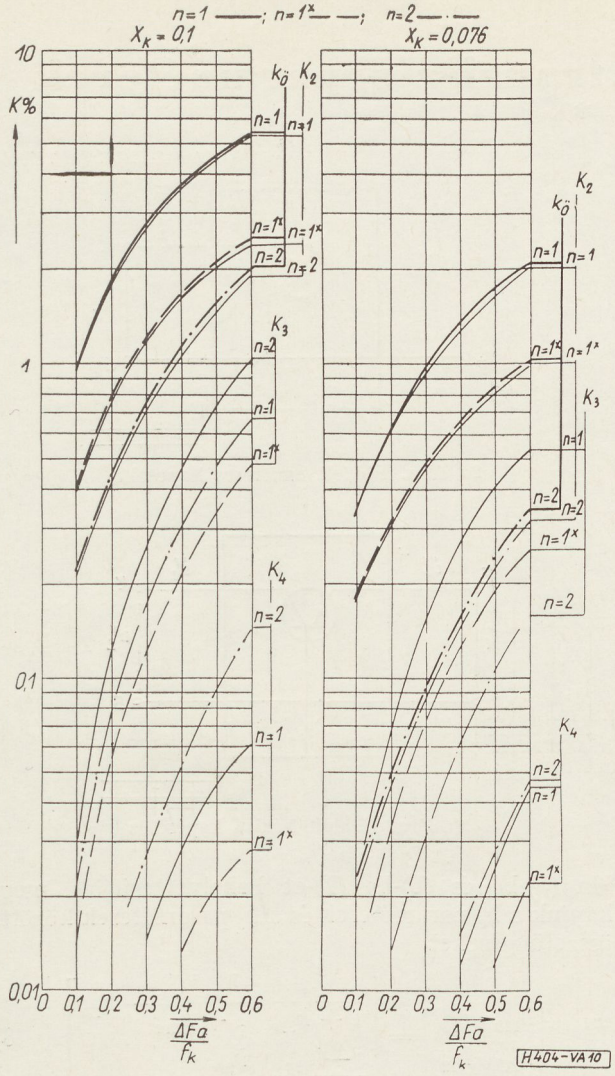
A 6. ábrán az $x_k = 0{,}076$ értékével is fel van rajzolva az össztorzítás százalékos csökkenése az 1. fokszámú esethez képest az 1^x esetben és a 2. esetben.

Az 1^x eset százalékos torzításcsökkenése az 1. esethez képest állandó. A 2. eset százalékos csökkenése az 1. esethez képest a relatív kivezérlés függvényében változó.

A 2. eset torzításcsökkenése nagyobb, mint az 1^x eseté.

Befejezésül a nyert karakterisztika seregek segítségével általánosságban megállapíthatók az alábbiak (az általános megállapítások megtételéhez a 10. ábrán az előző karakterisztikaseregek egyberajzolása történt meg):

A magasabb fokszámú kapcsolással azonos érzékenység mellett kisebb torzítás érhető el, mint ahogy az a 2. és 4., valamint a 7. és 9. ábrák párhuzamban állításával és a 10. ábrán látható. Ez azonban azzal



10. ábra. Karakterisztikasereg egyesítve

jár, hogy az össztorzítások értékeiben, különösen a nagyobb linearitású esetekben a magasabbrendű torzítások is egyre nagyobb szerepet játszanak.

A magasabb fokszámú kapcsolás alkalmazásával közel azonos torzításmenet mellett nagyobb érzékenység érhető el, mint ahogy ez a 4., 7. és 10. ábrák összehasonlításával válik láthatóvá. Itt a 0,6-os relatív kivezérlés érték mellett az össztorzítások értéke jól azonos, ugyanakkor a kisebb kivezérléseknél a nagyobb érzékenység ellenére a 2. fokszámú eset ($x_k = 0{,}1$) torzítás értékei még kedvezőbbek is, mint az $n = 1$ eset ($x_k = 0{,}076$) azonos kivezérlésű állapotban adódó értékei.

A 6. ábrán szerepelnek olyan görbék, amelyek a torzítás-csökkenést az azonos fokszámú demodulátorok között mutatják. Megállapítható, hogy az 1. és 1^x esetekben az érzéketlenebb kisebb torzítású állapotnak ($x_k = 0{,}076$) az érzékenyebb nagyobb torzítású állapotra ($x_k = 0{,}1$) vonatkoztatott százalékos torzításcsökkenése egyforma és a kivezérléstől független. A 2. eset görbéje szintén független a kivezérléstől.

Ezen görbéket összehasonlítva az található, hogy a 2. fokszámú torzításcsökkenése a többi esethez képest azonos érzékenységcsökkenés mellett sokkal nagyobb.

Megállapítható az előzők alapján, hogy 2. fokszámú demodulátor tulajdonságai az alacsonyabb fokszámokéhoz képest a legtöbb szempontból kedvezőbb, így alkalmazása előnyösebb.

IRODALOM

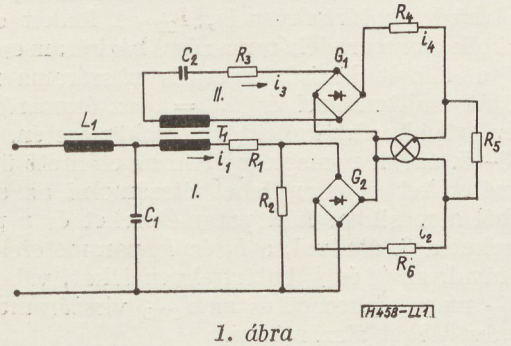
1. *Scultéty László:* Impulzusszámlálás elvén működő frekvencialöketmérés linearitási kérdései. Műszeripari Kutató Intézet Közleményei. I. évfolyam. 1. szám.
2. *Karl Küpfmüller:* Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung. S. Hirzel Verlag Stuttgart. 1952. p. 194—208.
3. *Scultéty László:* Frekvencia-feszültség átalakítók szintézise, Híradástechnika 1964. 11. sz.

SZABADALMI SZEMLE

Kapcsolási elrendezés mutatós frekvenciamérőhöz

Bejelentette: VEB Elektro-Apparate-Werke, Berlin-Treptow, NDK, 1961. november 4-én Berlin (151 430; 21e 1—13)
Feltaláló: Richter, Günther mérnök,

A találmány mutató, regisztráló és szabályozó műszerként alkalmaható mutatós frekvenciamérő kapcsolási elrendezésére



1. ábra

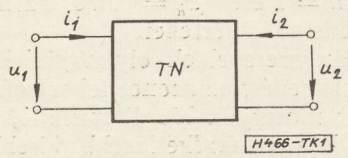
vonatkozik, amely ohmos körből és olyan soros rezgőkörből áll, amelynek tulajdonképpeni mérőkapcsolása elé a felhullámok kiszűrésére aluláteresztő szűrő van kapcsolva. Ezekkel szemben követelmény, hogy a mutatott értéknek közel függetlennek kell lennie a görbealaktól és a hálózati feszültségingadozásoktól, ugyanakkor pedig erős nullaponteltolás is kívánatos. Ezeket a követelményeket kielégítő ismert megoldások bonyolultak. A találmány szerinti kapcsolási elrendezésben az egyszerűbb kivitelt az által érik, el, hogy a feszültségbefolyás kompenzálására a G_1 G_2 egyenirányító munkapontját az R_2 R_6 és R_4 ellenállások értékének variálásával annyira tolják el, hogy az egyenirányítók nonlinearitása a vasmagos tekercs nonlinearitását kompenzálja. Az egyenirányítók jelleggörbéjétől függően nincs lineáris összefüggés az i_1 és i_2, valamint az i_3 és i_4 áramok között. Míg azonban az aránytalanság az i_3 és i_4 áramok között nem gyakorol olyan nagy befolyást a mutatott értékre, addig az i_1 és i_2 áramok közötti aránytalanság befolyása a transzformáció folytán igen jelentékeny, amit az R_6 ellenállás változtatásával egyenlítenek ki. Az R_2 ellenállással az i_2 és i_4 áramot állítják egyenlő értékre. Az R_2 ellenállás a hányadosviszony variációjára és ezzel együtt a mérési tartomány beállítására szolgál (1. ábra).

K. TOMASEK
Prága

Nomogramok tranzisztorparaméterek átszámításához*

ETO 621.382.3.012 (083.57)

Kis jel esetén a rögzített munkapontú tranzisztorok aktív lineáris négypólusnak tekinthetők. A tranzisztornégypólust 4 mennyiség — két feszültségérték és két áramérték — határozza meg (1. ábra). Ezen



1. ábra. A tranzisztor-négypólus (TN) áram- és feszültségirányai

mennyiségek között hatféle mátrixegyenlettel lehet a kapcsolatot kifejezni. Az alábbiakban a két leggyakrabban alkalmazott mátrix kifejezést — a *h*-paramétereset és az *y*-paramétereset — adjuk meg.

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \tag{1}$$

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} \tag{2}$$

(1) és (2) alapján a *h* és *y* paraméterek átszámítása a következő módon történhet:

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{y_{11}} & \frac{y_{12}}{y_{11}} \\ \frac{y_{21}}{y_{11}} & y_{22} - \frac{y_{12} \cdot y_{21}}{y_{11}} \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{h_{11}} & -\frac{h_{12}}{h_{11}} \\ \frac{h_{21}}{h_{11}} & h_{22} - \frac{h_{12} \cdot h_{21}}{h_{11}} \end{bmatrix} \tag{4}$$

A *h* és *y* paraméterek értéke nemcsak a tranzisztor munkapontjától, hanem a kapcsolás típusától is függenek. Például az (1) egyenlet földelt bázisú kapcsolás esetén

$$\begin{bmatrix} u_1' \\ i_2' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11b} & h_{12b} \\ h_{21b} & h_{22b} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1' \\ u_2' \end{bmatrix} \tag{5}$$

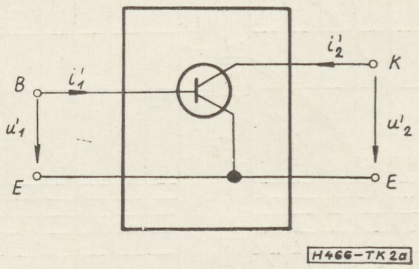
Földelt emitteres kapcsolásokra (1) a következő alakú:

$$\begin{bmatrix} u_1'' \\ i_2'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11e} & h_{12e} \\ h_{21e} & h_{22e} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1'' \\ u_2'' \end{bmatrix} \tag{6}$$

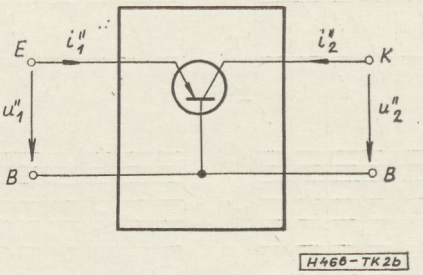
Ha a földelt emitteres (2*a* ábra) és a földelt bázisú (2*b* ábra) kapcsolást összehasonlítjuk a következő egyenleteket írhatjuk fel:

$$\begin{aligned} u_1' &= -u_1'', \; u_2' = u_2'' \\ i_1' &= -(i_1'' + i_2''), \quad i_2' = i_2'' \end{aligned} \tag{7}$$

*Fordította: Boglár Gy.



2a ábra. Földelt emitteres kapcsolás



2b ábra. Földelt bázisú kapcsolás

Ha (5)-be és (6)-ba (7)-et behelyettesítjük, megkapjuk a h_e paraméterek és a h_b paraméterek közötti összefüggéseket

$$\begin{bmatrix} h_{11b} & h_{12_b} \\ h_{21b} & h_{22b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{h_{11e}}{1+h_{21e}} & \frac{h_{11e}h_{22e}}{1+h_{21e}} - h_{12e} \\ \frac{-h_{21e}}{1+h_{21e}} & \frac{h_{22e}}{1+h_{21e}} \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$\begin{bmatrix} h_{11e} & h_{12e} \\ h_{21e} & h_{22e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{h_{11b}}{1+h_{21b}} & \frac{h_{11b}h_{22e}}{1+h_{21b}} - h_{12b} \\ \frac{-h_{21b}}{1+h_{21b}} & \frac{h_{22b}}{1+h_{21b}} \end{bmatrix} \tag{9}$$

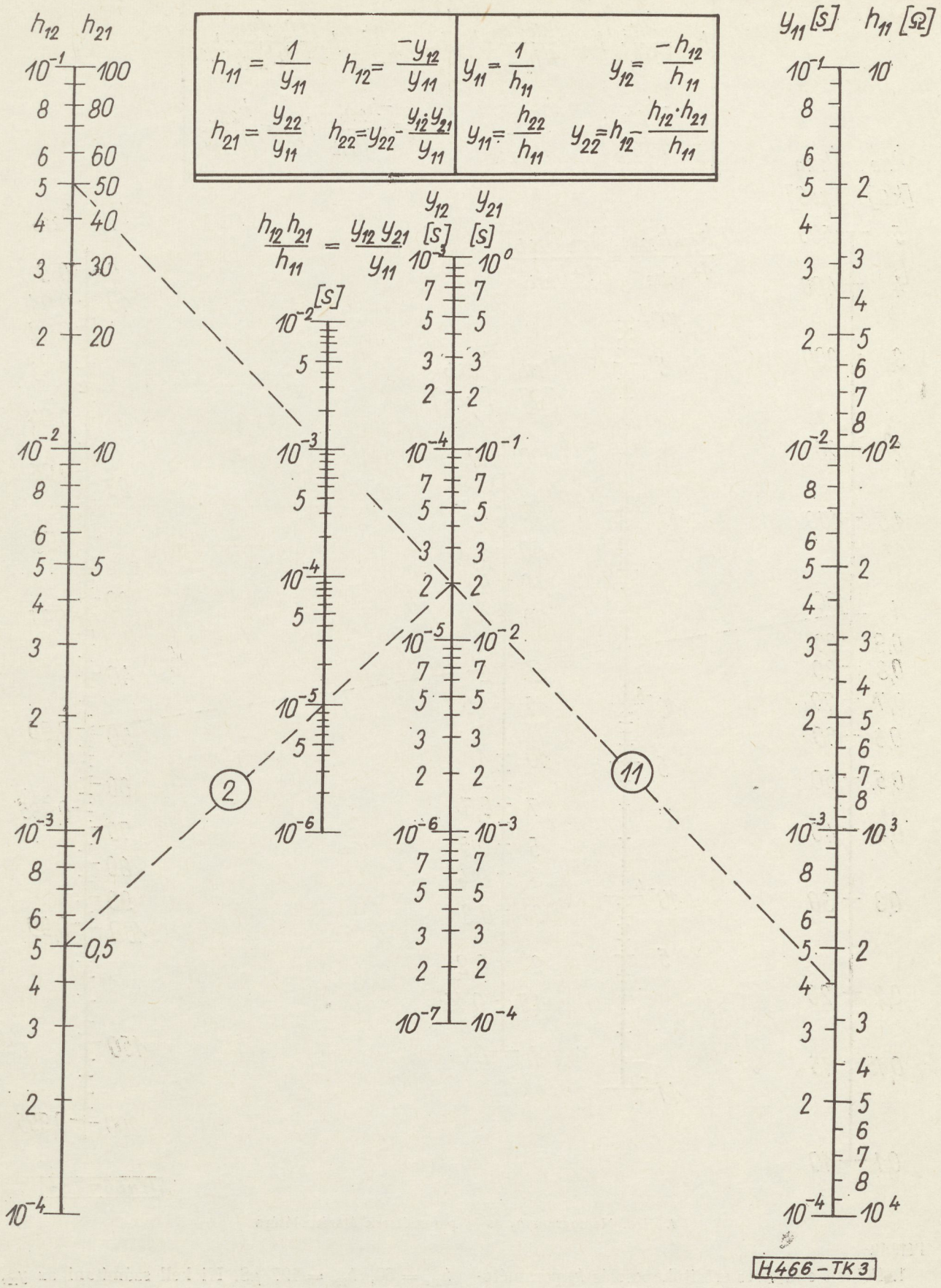
A tranzisztorok más paraméterei, így például a határfrekvencia, visszáramok stb. is kapcsolásfüggőek.

$$f_\beta = f_\alpha(1 + h_{21e}), \tag{10}$$

$$I_{CEO} = (1 + h_{21e}) \cdot I_{CBO}, \tag{11}$$

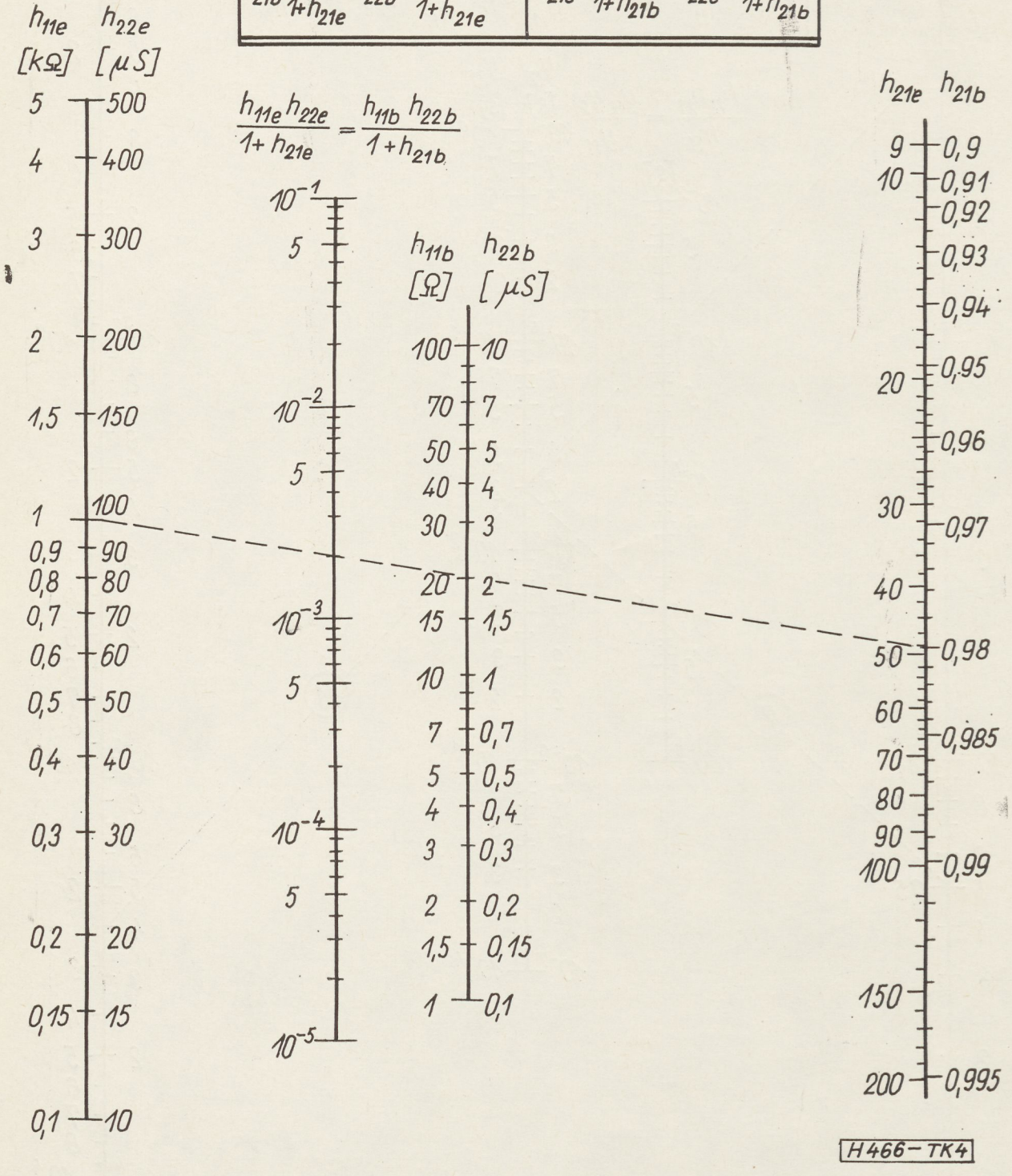
ahol f_β a földelt emitteres határfrekvencia, f_α a földelt bázisú határfrekvencia, I_{CEO} a földelt emitteres kollektor maradékárama zérus bázisáram esetén, I_{CBO} a földelt bázisú kapcsolás visszárama megszakított emitterkörrel és $h_{21e} = \beta$ az áramerősítési tényező rövidrezárt kollektor áramkör esetén.

A 3—5. ábrák nomogramjaival az említett üzemi paramétereket gyorsan lehet átszámolni az egyik típusból a másikba. A *h* paramétereket és *y* paramétereket a 3. ábrával, a h_b és h_e paramétereket a 4. ábrával, az f_α és f_β határfrekvenciákat, valamint az I_{CEO} maradékáramot és az I_{CBO} visszáramot az 5. ábrával lehet átszámítani.



3. ábra. Nomogram h és y paraméterek átszámolására

$h_{11b}=\frac{h_{11e}}{1+h_{21e}}$ $h_{12b}=\frac{h_{11e}h_{22e}}{1+h_{21e}}-h_{12e}$	$h_{11e}=\frac{h_{11b}}{1+h_{21b}}$ $h_{12e}=\frac{h_{11b}h_{21b}}{1+h_{21b}}-h_{12b}$
$h_{21b}=\frac{-h_{21e}}{1+h_{21e}}$ $h_{22b}=\frac{h_{22e}}{1+h_{21e}}$	$h_{21e}=\frac{-h_{21b}}{1+h_{21b}}$ $h_{22e}=\frac{h_{22b}}{1+h_{21b}}$

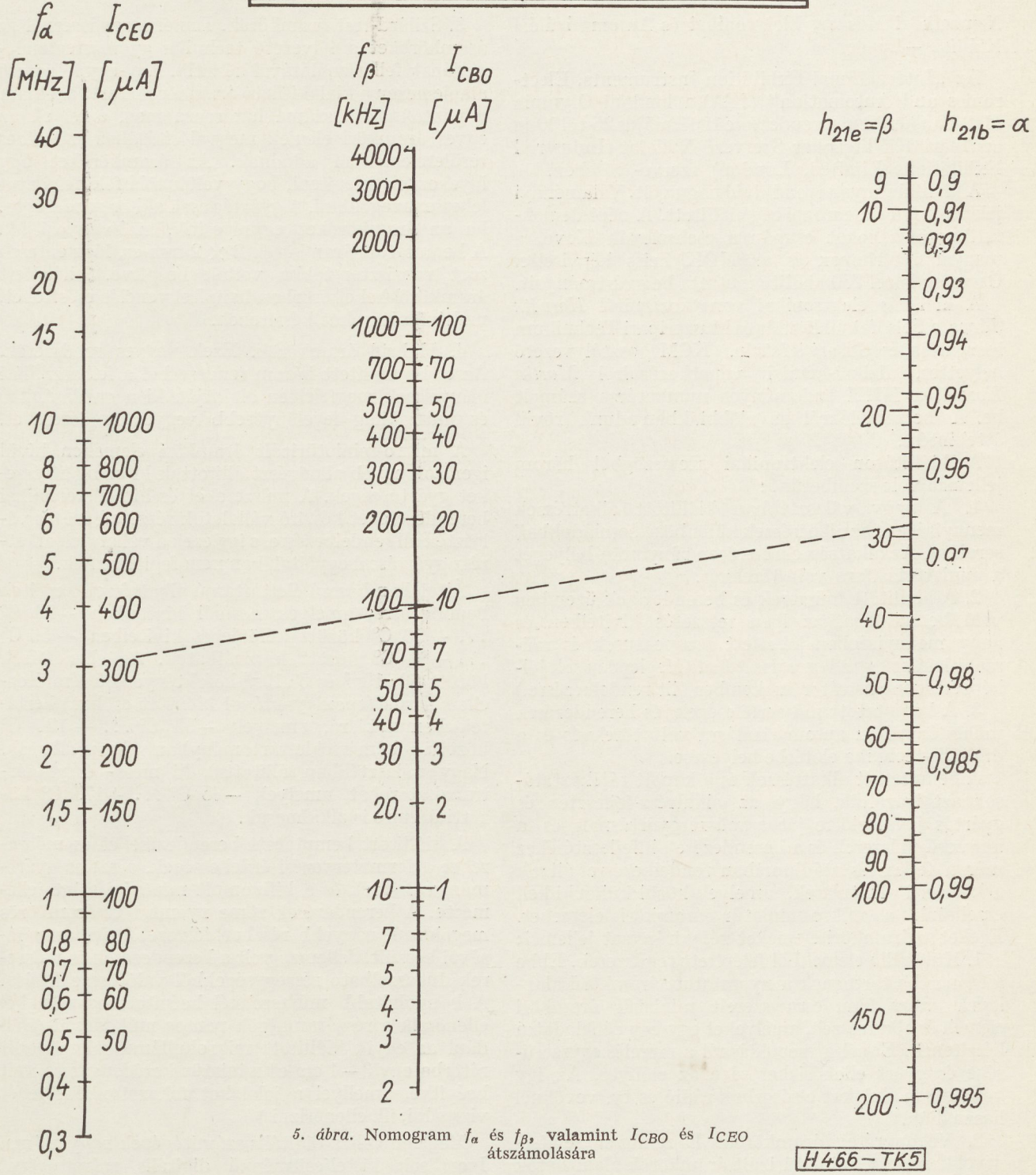


4. ábra. Nomogram h_e és h_b paraméterek átszámolására

Példák

1. Földelt emitteres erősítőkapcsolás h_e paraméterekkel van megadva: $h_{11e} = 2{,}5$ kΩ, $h_{12e} = 5 \cdot 10^4$, $h_{21e} = 50$, $h_{22e} = 127$ μS. Ki kell számítani az y_{22e} paramétert (4)-ből:

$f_\beta = \frac{f_\alpha}{1+\beta}$	$I_{CEO} = (1+\beta)\, I_{CBO}$



5. ábra. Nomogram f_α és f_β, valamint I_{CBO} és I_{CEO} átszámolására

$$y_{22e} = h_{22e} - \frac{h_{12e} \cdot h_{21e}}{h_{11e}} = h_{22e} - h_{12e} \cdot y_{21e}$$

A $\frac{h_{12e} \cdot h_{21e}}{h_{11e}} = h_{12e} \cdot y_{21e}$ kifejezés a 3. ábráról leolvasható, adott esetben 10^{-5} S és ebből

$$y_{22e} = 127 - 10 = 117\ \mu S$$

2. OC1071-es tranzisztor h_{11b} paramétere határozandó meg az ismert $h_{11e} = 1k\Omega$ és $h_{21e} = 49$ adatokból (8)-ból $h_{11b} = h_{11b}(1 + h_{21e})$, ami a 4. ábráról leolvasható. $h_{11b} = 20\ \Omega$.

3. OC1045 jelű tranzisztor, $f_\alpha = 3$ MHz, $h_{21e} = 29$. Kiszámítandó f_β. 5. ábráról $f_\beta = 100$ kHz.

Összeállította: SZÖLLÖSI GYÖRGYNÉ

Nemzetközi Műszer, Elektronikai és Automatizálási Kiállítás — London

Az „International Exhibition Instruments, Electronics and Automation" (IEA) a londoni Olympia Hall-ban került megrendezésre 1964. május 25-től 30-ig az Ipari Kiállításokat Szervező Vállalat (Industrial Exhibitions Limited, London) szerve- zésében.

A kiállítás anyaga rendkívül nagy volt. Valamennyi jelentős nyugat-európai cég kiállított. A népi demokratikus országokat csupán a csehszlovák Kovo, a magyar Metrimpex és az NDK Zeiss képviselte. Összesen közel 750 kiállító mutatta be gyártmányait.

A kiállítás elektronikai vonatkozásairól *Horváth János*, a Felsőfokú Híradás és Műszeripari Technikum igazgatója és *Gábori István*, KGM osztályvezető helyettes, fizikai-kémiai vonatkozásairól *Martin Kornél*, a HIKI tudományos munkatársa számolt be. A beszámolókról az alábbiakban adunk rövid áttekintést.

A kiállításon elektronikai szemszögből három jellemző volt szembetűnő:

1. A nagy választékban kiállított alkatrészek mennyisége és az alkatrészek különböző „családokba" sorolása. Az alkatrészekre erősen rányomta bélyegét a miniatürizálásra való törekvés.

2. A kiállított műszerek és berendezések üzemben való bemutatása, az igen tetszetős kivitelben és nagy mennyiségben készített prospektusok és műszaki leírások gazdag választéka. (Meglepően sok jólképzett demonstrátor szakember állt rendelkezésre.)

3. A bemutatott műszerféleségek és berendezések működésénél az automatizálásra való törekvés és a digitális-technika előtérbe helyezése.

A bemutatott alkatrészek és a kapott tájékoztatások azt igazolták, hogy az alkatrész-fejlesztés és gyártás jóval előtte jár a műszergyártásnak és a korszerű műszerek és a berendezések kifejlesztéséhez már a fejlesztés stádiumában rendelkezésre állnak a korszerű alkatrészek, amelyek közül külön ki kell emelnünk a mikro-miniatűr áramköri elemeket. Ezeket az áramköri elemeket négy irányzat jellemzi:

1. Különálló elemekből felépített rendszerek. Ebbe a csoportba tartoznak a nyomtatott áramkörű alaplapra vagy fémrácsra szerelt miniatűr áramköri elemek és alkatrészek, amelyeket egy-egy célfeladatra készítenek. Ennél a megoldásnál a szerelés egyszerűsége és gyors ellenőrizhetősége az előnyös, Az így készített modulokat elsősorban rádió és tv. vevőknél használják.

2. Vékonyréteg áramkörök. E rendszer segítségével komplett, miniatürizált áramkörök alakíthatók ki. Az áramkört egy-egy adott elrendezésben szerkesztett „felgőzölési maszk" segítségével alakítják ki, úgyhogy az áramkörrel együtt a belső bekötések is elkészülnek. Ez a gyártási eljárás csak a viszonylag nagy darabszám esetén gazdaságos. Az így gyártott áramköröket elsősorban elektronikus automatákban és számítógépekben alkalmazzák.

3. Szilárd-test áramkörök. Ennél a rendszernél az áramköröket a félvezető technika gyártástechnológiájának felhasználásával készítik. Egy-egy félvezető alaplemezen a kialakítható áramkör méretét azoknak a pontoknak a száma határozza meg, amelyek az egyes áramköri elemek megvalósításához szükséges területelemekből adódnak. Az áramköröket úgy igyekeznek felépíteni, hogy velük többféle feladatot lehessen megoldani. A gyártás csak akkor gazdaságos, ha az áramköröket egységesítik, szabványosítják. A bemutatott áramkörök 2 × 2 mm-es, légmentesen zárt tranzisztor tokba voltak beépítve. Szilárdtest áramkörökkel elsősorban hangfrekvenciás esősítőket, multivibrátorokat készítenek.

4. Hybrid áramkörök. Ezek vegyes rendszerek. Az előbb említett három rendszerből a felhasználási igényeknek megfelelően alakítják ki a gazdaságilag és műszakilag legelőnyösebb vegyes rendszereket.

A mikro-miniatürizált áramköri elemeken kívül igen sok egyéb alkatrészt állítottak ki az alkatrészeket gyártó cégek. A műszereket és híradástechnikai berendezéseket készítő vállalatok részére bőséges választék áll rendelkezésre, s így ezek a vállalatok alkatrész gyártással egyáltalában nem foglalkoznak.

Általában hosszú élettartamú alkatrészek kerültek bemutatásra, amelyek normál kivitelben −20 C° ... + 50 C° között különleges kivitelben − 50 C° ... +85 C° között használhatók. Az ellenállások között $10 \cdot 10^{-6}$ és $5 \cdot 10^{-6}$ hőfoktényezőjű fémréteg-ellenállások (epoxigyantával kiöntött csőben) kerültek bemutatásra, amelyek −55 C° ... + 120 C° közötti hőmérséklettartományban használhatók. Nagy választékban állítottak ki mesa- és planártranzisztorokat, amelyek −65 C° ... +175 C° közötti üzemre is alkalmasak.

A kiállított bemutatott berendezéseket és műszereket a formatervezési érdekességek, a széles gyártmányválaszték és a kifinomult minőségi szint jellemezte. A berendezések zöme nyomtatott áramkörös megoldású, nagyobb részben félvezetők felhasználásával készült. Jellemző volt a berendezések és műszerek dugaszolható részegységekből való összeállítása. A bonyolultabb műszereknél beépített egységekkel ellenőrzik a részáramkörök pontos működését. (Például az egyik kiállított mikrohullámú szignálgenerátorba egy 3—4 cm-es miniatür katódsugárcső volt beépítve, amellyel a jelalakot fokozatonként lehet vizsgálni, ill. ellenőrizni.)

Meglepő volt a digitális számítógépek nagy száma. Igen sok kisteljesítményű digitális számítógépet láttunk, amelyek arra is alkalmasak, hogy bonyolultabb műszerekhez csatlakoztatva, kiküszöböljék a leolvasási pontatlanságot és a mért adatokat feldolgozva, az értékeket nyomtatás útján rögzítsék. Különösen több mérési feladatot ellátó és kiértékeléseket, döntéseket igénylő mérőberendezéseknél (pl. orvosi műszereknél) alkalmazzák az ilyen kisméretű és

igen tetszetős formában megtervezetett számítógépeket.

Tetszetős és műszakilag is érdekes volt a „Mavecni" cég által kiállított kisméretű asztalszerűen kiképzett számítógép, amely szubminiatürizált alkatrészeket, szilíciumdiódás és tranzisztorizált logikai köröket tartalmaz. A gép a szokásos gépeknél tízszerte nagyobb műveleti sebességgel dolgozik. A kapott információ szerint a géppel percenként 30 millió művelet végezhető és felhasználható vezérlő rendszerbe beiktatott telex-szel vezérelt központi számítógépként is.

Igen érdekes volt, hogy a nagy világcégek (pl. a Philips) a készülékek dobozaira és az állványrendszerekre milyen nagy figyelmet fordítanak. Ezeket variaelemekként gyártják és arra törekszenek, hogy beépítésnél minél kisebb szerszámozásra legyen szükség. Pl. digitális berendezésekhez a teljes mechanikai konstrukciót — folirozott kártyákat, kötőelemeket, fogantyúkat, kereteket stb. — előregyártva szállítják. (Ezek az elemek elsősorban laborminták kialakításához használhatók.) A folirozott kártyák hosszanti, vagy szélességi csíkokra vannak bontva — esetleg fel is fúrva — és a kívánt kapcsolás kialakítása után a felesleges fóliát mechanikai megmunkálással megszakítják, illetve eltávolítják.

Érdekes és jellemző volt a kiállításra a HP 175 A típusú oszcillószkóp, mely tipikus példája a minél szélesebb alkalmazási területre törekvésnek. Az 50 MHz sávszélességű oszcillószkóp igen sokféle méréshez alkalmazható. A beépített katódsugárcső parallaxis mentes, utángyorsítós. Az egyes áramkörök cserélhető, fiókos rendszerbe vannak elhelyezve. A készülékhez 9 db különböző egység (kétsugaras erősítő, egysugars erősítő, 5 mV érzékenységű,18 MH sávszélességű erősítő, 40 MHz sávszélességű erősítő, 4 csatornás erősítő, valamint különböző késleltető sweep és időjel generátorok) csatlakoztatható. Kiegészíthető az oszcillószkóp olyan áramkörrel is, amelynek segítségével $x - y$ rekorder alkalmazásával a képernyő képe diagrampapíron rögzítődik. A készülék családhoz tartozó különböző stabilizátorok, feszültségosztó mérőfejek és előtétek a készüléket gyakorlatilag majd minden mérési feladat elvégzésére alkalmassá teszik.

Egyes műszerek leolvasási hibájának kiküszöbölésére, elektronikus számláló készülék csatlakoztatható, amely a mért értéket kijelző csövekkel indikálja, nagyobb ellenőrző, mérő automatikák ezen tulmenően a mért értéket vagy a specifikált értéktől való eltérést papírszalagra is rögzítik. A méréssorozatok automatikus időbeli ismétlése is előre beállítható. Ilyenek az újtípusú digitális voltmérők, számlálók, impedanciamérők is.

Jellemző volt még a kiállításra a gyártó cégek viszonylag gyors szállító készsége, amely sajnos sokkal rugalmasabb és gyorsabb, mint a hazai ipar által biztosított határidők.

A fizikai-kémiai készülékek gazdag választékával vonult fel a BECKMAN Instr. Inc. (California, USA). A nagyhírű spektrofotométer sorozat legújabb kiemelkedő képviselői közül elsőnek kell kiemelni a DB Ultraviolet Spectrophotometer-t, közvetlen leolvasással és külön aplikálható írószerkezettel (lineáris és log. felvételre). A kétsugaras készülék a 205-770 nm tartományban 10 perc alatt vesz fel egy spektrumot és igen egyszerűen kezelhető. Adapterrel lángfotometriás célokra is használható.

Ugyancsak impozáns a DK/Universal, mely az első kétsugaras k e t t ő s monochromátorral ellátott készülék és 8—9-féle típusú spektrum felvételére alkalmas különböző módokon, a 160—3200 nm tartományban. A bevált infravorös spektrofotométer sorozat IR-4,-5A és-7 tagján kívül Beckmanék megjelentek az IR-8 és IR-9-el is. Az IR-9-et a világ legjobb műszereként hirdetik. A 2,5—25μm-ig terjedő tartományban kétsugatas módszerrel 1,0% abszolút pontossággal, kalibráció esetén pedig 0,2% rel. pontossággal mér. A spektrumot folytonosan veszi fel az egész tartományban. Az IR-8 viszont rutin műszer, szokatlanul nagy feloldóképességgel (jobb mint 3 cm^{-1} az egész méréstartományban, 2,5—16 μm -ig). A lineáris és 1 × logaritmusos adatfelvételre alkalmas potenciometrikus szalaggrafikonos írószerkezeteket (Linear and Linear-log Potentiometric Strip Chart Recorders) különböző kivitelben, külön is szállítják. Az írószerkezet pl. kitűnően használható potenciometrikus titrálásokhoz is. A Beckman Ratio Fluorometer a fluorescenciális analízisek egyszerű eszköze közvetlen leolvasással a Beckman Research pH Meter viszont egy igen nagypontosságú (0,001 pH egység rel. pontosság, mely megfelel ± 0,15 mV-nak) —0,5-től + 14,5 pH-ig terjedő mérőeszköz.

A Beckman Instr. Ltd. Glenrothes Fife (Scotland) két pH méterrel is jelentkezett — Mod. 96 Zeromatic pH Meter ± 0,1 pH pontosságú és Mod. 76 Extended — Scale ± 0,1 pH pontosságú (leaflet P. H. 3), de ezenfelül nagyszámú laboratóriumi üveg és vonatkoztató (KCl) elektródot is bemutatott (Folder E 10). Érdekes az ugyancsak általuk kiállított Mod 930 Air Comparison Pycnometer mely kompenzációs elv alapján a levegő kiszorításával, a minta nedvesítése nélkül néhány perc alatt szolgáltat 0,1 — 0,2%-nyi pontosságú fajsúlyadatot. Nem lenne teljes az ismertetés a bemutatott háromféle laboratóriumi (GC-1, GC-2, GC-2a) és egy ipari Gázkromatográf (Process Gas Chromatograph Mod 520 Programmer, Bull GC-4036) említése nélkül. Míg az utóbbi voltaképpen folyamatellenőrző műszer, addig előbbiek közül különösen GC-2a-t mint a forgalomban levő legérzékenyebb műszert hírdetik. Nagy intenzitással foglalkozik a Beckman cég különböző analitikai mintákat kondicionáló szekrényekkel (Modular Sample Conditioners). Ezekben a legkülönbözőbb hőmérséklet, nyomás, gőz vagy gázatmoszféra, illetve nedvességi viszonyok hozhatók létre. A ± 5% pontossággal működő különböző (Standard, Low pressure, Highpressuro) Elektrolitikus Higrometereik az üzemi ellenőrzés gyors eszközei.

A Beckmanék profiljához közelálló Perkin—Elmer Limited (Beaconsfield, Bucks., England) szintén gazdag spektrofotométer választékot mutatott be. Az infravörös családot a P-E Infracord Spectrophotometers 137, 237, 337 és 137 G típusai képviselték, míg az ultraibolya tartomány vizsgálatára a P-E Ultraviolet Spektrophotometers Mod 139, 137 UV és Mod 350 használhatók. A P-E Mod 303 Spektrophotometer atomabszorpciós elv alapján milliomod

vagy billiomod résznyi nyomelemek meghatározására alkalmas, oldatokból. A P-E Mod R 10 N. M. R. (Nuclear Magnetic Resonance) Spektrometer a kémiai szerkezetvizsgálat modern eszköze. A PE Differential Scanning Calorimeter, a fúziós-, párolgási-, kristályosodási-, oldási-, dehidratálási-, adszorpciós-, valamint a különböző reakció-hők mérésére közvetlenül alkalmas, így ezután számos leszármaztatott mennyiség (pl. aktiválási energia) kiszámítására és különböző problémák (reaktivitás, termikus stabilitás stb.) megvizsgálására is használható. A Perkin—Elmer cég ugyancsak súlyt helyez a gázkromatográfiára. Erről a bemutatott Mod F-11, a Mod 226 és 452 és a nagy teljesítményű Mod 800 kétoszlopos differenciál detektoros Gázkromatográfjaik tanúskodnak, de forgalomba hoznak a gázkromatográfiához szükséges nagyszámú vegyszert (folyékony fázisok, szilárd hordozók, oszlop töltő anyagok) is. Precíziós ± 0,02 mm pontosságú hosszmérettel készült spektroszkópiás küvettáik (Precision Cells for Spectroscopy) ugyancsak kaphatók.

Itt említjük meg, hogy jó benyomást keltettek a Tintometer Sales Ltd. (Salisbury, England) üveg és kvarc küvettái. Az erre specializált cég nagy választéka a legkülönbözőbb fotométerekhez alkalmazható.

A Baird—Atomic, Inc (Massachusetts USA) szintén jelentkezett Ky-1 és Ky-2 direkt leolvasású kétsugaras lángfotométereivel (Flame Photometer). A neves készülékek közül a Ky-2 gyorsabb, jobb kezelhetőségével tűnik ki. Nem került kiállításra a cég több más, az emissziós spektrográfiát szolgáló gyártmánya (Spectromet, Research Direct Reading Spectrograph) mellett nagyteljesítményű kvantométerük sem (Complete 3—Meter Spectrographic Laboratory — 3 Meter Spectrograph with Spectrosource). Ismertetésükből és prospektusukból azonban kiderül, hogy a konkávráccsal dolgozó készülék változtatható hullámhossz tartományokban képes spektrumot felvenni és a beállítás mindössze 30 mp-ig tart.

A tömegspektrométereket a „Bendix" Time-Of-Flight Mass Spectrometer Mod 12, illetve 14 típusa képviselte (a két típus főleg a szivattyúzás sebességében tér el.) A könnyen kezelhető és az átlagnál olcsóbb készülékek 10 000 spektrum/s-ot vesznek fel, az 1—5000 m/e tartományban. Kimutatási határ 5 ppm. Bármely halmazállapotú anyag kimutatható, ha gőznyomása 2500 K°-on 10^{-9} atm felett van. A gyors értékelést megkönnyíti a Honeywell Mod 1508 Visicorder Oscillograph adaptálása.

A G. and E. Bradley Ltd. (London) különböző elektronikus és egyéb készülékek mellett, három lasertípussal is megjelent a kiállításon. A Gas Laser-type 601 hélium-neongázzal, míg a Laser type 301, illetve Laser type 3502 ill. 6 hüvelykes rubinrúddal, vagy neodymiumozott üveggel szolgáltat 1 és 20 Joule közötti energiát, diszkrét hullámhosszakon.

Feltétlenül említést érdemelnek a De La Rue Frigistor Limited, (England) cégnek a Peltier-effektus alapján működő hűtő — illetve a túloldalon fűtő — elemei, melyek készülékké építve is kaphatók (Frigistor Instrument).

Az NSZK-beli Zeiss az univerzálisnak mondható PMQ II Spektrofotométert, a PF 5 Lángfotométert (érzékenysége: Na 0,0001 ppm, K 0,005 ppm, Ca 0,005 ppm), lángfotométer adaptereket a PMQ II, ill. PPQ 20 A spektrofotométerekhez és színmérőkészülékeket, végül az EM 9 elektronmikroszkópot mutatta be. Utóbbi elektromágneses lencsékkel ellátott 60 kV gyorsító feszültséggel működő, négy fokozatban 1500 × — 35000 × elektronoptikai és még 10 ×-es optikai nagyítással rendelkező műszer, feloldó képessége jobb, mint 20 Å, ára nem túl magas és a legkülönbözőbb vizsgálatokra alkalmas. A mikroszkóp paraméterei megfelelnek annak az újabb irányzatnak, mely nem a nagyítás mindenáron való növelésében látja az elektronmikroszkóp felhasználásának kiterjesztését.

Ugyancsak NSZK-beli kiállító volt a Pyro-Werk GMBH, a neves hannoveri pirométergyártó cég, melynek főleg precíziós eltűnőszálas Mikro-Pirometere (már 1 mm ∅-jű tárgy hőmérséklete megmérhető 5 m távolságból, 5 mm-ről pedig 0,01 mm ∅-jű szál hőmérséklet mérése is lehetséges 650—3000 C° intervallumban, a skála 5000 C°-ig, speciális módon pedig 10 000 C°-ig is kiterjeszthető), a szintén régi elven működő, de kiterjesztett méréshatárú (500—2000 C°) és új köntösbe öltöztetett "Pyro" összsugárzásmérő pyrométere, végül új Bioptix színhőmérsékletmérő műszere keltettek érdeklődést. Utóbbi a színhőmérséklet mellett egyidejűleg megadja az absz. fekete test hőmérséklet értékét is, 1250—1900 C° hőmérséklet tartományban.

Kiterjedt műszerparkkal vonult fel az Evans Electroselenium Ltd. Programjukban, mintegy 50 készülék szerepel. Ezek között is említésre méltó egyszerű Absorptiometerük, Blood Cell-Counterjeik, elektroforetikus berendezéseik, galvanométereik, szeléncelláik, por-reflektometereik fajlagos-felület meghatározásra, fényextinkciós szedimentométerük (1—50 μ-ig), mikropipettájuk, denzitométerük és különböző egyszerű gyors fotométereik.

A vákuumtechnikát elsősorban a közismert Edwards High Vacuum Ltd, (England) képviselte víz- és léghűtéses „Speedivac" EO 2 olajgőzdiffúziós szivattyúival (végvákuum jobb mint 10^{-7} Torr, Silicone 705-tel 5. 10^{-9} Torr, szívósebesség > 150 l/s:), EM 2 típusú Hg gőz-diffúziós szivattyújukkal (150 l/óra szívósebesség mellett, két sorbakapcsolt csapdával jobb, mint 10^{-10} vákuum érhető el), valamint kombinált vákuummérő műszerükkel (Ionisation-Pirani Vacuum Gauge, Mod 1; 1 — 5. 10^{-9} Torr méréshatár).

A részecskeszámlálás új, automatikus, pontos és elég széles tartományban (0,5—400μm) használható módszerét valósítja meg a Coulter Counter (Coulter Electronics Ltd, England) elektrolitban elhelyezett blendén átáramoltatott részecskék ellenállásváltoztató effektusai segítségével. A készülékhez különböző számlálóberendezések adaptálhatók. Az impozáns elven működő berendezés mellett egészen egyszerű kis készülékeket is kiállítottak a levegő szilárd szennyezéseinek mérésére (Atmospheric Pollution Sampling Unit, Charles Austen Pumps Ltd., England)

A laboratóriumi eszközök és felszerelések között újszerűen hatottak az Electrothermal Engineering Ltd. (London) laboratóriumi fűtőkészülékei (Laboratory Heating Equipment). Az aszbesztszövetbe

ágyazott fűtőtestek, részben alumíniumházba építve' de méginkább külön, harisnyaszerű megoldásban, a lombik formáját felvevő alakjukkal igen előnyösnek tűnnek fel, egyenletes, kevés hőveszteséggel járó melegítésre. A melegítő „harisnyák" a legkülönbözőbb méretekben kaphatók. Érdeklődésre tarthatnak számot fűthető szalagjaik is, amelyek különböző szélességben, ill. vastagságban, 0,186, 0,465, 0,74, 1,0, ill. 4,0 W/cm² fűtőteljesítményre képesek, 450 C° ig. Kerámiatestekből összeállított fűtőszőnyegük pedig 1500 C°-ig alkalmazható 7,6 W/cm² teljesítménnyel. Az Engelhard Hanovia Lamps cég (England) asztali kvarclámpáktól kezdve, analizáló kvarclámpákon és vízsterilizáló berendezésen, levegő fertőtlenítőkön (ozonizátoron) és baktericid fényforrásokon át a műanyagpolimerizációnál használatos fotokémiai reaktorokig (tűzálló lombikba épített kvarclámpák) terjedő készülékei az ultraibolya fény legtöbb alkalmazási területét felölelik.

A Shandon Control Systems Ltd. (London) az NDK VEB Junkalor Dessau gázanalizáló készülékeit mutatta be. A Gadilyt gázsűrűségmérő, a Permolyt és Aquolit oxigén, illetve oldott oxigén analizáló készülékek, a Voluman térfogatos gázelemző és a Wobbe Index Meter mellett főleg az Infralit infravörös gázelemző berendezés és a Duktolyt nyomgázelemző készülék keltett feltűnést jó paramétereivel.

A Majna—Frankfurti Degussa a szokott gazdag kollekciójával jelentkezett a kerámia anyagok területén.

Végül — már csak a kuriózum kedvéért is — meg kell emlékezni az amerikai Du Pont cég ipari filmjeiről. A Mylar néven forgalomba hozott poliészter fóliák (etilénglikol és tereftálsav polikondenzátumai) szívós, hideget is jól tűrő, kémiai hatásoknak az összes egyéb fóliáknál jobban ellenálló, cellofánszerűen átlátszó, de lágyabb anyagok. A 0,00381—0,3556 mm-ig 14-féle vastagságban készülő filmek a legkülönbözőbb területeken nyernek szigetelő- (nedvesség, elektromosság stb.) és csomagoló-anyagként felhasználást. A 0,0127 mm vastag filmet használták — igen vékony alumíniumbevonattal ellátva — az Echo I amerikai passzív mesterséges hold burkaként. A 30 m ∅-jű és 1600 km magasan keringő gömböt eredetileg 82 db „Mylar" szeletből hegesztették össze, majd rakétával a magasba továbbítva és kibocsátva az összehajtott fóliagömb a benne elhelyezett kevés gázképző anyag hatására a magasban uralkodó ultra-nagy vákuumban feszesre fúvódott fel.

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Fenyő—Dr. Frey:
Matematika villamosmérnököknek

Műszaki Könyvkiadó, 1964. Ára 136. —Ft

A számítástechnika fejlődése, elsősorban a modern számológépek megjelenése, nagymértékben kifejlesztette a klasszikus matematika egyes segédeszközeinek alkalmazhatóságát a műszaki élet számos területén. A fejlődés legszembetűnőbben az elektrotechnika, főleg a híradástechnika területén jelentkezett. Ennek következtében elsőrendűen fontossá vált, hogy a villamosmérnökök matematikai képzettsége megfelelő szintet érjen el. E cél érdekében írták ezt a könyvet. A mű nem tekinti feladatának a matematikai tételek precíz levezetését, azokat csak az alkalmazásokhoz szükséges részletességgel tárgyalja. Ismertnek tételezi fel a műszaki egyetemek első két félévében előadott matematika anyagot, melyet a „Bevezetés"-ben röviden összefoglal, néhány új tétellel kiegészítve. Részletesen tárgyalja a komplex függvénytant, a gamma-, Bessel-, gömbfüggvényeket, a mátrix-számítást, logikai algebrát, valószínűségszámítást és röviden ismerteti az információelmélet alapjait. Nem tér ki a gyakorlati alkalmazások részletes tárgyalására — ami a problémák sokrétűsége miatt szinte lehetetlen —, csupán néhány, az alkalmazás szempontjából fontos kérdést tárgyal. A szerzők azzal is segítik az olvasó munkáját, hogy a fejezetek végén gondosan összeállított feladatokat közölnek, amelyekkel ellenőrizheti, hogy kellő mértékben elsajátította-e a fejezetben tárgyaltakat. Nagy előnye a könyvnek, hogy az egyes fejezetek külön-külön is tanulmányozhatók, mivel a szerzők a más fejezetekre való utalás helyett minden odavonatkozó kérdést tárgyalnak. A könyv áttanulmányozása nagymértékben hozzásegíti, elsősorban a híradástechnikával foglalkozó villamosmérnököket, az előforduló gyakorlati problémák matematikai megoldásához.

A mű díszes kivitelben, egészvászon kötésben, 792 oldal terjedelemben, 255 ábrával, fejezetenként részletezett irodalom-ajánlással jelent meg.

ifj. B. P.

Korda Tibor:
Váltakozóáram

Műszaki Könyvkiadó, 1963. Ára 12,— Ft

A könyv célja a középiskolában a váltakozóáramú körökről tanultak elmélyítése, elsősorban a gyakorlati példákon keresztül. Az egyes fejezetek elején tárgyalja az elméleti vonatkozásokat, majd számos kidolgozott példát közöl. Különösen az elektrotechnika kérdései iránt érdeklődő gimnáziumi és technikumi diákok forgathatják érdeklődéssel.

A könyv a Bolyai példatársorozatban jelent meg, 240 oldal terjedelemben.

(—sz)

FELLEGI ZOLTÁN
Posta Kísérleti Intézet

A forrasztatlan csavartkötés

ETO 621,315.682

Bevezetés

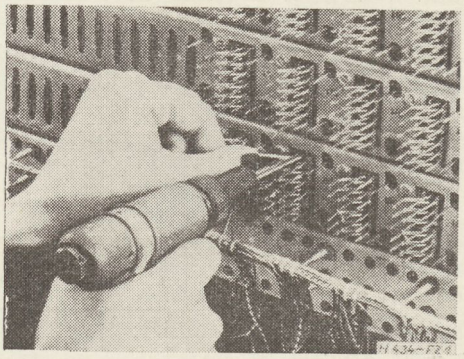
Külföldi szaklapokban mind gyakrabban olvashatunk egy újfajta elektromos kötésről, amelynél a huzal és a forrasztó csúcsot helyettesítő csap (végződés, érintkezőkivezetés, tartó) közötti jó elektromos kapcsolat létrehozásánál nem alkalmaznak forrasztó ónt. A forrasztás elhagyását az teszi lehetővé, hogy a huzalt oly nagy erővel csavarják rá a négyszög keresztmetszetű csapra, hogy a két anyag érintkező felülete közé gáz, nedvesség nem hatolhat be, és az érintkező felületek együttes nagysága meghaladja a huzal keresztmetszetét. Angol, német, osztrák szaklapokban találhatók erről ismertetések, az egyik külföldön járt delegációnk pedig Franciaországból hozott néhány mintadarabot az ott gyártott kötésekből. A hazai híradástechnikai iparban is megtörténtek az első lépések az új kötésmód alkalmazására. Legnagyobb hagyománya azonban Amerikában van ennek a módszernek, ahol már hosszabb ideje kiterjedten alkalmazzák. Az első irodalmi közlést a Bell Laboratóriumok egyik munkatársa jelentette meg 1951-ben [1]. Ez a munka még csak a huzal gépi úton történő felcsavarására vonatkozott. A csapra csavart huzalt utólag még oda is forrasztották. A forrasztás elhagyása további fejlesztő munka eredménye volt. Kísérleteket folytattak a legjobb technológia meghatározására és módszereket kerestek a kötések minőségének vizsgálatára. A forrasztatlan csavartkötéseket körülbelül 10 éve alkalmazzák központokban, kezelőasztalokban és általában olyan helyeken, ahol nagytömegű huzal bekötése szükséges, de jelfogók, kulcsok, kapcsolók, biztosítók beszerelésére is jó. Újabban kivezetéssel gyártott kisebb alkatrészek (ellenállások, kondenzátorok) bekötésénél is alkalmazzák olyan területeken, ahol kevésbbé szigorúbb feltételeket kell kielégíteni, mint a távbeszélő központokban [11]. Alkalmazását gazdaságossága indokolja, amennyiben minőségileg nem marad el másfajta állandó kötésektől.

Célkitüzés

Az eredeti célkitűzés az volt, hogy megoldják a kishelyre összezsufolt kötések gyors tömeges gyártását azzal a föltétellel, hogy a kötések gyártás, szerelés, szállítás és üzembehelyezés után legalább 40 évig mechanikailag biztosak, elektromosan stabilak maradjanak. Későbbi fejlesztés során derült ki, hogy ha a huzalban megfelelő értékű mechanikai feszültséget keltenek, akkor a forrasztás elhagyásával is teljesülnek a föltételek. Számokban kifejezve ez azt jelenti, hogy a huzalban keltett feszültség normális környezeti viszonyok között 40 év alatt csökkenhet kezdeti értékének 50%-ára. Ilyen körülmények között a vizsgálatok során legfeljebb 1 hibás kötés lehet 10 000-ből. Ez a föltétel távbeszélőtechnikai célokra megfelel. Katonai célokra azonban 1:100 000 arány a követelmény. A vizsgálatok során tehát olyan különböző gyorsított öregítő, fárasztó eljárásoknak kell alávetni a kötéseket, amelyek a 40 éves igénybevételt megfelelően utánozzák.

Technológia

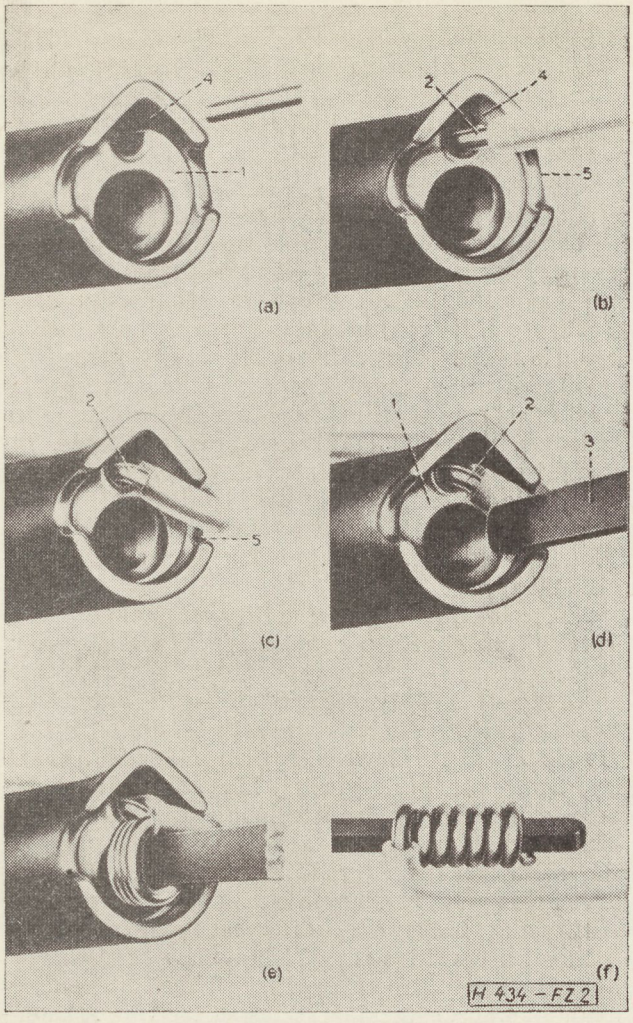
Az irodalom közlései szerint [4] a kötések egy kis kézi fúrógéphez hasonló szerszámmal készülnek (1. ábra). A fúró helyén cső van, amely csőrszerűen végződik. A cső belsejében tengelyirányú furatokkal



1. ábra

ellátott forgatható henger van (2a ábra). A henger forgatása villamosmotorral vagy sűrített levegővel történik. A körülbelül 50 mm hosszúságban megtisztított huzalt a henger kisebbik átmérőjű furatába kell helyezni (2b ábra), majd a szigetelt részt a csőr kivágásán át vissza kell hajtani (2c ábra). Ezután a szerszámot rá kell helyezni a csapra olymódon, hogy a csap a másik furatba kerüljön (2d ábra). Gombnyomásra a henger forgásnak indul (a cső nem forog) és a huzalt excentrikusan vezetve a csap körül néhány tized másodperc alatt (kb. 0,3 sec) 5—6 menetet tekercsel a csapra (2e. ábra) miközben a huzal magától kihúzódik a saját furatából. Az egész eljárás a kézimunkával együtt (behelyezés kivétel) körülbelül 3 mp-ig tart. Tekercselés közben a gépet nem szabad rányomni a csapra, hogy a menetek szabadon egymás mellé kerülhessenek. A gép olyan erővel végzi a tekercselést, hogy a négyszög keresztmetszetű csap éleinél a két anyag képlékeny alakváltozást szenved. Az idők folyamán a huzalban keltett feszültség — amely a két anyagot egymáshoz szorítja — csökken, és ez rontja a kötés minőségét, viszont az érintkezési felületeknél szilárd halmazállapotú diffúzió lép fel, ami a minőségromlást csökkenti [5].

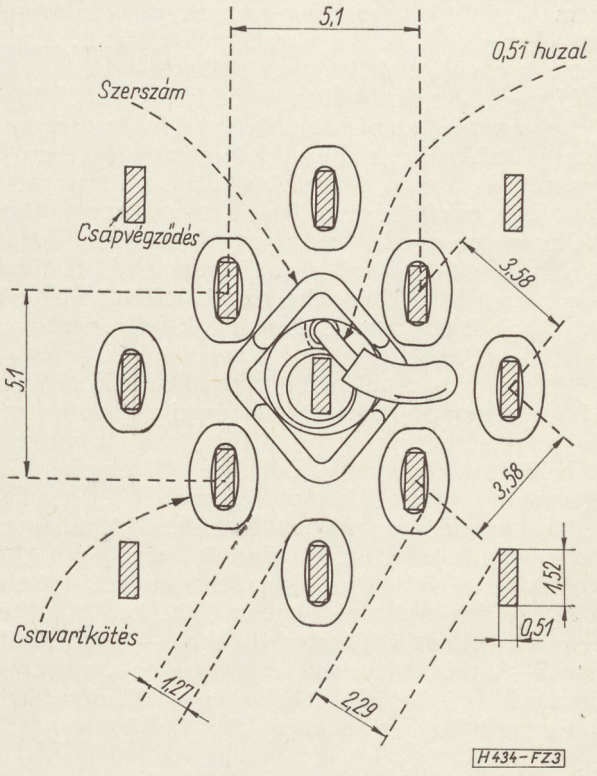
Az előző pontban vázolt célkitűzések megvalósítása érdekében számtalan kísérletet folytattak a kötésekkel. A tekercselő pisztoly egymagában még nem biztositja a kötések kellő megbízhatóságát,



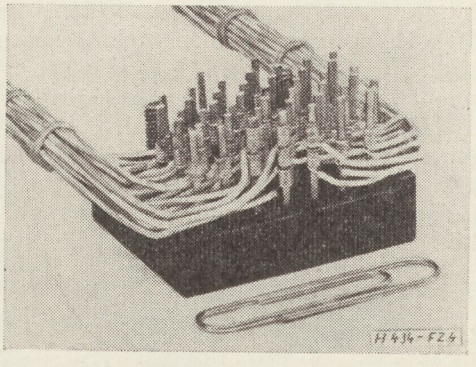
2. ábra

csupán a szükséges mechanikai erőt szolgáltatja és lehetővé teszi a műveleti idő lerövidítését. Megbízhatóság szempontjából lényeges szerepe van a csapnak és a huzalnak. Különböző átmérőjű huzalokkal készítettek kötéseket. Jelenleg 0,4...1,6 mm átmérőjű huzalokat lehet használni, de ehhez a pisztoly megfelelő alkatrészeinek cseréje szükséges [13]. Megállapították a különböző huzalátmérőkhöz tartozó optimális menetszámot és csapméretet. A kísérletekben a huzalanyag lágy húzott vörösréz, sárgaréz, nikkel, vasötvözet, vörösrezezett vas volt. A csapok anyaga bronz, alumínium nikkel-ezüst, sárgaréz. Lényeges szempont a különböző csap-huzal párosításánál a hőtágulási együtthatók különbözősége. Ugyancsak fontos kérdés az alkatelemek kikészítése. Példaként megemlítem, hogy a dugaszos csatlakozóknál alkalmazott keményaranyozás a csapok kikészítésénél nem vált be, mert a menetsor könnyen lecsúszik róla. Lágy aranyozás jobban megfelelt, viszont gazdasági okokból mégis elvetették. Az ónozás csak kevésbé ad rosszabb minőségű kötést, mint az aranyozás, továbbá a vörösréz huzal és a csap ónozása között meglehetősen jó diffúzió jön létre a képlékennyé vált érintkező felületeken. Ebben az esetben tehát a huzal nyers volt, más esetekben viszont arany, elektroón, forrasztóón kikészítésű. Megvizsgálták, hogy javít-e a minőségen a csap felületének bordás kiképzése. Igen érdekes az a megállapítás, hogy az elvezető huzal szigetelése növeli a kötés élettartamát, sőt a feltekercselt részből is egy menetet szigetelten hagynak. A szigetelés ugyanis csillapítja a káros mechanikai rezgések hatását. Hasonló okokból alkalmazzák az elvezető huzal 90°-os meghajlítását a kötés közelében. Így a távolabbi huzalrészek mozgásának hatása csökkenthető. Ez a megállapítás nemcsak a forrasztatlan csavartkötésekre, hanem a többi kötéstípusra is vonatkozik [11].

A méret csökkentésre vonatkozóan a 3. ábra alapján alkothatunk fogalmat. Ezek az arányok 0,5 mm átmérőjű huzal használata esetén érvényesek. A 4. ábra egy 44 csapot tartalmazó szigetelő tömböt mutat, 0,4 mm átmérőjű huzalokkal. Amint látható, lehetőség van 2—3 huzal felcsavarására is egy ugyanazon csapra, ha azok elektromosan összeköthetők. Szokásos megoldás az átmenő csapok alkalmazása,



3. ábra



4. ábra

ahol a csap középső részét ágyazzák a szigetelő tömbbe, így mind a két végére készíthető kötés.

A géppel készített kötés a gépesítés további lehetőségét rejti magában. Mint már említettem, kivezetéses (bajuszos) alkatrészek is beköthetők csavartkötéssel. Az alkatrészeket egy automata gépbe töltik be. A gép egyenként adagolja az alkatrészeket és egy rögzített szigetelő tömb két csapjára tekercseli az alkatrész két kivezetését, majd újra adagol és tovább lép a következő csappárhoz [12]. Ennek a módszernek a továbbfejlesztésével eljutunk a program vezérelt szerelésig [10], ami nyilván akkor gazdaságos, ha nemcsak nagytömegű kötést kell készíteni, de nagytömegű azonos szerelvénybe kell az alkatrészeket bekötni.

Még két előnyét szokták megemlíteni a forrasztatlan csavartkötésnek. Az egyik az, hogy a forrasztóón elhagyásával nemcsak jelentős anyagmegtakarítást érünk el, hanem elkerüljük az elhullatott óncseppek okozta rövidzárlatokat. Ismeretes, hogy az el nem távolított forrasztóón-cseppek rázódás következtében még utólag is okozhatnak zárlatot. A másik előny a kötések könnyen oldhatósága.

Nem említenek azonban a cikkírók egy hátrányt. Az egyszer felhasznált huzalvég többször már nem használható. Bár a huzal könnyen letekerhető a csapról, de a csap éleinek bevágódása ott marad a huzalban, ez szükséges a jó elektromos kapcsolathoz. Véleményem szerint az ilyen erősen igénybevett huzalvéget nem lehet újra felhasználni. Hálózatszerű szerelési módnál, ahol az alkatrészek a szerelő lap egyik felén vannak, és a másik felén pont-pont közötti egyenes huzaldarabokkal történik az összekötés, nem okoz problémát egy huzaldarab kicserélése. Hasonló módon nincs baj a gépesített szerelésnél, ha a programozás hibátlan. Baj van azonban a kábelformák kézi szerelésénél. Az elkötések elkerülése igen nagy figyelmet kívánna a szerelőtől. Megoldás lenne megfelelő hosszúságú huzaldarabot ráhagyni, hogy bontás után az igénybevett huzaldarab eltávolításával sértetlen szakaszon lehessen megismételni a kötést. Így a forrasztóónban megtakarított érték elveszne rézben. Szükséges továbbá — bár ritkábban — egyes helyeken az áramkör megbontása árammérés céljából. Ilyen helyeken sem alkalmazható a forrasztatlan csavartkötés.

Vizsgálatok

A kötések alkalmazásának körülményei nemcsak a kötés technológiáját, de magát a kötéstípust is befolyásolják. A vizsgálatokat tehát két részre oszthatjuk.

a) különböző technológiájú forrasztatlan csavartkötések összehasonlító vizsgálata.

b) különböző típusú kötések összehasonlító vizsgálata a forrasztatlan csavartkötéssel.

A Bell-rendszerű központoknál leggyakrabban előforduló kötések négy főtípusa alkalmazásuk mennyiségének sorrendjében a következő:

forrasztatlan csavartkötés
forrasztás (az előbbinél kevesebb menettel)
tompa hegesztés kisütő árammal
elenállás hegesztés.

Ezek alkalmazásának szempontjai:

a kötés alkalmazhatósága adott környezeti elrendezésnél (konstrukció)
a kötés megbízhatósága (élettartama) adott környezeti behatások esetén
a kötés relatív ára.

A három szempont közül a második a leglényegesebb, mert a konstrukciót a kötéstípus alkalmazhatóságának megfelelően lehet kialakítani, a relatív árat pedig jó technológiával és gépesítéssel lehet csökkenteni. Ezért az elbírálás alapja az, hogy melyik kötéstípus élettartama hosszabb azonos környezeti behatások esetén. Az élettartam akkor ér véget, ha a kötés már nem ad megfelelő vezetést, akár teljes szakadás, akár zajkeltés, egyenirányító hatás, bizonytalan érintkezés miatt. A meghibásodásnak két típusa van:

1. Elektromos hiba, nagy ellenállás, amely lehet állandó, vagy változó. Általában helytelen előállítás az oka.

2. Mechanikus hiba, a kötés megszakadása. A legtöbb hiba ebbe a csoportba esik. Szintén két oka lehet:

a) túlzott igénybevétel. Ennek valószínűsége általában kicsi, és döntően a kezelés módjától függ.

b) kifáradás. Ennek létrejöttét a szakítási szilárdságnál kisebb, de ismételt húzó, hajlító igénybevétel okozza, de nemcsak a húzás mértékétől függ, hanem a környezeti behatásoktól és a kötés fáradási előéletétől is. Túlzott hőhatás, korrózió, nedvesség egymagában általában nem okoz hibát, de csökkenti a kifáradás idejét, sietteti a meghibásodást. Ha azonban a csap és a huzal hőtágulási együtthatója különböző, akkor az ismételt felmelegítésnek és lehűtésnek mechanikai fárasztás jellege van. A berendezés működése miatti kis amplitudójú rezgés, a huzalok alkalmi hajlítgatása fárasztja az anyagot. Mivel a legtöbb hiba kifáradás miatt keletkezik, a vizsgálat és összehasonlítás módszerei közül a gyorsított fárasztás a legjelentősebb. A különböző technológiával készült forrasztatlan kötéseket úgy vizsgálják, hogy az azonos eljárással készült tömegből véletlenszerűen kiválasztanak egy 80 db-os, vagy ennek többszöröséből álló mintát. A mintát gyorsított fárasztásnak vetik alá, amely megfelel 40 éves normális körülmények közötti igénybevételnek. Fárasztás után, de már közben is hetenként, vagy kéthetenként mechanikai igénybevétel közben mérik a kötések ellenállásának változását. Végül a mérési eredményekből valószínűség számítási módszerekkel megbecsülik a várhatóan meghibásodó kötések számát.

Ez az eljárás részleteiben a következő:

Kétféle hőkezeléses fárasztási módszer van. Az egyiknél a kötéseket 175 C°-os térben „sütik". A hevítés időtartama 3 óra, ebből félórát számítanak arra az időre, amíg a kályha felmelegszik és a kötések átveszik a környező hőmérsékletet. A háromórás periódus alatt a kötéseket percenként egyszer automatikusan megpengetik. A „pengetés" abból áll, hogy a kötést a menetsor felőli végén mereven befogják, a szabad végét 1,6 mm-nyire lassan kimozdítják, majd hirtelen elengedik, minek következ-

tében a kötés szabadon kirezeg. A befogatlan rész hossza kb. 15 mm. Ezután a kötést lehűtik szobahőmérséletre, majd egyetlenegyszer megpengetve mérik a pengetés ideje alatti ellenállásváltozást.

Ennek az eljárásnak nagy előnye, hogy rövid ideig tart, azonban hibája az, hogy 175 C°-on a vörösréz átkristályosodik, a forrasztóón bevonat az olvadási pont közelébe kerül, stb. Ezért ez a vizsgálat csak durvább becslést ad, és inkább szűrővizsgálatnak használják.

Pontosabb eredmények elérésére a kötéseket csak 105 C°-ra melegítik fel. A Bell Labóratóriumok vizsgálatai és számításai szerint ebben az esetben 150 napra van szükség ahhoz, hogy a 40 éves normális körülmények közötti fáradást leutánozzák. Ez a hőfok eléggé távol esik az alkalmazott kikészítő anyagok olvadási pontjától és a rézben sem okoz átkristályosodást. A 150 napos hevítés alatt hetenként egyszer lehűtik a kötéseket szobahőmérsékletre, majd tovább hevítik és miden második héten a lehűlt kötéseken ellenállásváltozást mérnek, 2—3-szor megpengetve 0,8 mm amplitudóval.

A pengetés jelentős mértékben rontja a kötéseket, tehát nem csupán mérési eljárás, hanem hozzátartozik a fárasztáshoz, ezért számukat az egyöntetű vizsgálat érdekében meg kell határozni.

Az ellenállás-változást egyszerű volt-ampermérős módszerrel mérik A kötésen áthaladó egyenáramot 0,1 A-ra állítják be. A kötésen eső feszültséget Deprez-rendszerű millivoltmérővel mérik. A kötés megpengetésekor megfigyelik a legnagyobb és legkisebb ellenállásértéket és a kettő különbségét veszik mérvadónak. Noha az ellenállás gyors változásait a tehetetlen voltmérő nem tudja követni, mégis meglepően érzékeny módszernek bizonyult ez az eljárás.

A mérési eredmények alapján a következő módon becsülhetjük meg annak a valószínűségét, hogy az azonos technológiával és azonos körülmények között készült kötések halmazában 10 000 közül egy akad olyan, amelynek ellenállás változása $\Delta R > 0{,}1$ ohm [8].

A 80—100 darabos minta mérési eredményeit a következőképpen osztályozzuk:

osztály sorsz. x	ΔR milliohm		az osztályba eső kötések db száma
0	$0 \leqq \Delta R \leqq$	1	n_0
1	$0 < \Delta R \leqq$	10	n_1
2	$10 < \Delta R \leqq$	100	n_2
3	$100 < \Delta R \leqq$	1000	n_3
4	$1000 < \Delta R \leqq$	10000	n_4
.	.		.
.	.		.
.	.		.

Meghatározzuk az osztályszám „átlagos" vagy „várható" értékét.

$$m = \frac{x_0 n_0 + x_1 n_1 + \dots}{n_0 + n_1 + \dots} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{N}$$

ahol $x_0 = 0$ és $N = n_0 + n_1 + n_2 \dots$, a minta teljes darabszáma. Annak a valószínűsége, hogy a találomra választott kötés az x-dik osztályba esik:

$$P_x = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

Tehát az egyes osztályokba esés valószínűségei:

$$P_0 = e^{-m}$$
$$P_1 = m P_0$$
$$P_2 = \frac{m}{2} P_1$$
$$P_3 = \frac{m}{3} P_2$$

Mivel az első három osztály jónak minősül, mert csak a hármas és annál nagyobb számú osztályokban $\Delta R > 0{,}1$ ohm, ezért legalább egy hiba előfordulásának a valószínűsége:

$$P_h = 1 - (P_0 + P_1 + P_2)$$

Erre viszont az előírás az, hogy $P_h \leqq 10^{-4}$
A $P_h = 10^{-4}$ valószínűséghez $m = 0{,}086$ „átlagos" osztályszám tartozik, tehát az N elemű mintának a

$$0{,}086 \geqq \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{N}$$

föltételt kell kielégíteni. Katonai célokra 1:100 000, vagyis $P_h \leqq 10^{-5}$ az előírás, ehhez $m \leqq 0{,}04$ tartozik.

A különböző típusú kötések összehasonlításánál más módszert alkalmaztak. Különböző környezeti behatások után mcchanikusan fárasztották a kötéseket. Az egyes igénybevételek a következők:

1. Rázás

Ez szabványosított program szerint történik. A rázás színuszos hullámalakkal történik 2,5 mm-es amplitudóval és 5 g gyorsulással majd kétóránként az amplitudót 2,5 mm-rel a gyorsulást pedig 5 g-vel növelik egészen 12,5 mm-es amplitudóig és 25 g-ig.

2. Laboratóriumi ejtegetés

3 egymásra merőleges irányban 30—30 félszínuszos ejtés 500—600 g-vel, 2—3 milliseecundumos időtartammal.

3. Vasúti ejtegetés

10 körutazás gyorsvonaton Columbus—Ohio—New-York körül.

4. Hőkezelés

154 napig 105 C°-os térbe helyezés, kéthetenként mechanikai zavartatással (pengetés).

5. Korrózió

Egy minta (80 db) három hónapig és egy minta 6 hónapig kitéve a nagyváros korrozív hatású levegőjének

6. Nedvesség

Tárolás 64 napig 90% relatív nedvességű 28 C°-os térben.

7. Hajlítás

A levezető huzal hajlítása az egyensúlyi helyzetétől 30°-nyira minden irányban 0... 4 g-ig terjedő terheléssel.

8. Hajlítás nehéz terheléssel

Hajlítás konstans 300 g-os súllyal 45°-os szögben.

Az összehasonlításnál a rázást választották mechanikai fárasztás módszeréül (itt nem a 40 éves fáradás utánzása volt a főcél) és ezzel párosították a többi igénybevételt. Mértékül a rázási programot túlélő kötések igénybevételi idejének óraszámát választották, azonban ezt a cikk [11] nem közli, csupán egymáshoz viszonyított minőségét adja meg a négy típusnak az alább közölt táblázatban. A vizsgálathoz azonos méretű kötéseket használtak valamennyi típusnál: 0,63×1,57 mm nikkel-ezüst csapot és 0,5 mm átmérőjű tömör vörösréz huzalt. Eltérő méretű és anyagú kötésekre a táblázatból levonható következtetések nem érvényesek.

A táblázatban használt jelölések:

Cs forrasztatlan csavartkötés
F forrasztás
K kisütő hegesztés
E ellenállás hegesztés

Környezeti behatás	Vizsgált db szám	Osztályozás 1	2	3	4
Szabványos rázás 90°-ra hajlított levezetéssel	320	*K*	*F*	*Csl*	*E*
Szabványos rázás egyenes levezetéssel	160	*Cs*	*K*	*F*	*E*
Laboratóriumi ejtegetés után szabványos rázás	160	*F*	*Cs*	*K*	*E*
Vasúti ejtegetés után szabványos rázás	160	*F*	*K*	*Cs*	*E*
Hőkezelés után szabványos rázás	320	*F*	*K*	*Cs*	*E*
Korrózió után szabványos rázás	160	*K*	*F*	*Cs*	*E*
Nedvesség után szabványos rázás	160	*K*	*F*	*Cs*	*E*
Hajlítás könnyű terheléssel	160	*K*	*F*	*Cs*	*E*
Hajlítás nehéz terheléssel	160	*Cs*	*K*	*F*	*E*

A táblázathoz a következő megjegyzéseket fűzik. Legjobb kötésnek a kisütéses tompahegesztés bizonyult, azonban a vizsgált minták nem voltak azonosak a tényleges gyártási példányokkal, mert a huzal végének átmérőjét megnövelték, hogy nagyobb legyen az érintkező felület és a gyártási folyamatot új módszerrel ellenőrízték. Ennek a kötésnek legnagyobb a várható élettartartama. A következő két legjobb forrasztás és forrasztatlan csavartkötés, legrosszabb az ellenállás-hegesztett kötés volt. Bár a forrasztatlan csavartkötések nem olyan jók, mint a kisütéses hegesztettek, mégis 10 éves bevezetésük óta billiószámra készültek és jól beváltak a telefonüzemben, továbbá a laboratóriumi kísérletek azt bizonyítják, hogy ezek a kötések rendelkeznek a szükséges 40 éves élettartammal.

Értékelés

Gyakorlati tapasztalatok híján nehéz egyértelmű értékelést adni a forrasztatlan csavartkötésekről. Kétségtelen, hogy a külföldi nagyvállalatok kényesebb igényeket kielégítő berendezéseikben is nagy tömegben alkalmazzák ezt a kötéstípust. Sőt olyan nézet is alakult ki már, hogy forrasztás vagy csavaranyás kötés el sem fogadható olyan berendezésben, amely saját működése folytán állandóan rezeg (pl. távbeszélő központ, számológép [9]). Mégis az összehasonlítást bemutató táblázat nem igazolja ezt a nézetet, és a táblázatot közreadó cikkírónak az értékelésre vonatkozó kijelentései meglehetősen óvatosak. A megoldás talán abban rejlik, hogy a gépi úton készült csavartkötés minősége azonos anyagot és technológiát feltételezve nem mutat nagy ingadozást, és statisztikus vizsgálati módszerekkel jól kézben tartható. Forrasztásnál a forrasztó egyén, a páka, a fűtésre használt hálózat feszültségének ingadozása, a forrasztóón, a forrasztandó felület tisztasága nagyban befolyásolja a forrasztás minőségét, s így a minőség szórását is. Ellenőrzésre pedig alig van mód. Nem vállalkoztunk tehát arra a feladatra, hogy tisztán irodalmi adatok alapján pontosan körülhatároljuk a forrasztatlan csavarkötések alkalmazási területét, vagy hogy pontos technológiai receptet adjunk meg bármilyen célra. Ez a feladat technológus szakembereinkre vár. Munkánk célja az ismertetés, az érdeklődés felkeltése volt. Azok számára, akik bele szándékoznak mélyedni ebbe a témába, a cikk végén bőséges irodalmi tájékoztató áll rendelkezésre. Kiindulásul ajánlható a [4],[5], [6], [7[, [8] munkák tanulmányozása. Sok kísérleti eredmény, táblázat, grafikon szerepel ezekben az elméletileg is színvonalas közleményekben. Jelen cikk ábráit is innen merítettük. A forrasztatlan csavartkötést világszínvonalon álló külföldi nagyberendezésekben általánosan alkalmazzák, tehát ezért és ezenkívül jelentős gazdasági előnyei miatt is feltétlenül foglalkozniok kell ezzel a témával szakembereinknek.

IRODALOM

Rövidítések: B.L.R. Bell Laboratories Record
B.S.T.J. Bell System Technical Journal

1. *H. A. Miloche:* Mechanically Wrapped Connectors B.L.R. Vol. 29. July 1951. p. 307—311.
2. *A. C. Keller:* A New General Purpose Relay for Telephone Switching Systems. B.S.T.J. Vol. 31. Nov. 1952. p. 1023—1067.
3. *J. W. Mc Rae:* Solderless Wrapped Connections. Introduction. B.S.T.J. Vol. 32. May 1953. p. 523—524.
4. *R. F. Mallina:* Solderless Wrapped Connections. Part I. B.S.T.J. Vol. 32. May 1953. p. 525—555.
5. *W. P. Mason and T. F. Osmer:* Solderless Wrapped Connections. Part II. B.S.T.J. Vol. 32. May 1953. p. 557—590.
6. *R. H. Van Horn:* Solderless Wrapped Connections. Part III. B.S.T.J. Vol. 32. May 1953. p. 591—610.
7. *W. P. Mason and O. L. Anderson:* Stress Systems in the Solderless Wrapped Connections and Their Permanence B.S.T.J. Vol. 33. September 1954. p. 1093—1110.
8. *S. J. Elliott:* Evaluation of Solderless Wrapped Connections for Central Office Use B.S.T.J. Vol. 38. July. 1959. p. 1033—1059.
9. *P. Atkinson:* Solderless Joints — the technique of wire wrapping. British Communications and Electronics April. 1963. p. 288—289.
10. *W. Guttropf:* Ein Verfahren zum Herstellen von lötungsfrei Drahtverbindungen (wire-wrap). Werkstattstechnik Mai 1963. p. 217—220.
11. *G. W. Mills:* Comparing Permanent Electrical Connections B.L.R. Vol. 41. October 1963. p. 366—369.
12. *R. H. Van Horn:* Solderless Wrapping of Pigtail Components B.L.R. Vol. 41. December 1963. p. 415—418.
13. Lötfreie Drahtanschlüsse. Das Elektron 1—2. 1964. p. 6.

Összeállította: SZŐLLŐSI GYÖRGYNÉ

Dielektromos és szigetelő anyagok konferenciája — Londonban

Az Institution of Electrical Engineers 1964. április 8—10. között konferenciát rendezett a dielektromos és szigetelő anyagok vizsgálata tárgykörből.

Az összes előadás már kézirat formájában a résztvevők számára korábban rendelkezésre állt, ennek megfelelően a konferencián az elnök az egyes ülésszakokon a konferencia titkárával az előadásra kerülő anyagot röviden ismertette, majd felszólította az előadókat, hogy az írásos anyagon és a titkári beszámolón kívül egészítsék ki a referátumot. Az előadók többsége csak pár perces kiegészítéssel élt, ami főképp egyes ábrák és képek vetítéséből és annak magyarázatából állott. A rendelkezésre álló idő nagy részét a vitára fordították, mely 1—1 ülésszak keretén belül 3—4 órát vett igénybe.

A konferencia egy szekcióban ülésezett és tematikája 7 területre oszlott:

1. Térerősség vizsgálat

E tematikán belül az előadók nagy része a dielektrikumok élettartamával foglalkozott.

L. L. Alston, P. G. Dawson és R. V. Fava előadásai a polietilén élettartamával foglalkoztak nagy térerősségű igénybevételeknél, figyelembe véve a villamosterhelés és a környezeti feltételek változó adatait. *J. J. McKeown* különböző hőre lágyuló műanyagok élettartamvizsgálatát végezte el és vizsgálatainak eredményeiről referált.

A vizsgálatok polipropilén, polistirol, polietilén-tereftalát, poliamid, polivinilklorid, cellofán, polivinilfluorid, politetrafluoretilén anyagokra terjedtek ki. *J. Morton* a nagy dielektromos állandójú üvegek igénybevételével foglalkozott.

2. Átütésvizsgálatok

R. M. Black és E. H. Reynolds a szénhidrogének (pentánok, butánok, hexanok, dekánok) dielektromos tulajdonságait vizsgálta. Vizsgálatait kiterjesztette a sugárzások hatására bekövetkező változásokra is. *R. Hawley, A. A. Zaky és M. E. Eldins* a nagyvákuumok szigetelési tulajdonságaival foglalkoztak. Vizsgálták a hideg és meleg emisszió mértékét különböző katódok és anódok esetén. *E. M. Heuse* a porcelán anyagok átütésvizsgálatával foglalkozott különböző felületi strukturák esetén.

3. Kisülési mérések

H. E. W. Jolley a kisülési vizsgálatok általános szempontjaival foglalkozott. A vizsgálatokat 600 kV feszültségnél végezte. Foglalkozott a koronajelenség hatásával is. Ismertette a kisülés töltésmennyiségének általános mérési módszereit és a sokszoros kisülés hatására bekövetkező fizikai, fizika-kémiai folyamatok hatását. *D. R. G. Melville és B. Salvage* a pórusos struktúrájú szilárd testek kisülési vizsgálatával foglalkozott. Vizsgálata a pórusokban lejátszódó ionizáció hatását, különböző anyagokban bekövetkező anyagszerkezeti változások figyelembevételével.

4. Olaj- és olajpapírrendszerek

R. Coleman az Askarel (klórozott difenil) kondenzátorimpregnáló anyag tulajdonságait ismertette, majd az így készült kondenzátorok paramétereiről számolt be. *T. E. Constandinou* az olajjal impregnált és impregnálatlan kondenzátorpapírral kapcsolatos vizsgálatait ismertette nedvességbehatás esetén. *K. C. Kao, J. H. Calderwood* a folyékony dielektrikumok vezetőképességével foglalkozott hidrosztatikus nyomás hatására.

5. Szerves szigetelő anyagok

J. H. Davis és R. T. Jones a szilikon szigetelésű transzformátorok vizsgálatával foglalkozott. *D. E. W. Rees* a szilikongumik villamos szigetelésével kapcsolatos vizsgálatokat ismertetett. *D. T. Hall* a vulkanizálható polietilénről, mint kábelszigetelő anyagról tartott előadást. *S. E. Harrison, F. N. Coppage és A. W. Snyder* a szilárd szerves szigetelésű anyagok fotokonduktivitásának tulajdonságait ismertette neutron és röntgensugárzás hatására. *R. G. Rhodes, R. E. Wotton, H. Nugent* a nagyfrekvenciás kábelek dielektromos tulajdonságait ismertette polietilén szigetelés esetén.

6. Szervetlen szigetelő anyagok

A. W. Burton a csillámmal kevert papír (csillámpapír) tulajdonságait ismertette. *A. G. Cockbain* a különböző nagy dielektromos állandójú új oxidkerámiák hőmérséklet karakterisztikáit mutatta be. *N. J. Hellicar, N. W. Parnell* a kerámiai anyagok előállításánál lejátszódó oxidáló és redukáló folyamatok hatását vizsgálta a dielektromos tulajdonságokkal kapcsolatban. *V. E. Culler és H. E. Rexford* az üvegdielektrikumok tulajdonságainak változásairól referált gamma sugárzás hatására. *D. S. McIlhagger, E. C. Salthouse* a szigetelők felületi vezetésével kapcsolatos vizsgálatokról számolt be. *J. L. Parmee, S. G. Barrow* a tantál fém anódos oxidációjával kapcsolatos kísérleteit referálta, majd ismertette a szinterelt tantálanódokkal készült kondenzátorok tulajdonságait.

7. Vezetőképesség, dielektromos állandó és veszteségi tényező mérési módszerek

L. J. Snell a kerámiai dielektrikumok kapacitás hőfokegyütthatójának nagypontosságú mérési módszerét ismertette. *Dr. Katona János* a kondenzátorok kapacitásának és veszteségi tényezőjének egyidejű gyors mérését ismertette elektronikusan kiegyenlített váltakozó áramú impedancia hídban. *C. P. Aron, J. Watkins* a kis veszteségi tényezőjű kerámia dielektrikumok mikrohullámú méréseit referálta. *I. T. Barrie* egy új, nagy frekvencián történő veszteségi tényező mérési módszert ismertetett. *G. M. Brydon, D. J. Hopplestone* a dielektrikumok dielektromos állandójának és veszteségi tényezőjének mikrohullámú mérését ismertette 20 C°—700 C° hőmérséklet-intervallumban. *A. C. Lynch* a kis veszteségi tényezőjű dielektrikumok veszteségi tényezőjének nagypontosságú mérését ismertette, új mérő-

híd alkalmazásával 1 kHz—1 MHz tartományban. *P. M. Vince* az üvegek dielektromos állandójának és veszteségi tényezőjének mérési módszerét ismertette 10^{-3} Hz—2.10^{-4} Hz tartományban.

Dr. Katona János

IEC TC 39 elektroncsövek munkabizottság ülése Aix les Bains-ben

Az Aix les Bains-ben tartott IEC kongresszus a XXIX-ik általános ülésszaka volt az IEC-nek, amelyen 34 különböző elektrotechnikai, híradástechnikai és alkatrész szakbizottság, illetve munkabizottság ülésezett. Így többek között a következő bizottságok működtek: szigetelő olajok, mérőműszerek, reaktorok, elektromos alkatrészek, hidraulikus turbinák, elektroakusztika (10 munkacsoport), hangfelvétel, fényforrás armatúrák, elektroncsövek, foglalatok és tartozékok elektroncsövekhez, kapacitások és ellenállások, nagyfeszültségű vizsgálatok, távközlési kábelek, elektromechanikai eszközök elektronikus készülékekhez, piezo-elektromos kristályok, állékonyságvizsgálatok, ferromágneses anyagok, nyomtatott áramkörök, megbízhatóság stb.

A kongresszuson 29 országból kb. 1000 résztvevő jelent meg. Legnagyobb létszámmal a németek (109), az amerikaiak (90), és a franciák (160) voltak jelen. A baráti országok közül a Szovjetunió 8, Jugoszlávia 20, a románok 13, a csehek 1, a kínaiak 19 és a magyarok 8 fővel vettek részt.

A különböző országok delegációiban a híradástechnikai ipar és kutatás minden jelentős vállalata és intézete képviseltette magát. Így többek között a Lorenz, Telefunken, Vacuumschmelze, Siemens, Valvo, AEG, a kínai Peking Elektroncsőgyár, Tung-sol Raytheon, Standard, Bell, General Electric Co., RCA, Westinghouse, CSF, Fivre, Hitachi, Philips, stb.

A 39. elektroncső szakbizottságban 15 országból 46 szakember tanácskozott.

A szakbizottságban:

a) A mikrohullámú csövek mérési módszereit,

b) az általános definíciókat,

c) a haladóhullámú csövek mérését,

d) a mikrohullámú gázkisülő kapcsoló-csövek mérését tárgyalták.

Az IEC anyagok értékes módszereket tartalmaznak. A szabványosítás igen komoly gazdasági kihatással jár, kihat az új cikkek elterjedésére és önköltségére, és biztosítja a különböző gyárak termékeinek kölcsönös cserélhetőségét. Éppen ezért a nyugati gyárak képviselői igen élénken igyekeztek saját érdekeiket érvényesíteni. Tekintettel a nagy nemzetközi nyilvánosságra — amely kitűnik a kongresszus résztvevőinek nagy számából és abból, hogy a vállalatok vezetői és ismert nevű egyetemi tanárok vettek részt —, előnyös és szükséges, hogy a jövőben is kellő súllyal vegyünk részt az IEC munkájában és az évenként megtartott kongreszszusokon.

Dr. Cseh Sándor

(IEC) TC 50, SC 50A és SC 50B bizottságainak ülése AixlesBains-ben

Az IEC 1964. évi közgyűlésének keretében került sor f. év májusában a klímaállósági és mechanikai tartóssági vizsgálatokkal foglalkozó műszaki bizottságok üléseire. A téma nemzetközi aktualitására jellemző, hogy a mintegy 30 bizottság közül — amelyek az elektrotechnika úgyszólván minden jelentős területét képviselték — a klimatizációs bizottságok a legnépesebbek közé tartoztak.

Az SC 50A albizottság a mechanikai vizsgálati módszerek kidolgozásával és továbbfejlesztésével foglalkozott. Nagyon alapos javaslat került előterjesztésre a rázásállósági vizsgálatok témakörében. Az új eljárás, amely hosszú vitákon keresztül első lépésben elfogadásra került, részletesen foglalkozik a megfelelő módszer kiválasztásának, a vizsgálat előkészítésének és keresztülvitelének legfontosabb kérdéseivel. Az impulzusszerű mechanikai igénybevételek vizsgálati módszerei, az ún. ejtegetés- és ütésállósági vizsgálatok továbbfejlesztésére munkacsoport létesült. Az új javaslatok kidolgozása 1965 első felére várható. Behatóan foglalkozott a bizottság az állandó gyorsulás vizsgálati módszereivel. Az ezzel kapcsolatos javaslatok azonban még nem bizonyultak minden szempontból megfelelőeknek. Különös jelentőségre tesz szert ez a módszer a félvezetők vizsgálatánál, ahol több ezer g gyorsulást is alkalmaznak. Napirenden volt a mechanikai vizsgálatok szakkifejezéseinek egységesítése is, ami hazai szempontból is aktuális kérdés.

Az SC 50B albizottság a klímaállósági vizsgálatok kérdéseit tárgyalta. A több napon át folyó tárgyalások nagyon sok témát érintettek, amelyek közül itt csak a jelentősebbeket említjük. Oldatok alkalmazásának kérdése állandó légnedvességű vizsgálóterek szabályozásához az egyik sokat vitatott téma volt. A kidolgozott ajánlástervezet alkalmasan szolgálja majd az egységes nemzetközi gyakorlat kialakulását mind a vizsgálatok végrehajtása, mind pedig a vizsgálóberendezések tervezése terén. A nedves-meleg vizsgálatok keretében újabb eljárásra dolgoztak ki javaslatot, amely különleges felhasználású (repülőgép stb.) elektrotechnikai berendezések vizsgálatára szolgál és a szokásosnál nagyobb hőmérsékletet alkalmaz. Foglalkozott az albizottság a vízbehatolás különböző vizsgálati módszereivel. Az egyes országokban alkalmazott eljárások azonban jelentősen eltérőek és ezért az egységesítés csak a módszerek alaposabb összehasonlítása alapján történhet meg.

A TC 50 bizottság, amely az előző két albizottság munkájának koordinálását végzi, foglalkozott a 68. sz. kiadvány újraszerkesztésének kérdéseivel. A sokat vitatott kérdés, hogy az alkatrészek és berendezések vizsgálatát összevonják-e és milyen formában, végül is olyan irányban dőlt el, hogy az eljárások az eddigi formában külön kerülnek kiadásra. Ismételten tisztázták, hogy a vizsgálati módszerek nem kizárólag a híradástechnika és elektronika gyártmányaira vonatkoznak, hanem az elektromos iparra általában. Amennyiben ez az általánosítás egyes módszerek változtatását vagy kiegészítését teszi szükségessé, azt végre fogják hajtani. Az egész elektromos iparra közös módszerek alkalmazásának kérdésében lénye-

gében egységes volt a résztvevők álláspontja, ami számunkra azért örvendetes, mert a hazai szabványosítás már évek óta ezen az úton halad.

Külön munkacsoportok foglalkoznak az alábbi vizsgálati módszerekkel: forraszthatóság, napfényállóság, penészállóság, korrózióállóság, por- és homokállóság, ejtés- és ütésállóság, és így várható, hogy fokozatosan minden fontos témában új, a kutatási eredmények alapján korszerűsített módszerek kerülnek kidolgozásra.

A bizottságok munkája iránt a világ minden tájáról megnyilvánuló és egyre növekvő érdeklődés bizonyítja, hogy felismerték: nagy megbízhatóságú és hosszú élettartamú gyártmányok kifejlesztésénél nélkülözhetetlenek a klímaállósági és mechanikai tartóssági vizsgálatok. *Schmidt János*

Nemzetközi Elektronikai-, Rádió- és Televízió kiállítás — Róma

A folyó év júniusában megrendezett kiállításon elsősorban olasz cégek, kismértékben francia, svájci, nyugatnémet, angol és osztrák cégek vettek részt. A hagyományos elektronikus szórakoztató cikkeken kívül digitális számítógépek, mikrohullámú átviteltechnikai berendezések, hajó- és meteorológiai radarberendezések, rakétairányítást szolgáló berendezések, az olaszok mesterséges holdjának egy mintája, amelyet kb. 1965-ben fognak fellőni, továbbá passzív és aktív kapcsolási elemek, mint tranzisztorok, csövek, ellenállások, kondenzátorok, sokpólusú csatlakozóelemek, jelfogók stb. voltak kiállítva. Kiállítottak továbbá különböző, nukleáris kutatáshoz szükséges mérő- és ellenőrző műszereket, GM-számlálókat, különböző típusú dosimétereket, és egy működő gáz-lasert.

A kiállított berendezések nem voltak újak, sem különlegesen érdekesek; hasonló színvonalú és megoldású rendszereket a Lipcsei Vásáron és a Budapesti Nemzetközi Vásáron is láthattunk. Tanulságos tapasztalat azonban az, hogy milyen gyorsan hódítanak teret a szilíciumtranzisztorok, elsősorban a planártranzisztorok. Példa erre az SDS 900 típusú, kisméretű, digitális számítógép, melyet teljesen szilíciumtranzisztorokkal építettek meg.

A gép egységei nyomtatott áramkörű, betolható lemezekből állnak, kisméretű hagyományos kapcsolóelemekkel, szilíciumtranzisztorokkal és diódákkal. Memóriaegysége mágnesmagos. A gépet amerikai tervek alapján olasz cég készítette.

A Siemens-cég által kiállított mikrohullámú lánc (4 GHz, 960 csatorna) ugyancsak teljesen szilíciumtranzisztorokkal van felépítve. Az adó-oldalon csupán egy klystronoszcillátort, a vevő-oldalon egy haladóhullámú csövet erősítőként alkalmaznak. A KF-erősítőben szilícium-planártranzisztorokat használnak, melyeknek levágási frekvenciája (f) 1000 MHz. Az összes többi egységet is szilícium-félvezető eszközökkel építették meg. Sem vákuumcsövet (a két említett mikrohullámú csövön kívül), sem germániumtranzisztort nem használnak. Hasonló a helyzet a radarberendezések esetében is.

A kiállított gáz-laser lényegében nem különbözött az NDK által Budapesten kiállított gáz-lasertől, csupán abban, hogy a német laser mint komplett sorozatban gyártható egység mutatkozott be, míg az olasz berendezést kísérleti összeállítás állapotában állították ki.

A szórakoztató cikkek közül néhány tranzisztoros zsebkészülékket és autórádiókat mutattak be, a már ismert hagyományos kivitelben. Asztali készülékeket nem állítottak ki.

A kiállított TV-készülékek mind 110°-os négyszögletes „bonded shield" képcsövekkel készültek, így meglehetősen laposak voltak. Az áramköri rész nyomtatott kivitelben készült, nagymértékben tranzisztorizálva. A legtöbb típusnál a bemenőegységet (tuner), tehát az előerősítő és a keverőfokozatot germánium-mesatranzisztorokkal képezték ki. A készülékek a IV, V sáv vételére is alkalmasak UHF-bemenőegységgel rendelkeztek, részben ugyancsak mesatranzisztorokkal, részben pedig még csővel. Utóbbi esetben egy PC 88 triódát földelt rácsú előerősítőként, egy PC 86 triódát pedig önrezgő keverőfokozatnak használtak. Úgy értesültünk, hogy jövő év elejétől kezdve már nem hoznak olyan készüléket forgalomba, melynek bemenőfokozatai csövekkel épülnek fel. A középfrekvenciás erősítőlánc, a hangvégfokozat, a teljes képeltérítő egység, továbbá a soreltérítő oszcillátor germániumtranzisztorokkal volt megoldva, a videomodulátor és az aránydetektor germániumdiódákkal készült. Csöveket a bemenőfokozaton kívül a hang KF fokozatban, a video végfokozatban, a soreltérítő végfokozatban alkalmaztak, továbbá mint boosterdiódát és nagyfeszültségű egyenirányítót. A szinkron-leválasztó fokozatban csövet is, tranzisztort is használnak. Egy készülék-típus soreltérítő végfokozataként szilíciumtranzisztort, boosterdiódaként pedig szilíciumdiódát használtak. Ugyanebben a készülékben a videofokozat is szilíciumtranzisztorral volt megoldva. A hálózati tápegységben kizárólag szárazegyenirányítókat, elsősorban szilíciumdiódákat, elvétve szelénegyenirányítókat használnak, hálózati egyenirányítócsövet nem lehetett látni.

A készülékek kapcsolásaiban újdonságot nem tapasztaltunk, a különböző automaták az irodalomból ismertek. Érdekes, hogy a kiállított készülékek közül egyetlenegyen sem alkalmaztak sormentesítési eszközöket.

Érdekes újdonság volt egy működő ionhangszóró. Egy platinaszál hengeres elektródában koncentrikusan helyezkedik el. A szál és a henger között 15 kV, 20 MHz feszültség van, ami állandó koronakisülést okoz a platinadróton. Ez a kisülés ionizálja a henger üregében levő levegőt és a levegőionokat a 15 kV-ra szuperponált hangfrekvenciával rezgésbe hozzák. Így a hangszórónak nem kell lengőtekercs, sem membrán, tehát az ezzel járó torzítások teljesen elmaradnak, frekvenciamenete a teljes hangfrekvenciás tartományban egyenletes. Noha a hangszóró működési elvét már 1948-ban publikálták, működőképes mintát elsőízben Rómában láttunk. A hangszóró kiválóan alkalmas nagy berendezésekhez, hangversenytermekben, mozikban, szabadtéri közvetítéseknél, de nem várható, hogy rádiókészülékekben vagy kereskedelmi HI—FI-berendezésekben elterjedjen. *Dr. Fischer Ferenc*

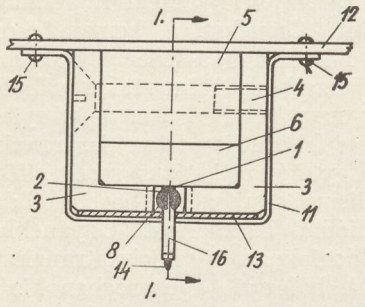
SZABADALMI SZEMLE

Összeállította LÉNÁRD LÁSZLÓ

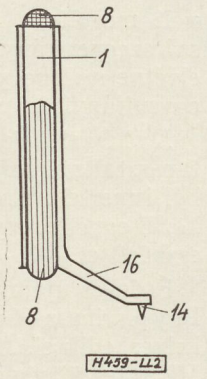
Hangszedőfej

Bejelentette Tóth Miklós okl. gépészmérnök, Budapest, 1962. május 7-én (151 468; 42g 2—13)

A fluxusváltozáson alapuló hangszedő-fejekben a hangfrekvenciás feszültséget fluxusváltozás indukálja egy állótekercsben, míg a dinamikus fejekben egy tekercs mozdul el a mágneses térben, ami által benne feszültség indukálódik. A kimenő feszültség a fluxusváltozáson alapuló hangszedő fejeknél nagy, míg a dinamikusoknál csupán 3—4 mV, ezzel szemben az utóbbiak torzítása jóval kisebb, mint az előbbieké. A találmány szerinti hangszedőfej a kétféle rendszer hátrányait kiküszöböli és előnyeit egyesíti azáltal, hogy a permanensmágnes (*5*) mezejében hossztengelye körül elforgatható, a tű (*14*) befogadására alkalmas nyúlvánnyal (*16*) ellátott lengője (*1*) olyan lágyvasmag, amelynek keresztmetszete lapos alakú és magasságmérete az erővonalakra merőleges, — pl. a I-alakú. Ezen a vasmagon olyan tekercs (*8*) van, amelynek tengelye merőleges mind a permanens mágnes erővonalaira, mind a lágyvasmag forgástengelyére. A mágnes (*5*) alatt szigetelőlap (*6*) van, amelynek furatán (*7*) vezetik ki a tekercs (*8*) végződéseit. A lengő (*1*) gumicsapágyával (*2*) a mágnesfegyverzet bemarásaiban (*3*) van rugalmasan ágyazva.



1. ábra



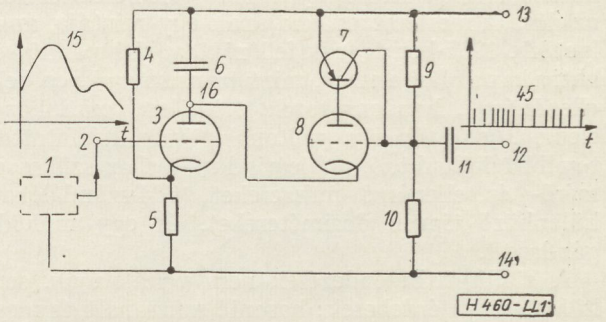
2. ábra

A mágnesfegyverzetet (*3*) csavar (*4*) szorítja a permanens mágnesekhez (*5*). A lengő (*1*) végére van forrasztva a torzióra igénybevehető acéldrót (*9*) egyik vége, a másik vége pedig a szigetelőlap (*6*) csapjára (*10*). Az ily módon leírt szerkezetet U-alakú vékony szorítólemez (*11*) fogja át, amelynek felső két végét a szegecsek (*15*) rögzítik a hangszedőfej házának falához (*12*). A gumilemez (*13*) a szennyeződés ellen véd (1. és 2. ábra). A találmány szerinti hangszedőfejből a feltaláló két db mintapéldányt készített, amelyek kísérlet alatt állnak.

Impulzusgenerátor vezérelhető sűrűségű (impulzusfrekvencia-modulált) impulzussorozat előállítására

Bejelentette Tfirst Gyula okl. villamosmérnök, Budapest, 1962. február 27-én (151 467; 21 a[1] 36)

A találmány szerinti kapcsolás vezérelhető sűrűségű impulzussorozat előállítására szolgál és alkalmas az impulzussorozatnak mágneses hangszalagra történő felvételére, valamint villamos feszültséggé átalakítható jelek idő szerinti integrálására. Impulzusfrekvencia-modulációra igen sok kapcsolás ismeretes. A találmány szerinti kapcsolásban azonban ezekkel szemben biztosítva van a billenési feszültség stabilitása, a visszafutási idő csökkentésére szolgáló áramkorlátozó impedanciója kicsi, a visszafutási idő alatt a halmozódáshoz szükséges pozitív visszacsatolás nem változik lényegesen, integráló üzemben a frekvencia nem függ, a billenés pillanatában fennáló vezérlőfeszültségtől és nem keletkezik átmeneti (szivárgási) áram. Mindemellett a kapcsolás egyszerű és az eddigieknél olcsóbb. A vezérlő egység (*1*) a görbe (*15*) szerinti



1. ábra

pozitív polaritású egyenáramú moduláló jelet a katóderősítőként működő cső (*3*) rácsára (*2*) és a tápegység kapcsa (*14*) közé csatlakoztatja. A néhány kiloohmos ellenállások (*4* és *5*) alkotta feszültségosztó ellenállás-lánc úgy tolja el a cső munkapontját, hogy az induló jeltől eltekintve az egész kivezérlés tartományában a cső árama arányos a rácsra adott modulálófeszültséggel. Ez az áram tölti a kondenzátort (*6*) is. Amikor a közös pont (*16*) és a cső (*8*) rácsának a tápfeszültségről az ellenállásokkal (*9*, *10*) leosztott feszültségek közötti különbség a cső (*8*) zárófeszültségénél kisebb lesz, a csőben áram indul meg, ami a $p—n—p$ típusú tranzisztor (*7*) emitterén és kollektorán ennek az áramnak 25—50-szerese folyik. Ez pozitívabbá teszi az ohmos feszültségosztó (*9*, *10*) leágazásának feszültségét, ami a rácsra (*8*) jutva erős pozitív csatolást jelent. Amikor a rácsfeszültség eléri a katódét, a kondenzátor a (*6*) rácson keresztül igen rövid idő alatt kisül. A csatolókondenzátor (*11*) szabad fegyverzetén (*12*) miden kisüléskor rövid ideig tartó meredek impulzus jelenik meg, Ezek a rácsra (*2*) adott vezérlőjellel impulzusfrekvenciamodulált impulzussereget alkotnak (*45*). Ezeket az impulzusokat lehet azután rögzíteni mágneses hangszalagon. — A találmány a Ganz Mávagban valósult meg (1. ábra).

Tartalmi összefoglalás

ETO 621.395.742 : 65.012.122

Somogyvári M.:

Hálózattervezés és lineáris programozás

HÍRADÁSTECHNIKA XV. 1964. 12. sz.

A szerző az országos távbeszélő hálózat tervezésével kapcsolatos problémákat vet fel. Foglalkozik a tervező munka matematikai módszereivel, elsősorban a lineáris programozás elemeivel. A lineáris programozás megfogalmazásán túl, megemliti a konvex programozás legegyszerűbb esetének lényegét. Azután a lineáris programozás gyakorlati alkalmazására és a szimplex módszer bemutatására egy példát tárgyal. Végül lehetőségeket mutat be a lineáris programozásnak a hálózattervezésre való alkalmazására.

ETO 621.376.33.018.78 : 621.374.32

Vörös A.:

Impulzusszámlálás elvén működő FM demodulátorok torzítási kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 12. sz.

A szerző felírja a torzítás számolásához szükséges általános képleteket, kiszámítja az n = 1,1^x és 2 fokszámú számláló típusú diszkriminátorok karakterisztika együtthatóit, megvizsgálja a torzítás számolásához szükséges jellemzők gyakorlati értéktartományait, majd a megvalósítás szempontjából számba jöhető demodulátor típusokra torzítási görbeseregeket ad meg. Befejezésül a torzítási görbeseregek tanulmányozásából levonja a főbb következtetéseket.

ETO 621.382.3.012(083.57)

Tomasek K.:

Nomogramok tranzisztorparaméterek átszámításához

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 12. sz.

A cikk három nomogramot ismertet, melyeknek segítségével a következő tranzisztorparaméterek átszámolása végezhető el: h és y, h_b és h_e, f_α és f_β, I_{CEO} és I_{CBO}.
A három példa szemlélteti a nomogramok használatát.

ETO 621.315.682

Fellegi Z.:

A forrasztatlan csavartkötés

HÍRADÁSTECHNIKA 1964. XV. 12. sz.

Az utóbbi időben egyre inkább tért hódít a külföldi híradástechnikai iparban egy újfajta elektromos kötési mód, amely szerint a huzal végét egy megfelelő kéziszerszámmal nagy erővel rácsavarják az erre alkalmas végződésre. Az egyszerű rácsavarás után sem hegesztés, sem forrasztás nem szükséges. Helyes technológia és megengedhető igénybevétel esetén a kötés élettartama 40—50 évre becsülhető. Az élettartamot kisminták gyorsított fáraztása során kapott statisztikai adatokból lehet becsülni. Bár ez a kötésmód nem ad jobb minőségű kötést a kifogástalan technológiával készült lágyforrasztásnál, mégis olyan helyen, ahol nagy tömegű kötést kell létesíteni és a konstrukció a kötésmódnak megfelelően alakítható ki, gyors és gazdaságos, megbízhatósága pedig kielégítő. A cikk külföldi irodalmi adatok összefoglalását és értékelését adja.

Zusammenfassungen

DK 621.395.742 : 65.012.122

M. Somogyvári:

Netzentwurf und lineare Programmierung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 12.

Der Verfasser erörtert Probleme bezüglich des ungarischen Fernsprechnachrichtennetzes. Er beschäftigt sich mit den matematischen Methoden der Entwurfarbeiten, in erster Reihe mit den Elementen der linearen Programmierung. Neben der Definition der linearen Programmierung erwähnt er das Wesentliche des einfachstein Falles der Konvexprogrammierung. Weiter behandelt er einen Beispiel, um die praktische Anwendung der linearen Progarammierung und die Simplexmethode zu illustrieren. Zuletzt erörtert er Anwendungsmöglichkeiten der linearen Programmierung beim Netzentwurf.

DK 621.376.33.018.78 : 621.374.32

A. Vörös:

Verzerrungsprobleme der FM-Demodulatoren die auf dem Prinzip der Impulszählung funktionieren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) Nr 12.

Der Verfasser erörtert die allgemeinen Formeln die zur Zählung der Verzerrungen notwendig sind, rechnet die Koeffizienten der Charakteristisken der Diskriminatoren vom Zählertyp mit den Ordnungszahlen n = 1, 1^x und 2 aus. Prüft die praktischen Wertbereiche der zur Zählung der Verzerrungen notwendigen Kennwerte und gibt Verzerrungskurvenschare bezüglich der Demodulatortypen die von Standpunkt der Anwendung in Betracht kommen. Zum Schluss zieht er die Hauptfolgerungen von dem Studium der Verzerrungskurvenscharen ab.

Обобщения

ДК 621.395.742.65.012.122

М. Шомодьвари:

Поективание сетей и линейная программировка

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964)№12

Изложены проблемы связанные с проектированием телефонной сети страны. Трактуются математические методы работы проектирования, в первую очередь злементы линейной программировки. Кроме изложения линейной программировки упомянуто тоже сушество найпростого случая конвексной программировки. Потом дан пример практического применения линейной программировки и простого метода. Наконец показан пример применения линейной программировки при проектировании сетей.

ДК 621.376.33.018.78:621.374.32

А. Вёрёш:

Вопросы искажения демодуляторов ЧМ, работающих по принципу подсчета импульсов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964)№12

Описаны общие формулы, необходимые для подсчета импульсов, вычислены коэффициенты характеристик дискриминаторов подсчетного типа для количества ступеней n = 1, 1^x и 2 и испытаны области практических величин параметров, необходимых для расчета искажений. Даны семейства кривых искажений для типов демодуляторов, пригодных для осуществления. Наконец, сделаны выводы по изучению кривых искажений.

ДК 621.382.3.012(083.57)

К. Томашек:

Номограммы для перечисления параметров транзисторов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964)№12

Даны три номограммы, с помощью которых можно перечислять следующие параметры транзисторов: h и y, h_b и h_e, f_α и f_β, I_{CEO} и I_{CBO}. Применение номограмм показывается тремя примерами.

ДК 621.315.682

З. Феллеги:

Завинчиванное соединение без пайки

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964)№12

В последние годны широко применяется в промышленности средств связи зу рубежом новый способ электрического соединение, по которому конец провода завинчивается большой силой с помошью ручного инструмента на подходяший конец детали. После простого завинчивания ни пайка, ни сварка необходима. При соответственной технологии и допускаемой нагрузке срок службы соединения оценивается в 40—45 лет. Срок службы оценивается из статистических данных ускоренного испытапия малых образчей. Хотя ето соединение не является лучше, чем припайка, изготовленная технологией высокого уравная, всё-таки в случае массового производства и соответственной конструкции, это является быстрым и экономическим, имеюшим удовлеворяюшую надёжность. Даны обзор и оценка зарубежной литературы.

Summaries

UDC 621.395.742 : 65.012.122

M. Somogyvári:

Network Design and Linear Programming

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. 1964. No 12.

The author presents problems in connection with the design of the Hungarian communication network. He deals with the mathematical methods of design work, first of all with the elements of the linear programming. Besides determining the linear programming he mentiones the basis of the simplest method of convex programming. He presents an example concerning the practical application of linear programming and the simplex method. Finally he shows alternatives how to apply linear programming for network design.

UDC 621.376.33.018.78 : 621.374.32

A. Vörös:

Questions of Distorsions of FM-Demodulators Operating on the Principle oe Pulse Computing

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) No 12.

The author presents the general formulae necessary for the calculation of distortion, calculates the characteristic coefficients of counter type discriminators of order number n = 1, 1^x and 2. He examines the practical value range of the characteristics necessary for the counting of distortion and gives the set of distortion curves for the demodulator types taken into consideration. Finally he makes a conclusion of the study of the set of distortion curves.

DK 621.382.3.012(083.57)

K. Tomasek:

Nomogramme für die Umrechnung von Transistorparametern

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 12.

Im Artikel sind drei Nomogramme vorgestellt, welche die Umrechnung der folgenden Transistorparameter ermöglichen: h und y, h_b und h_e, f_α und f_β, I_{CEO} und I_{CBO}.
Mit drei Beispielen wird die Verwendung der Nomogramme veranschaulicht.

DK 621.315.682

Z. Fellegi:

Lötfrei gewickelte Bindung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 12.

In den letzten Zeiten verbreitet sich mehr und mehr in der ausländischen Industrie eine neue elektrische Verbindungsmethode, demgemäss das Drahtende mit einem Handwerkzeug kräftig auf das geeignete Ende des Bauelementes draufgewickelt wird. Nach dieser einfachen Aufwicklung sind weder Schweissung, noch Lötung notwendig. Im Falle von richtiger Technologie und zulässiger Beanspruchung kann die Lebensdauer der Verbindung auf 40—50 Jahre geschätzt werden. Die Lebensdauer kann von statistischen Angaben, die im Gange der beschleudinten Ermüdung der Kleinmuster erreicht wurden, geschätzt werden. Zwar gibt diese Verbindungsmethode keine bessere Verbindung als die mit einwandfreier Technologie verfertigte Weichlötung, doch in jenen Fällen, wo Verbindungen in Massenproduction hergestellt werden müssen und die Konstruktion gemäss der Verbindungsmethode ausführbar ist, ist es schnell und ökonomisch und ihre Zuverlässigkeit ist auch genügend. Zuletzt werden Zusammenfassungen der ausländischen fachliterarischen Angaben und deren Auswertung erörtert.

UDC 621.382.3.012(083.57)

K. Tomasek:

Nomograms for the Conversion of Transistor Parameters

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 12.

Three nomograms are given, by the aid of which the following transistor parameters may be converted: h and y, h_b and h_e, f_α and f_β, I_{CEO} and I_{CBO}.
The use of the nomograms is illustrated by three examples.

UDC 621.315.682

Z. Fellegi:

Solderless Wrapped Connections

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. 1964. N° 12.

Recently a new kind of electrical connection method gains ground in the foreign telecommunication industry. According to this method the end of the wire is wrapped to the suitable terminal with an adequa te manual tool with great force. After simple wrapping neither welding nor soldering are necessary. In case of correct technology and permissibile stress the life of the connection can be estimated for 40—45 years. The life may be estimated from statistical data obtained in the course of the accelerated endurance test of small samples. Though this method does not give a better quality of connection than the soft soldering made with faultless technology, nevertheless in cases where a great quantity of connections has to be made and the construction can be adapted to the method of connection it is quick and economical and its reliability is satisfactory. The paper gives a summary of foreign literary data and their evaluation.

Resumés

CDU 621.395.742 : 65.012.122

M. Somogyvári:

Projet des réseaux et programmation linéaire

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. 1964. N° 12.

L'auteur traite des problèmes en connexion avec le projet des réseaux téléphoniques d'un pays. Les méthodes mathématiques du travail de projet, principalement les éléments de la programmation linéaire, sont analysées. En plus de l'exposition de la programmation linéaire, l'essence du cas le plus simple de la programmation convexe est aussi mentionné. Ensuite un exemple est traité pour l'application pratique et le présentation de la méthode simple de la programmation linéaire. Enfin les possibilités de l'application de la prorammation linéaire pour le projet des réseaux sont examinées.

CDU 621.376.33.018.78 : 621.374.32

A. Vörös:

Problèmes de distorsion des dèmodulateurs à modulation de fréquence fonctionnant par le principe des compteurs d'impulsions.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 12.

L'auteur présente les formules générales pour le calcul des distorsions, fait le compte les coefficients des caractéristiques des discriminateurs compteurs de l'ordre n=1,1x et 2. Il examine les domaines des valeurs pratiques des paramètres exigés pour le calcul des distorsions et donne des familles de courbes de distorsion pour les types de démodulateur, qui peuvent être réalisés. Enfin, il présente les conclusions principales de l'étude des courbes de distorsion.

CDU 621.382.3.012(083.57)

K. Tomasek:

Nomogrammes pour le calcul des paramètres de transistor

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964) N° 12.

Trois nomogrammes sont donné à l'aide des quelles les paramètres suivants de transistor peuvent être calculé: h et y, h_b et h_e, f_α et f_β, I_{CEO} et I_{CBO}.
Trois exemples sont présenté pour illustrer l'utilisation des nomogrammes.

CDU 621.315.682

Z. Fellegi:

Connections vissées sans soudure

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. 1964. N° 12.

Récemment une nouvelle méthode de connexion électrique est appliqué dans l'industrie de télécommunication étrangère, par laquelle la fin du fil est vissée avec grande force à l'aide d'un outil manuel sur le terminal du composant. Après le vissage simple une soudure n'est pas nécessaire. En cas d'une technologie correcte et d'une charge permise la vie de la connexion peut atteindre 40--50 ans. La vie peut être estimé par les données statistiques, obtenues des résultats des essais accéléres des échantillons petites. Alors que cette méthode de connexion ne donne pas une connexion meilleure, que la soudure faite avec une technologie excellente, tout de même elle est rapide et économique en tous cas de production en masses, quand la construction peut être adaptée a cette méthode. L'article donne aussi une revue et évaluation de la littérature étrangère.

TRANSZFORMÁTOR KTSZ

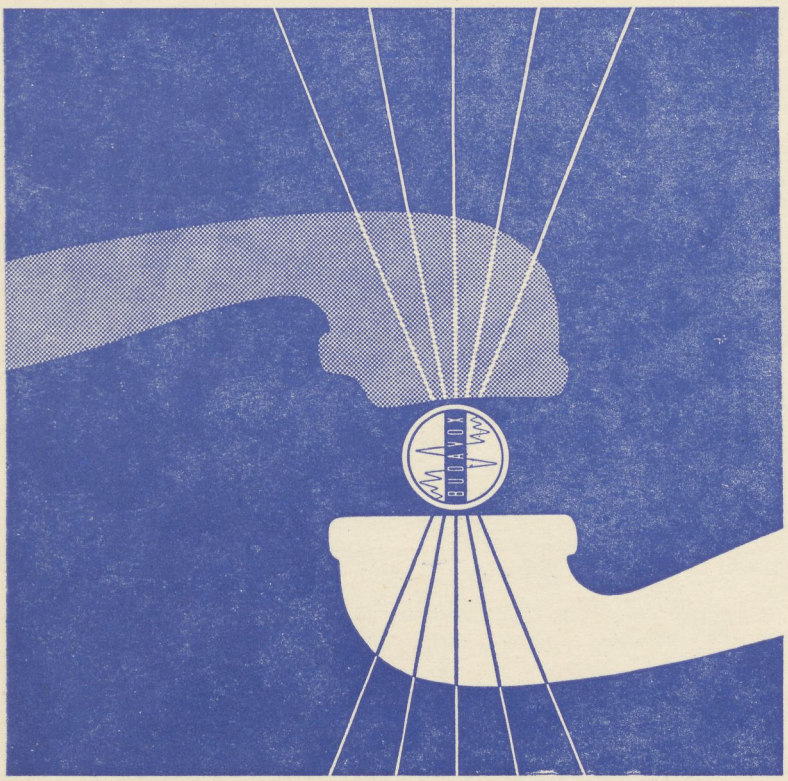
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorsszabályozók

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

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



- CB és LB készülékek
- Automata telefonközpontok
- Átviteltechnikai berendezések
- Ismétlő állomások
- Átviteltechnikai mérőműszerek
- Nagyfrekvenciájú generátorok
- Hordozható adó-vevő berendezések
- Többcsatornás mikrohullámú berendezések

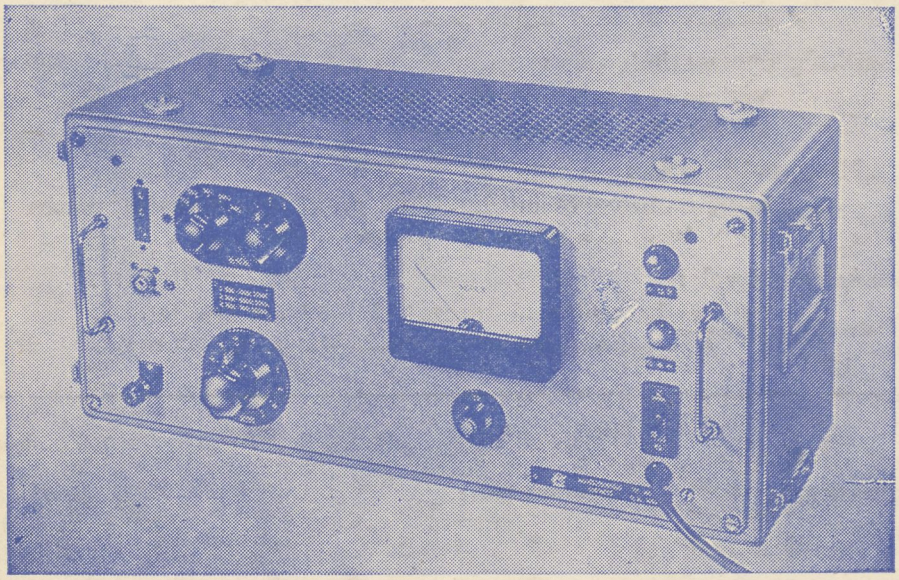
BUDAVOX

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

A lap példányonkénti eladási ára: 4,— Ft

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

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



Műszaki adatok:

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

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

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

Elektronika KTS BUDAPEST