50.165

ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

XVI. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM, 129—160 OLDAL
BUDAPEST, 1965. MÁJUS HÓ 5

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

1965. május XVI. évfolyam, 5. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

P. N. MATHANOV: Előírt tranziens karakterisztikával rendelkező reaktáns négypólusok szintézise 129
SZOKOLAY MIHÁLY: Hullámalak analízis 133
NAGY PÉTER: Félvezetők hőmegfutása 138
KÁDÁR ÁGOSTON: Átviteli megbízhatóság vizsgálata a távíróhálózaton 143
CSEPREGI HORVÁTH KÁZMÉR — BERNHADRT RICHÁRD: A Kab-hegyi televízió adóberendezés automatikája .. 148
PUSKÁS TIVADAR és VIRÁG — POLLÁK díjasaink 157
Aranyérmet kapott Lipcsében a BHG crossbar rendszerű telefonalközpontja 132
15 éves a TKI 137
Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviuma 137
ACTA IMEKO 1964 137
Szabadalmi Szemle 156
Tartalmi összefoglalások 158
Обобщения 158
Zusammenfassungen 158
Summaries 158
Résumés 159

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

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

Index: 25.375

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

65.7298 Egyetemi Nyomda, Budapest

ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

P. N. MATHANOV
Leningrádi Uljanov (Lenin) Elektrotechnikai Intézet

Előírt tranziens karakterisztikával rendelkező reaktáns négypólusok szintézise*

ETO 621.372.5.018.75.001.2

Mint ismeretes, az időtartománybeli szintézisnél két függvény, a négypólus bemeneti és kimeneti időfüggvénye adott, és keresendő maga a hálózat. Ennek a feladatnak a megoldására már eddig is számos munkát szenteltek, melyek rövid áttekintése pl. az [1, 2, 3] irodalmakban megtalálható.

Itt egy olyan módszert ismertetünk, mellyel tiszta ohmos ellenállással lezárt reaktáns négypólusok szintetizálhatók. Ez az eset a gyakorlati alkalmazások miatt jelentős. Az így kapott hálózatfüggvény egyik alapvető előnye, hogy egyszerű módszerekkel realizálható anélkül, hogy nagyszámú fölösleges elemet kellene a hálózatba beépítenünk.

A probléma megoldásánál feltételezzük, hogy az időfüggvény egy feszültség jellegű mennyiség, és a gyakorlati feladatokra való tekintettel a bemeneti időfüggvénynek egy egységugrást választunk. Ekkor a kimenet és bemenet között az alábbi rendszerfüggvénynek nevezett összefüggés teremt kapcsolatot (lásd 1. ábra).

$$F(p) = K\frac{\mathcal{L}[U_2(t)]}{\mathcal{L}[U_1(t)]} = Kp\mathcal{L}[U_2(t)] \qquad (1)$$

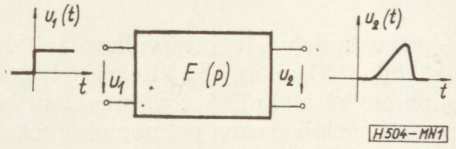
Amennyiben a rendszerfüggvény transzcendensnek adódik, akkor a feladat ennek a függvénynek egy olyan fizikailag realizálható hálózat átviteli függvényével történő approximációjából áll, melynek tranziens karakterisztikája bizonyos értelemben megközelíti az adott karakterisztikát. A három lehetséges approximáció közül (ω, p és t tartomány) az alábbiakban a komplex frekvenciatartományban (p tartomány) történő approximációval foglalkozunk, mégpedig az $F(p)$ rendszerfüggvény megközelítését a képzetes tengely mentén óhajtjuk megvalósítani. Feltételezzük továbbá, hogy az $u_2(t)$ függvény korlátos és folytonos a $[0, \infty]$ intervallumban.

A rendszerfüggvény F(p)

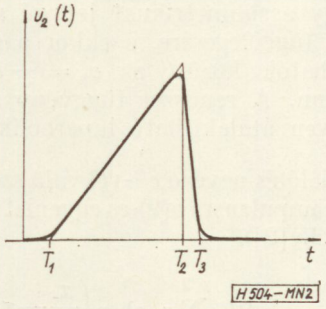
Az alábbiakban ismertetendő approximációs módszerhez a rendszerfüggvény analitikus kifejezése szükséges. Az időfüggvény leggyakrabban grafikus, máskor részleteiben analitikus formában adott, ezért első lépésként az adott $u_2(t)$ időfüggvény analitikus megközelítése szükséges. Ennek legegyszerűbb esete a törtvonalas közelítés. Ebben az esetben a rendszerfüggvény a következő formába írható (lásd 2. ábra).

$$F(p) = Kp\mathcal{L}[U_2(t)] = \frac{K}{p}\sum_{k=0}^{\mu} a_k e^{-p\tau_k} \qquad (2)$$

ahol: τ_k a töréspontokhoz tartozó időkoordináta, a_k a törtvonalak meredekségét meghatározó koefficiens.



1. ábra. A rendszerfüggvény a kimeneti és bemeneti időfüggvény Laplace transzformáltjainak hányadosa



2. ábra. A kimeneti impulzus törtvonalas közelítése

$$\mathcal{L}[U_2(t)] = \frac{1}{p^2}\sum_{k=1}^{3} a_k\, e^{-p\tau_k}$$

A következőkben megkívánjuk, hogy a τ_k értékek valamely $\Delta\tau$ intervallum többszörösei legyenek. Az analitikus formában ismert rendszer függvény megközelítésének a pontosságát fokozhatjuk, ha a kimeneti függvény első, vagy második differenciálhányadosának végezzük el a törtvonalas közelítését, amely az eredeti függvény első-, vagy másodfokú parabolaívekkel történő megközelítésének felel meg.

* Fordította: Kiss Dénes, a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnika Tanszékén 1964. október 9-én megtartott előadás alapján.

A kimeneti függvénytől megkövetelt korlátosság biztosítása érdekében a $\sum_{k=1}^{\mu} a_k = 0$ egyenlőséget be kell tartani. Ezenkívül a rendszerfüggvénynek $p = 0$ helyen nullának, vagy állandónak kell lenni, mivel az

$$\lim_{p\to 0} \frac{1}{K} F(p) = 0 = \lim_{p\to\infty} p\mathfrak{L}\,[U_2(t)] = \lim_{p\to\infty} U_2(t)$$

egyenlőség a Laplace transzformáció elméletéből következik; vagyis a rendszerfüggvénynek nulladfokúnak kell lenni, ami azt jelenti, hogy a nevezője nem tartalmazhat $p = 0$-ban gyököt.

A könnyebb tárgyalhatóság kedvéért azonban mi olyan függvényekkel foglalkozunk, melyek $p = 0$-ban nem válnak nullává, vagyis

$$F_1(p) = p^{-\nu} F(p) \tag{3}$$

Mivel az interpolációt a képzetes tengely mentén akarjuk megvalósítani, ezért $p = j\omega$ helyettesítést hajtunk végre

$$F_1(j\omega) = P_1(\omega) + j\omega Q_1(\omega) \tag{4}$$

A (2) függvény esetében, ha $\nu = 1$,

$$\begin{aligned} P_1(\omega) &= \frac{K}{-\omega^2} \sum_{k=1}^{\mu} a_k \cos \tau_k \omega \\ \omega Q_1(\omega) &= \frac{K}{-\omega^2} \sum_{k=1}^{\mu} a_k \sin \tau_k \omega \end{aligned} \tag{5}$$

Ha a τ_k-kat valamely $\Delta\tau$ intervallum többszörösének választjuk, akkor az (5) kifejezés trigonometrikus polinomokká alakul. A továbbiakban ismertetendő approximációhoz ezen polinomok gyökei szükségesek. Ha az intervallumok száma nem nagy, akkor általános esetben a gyökök analitikailag meghatározhatók.

Sok esetben a megkívánt kimeneti impulzus szimmetrikus vagy aszimmetrikus* jellegű az impulzus egy közbülső függőlegesére, s ekkor a (2)-ben szereplő együtthatók között az $a_k = \pm a_{\mu-k}$ összefüggés áll fenn. A rendszer függvény a fenti esetekben könnyen átalakítható hiperbolikus kifejezésekké a számláló és nevező $e^{\frac{p\tau}{2}}$-vel való szorzása által. Szimmetrikus impulzusra a(2)-es egyenlet a következő alakot ölti [ld. [2]]

$$F(p) = \frac{2K \sum_{k=0}^{\mu/2} a_k \operatorname{ch} p\left(\frac{\tau}{2} - \tau_k\right)}{p\left(\operatorname{ch}\frac{p\tau}{2} + \operatorname{sh}\frac{p\tau}{2}\right)} \tag{6}$$

Amint azt a későbbiekben kimutatjuk, az adott esetben $p = j\omega$ helyettesítésénél elegendő csupán a γ_k függvény zérusait meghatározni, melyek a

$$\sum_{k=0}^{\mu/2} a_k \cos\omega\left(\frac{\tau}{2} - \tau_k\right)$$

trigonometrikus polinom gyökei. Aszimmetrikus esetben a koszinuszos tagok helyett szinuszos tagok szerepelnek.

A rendszer függvény approximációja

Most rátérünk a rendszer függvény reaktáns négypólus átviteli függvényével történő megközelítésére, melyek olyan tört alakba írhatók, ahol a nevező Hurwitz, a számláló pedig páros vagy páratlan polinom, vagyis

$$G(p) = \frac{mp^{\nu} M(p)}{nN_2(p) + pN_1(p)} \tag{7}$$

ahol: M_1 N_2 vagy N_1 ... olyan páros polinomok, melyek legmagasabb kitevőjű tagjainak együtthatói egységnyiek, m, n... pozitív állandók.

A $G(p)$ átviteli függvényt úgy alkotjuk meg, hogy a $p = 0$ helyen levő zérusok száma a ν egyezzen meg a rendszer függvény zérusainak számával.

Az approximációnál olyan függvényt kell tekintenünk, amelynek nincsen zérusa a $p = 0$-nál. Vagyis

$$G_1(p) = \frac{G(p)}{p^{\nu}} = \frac{mM(p)}{nN_2(p) + pN_1(p)} \tag{8}$$

$p = j\omega$ helyettesítéssel

$$G_1(j\omega) = R_1(\omega^2) + j\omega X_1(\omega^2)$$

ahol:

$$\begin{aligned} R_1(\omega^2) &= \frac{mnM(\omega^2)N_2(\omega^2)}{n^2N_2^2 + \omega^2 N_1^2} \\ \omega X_1(\omega^2) &= \frac{-mM(\omega^2)N_1(\omega^2)}{n^2N_2 + \omega^2 N_1^2} \end{aligned} \tag{9}$$

A fenti kifejezésekből látható, hogy az approximáló függvény valós és képzetes részeinek zérusai két részből tevődnek össze. Egyrészt mindegyik tartalmazza a $G_1(p)$ approximáló függvény zérusait, ezenfelül a nevezős páros, illetve páratlan részeinek gyökeit is.

Jelöljük a $j\omega$ tengelyen történő approximációnál a valós rész interpoláló pontjait ω_{ak}-val, a képzetes részét pedig ω_{bk}-val, akkor az átviteli függvény paramétereinek meghatározásához a következő egyenleteket kapjuk:

$$\begin{aligned} P_1(\omega_{ak}^2) &= R_1(\omega_{ak}^2) \\ Q_1(\omega_{bk}^2) &= X_1(\omega_{bk}^2) \end{aligned} \tag{10}$$

Önkényesen kiválasztott pontok alapján megoldani ezt a rendszer egyenletet általában elég nehézkes, ráadásul semmi sem biztosítja, hogy az így nyert függvény valóban realizálható. Ezt a nehézséget megkerülhetjük, ha az interpoláló pontokat a P_1 és ωQ_1 zérusaiban választjuk meg, vagyis legyen

$$\begin{aligned} \omega_{ak} &= \alpha_k \\ \omega_{bk} &= \beta_k \end{aligned}$$

ahol: α_k és β_k a megfelelő P_1, ill. ωQ_1 gyökei.

* *A Szerző aszimmetrikusnak nevezi az időtengelyre tükörszimmetrikus jelet (Szerk. megj.)*

Ebben az esetben a (10) egyenletrendszer az alábbi formát nyeri

$$M(\alpha_k^2) N_2(\alpha_k^2) = 0$$
$$M(\beta_k^2) N_1(\beta_k^2) = 0 \qquad (11)$$

Ezek az egyenletek azt jelentik, hogy az approximáló függvény valós és képzetes részeinek zérusait az $F_1(j\omega)$ approximálandó függvény valós és képzetes részeinek zérusainál vettük fel. Ekkor azonban a (8, 9) értelmében a P_1 és ωQ_1 összeeső zérusai adják az $M(\omega)$ függvény gyökeit.

Az átviteli függvény fokszámát a zérusok száma határozza meg. A fokszámnak megfelelően a szélső zérusok távolsága jelöli ki azt a frekvenciasávot, ahol az interpolációt elvégeztük. Ezt a frekvenciasávot úgy kell meghatároznunk, hogy az időfüggvény valós spektrumának lényeges részei benne legyenek. Ezenkívül az interpolációs függvénynek a következő aszimptotikus feltételeket is teljesítenie kell:

a) $p \to \infty$ esetén a rendszer függvény és átviteli függvény csökkenési sebességének egyenlőnek kell lenni, annak érdekében, hogy $t \to 0$ esetén az approximációval kis hibát tudjunk biztosítani.

b) ugyanakkor $t \to \infty$ esetén a két tranziens karakterisztika azonos lecsengésének biztosítása érdekében fenn kell állni a (12) egyenlőségeknek.

$$P_1(0) = R_1(0)$$
$$Q_1(0) = -X_1(0) \qquad (12)$$

Az előzőek alapján tehát, ha ismerjük a rendszerfüggvény valós és képzetes részeinek α_k ill. β_k zérusait, akkor ebből egyértelműen meghatározhatók a $G_1(p)$ függvény nevezőjének páros és páratlan részei a (13) alapján:

$$nN_2(p) = n\Pi_k (p^2 + \alpha_i^2)$$
$$pN_1(p) = p\Pi_k (p^2 + \beta_i^2) \qquad (13)$$

továbbá a (14) szerint a számláló is számolható

$$mM(p) = m \Pi_i (p^2 + \gamma_i^2) \qquad (14)$$

ahol: α_i és β_i a P_1 és ωQ_1 azon zérusai, melyek az N_1-et és N_2-t határozzák meg,

γ_i pedig a P_1 és ωQ_1 egybeeső zérusai, vagyis $F_1(j\omega)$ zérusai.

A felvett interpolációs sávban fekvő minden zérust be kell helyettesíteni a (13) és (14) egyenletek valamelyikébe. A nevező páros és páratlan részeinek kötelező szétválasztása érdekében a γ_i közös zérusokat behelyettesítjük a (14)-be, majd a (13)-ba is, vagyis meghatározzuk a törteket. Az m és n együtthatók a (12)-ből $\omega = 0$ helyettesítéssel adódnak.

$$P_1(0) = \frac{m}{n} \frac{M(0)}{N_2(0)} \qquad (15)$$

$$Q_1(0) = -\frac{m}{n^2} \frac{M(0) \cdot N_1(0)}{N_2^2(0)}$$

A (13) és (14) kifejezések a (15)-ben meghatározott m és n értékekkel együtt adják a (7)-ben felírt reaktáns hálózat átviteli függvényét. A módszer nagy előnye, hogy α_k és β_k ismeretében rögtön meghatározható egy tetszőleges fokszámú approximáló reaktáns hálózat átviteli függvénye.

Abban az esetben, amikor a kijövő impulzus szimmetrikus vagy aszimmetrikus egy függőleges tengelyre, akkor a rendszerfüggvény (6)-os formájú, és a (13) polinom mindig egy színusz és koszínusz hiperbolikus függvény összegévé egyszerűsödik, mely a [2]-ben leírtak értelmében egy véges szorzattá korlátozható. A (6) kifejezés vizsgálatából következik, hogy ekkor csupán a (14) kifejezést kell meghatározni, mert csak a számlálóban szerepelnek az impulzus alakjára jellemző a_k és τ_k együtthatók.

Hibabecslés az időtartományban

Az approximációnál lényeges kérdés azt vizsgálni, hogy mennyivel tér el a valódi jel az elméletileg adottól. A konkrét gyakorlati feladatoknál mindig előre fel kell venni az átviteli függvény fokszámát a hálózat bonyolultságának és az időfüggvény lényeges spektrumának figyelembevételével. Elvileg a kimeneti jelet a szokásos alapvető módszerekkel határozhatjuk meg. Ha ezt a számítást nem óhatjuk elvégezni, akkor a t tartományban a hibát a Fourier-sor felhasználásával is megbecsülhetjük. Ennél a módszernél elengedhetetlen az impulzus periodikussá tétele, s a sor A_k, B_k koefficienseinek meghatározásához célszerű felhasználni a komplex Fourier-sor és a Laplace transzformáció közötti kapcsolatot. Ez az összefüggés adja a szinuszok és koszinuszok koefficienseit.

$$A_k = 2\,Re\,\frac{1}{T} G_n\left(j\,\frac{2\pi}{T}\right)$$
$$B_k = 2\,Im\,\frac{1}{T} G_n\left(j\,\frac{2\pi}{T}\right) \qquad (16)$$

ahol: T-periódus, melyet 2τ-val kell egyenlőnek választani.

Ebből becsülhető a hiba az első k harmonikus értékének figyelembevételével. A sor segítségével a hálózat kimeneti függvénye is meghatározható. A számításnál feltételezzük, hogy a T periódus alatt az időfüggvény gyakorlatilag eltűnik, amely annál jobban teljesül, minél jobb az approximáció.

Példa

A leírt módszer bemutatása céljából egy olyan reaktáns négypólus átviteli függvényét fogjuk meghatározni, mely egy egységugrást tetszőleges fokszámú szinusz impulzussá formál. Ha a fokszám páros, akkor a kijövő jel normált alakja az alábbi lesz:

$$U_2(t) = \begin{cases} \sin^{2m} t & 0 < t < \pi \\ 0 & t > \pi \end{cases} \qquad (17)$$

ahol: $\tau = \pi$ normálást vezettük be.

Feltételezve, hogy a belépő egységugrás $\frac{1}{K}$ nagyságú, a rendszerfüggvény rögtön felírható:

$$F(p) = Kp\,\mathfrak{L}\,[U_2(t)] = \frac{KA_m}{\prod_{i=1}^{m}(p^2 + 4\,i^2)}\,(1 - e^{-p\pi}) \qquad (18)$$

ahol: A_m — az m-től függő állandó szorzó.

Mivel szimmetrikus impulzusról van szó, az $F(p)$ hiperbolikus függvényekkel írható fel.

$$F(p) = \frac{2\,KA_m}{\prod_{k=1}^{m}(p^2 + 4i^2)} \cdot \frac{\mathrm{sh}\,\frac{p\pi}{2}}{\left(\mathrm{sh}\,\frac{p\pi}{2} + \mathrm{ch}\,\frac{p\pi}{2}\right)} \qquad (19)$$

Annak érdekében, hogy a rendszerfüggvényből realizálható átviteli függvényt kapjunk, a hiperbolikus függvényeket először végtelen szorzattá alakítjuk, majd ezt végessé korlátozzuk. Ezután a számláló és nevező közös szorzójával egyszerűsítünk, s az eredmény:

$$G(p) = \frac{2\,KA_m p \prod_{k=m+1}^{n}(p^2 + 4\,k^2)}{p\prod_{k=1}^{n}(p^2 + 4\,k^2) + B\prod_{k=0}^{n-1}[p^2 + (2\,k+1)^2]} \qquad (20)$$

ahol:

$$B = \frac{8\,n^2}{\pi}\prod_{k=1}^{n-1}\frac{4\,k^2}{(2\,k+1)^2}$$

A koszínusz hiperbolikus függvényt helyettesítő szorzat futó indexét n — 1-ig választottuk azért, hogy a $F(\infty) = G(\infty)$ aszimptotikus egyenlőség teljesüljön.

A (20) kifejezés általánosan érvényes tetszőleges fokszámú szinuszimpulzus előállítására tetszőleges fokszámú approximáló hálózat esetén. Minél magasabb fokú az approximáló hálózat, annál pontosabban közelíti meg a matematikai görbét. A hálózat kimeneti jelének pontos kiszámítása azt mutatja, hogy a t-tartományban a közelítés kielégítő, továbbá, hogy a minimálisan szükséges fokszámú $n = m$-mel egyenlő.

Ebben az esetben

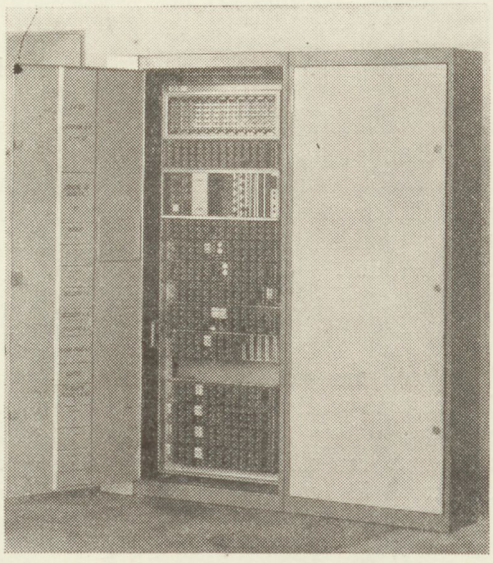
$$G_{\min}(p) = \frac{2\,KA_m p}{p\prod_{k=1}^{m}(p^2 + 4\,k^2) + B\prod_{k=0}^{m-1}[p^2 + (2\,k+1)^2]} \qquad (21)$$

A (20) és (21) kifejezések egy reaktáns négypólus átviteli függvényét adják, és könnyen realizálhatók minimális számú kapcsolási elemmel.

Teljesen hasonlóan oldható meg a feladat, páratlan fokszámú szinuszimpulzus előállításakor is.

IRODALOM

1. *I. M. Horowitz:* Synthesis of Feedback Systems New York, 1963.
2. *E. A. Guillemin:* Synthesis of Passive Networks New York, 1957.
3. *М. М. Айзинов:* Анализ и синтез цепей в переходном режиме Энергия, 1964.
4. *П. Н. Матханов:* Синтез цепей, формирующих импульсы заданной формы. Известия ВУЗ-ов, раздел Радиотехника, № 1, 1955.
5. *П. Н. Матханов:* Синтез целей, формирующих импульсы в виде квадрата полупериода синусоиды. Доклады Высшей Школы. Раздел Радиотехника, № 3, 1958.



Aranyérmet kapott Lipcsében a BHG crossbar rendszerű telefon alközpontja

A 800 éves jubileumát ünneplő Lipcsei Vásárt a szokottnál fényesebb külsőségek jellemezték. Ez mind a szervezésben, mind a kiállított termékek mennyiségében és minőségében megnyilvánult. A kiállítási anyagot a szakterületeknek megfelelően rendezték el és ez még nagyobb súlyt ad annak a ténynek, hogy a BHG CA41 tipusú crossbar telefon alközpontját a vásár aranyérmével tüntették ki.

A CA 41 tipusú alközpont 40—80 vonalas, legkisebb vonalszámú tagja a BHG-ben fejlesztés alatt álló alközpont családnak. Az első mintapéldányok több mint egy éve kifogástalanul működnek, a gyártás megindult.

SZOKOLAY MIHÁLY
Budapesti Műszaki Egyetem,
Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék

Hullámalak analízis*

ETO 621.391.8 : 621.376

A hírközlő rendszerek blokkdiagramjait sokféle képpen vázolhatjuk. Egy ilyen — az információ, illetve jelelmélet szempontjából előnyösen használható vázlat — az 1. ábrán látható. Ez a blokkdiagram a jelforrást és jelvevőt, a kódolót és dekódolót, valamint a zajos csatornát tünteti fel. Azon vizsgálatoknál, amelyeknél csak a jel és csatorna viszonya, továbbá az átvitel körülményei lényegesek, ez az egyszerű vázlat kiindulásként megfelel. A rendszerek egyéb követelményeivel (pl. költségtényezőivel) a cikk nem foglalkozik.

Tételezzük fel, hogy a jelforrás időben változó, villamos természetű — analóg vagy digitális — közleményt (jelet) szolgáltat.

Az elektronikus hírközlő rendszerek analízisénél illetve tervezésénél pontosan ismernünk kell az átviendő jeleket. A jelek tulajdonságainak ismerete két szempontból is lényeges:

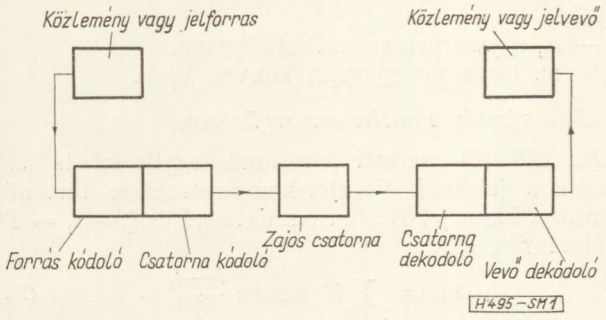
a) Először figyelembe kell venni, hogy az átviendő információt a jelforrás kimenetén található jelek képviselik. Ezért bármilyen természetű is a forrásban keletkező hírtartalom — pl. szín, vagy emberi beszéd gondolati tartalma — a kimenő hullámalak valamely jellemzője ezeket magában hordozza. A jelalak és információtartalom kapcsolatát a jelátvitelnél fel kell tárni. Ennek birtokában ugyanis célszerűen állapíthatjuk meg az átvitel minőségi követelményeit, vagyis hogy a jel mely paramétereit — és milyen pontosan — kell a vétel helyére továbbítani.

b) A jeltulajdonságok ismeretére másod sorban az átvivő berendezések tervezésénél van szükségünk. A csatornák — akár vezetékes, akár rádiócsatornák — általában nem közvetítik a jeleket abban a formában, ahogyan azok a forrás kimenetén megjelennek. Az átvitelnél frekvencia transzponálást, különféle modulációkat kell végrehajtani, amíg a jel a csatorna bemenetére kerülhet.

Az 1. vázlaton az *a)* és *b)* szerinti szempontokat úgy vettük figyelembe, hogy a kódolót és dekódolót
— forráskódolóra, ill. vevő dekódolóra
— csatorna kódolóra, ill. csatorna dekódolóra osztottuk. (A „kódoló" kifejezés itt általában valamilyen jelátalakító eszköz, így modulátort és demodulátort is jelent.)

A csatorna kódolók a modulált rendszerek nélkülözhetetlen, jól kidolgozott eszközei. Ha ezek a jelet közvetlenül a jelforrásból kapják, az átalakítás a jel információtartalmára és struktúrájára való tekintet nélkül történik. A moduláció módját, a vivőhullám frekvenciáját és sávszélességét, a kimenő teljesítményt, a sugárzás módját a csatorna fizikai jellemzőit az átvitelre és csatornára vonatkozó előírások többnyire már meghatározzák.

A forrásjel kódolására ezzel szemben a már meglevő hírközlő rendszerekben csak kevés helyen került sor, ill. a kódolás csak igen egyszerű formában jelentkezett. Az a kiterjedt elméleti és gyakorlati kutatás azonban, amelyet a különböző közleményforrások jelének tanulmányozására fordítottak, számos hasznos eredményt tárt már eddig is fel. Így többféle hullámalaknál megállapították, hogy az információ átviteléhez a jelek mely részeit kell figyelembe venni. Más esetekben viszont az vált nyilvánvalóvá, hogy



1. ábra

az eredeti „természetes" formában megjelenő jelek struktúrája — az információ tartalomtól függetlenül — igen célszerűtlen és átalakítása nagymértékű egyszerűsödéshez vezethet.

Az eddigi tapasztalatok szerint azonban a forrásjel kódolása csak viszonylag bonyolult eszközökkel valósítható meg. Ezért a kódolásból származó előny nem állt arányban azokkal a technikai és gazdasági nehézségekkel, amelyet a kódolónak a rendszerbe építése jelentett. A technika fejlődésével viszont egyre inkább javulnak bonyolult berendezések megvalósításának gyakorlati feltételei. Így idővel megoldhatóvá válik, hogy a jeleket mind az adó, mind a vevő oldalon átalakítjuk, sőt az adatfeldolgozáshoz hasonló műveletsorozatnak alá vessük. Ahhoz azonban, hogy a jeleken helyes műveleteket végezzünk el, ki kell dolgozni a jelek célszerű ábrázolásának, leírásának matematikai módszereit.

A közleményforrás kimenő jelét

$$u = u(t) \qquad (1)$$

alakban írhatjuk le. $u(t)$ az időnek egyértékű, folytonos függvénye. Az (1) szerinti egyenlet olyan utasítás rendszert jelöl, amelynek segítségével bármely t_i időpontban meghatározhatjuk u értékét.

* A cikk szerzőjének a Híradástehnikai Tudományos Egyesületben tartott előadása alapján.

A hírközlés folyamatát az (1) jelölésmód figyelembevételével legáltalánosabban úgy fogalmazhatjuk meg, mint annak az utasításrendszernek az átvitelét, amelyből a vevő az $u(t)$ forrásjelet elő tudja állítani.

Az $u(t)$ általában nem egyszerű függvény és emellett az átvitelnél többnyire még bonyolultabbá kell alakítanunk. Ezért célszerű, ha $u(t)$-t egyszerű, a vevőoldalon könnyen előállítható függvények segítségével írjuk le. Ha ez lehetséges, a jel átvitele az alábbi műveletekkel oldható meg:

— a jelet az adóoldalon összetevőire bontjuk,
— a felbontás eredményét közöljük a vevővel,
— a vevő oldalon a jelet újból előállítjuk.

A számítások egyszerűsítése érdekében célszerű a jelet lineáris, additív műveletek eredményeképpen megadni:

$$u = \sum_n a_n x_n(t) \qquad (2)$$

$x_n(t)$ értékét sokféle képpen választhatjuk meg. Előnyös, ha a választásnál az alábbi szempontokat tartjuk szem előtt:

— $x_n(t)$ egyszerű legyen,
— $x_n(t)$ határozott Δt időtartamú és Δf sávszélességű legyen, melynek $\Delta t \cdot \Delta f$ szorzata minél kisebb értékű,
— a_n egyszerűen számítható legyen,
— az összegzés gyorsan konvergáljon.

a) *Jelábrázolás Fourier-sor segítségével*

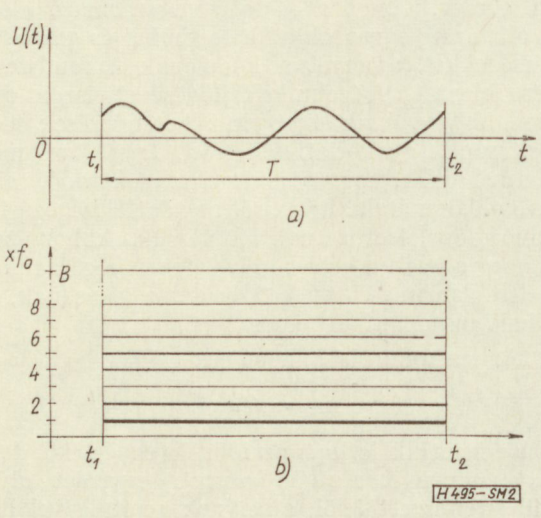
Az $u(t)$ (2) szerinti leírásának egyik lehetséges módja a jeleknek Fourier-komponenseikre történő bontása. Ha a jel B Hz sávszélességű és $t_2 - t_1 = T$ időtartamú, akkor

$$u(t) = \sum_{2TB} U_n \cos \pi n \frac{t - t_1}{T} \qquad (3)$$

alakban oldható meg, ahol

$$U_n = \frac{2\pi}{T} \sum_{2TB} u_m(t) \cos \frac{\pi n m}{2TB} \qquad (4)$$

A 2a ábrán valamilyen $u(t)$, jel a 2b ábrán pedig a Fourier-spektruma látható. Az átvitel szempontjából elegendő, ha a jel helyett az U_n amplitudókat adjuk meg, ill. visszük át. (A 2b ábrán U_n a vonal vastagságával arányos.) A vevő a jelet ezekből már reprodukálni tudja. A reprodukálás hűségét az szabja meg, hogy az U_n komponenseket milyen pontosan számítottuk ki.

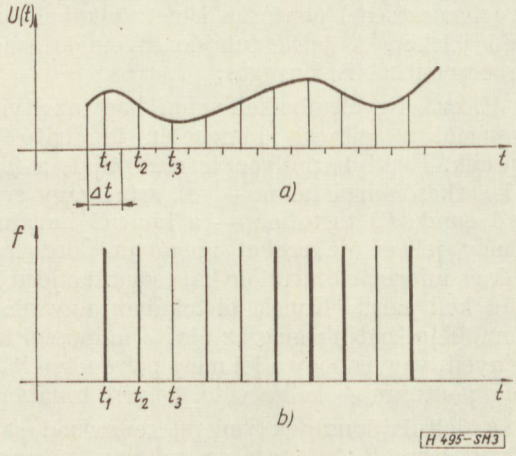


2. ábra

Ez az eljárás azonban a hírközléstechnika területén általában nem alkalmazható. Ennek oka az, hogy U értékeit kizárólag csak a közlemény végén tudjuk meghatározni. A közlemények Fourier-spektruma ugyanis nem tart valamilyen határérték felé. Így U_i értéke az idő múlásával előre meg nem állapítható módon változik. Pl. valamely 1 percig tartó beszéd hullámalak Fourier-komponenseiből nem következtethetünk arra, hogy milyenek lesznek a komponensek 3 perces beszélgetés esetén.* Az U_i-k átvitelére tehát csak a közlemény befejezése után kerülhet sor, ami gyakorlatilag megengedhetetlen feltétel.

b) *Jelábrázolás a jelből vett minták segítségével*

A T ideig tartó jel Fourier-sorának alapfrekvenciája $1/T$. Ha a jel B sávszélességű, akkor $B/(1/T) = BT$ komponenst tartalmaz. Minden Fourier komponenshez 2 adat tartozik (pl. 1 amplitúdó és 1 fázis), így a jelet megadó összes adatok száma $2\,BT$.



3. ábra

Ennyi adatból másképpen is előállítható a jel. Ha ugyanis a jelelakot $2\,BT$ számú szakaszra bontjuk, a szakaszok közepén mérhető $u(t_k)$ jelamplitúdók összessége is megadja a jelet. Az amplitúdó nagyságát ennél a módszernél végtelenül rövid (Dirac) impulzus amplitúdója jellemezheti, amelyek a t_1, $t_1 + 1/2\ BT$, $t_1 + 2/2\ BT$, ... $t_1 + n/2\ BT$ időpontokban jelenik meg.

A 3*a* ábrán ismét egy $u(t)$ jel látható, a mintavételi időpontok feltüntetésével. A jelet leíró Dirac-impulzusokat az $f - t$ síkon a 3*b* ábra tünteti fel. A vonal vastagsága itt szintén az impulzus amplitúdójával arányos.

A mintavétellel történő jelábrázolás igen elterjedt, hasznos eljárás. A jel megadása itt késedelem nélkül történhet meg. Hátránya azonban, hogy a keskeny jelek átviteléhez nagy sávszélesség szükséges.

* A hullámalakok (pl. beszédjel, távírójel, képjel stb.) hosszú ideig tartó vizsgálatai alapján megállapítható az amplitúdó, frekvencia, energia stb. statisztikus átlagértéke, illetve eloszlása. Ezek a rendszer tervezésénél igen hasznos kiinduló adatok, de a pillanatnyi üzenetre nézve nem adnak semmi információt.

c) *A jelábrázolás általános módja*

Az előzőkben vázolt jelábrázolás $x(t)$ összetevőinek megválasztása nem szerencsés. A Fourier-módszernél ugyanis az $x(t)$ hosszú ideig tart (időtartama egyenlő a közleményével), a mintavételnél alkalmazott keskeny impulzus pedig igen nagy sávszélességű.

A jelábrázolás általános módját a jeleknek olyan elemi jelek segítségével történő leírása képezi, amelyek időtartamban és frekvencia-terjedelemben is véges értékűek. Az előbbi módszerek ezen eljárás határeseteinek tekinthetők, amikor az $x(t)$ komponens időtartama, vagy frekvencia-terjedelme szélső értéket vesz fel.

Az általános elemi jelhez az alábbi gondolatmenettel juthatunk.

Legyen x továbbra is időben diszkrét, azaz

$$x_n(t) = x\left(t - \frac{n}{2B}\right) \tag{5}$$

amelyből

$$u(t) = \sum_n a_n x_n(t) \tag{6}$$

egyenlettel számítható ki. Amennyiben x_n értéke a $t_n \pm \frac{1}{2}\frac{1}{2B}$ időtartományon kívül elhanyagolható, akkor a_n a t_n időpontban $u(t_n)$-nel igen jól megegyezik.

Tételezzük fel azonban, hogy $x_n(t)$ maga is m számú, különböző frekvenciájú, Δt ideig tartó elemi jelből tehető össze. A $x_n(t)$ komponenseinek m-ik tagját célszerűen egy

$$x_{m,n}(t) = x\left(t - \frac{n}{2B}\right) e^{jm \cdot 2\pi t \cdot 2B} \tag{7}$$

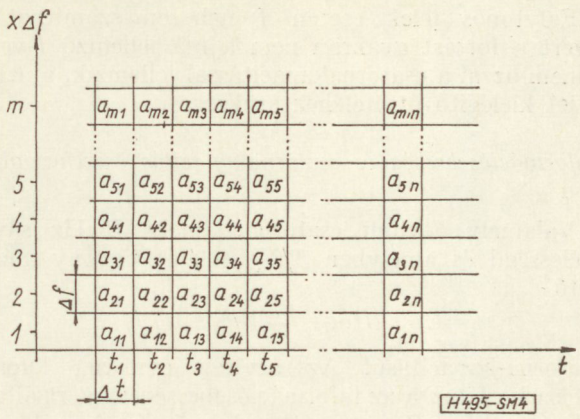
alakú egyenlettel határozhatjuk meg. Ennek birtokában a teljes jel az alábbi lesz:

$$u(t) = \sum_m \sum_n a_{m,n} x_{m,n}(t) \tag{8}$$

(8)-ban az m szerinti változás frekvenciában, az n szerinti pedig időben történő „kvantálást" jelent. $x_{m,n}(t)$ az $u(t)$ elemi komponensének tekintendő. Az elemi jelet úgy választjuk meg, hogy amplitúdója $\pm \frac{1}{2}\Delta t$ időn kívül elhanyagolható legyen és sávszélessége se haladjon meg egy $\Delta f = \alpha/\Delta t$ értéket. Célszerű, ha $\alpha = \Delta f \cdot \Delta t$ szorzat minél kisebb értékű. A 4. ábrán az $f - t$ síkon valamilyen hullámalak elemi jelek segítségével történő megadása látható.

A t_1 mintavételi időponthoz a a_{11}, a_{21}, a_{31} ... a_{m1} adatkészlet tartozik. A a_{ik} adattal egyetlen elemi jel amplitúdóját adjuk meg. Az elemi jelek közepes frekvenciái $\alpha/\Delta t$, $2\alpha/\Delta t$ ... $m\alpha/\Delta t$, értékűek és a sávszélesség $\alpha/\Delta t$. A T ideig tartó jel megadása a teljes A mátrix segítségével történik.

Az elemi jelekkel történő leírás számos jelalaknál, így pl. beszédjelek esetén igen előnyösen használható. A felbontás után gyakorlatilag az az eredmény adódik, az A matrix elemeinek túlnyomó többsége zérus, vagy elhanyagolhatóan kis értékű. A beszédjel ezek szerint viszonylag kevés számú adattal jellemezhető és ez a tény a jel átvitelénél igen jól felhasználható.



4. ábra

Jelalak és információtartalom

A modern információelmélet szerint az átvitelre kerülő közlemények véges készletet alkotnak. A hír úgy jön létre, hogy a közleményforrás a készlet elemeit egymás után választja ki. A közlemények átlagos előfordulási valószínűsége a forrásra jellemző érték. Az információ mérőszámaként az információ egy elemének biztos megjelöléséhez átlagosan szükséges elemi döntések -*bit*-ek számát-adjuk meg. Ha ezt a számot megszorozzuk a másodpercenként leadott közlemény-elemek számával, akkor az I információsebességet kapjuk, amelynek dimenziója *bit/sec*.

I a közleményforrásra jellemző érték. Kiszámítása általában csak olyan forrás esetén egyszerű, amely diszkrét szimbólumokat (pl. távírójeleket) szolgáltat.

Folytonos hullámalak esetén meg kell állapítani azon adatok számát, amelyekkel az adott hullámalak jellemezhető. Erre a célra az előbb leírt jelábrázolási módszerek jól felhasználhatók. Ezek szerint valamely teljes hullámalak $2\,TB$ számú adattal jellemezhető, így 1 sec. alatt tehát $2\,TB/T = 2\,B$ adat közlése szükséges. Ez a szám már egyenesen arányos az információsebességgel. I pontos ismeretéhez azonban még arra is szükség van, hogy egy-egy adat hány értékes számjegyet tartalmaz, azaz milyen pontosan jellemzi $u(t)$-t.

A vevő oldalon nem tudjuk az eredeti u jelet végtelenül pontosan előállítani, de többnyire nincs is szükség a pontosság minden határon túl történő fokozására. Mindig létezik ugyanis olyan kis amplitúdóváltozás, amelyet a vevő már nem képes érzékelni, illetve amelynél az átvitel folyamán a jelre szuperponálódó zajok amplitúdója nagyobb. Az amplitúdó reprodukálás pontosságát az egymástól megkülönböztetendő diszkrét amplitúdó szintek számával, s-sel adjuk meg. Minthogy az információ mérésénél bináris mértékegységet használunk, ezért célszerű s-et kettes számrendszerben megadni. Az információsebességet ezek után analóg jel esetén is megadhatjuk az

$$I = 2\,B \log_2 s \;\; bit/s$$

összefüggéssel. ($\log_2 s$ jelenti azon bináris számjegyek számát, amellyel az s megadható.)

Folytonos jelek esetén I nehezen számítható. Ezért a forrást gyakran nem a reá jellemző I-vel, hanem azzal a csatornakapacitással jellemzik, amely a jel kielégítő átviteléhez szükséges.

Információsebesség és csatornakapacitás összehasonlítása

Valamely átviteli csatorna, amely B Hz sávszélességű és amelyben S/N_{cs} jel/zaj viszony mérhető

$$C = B \log (1 + S/N_{cs}) \; bit/s$$

csatorna-kapacitású. Az átviteli csatorna kapacitása korlátozza az információsebességet, mert általában az $I < C$ egyenlőtlenség mindig fennáll.

I és C összehasonlítása azonban sokszor meglepő eredményeket szolgáltat. A vizsgálatoknál rendszerint az derül ki, hogy a csatorna kapacitását nagyon rosszul használjuk ki. Példaképpen számítsuk ki beszédjel esetén a beszédcsatorna kapacitását és — különféle szempontok figyelembevételével — az I lehetséges értékeit.

A tapasztalat szerint a beszédhang kielégítő átviteléhez szükséges csatorna kapacitása: ($B = 3400 - 300 = 3100$ *Hz* és $S/N_{cs} = 30$ dB)

$$C = 31\,000 \; bit/s$$

A beszédjel sajátságos struktúráját vizsgálva azonban — pl. a 4. ábra szerinti jelábrázoló módszer segítségével — az információsebesség mindössze

$$I_1 = 5000 - 6000 \; bit/s\text{-ra}$$

adódik. (Ez az információsebesség elegendő a beszédjel teljesen pontos átviteléhez.)

Ha a beszédjelet tovább vizsgáljuk, kiderül, hogy az érthetőség szempontjából néhány különösen fontos frekvenciakomponens — formáns hangok — átvitele többnyire kielégítő. Ezzel számolva,

$$I_2 = 1000 - 1500 \; bit/s$$

információsebesség esetén már érthető beszédet kapunk.

A beszédjel írásban is rögzíthető gondolati tartalma

$$I_3 = 25 - 50 \; bit/s$$

információsebességet ad. (Itt azonban a hang egyéni jellegzetességei már nem vihetők át.)

C és I_1, I_2, I_3 összehasonlítása azt mutatja, hogy a beszédjelek a csatornakapacitást rendre csak 0,16 — — 0,20, 0,03 — 0,02, 0,0016 — 0,001 arányban használják ki!

Ezek a számok kellően indokolják, hogy mennyire lényeges a forrásjel vizsgálata, átalakítása, kódolása. Ezen vizsgálatok esetén az elérendő cél általában a gazdaságos jelátvitel, a csatorna jobb kihasználása, amivel a meglevő hírközlő hálózatokon átvihető információmennyisége megnövelhető.

Az átviteli hibák csökkentésének módja

A jelek kutatásának előbb vázolt iránya mellett nem hanyagolható el egy másik feladatkör sem. Napjainkban rendkívüli mértékben megnőtt az adatok átvitele iránti igény. Az adatátvitelnél azonban nagyságrendekkel nagyobbak a pontossági követelmények, mint pl. kép- vagy beszédjel átvitele esetén. A kis hibájú átvitel jó csatorna alkalmazásával (vagy igen kis információsebesség mellett) általában megoldható. Új, jó minőségű csatorna létesítése és fenntartása azonban igen költséges. Ennek következtében előtérbe kerültek azok a megoldások, amelyek a meglevő csatornákon is gyors és pontos adatátvitelt biztosítanak.

Shannon kimutatta, hogy zajos csatornán történő átvitel esetén előállíthatók olyan jelek, amelyek alkalmazásával az információsebesség tetszés szerint megközelítheti a csatorna kapacitást és eközben a hibásan átvitt jelek száma előírtan kis szint alatt marad. Ez a tétel képezi az alapját a jel kutatás másik fő ágának, amely a hibátlan átvitellel foglalkozik. (Az előbbi tétel ugyanis csak a kódolás lehetőségét mondja ki, de nem ad utalást a megvalósítás módjára.) Éppen ezért nagyszámú olyan kódrendszer alakult ki, amelyek az elméleti határt többé-kevésbé megközelítik. De ezek között leginkább csak a digitális — többnyire bináris — források kódolása tekinthető megoldottnak.

A kódoló eszközökkel mindig valamilyen adott jel és csatorna közötti illesztést (I és C illesztését) igyekeznek megoldani. A tervezésnél figyelembe kell venni az alábbi kiinduló adatokat:

a) az adott csatorna zajviszonyait (impulzusszerű zajok, fehér- vagy színes zaj különféle statisztikus átlagértékeit),

b) a csatorna átviteli paramétereinek változásait,

c) a közleményforrás információs jellemzőit (entrópiát, redundanciát és ezek változásait),

d) az átvitel minőségi előírásait.

A csökkentett hibaarányú adás egyik módja — amely analóg csatornákban is alkalmazható — a közlemény többször történő adása (*diversity adás.*) Egy másik eljárás — csak bináris jelek esetén — azt az utat követi, hogy a kódoló az információs impulzusok mellé bizonyos szabály szerint ellenőrző *(paritás)* impulzusokat kever. Bár mindkét módszer esetén az információ sebessége a kódolatlan adáshoz képest csökken, az átviteli hibaarány sokszorosan kisebb értékű lesz.

Az alábbi táblázat szemléletes képet nyújt a kódolatlan, valamint az idő-diversity és hibajavító kódot alkalmazó rendszerekkel elérhető adóteljesítmény csökkenés, ill. hibaarány javulás lehetőségeiről.

A táblázatban használt jelölések:

E a jel energiája,

N_0 az egységnyi sávszélességre jutó zajteljesítmény,

p az átviteli hiba valószínűsége,

N a kódoló által kiadott jelcsoportok (kódszavak) hosszúsága *bit*-ben,

M az N hosszúságú jelcsoport információs bitjeinek száma ($N - M$ a paritás bitek száma).

Relatív információ sebesség	Adás módja	A vevő bemenő jel/zaj viszonya E/N_0 dB-ben	
		$p = 10^{-6}$	$p = 10^{-9}$
1	Kódolatlan adás	60	90
0,5	Kettős diversity	32,5	47,5
	$N = 100$, $M = 50$	16	18,5
	$N = 200$, $M = 100$	14	15,5
0,3	Hármas diversity	23,5	33,3
	$N = 100$, $M = 34$	13	15
	$N = 200$, $M = 67$	12	13

A jelek helyes megválasztásával a táblázat szerint az adóteljesítmény olyan csökkentése érhető el, amely sok esetben kifizetődővé teheti a viszonylag bonyolult kódoló-dekódoló eszközök használatát.

IRODALOM

1. *R. M. Lerner:* Representation of Signals,
2. *R. M. Lerner:* Design of Signals,
3. *P. Elias:* Coding and Decoding,
4. *R. M. Fano:* Conclusions. Fenti cikkek Baghdady: Lectures on Communication System Theory c. könyvének 10., 11., 13., és 23. fejezetei.
5. *D. Gabor:* Theory of Information J. Inst. Elec. Eng. pt. III. Vol. 93. pp. 429—447. Nov. 1946.
6. *Goldman:* Information Theory.

15 éves a TKI

Hazánk felszabadulásának 20. évfordulójával együtt ünnepelte a Távközlési Kutató Intézet megszervezésének 15. évfordulóját. Az Intézet, mely időközben az ország egyik legnagyobb ipari kutatóintézetévé fejlődött, megteremtette Magyarországon a mikrohullámú technikát és mind a berendezések, mind a méréstechnika és műszerek tekintetében kimagasló eredményeket ért el.

Az Intézet tudományos munkásságáról ez év szeptemberében tudományos ülésszakon számolnak be, melyet lapunkban részletesen ismertetni fogunk.

Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1966. április 19—22 között rendezi meg a

HARMADIK MIKROHULLÁMÚ ÖSSZEKÖTTETÉSEK KOLLOKVIUMOT

A kollokviumon a mikrohullámú hírközléssel kapcsolatos, következő témakörökben lehet előadásokkal jelentkezni: hírközléselmélet, mikrohullámú technika, hálózatelmélet, mikrohullámú elektronika, rendszer mérések.

Az előadások 200—300 szavas rövid összefoglalóját magyar, angol és orosz nyelven 1965. október 15-ig kell a Kollokvium titkárságára beküldeni (Híradástechnikai Tudományos Egyesület, Technika Háza, Bp., V. Szabadság-tér 17). A beküldött előadások elfogadásáról az előadásra jelentkezők értesítést kapnak.

Az elfogadott előadások beküldési határideje 1966. január 15.

ACTA IMEKO 1964

A stockholmi Nemzetközi Mérés- és Műszertechnikai Konferencia (IMEKO III) tudományos előadásai és vitaanyaga az eredeti nyelveken, angol, német és orosz kivonatokkal ACTA IMEKO 1964. címen megjelent.

A 2000 oldalas, 800 ábrával illusztrált, 4 kötetes mű a mechanikai, villamos, hőtechnikai, fiziko-kémiai, elektronikus és folyamatszabályozási mérés- és műszertechnika legújabb eredményeit tartalmazza.

A 4 kötet ára vászonkötésben 475.— Ft, korlátozott példányszámban megrendelhető a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesületnél Budapest V., Szabadság-tér 17.

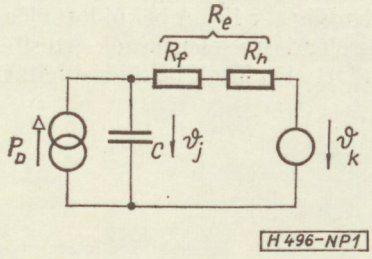
NAGY PÉTER
Budapesti Műszaki Egyetem
Vezetéknélküli Híradástechnika Tanszék

Félvezetők hőmegfutása

ETO 621.382 : 536.495

Félvezető eszközeink széleskörű felhasználása szükségessé tette a félvezetős áramkörök beható elméleti vizsgálatát. Jelen cikkünkben a főleg félvezető eszközökre veszélyes hőmégfutás áramköri vonatkozásait vesszük vizsgálat alá. A hőmegfutás vagy „hőhalál" jelensége rendszerint úgy játszódik le, hogy egy ϑ_{kk} kritikus környezeti hőmérsékleten a félvezető eszköz ϑ_j réteg hőmérséklete minden külső beavatkozás nélkül emelkedik, és amikor eléri a rétegre maximálisan megengedett $\vartheta_{j\max}$ értéket a félvezető eszköz tönkremenetelét okozza.

A jelenség matematikai leírásához vegyük szemügyre a félvezető eszköz hűtőtechnikai modelljét. Első közelítésben tételezzük fel, hogy a félvezető eszköz rétegén keletkező P_D hőteljesítmény független a réteghőmérséklettől. Analógia alapján kimutatható, hogy a hőteljesítmény az áramnak, a hőmérséklet a feszültségnek, a hőellenállás a villamos ellenállásnak felel meg. A hőtechnikai áramkört az 1. ábra szemlélteti, ahol P_D a hőáramgenerátor forrásárama; ϑ_j a réteg hőmérséklete (hőpotenciálja); ϑ_k a környezet hőmérséklete; R_f a félvezető rétege és a ház felülete közötti hőellenállás; R_h a hűtő felület (ha nincs hőborda, a ház) és a környezet közötti hőellenállás. Meg kell jegyezni, hogy mind a két hőellenállás függ a helyi hőmérséklettől, azaz potenciál függő nemlineáris ellenállás, azonban a szokásos hőmérséklet tartományban bátran tekinthetjük állandónak, mert a változás mindössze néhány százalékot tesz ki.



1. ábra. Félvezető eszközök hőtechnikai modellje

Az 1. ábrán levő kapcsolás alapján állandósult esetre felírhatjuk, hogy

$$\vartheta_j = (R_f + R_h) P_D + \vartheta_k = R_e P_D + \vartheta_k. \qquad (1)$$

Most tételezzük fel, hogy a réteg hőmérséklet megnő $\Delta\vartheta_j$-vel, mert a teljesítmény előzőleg kismértékben megnőtt. Ez a $\Delta\vartheta_j$ hőmérséklet növekedés további ΔP_D teljesítmény növekedést okoz. Ha ez a ΔP_D nagyobb hőmérséklet növekedést vált ki, mint a $\Delta\vartheta_j$ volt, akkor a ϑ_j hőmérséklet láncreakció szerűen tovább nő. Tehát a stabil működés feltétele az, hogy

$$\Delta P_D R_e < \Delta\vartheta_j, \qquad (2)$$

aminek a teljes környezeti hőmérséklet tartományban fenn kell állni. Rendezzük át a (2) egyenlőtlenséget és térjünk át differencia hányadosról differenciál hányadosra:

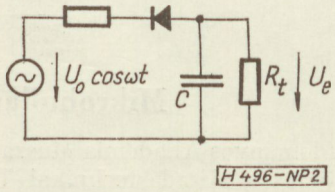
$$\frac{dP_D}{d\vartheta_j} < \frac{1}{R_e} \qquad (3)$$

Feltételezésünk szerint a P_D disszipáció teljesítmény csak a réteg visszáramán keresztül függ a réteghőmérséklettől, és ilyen alapon felírhatjuk, hogy stabil működés esetén

$$\frac{dP_D}{d\vartheta_j} = \frac{\partial P_D}{\partial I_0} \cdot \frac{dI_0}{d\vartheta_j} < \frac{1}{R_e} \qquad (4)$$

ahol I_0 a réteg visszáramát jelenti.

Vizsgáljuk meg, hogy milyen követelmények állnak fenn adott kapcsolásokkal szemben a (4) egyenlőtlenség kielégítésekor.



2. ábra. Félvezető diódás egyenirányító

Félvezető diódás egyenirányító villamos helyettesítő kapcsolását a 2. ábra mutatja. A diódán elvesző teljesítmény két részből tevődik össze. Egyrészt nyitási időtartam alatt jön létre veszteség:

$$P_{D1} \cong I^2_{\text{csúcs}} \cdot R_E \cdot \frac{\alpha}{2\pi}, \qquad (5)$$

itt $I_{\text{csúcs}}$ az egyenirányítón folyó csúcsáram, R_E a dióda nyitó irányú ellenállása, α a folyási szög.

Az (5) egyenletből kitűnik, hogy ez a teljesítmény független a réteghőmérséklettől (R_E hőmérséklet függésétől eltekintünk), így a réteghőmérséklet szerinti differenciál hányadosa is nulla. Ennek ellenére a megfutásra közvetett úton erős befolyással van.

Abban az időtartományban, amikor a dióda zár, a diódában levő feszültségtől független nagyságú I_0 visszáram folyik, és az elvesző teljesítmény:

$$P_{D2} = \frac{1}{T} \int_{+\frac{\alpha T}{2\pi}}^{T\left(1-\frac{\alpha}{2\pi}\right)} I_0 (U_e - U_0 \cos\omega t) dt \cong$$

$$\cong I_0 U_e \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin\alpha}{\pi\cos\alpha}\right) \cong I_0 U_e \qquad (6)$$

A teljes disszipációs teljesítmény

$$P_D = P_{D1} + P_{D2} = I^2_{\text{csúcs}} R_E \cdot \frac{\alpha}{2\pi} + U_e I_0 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin\alpha}{\pi\cos\alpha}\right) \quad (7)$$

meghatározza a réteghőmérsékletet:

$$\vartheta_j = P_D R_e + \vartheta_k = R_e \left[I^2_{\text{csúcs}} R_E \cdot \frac{\alpha}{2\pi} + U_e I_0 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right)\right] + \vartheta_k. \quad (8)$$

Vegyük tekintetbe, hogy az I_0 visszáram exponenciálisan függ a réteghőmérséklettől:

$$I_0(\vartheta_j) = I_0(\vartheta_{j1}) \exp . \left[\frac{U_1}{TU_2}(\vartheta_j - \vartheta_1)\right], \quad (8a)$$

ahol ϑ_{j1} az a réteg hőmérséklet ami mellett $I_0(\vartheta_{j1})$ visszáramot mérték, rendszerint $\vartheta_{j1} = +25$ C°; T a réteg hőmérséklete K°-ban. $\frac{U_1}{TU_2} = \frac{1}{10\ \text{C°}}$ — germánium diódára; $\frac{U_1}{TU_2} = \frac{1}{6{,}7\ \text{C°}}$ — szilícium diódára.

Behelyettesítve (8a)-t a (8)-ba exponenciális egyenletet kapunk ϑ_j-re nézve, aminek a megoldása csak akkor értelmezhető, ha a (4) egyenlőtlenség is ki van elégítve:

$$\frac{dP_D}{d\vartheta_j} = U_e \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right] \frac{1}{10\ \text{C°}} I_0(\vartheta_{j1}) \exp \cdot \frac{\vartheta_j - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}} < \frac{1}{R_e} \quad (9)$$

a legnagyobb ϑ_j értékre is, amely a

$$\vartheta_j = R_e \left\{ I^2_{\text{csúcs}} R_E \cdot \frac{\alpha}{2\pi} + U_e \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right] I_0(\vartheta_{j1}) \cdot \exp . \left[\frac{\vartheta_j - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}}\right]\right\} + \vartheta_k \quad (10)$$

exponenciális egyenlettel adott. Fenti egyenlet megoldásához nyújt segítséget a 3. ábrán bemutatott diagram, mely megadja a félvezető rétegnek a környezeti hőmérséklethez vett hőmérséklet növekedését az

$$a = R_e U_e \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right] I_0(\vartheta_{j1}) \exp . \frac{\vartheta_k - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}} \quad (11)$$

és a

$$b = R_e R_E\, I^2_{\text{csúcs}} \frac{\alpha}{2\pi} \quad (12)$$

mennyiségek függvényében. A diagramon szaggatott vonallal feltüntettük a (9) egyenlőtlenséget is, csak a szaggatott vonal alatt marad stabil a rendszer.

Egy számpéldán mutatjuk be a diagram használatát.

1. Példa Határozzuk meg, hogy stabil-e egyetlen SiEk-7 típusú diódával épített egyenirányító, mely 220 V-os váltakozó áramú hálózatról 360 mA egyenáramot szolgáltat. További adatok: $\frac{\alpha}{\pi} = 0{,}2$; $I_0(25\ \text{C°}) = 10\ \mu\text{A}$; a környezeti hőmérséklet $\vartheta_k = +35$ C°; hűtőfelület nélkül $R_e = 150\ \frac{\text{C°}}{\text{W}}$; $R_E = 0{,}1$ ohm. A fenti adatok alapján $I_{\text{csúcs}}$ meghatározható

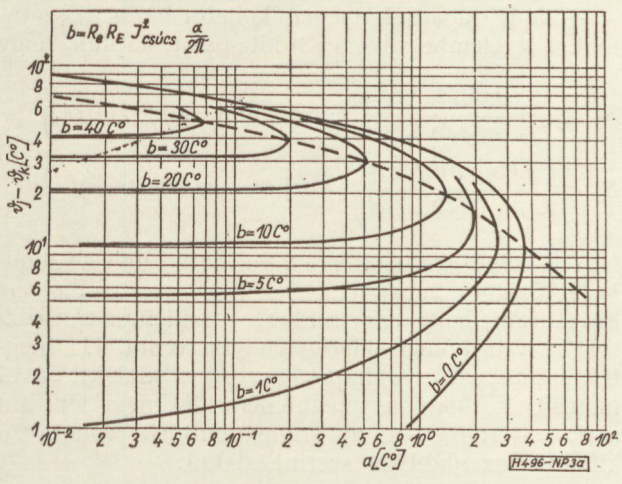
$$I_{\text{csúcs}} = I_e \frac{\pi^2}{2\alpha} = 360 \cdot \frac{\pi}{20{,}2} = 2{,}8\ \text{A}.$$

Számítsuk ki a és b értékét:

$$a = 150 \cdot \sqrt{2} \cdot 220 \cdot 0{,}81 [1 - 0{,}2 + 0{,}231] \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot \exp \cdot \frac{35 - 26}{6{,}7} = 1{,}76\ \text{C°}$$

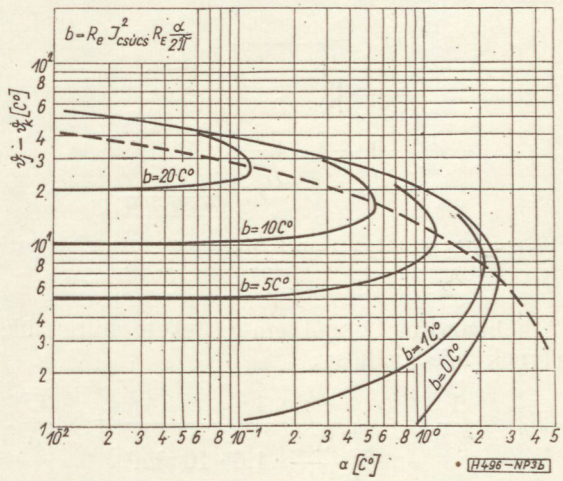
$$b = 150 \cdot 0{,}1 \cdot 2{,}8^2 \frac{0{,}2}{2} = 11\ \text{C°}$$

A hőmérséklet diagramból kitűnik, hogy a dióda megfut. Stabillá tehető a kapcsolás, ha például az



3a ábra. Réteghőmérséklet diagram germániumra

$$a = R_e U_0 \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right] I_0(\vartheta_{j1}) \exp \frac{\vartheta_k - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}}$$



3b ábra. Réteghőmérséklet diagram szilíciumra

$$a = R_e U_0 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\pi}\right) I_0(\vartheta_{j1}) \exp \frac{\vartheta_k - \vartheta_{j1}}{6{,}7\ \text{C°}}$$

R_e hőellenállást a harmadára csökkentjük. Ekkor $a = 0{,}6$ C° és $b = 3{,}9$ C°. A diagramból kitűnik, hogy ekkor $\vartheta_j = 35 + 4 = 39$ C°, és a dióda $\vartheta_{kk} = 35 + 10 = 45$ C° környezeti hőmérsékleten válik instabillá.

Hozzávetőlegesen határozzuk meg a hűtőfelület méreteit. A hűtőfelület igényelt hőellenállása

$$R_h = \frac{R_e \cdot \frac{R_e}{3}}{R_e - \frac{R_e}{3}} = \frac{R_e}{2} = 75\ \frac{\text{C°}}{\text{W}}$$

kell legyen. A függőlegesen álló fekete színű hűtőlemez felülete:

$$A = \frac{1}{\alpha_e \cdot R_h} \cong \frac{1}{10\frac{\text{W}}{\text{C° m}^2} \cdot 75\frac{\text{C°}}{\text{W}}} = 1{,}3 \cdot 10^{-3}\text{m}^2 =$$

$$= 13\ \text{cm}^2(3{,}6 \cdot 3{,}6\ \text{cm})$$

2. példa

Méretezzünk egyenirányító kapcsolást GDK-5 típusú germánium diódával. Adatok: $U_e = 170$ V; $I_e = 100$ mA; $\frac{\alpha}{\pi} = 0{,}25$; $R_E = \frac{0{,}3}{0{,}1} = 3\Omega$; $I_0(25\ \text{C°}) = 30\ \mu\text{A}$; $\vartheta_{kmax} = +40$ C°; hűtőfelület nélkül $R_e = 130\frac{\text{C°}}{\text{W}}$,

A váltakozó feszültség amplitúdója:

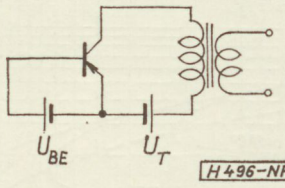
$$U_0 = \frac{U_e}{\cos\alpha} = \frac{170}{\cos 45°} = 240\ \text{V};$$

és a további adatok

$$I_{\text{csúcs}} = I_e \frac{\pi^2}{2\alpha} = 100 \cdot \frac{\pi}{2 \cdot 0{,}25} = 630\ \text{mA}$$

$$a = 3{,}2\ \text{C°}$$

amiből kitűnik, hogy terhelés nélkül ($b = 0$) is alig stabil a kapcsolás.



4. ábra. „A" osztályú tranzisztoros végerősítő helyettesítő képe

Alkalmazzunk 2×4 cm-es fekete hűtőfelületet, melynek hőellenállása:

$$R_h = \frac{1}{\alpha_e A} = \frac{1}{10\frac{\text{W}}{\text{m}^2\ \text{C°}} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-3}\text{m}^2} = 62\ \frac{\text{C°}}{\text{W}} \cdot$$

Az eredő hőellenállás jó közelítéssel a két ellenállás párhuzamos eredője:

$$R_e = R'_e \times R_h = 130 \times 62 = 42\ \text{C°/W}.$$

A további adatokat sorrendben közöljük:

$$a = 1{,}05\ \text{C°};\ b = 6{,}3\ \text{C°};\ \vartheta_j = 50\ \text{C°};\ \vartheta_{k\,\text{krit}} = 48\ \text{C°}.$$

„A" osztályú tranzisztoros végerősítő egyszerűsített kapcsolása a 4. ábrán látható. Vizsgáljuk meg, hogy milyen feltételek teljesítése esetén működik stabilan a kapcsolás. Alkalmazzuk a (3) kifejezést a 4. ábrán levő kapcsolásra. Esetünkben („A" osztályú beállítást vizsgálunk) a disszipációs teljesítményt gyakorlatilag a kollektor teljesítmény adja:

$$P_D \cong U_{CE} I_C \cong U_T[I_C(\vartheta_{j1}) + S_I \Delta I_{CB0}] \quad (13)$$

ahol $I_C(\vartheta_{j1})$ — a ϑ_{kl} környezeti hőmérséklet mellett mért kollektoráram, U_T a telep feszültség. $S_I = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{CB0}}$ — a kapcsolás áramstabilitási tényezője; $\Delta I_{CB0} = I_{CB0}(\vartheta_j) - I_{CB0}(\vartheta_{j1})$ a kollektor-bázis visszáram megváltozása.

A (13) kifejezés ϑ_j szerinti differenciálhányadosát behelyettesítve a (3) kifejezésbe és figyelembe véve (8) kifejezést kapjuk, hogy

$$U_T S_I \frac{\partial I_{CE0}(\vartheta_j)}{\partial \vartheta_j} = U_T S_I \frac{U_1}{TU_2} I_{CE0}(\vartheta_{j1})$$

$$\exp \cdot \left[\frac{U_1}{TU_2}(\vartheta_j - \vartheta_{j1})\right] < \frac{1}{R_e} \quad (14)$$

Fenti kifejezésből

$$\left.\begin{aligned} S_I &< \frac{10\ \text{C°}}{U_T I_{CE0}|_{\max} \cdot R_e} \text{ germánium tranzisztorra} \\ S_I &< \frac{6{,}7\ \text{C°}}{U_T I_{CE0}|_{\max} R_e} \text{ szilícium tranzisztorra} \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Biztonsággal járunk el akkor, ha $I_{CE0}|_{\max}$ helyére a $\vartheta_{j\max}$ hőmérsékleten mért értéket helyettesítjük. Germánium tranzisztorra $\vartheta_{j\max} = +75$ C°, szilícium tranzisztorra $\vartheta_{j\max} = +120$ C°. A katalógusok $\vartheta_j = +25$ C°-ra adják meg a kolletor-bázis visszáramot. Figyelembe véve a (8) kifejezést, kapjuk, hogy

$$\left.\begin{aligned} S_I &< \frac{0{,}067\ \text{C°}}{U_T I_{CE0}(25\ \text{C°}) R_e} \text{ germánium tranzisztorra,} \\ S_I &< \frac{5{,}05 \cdot 10^{-6}\ \text{C°}}{U_T I_{CE0}(25\ \text{C°}) R_e} \text{ szilícium tranzisztorra.} \end{aligned}\right\} (16)$$

A szilícium tranzisztorra vonatkozó kifejezés rendkívül szigorú megkötést jelent S_I-re, amiből az következik, hogy nem célszerű a szilícium tranzisztort a határhőmérsékletig igénybe venni. Ha megfelelő hűtéssel és a kapcsolás helyes kialakításával biztosítjuk, hogy a réteghőmérséklet nem lépi túl a $\vartheta_j = +100$ C°-ot, az áramstabilitásra vonatkozó kifejezés az alábbiak szerint alakul:

$$S_I < \frac{9{,}2 \cdot 10^{-5}}{U_T I_{CB0}(25\ \text{C°}) \cdot R_e} \text{ szilicium tranzisztorra.}$$

3. példa

Határozzuk meg, hogy OC 1016 tranzisztorral épített A osztályú végerősítőben mekkora áramstabilitási tényezőt kell létrehozni, hogy a tranzisztor stabilan üzemeljen. Adatok: $U_T = U_{CE} = 10$ V; $I_C = 0{,}5$ A; $\vartheta_{k\max} = +35$ C°; $R_e = 5$ C°/W($R_h = 2$ C°/W); $I_{CB0}(25\ \text{C°}) = 100\ \mu$A. Használjuk fel a (16) képletet:

$$S_I < \frac{0{,}067\ \text{C°}}{U_T I_{CE0}(25\ \text{C°}) R_e} = \frac{0{,}067}{10 \cdot 10^{-4} \cdot 5} = 13{,}3$$

Most pedig ellenőrizzük, hogy a tranzisztor hőmérséklete nem lépi-e túl a rétegre megengedett hőmérsékletet. Biztonsággal járunk el, ha ΔI_{CE0} helyett $I_{CB0}|_{\max}$-ot helyettesítünk. Ekkor

$$\vartheta_j < R_e U_T \left[I_C + S_I I_{CB0}(\vartheta_{j1}) \exp \frac{\vartheta_{j\max} - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}} \right] +$$

$$+ \vartheta_{k\max} = 5 \cdot 10 \left[0{,}5 + 13{,}3 \cdot 10^{-4} \exp \frac{75 - 25}{10} \right] +$$

$$+ 35 = 70\ \text{C°} < \vartheta_{j\max}$$

4. példa

Vizsgáljuk meg, hogy BCZ 10 típusú szilícium tranzisztorral épített középfrekvenciás erősítő stabilan működik-e az alábbi kapcsolásban. Adatok: $S_I = 10$; $U_{CE} = 6$ V; $I_C = 1$ mA; $R_e = 0{,}35$ C°/mW; $I_{CB0}(25\ \text{C°}) = 0{,}001\ \mu$A; $\vartheta_{k\max} = +70$ C°.

$$S_{I\,\text{üks}} < \frac{9{,}2 \cdot 10^{-5}}{U_T I_{CB0}(25\ \text{C°}) R_e} = \frac{9{,}2 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-9} \cdot 3{,}5 \cdot 10^2} = 44$$

$$\vartheta_j \leq R_e U_T \left[I_C + S_I I_{CE0}(\vartheta_{j1}) \exp \frac{\vartheta_j - \vartheta_{j1}}{6{,}7\ \text{C°}} \right] + \vartheta_{k\max} =$$

$$= 3{,}5 \cdot 10^2 \cdot 6 \left[10^{-3} + 10 \cdot 10^{-9} \exp \frac{100 - 25}{6{,}7} \right] +$$

$$+ 70 = 73{,}6\ \text{C°} < 100\ \text{C°}.$$

Fentiek alapján kimondhatjuk, hogy az áramkör stabil.

„B" osztályú tranzisztoros végerősítő a hőmegfutást illetően másként viselkedik, mint az „A" osztályú, mert legnagyobb disszipációs teljesítmény nem kivezérlés nélkül lép fel. Amennyiben a terhelő ellenállás (R_l)

$$R_l \leq 1{,}75\ R_h, \tag{17}$$

R_h határellenállásnál,

a legnagyobb disszipációs teljesítmény maximális kivezérlésnél van. Ha a (17) egyenlőtlenség nem áll fenn, maximális disszipáció közbeeső kivezérlésnél lesz. Jelöljük a maximális disszipációs teljesítményhez tartozó feszültség kivezérlést γ-val:

$$\gamma = \frac{U_{C1m}}{U_{CE}} = \frac{I_{C1m} R_l}{U_{CE}} \tag{18}$$

Ekkor egy tranzisztoron elvesző maximális teljesítmény:

$$P_D = \frac{1}{2}(P_T - P_v)_{\max} + \frac{1}{T} \int_0^T I_{CE0}(\vartheta_j)(U_{CE} +$$

$$+ \gamma\ U_{CE} \sin \omega t) dt = P_{dM} + I_{CE0}(\vartheta_j) U_{CE}, \tag{19}$$

ha feltételezzük, hogy I_{CE0} független az U_{CE} feszültségtől, és a γ feszültség kivezérlés független a réteghőmérséklettől. Disszipáció korlátozást figyelembe véve felírjuk a P_D teljesítményt:

$$P_D = \frac{1}{4} I_{c1m}^2 R_l + U_{CE} I_{CB0}(\vartheta_j) \tag{20}$$

ahol, $I_{c1m} = \frac{2}{\pi} \frac{U_{CE}}{R_l}$. Fenti (20) kifejezésünk alakilag hasonló a (7) egyenlethez ezért a 3. ábrán közölt diagramok használhatók csak

$$\left.\begin{aligned} a &= R_e U_{CE} \cdot I_{CB0}(\vartheta_{j1}) \exp \cdot \frac{\vartheta_k - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}} \\ b &= \frac{R_e}{4} I_{C1m}^2 R_l = \frac{R_e}{\pi^2} \frac{U_{CE}^2}{R_l} \end{aligned}\right\} \tag{21}$$

mennyiségekkel kell a számolást elvégezni.

5. példa

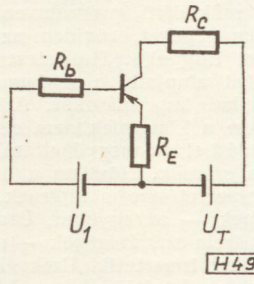
Számítsuk ki mekkora az OC 1072 típusú germánium tranzisztorok réteghőmérsékletét „B" osztályú erősítő kapcsolásban, ha $R_l = \frac{R_{cc}}{4} = 100\ \Omega$; $U_{CE} = 10$ V; $R_e = 0{,}4$ C°/mW; $\vartheta_{k\max} = +35$ C°; $I_{CB0}(25\ \text{C°}) = 10\ \mu$A. A példa adataiból kitűnik, hogy disszipáció korlátozás esete áll fenn, tehát

$$a = R_e \cdot U_{CE} I_{CB0}(\vartheta_{j1}) \exp \cdot \frac{\vartheta_{k\max} - \vartheta_{j1}}{10\ \text{C°}} =$$

$$= 4 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-5} \exp \cdot \frac{35 - 25}{10} = 0{,}11\ \text{C°}$$

$$b = \frac{R_e}{\pi^2} \frac{U_{CE}^2}{R_l} = \frac{4 \cdot 10^2}{\pi^2} \cdot \frac{10^2}{10^2} = 40\ \text{C°}.$$

A 3. ábrán látható diagramból azonnal kitűnik hogy a tranzisztor megfut. Ezellen többféleképpen is védekezhetünk. Leghatásosabb a hűtőfelület alkalmazása, vagy a visszáramra való válogatás.



5. ábra. Tranzisztoros RC feszültségerősítő egyszerűsített rajza

Tranzisztoros RC erősítő egyszerűsített kapcsolását az 5. ábrán mutatjuk be. A kollektor körben

$$I_C \cong I_E \cong I_C(\vartheta_{j1}) + S_I \Delta I_{CB0} \tag{22}$$

nagyságú áram folyik, míg a tranzisztoron elvesző hőteljesítmény

$$P_d \cong U_{CE} \cdot I_C = [U_T - I_C(R_E + R_C)]I_C \quad (23)$$

kifejezéssel adható meg. Figyelembe véve az „A" osztályú végerősítőnél tett elhanyagolásokat, a (8a) és (4) képleteket, felírhatjuk, hogy

$$S_I\{U_T - 2(R_E + R_C)[I_C(\vartheta_{j1}) + S_I I_{CE0}|_{\max}]\} < \begin{cases} < \dfrac{10\ \text{C}^\circ}{R_e I_{CB0}|_{\max}} & \text{germánium tranzisztorra} \\ < \dfrac{6{,}7\ \text{C}^\circ}{R_e I_{CB0}|_{\max}} & \text{szilícium tranzisztorra} \end{cases} \quad (24)$$

A (24) kifejezést S_I-re megoldva az alábbi képletet kapjuk:

$$S_I < \begin{cases} \dfrac{U_T - 2(R_E + R_C)I_C(\vartheta_{j1}) - \sqrt{[U_T - 2(R_E + R_C)I_C(\vartheta_{j1})]^2 - \dfrac{80(R_E + R_C)}{R_e}}}{4(R_E + R_C)I_{CE0}|_{\max}} & \text{germánium tr.} \\ \dfrac{U_T - 2(R_E + R_C)I_C(\vartheta_{j1}) - \sqrt{[U_T - 2(R_E + R_C)I_C(\vartheta_{j1})]^2 - \dfrac{53{,}5(R_E + R_C)}{R_e}}}{4(R_E + R_C)I_{CE0}|_{\max}} & \text{szilícium tr.} \end{cases} \quad (25)$$

6. példa

Határozzuk meg, hogy mekkora áramstabilitási tényezőt kell biztosítani BCZ10 típusú tranzisztorral épített erősítőben. Adatok: $U_T = 10$ V; $I_C(25\ \text{C}^\circ) = 1$ mA; $R_e = 0{,}35\ \text{C}^\circ/\text{mW}$; $I_{CEO}(25\ \text{C}^\circ) = 1$ nA; $\vartheta_{k\ \max} = +100\ \text{C}^\circ$; $R_E + R_C = 1\ \Omega$.

A (25) képlet alapján

$$S_I < \frac{10 - 2 \cdot 1 \cdot 1 - \sqrt{(10 - 2 \cdot 1 \cdot 1)^2 - \dfrac{53{,}5 \cdot 10^2}{3{,}5 \cdot 10^2}}}{4 \cdot 10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = \text{komplex szám.}$$

Ez azt jelenti, hogy tetszés szerinti S_I választható, a kapcsolásban szereplő tranzisztor nem futhat meg.

IRODALOM

1. *Dr. Barta István:* Rádiókészülékek és erősítők. Tankönyvkiadó Budapest 1963.
2. *Dr. Valkó Iván Péter:* Elektroncsövek és félvezetők I—II. (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó Budapest 1963.
3. *Dr. Komarik József:* Nemlineáris áramkörök (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó Budapest 1963.
4. *Dr. Almássy György:* Finommechanika II. (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó 1962.

KÖNYVISMERTETÉS

A. I. Kitov—N. A. Krinyickij:

Elektronikus digitális számítógépek és programozás (fordítás)

Akadémia Kiadó, 1964. Ára: 100 Ft (egészvászon kötés, 530 old.)

A könyv a diszkrét működésű, programvezérelt (számító és vezérlő) elektronikus gépeket, röviden az elektronikus digitális számítógépeket tárgyalja. Részletesen ismerteti a számítógépek aritmetikai alapjait, a matematikai logikát és az elektronikus logikai kapcsolásokat. A számítógépek szerkezetének ismertetése a könyvnek nem elsőrendű célja, ezért erre csak a működési elvek megvilágításához szükséges terjedelmet fordítják a szerzők. Röviden a digitális gépek fejlesztési irányainak ismertetésére is kitérnek, majd a legjelentősebb szovjet gépek — az egycímű Ural, a kétcímű M—3 és a hármcímű Sztrela számítógépek — programozásához szükséges tudnivalókat ismertetik. Ezeknek a fejezeteknek az áttanulmányozása a mű tulajdonképpeni fő témájának, a programozás kérdéseinek vizsgálatához nélkülözhetetlen.

A könyv második felében először a programozás alapjait és a kézi programozás módszereit tárgyalják a szerzők. Részletesen ismertetik a feladatok elektronikus digitális gépeken való megoldásának sajátosságait, majd e program logikai vázlatának átalakítási módszereit és a programozó programokat. A programozás módszereinek elsajátítását példák közlésével könnyítik meg a szerzők.

Végül a könyv összefoglalja az elektronikus digitális gépek alkalmazási lehetőségeit a műszaki kutatásban, az információk feldolgozásában, a gyártási folyamatok önműködő vezérlésében és egyéb érdekes területeken, mint például a gépi fordítás és gépi játékok (sakk stb.) területén.

A kötet végén Szelezsán János ismertetését találjuk az Ural-típusú számítógép továbbfejlesztett, bővített változatáról, a közepes teljesítményű Ural 2-ről.

A könyv a modern számítás- és irányítástechnika területén dolgozó, valamint a programozással foglalkozó szakemberek számára szinte nélkülözhetetlen, de haszonnal forgathatják a tudomány más területein dolgozó szakemberek, valamint a felsőéves egyetemisták is.

Balogh

KÁDÁR ÁGOSTON
Posta Kísérleti Intézet

Átviteli megbízhatóság vizsgálata a távíróhálózaton

ETO 621.394.74.019.3

1. Bevezetés

Az adatfeldolgozó berendezések fokozatos elterjedése az adatok begyűjtési idejének csökkentését teszi szükségessé. Az adatbegyűjtés kezdeti időszakában fellépő sebességigényt a távíróhálózat kielégíti. A kereskedelmi életben megkívánt írásos közlemény-átvitel újjáélesztette a távírót, amikor a távgépíró az írógéphez hasonló kezelést és írást, az automatizált távíróközpont pedig gyors összeköttetést biztosított az előfizetőknek. A távgépíróval ellátott és automatizált távíróhálózat néhány biztonsági szabály (pl. a számjegyek kétszeri adása) betartása esetén a minőségi igényeket kielégítette. Ennek fő oka a főként szöveges közleményekben rejlik, ugyanis a szó- és mondatérthetőség egy-egy tévesen érkezett betű következtében nem csökken. A gépíró hozzávetőleg 1000—1500 betűnként legalább egy leütést eltéveszt, ehhez képest az összeköttetésben fellépő hibák száma általában elhanyagolható. Az adatközlemények főként számjegyekből, betűcsoportokból, jelölésekből állnak, kevés bennük az „írott szöveg", a közleményben egy-egy tévesztés lényeges és legtöbbször közvetlenül fel sem ismerhető hibát okozhat, ezért az adatátvitel a távíróhálózattal szemben fokozott minőségi igényeket támaszt. A minőségi követelmények kielégíthetőségét az összeköttetések, illetve azok egyes részeinek, így végberendezések, központok, vonalak mérésével kell ellenőrizni.

A távírótechnika: digitális technika, s így rendelkezik az ilyen átviteli rendszerek kedvező tulajdonságaival (két állapotú jelzésrendszer, stb.) az átviteltechnika jól kidolgozott mérési módszerei azonban az egyetlen lényeges minőségi jellemzőre, az átviteli megbízhatóságra még hozzávetőleges következtetéshez sem nyújtanak elegendő támpontot. A távírótechnika számos torzítási fogalmat ismer és használ, ezek azonban főleg a torzítás valószínű keletkezési helyére utalnak, és nem arra, hogy hány hiba lép fel az átvitelben. Az adatátvitel ezért szükségessé tette az átviteli megbízhatóság definiálását, és a mérési módszerek kidolgozását.

2. Átviteli megbízhatóság

Meghatározások. Az átviteli megbízhatóság: két tévesen átvitt jel között tévesztésmentesen átvitt jelek statisztikai átlagszáma. (Igen hosszú jelsorozat jeleinek száma osztva a tévesztések számával.) A CCITT a távíróhálózat betűátviteli megbízhatóságára a $3{,}3 \cdot 10^4$ értéket ajánlja (F. 10. ajánlás); ugyancsak a CCITT közleményekből derül ki, hogy Európában a megbízhatóság általában az ajánlott érték alatt ($2—2{,}5 \cdot 10^4$) marad.

A hibaarány: az átviteli megbízhatóság reciproka, az adott hibaaránnyal jellemezett átvitel bármelyik jele téves vételének valószínűsége. (Igen hosszú jelsorozatoknál a tévesen vett jelek száma osztva az átvitt jelek számával.) A CCITT F. 10. ajánlása $3 \cdot 10^{-5}$ értéket javasolja betűkre vonatkoztatva. A gyakorlatban az átviteli megbízhatósággal szemben inkább a hibaarány használatos.

A hibaarány különböző fajtái: Elemijel-hibaarány. A nálunk is használt 50 Baud sebességű távírónak egy elemi jele 20 msec időtartamú jellemző állapot (pl. van áram, nincs áram stb.). A hibásan vett elemijelek számát osztva az átvitt elemijelek számával az elemijel-hibaarányt kapjuk. Szokás ezt még bit-hibaaránynak is nevezni. Kétállapotú rendszerben, ahol egy elemijel egy bit-információt hordoz, ez megengedhető.

Betű-hibaarány. (Betű: a legtágabb értelemben véve, vagyis minden betű, számjegy, írásjel, vagy egyéb funkcionális jel, pl. soremelő.) A tévesen vett, és az átvitt betűk aránya. Mivel egy betűt több elemi jel jellemez, pl. a távírónál 7,5 az elemijel-hibaarányból számított betű-hibaaránynál a tényleges betűhibaarány kedvezőbb. Egy betűn belüli több elemijel hiba is csak egy betűhibát jelent. Ezalól a start-stop rendszerű átvitel kivétel lehet, ugyanis egyetlen startimpulzus-hiba több hibás betűt is (átlag 6—7) eredményezhet.

Blokk-hibaarány. Valamely szempont szerint meghatározott számú betűcsoportot nevezünk blokknak. Hibavédelmi rendszereknél szokásos a blokkok kialakítása, ahol az alkalmazott védőjelek (paritás jel, összegjel, stb.) segítségével a blokkban fellépett hiba észlelhető, és a hibásan vett blokk újra-adása kérhető. A hibás betűt tartalmazó blokkok és az összes blokk aránya a blokk hibaarány.

Maradék-hibaarány a tetszőleges hibavédelem, vagy hibacsökkentő eljárás (error control) által fel nem fedett hibás jelek, és az összes jelek arányát jelenti.

Az adatfeldolgozó rendszerek rendeltetésüktől függően más-más igényt támasztanak az adatátvitellel szemben. Minimális követelménynek tekinthető a 10^{-5} nagyságrendű betűhibaarány (védelmi rendszer alkalmazása esetén a maradék betű-hibaarány). A távíróhálózatnál még az 1—2 nagyságrenddel jobb közepes minőségre is lehet számítani. Igen jó minőségű összeköttetések (10^{-9} nagyságrendben) általában csak különleges, nagysebességű berendezésekkel biztosíthatók.

Néhány mérési eredmény. Az alábbiakban tájékoztatásul néhány, az irodalomban közzétett mérési eredményt mutatunk be. Ezek a példák a hibaarányokról nyújtanak tájékoztatást, ugyanakkor a mérések során milliós nagyságrendben átvitt elemi jelek és betűk az átviteli megbízhatóság, illetve hibaarány statisztikai jellegét is erősen kihangsúlyozzák.

Az Angol Posta több csoportban végzett méréseket, ezek eredményei:

— Az automata távíróhálózat 3—4 sorbakapcsolt áramkörén átvitt 18,8 millió elemijelben 212 hibát észleltek, az elemijel-hibaarány $1{,}1 \cdot 10^{-5}$.

— Ugyancsak az automata távíróhálózat 3—4 sorbakapcsolt áramkörén átvitt 2,28 millió betűben 98 hibás betűt észleltek, a betű-hibaarány $4{,}3 \cdot 10^{-5}$.

— Nemzetközi magántávíróösszeköttetésen (két nemzetközi, két belföldi áramkör sorbakötve 1080 mérföld) 8—16 óra között mérve $8{,}2 \cdot 10^{-6}$ elemijel-hibaarányt és $8{,}8 \cdot 10^{-6}$ betű-hibaarányt észleltek.

— Ugyanezen mérést két nemzetközi és négy belföldi áramkörön (1360 mérföld) is elvégezték, amikor is $3{,}1 \cdot 10^{-5}$ elemijel-hibaarányt és $6{,}3 \cdot 10^{-5}$ betű-hibaarányt mértek.

— A telex hálózaton 2, 3, illetve 4 sorbakapcsolt áramkörökön 3,3 millió betűt átvíve $4{,}7 \cdot 10^{-5}$ betű-hibaarányt mértek.

A Svéd Posta átlagosan 1000 km hosszú, visszahurkolt áramkörökön 6 órás folyamatos adással naponta mintegy 140 000 betűt vitt át (kb. 1 millió bit).

— 52 napon fémes áramköröket mértek (kb. 7,28 millió betű) és a betű-hibaarány $2{,}75 \cdot 10^{-6}$ volt.

— 100 napon VT áramköröket mértek (kb. 14 millió betű) a betű-hibaarány $3{,}64 \cdot 10^{-4}$ volt. Ezen adatnak nagy a bizonytalansága, mert a mérésről csak azt közölték, hogy hány napon lépett fel 11—20, 21—30, ... 101—200 stb. intervallumon belüli hiba. A hibaarányt az intervallumok számtani közepével számoltuk ki.

A CCITT a közelmúltban az egyes Igazgatóságoktól beérkezett mérési adatok alapján megállapította, hogy a CCITT ajánlásainak megfelelően kialakított 50 Baudos áramkörön az alábbi átlagos minőségre lehet számítani:

— Pont-pont összeköttetésen $1—2 \cdot 10^{-5}$ elemijel-hibaarány, illetve $1—8 \cdot 10^{-5}$ betű-hibaarány,

— Kapcsolt hálózatban $1—2 \cdot 10^{-5}$ elemijel-hibaarány, illetve $4—5 \cdot 10^{-5}$ betű-hibaarány.

Ismételten meg kell azonban jegyezni, hogy ez a CCITT érték a legtöbb európai távíró hálózatban ma még nem biztosítható, azaz csak kívánt értéknek tekinthető.

3. A mérési módszerek alapvető jellemzői

Az átviteli megbízhatóság, illetve hibaarány meghatározására jelenleg csak egyetlen módszer áll rendelkezésre, nevezetesen az ismert adószöveghez (mérési jelsorozathoz) kell a vett jeleket hasonlítani, s az észlelt eltéréseket fel kell jegyezni. Az adott, és a vett szöveg összehasonlíthatósága érdekében

a) a mérőszöveget a mérendő összeköttetés távolvégéről az adóoldalra vissza kell juttatni,

b) a vételoldalon az adóval azonos jelgenerátor szükséges, ezt (még a start-stop rendszerben is) szinkronizálni kell,

c) normál vevővel kell a szöveget venni, és rögzíteni lapírópapíron, illetve lyukszalagon.

Az *a)* esetben a vett jelsorozat visszaküldése duplex üzemben nem okoz nehézséget, egyébként másik áramkör is szükséges. A jelsorozat kétszeres átvitele a mérési jelsorozatot kedvezőtlenül befolyásolja. A *b)* eset az észlelt hibák azonnali regisztrálása miatt csak bonyolult vevőberendezéssel valósítható meg. A *c)* esetben a hibák számának megállapítása rendkívül nehézkes és hosszadalmas.

A méréseknek statisztikai jellegűeknek kell lenniök. A mérési eredmény elfogadhatósága érdekében ezért annyi jelet kell átvinni, hogy legalább 10—20 hiba alapján lehessen a hibaarányt meghatározni. Az 50 Baudos távírón percenként 400 betű továbbítható. A CCITT ajánlása szerinti áramkörön $3 \cdot 10^5$ betű esetén 10 hiba fellépése várható. Ezen betűszám átviteléhez 12,5 óra szükséges. Ez a példa rávilágít az átviteli megbízhatóság mérésének legsúlyosabb nehézségére, a rendkívül nagy időigényre. Egy nagyságrenddel jobb minőség 10-szeres mérési időnövekedéssel jár. A matematikai statisztika módszereinek alkalmazásával a mérés időigénye bizonyos fokig csökkenthető, ez azonban a mérési eredmény szórásának növekedéséhez vezet.

Az átviteli biztonság, illetve hibaarány mérésére fordított időt célszerű alaposan kihasználni, s egyidejűleg a hibák természetére vonatkozóan a lehető legtöbbet megtudni. Megfelelő regisztráló berendezéssel a hibaarányon túl a hibák eloszlása, csomósodása, jellege is kielemezhető. Mindezek a jellemzők a megfelelő hibavédelem megválasztásánál játszanak szerepet.

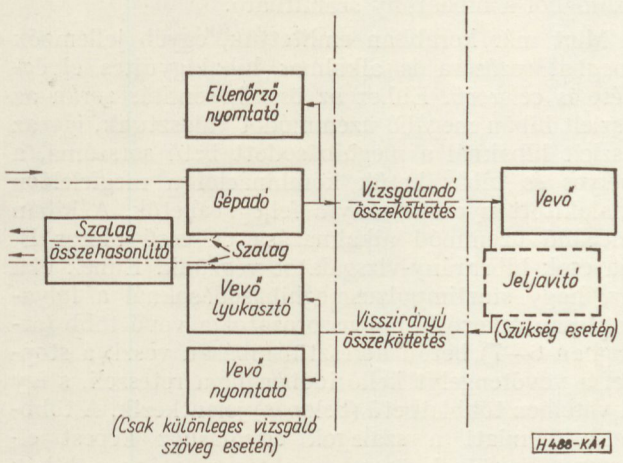
A hibák eloszlásának ismerete az optimális blokkhossz meghatározásához szükséges. Az elemijelhibák csomósodása a hibacsökkentő kódrendszer (hibajelző, hibajavító stb.) megválasztására hathat ki. Hibacsomóról akkor beszélünk, ha két vagy több hiba esetén a szomszédos hibák között 10-nél nem több helyesen vett betű van. A hibák jellege (A—Z, lletve Z—A állapot váltás gyakorisága) a paritás védelem, vagy az aránykódok hatékonyságára nyújthat felvilágosítást. Az alábbiakban ismertetésre kerülő három mérési módszer az említett jellemzők mérését igyekszik megvalósítani.

4. Mérési elrendezések

Az Angol Posta 50 Baudos távíróhálózatán az 1. ábra szerinti mérési összeállítással végzett vizsgálatokat. Az összeállítás a 3. *a)* pont alatt leírtaknak megfelelő. A lyukszalag-adót nyomtató-vevővel, majd az átvitel után vevővel ellenőrzik a mérést, egyidejűleg a vett szöveget szükség esetén jeljavítót is alkalmazva visszaküldik. A visszaérkező szöveget vevőlyukasztó rögzíti, a szalagösszehasonlító berendezés az adó és vevőszalagot összehasonlítja. Különleges vizsgálószöveg esetén a visszaérkező szöveget is kiíratják. A szalagösszehasonlító berendezés a két szalag közötti eltérést megállással jelzi. Az így felderített hibákat későbbi feldolgozás érdekében a kezelő feljegyezi. A mérés folyamatosan vagy blokkonkénti adással történhet.

A 3. *b)* pont szerinti módszerre példaként a Német Posta által alkalmazott mérőmódszert ismertetjük (2. ábra).

Az adóoldalon a nagystabilitású kvarcgenerátor többszörösen visszacsatolt tolóregiszteres jelgenerátort vezérel. A jelgenerátor 8, 64, illetve maximum 500 elemijelből álló impulzus-sorozatot állít elő. A beállítás szerinti hosszúságú jelsorozat blokkot képez oly módon, hogy két blokkot azonos időtartamú adásszünet választ el. A blokk adása minden esetben legalább egy „0" állapottal (a vevő számára startjel) kezdődik.



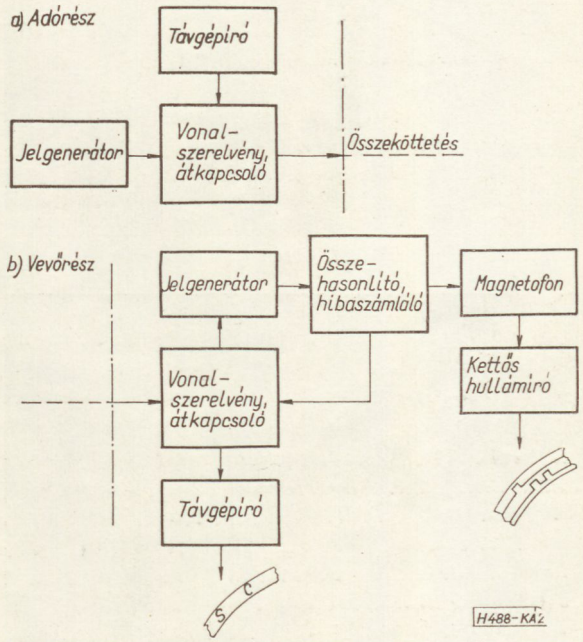
1. ábra

A vételoldalon az adóoldallal azonos kvarcgenerátor és tolóregiszteres jelgenerátor található. A blokk kezdő *null* állapot indítja a jelgenerátort. A helyileg előállított jelsorozat minden egyes elemijelének a a közepén kis időtartamú mintavételes összehasonlításra kerül sor. A fellelt elemijelhiba magnetofon-szalagon 6 kHz-es („1" helyett „0" vétele), illetve 12 kHz-es („0" helyett „1" vétele) hangimpulzussal kerül rögzítésre. A magnetofon egyidejűleg a mérésben használt jelsebességet is feljegyzi. Két blokk közti adásszünetet 6 kHz-es folyamatos hang jelzi. A hibaimpulzus egyidejűleg számlálóláncot is működtet. Blokkszünetben a megelőző blokkban talált hibák mennyiségére jellemző betűt ír ki egy szalagraíró távgépíró. Ha a blokkban hiba nem volt, a szalag egy betűnyit lép tovább. Erre a célra vevőlyukasztó is alkalmazható. Mivel a kiírás időtartama 160 msec alatt biztosan lezajlik, ezért a blokkokat elválasztó szünetnek és az ezzel azonos hosszúságú blokknak is legalább ilyen hosszúnak kell lennie. A szalagra feljegyzett kezdeti ponttól a betűk helye alapján megállapítható a hibát tartalmazó blokk sorszáma, a kiírt, lyukasztott betűkből pedig a hibák száma. A magnetofon-szalagról megfelelő átalakítón keresztül kéttűs morse szalagvevővel (kékíró) a hibák blokkon belüli helyzete és jellege a további kiértékeléshez felrajzolható. Az egyik sávon a 0—1, a másik sávon az 1—0 átmenet jelei jelennek meg.

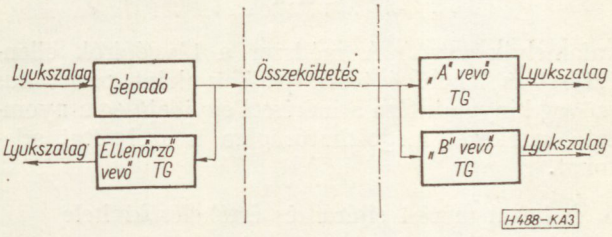
Az összeköttetés létesítésére normál távgépíró szerelvények szolgálnak, a mérőberendezés megfelelő átkapcsolóegységgel csatlakoztatható.

Az első hazai kísérletek a 3. *c)* pont szerinti módszert alkalmazták a 3. ábrán látható mérési összeállításban.

A mérés során a vizsgálat szempontjainak megfelelően kialakított szöveget (pl. 2 + 3 aránykód, stb.) tartalmazó végtelenített lyukszalagot a gépadó folyamatosan adja. A mérendő összeköttetésre jutó jelsorozatot az ellenőrző vevő, a vett jelsorozatot két vevő lyukszalagon rögzíti.



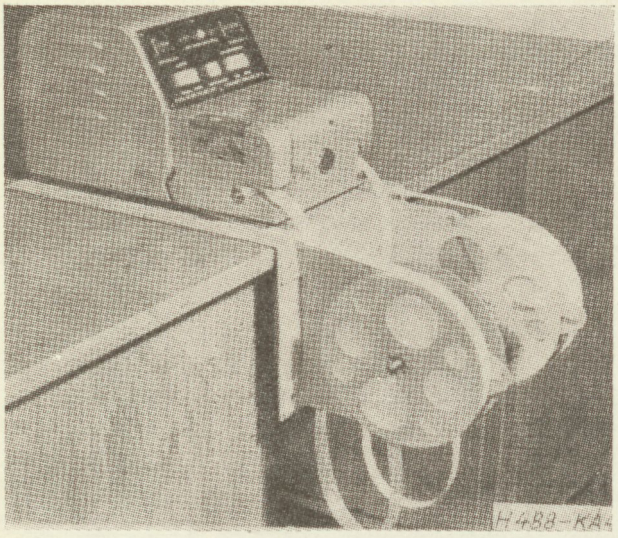
2. ábra



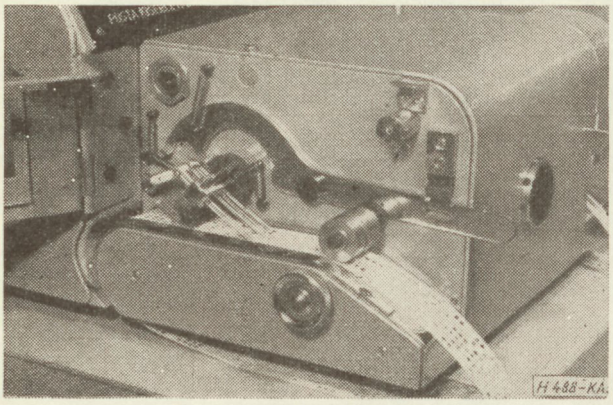
3. ábra

A lyukszalagok kiértékelése e célra kialakított lyukszalag-összehasonlító készülékkel (4. és 5. ábrák) történik. A szalagösszehasonlító készülék az egyes betűket egyidejűleg lyukpozicíónként külön-külön hasonlítja össze, s az összehasonlított betűket, illetve a talált hibákat számlálja. Beállítható oly üzemmódra, is, hogy hiba észlelése esetén a szalagtovábbítás leáll, így lehetővé válik a helyes, és hibás lyukkombinációk, valamint a hibás lyukkombinációk sorszámának feljegyzése. A kiértékelés az adószalag és az ellenőrző vevő lyukszalagja, illetve az ellenőrző vevő, és az „A", valamint „B" vevő lyukszalagjainak összehasonlításából áll.

Az észlelt hibák egybevetéséből a hibaarány, a hiba eloszlás, csomósodás, a hiba jellege statisztikailag feldolgozható, továbbá attól függően, hogy egy adott hiba mely lyukszalagokon található, a hiba keletkezési helye is behatárolható. (Gépadó, vonal,



4. ábra



5. ábra

valamelyik vevő.) A módszer a távgépírók ellenőrzését is lehetővé teszi, pl. soronként periodikus szöveg kinyomtatása a méréssel egyidejűleg a nyomtató szerkezet megbízhatóságára is szolgáltat adatokat.

5. A hazai mérési eljárás és értékelés kivitele

Az alábbiakban a hazai mérési módszert részletesebben ismertetjük, így a mérés és a kiértékelés nehézségei is bemutatásra kerülnek. A mérés az alábbi főrészekre tagolódik:

— A tulajdonképpeni mérés, melynek során a vizsgált összeköttetésen megfelelő mennyiségű jel átvitelére kerül sor.
— Az adó- és vevőszalagok összehasonlítása, melynek során az észlelt hibák és azok jellemzői kigyűjtésre kerülnek.
— Az egyes lyukszalagokról és a nyomtatott szövegekről a hibák kigyűjtése külön-külön történik meg, ezen hibasorozatokat egymással össze kell hasonlítani és egységes sorrendbe kell rendezni. Ezen munka során a hibák keletkezési helye is meghatározható.
— A kigyűjtött hibák célszerű statisztikákba rendezése, ezen statisztikákból az átlagértékek, eloszlások, és egyéb jellemzők kielemezése, végül a nyert eredmények értékelése.

A mérést megelőzi a vizsgálni kívánt áramkörök, esetleg csak a végpontok kiválasztása, az adó- és vevő elrendezések helyszíni kialakítása. Ezt követi a létesített összeköttetésen általában négy órai időtartamokban mintegy 10^5 betűből álló (egy lyukszalag tekercsnyi) szövegátvitel. A mérés a vizsgálat szempontjai szerinti időben (forgalmas órákban, éjszaka stb.) és mennyiségben a kívánt számú áramkörökön addig folytatódik, míg statisztikai értékeléshez elegendő anyag gyűlik össze.

A mérések eredményei, a lyukszalagok a szalagösszehasonlító készülékkel összehasonlításra kerülnek, ekkor az átvitt betűk- és a felfedezett hibák számából a hibaarány számítható.

Mint már korábban említettük, egyéb jellemzők meghatározására is alkalmas hibakigyűjtés elvégzése is célszerű. Ehhez az összehasonlítás során az észlelt hibán megálló üzemmódot választunk, így az észlelt hibáknál a meghibásodott betű sorszáma, a helyes és hibás betűk kombinációi a megfelelően kialakított nyomtatványra feljegyezhetők. A hibán megálló üzemmód alkalmazása célszerű akkor is, ha csak hibaarány-vizsgálatot végzünk. Ennek oka az, hogy startimpulzusmeghibásodásoknál a folyamatosan érkező impulzussorozatot a vevő több (átlagban 6—7) betűn keresztül hibásan veszi, a stopjel a vevőtengelyt kellő időben nem reteszeli, s így a vételben többletbetű (belopás) jelentkezik. A többletbetű miatt a szalagok egymáshoz képest elcsúszva kerülnek összehasonlításra, s így a hibák száma valótlanul megnövekszik. Ezt a hibát kézi beavatkozással könnyű korrigálni. (Hasonló jelenség lép fel a vonalmegszakadások következtében is.)

A távgépírók nyomtató szerkezetének ellenőrzése során is ki kell gyűjteni a hibákat. Ezt célszerű lenne optikai szövegolvasóval végeztetni. Ilyen készülékkel egyelőre nem rendelkezünk, ezért soronként ismétlődő vizsgáló szöveget ajánlatos alkalmazni, s az azonos betűoszlopokban a hibák felfedezhetők. Külön nehézsége ennek a módszernek a hibás betű sorszámának a megállapítása. A lyukszalagról kigyűjtött hibák felkeresése ellenőrzést tesz lehetővé, a célszerű vizsgálószöveg (formailag erősen eltérő betűk, írásjelek egymásmellé helyezése) a hibák felismerését megkönnyíti.

A külön-külön kigyűjtött hibák egyetlen hibajegyzékben összesítendők. Az összesítés során a hibák keletkezési helye is meghatározható. A kiinduló adatok a lyukszalagok összehasonlításából az adó és ellenőrzővevő közti eltérés, az ellenőrzővevő és a vételoldali egyik, illetve másik vevő közti eltérés, illetve az ellenőrzővevő, és a két vételoldali vevőgép által nyomtatott szövegnek az eredeti szövegtől való eltérése. Egy adott hiba keletkezési helyéről attól függően, hogy mely lyukszalagon, illetve nyomtatott szövegben mutatható ki, az alábbiak nyújtanak tájékoztatást:

Adógéphiba: Az ellenőrző gép és mindkét vevőgép lyukszalagjain, és nyomtatott szövegeiben hibás a jel.

Vonalzavar: Mindkét vevőgép lyukszalagjain, és nyomtatott szövegeiben hibás a jel.

Géphiba: Ha bármelyik vevőgép lyukszalagján, vagy nyomtatott szövegében (legalább egy helyen!)

hibátlan a vétel, akkor a hiba oka az a gép, illetve lyukasztó vagy nyomtató ahol a hiba jelentkezett. Ezalól a starthibát követő hibás jelsorozat utolsó betűinél lehet kivétel.

Rendkívül kicsiny annak valószínűsége, hogy olyan kettős hiba lépjen fel, melynek hatására egy hiba éppen hibátlanná váljék. Ha ilyen kettős hiba esetleg mégis fellép, a statisztikai eredményt nem befolyásolja észrevehetően.

A hiba keletkezési helyének meghatározásánál a fentiek értelemszerűen akkor is alkalmazhatók, hacsak lyukszalag, vagy csak nyomtatott szöveg szolgál a hibák felfedésének alapjául. A hiba keletkezési helyének meghatározásául elégséges feltétel az, hogy a betű nem helyes, nem szükséges a különböző vételekben a hibának azonosan más betűnek lennie, ugyanis a gépek egyedi tulajdonságai szerint másmás módon reagálnak a szabálytalan jelekre.

Az összesített hibajegyzékben szereplő adatok tetszőleges statisztikákba rendezhetők. Áramkörönként, forgalmi irányonként, áramkör típusonként, géptípusonként, vagy más tetszőleges szempont szerint az átviteli megbízhatóság (hibaarány), a hibák eloszlása, a csomósodás, a hibák jellege, illetve egyéb jellemzők meghatározása lehetséges. Ezen munka megfelelő program alapján elektronikus számítógéppel is elvégezhető.

6. Kritikai megjegyzések

Az Angol Postánál alkalmazott módszerben — mint már említettük — kifogásolható, hogy a visszirányú összeköttetés a mérési eredményeket befolyásolhatja. Az ismertetésből a módszerre vonatkozóan részletes adatok nem szerepelnek, elvileg azonban a hiba keletkezési helyét kivéve, a többi jellemzőkhöz adatokat szolgáltathat.

A német postai módszer előnye, hogy csekély változtatással (a blokkon belüli hibák magnetofonról való kiíratása más módon történik) 2500 Baudig távbeszélő összeköttetések vizsgálatára is lehet alkalmazni. Hátránya a blokkonkénti adás, és az, hogy a végberendezések (gépadó, távgépíró vevőlyukasztó) ezzel a módszerrel nem vizsgálhatók.

A hazai módszer előnyeként ki kell hangsúlyoznunk, hogy az adatátvitel tényleges üzemi körülményei között lyukszalagtól lyukszalagig vizsgálja az összeköttetést. A mérés folyamatos, tetszőleges blokk hosszra vonatkozó eredményeket is szolgáltat. Ez lehetővé teszi az optimális blokkhossz meghatározását is. A lyukszalagról kigyűjtött hibák jellemző adatait egyeztetés után ún. hibablokkokban ismét lyukszalagra rögzítve, a statisztikai feldolgozás elektronikus számítógéppel is elvégezhető.

Mindhárom módszernél súlyos hátrány az igen nagyfokú munka- és időigény. Mivel 50 Baudos távírót mérünk, a mérés lebonyolítási idejét csak az eredmények rovására lehet — ezért nem célszerű — csökkenteni. A kigyűjtött hibák jellemzői számítógéppel rövid idő alatt tetszőleges statisztikai adattá, vagy ami ebben az esetben vele egyértelmű, mérési eredménnyé dolgozhatók fel. A mérés során fellépett hibák kigyűjtése, illetve róluk — főleg a hazai módszernél — minden lényeges jellemző adat feljegyzése rendkívül fárasztó, időtrabló munka.

7. A mérési módszerek kívánatos fejlesztési iránya

Az eddig szerzett tapasztalatok alapján a további kutatómunkát két irányban kívánjuk tovább folytatni: Egyrészt a német posta által is alkalmazott módszer alapján, a végberendezések nélküli összeköttetéseken csak az átviteli megbízhatóság mérésére alkalmas üzemi műszert kidolgozni, másrészt a hazai módszer munka- és időigényét kívánjuk csökkenteni oly automatikus berendezés fejlesztésével, amely a lyukszalagok összehasonlításával egyidejűleg számítógépen való feldolgozásra alkalmas hibablokkokat tartalmazó hibaszalagot állít elő.

Az üzemi műszert célszerű két egységből, adóból és vevőből összeállítani, hogy a mérendő áramkör két távoli végéhez lehessen csatlakoztatni. Hasznosnak mutatkoznék olyan műszer kialakítása, melyhez kiegészítő egységet csatlakoztatva, az átviteli megbízhatóságon túl egyéb jellemzők mérésére is alkalmas mérési összeállítássá válhatnék.

Amint a hazai módszer ismertetéséből is kiderül, a szalagösszehasonlítás, a hibák kigyűjtése, és további feldolgozásra alkalmassá tétele hosszadalmas, fárasztó és sok hibalehetőséget magába rejtő művelet. Maga a mérés, azaz a vizsgáló szöveg átvitele és a vételoldali rögzítése távgépírókkal történik, ugyancsak gépesíthető (számítógépesíthető) a statisztikák kimunkálása is. Mindkét műveletnél csak irányító, ellenőrző emberi közreműködés szükséges. Éppen ezért a gépesítés hiányzó láncszemének, a szalagösszehasonlításnak automatizálása kívánatos lehetőleg oly mértékig, hogy itt is csak irányító és ellenőrző tevékenységre legyen szükség. Célszerű a szalagok egyidejű összehasonlítása, s ezzel a szükséges idő csökkenthető, másrészt így feleslegessé válik a hibák utólagos egyeztetése, összesítése. A nyomtatott szövegek hibakigyűjtésének automatizálása a feladat bonyolultsága miatt egyelőre nem célszerű, annál is inkább, mert nyomtatott szöveg csak a nyomtató szerkezetek megbízhatóságának vizsgálatánál elengedhetetlen, minden más esetben lyukszalag összehasonlítással a kívánt eredmény biztosítható.

IRODALOM

1. *CCITT ajánlások*, a Vörös Könyv VII. kötete és a Spec. A. Tanulmányi Bizottság időközi kiadványai.
2. *A. C. Croisdale:* Error Rates and Error Detection on Telegraph Circuits. IRE Transact. on Com. Syst. March. 1961.
3. *O. Henkler:* Definition einiger Begriffe der elektrischen Daten-Übertragung. Informationsheft des IPF 1963.
4. *Váraljai V.—Mazgon S.:* Az adatátvitel időszerű kérdései Híradástechnika XV. évf. 7. szám.

CSEPREGI-HORVÁTH KÁZMÉR és
BERNHARDT RICHÁRD
Elektromechanikai Vállalat

A Kab-hegyi televízió adóberendezés automatikája

ETO 621.397.612

A Kab-hegyi tv adóberendezés fejlesztése során és az előző hasonló berendezések tapasztalatainak továbbfejlesztésével kialakultak azok az áramkörök és alkatrészek, amelyek egy ilyen berendezés üzemét megbízhatóvá és kezelését kényelmessé teszik. A nagyteljesítményű adók igen drága és meglehetősen kényes berendezések, amelyeket nagyon gondosan kell védeni az esetleges szakszerűtlen kezeléstől vagy az alkatrészmeghibásodásból eredő sérülésektől, mert az anyagi káron felül műsor kiesés is jelentkezik és az előfizetők ezreinek jelent bosszúságot. Annak elősegítésére, hogy az adóberendezések üzemben tartásához ne kelljen nagyszámú szakembert alkalmazni, a berendezések fejlesztése arra irányul, hogy a beépített automatika védje a berendezést és ilyen módon kisebb létszámú és esetleg gyengébb képzettségű szakszemélyzet is képes legyen a berendezés biztonságos üzemeltetésére. Az elv továbbfejlesztése során el lehet és néhány év távlatában el kell jutni a teljesen önműködő adóberendezésig, amelyik a tartalék üzembehelyezéséről is önműködően gondoskodik.

A fenti szempontok figyelembevételével az adóberendezést el kell látni megfelelő automatikával, amelyik az egyes kapcsolási folyamatokat megfelelő egymásutánban elvégzi, valamint olyan védelemmel amelyik az esetleges meghibásodások, illetve valamelyik működési feltétel kimaradása esetén a berendezést megvédi a károsodástól.

Magyarországon egyelőre nem cél a nagy-adóberendezések teljesen önműködővé tétele, sem pedig teljes értékű üzemi tartalékokkal történő ellátása. Mindenekelőtt megvalósítandó feltétel azonban az adóberendezés nagymérvű belső védelme, amelyik a készüléket megóvja a károsodástól, úgyhogy a meghibásodás helyéről is felvilágosítást nyújtson a kezelőknek és ezzel a hiba mielőbbi elhárításának teremtse meg lehetőségét.

A védelem célját szolgálja tulajdonképpen a be- és kikapcsolást végző automatika is, mert amellett, hogy a bekapcsolást leegyszerűsíti, biztosítja, hogy a fokozatok bekapcsolódásának sorrendje a különböző feltételek által meghatározott legyen. Mindezekkel pedig kevésbé képzett kezelőszemélyzet alkalmazását is lehetővé teszi, meghibásodás esetén pedig a gyors hibakeresés lehetőségének megteremtésével az alacsony üzemzavartényezőhöz járul hozzá.

Mielőtt az automatika és védelem rendszerét ismertetnénk, szükséges bizonyos mértékben a tv adóberendezések felépítésével is foglalkozni.

Minden tv adóberendezés két adóból áll, melyek közül az egyik a képjelek kisugárzására, a másik pedig a kísérő-hang szolgáltatására hivatott. A két adó kimenő jelének az antennarendszer felé közös kábelen történő továbbítását a diplexer biztosítja. A képadó teljesítménye kb 5-szöröse a hangadó teljesítményének.

A tv adóberendezéseknek a képjel modulációs feltételei miatt viszonylag rossz hatásfoka (kb. 35%) van. Ez más oldalról nézve annyit jelent, hogy igen nagy erősáramú teljesítmény-felvétel tartozik a kimenő teljesítményhez, pl. a középhullámú adókkal összehasonlítva.

A tv adóberendezés teljesítmény-csövei általában léghűtésűek, amelyekhez természetesen a szükséges levegőmennyiséget biztosítani kell, a levegő-ellátás kimaradása esetén — óvintézkedések hiányában — a csövek tönkremennek. Az EMV adóberendezések teljesítménycsövei kizárólag léghűtésűek.

Az antenna-kábel impedancia-egyenletessége meglehetősen szorosan van specifikálva ($r \leqq 1{,}15$), ennek növekedése nemcsak a képminőség romlásában jelentkezik, hanem az illesztetlenség következtében kialakuló állóhullámok feszültség maximumai az antennakábel átíveléséhez és esetleg az adóberendezés tönkremeneteléhez is vezethetnek.

Bizonyos, gyakran ismétlődő mérések elvégzéséhez, melyek az adóberendezés karbantatásának szerves részét képezik, műantennára is szükség van, ez a tényleges antenna mérési feltételeknek megfelelő utánzata. Ennek természetesen el kell tudnia vezetni az adóberendezés-teljesítményének megfelelő hőmennyiséget. Hűtőközegnek kétlépcsős, desztillált víz — nyersvíz hűtőrendszert alkalmaznak. Nyilvánvalóan a hűtés kimaradása a műantenna, majd ezen keresztül az adóberendezés végfokának tönkremenetelét okozza.

Ezeken kívül az adóberendezéshez szükségesek még az általában is ismert védelmi berendezések is (pl. túláram-védelem, interlock-rendszer, kényszerkapcsolási sorrend, stb.).

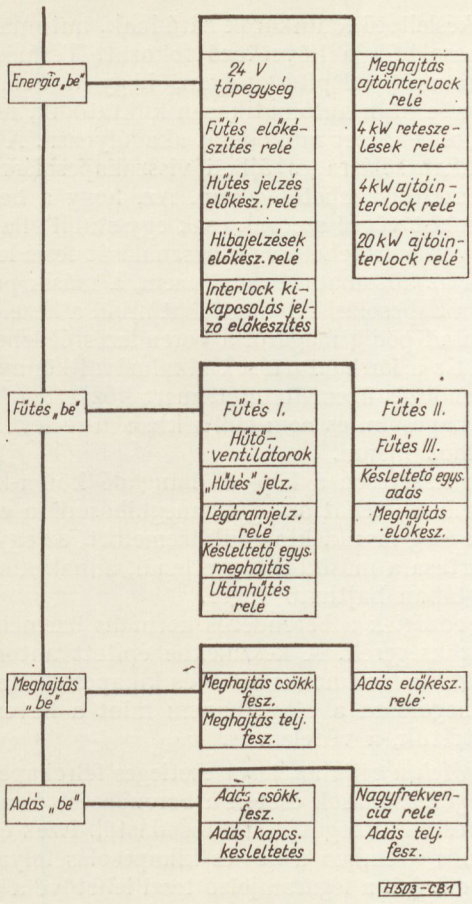
A fenti felsorolás — bár csak a legjellemzőbb ismérveit mutatta be a tv adóberendezéseknek — elképzelést tud adni az automatika és védelmi rendszer feladatának sokoldalúságáról (l. 1. ábra).

A tv berendezés üzemeltetésének többféle lehetősége van, amelyek közül a kezelőszemélyzet határozza meg, az adott körülmények között a legmegfelelőbbet.

A bekapcsolási lehetőségek:

1. Az adóberendezések egymástól független működtetése az adóautomatika kezelősávjából.

2. Az adóberendezések egymástól független működtetése a kezelőasztaltól.



1. ábra. 20 kW-os televíziós adóberendezés automatikájának működési diagrammja

3. Az adóberendezések együttes automatikus működtetése a kezelőasztaltól.

Az 1., 2. üzemmódot ellenőrzési, mérési vagy karbantartási munkáknál célszerű alkalmazni, az üzemszerű működtetésre a 3. automatikus üzemmód szolgál.

A felépítés pontosabb megismerése érdekében szükséges a működés rendszerének és időbeli lefutásának vizsgálata. Az alábbiakban ezt ismertetjük.

A bekapcsolás nem automatikus üzemet feltételezve, a FŰTÉS BE nyomógomb bekapcsolásával kezdődik. A 2. ábrán látható a kapcsolósáv, ami egyben a bekapcsolási folyamatok végzésének módjáról is felvilágosítást ad.

A bekapcsoláshoz bizonyos feltételek teljesítettsége is szükséges, jelen esetben a hálózat három fázisának tényleges megléte, melyet a kezelőasztalban elhelyezett ENERGIA feliratú lámpa jelez.

Az egymásután következő fokozatok be-, ill. kikapcsolását végző nyomógombok felett egy-egy jelzőtábla van, melyeknek kivilágosodása, illetve színváltása jelzi a fokozatok bekapcsolási helyzetét.

A FŰTÉS BE gomb megnyomásakor a FŰTÉS feliratú tábla, mely a hálózati feszültség megjelenésétől zöld fénnyel világít, pirosra vált át, jelezve, hogy a fűtés be van kapcsolva. Első lépésben elindulnak a ventillátorok (szívó és nyomó); természetesen ezek is két lépésben csillag-delta átkapcsolással, valamint a kisteljesítményű fokozatok fűtése bekapcsolódik. Ha a levegőmennyiség már az adócsöveknél rendelkezésre áll, akkor bekapcsolódik a teljesítménycsövek fűtése. Ez előbb nem kapcsolódhat be, mert ha esetleges ventillátor vagy légvezeték hiba miatt a teljesítmény csövek nem kapnak hűtést, akkor viszonylag kis méreteik miatt túlmelegszenek és elolvadnak, tönkremennek. A korlátozást a légáramjelzők végzik.

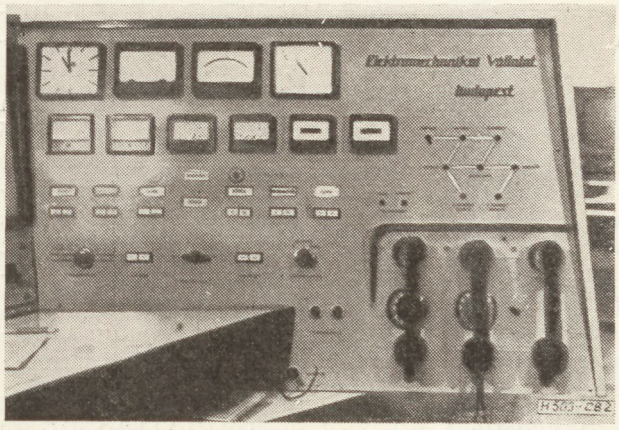
A légáramjelző tulajdonképpen egyszerű kis lapát, amelyik a légáram útjára merőlegesen van a nyomó légcsőbe beépítve. Ha a levegőmennyiség a szükséges minimális értéket eléri, akkor a légnyomás a lapátot elnyomja és a lapátra erősített érintkezők kontaktust létesítenek. A levegőmennyiség megléte feltétele a továbbkapcsolásnak.

A teljesítmény csövek felfűtése bizonyos időt vesz idénybe, amely előtt az anódfeszültséget nem szabad bekapcsolni, mert a katódfelületek tönkremennek. A védelmet az ún. 1-perces áramkör biztosítja, mely egy VTR-70 típusú vákuum-hőreléből, a fűtését biztosító transzformátorból és egy jelfogóból áll, melynek kontaktusai végzik a további kapcsolás reteszelését. A vákuum-hőrelé alkalmazását minden egyéb késleltető rendszerrel szemben (mech., elektronikus) az teszi indokolttá, hogy működése a legjobban megközelíti az általa védeni kívánt fokozat működését.

A kis- és nagyteljesítményű csövek fűtésének kezdete nem esik egybe az előbb említett légáram reteszelés miatt, ezért az 1 p késleltető áramkörből adóberendezésenként kettőt szükséges alkalmazni.

A kisteljesítményű fokozatok fűtési idejére vonatkozó idő elteltével a továbbkapcsolásnak meg van a lehetősége. Ekkor a MEGHAJTÁS feliratú lámpa zöld színben kigyullad, jelezve, hogy lehetséges a következő fokozat bekapcsolása. A MEGHAJTÁS BE nyomógombot benyomva a lámpa fénye zöldről pirosra vált át, jelezve, hogy a közbenső fokozatok, melyeket a berendezésnél meghajtásnak nevezünk, bekapcsolódtak. Ekkor bekapcsolódik a modulációs lánc és a sokszorozó fokozatok, melyek a teljesítmény csövek meghajtását végzik.

A végcsövek fűtésére vonatkozó késleltetési idő elteltével az ADÁS lámpa zöld színben történő világítása jelzi az adás bekapcsolásának lehetőségét. Az ADÁS BE nyomógomb benyomásával a nagy-



2. ábra. A berendezés kezelőasztalán elhelyezett erősáramú kapcsolósáv

teljesítményű fokozatok is bekapcsolódnak. Természetesen ezeket a fokozatokat nem ajánlatos egyetlen lépésben bekapcsolni, egyrészt a berendezés védelme miatt, másrészt pedig a hálózat hirtelen leterhelése miatt. Ezért a teljesítményfokozatok bekapcsolódása három lépésben bonyolódik le. Az adás be nyomógomb megnyomásával egyidőben az ún. 5 mp-es áramkör és a bekapcsolást végző mágneskapcsoló is gerjesztést kap. Ezzel a mágneskapcsolóval néhány Ω ellenállású ellenállás van sorbakötve, az indulási áram korlátozása érdekében, tehát a kapcsoló bekapcsolásakor a nagyteljesítményű fokozatok nem kapják még meg a teljes feszültséget. Az 5 mp-es áramkör pedig lezárja a nagyfrekvenciás meghajtást. A csövek a nagyfrekvenciás fokozatban **B**, illetve **C** osztályban dolgoznak, tehát nagyfrekvenciás meghajtás nélkül alig, illetve nem jelentenek terhelést. Az első mágneskapcsoló bekapcsolódása után, néhány ms késleltetést végző jelfogó közbejöttével bekapcsolódik a második fokozat is, amelyik az előbb említett ellenállásokat rövidre zárja. Ekkor a berendezés teljes feszültséget kap, de egyelőre még nagyfrekvenciás meghajtás nélkül. Az 5 másodperc elteltével a nagyfrekvencia ismét megindul és az adóberendezés üzembe kerül. Üzem alatt az adáslámpa piros színnel világít, a többi sötét.

A kikapcsolás a megfelelő lámpák alatt elhelyezett KI nyomógombok megnyomásával eszközölhető, akár fokozatonként (adás-meghajtás-fűtés), akár pedig egyszerre több is. Az egyszer elindított adóberendezés tetszés szerinti fokozatig visszakapcsolható, majd újra bekapcsolható. Az újra bekapcsolás ugyanolyan időbeli határolással kapcsolható vissza, mint először: ha a fűtés kikapcsoltsága csak annyi ideig tartott, ami alatt a csövek még nem hűltek ki, akkor a visszakapcsolás hamarabb eszközölhető, a kikapcsolt idő tartamának megfelelően, ami például rövid idejű hálózat kimaradás esetén jelent megtakarítást a kiesési időben.

A teljes kikapcsolás után a csöveket a berendezés még három percig hűti, tehát a ventillátorok tovább járnak. Erre azért van szükség, mert a csövek üzemközben melegek, még hozzá belül jóval melegebbek, mint a hűtött felületen. A berendezés lekapcsolásával — hűtés nélkül — a belső hő megjelenne a külső felületen is, ami a csövet és a csatlakozó alkatrészeket esetleg tönkretenné. Ha a lekapcsolás hálózatkimaradás miatt következett be, akkor a hálózat visszatértével a ventilláció is visszatér és a csöveket hűti.

A nyomógombok nem kapcsoló jellegűek, hanem csak impulzusokat adnak, amelyeket különböző jelfogós áramkörök rögzítenek, illetve a következő fokozat elindultával bontanak. Ez egyben az automatikus ki- és bekapcsolás lehetővétételét is jelenti. A nyomógomb-soron csak egyetlen stabil állapot van, a kapcsoló elengedett (nem megnyomott) állapota. Ha a berendezést AUTOMATA állásba tesszük, akkor az első nyomógomb megnyomása után az összes fokozat beavatkozás nélkül, az előírt sorrendben bekapcsolódik.

Automatikus üzemben a MEGHAJTÁS BE és ADÁS BE nyomógombokkal párhuzamosan kapcsolódik egy-egy jelfogó zárt kontaktuspárja és ezáltal, ha a késleltető áramkörök záródnak, automatikusan bekapcsolódik a következő fokozat. Természetesen az áramkör felépítése olyan, hogy a bekapcsolás elvégzése után automatikusan kiiktatódik, nehogy a védelmi rendszer működését akadályozza. A fokozatos kikapcsolásra és újbóli visszakapcsolásra itt is természetesen lehetőség van. Az, hogy a be- és kikapcsolást végző szervek csak egy stabil állapotúak, több variációs lehetőség kihasználását teszi lehetővé. Egyik az automata és kézi üzem, a másik pedig az, hogy a kapcsolási folyamatokat mind a kezelőasztaltól, mind pedig magáról a berendezésről lehet vezérelni. Ez a karbantartások alkalmával könnyíti meg a berendezés üzemeltetését, mert közvetlen közelből lehet kapcsolni és nem kell a kb. 8 m-re levő kezelőasztalhoz menni.

Természetesen a kép- és hangadó külön-külön is vezérelhető, tehát az egyik meghibásodása esetén a másik még maradéktalanul üzemelhet, az egyik karbantartása a másiktól függetlenül, annak kikapcsolt állapotában hajtható végre.

Az eddigiek a berendezés normális üzeméhez voltak szükségesek. A készülékbe épített automatikának azonban nemcsak a be- és kikapcsolás feladatának megoldása a célja, hanem mint a bevezetőben ismertettük, a védelem is.

A védelem célja az, hogy esetleges félrekapcsolások és meghibásodások esetén a berendezést és az egyes alkatrészeket megóvja a károsodástól. Ezek egyrésze normális üzemben a be- és kikapcsolás folyamán is működik (pl. a légáramjelző teszi lehetővé a teljesítménycsövek fűtésének bekapcsolását, de több más ilyen is van).

A védelem két részre osztható, egyrészt a félrekapcsolás elleni, másrészt a meghibásodás esetén fellépő károsodás megelőzését szolgáló védelemre.

A félrekapcsolás elleni védelem tárgyalásakor előbb még magának az adó berendezésének egyes működési körülményeit kell megismerni.

A berendezés működhet teljes és csökkentett üzemben. Csökkentett üzemben a képadó 20 kW-os teljesítményfokozata lekapcsolódik és a névlegesen 4 kW-os fokozat kerül antennára. Természetesen, az előírt teljesítményarányok megtartására a hangadó teljesítményét is arányosan csökkenteni kell.

Az átkapcsolást két részletben lehet megoldani, egyrészt az elektromos feltételeket kell biztosítani, másrészt pedig a nagyfrekvenciás feltételeket, jelen esetben a 20 kW-os fokozat megkerülését. Az automatika átkapcsolása a berendezés kapcsoló-sávján elhelyezett TELJES-CSÖKKENTETT TELJESÍTMÉNY átkapcsolóval hajtható végre: a két adó átkapcsolója között elektromos kényszer-kapcsolat van, nem lehet úgy üzemelni, hogy az egyik teljes, a másik pedig csökkentett üzemmódban legyen.

A nagyfrekvenciás üzemeltetési feltételek biztosítására csökkentett üzemben a 20 kW-os fokozat bemenetét üresen kell hagyni, a 4 kW-os fokozat kimenetét kell a diplexer bemenetére dugaszolni. Az átdugaszolások nem megfelelő végrehajtása esetén a berendezés nem kapcsolható be.

A reteszelés a dugasz betolásával van megoldva. Az átkapcsolók a nagy teljesítménynek megfelelően

meglehetősen nagyméretű U-alakú csőtápvonal darabok, amelyre egy-egy 10-polusú csatlakozó van szerelve, a dugasz betolásával a 10-pólusú késes csatlakozók működtetik a reteszelő segédáramköröket.

Hasonló félrekapcsolási lehetőségek állhatnak fenn a két adóberendezés kimenetén is. A kimeneti dugaszsávban több kapcsolási lehetőség elvégzését kell biztosítani. A diplexer kimenetét, ahol a két adó jele együttesen jelenik meg, kapcsolni kell tudni az antennára, biztosítani kell (mérések és esetleges meghibásodás esetén) a diplexer kihagyásának lehetőségét, vagyis a kép- és a hangadó közvetlenül antennára kapcsolását. Ezenkívül a diplexer kimenetét és a két adóberendezést műantennára is kell tudni kapcsolni. Ezek a kapcsolási lehetőségek a „diplexer dugaszsávban" végezhetők el, amelyen ezenkívül még a tartalékadó bekapcsolására is lehetőség van.

Az átkapcsolás helyes elvégzése döntő fontosságú, mert az adóberendezéseket terhelő ellenállás — lezárás — nélkül hagyni nem lehet, mert a terhelés hiányában tönkremennek. Az átkapcsolást végző szervek, a dugaszok, itt is azonosak a teljesítmény átkapcsoló sáv dugaszaival, a reteszelési feladatokat szintén a tízpólusú csatlakozók végzik el. A hüvelyek — a tartalékadó végződésével kiegészítve — egy hatszög sarokpontjait képezik, a kapcsolási variációk végrehajthatóságának érdekében. Az automatika biztosítja, hogy helytelen kapcsolást ne lehessen végrehajtani; az adóberendezés helytelenül dugaszolva nem kapcsolható be.

A könnyebb áttekintés érdekében, a dugaszsáv kicsiben leképezve a kezelőasztalon is megtalálható, a dugaszolt állapotot világítósávok jelzik.

A műantenna alkalmas a teljes adóberendezés teljesítményének felvételére. Ahhoz azonban, hogy ezt a teljesítményt le is tudja adni, vízhűtésre van szükség. A használható víz azonban csak desztillált lehet, mert másképen az antenna-ellenállás testén vízkő és moszat lerakodások keletkezhetnek, ami a műantenna tönkremenetelét okozza. A desztillált víz mennyisége azonban nem elég ahhoz, hogy az abba átadott hőmennyiséget (max 25 kW teljesítményű a berendezés) lesugározza, ezért még ezt nyersvíz (nem desztillált) szekunder hűtéssel is el kell látni. A hűtés akkor indul, ha valamelyik csatlakozót a „műantenna" hüvelybe dugjuk. Az adóberendezés addig nem kapcsolható be, amig a desztillált víz nyomása nem elegendő; ha a nyomás üzemközben lecsökken, akkor az automatika lekapcsolja a berendezés végfokozatát. Külön védelem gondoskodik a túlmelegedés esetén a lekapcsolásról.

Ha a képadó nem kap vezérlőjelet, hiányzik a moduláció, akkor — videó modulálás elvi szabályainak megfelelően — a végfokozatok egyenáramú munkapontja meghatározatlanná válik, a rácsok „lógva" maradnak. Ez azért van így, mert a video modulációnak az egyenáramú változásokat — fehér kép, fekete kép — is át kell vinnie, a referencia szint csak akkor van meg, ha a berendezésbe szinkronizáló jelek érkeznek. A határozatlan munkapontú fokozatok ilyenkor túldisszipálódnak, ami — a túláram védelem közbenjöttével — a berendezés lekapcsolódását idézi elő. A video-jel kimaradás nemcsak helytelen kapcsolás miatt, hanem a gyakran előforduló közvetítőlánc-fading miatt is előfordulhat. Ez ellen véd a „jelkimaradás" áramkör.

Az áramkör egyetlen kettőscsövet tartalmaz, amelynek első fele csak erősítő. Ez kissé elő van feszítve, hogy a kimaradás esetén is érkező zajt ne észlelje jelnek. A másik fele pedig egy csúcsegyenirányító. Ha a clamper jelek megérkeznek, a jobb oldali csőfél le van zárva, a csövön nem folyik áram. A jel kimaradásával az áram megindul, ami meghúzatja az anódkörben elhelyezett jelfogót, ami a nagyfrekvenciás fokozatokat szürke képnek megfelelő munkapontba állítja be és egyben lámpajelzéssel figyelmezteti a kezelőket. (A közvetítő lánc mikrohullámon juttatja el a műsort a stúdióból az adóberendezésbe.) A „jelkimaradás" áramkör a szinkronjeleket érzékeli és ezek lecsökkenése esetén az egyenáramú erősítőt állandó feszültségre állítja be és ezzel megóvja a helytelen munkapont következményeitől. A jel kimaradásakor lámpa kigyulladása figyelmezteti a kezelőket: a jel meglétével minden beavatkozás nélkül visszaáll az eredeti helyzet.

Hasonló védelem van a hangadóban is, de ez csak figyelmeztető jellegű, túlvezérléskor lámpa gyulad ki és figyelmezteti a kezelőket a túlmodulációra. Az adóberendezés kiegészítő részét képező ún. „stabilizáló állvány" mind a hang-, mind pedig a képjelek kimaradásakor ad jelzést és figyelmezteti a kezelőket. Ebben az állványban külön egységek biztosítják a kép- és hangadó stabilizált modulációval történő ellátását (dinamika kompresszor és automatikus szinttartó), melyek a kezelő nélküli üzem megvalósítását segítik elő.

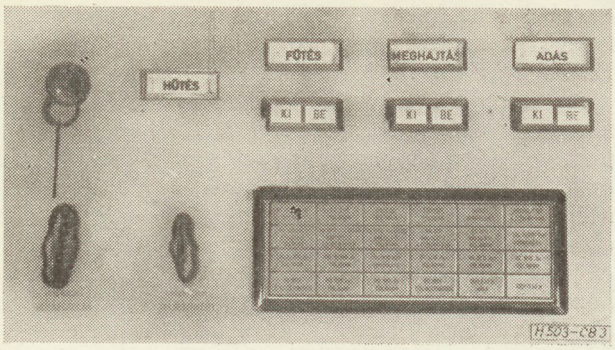
A védelem másik feladata a meghibásodások elkerülése, ezért a következő lehetőségekről kellett gondoskodni:

1. A kezelők erősáramú érintés védelme (ajtózár védelem).
2. A berendezés védelme túláram ellen (túláram védelem).
3. A berendezés védelme túlmelegedés ellen (kapcsoló hőmérők).
4. A berendezés védelme antenna illesztetlenség ellen (állóhullám lekapcsolás).

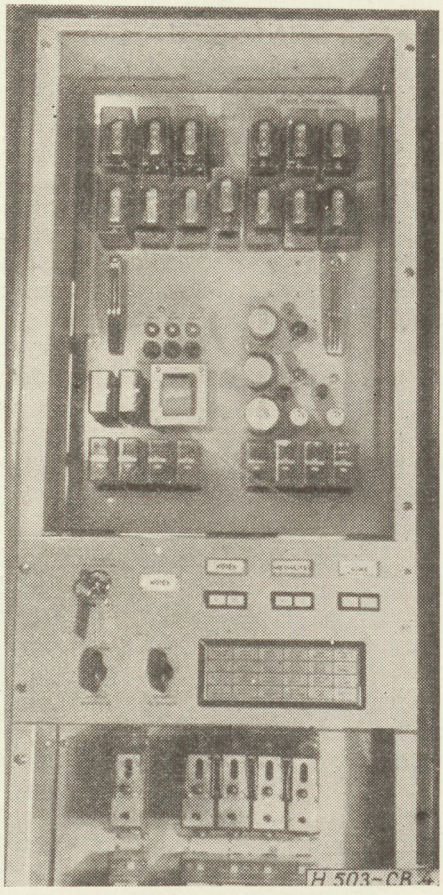
Ezen védelmi feladatokat a következőképpen oldottuk meg:

1. A nagyfeszültségű érintésvédelem a szokásos kivitelű: azok az ajtók, amelyek mögött nagyfeszültségű elemek vannak, ajtózárral (interlock) vannak ellátva, nyitott ajtókkal a berendezés nem indítható, illetve az ajtó kinyitásával lekapcsolódik. Karbantartás idejére az ajtózár áthidalható, a kapcsolósávon erre a célra Wertheim-zárral kapcsolható kapcsoló van. Az ajtózár kiiktatott voltát villogó lámpa jelzi és figyelmezteti a kezelőket (3. ábra).

2. A túláramok elleni védelmet túláram védők biztosítják. Ezek minden közepes és annál nagyobb teljesítményű cső áramának meg nem engedett mértékű megnövekedése esetén működésbe lépnek és a veszélyeztetett fokozatokat lekapcsolják. Ezek biztosítják az egyenáramú és a váltóáramú védelmet is. A kisáramú fokozatok csak közönséges olvadó biztosítékkal vannak ellátva, amelyek kiolvadása



3. ábra. A berendezésen elhelyezett kapcsolósáv



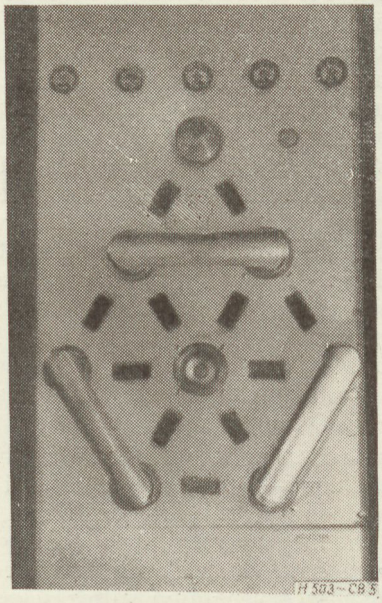
4. ábra. Az adóberendezés automatika részlete

esetén a felette elhelyezett jelzőglimmek kigyulladnak és jelzik a hibát.

3. A túlmelegedés elleni védelmet kapcsoló hőmérők végzik, ezek működésére csak ritkán kerülhet sor, mert a berendezés távhőmérő rendszerrel van ellátva, amelyek a berendezés 9 pontján mérik a hőmérsékletet, melyek a berendezésen magán egyenként és a kezlőasztalon olvashatók le. A kezelőasztali hőmérő az említett 9 pont bármelyikére átkapcsolható. Ha a hőmérséklet valahol indokolatlanul megemelkedik, akkor be lehet avatkozni és a túlmelegedést meg lehet szüntetni (több levegő adagolása, teljesítmény megengedettig csökkentése). A hőmérséklet emelkedése jelzi például a teljesítmény csövek hűtőfelületének bedugulását (beporosodást) is. Ha a kezelők nem avatkoznak be, akkor a kapcsoló hőmérők csengő-jelzést adnak, majd a hőmérséklet további növekedésével a fokozatot lekapcsolják. A túláramvédők és a túlhőmérsékletvédők együttes használata jelen esetben szükséges, mert a cső elektromosan teljesen rendben lehet, de tönkremehet a túlmeleg hűtőlevegő miatt. A levegő kimaradása vagy nagyarányú lecsökkenése esetén a légáramjelzők kapcsolják le a berendezést.

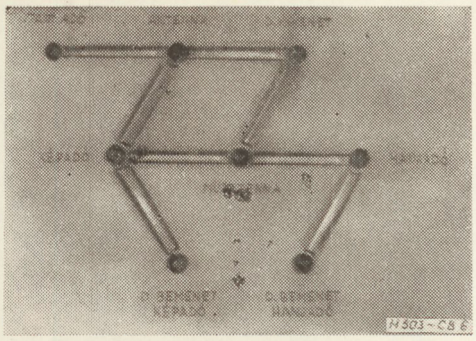
4. Az antenna illesztettséggel és a fokozatok egymás közötti illesztettségével kapcsolatban a megkötések igen szigorúak, mert 10% illesztetlenség miatti reflexiók már a képen észrevehetők, durva illesztettlenség (pl. antenna leszakadás) esetén pedig a diplexer és a végfokozat tönkre megy. Az illesztettlenség elleni védelmet az ún. relé galvanométerek végzik, ezek tulajdonképpen igen érzékeny jelfogók, melyekben egy 10μA-es deprez műszer mutatója zár, illetve bont kontaktusokat. A kontaktusok helyzete és ezzel a galvanométer lekapcsolási érzékenysége változtatható.

A különböző tápvezetékekből a visszavert energiával arányos feszültséget csatolunk ki, majd ezt egyenirányítás után a műszerre visszük. Ha a feszültség a megengedett értéket túllépi, akkor az automatika a fokozatot lekapcsolja, természetesen erről egyben jelzést is ad. A berendezés a megengedettnél nagyobb teljesítményt is túl-illesztettlenségnek érzékeli és erre is lekapcsol. A kezelőasztalban van elhelyezve az a műszer, amelyik a teljesítményt és az illesztettlenséget jelzi, tehát még a védelem működésbe lépése előtt figyelmeztetést ad a meghibásodásról. Ez abban az esetben lényeges, ha valami folyamatos változásról van szó, pl. fokozatos elhangolás, az antenna egy részének meghibásodása stb.



5. ábra. A diplexeren elhelyezett nagyfrekvenciás dugaszsáv

A hibák gyors meghatározására a berendezés kapcsolósávján van az ún. „jelzősáv", amelyben a megfelelő szöveggel ellátott táblák mögötti lámpák meg-



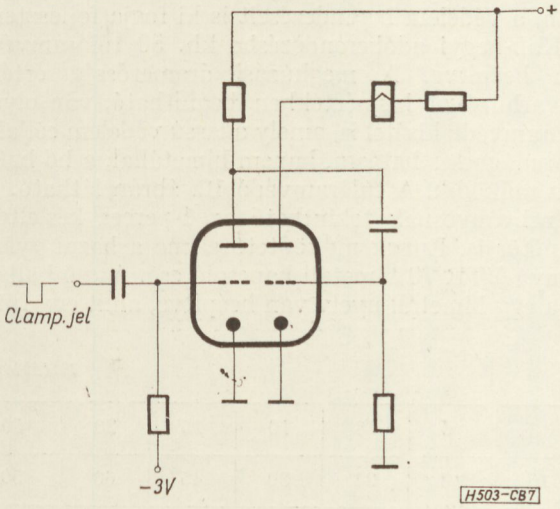
6. ábra. A diplexer dugaszsáv jelzősávja a kezelőasztalon

hibásodás esetén kigyulladnak és jelzik a meghibásodást. A képadón 24 ilyen hiba-jelzés van.

A védelem és különösen a jelzősáv ilyen kialakításával a hibák helyének behatárolása igen gyorsan hajtható végre, ami kevesebb szakképzett kezelő alkalmazását teszi lehetővé.

Az eddig elmondottak alapján az olvasóban könnyen az a kép merülhet fel, hogy a tv adóberendezések meghibásodása igen gyakori jelenség. Annak ellenére, hogy a berendezések semminemű tartalékegységgel nem rendelkeznek, a meghibásodási arány igen alacsony, a Kab-hegyi tv adónál havi 2—3 perc. Nem szabad viszont azt sem elfelejteni, hogy a gyakori hálózatkimaradások is adáshibaként jelentkeznek az előfizetőnél.

A berendezés egyes egységei lehetőleg azonosak, egységes elemekből épülnek fel, de legalábbis az azonos feladatokat, azonos kapcsolási elemek végzik. Ezek közül az alábbiakban néhányat bemutatunk. Jelen pillanatban az adók gyártása nem tömeggyártásban történik, de már érdemes egyes alkatrészeket, illetve összetettebb működési egységeket több példányban egyszerre legyártani.



7. ábra. A jelkimaradás áramkör

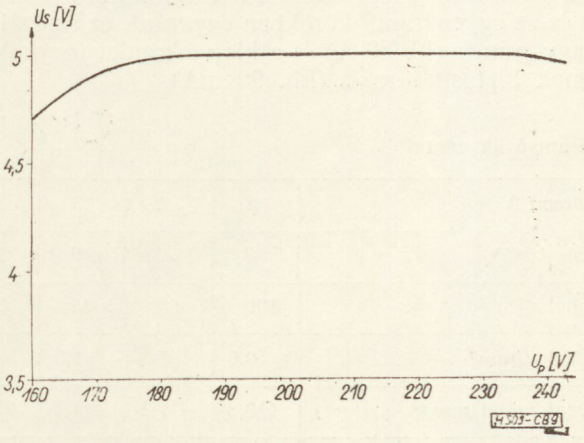
A klasszikus adótechnikában a nagyteljesítményű csövek fűtését is több lépésben kapcsolták be, mivel a fűtőszálak ellenállása hidegen lényegesen kisebb, mint meleg állapotban. Ha egyszerre megkapnák a csövek a teljes fűtőfeszültséget, akkor egyrészt a transzformátorban, másrészt, főként a csőben meg nem engedett túlterhelések keletkeznének. Ennek elkerülésére a csőgyárak elő is írják a megengedett maximális fűtőáramot a felfűtés idejére. A csövek fűtését — ahhoz hogy a cső az élettartam garancia feltételeinek megfeleljen — bizonyos szóráson belül kell tartani (±5%). Ezek a feltételek szükségessé tették a szórótranszformátor típusok kialakítását, melyek megoldják egyrészt azt a feladatot, hogy a felfűtés ideje alatt a csövek ne kapjanak a megengedettnél nagyobb áramot, másrészt pedig biztosítják a fűtőfeszültség állandó értékét, függetlenül a hálózati feszültségingadozásoktól.



8. ábra. A hibajelző sáv

A transzformátor kapcsolását tekintve semmi különöset nem tartalmaz, szokásos ferrorezonáns telített vasmagú transzformátor. A vasmag telítését egy 50 Hz-re hangolt rezgőkör biztosítja. A transzformátor egyik tekercsével olyan kondenzátor van párhuzamosan kapcsolva, hogy 50 Hz-en rezonancia áll elő és a nagy köráram telíti a vasmagot. Ugyanez a megoldás egyben biztosítja azt is, hogy a bekapcsoláskor keletkező túlterhelések, illetve az esetleges rövidzárak esetén a transzformátor feszültsége lecsökken és a csövet megvédi a tönkremeneteltől.

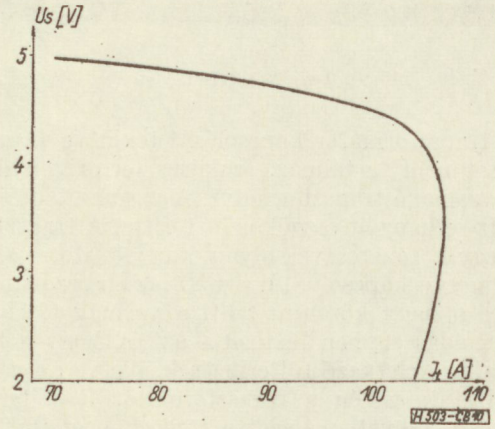
Gyakorlatban a transzformátor kivitelezése már lényegesen nehezebb volt, hiszen a csövek fűtőárama 100 A nagyságrendű. A kivitel is ennek megfelelő, vastag lapos anyagból készített menetek az áramvezetők, természetesen a különleges követelményeknek megfelelően a transzformátor vasmagja sem lehet szabványos. A fényképen jól láthatók a nagyáramú menetek és az egész transzformátor kivitele.



9. ábra. A fűtőtranszformátor bemenőfeszültség—kimenőfeszültség jelleggörbéje

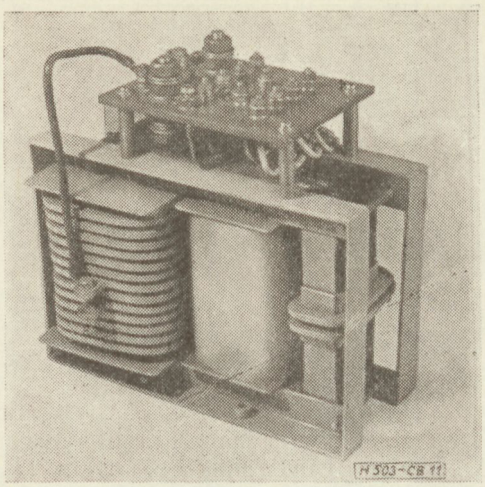
A 9. ábrán a transzformátor bemenőfeszültség-függőségi görbéi láthatók. Ezek a transzformátorok háromféle kivitelben készülnek, a kb. 1 kW-os csövekhez, a 4 kW-os és a 20 kW-os fokozat csöveihez. A szórótranszformátorok alkalmazásával a csőfűtés teljesen „automatizálva" van.

Lényeges automatikai elemet képeznek a sokrétűen felhasznált túláramvédők. Sajnos a kereskedelemben nem lehet az adóberendezések céljaira megfelelő túláramvédő-jelfogót kapni, ezért a vállalat a megfelelő típust kénytelen volt kifejleszteni. A túláramvédők kizárólag szekunder áramkörökben kerültek felhasználásra, tehát nem a kioldást előidéző áramot szakítják meg, hanem megfelelő áramköri elemek közbeiktatásával a megfelelő nagyteljesítményű mágneskapcsolót. A túláramvédő mechanikus visszaállítási lehetőséggel rendelkező automata túláramkapcsoló. Lemezelt vasmaggal készült, tehát egyen- és váltóáramra közel azonos működési jellemzőkkel rendelkezik. Működési ideje szempontjából a gyorsműködésű megszakítók közé sorolható.



10. ábra. A fűtőtranszformátor terhelési görbéje

A mellékáramköri alkalmazás céljainak megfelelően a túláramvédők két bontó és két záró érintkezővel vannak ellátva. Ezek közül az érintkezők közül egy, általában a már említett hiba-jelző tábla jelző lámpáinak működtetésére szolgál. A túláramvédő jellemző adatait az 1. táblázat tartalmazza. A túláramvédőket meg lehet találni a váltóáramú körökben és az egyenáramú körökben egyaránt, ez szolgál a nagy primer (kb 80 A) és a kis szekunder (egyen) áramok biztosítására is (kb. 50 mA).



11. ábra. A telített vasmagos fűtőtranszformátor

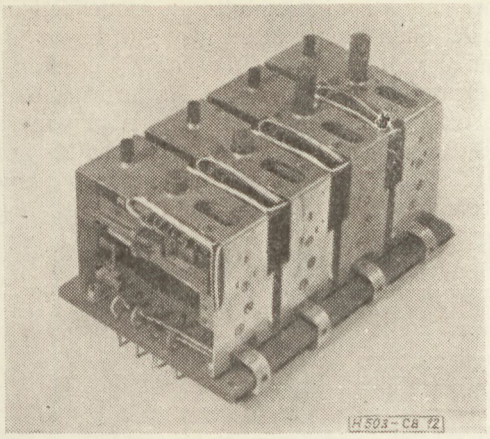
A teljesítmény csövek nagy része és a hozzájuk tartozó csővédelem is egyenlőre importanyag. A csövek belső átívelése elleni védelme érdekében különlegesen gyors működésű túláramvédő jelfogókra van szükség. Ezeknek a gyártó által előírt vizsgálati módszere igen érdekes. A csővel, illetve a csövet átütéskor helyettesítő rövidzárral sorbakötnek egy meghatározott anyagú és méretű huzalt. A rövidzárt kialakítva előbb kell a túláramvédelemnek lekapcsolnia, minthogy a huzal elolvad. Ezzel a módszerrel teljes biztonsággal megállapítható, hogy a túláramvédelem válóban védi-e a csövet. A védelmet egy nagyteljesítményű szikraköz végzi. A zárlat pillanatában keletkező áramlökés megindítja az ívképződést, ezáltal a védendő csővel parallel kapcsolódik az igen kis ellenállást képviselő elektromos ív. Az ív mindaddig fennmarad, míg a túláram védelem a tápegységet feszültségmentesíti. Remélhetőleg a magyar Adócsőgyár a csövek kifejlesztése után, a védelem berendezéseit is ki fogja fejleszteni. A Kab-hegyi adóberendezésbe kb. 50 túláramvédő van beépítve. A meghúzási áramerősség értéke csavarhúzóval kismértékben beállítható, van olyan túláramvédő kivitel is, amely a lassú védelem céljaira nem mágneses hatásra, hanem bimetállal, a hő hatására működik. A túláramvédő 12. ábrán látható.

Szabványosnak tekinthető az 1-perces késleltető áramkör is. Ennek működtető eleme a hazai gyártmányú VTR 70 bimetáll kapcsoló cső. A cső ballonjába egy bimetáll nyelv van beépítve, amit egy fűtő-

Túláramvédők adatai *1. táblázat*

I üzemi/A	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	50
I meghúz/A	3	6	9	12	15	18	24	30	45	60	50
menetszám	130	65	45	33	25	22	16	13	9	7	3
Huzal q/mm²	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	7,5	10	25
Huzal méret/mm	Ø0,8	Ø1,1	Ø1,4	Ø1,6	Ø1,8	Ø2	Ø2,2	Ø2,5	Ø3	2×5	5×5

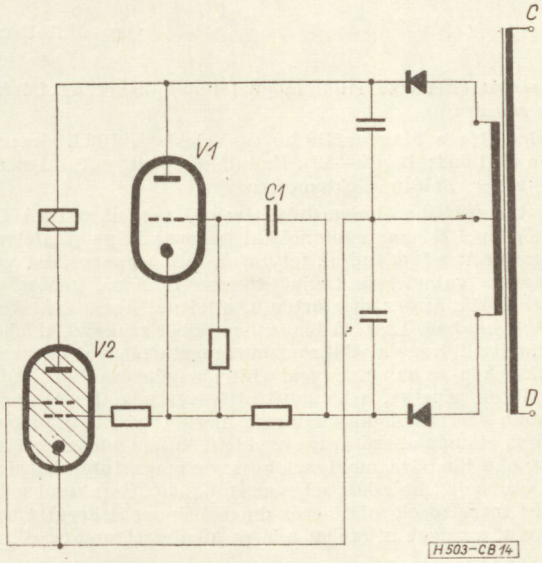
Gerjesztés meghúzásra = 400 ampermenet. Tekercshuzal, ill. profilanyag anyaga: zománcozott huzal, ill. ezüstözött profiltekercs (Vr.) A tekercs 22 menetig selyemzsinórral és fóliával borított, azonfelül szigetelés és borítás nélkül.



12. ábra. Az automata túláramkapcsoló

szál fűt. A névlegesen 1 perc fűtési idő elteltével a nyelv elhajlik és érintkezést ad. Tekintettel arra, hogy a cső érintkezői csak kis áramra vehetők igénybe, a tovább kapcsolást egy tranzisztorról működtetett jelfogó végzi. Bekapcsoláskor a transzformátor váltófeszültségét egy dióda egyenirányítja, ez kinyitja a tranzisztort és ez meghúzza a jelfogót, ami a további kapcsolásokat végzi el. A késleltetéshez még a C_1 kondenzátor is hozzájárul, mert csak ennek feltöltése után működhet a tranzisztor. A kapcsolócső biztosítja azt, mint már az előbbiekben említettük, hogy hálózat kimaradás esetén ne kelljen az egész fűtési időt végigvárni, hanem a cső nyelvének hőmérsékletétől függően a visszakapcsolás hamarabb is megtörténhet. Ez biztosíthatja egyébként azt is, hogy a hálózat kimaradás után, a hálózat visszatértekor a csövek újból megkapják a léghűtést. A tranzisztoros késleltetésre azért van szükség, hogy visszakapcsoláskor is legyen valamennyi késleltetés, ami alatt az egyes fokozatok vissza tudnak térni az üzemi állapotba.

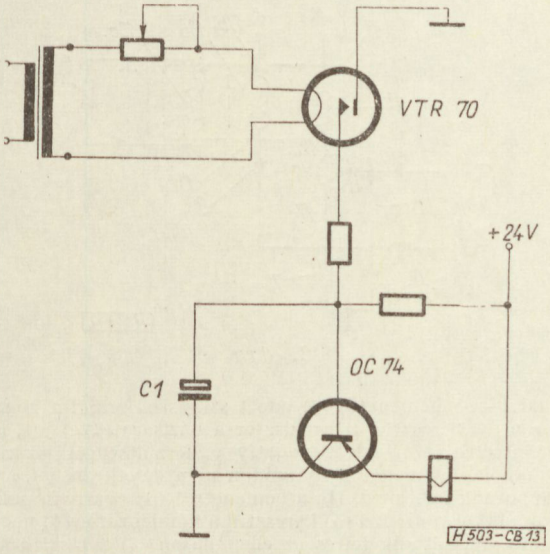
A 3-perces áramkör biztosítja azt, hogy a berendezés kikapcsolása után még három percig kapjanak a teljesítmény csövek hűtést. Az áramkör kapcsolása a 14. ábrán látható. A *C* pontra csak akkor kerül feszültség, ha a ventillátorok üzemben vannak, a *D* pontra pedig akkor, ha a berendezés már ki van kapcsolva. Ha a transzformátor primer oldala megkapja a hálózati feszültséget, akkor először felfűtenek a csövek, majd a V_1-en át megindul az áram. Ez az áram nem tud nagy értéket elérni, mert a C_1 kondenzátor nagykapacitású és a töltés kezdetén a katódhoz képest negatív potenciálhoz képest rövidzárt jelent. A kondenzátor lassú töltődésével a rács feszültsége is emelkedik, ami viszont a katódpotenciál emelkedését jelenti, amelyre ismét fel kell töltődnie a kondenzátornak. Ennek a kettős függésnek következtében a V_1 cső katódján a feszültség csak igen hosszú (jelen esetben kb. 3 perc) idő alatt éri el azt



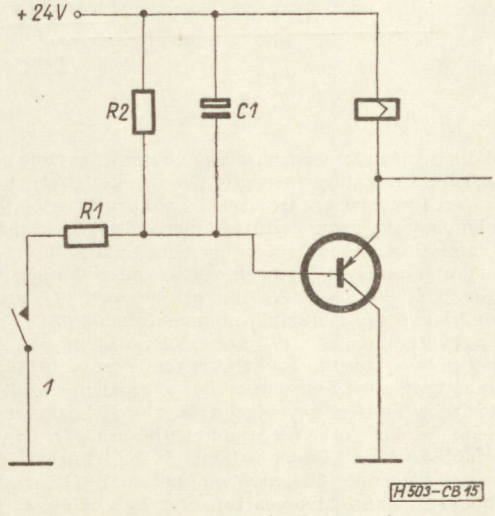
14. ábra. Az ún. háromperces késleltető áramkör

a feszültséget, amelyre a V_2 tirátron be tud gyújtani. A tirátron anódjában elhelyezett jelfogó végzi a tényleges kapcsolási feladatokat.

Egyszerű áramkör végzi a nagyfrekvencia leállítás feladatát. Ez az ún. 5-másodperces áramkör. Mint már az előzőekben említettük, a meghajtás után az adás fokozat bekapcsolásakor a nagyfrekvenciás



13. ábra. Az ún. egyperces késleltető áramkör



15. ábra. Az ún. ötmásodperces áramkör

meghajtás le van zárva, a hálózat ugrásszerű terhelésének megakadályozása érdekében. Ezt a lezárást a 15. ábrán látható áramkör végzi el. Ez igen egyszerű, aktív elemként csupán egyetlen tranzisztort tartalmaz. Az 1 érintkezőpár általában szakadás. A szakadás megszüntetésekor az R_1 ellenállás hirtelen feltölti a C_1 kondenzátort, a tranzisztor kinyílik és meghúz a jelfogó. A nyomógomb elengedésekor a kondenzátorban levő töltés még nyitva tartja a tranzisztort, addig, amíg a töltés a bemenőellenálláson és az R_2 ellenálláson át ki nem sül. Ez az idő névlegesen 5 s, természetesen ez az R_2 értékének változtatásával befolyásolható. Az érintkező nyomógomb alakjában a kezelőasztalra is ki van vezetve, lehetővé téve a nagyfrekvenciás meghajtás kézi leállítását is, ami előnyösen használható átívelések, zárlatok stb. esetén, annak eldöntésére, hogy azt a nagyfrekvencia okozza-e.

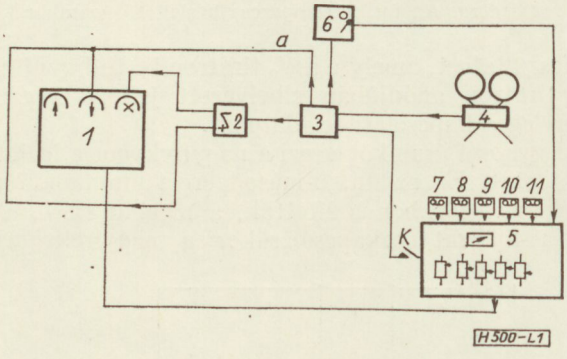
SZABADALMI SZEMLE

Összeállította: LÉNÁRD LÁSZLÓ

Kapcsoláti elrendezés stúdiómagnetofonok távvezérelt felvételre kapcsolására

Bejelentette a Magyar Rádió és Televízió, 1963. december 13-án (151 654; 42 g 2—13). Feltalálók: Kuthy Antal mérnök és Stráner Zoltán elektroműszerész.

A televíziófilm hangosítási technika szinkronfutó filmvetítőgéppel és magnetofonokkal dolgozik. Egy filmfelvonás hangosítását addig tudják folytatni, míg a hangosítást végző apparátus valamelyik tagja (színész, rendező, gépész stb.) nem hibázik. Ha ez megtörténik, a jelenet hangosítását elölről kell kezdeni. Ésszerű lenne, ha a hibás szakaszt ki lehetne úgy javítani, hogy a szinkronizmus megtartásával visszamennének a kép- és hangszalaggal a hiba helyéig és újból elindítva a szinkron gépeket, a hangosítást folytatnák. Ez a módszer azonban azért nem használható, mert a felvett hangban a törlő és előmágnesező áram egyidejű kikapcsolásakor törléskimaradás jön létre, amelynek hossza a magnetofon felépítésétől és a szalag haladási sebességétől függ. Ezenkívül a kapcsolási tranziensek miatt erős durrogó hang is kerül a hangszalagra, amelyek a hangot adásra alkalmatlanná teszik.



1. ábra

A találmány értelmében az előmágnesező áramot a törlőáramhoz képest a szalagsebességtől függően késleltetik, ugyanakkor a bekapcsolási tranzienseket csökkentik a törlőáram és az előmágnesezőáram felfutási meredekségének csökkentésével, ami által az említett hibák nem teszik adásra alkalmatlanná a hangfelvételt; tehát nem kell a hangosítást a jelenet elejéről kezdeni. A filmvetítőgéppel *(4)* szinkron járnak a felvevő *(1)* és a szinkronmagnetofonok *(7, 8, 9)*, amelyekről a zenét, dialógust stb-t játsszák le. A hangosítás kezdetén a kép és hangszerlapokat szinkron indításra állítják, majd elektromos tengellyel összekapcsolva a gépeket elindítják és a hangmérnök által a keverőerősítőn *(5)* összekevert hangfrekvenciás jeleket felviszik a magnetofonra *(1)*. Ha pl. a hangmérnök keverés közben valamelyik hangforrást tévesen szabályozza, elegendő a felvevő magnetofont lejátszási állapotba hozni és az elektromos tengelyt használva az összes szinkrongéppel együtt az elrontott hely elé visszamenni. Ezután az elektromos tengellyel előremenetben elindulnak és a hangmérnök az általa kívánt helyen bekapcsolja a *K* kapcsolót. Ennek hatására a késleltető egység *(3)* a felfutási meredekséget beállító egységen *(2)* keresztül bekapcsolja a törlő áramot és a felvevő fejet mentesíti attól az *a* rövidzártól, amit a felvevő magnó lejátszásra kapcsolásakor azon elhelyeztek, majd meghatározott idő múlva az előmágnesező áramot is. A jelenetek végét a gonggal *(6)* jelzik. A nem szinkron magnetofonokról *(10, 11)* a híradókhoz nem szinkron aláfestő zene is játszható.

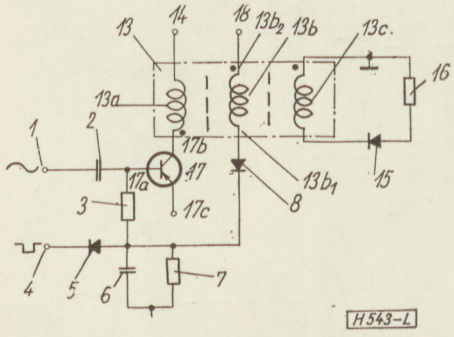
Takarékkapcsolású, kondenzátortárolású dinamikus billenőkör és szinkronizáló kapcsolás

Bejelentette a Telefongyár, Budapesten, 1961. december 12-én (151 794; 21 a[1] 36)

Feltaláló: *Bánhegyi Ottó* vill. mérnök.

Az eddig ismert kondenzátortárolású dinamikus billenőkörök, vagyis bistabil multivibrátorok visszabillentése 0 állásba csak akkor lehetséges, ha az órabemenetre adott órajelek folyamatosságát a visszabillentés pillanatában megszüntetik, mivel a kondenzátort töltő jel és a nullázó jel egymással ellentétes hatást fejtenének ki. Az ismert megoldásnak további hátrányai, hogy a tároló kondenzátor töltésének pótlása a hasznos jel terhelésével az áramkörből kivehető impulzusteljesítményt csökkenti és a szinkronizáló kapcsolásban a tárolókondenzátor kisütése már a hasznos jel alatt megkezdődik, így a kimenő jel alakját torzítja.

A találmány szerinti kapcsolási elrendezés megszünteti ezeket a hátrányokat; fogyasztása az ismertekéhez képest kisebb, a berendezés olcsóbb, kevesebb alkatrészt igényel és üzembiztosabb, mert nullázáskor az órajelek letiltása elmaradhat. — A bemenetre *(1)* adott színuszos órajel a kondenzátoron *(2)* keresztül a tranzisztor a bázisára *(17a)* jut, amit az emitterre *(17c)* adott negatív előfeszültséggel lezárnak. A kapcsolás kiemenetén ily módon nem keletkezik jel, ami a *0* állapotnak felel meg. Ha a bemenetre *(1)* negatív impulzust adnak, akkor a diódán *(5)* keresztül a kondenzátor *(6)* negatív feszültségre töltődik fel és az ellenálláson *(3)* keresztül megemeli a bázis *(17a)* feszültségét. Erre a negatív feszültségre



2. ábra

szuperponálódik az órajel, amelynek negatív szakasza a tranzisztort nyitja, mire a felerősített jel a kollektorról (*17b*) a transzformátor (*13*) tekercsein és a diódán (*15*) keresztül a terhelésre (*16*) jut. A transzformátoron keletkező — a hasznos jellel ellentétes polaritású — túllövést a diódán (*8*) keresztül a kondenzátor (*6*) időközben elvesztett töltésének pótlására fordítják. A billenőkörnek ebben a bebillentett állapotában a kimeneten az órajellel megegyező frekvenciájú impulzussorozatot ad ki. A kapcsolást alaphelyzetébe a bemeneten (*11*) nullázó transzformátorra (*10*) adott impulzussal billentik, amikor is az előfeszített dióda (*9*) kinyit, a kondenzátort (*6*) kisüti, aminek következtében a tranzisztor lezár és a kimeneten az impulzussorozat megszűnik.

Koaxiális rezonátor

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet, Budapesten, 1962. július 11-én (151 791; 21 a^4 64—77)
Feltaláló: *Dr Bíró Viktor* okl. vill. mérnök.

A TEM módban működő koaxiális rezonátorok rezonanciafrekvenciája belső vezetőjük hosszától függ. Ezért a belső vezetőt a külső vezetővel az egyik oldalon rövidre szokták zárni, a másik oldalon pedig üresen hagyják, úgyhogy a külső vezető tovább folytatódik és a rezonátor koaxiális része szempontjából határfrekvencia alatti körkeresztmetszetű hullámvezetőt alkot. A rezonátor rezonancia-hullámhossza $\lambda = \frac{4}{2n+l}$ ahol l a belső vezető hossza és $n = 0, 1, 2 \ldots$ Mivel a rezonancia-frekvenciát csak az l hossz határozza meg, a belső vezető hőmérsékleti együtthatója az egész rezonátorét meghatározza és elegendő csupán ezt kis hőmérséklettényezőjű anyagból készíteni. Az ilyen szerkezetek hátránya, hogy ott, ahol a belső és a külső vezető rövidre van zárva, nehézséget okoz a rezonátor kialakítása az alkotó anyagok különböző hőmérsékleti tényezője miatt. További hátrány, hogy a rezonátor árammaximuma éppen ott van, ahol a külső és a belső vezető csatlakozik egymással és ebből kifolyólag az átmeneti ellenállás a rezonátor veszteségeit növeli.

A találmány szerinti koaxiális rezonátor ezeket a hátrányokat küszöböli ki oly módon, hogy TEM módusban működik és a belső vezető mindkét végét szabadon hagyja, fémfelületek sehol sem érintkeznek. A rezonátor kis hőmérsékleti tényezőjét a belső vezető kis hőmérsékleti tényezője biztosítja. A rezonáns hullámhossz $\lambda = \frac{l}{n+\frac{1}{2}}$. A hőkompenzált rezonátort oly módon alakítják ki, hogy belső vezetőjét rendkívül kis hővezetőjű anyagból, pl. kerámiarúdból alakítják ki, amelyre rétegben a szükséges hosszban fémbevonatot visznek fel.

Puskás Tivadar- és Virág—Pollák-díjasaink

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület május 8-i küldött közgyűlésén adták át az 1963. és 1964. évi Puskás Tivadar és Virág — Pollák díjakat, valamint az elismerő okleveleket a kitüntetetteknek.

Mint ismeretes — Puskás Tivadar emlékéremmel és díjjal kiemelkedő tudományos, műszaki vagy egyesületi tevékenységet jutalmaz a HTE, míg a Virág—Pollák díjat a HÍRADÁSTECHNIKA c. folyóirat legjobb cikkeinek szerzői kapják.

Az 1963. évi Puskás Tivadar emlékéremmel kitüntetettek:

Bíró Ferenc, az Egyesület alapító tagja és szervezési bizottságának vezetője a rádiókommunikációs berendezések és termosztátok fejlesztése terén elért eredményeiért;

Budai Lajos, az Egyesület alapító tagja, a telefontechnika fejlesztése terén szerzett érdemeiért;

Rédl Endre, az Egyesület alapító tagja, a vákuumtechnika terén elért eredményeiért.

Az 1964. évi Puskás Tivadar emlékéremmel kitüntetettek:

Balogh Pál, az Egyesület alapító tagja, a híradástechnikai konferenciák kezdeményezője és az első konferenciák szervezője, a HÍRADÁSTECHNIKA c. folyóirat szerkesztésében elért eredményeiért;

dr. Izsák Miklós, az Egyesület alapító tagja és hosszú időn keresztül főtitkára, a hazai átviteltechnikai fejlesztés megalapozása, valamint a középfokú és felsőfokú műszaki szakoktatás terén kifejtett tevékenységéért;

dr. Magó Kálmán, az Egyesület alapító tagja és oktatási bizottságának vezetője, a legutóbbi években az Egyesület megbízott főtitkárhelyettese, a vákuumtechnikai kutatás terén elért eredményeiért.

Az 1963. évi Virág—Pollák díjasok:

Dr. Berceli Tibor — dr. Gonda József „Klisztron modulátorok linearitásának és stabilitásának vizsgálata" (XIV. évf. 1. sz.) c. cikkükért;

Kemény Ádám — Fischer Ferenc „Hazai gyártású félvezető eszközök megbízhatóságának kérdései" (XIV. évf. 3. sz.) c. cikkükért;

Kocsis Miklós „Félvezető eszközök tönkremenetelének egyik lehetséges mechanizmusa" (XIV. évf. 6. sz.) c. cikkéért.

Az 1964. évi Virág—Pollák díjasok:

Szakács György — Gaál Lajos — Németh János „Mechanikus szűrők" (XV. évf. 8. sz.) c. cikkükért;

Váraljai Vilmos — Mazgon Sándor „Az adatátvitel időszerű kérdései" (XV. évf. 7. sz.) c. cikkükért.

Elismerő oklevelet kaptak!

A „BHG gyártmányú 400 vonalas crossbar alközpont" c. cikksorozat alábbi szerzőinek cikkei: *Budai Lajos* (XIII. évf. 6. sz.), *Muzsnai Géza* (XIV. évf. 3. sz. és XV. évf. 1. sz.), *Wirth József* (XIV. évf. 2. és 5. sz.), *Forró Dezső* (XV. évf. 6. sz.), és *Molnár Pál* (XV. évf. 9. sz.).

Boglár Gyula „Keskenysávú hatványszűrők méretezése" (XV. évf. 8.) c. cikkéért,

Edöcsény László „Antenna által vett feszültség és teljesítmény számítása tetszőleges beeső hullám esetén" (XV. évf. 3.) c. cikkéért,

Solymosi János „Lineáris hálózatok analízise hatásrgáfok segítségével" (XIV. évf. 5.) c. cikkéért.

Tarlacz László „A hullámparaméteres szűrőelmélet alapján méretezett sávszűrő L-tagok" (XV. évf. 10.) c. cikkéért.

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.372.5.018.75.001.2

P. N. Mathanov:

Előírt tranziens karakterisztikával rendelkező reaktáns négypólusok szintézise

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 5. sz.

A szerző új módszert ismertet impulzusformáló reaktáns hálózatok tervezésére, melynek segítségével elvileg tetszőleges kimeneti jel előállítható egységugrásból. Szimmetrikus kimeneti impulzus esetén a számítás egyszerűsödik és olyan transzfer függvény nyerhető, melyből a reaktáns hálózat realizálásához szükséges négypólusparaméterek könnyen meghatározhatók. A módszert példa szemlélteti.

ETO 621.391.8 : 621.376

M. Szokolay:

Hullámalak analízis

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 5. sz.

A cikk röviden bemutatja a jelek ábrázolásának különböző matematikai módszereit. Foglalkozik a jelalak és információtartalom, valamint az információsebesség és csatornakapacitás viszonyával. Tárgyalja a forrásjel kódolásának szükségességét, amivel az átviteli csatorna jobban kihasználható, vagy pedig megbízhatóbb, kisebb hibaarányú hírközlés valósítható meg.

ETO 621.382 : 536.495

P. Nagy:

Félvezetők hőmegfutása

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 5. sz.

A cikk a fizikai képből kiindulva félvezető diódás egyenirányító kapcsolások, valamint A és B osztályú tranzisztoros erősítők hőmegfutását tárgyalja. A stabil működés kritériuma alapján méretezésre alkalmas képleteket és diagramokat közöl. A képletek és diagramok felhasználására számpéldákat közöl.

ETO 621.394.74.019.3

Kádár Á.:

Távíróhálózatok átviteli megbízhatóságának vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 5. sz.

A cikk első részében az adatátvitellel kapcsolatban előtérbe került átviteli megbízhatóság és hibaarány definíciókat ismerteti és azokat számszerű adatokkal illusztrálja. Ezután ismerteti azokat a mérési módszereket, amelyeket az adatátvitel megbízhatóságának feltárására alkalmaznak. Ezután részletesebben kitér a hazai mérési módszerre, végül a mérőmódszerek fejlesztésének irányáról nyújt tájékoztatást.

ETO 621.397.612

K. Csepreghi Horváth—R. Bernhardt:

A Kabhegyi televízió adóberendezés automatikája

HÍRADÁSTECHNIKA XVI. (1965) 5. sz.

A szerzők ismertetik az EMV által tervezett és gyártott kabhegyi 20/5 kW-os tv- adóberendezés automatikájának és védelmének elvi megoldásait, tárgyalják a teljesen automatikus üzem megvalósításának lehetőségeit. Néhány szerkezeti elemet és kapcsolási megoldást részletesebben bemutatnak.

Zusammenfassungen

DK 621.372.5.018.75.001.2

P. N. Mathanov:

Synthese von Reaktanzvierpolen mit vorgeschriebenem Einschwingungsverhalten

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 5

Es wird eine neue Methode zur Projektierung der impulsformierenden Reaktanznetze erörtert. Mit dieser Methode kann von einem Einheitssprung eine prinzipiell beliebiges Ausgangssignal hergestellt werden. Im Falle von symmetrischen und asymmetrischen Impulse wird solcheine Funktion erhalten, mit welcher die zur Realisierung der Reaktanznetze notwendigen Vierpolparameter leicht zu bestimmen sind. Die Methode wird mit einem Beispiel illustriert.

DK 621. 391.8 : 621.376

M. Szokolay:

Wellenformanalyse

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 5

Es werden kurz die verschiedenen mathematischen Methoden der Signaldarstellungen erörtert. Es werden die Signalform, der Infor-

Обобщения

ДК 621.372.5.018.75.001.2

П. И. Матханов:

Синтез реактивных четырехполюсников с данной переходной характеристикой

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 5

Излагается новый метод проектирования реактивных сетей для генерирования импульсов, с помощью которого любой выходной сигнал может быть создан из единичного скачка. В случае симметричного и несимметричного выходных импульсов расчет упрощается и можно получить такую трансферную функцию, из которой параметры необходимые к осуществлению четырехполюсников легко определяются. Метод показан примером.

ДК 621.391.8:621.376

М. Соколаи:

Анализ волновых форм

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 5

Кратко показываются различные математические методы образования сигналов. Излагаются отношения формы сигнала и содержания информации, а также скорости информации и емкости канала. Трактуется необходимость кодирования сигналов с помощью которого канал передачи лучше используется, или не более надежная связь с лучшим отношением ошибок осуществляется.

ДК 621.382:536.495

П. Надь:

Температурная пробега полупроводниковых приборов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 5

Излагается, исходя из физических основ, температурный выход из строя схем выпрямителей на полупроводниковых диодах, а также усилителей класса А и В на транзисторах. На основе критерии стабильной эксплуатации даны формулы и диаграммы для проектирования, и расчётные примери.

ДК 621.394.74.019.3

А. Кадар:

Испытание надежности передачи телеграфных сетей

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 5

В первой части статьи изложены определения понятий надежности передачи и отношения ошибок при передаче данных и эти попаказаны цифровыми примерами. Потом даны методы измерения, примененные с целью определения надежности передачи данных. В дальнейшем описаны методы измерения, используемые в Венгрии и наконец дана информация по направлениям развития методов измерения.

ДК 621.397.612

К. Чепреги Хорват—Р. Бернхарт:

Автоматика телевизионного передатчика в Кабхедь (Венгрия)

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XVI. (1965) № 5

Изложены принципиальные решения автоматики и защиты телевизионного передатчика в Кабхедь (Венгрия), мощностью 20/5 квт, поектированного и изготовленного заводом EMV. Показаны возможности осуществления полной автоматической эксплуатации, а также некоторые конструкционные детали и решения схем более подробно.

Summaries

UDC 621.372.5.018.75.001.2

P. N. Mathanov:

Synthesis of Reactive Fourpoles with Specified Transient Characteristics

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) № 5

A new method is presented for the design of pulse forming reactive networks. By this method, in principle, an arbitrary output signal can be generated from a unit step. In case of symmetrical and asymmetrical output pulse the calculation becomes simpler and a transfer function may be derived from which fourpole parameters necessary to the realization of the reactive net work can easily be determined. The method is illustrated by examples.

UDC 621.391.8 : 621.376

M. Szokolay:

Waveform Analysis

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) № 5

Different mathematical methods of the illustration of signals are presented. There are dealt with: the waveform, information content

mationsinhalt und das Verhältnis zwischen der Informationsgeschwindigkeit und Kanalkapazität behandelt. Es wird die Notwendigkeit der Verschlüsselung der Quellensignale mit welcher der Übertragnungskanal besser ausgenützt werden kann, verlässlicher wird und eine Information mit kleinerem Fehlermass ausführbar ist, beschrieben.

DK 621.382 : 536.495

P. Nagy:

Thermische Instabilität von Halbleiter—Bauelementen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 5

In dem Artikel werden, auf Grund des physichen Bildes, die Gleichrichterschaltungen mit Halbleiterdioden und die thermische Instabilität der Transistorverstärker von Klasse A und B erörtert. Es werden Formeln und Diagramme zur Bemessung auf dem Basis des Kriteriums der stabilen Funktion mitgeteilt.

DK 621.394.74.019.3

Á. Kádár:

Untersuchung der Übertragungszuverlässigkeit der Telegraphnetzwerke

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) Nr 5.

In dem ersten Teil des Artikels werden die Definitionen der Übertragungszuverlässigkeit und des Fehlerverhältnisses, die in Verbindung mit der Datenübertragung aktuell geworden sind, erörtert. Diese Definitionen werden mit numerischen Angaben illustriert. Es werden ferner diejenige Messverfahren beschrieben, die zur Erörterung der Zuverlässigkeit der Datenübertragung angewendet werden. Zuletzt werden die ungarischen Messverfahren eingehend bekannt gemacht und die Entwicklungstendenz des Messverfahrens erörtert.

DK 621.397.612

K. Csepreghi Horváth—R. Bernhardt:

Automatik der Fernsehsendereinrichtung von Kabhegy (Ungarn)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1964) Nr 5

Es wird die theoretische und praktische Ausführung der Automatik und des Schutzes der von den Elektromechanischen Werken (EMV) geqlanten und konstruierten 20/5 kW Fernsehsendereinrichtung Kabhegy, Ungarn erörtert. Ferner werden die Ausführungsmöglichkeiten der vollständig automatischen Funktion beschrieben. Es werden einige Konstruktionselemente und Schaltungsbeispiele bekannt gemacht.

and the relation between the information speed and the channel capacity. The necessity of source signal coding is discussed by the aid of which the transmission channel may be better utilized, is more reliable and an information with lower error rate can be realized.

UDC 621.382 : 536.495

P. Nagy:

Thermal Runaway of Semiconeuctor Devices

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

The paper deals with the circuit of semiconductor diode rectifier based on the physical picture and with the thermal runaway of class A and B amplifier transistors. By the criterion of stable operation, suitable design formulae and diagrams are derived. Numerical examples are given to demonstrate the use of formulae and diagrams.

UDC 621.394.74.019.3

Á. Kádár:

Scientific Analysis of the Transmission Reliability of Telegraph Networks

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

In the first part of the article the definitions of transmission reliability and error rate becoming actual in connection with data transmission are described and illustrated by numerical values. Measuring methods are presented which are applied to reveal the reliability of data transmission. Finally the Hungarian measuring method is dealt with in detail and informations are given concerning the trend of its development.

UDC 621.397.612

K. Csepreghi Horváth —R. Bernhardt:

Automation of the Television Transmitting Equipment in Kabhegy (Hungary)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

The theoretical solutions of the automation and protection of the 20/5 kW television transmitting equipments designed and constructed by the Electromechanical Laboratories (EMV) are presented. The possibility of the realization of the fully automatic operation is discussed. Certain constructional elements and circuit solutions are described in detail.

Résumés

CDU 621.372.5.018.75.001.2

P. N. Mathanov:

Synthèse des quardripôles ayant une caractéristique transiente donneé

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

L'auteur expose une nouvelle méthode de projet pour des réseaux réactifs pour générer impulsions, qui donne en général la possibilité de produire un signal quelconque de sortie d'un pas d'unité.
En cas d'une impulsion de sortie symmétrique ou asymmétrique le calcul devient plus simple et on peut trouver une fonction de transfert, duquel les paramètres quadripôles pour réaliser le réseau reactif peuvent facilement déterminer. La méthode est illustré par un exemple.

CDU 621.391.8 : 621.376

M. Szokolay:

Analyse de la forme d'onde

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

L'article traite brèvement les différents méthodes mathématiques pour représenter des signaux. Les rélations entre la forme de signal et le contenu d'information, et puis la vélocité de l'information et la capacité du canal sont discutées.
La nécéssité de coder le signal de source, et par suite l'exploitation mieux du canal de transmission, où la réalisation d'une emission plus fiable avec mieux pourcentage des fautes est exposé.

CDU 621.382 : 536.495

P. Nagy:

Transfert de chaleur des semi-conducteurs

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

L'article départant des phénomènes physiques, traite le transfert de chaleur des circuits des redresseurs à diodes semiconducteurs, et ensuite des amplificateurs transistorisés classe A et B. En vertu du critère de fonctionnement stable, formules, et diagrammes sont donné.

CDU 621.394.74.019.3

Á. Kádár:

Essai de la fiabilité de transmission des réseaux télégraphiques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

Dans la partie première de l'article les définitions de la fiabilité de transmission et du rapport de faute et quelques valeurs numeriques pour la transmission des données sont présenté. Ensuite les méthodes de mesure pour déterminer la fiabilité de la transmission des données sont exposé. Enfin une information des méthodes de mesure utilisés en Hongrie et les tendances de leur développement sont traité.

CDU 621.397.612

K. Csepreghi Horváth—R. Bernhardt:

Automatisme de l'émetteur de télévision de Kabhegy (Hongrie)

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XVI. (1965) No 5

Les auteurs exposent les solutions principales de l'automatisme et protection de l'émetteur de télévision 20/5 kW de Kabhegy (Hongrie) projeté et fabriqué par EMV et discutent la possibilité de l'automatisme totale. Quelques éléments de construction et solutions de circuit sont aussi présenté.

A MIGÉRT

ezúton hívja fel a műszerigénylők figyelmét, hogy Budapest, VII., Majakovszkij utca 59. szám alatti

II. SZ. MINTATERMÉBEN

Univo, Univeka típ. univ. műszerek,

Isoleka 1 m. h. szigetelésvizsgáló,

Hordozható amper- és voltmérők,

MAH típusú áramváltó,

SV 001 típ. feszültségváltó,

YK típ. Feussner-kompenzátor,

YW-1 és YTW típ. prec. mérőhidak,

9201 típ. 640 VA váltóáramú stabilizátor,

STA 158 típ. egyenfesz. stabilizátor,

1195 típ. tv-servicekoffer,

TR 0809 típ. tv-tester,

Különféle scintillációs kristályok,

Nyúlásmérő bélyegek

és sok egyéb műszer raktárról vásárolható

MŰSZER- ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

BUDAPEST, VI., NÉPKÖZTÁRSASÁG ÚTJA 2.

TRANSZFORMÁTOR KTSZ

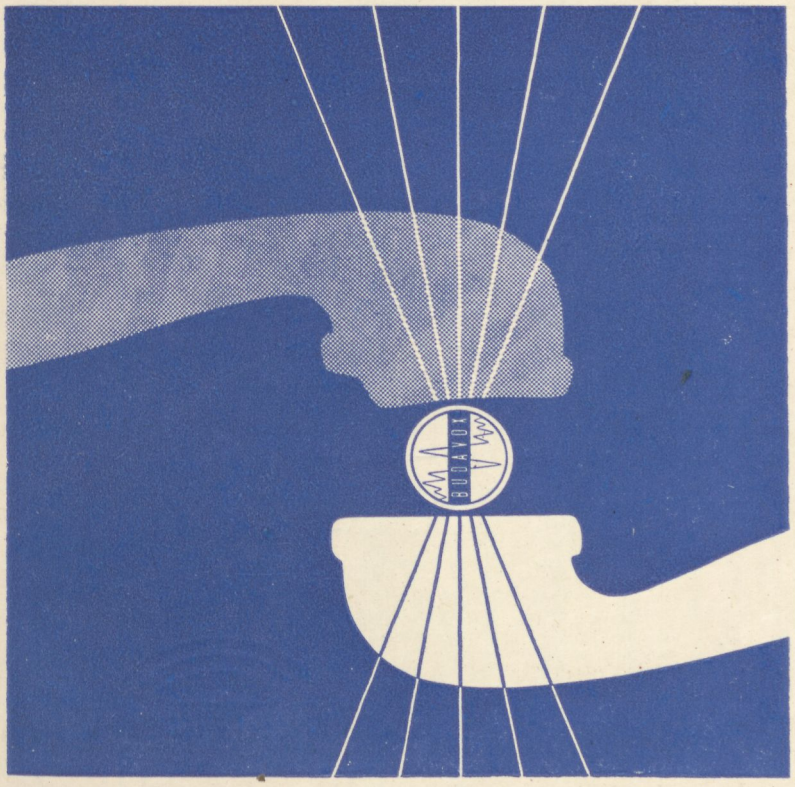
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorssszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorssszabályozók

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

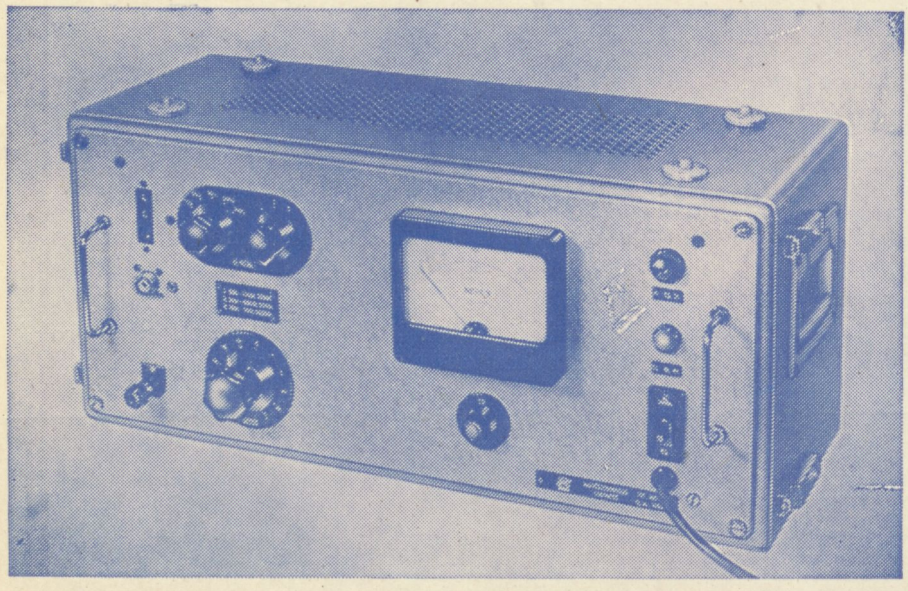
BUDAVOX

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 Mz—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 18 042, E83F. PL 81, 85A2.

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

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

Elektronika KTS BUDAPEST